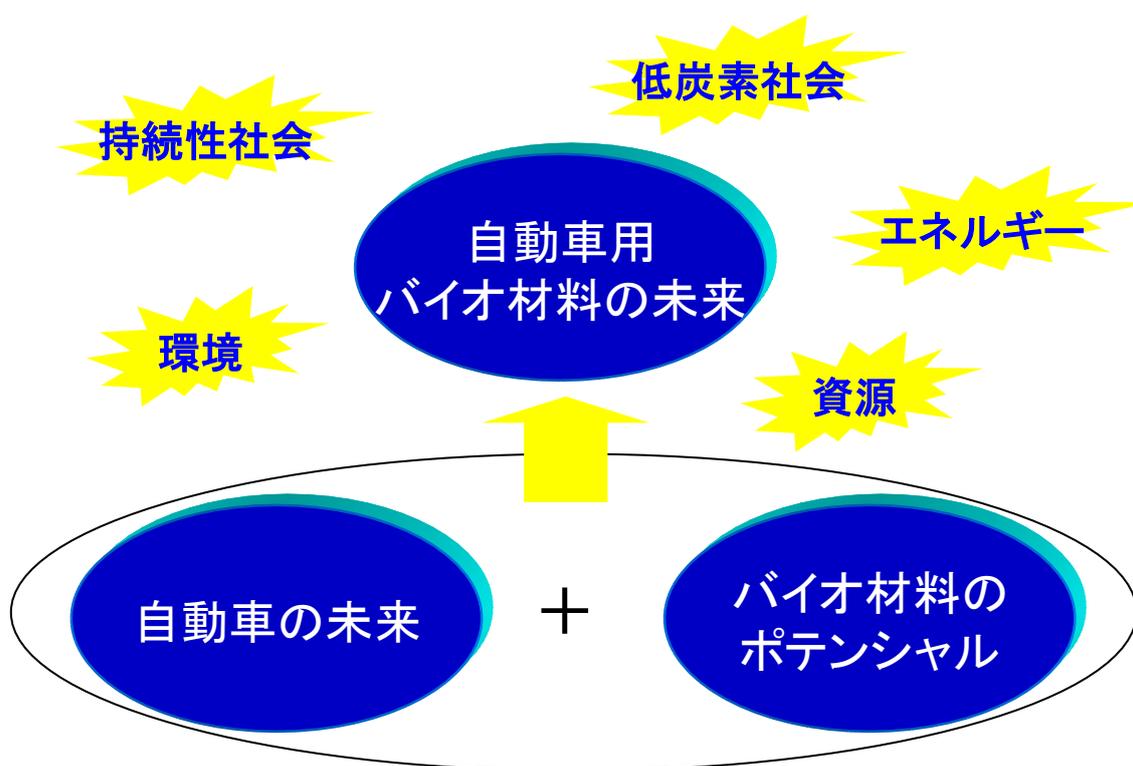


平成 20 年度エコイノベーション推進事業

調査委託成果報告書

[サステナブルバイオによる
軽量自動車部材の開発に関する調査]



研究調査責任者 京都大学 生存圏研究所 矢野浩之

まえがき

植物バイオマスから製造したサステナブルバイオ（持続性植物資源ベースの高機能材料）による自動車部材の軽量化は、二酸化炭素の固定と排出削減の両面から、革新的な温暖化対策につながる技術開発として、エコイノベーション創成が期待できる。自動車用バイオ材料開発については、ヨーロッパが先導して研究を進めており、フィンランドにおいて40人規模の「ナノセルロース研究センター」が立ち上がるなど、北欧や北米を中心に数十億円の規模のプロジェクトが動き出している。これに対して、我が国では、バイオベースポリマーの製造・構造制御、高機能化について、産・官・学の研究機関で世界をリードして開発研究、事業化が進められている。また、セルロースナノファイバー材料についても、複数の研究機関において、これまでの高分子科学やセルロース科学の蓄積を基に世界最先端の基礎研究が進められている。しかし、海外の学会に出席して感じる関連分野の熱気は原油高を背景に益々ヒートアップしており、このままでは一気に逆転されそうな状況にある。将来にわたり、我が国の自動車産業、化学産業、製紙産業が、持続的バイオ資源に立脚した“高度なもの作り技術”により高い国際的競争力を維持していくためには、広範な産官学の垂直連携による“サステナブルバイオによる軽量自動車部材の開発”に関する大型プロジェクトの立ち上げ、研究基盤の整備が急務である。この点は、2007年5月に総合科学技術会議イノベーション25会議ロードマップ資料に、“バイオナノファイバー供給基盤整備の加速度的推進”が明記されていることから明らかである。

このことから、当該調査研究では、1) 自動車の軽量化技術、部材に対する要求性能、自動車用バイオ材料に対する市場ニーズに関する調査と、2) バイオ材料における物性到達範囲やその実現に向けた技術シーズ、その先に求められる未来技術に関する調査を行い、革新的な温暖化対策につながるサステナブルバイオによる軽量自動車部材開発のポテンシャル、方向性、それによるエコイノベーション創成の可能性について調査を行った。

目 次

要約（和文・英文）

本編

第1章 調査概要

第2章 自動車部材への要求性能とバイオ材料

第3章 自動車用材料におけるバイオ材料適用に関する特許調査

第4章 バイオポリマー開発における技術シーズと今後の動向

第5章 植物系繊維強化材料に関する特許調査

第6章 北欧におけるセルロースナノファイバー開発研究の最新動向

添付資料

要 約 (和文・英文)

10%の車体重量軽量化は燃費を10%向上させることから、持続性植物資源から製造した軽量高強度グリーン材料による自動車部材の軽量化、それによる自動車の燃費向上は、二酸化炭素の固定と排出削減の両面から、革新的な温暖化対策につながる。車体重量の軽量化においては、単位重量あたりの強度に優れた材料の開発が重要である。現時点では、高強度化鋼鉄、軽量高強度アルミニウム合金、軽量樹脂材料の開発と採用が進められている。金属材料は比強度、信頼性の点で優れているが、樹脂材料は成形・加工性に優れ、多くの部品を一体成形（モジュール化）できることから、部品数の削減による軽量化が図れる。これは生産性の向上においても有利である。また、樹脂材料の性能向上には、ガラス繊維や炭素繊維による強化（繊維補強）が有効である。しかし、ガラス繊維が燃えないためにサーマルリサイクルが困難である。我が国の埋め立て処理地はすでに飽和状態にあることから、その多用は環境負荷、リサイクルコストの増加につながる。炭素繊維強化材料は、金属材料を凌駕する優れた強度特性を有しており、すでに自動車のプロペラシャフト等に実用化されているが、製造プロセスの複雑な炭素繊維は基本的に高価であり、革新的な製造プロセス開発がなされない限り自動車部品には多用出来ない。これに対して、樹脂材料は、“安くて軽くて使い出しが良い”点で自動車材料として優れている。近年は石油ベースからバイオベースへの転換がもためられており、これまで構造用プラスチックとしてはポリ乳酸を中心に検討が進められてきた。しかし、ポリ乳酸は、耐久性、結晶化速度に課題が有る。この様な状況下、昨年からは、バイオエタノールやバイオエチレンからPPやPEといった自動車用汎用樹脂を製造する動きが活発化している。世界的なバイオエタノール製造増加が後押しとなり、今後、樹脂原料のバイオベースへの転換が加速すると思われる。以上から、サステナブルバイオによる軽量自動車部材とは、植物系繊維でバイオPPやバイオPEといったバイオベースの汎用樹脂を強化したリサイクル容易な部材であるといえる。その際、通常の植物繊維補強では破壊の起点が多く存在し、ガラス繊維補強に匹敵する強度が得られない。これに対して、植物繊維から製造したセルロースナノファイバー：バイオナノファイバーは、補強繊維として極めて高いポテンシャルを有している。バイオナノファイバー（BNF）は、すべての植物細胞の基本骨格物質で、鋼鉄の5倍以上の強度、ガラスの1/50の低い線熱膨張を有し、また、広い温度範囲において熱膨張が小さく、大きな温度変化にさらされる自動車材料として優れている。20年後（2030年）には、BNF添加率を全構造用プラスチックの20%にまで増やすことで、製品の高強度化、薄肉化により製品重量を平均で20%低減し、温暖化ガスの大幅削減と持続性資源保証が可能である。さらに、プラスチックの40%をバイオベースにすることで、全構造用プラスチック（国内生産量：800万トン）の植物度を50%にする。その内の10%を自動車部材で達成する。BNFの製造と利用に関する開発研究がスウェーデン、フィンランド、カナダで大型プロジェクトを立ち上げ、急速に活発化している。我が国においても産学官・異業種・垂直連携による大型プロジェクトの早急な立ち上げを急がなければならない。

Abstract

In this report, predicted automotive materials of the future have been investigated from the viewpoint of minimising emissions of carbon dioxide. A 10% automobile weight reduction potentially results in fuel consumption savings of up to 10% and as a consequence reduced carbon dioxide emissions. The development of light weight automotive parts using high strength steel, aluminum alloy, plastics and fiber reinforced plastics such as GFRP and CFRP have been studied extensively. Steel and aluminum alloy have advantages in terms of high specific strengths (strength divided by the density) and reliability. On the other hand, plastics have advantages because of their good moulding and processing properties which simplifies three dimensional automotive moldings. However, the poor mechanical properties of plastics compared to steel limit their wider utilization in automobiles. Although glass fiber reinforcing (GFRP) improves the strength of plastics the unburnable nature of glass which greatly hinders thermal recycles. Because of its expense, carbon fiber is less widely used for reinforced plastic automobile parts. Thus, bio-based plastics reinforced by low density and high strength cellulose nanofibers obtained from sustainable biomass such as wood is a promising candidate. The state of the art of research activities and patents relating to cellulose nanofibers reinforced composites in North America, Nordic countries and Japan were investigated. It was concluded that the launch of a national project in Japan for the development of the technology to extract uniform nanofibers from wood, agricultural and industrial by-products at low cost as well as the development of the technology for the structural utilization of these nanofibers is highly desirable.

本 編

第 1 章 調査概要

第1章 調査概要

本調査では、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査により、1) 自動車の軽量化技術、部材要求性能を調査し、我が国発の国際的競争力のある自動車用バイオ材料の方向性を調査するとともに、2) 国内外におけるバイオプラスチック（熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、エラストマー（ゴム））およびバイオフィラー（繊維およびナノフィラー）の開発研究動向や関連市場の現状を調査し、バイオ材料における材料物性の到達可能範囲や、高機能・高性能の材料開発を可能にする未来技術の予測を試みた。さらに、上記1) および2) に基づき、3) 「サステナブルバイオを自動車部材に積極的に利用したエコイノベーション」がもたらす我が国の未来像について、高機能バイオ材料による石油由来プラスチックや金属の代替可能範囲、高機能バイオ材料による温暖化ガス削減効果や自立的資源保証の可能性などから予測した。

(1) 調査内容

①自動車部材に対する要求性能およびバイオ材料に対する市場ニーズ調査

大気中の炭酸ガスを吸収するとともに、長期にわたり炭素を固定できる植物バイオマスの自動車部材への積極的利用は、低炭素社会の構築に大きな責務を負っている自動車産業において、極めて重要な課題である。このことから、本調査では、外部協力者の助言を得ながら、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査を通じて、自動車部材ごとの基本的要求性能、自動車用途へのバイオ材料開発に関する市場ニーズを一部外注により調査し、今後の動向の把握を試みた。

②自動車用材料・構造における軽量化技術に関する調査

車体重量が1割低減すると燃費が1割向上することから、温暖化ガスの確実な低減につながる技術開発として、自動車を始めとする輸送系車両の軽量化に関する技術開発が、構造、材料の両面から進められている。このことから、本調査では、外部協力者の助言を得ながら、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査を通じて、自動車用材料・構造化における軽量化技術を一部外注により調査し、軽量化技術の観点からバイオ材料適性について検討した。

③バイオポリマー開発における技術シーズと今後の動向に関する調査

これまで、バイオポリマーはデンプンなどのバイオマス資源ベースのポリマーやバクテリアの産出するポリマーといった、石油ベースポリマーと異なる構造のポリマーが主流であったが、近年は、ポリエチレンやポリプロピレン、ポリカーボネートなど現在の化学産業で広く一般に使用されている石油ベースポリマーを、バイオエタノールやバイオメタノール等から製造するための研究開発が活発化している。このことから、本調査では、外部協力者の助言を得ながら、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査により、既存のポリ乳酸、PBS等のバイオポリマーの諸物性、関連技術シーズとともにバイオポリエチレン、バイオポリプロピレン製造に関する技術シーズまで一部外注により広く調査し、今後の動向の把握に努めた。

④植物系フィラー開発における技術シーズと今後の動向に関する調査

植物繊維やパルプといった植物系フィラー（補強材料）は、古くはフェノール樹脂等

の熱硬化性樹脂の補強に始まり、近年では、低環境負荷を目指し、ガラス繊維代替としてポリプロピレンや塩化ビニルの補強に用いられている。また、最近では、バイオナノファイバーの製造と利用に関する研究が活発化している。この間、ポリマー中へのフィラーの均一分散化技術やフィラーと樹脂との界面制御技術など、多くの開発研究が進められ、一部は、特許として登録されている。このことから、本調査では、外部協力者の助言を得ながら、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査により、植物系フィラー特有の複合化技術、界面制御技術やバイオナノファイバー関連技術シーズについて一部外注により広く調査し、今後の動向の把握に努めた。

⑤サステナブルバイオに関する欧米の研究体制調査

バイオ材料に関する研究は、北米・ヨーロッパで盛んに行われており、最近では、バイオナノファイバーを補強材料とした次世代バイオ複合材料の開発研究が加速されつつある。例えば、フィンランドでは、今年の2月に産官学の連携で「ナノセルロース研究センター」が創設された。この様な状況下、我が国において自動車部材用サステナブルバイオ研究開発体制を戦略的に立ち上げるために、欧米におけるバイオ材料研究体制を、インターネット検索、訪問聞き取り調査等により明らかにした。

(2) 調査期間

平成20年12月15日 から 平成21年3月13日

(3) サステナブルバイオ調査委員会メンバー

氏名	所属・役職	指導・助言等の内容
西村拓也	トヨタ車体株式会社・新規事業部・主任	・自動車部材に対する要求性能およびバイオ材料に対する市場ニーズ調査に関する情報提供・アドバイス
加藤 誠	株式会社豊田中央研究所・環境材料研究部・主任研究員	・自動車用材料・構造における軽量化技術調査に関する情報提供・アドバイス
大島一史	財団法人バイオインダストリー協会・事業推進部・部長	・バイオポリマーにおける技術シーズと今後の動向調査に関する情報提供・アドバイス
北川和男	京都市産業技術研究所・研究部長	・植物系フィラー開発における技術シーズと今後の動向調査に関する情報提供・アドバイス

第2章 自動車部材への要求性能とバイオ材料利用

第2章 自動車部材への要求性能とバイオ材料利用 ー サステナブルバイオ調査委員会での議論から ー

持続性植物資源から製造した軽量高強度グリーン材料による自動車部材の軽量化、それによる自動車の燃費向上は、二酸化炭素の固定と排出削減の両面から、革新的な温暖化対策につながる。持続性植物資源から製造した軽量高強度材料による自動車部材の軽量化は、二酸化炭素の固定と排出削減の両面から、革新的な温暖化対策、エコイノベーション（環境重視、人間重視の技術革新、社会革新）につながる。例えば、自動車部材へのバイオプラスチック複合材料利用の効果として、以下の1) から3) が挙げられる。

- 1) プラスチック利用の効果：①軽量（燃費・CO₂ 放出削減、エコ。②モジュール化・コスト削減、国際競争力強化。
- 2) プラスチック原料をバイオベースに置き換えることの効果：①炭酸ガス吸収・固定、②資源保証（セキュリティ）、③リサイクル性
- 3) さらに、バイオフィラーで補強して高性能化を図り、バイオベースプラスチック材料の利用範囲を金属部位にまで広げることの効果：①さらなる炭酸ガス吸収、②さらなる資源保証、③自動車産業の環境対策面からの体力強化、国際競争力強化、がある。

現在、自動車用バイオ材料開発は、ヨーロッパが先導して研究を進めており、フィンランドにおいて40人規模の「ナノセルロース研究センター」が立ち上がるなど、北欧や北米を中心に数十億円の規模のプロジェクトが動き出している。これに対して、我が国では、バイオベースポリマーの製造・構造制御、高機能化について、世界をリードして産・官・学の研究機関で開発研究、事業化が進められている。また、セルロースナノファイバー材料についても、複数の研究機関において、高分子科学やセルロース科学の蓄積を基に世界最先端の基礎研究が進められている。しかし、海外の関連分野の熱気は持続性環境材料への意識の高まりや原油高を背景に急激にヒートアップしており、このままでは一気に逆転されそうな状況にある。

将来にわたり、我が国の自動車産業、化学産業、製紙産業が、持続的バイオ資源に立脚した“高度なもの作り技術”により高い国際的競争力を維持していくには、広範な産官学の異業種・垂直連携による“サステナブルバイオによる軽量自動車部材の開発”に関する大型プロジェクトの立ち上げ、研究基盤の整備が急務である。この点は、2007年5月に総合科学技術会議イノベーション25会議ロードマップ資料に、“セルロースナノファイバー供給基盤の整備”、“2025年にはセルロースナノファイバーで補強されたバイオマス由来の材料で出来たボディ材料で構成され、バイオ燃料で走行する自動車の開発を目指す”として明記されているが、未だそれを具体化する大型プロジェクトは立ち上がっていない。

このことから、当該調査研究委員会では、サステナブルバイオによる軽量自動車部材の開発に関する大型プロジェクトの提案につなげることを目的とし、1) 自動車の軽量化技術の動向や部材に対する要求性能を踏まえた自動車用バイオ材料に対する市場ニーズに関する調査と、2) バイオ材料における物性到達範囲やその実現に向けた技術シーズ、その先に求められる未来技術について議論を行い、革新的な温暖化対策につながるサステナブルバイオによる軽量自動車部材開発のポテンシャル、方向性、それによるエコイノベーション創成の可能性について調査した。その結果、下記の点が明らかとなった。

- 1) 自動車保有台数は、2030年までに現在の倍の台数、すなわち14億台になると予想される。
- 2) 2030年においても内燃機関による自動車が約6割を占めると予想されることから、温暖化ガス削減に直結する自動車燃費の向上は不可欠である。
- 3) 自動車燃費の向上は、動力システムの改良とともに車体重量の軽量化によりもたらされる。10%の車体重量軽量化は、燃費を10%向上させる。
- 4) 車体重量の軽量化においては、単位重量あたりの強度に優れた材料の開発が重要である。現時点では、高強度化鋼鉄、軽量高強度アルミニウム合金、軽量樹脂材料の開発と採用である。
- 5) 比強度、信頼性の点で金属材料は優れているが、樹脂材料は成形・加工性に優れ、多くの部品を一体成形（モジュール化）できることから、部品数の削減による軽量化が図れる。これは生産性の向上においても有利である。
- 6) 樹脂材料の性能向上には、ガラス繊維や炭素繊維による強化（繊維補強）が有効である。
- 7) ガラス繊維強化材料は強度特性、衝撃特性に優れ、多くの自動車部材に導入されている。しかし、ガラスが燃えないためにサーマルリサイクルが困難である。一方で、我が国の埋め立て処理地はすでに飽和状態にあることから、その多用は環境負荷、リサイクルコストの増加につながる。
- 8) 炭素繊維強化材料は、金属材料を凌駕する優れた強度特性を有しており、すでに自動車のプロペラシャフト等に実用化されている。また、より広範な用途への利用を目指して、製造時間短縮化が大型プロジェクトにより進められている。しかし、製造プロセスの複雑な炭素繊維は基本的に高価であり、革新的な製造プロセス開発がなされない限り自動車部品には多用出来ない。また、難燃材料であり、リサイクルについても課題が残されている。
- 9) 樹脂材料は、“安くて軽くて使い出しが良い”点で自動車材料として優れている。近年は、環境、資源保証の観点から、石油ベースからバイオベースへの転換がもためられており、これまで構造用プラスチックとしてはポリ乳酸を中心に検討が進められてきた。しかし、ポリ乳酸は、エステル結合を有するため耐久性に課題が有る。また、分子鎖が剛直なために結晶化に時間がかかり、自動車用樹脂材料の主要な成形技術である射出成形において、1分1台というタクトタイムを満たすことが難しい。
- 10) この様な状況下、昨年から、バイオエタノールやバイオエチレンからPPやPEといった自動車用汎用樹脂を製造する動きが活発化している。例えば、バイオPEの生産量は2011年にはポリ乳酸の3倍以上（5万トン）に達する見込みである。世界的なバイオエタノール製造増加が後押しとなり、今後、樹脂原料のバイオベースへの転換が加速すると思われる。すなわち、プラスチックのグリーン化は、すでに多くの産業利用実績と豊富な技術蓄積を有している汎用樹脂を中心に急速に展開するといえる。
- 11) 以上から、サステナブルバイオによる軽量自動車部材とは、植物系繊維でバイオベース汎用樹脂を強化した、リサイクル容易な部材であるといえる。その際、通常の植物繊維補強では破壊の起点が多く存在し、ガラス繊維補強に匹敵する強度が得られない。これに対して、植物繊維から製造したセルロースナノファイバー：バイオナノファイバーは、

補強繊維として極めて高いポテンシャルを有している。

1 2) バイオナノファイバーは、すべての植物細胞の基本骨格物質で、鋼鉄の5倍以上の強度、ガラスの1/50の低い線熱膨張を有し、このナノファイバーをフェノール樹脂で接着したナノ材料は、鋼鉄の1/5の軽さで、鋼鉄に匹敵する強度(400MPa)を示すことが明らかにされている。また、バイオナノファイバー材料は広い温度範囲において熱膨張が小さく、大きな温度変化にさらされる自動車材料として優れている。

1 3) セルロースナノファイバー補強の未来物性、軽量化ポテンシャルとしては、

①熱可塑性樹脂：BNF 補強で弾性率・強度を2倍、熱膨張を半分にしながら、射出成形性を保つことで、インパネやドアトリム、バンパー等の薄肉・軽量化を図る。これによる軽量化効果は、30kg/台（現行自動車樹脂材料：100kg/台、全重量の8%）。

②熱硬化性樹脂：BNF 複合で鋼鉄の1/5の密度（1.4g/cm³）で曲げ弾性率 20GPa、曲げ強度:300-400MPa、熱膨張係数:20-30ppm/k、衝撃強度:100kJ/m² をシートモールドで達成し、外板 フェンダー、トランクリッド、ドアに多用する。これによる軽量化は 200kg 減/台（現行自動車用普通鋼材：800kg/台、全重量の55%）。

③ナノファイバーによる透明補強で、透明樹脂の高強度化・低熱膨張化が図られている。この技術を用いガラスと積層複合した軽量透明材料を開発し窓に利用。これによる軽量化は 50kg 減/台（現行自動車窓材料：150kg/台、全重量の10%）

1 4) 木質資源以外のバイオマス資源として、リグニン、タンニン、キチン・キトサンがある。リグニン、タンニンについては熱硬化性樹脂としての利用研究、また、キチン・キトサンについては、接着剤としての利用研究が進められており、技術蓄積が進んでいる。

1 5) 結論として、アクションプログラム“高植物度エコイノベーション20”を提案する。20年後（2030年）にBNF添加率を全構造用プラスチックの20%にまで増やし、製品の高強度化、薄肉化により、製品重量を平均で20%低減することで、温暖化ガスの大幅削減と持続性資源保証を旨とする。さらに、プラスチックの40%をバイオベースにすることで、全構造用プラスチックの植物度を50%にする。その内の？%を自動車部材で達成する。（全構造用プラスチック：国内生産量：800万トン）そのための産学官・異業種・垂直連携による大型プロジェクトを早急に立ち上げなければならない。

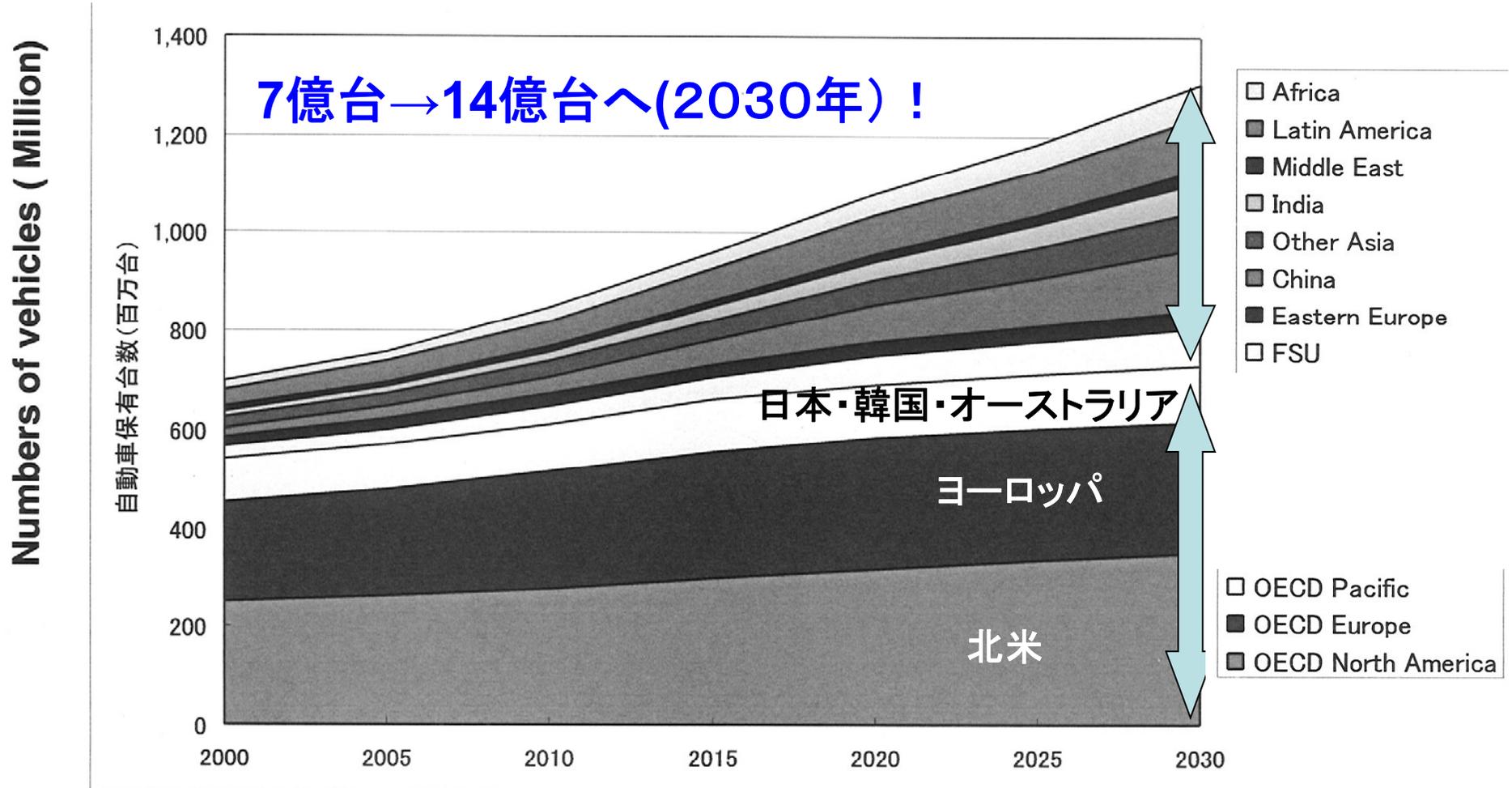


委員会用データ・資料

自動車生産台数の予測と将来技術

- 1) 自動車保有台数は、2030年までに現在の倍の台数、すなわち14億台になると予想される。
- 2) 2030年においても内燃機関による自動車が約6割を占めると予想されることから、温暖化ガス削減に直結する自動車燃費の向上は不可欠である。
- 3) 我が国における排出炭酸ガスの約20%は輸送系から。
- 4) 輸送系排出炭酸ガスの9割近くが自動車から。
- 5) 自動車燃費の向上は、駆動システムの改良とともに車体重量の軽量化によりもたらされる。10%の車体重量軽量化は、燃費を10%向上させる。

世界の自動車保有台数の予測



出所) "Mobility 2030" WBCSD (2004)

自動車軽量材料の開発技術、シーエムシー出版, 2006

- 自動車保有台数は2030年までに現在の7億台が14億台になる。OECD諸国の伸びは低く、中国・インド・東欧・ロシア等で主に増えていく。その後は、アフリカ。その中でも燃費の良い小型・中型車やバスが増えていく。
- 2030年には、約6割は内燃機関・ハイブリッド(E10)。その内の半分はガソリン・軽油。電気自動車は2割。2割が水素電池自動車。
- 電気自動車の課題は、一回の充電による走行距離。その向上のためには、電池の性能向上と車体の軽量化。

排出炭酸ガスの21%は輸送系から

(2) CO2排出量について

- ① 12億5,900万ト (前年度比0.9%増, 総排出量比の94.1%)
- ② 京都議定書の基準年である1990年度比12.2%増。
- ③ 部門別排出量は以下のとおり。

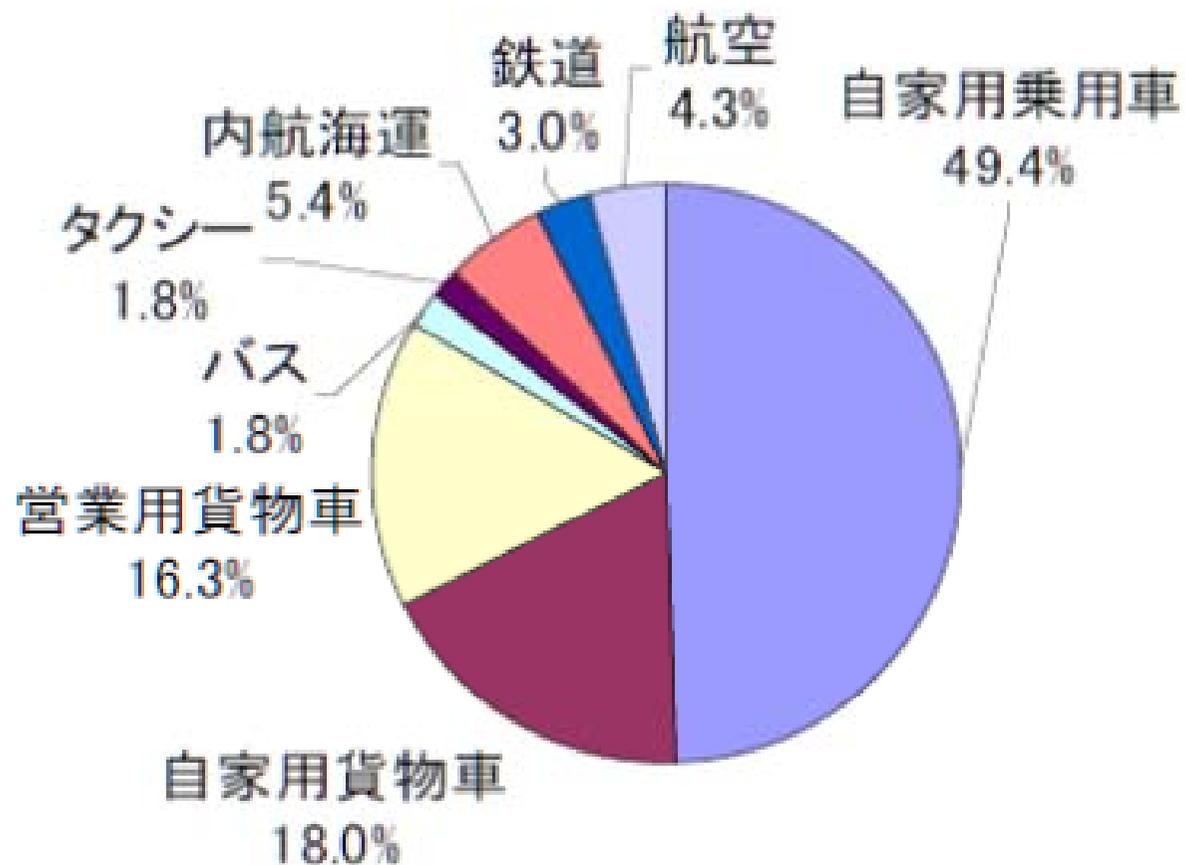
単位；百万ト CO2

年度	2002	2003	2003/1990 (伸率)
産業部門 (CO2排出量に占める割合)	467 [※] (37.5%)	478 (37.9%)	+0.3%
運輸部門 (CO2排出量に占める割合)	262 [※] (21.0%)	260 (20.7%)	+19.8%
業務その他部門 (CO2排出量に占める割合)	197 (15.8%)	196 (15.6%)	+36.1%
家庭部門 (CO2排出量に占める割合)	166 (13.3%)	170 (13.5%)	+31.4%

※排出量については、最新の知見をもとに活動量及び排出係数を修正したことに伴い、1990年度まで遡って計算した。これにより産業部門及び運輸部門の排出量の値が変更されている。

経済産業省ホームページより

輸送系の炭酸ガスは 9割近くが自動車から

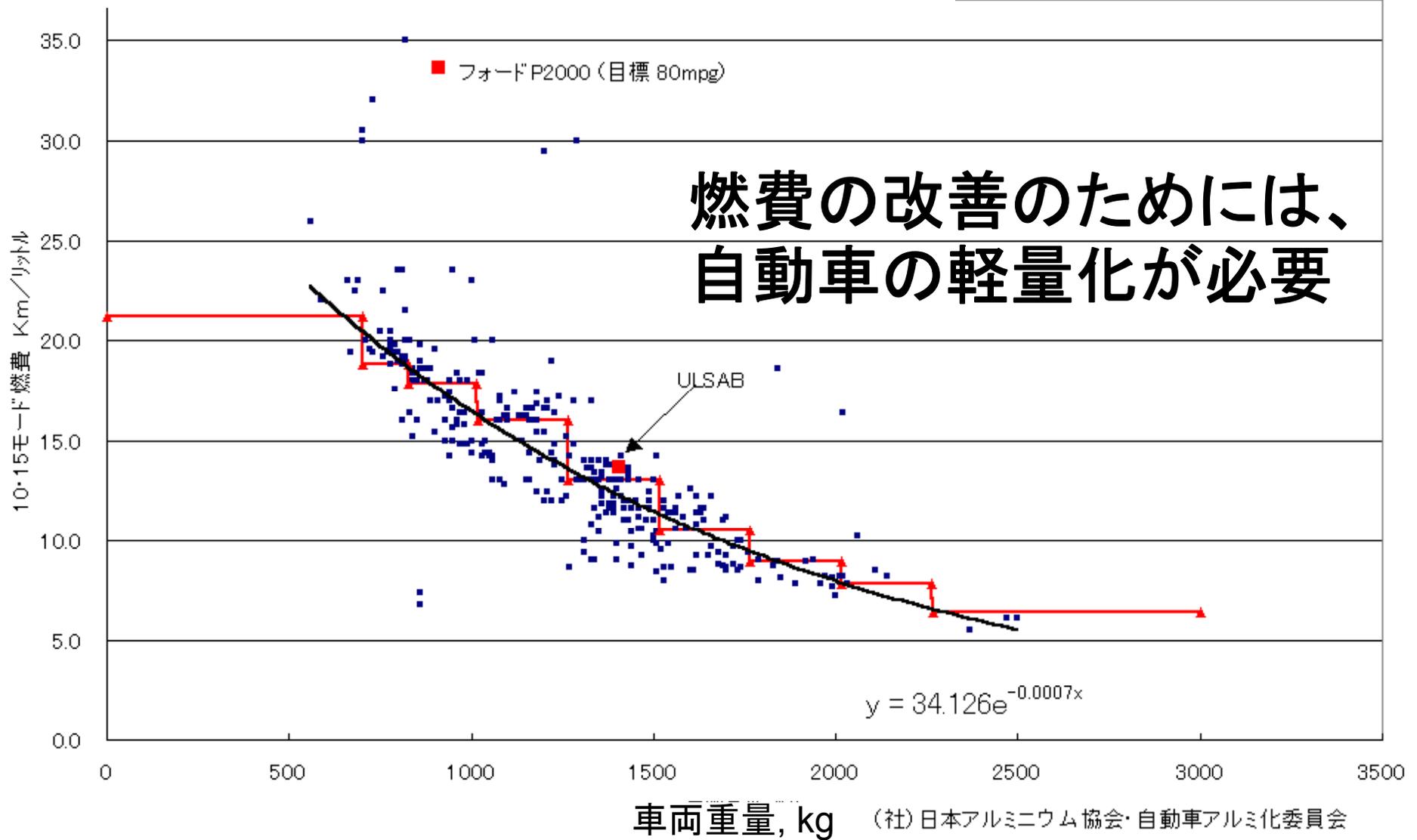


2003 年度

車両重量と燃費の関係

(2003年10月現市販ガソリン乗用車)

- 10・15モード燃費 Km/リットル
- 2010年度目標基準値
- 参考車
- 指数 (10・15モード燃費 Km/リットル)



金属材料

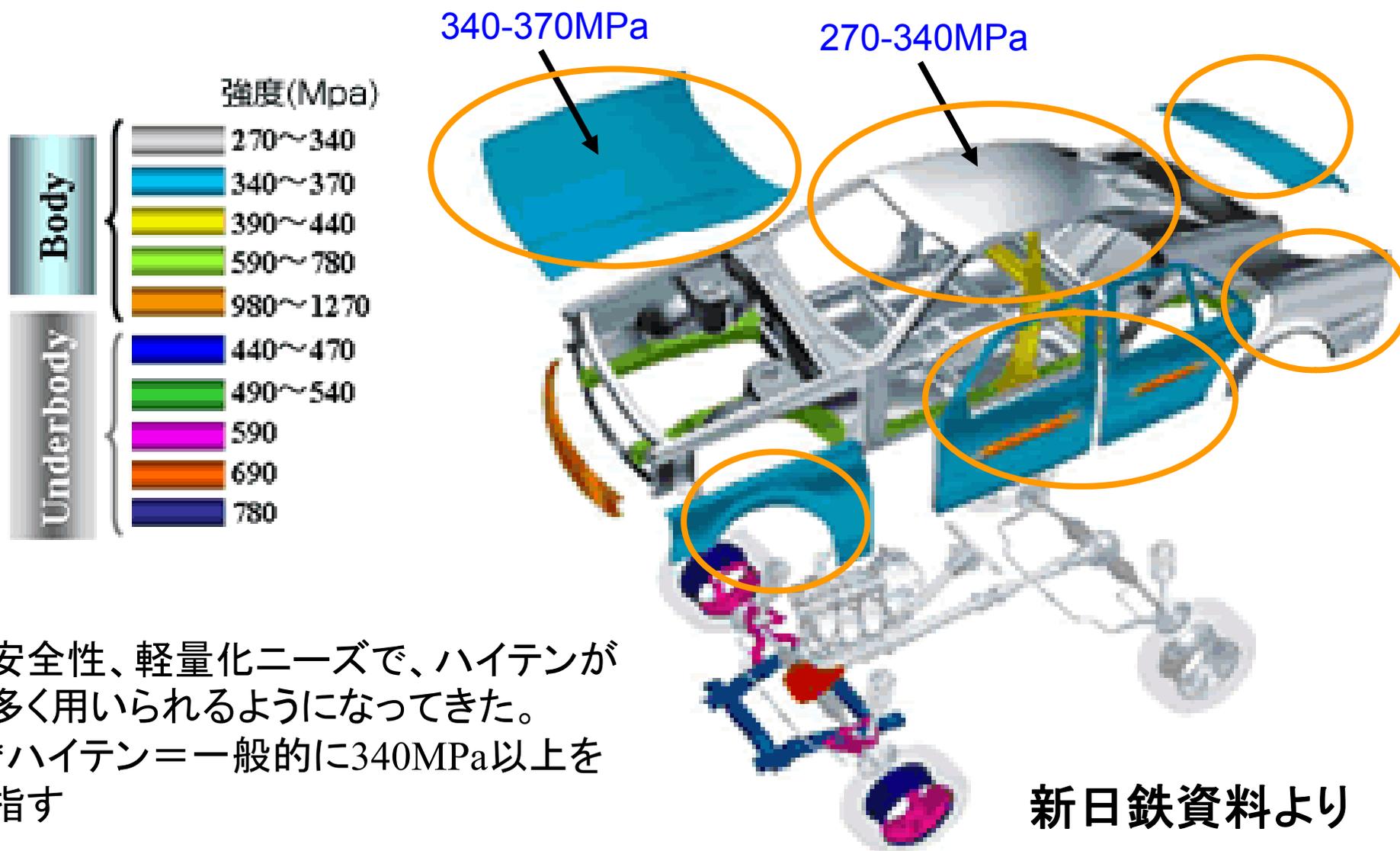
炭酸ガス削減を目的とした 自動車部材の軽量化

密度・強度・剛性・成形性・リサイクル性・コスト、・・・を考えると

- 1) アルミ合金 (密度 2.7g/cm^3)
- 2) 高張力鋼: ハイテン (密度 7.8g/cm^3)
- 3) 樹脂化 (密度 $0.9\text{-}1.4\text{g/cm}^3$)

- 金属は、ハイテン・アルミ合金 (共に成形加工性に難) → 更なる比強度アップを目ざし、マグネシウム合金 (開発中)
- 信頼性では金属材料に分。モジュール化・成形性では樹脂材料に分。
- 比強度は同程度？
- 将来、自動車の生産地域で、どの材料が入手しやすいか、は重要。例えば、インドでハイテンが入手出来るか。

軽量化・衝突安全性確保に貢献する ハイテン(自動車用高強度鋼板)



アルミ合金による軽量化 モーターショーにおけるアルミ化動向

欧州ではフードのアルミ化が進んでる。日本は多様化

参考資料

表1 海外乗用車メーカー主要展示車のアルミ使用状況

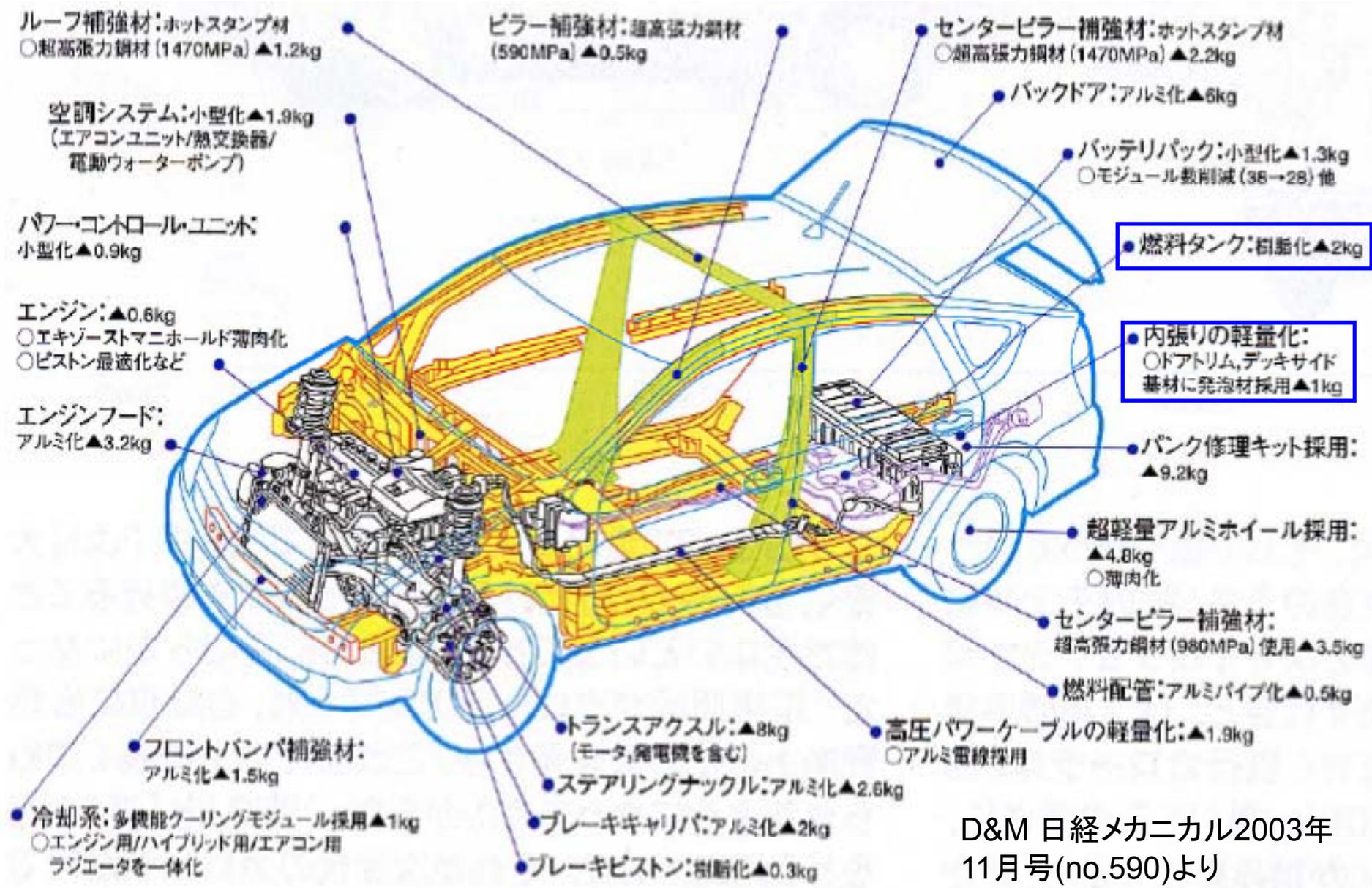
メーカー	車種	排気量 (CC)	車重 (kg)	燃費 (km/L)	主なアルミ化部位	備考
ベンツ	C200	1795	1490	11.2	フェンダー	
	C250	2496	1550	9.5	フェンダー	
	C300 BLUETECH HYBRID	2996	1570	9.5	フード, フェンダー, ドア, バックドア	
	E320 CDI ステーションワゴン	2986	1770	—	フード, フェンダー	
	E350	3497	1690	8.6	フード, フロントフェンダー, バックドア	
	V350	3724	2110	7.1	フェンダー	
	SL550	5461	2060	6.7	フード, フェンダー, ドア	
	S600	5513	2190	5.9	フード, フェンダー, ドア	
	AMG CL65	5980	2170	5.7	フード, フェンダー, ドア	
	AMG C63	6208	1730	7.5	フェンダー	
BMW	M3	3999	1630	8.4	フード, フェンダー	
	M5	4999	1880		フード, フェンダー	
	Z4 クーペ	2996	1440	10.2	フード, フェンダー	
	Z4 ロードスター	2496	1400	10.2	フード, フェンダー	
	X5 4.8i	4798	2250	6.2	フード	フェンダーは樹脂
アウディ	A6 2.8FSI	2772	1790	9.3	フード, フェンダー	
	A8 3.2FSI	3122	1890	8	ASF (オールアルミニウム)	
	R8 4.2FSI	4163	1630		ASF (オールアルミニウム)	
	S5 4.2FSI	4163			フェンダー	
	RS6 アバント	5200	2025	7.2	フード, フェンダー	
	Q7 4.2FSI	4163	2350	6.7	フード, フェンダー	
	TT 3.2 クワトロクーペ	3188	1470		ASF (AL/Feハイブリッド)	
metro project クワトロ ハイブリッド	1400		約 20.4	サイドレール	コンセプトカー, 外板は樹脂	
VW	トゥアレグ	2260	3594	6.9	フード	

ボルシェ	カレラ S	3824	1460	8.0	フード	
	Boxter	2687	1370	9.6	フード, バックドア	
	カイエン ターボ	4806	2460	-	フード, フェンダー	
	911 ターボ	3600	1580	-	フード, フェンダー, ドア	
	ケイマン S	3387	1380	8.4	フード	
プジョー	207SW	1598	1340	13.7	ルーフバー	参考出品車 (08年発売)
	307CC	1997	1490	10.0	フード	
	407SW	2230	1620	9.4	フード	
	407 クーペ	2946	1660	-	フード	
	308RCZ	1598	1200	14.9	アーチ	参考出品車
シトロエン	C4 ピカソ 2.0 エクスクルーシブ	1997	1630		フード	フェンダー樹脂
	C4 2.0 エクスクルーシブ	1997	1350		フード	フェンダー樹脂
	C6 エクスクルーシブ	2946	1820		フード, ドア	
ルノー	ルーテシア イニシアル パリ				フード	
	ルーテシア ルノー スポール	1190	1598		フード	
ジャガー	XJ4.2 ソプリン	4196	1760	6.8	オールアルミ	
	XKR コンバーチブル	4196	1780	6.6	オールアルミ	
	XKR ポートフォリオ クーペ	4196	1740	6.6	オールアルミ	
ランドローバー	ディスカバリー HSE	4393	2570	6.0	フード, バックドア	
	レンジローバー スポーツ	4196	2560	5.7	フード, バックドア	
	レンジローバー	4393	2490	6.0	フード, ドア	
	フリーランダー	3192	1920	8.1	フード	
ボルボ	C30 2.4i Aktiv	2434	1420	9.6	フード	
	C70	2434	1720	9.6	フード, バックドア	バックドアは一部鋼板
	V50 2.4i Aktiv	2434	1470	9.5	フード	
	V70 3.2SE	3192	1770	8.0	フード	バックドアは樹脂
	XC70 3.2SE AWD	3192	1880	8.4	フード	バックドアは樹脂
	S80 V8 TE AWD	4413	1880	6.9	フード	
フォード	マスタング GT	4606	1630		フード	
	エクスペローラー	4600	2230		フード	
GM	キャディラック CTS	3564	1810	8.0	フード	
SAAB	9-3	2792	1630	8.8	フード, バックドア	
クライスラー	ダッジ アベンジャー	2735	1560	9.0	フード	
	ダッジ チャージャー SRT8				フード	
	300C	5654	1860	6.4	フード	
	グランドボイジャー	3301	2020	7.4	フード	
	ジープ グランドチェロキー	5654	2180	5.7	フード	

表2 国内乗用車メーカー主要展示車のアルミ使用状況

メーカー	車種	排気量 (CC)	車重 (kg)	燃費 (km/L)	主なアルミ化部位	備考
トヨタ	クラウン	2499	1550-1640	11.4-12.0	フード, FR サブフレーム サスペンション, バンパー クラッシュボックス, ヒートインシュレーター	
	マーク X	2499	1510-1570	11.0-12.6	FR サブフレーム, サスペンション バンパー, クラッシュボックス ヒートインシュレーター	
	プリウス	1496	1260-1300	35.5-30.0	フード, バックドア, バンパー ステアリングナックル, ブレーキキャリパー ヒートインシュレーター	
	レクサス LS600hL	ハイブリッド 4968	2310-2320	12.2	フード, サスペンション バンパー, クラッシュボックス ヒートインシュレーター	マグネ: エンジンヘッドカバー
	レクサス LS460, IS	4608 3456 2499	1940-2060 1600-1610 1640-1650	9.1-8.7 10.0-10.0 10.8-10.8	フード, サスペンション バンパー, クラッシュボックス ヒートインシュレーター	
日産	GT-R				フード, トランク, ドア (FR/RR) サスペンション	高真空アルミダイカスト: ドアインナー, FR ストラットハウジング RR シートバックサポート カーボン: FR エンドモジュール, ドライブシャフト
	フーガ	2495 3498	1630-1660 1660-1680	11.2-11.2 9.2-9.2	フード, ドア (FR/RR), トランクリッド, サスペンション	
	シーマ	4494	1770-1910	8.0-7.0	フード, トランクリッド	
	スカイライン	3696	1620-1660	9.3-8.9	フード, トランクリッド, サスペンション	高真空アルミダイカスト: FR サブフレーム
	スカイライン クーペ				フード, トランクリッド, サスペンション	高真空アルミダイカスト: F サブフレーム
	フェアレディ Z	3498	1480-1520	9.6-9.0	フード, サスペンション	高真空アルミダイカスト: FR サブフレーム カーボン: ドライブシャフト
本田	レジェンド	3473	1670-1690	8.7-8.7	フード, FR フェンダー トランクリッド, バンパー RR サブフレーム	高真空アルミダイカストと熱間バルジ (ブロー) の溶接構造: FR サブフレ ーム
	CIVIC Rタイプ	1799-1998	1200-1270	16.2-17.0 13.6-11.0		アルミ溶湯鍛造: ブレーキキャリパー

トヨタプリウスにおける軽量化対策



D&M 日経メカニカル2003年
11月号(no.590)より

樹脂材料・纖維強化樹脂材料

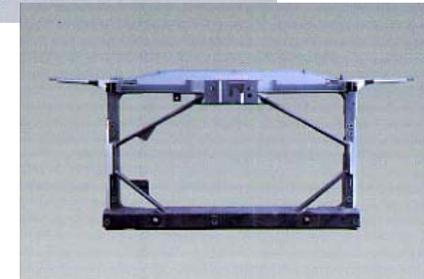
金属材料から樹脂材料への置き換え

- 現時点で樹脂に置き換えられる部分は、ほとんど樹脂化されている。
- 軽量化のための発泡技術(樹脂では溶融粘度を上げる)は重要
- 強度・剛性を上げて薄肉化を目指す。
- モジュール化での部品数・量の低減、CAE (computer aided engineering, 解析技術)が軽量化に対する効果大きい。
- 繊維強化材料: GFRPは埋め立て地に限界。リサイクルコストに課題がある。
- 自動車リサイクル法: 2015年には、車全体の95%をリサイクル(サーマルも含む) →鉄は建築資材等へ再利用・リサイクル技術のさらなる向上を目指す。
- CFRP(軽量・高強度): プロペラシャフトに実績。コスト・生産性を考えると部材は限られる。コストの点で外板への利用は難しい。
- サステナビリティ: 金属はリサイクルによるサステナビリティ。バイオ材料は資源のサステナビリティ。石油資源材料はマテリアルリサイクル化の技術開発。バイオPP, バイオPEについてはコストで既存石油由来PP、PEに勝てるか、そのために技術革新が出来るか、が課題。

<自動車におけるプラスチック材料／複合材料利用の利点>

安くて！軽くて！使い出がよい！・モジュール化容易

1. 他材料に比べ生産・加工時のエネルギーが少ない
2. **成型品の比重が小さい**：移動体などの軽量化、燃費向上
3. 使用後にエネルギー利用
4. **フィットアンドフィニッシュ**
(モジュール化容易：インパネ、ドア、フロント、吸気、etc)
5. **二次加工性**(塗装・メッキ・フィルム加工容易)
6. 耐衝撃性：外装に使用することで歩行者保護
7. 耐腐食性：表面耐久性に優れる
8. 部品として一体化製造したときの製造コストまで考えたときに、総合的に鉄より低コストになる可能性。微細な成形加工が可能。
9. 電気絶縁性に優れる
10. 錆びない・塗装がいらない(金属ではコスト高の一因)



プラスチックエージ、2009.1から

<自動車におけるプラスチック材料／複合材料利用の課題と対策>

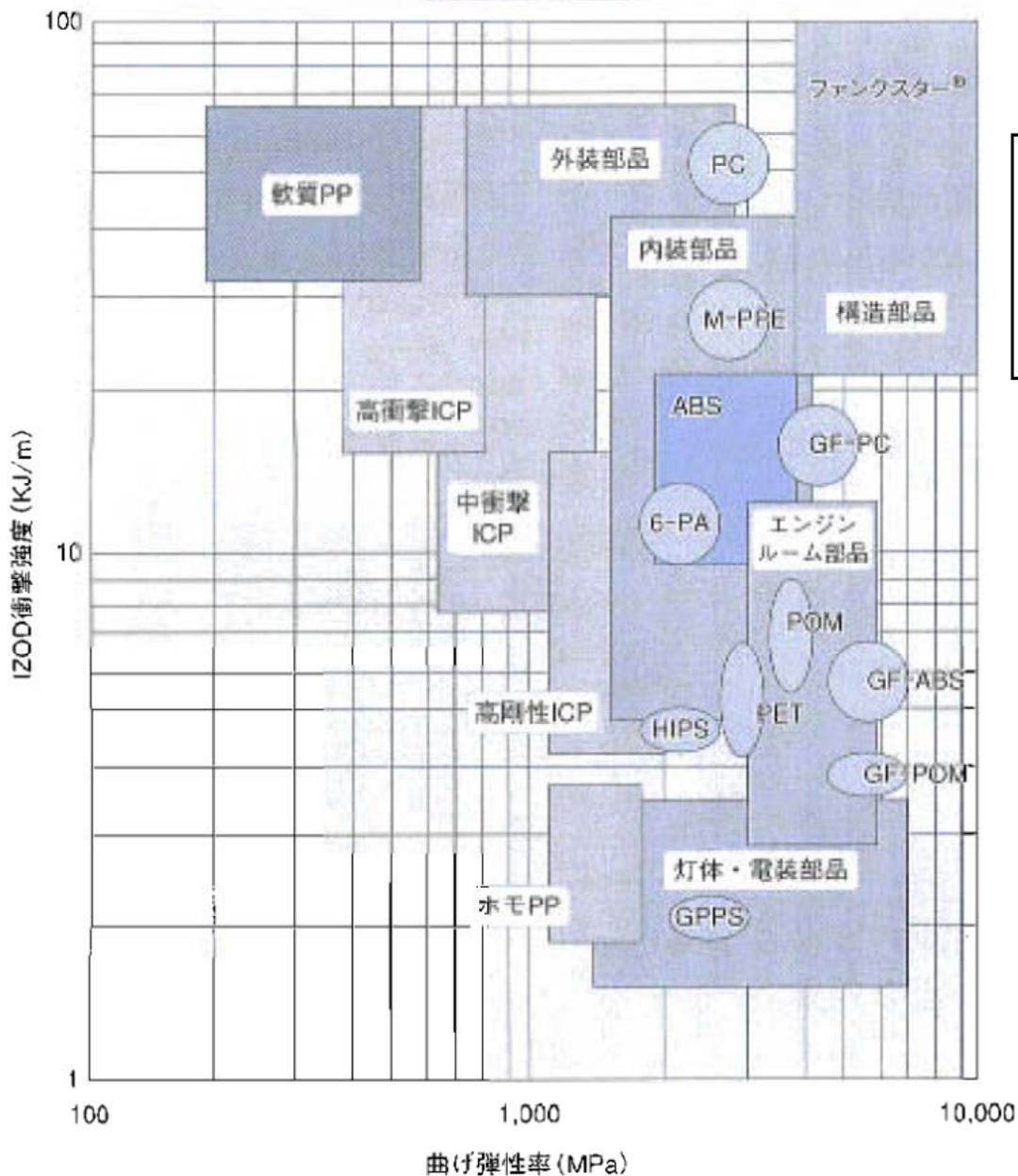
1. 衝撃吸収エネルギーが小さい(鋼鉄に比較して) → マクロ構造制御、ナノコンポジット
2. CFRP(エポキシ樹脂)の材料コスト:5000円/kg → 安価なバイオフィラー
3. GF強化樹脂の難リサイクル性 → 脱ガラス繊維:高弾性・低熱膨張バイオフィラー

自動車用軽量材料の主要特性(物性、生産性、材料コスト)の比較

種類		金属		繊維強化プラスチック		
				熱硬化性樹脂	熱可塑性樹脂	
		スチール 高張力鋼780MPa級	アルミニウム	CFRP 70wt%	汎用プラ PP-LGF40 日本ポリプロ ファンクスター	エンブラ PA-LGF60 旭化成ケミカルス 開発中
	軽量性(密度)	△(7.8)	○(2.7)	◎(1.57)	◎(1.22)	◎(1.71)
力学物性	比剛性	△(0)	○(49)	◎(65)	○(52)	○(52)
	比強度	△(0)	○(10)	◎(74)	○(33)	○(37)
	衝撃エネルギー吸収性	◎(1.0)	○(0.24)	△ 構造で対応?	△(0.02) 構造で対応?	△(0.05) 構造で対応?
	等方性	○	○	△ マット、積層で対応	△ 積層で対応?	△ 積層で対応?
断熱性		○ mp:1535°C	○ mp:660°C	○ 熱硬化性	△:mp:170°C 熱可塑性	△mp:260°C 熱可塑性
耐腐食性・耐薬品性		△	△	○	○	○
生産性(成形法、成形時間)		○スタンピング	○スタンピング	△ RTM(10min)	射出成形 1min	射出成形 1min
リサイクル性		◎	◎	△	○(インフラ要)	○(インフラ要)
材料コスト(円/kg)		◎100+	△300+	△5000+	○?	?
適用部品例(外板パネル、構造部品)		外板:340MPa 足回り:590mPa 内板パネル 軟鋼::270MPa 内板骨格590MPa 内板補強:390MPa ホイール:780MPa ドアビーム:1470MPa 但し密度は7.8	フレーム ルーフサイドレール サイドシル クロスメンバ	外板 (エンジンフード) 駆動系 (プロペラシャフト) 空力低減部品 (エアスポイラ)	バックドアパネル フロントエンド モジュール ボルスター (インパネ)	開発中

出典:岩野昌夫、日本技術士会CPDミニ講座資料、2008

自動車部品の要求スペックとPP複合材の特性



左図は、各種PPの性能マップ。剛性と衝撃のバランスにより大まかに使用部位が分けられる

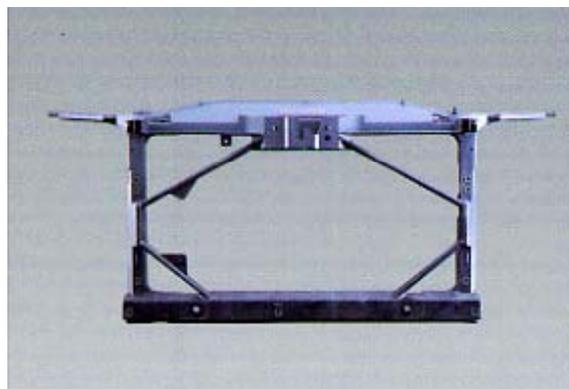
藤田祐二、未来材料、第5巻(10)

プラスチック材料の今後の方向性

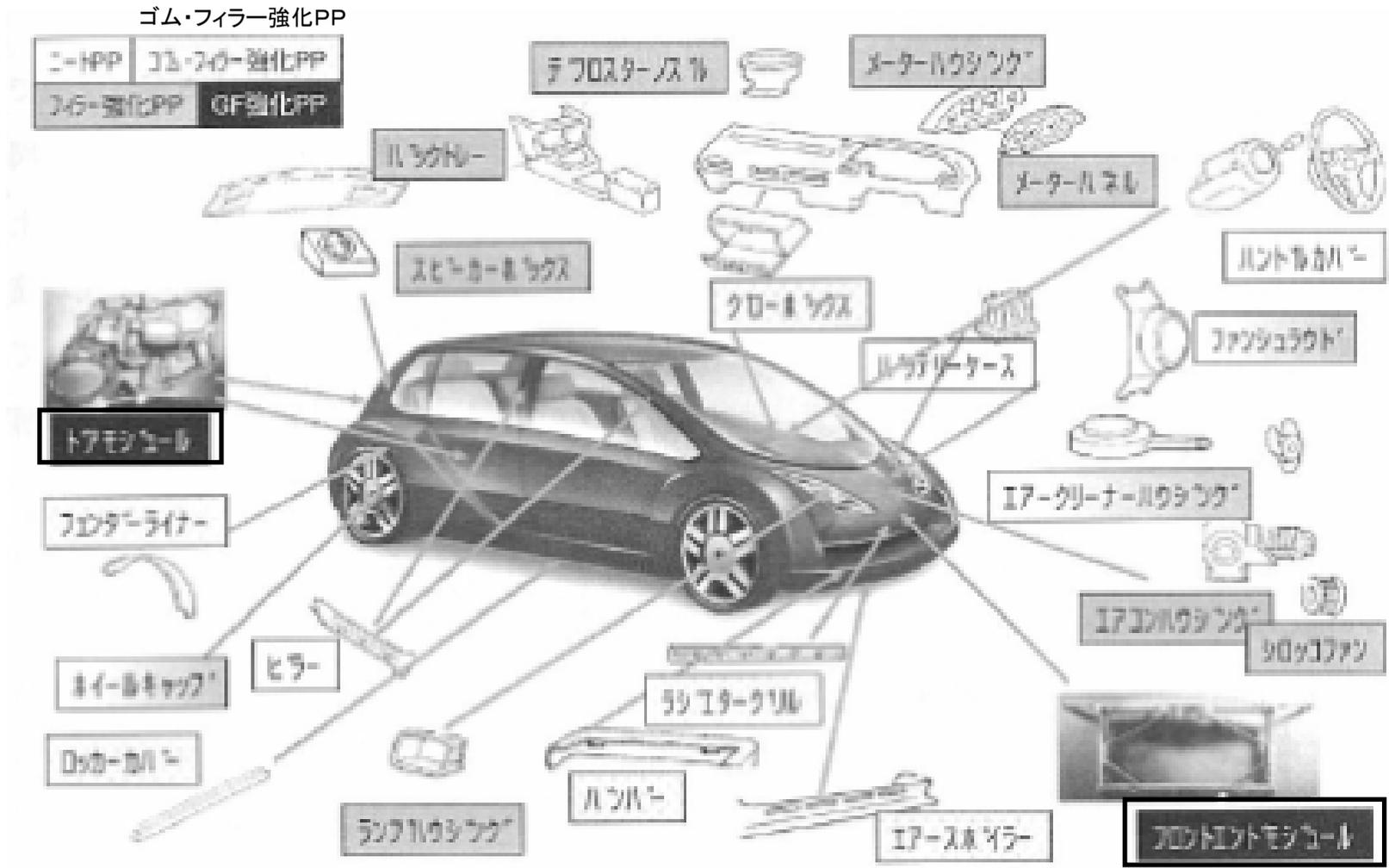
プラスチックはモジュール化による製造コスト削減、軽量化にメリット。2001年では重量で8.2%を占める。

今後の汎用性樹脂利用の方向は：

- PP率はさらに増加(構造が単純、安くて使い出がよい)。バリエーションも増える。
- PE:燃料タンク。分子量:低分子から超高分子量
- ABS:メッキしやすい。汎用性樹脂としてはポリカ相当をねらうが、配合の結果、ポリカ相当のコストになるのであれば、ポリカの方を使う。
- 塩ビ:ヨーロッパの規制。世界的には塩ビの生産量が増えている。硬質から軟質まで。日本は逆。バイオ塩ビの市場投入も計画されている。
- 樹脂の種類は減っていても、コンパウンドの種類は増える。添加剤のバリエーション。

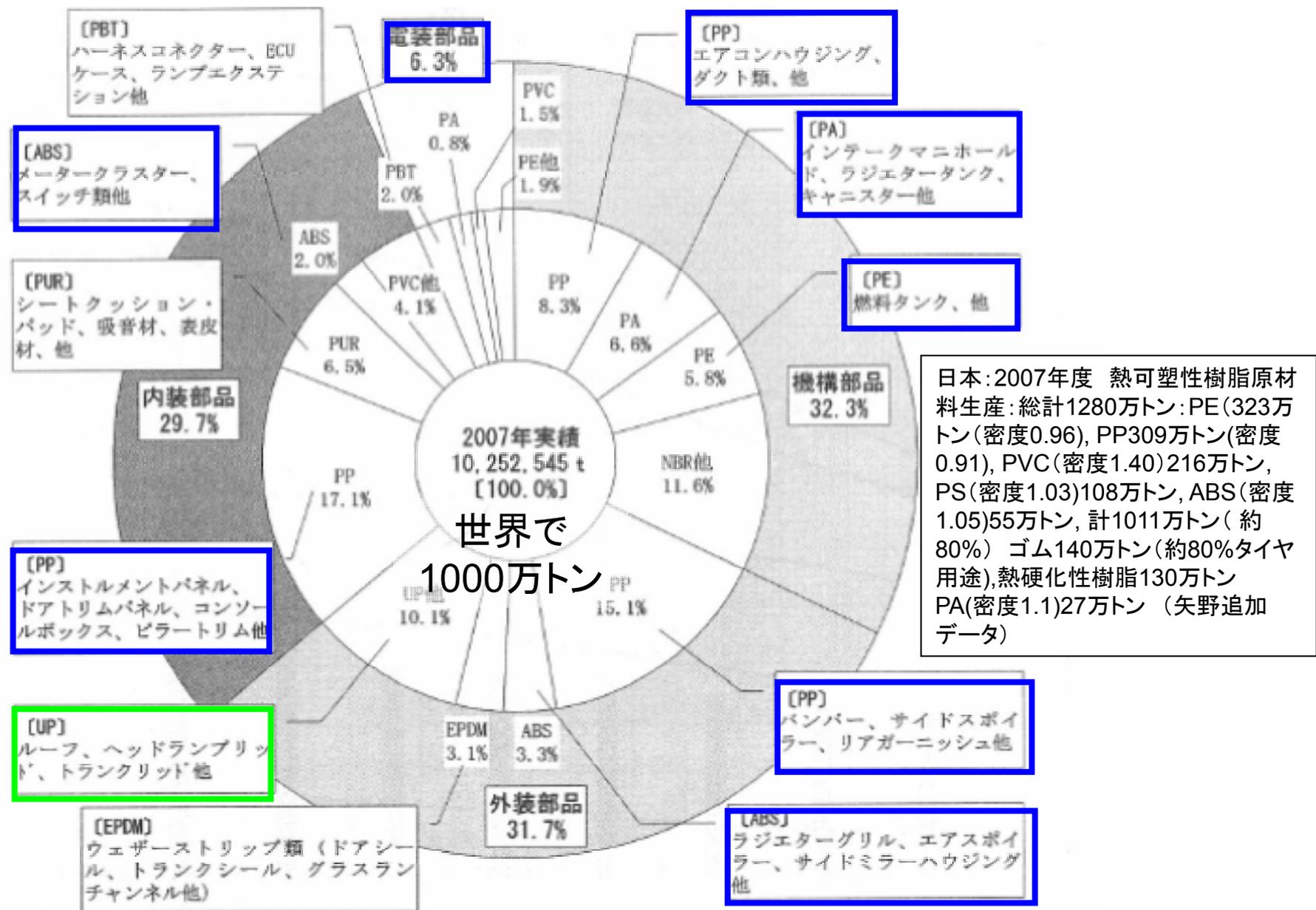


自動車用PP材料の採用部品例



自動車用 PP 材料の採用部品例

自動車用ケミカル材料市場の構造



繊維強化プラスチック(GFRP, CFRP)

GF強化PPを利用したモジュール化の事例

モジュール	部品	車種	素材	成形法	軽量化効果 (対鋼板)
フロントエンド	ラジエータコアサポート	スカイライン('01)	PP/LGF30	低圧射出プレス成形	30%、2kg
		フェアレディZ	PP/LGF	低圧射出プレス成形	
	シュラウドパネル	アテンザ('02)、デミオ、RX-8	PP/LFT	射出成形	18%
バックドア	インナー	ステージア('01)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 17%
		ムラーノ('02)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 10%
		Infiniti FX45/35 ('03)	GMT (GF40%)	プレス成形	アウター(PA/PPE)+インナー 18%
		ラフェスタ('04)	PP/LGF	射出成形	アウター(PP)+インナー 11%
		富士重 R1('04)	PP/LGF	射出成形	アウター(PA/PPE)
		プレマシー('05)	PP/LGF	射出成形	アウター(PC/ABS)+インナー 10%
ドア	キャリアプレート	アテンザ('02)、デミオ、RX-8	PP/LGF	射出成形	2.3kg

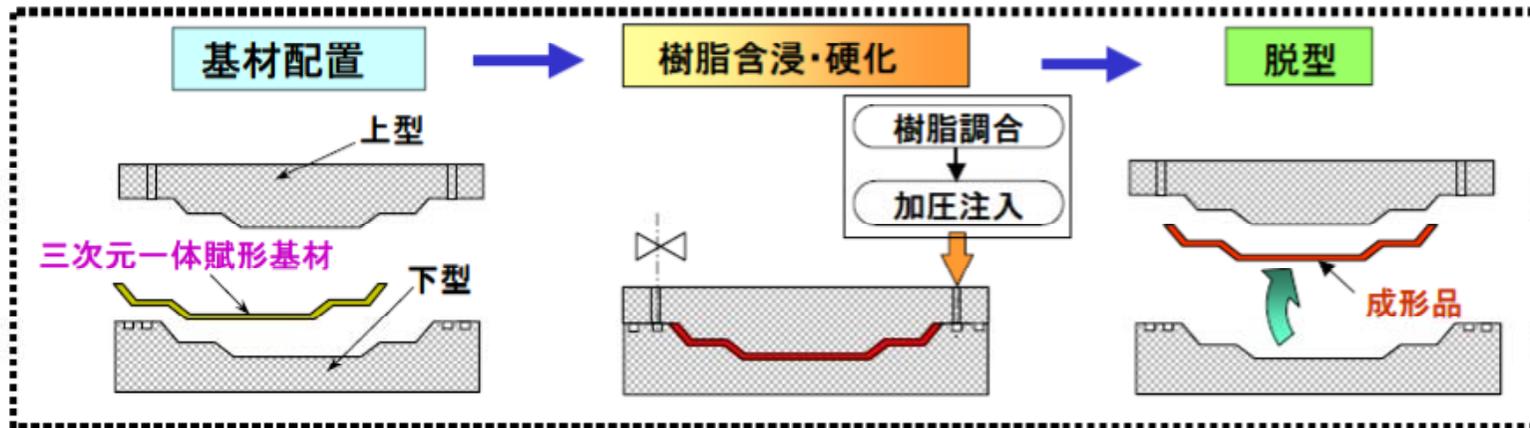
CFRP材の成形時間 (NEDO開発技術)

目標 成形サイクル10分以下

<成形サイクル比較>



<超ハイサイクル一体成形プロセスイメージ>



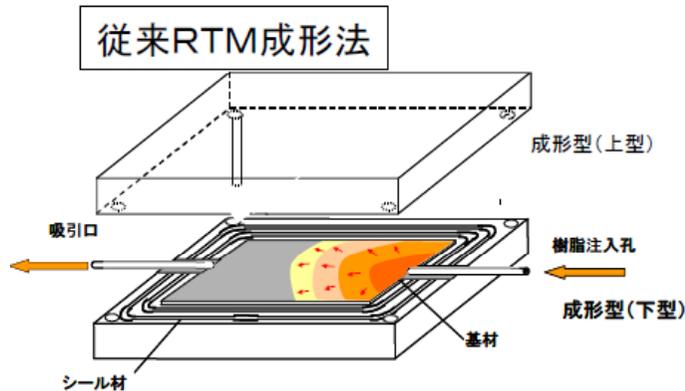
ラインタクトタイムは1分/台, 10分ではまだ不十分

NEDO公開資料

自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発プロジェクト概要

CFRP材の成形時間 (NEDO開発技術)

高速樹脂含浸成形技術

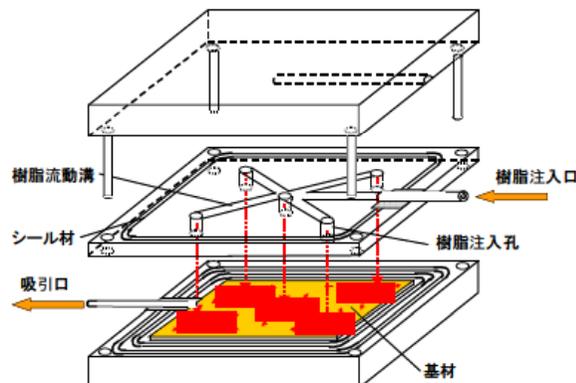


◆ 基材の**面方向**に樹脂を含浸させる

- ・樹脂の流動距離が長く、(基材の面方向長さ)流動抵抗が大きいため、樹脂含浸に時間がかかる
- ・注入口から離れた場所に未含浸ができやすい

樹脂含浸所要時間: 35分

高速樹脂注入法(多孔板樹脂溜まり方式)



◆ 基材の**厚み方向**に樹脂を含浸させる。

- ・樹脂の流動距離が短く、(基材厚み)流動抵抗が小さいため、短時間で含浸できる
- ・成形品の形状、寸法によらず一定時間で注入できる
- ・未含浸のない高品質な成形品が得られる

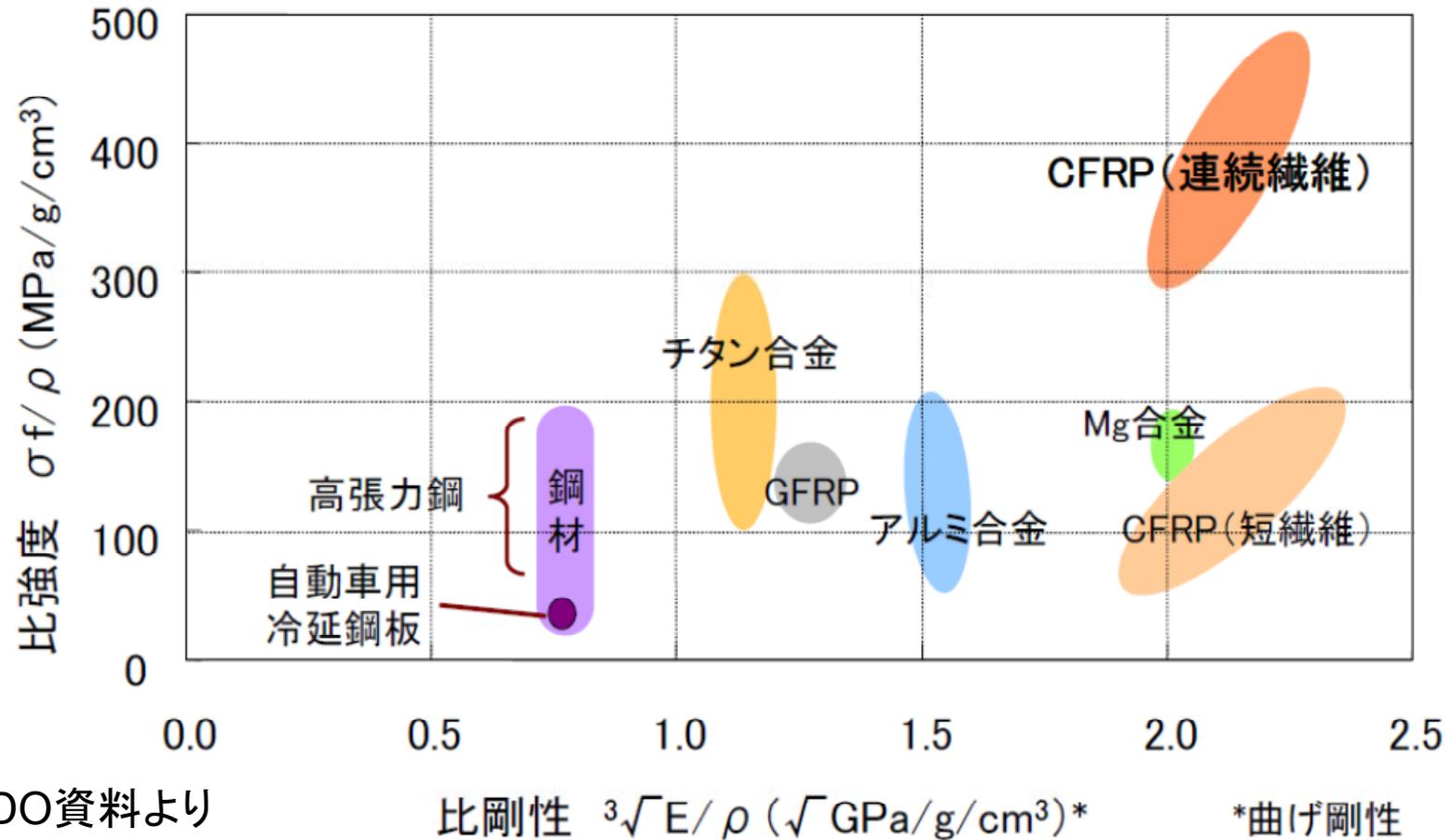
目標樹脂含浸時間: 2.5分

多点のゲートから樹脂を注入

NEDO 公開資料

第1回「自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発」(中間評価)

自動車材料の比強度と比剛性の関係



➡ 課題: 短繊維では, 強度が低い

NEDO 公開資料

第1回「自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発」(中間評価)

CFRPの自動車部品での使用例

◆CFRP製プロペラシャフト

対スチール品比 50%軽量

→ 低振動化、静粛性向上、衝突時の安全性向上



三菱パジェロ全車標準
(1999年6月上市)

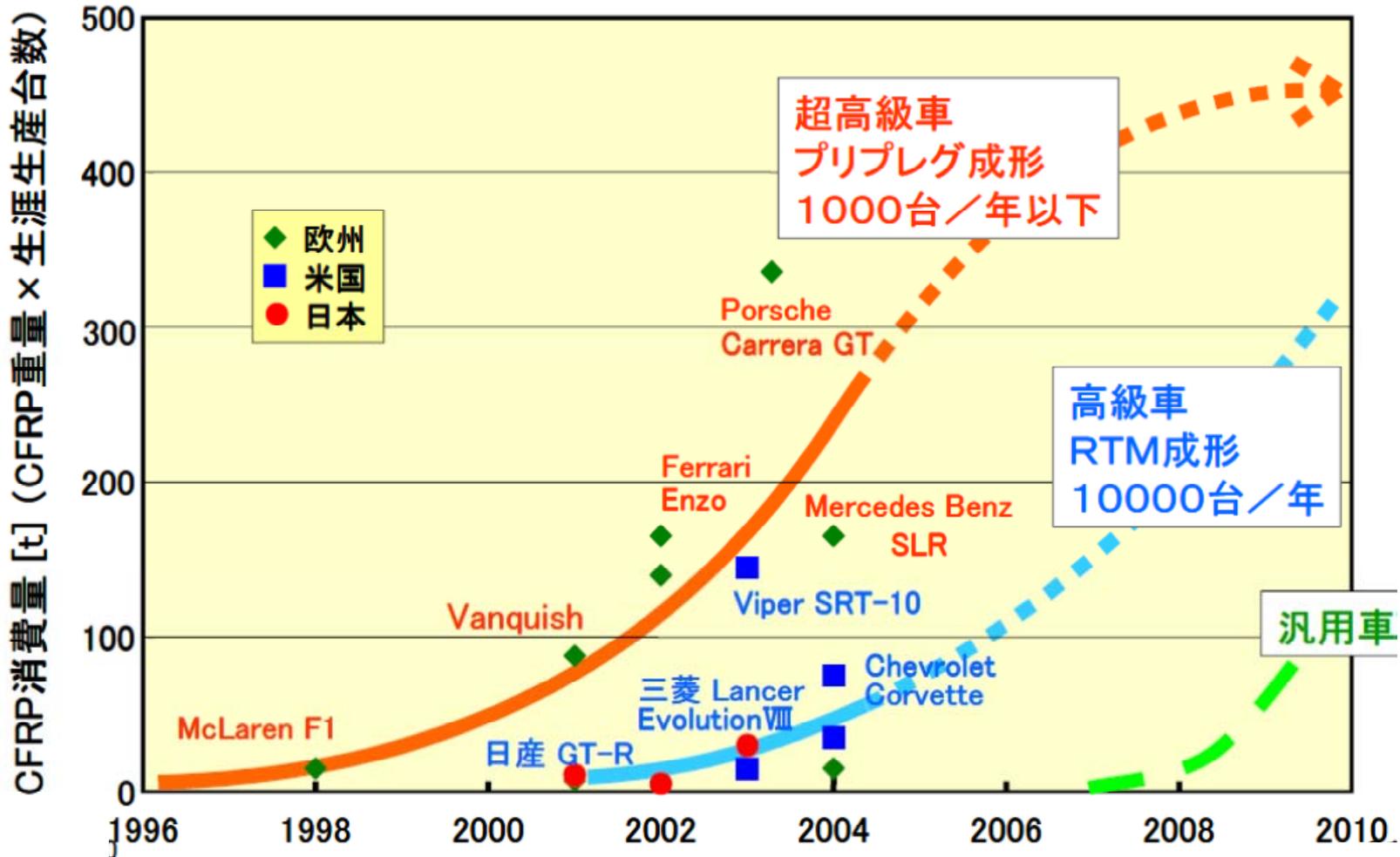


日産フェアレディZ全車標準
(2002年8月上市)



マツダRX-8MT車標準(2003年)

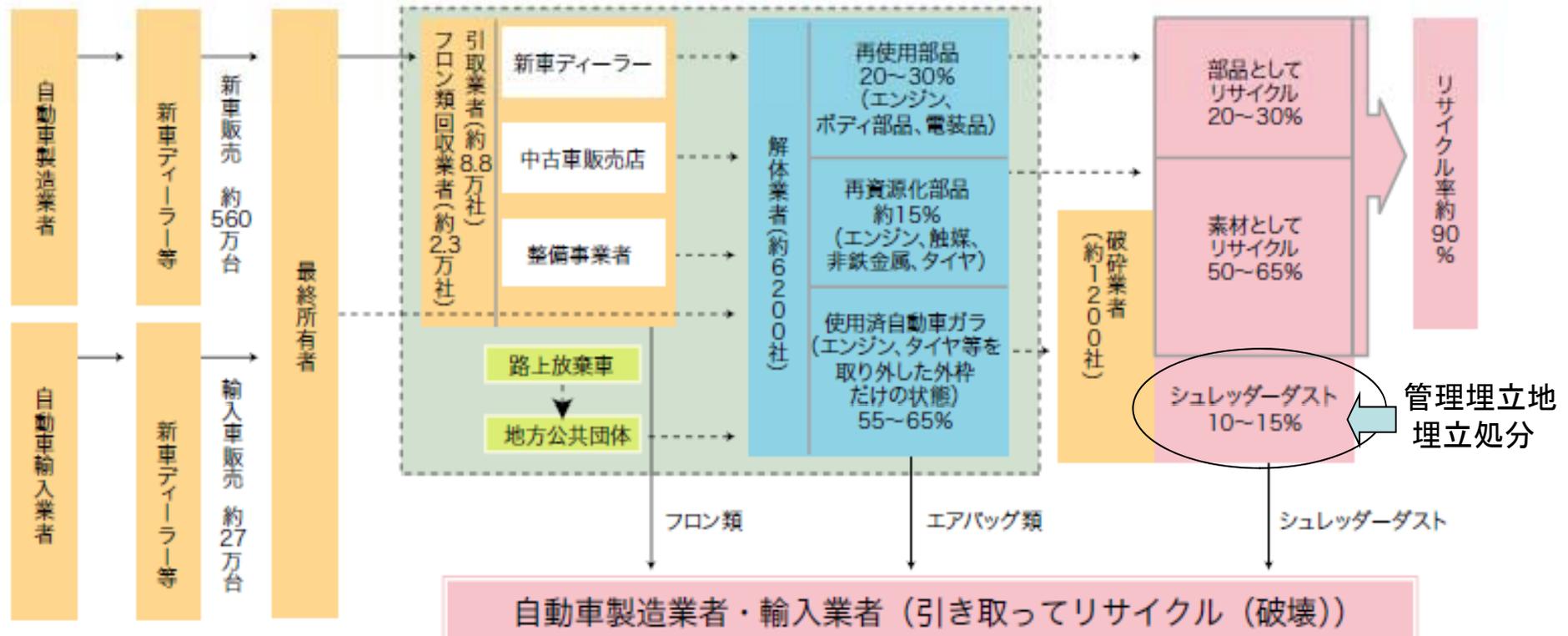
CFRP自動車部材の開発状況



NEDO 公開資料

第1回「自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発」(中間評価)

CFRPのリサイクル:自動車リサイクル法



注)ディーラー、中古車専門店、整備業者はそれぞれ兼業している場合がある。

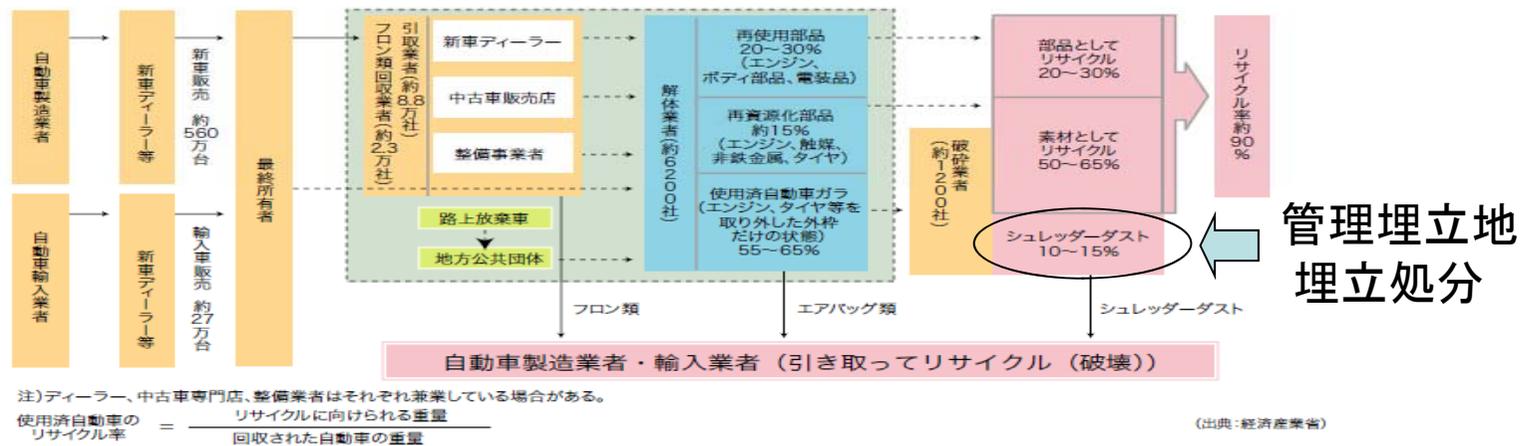
$$\text{使用済自動車のリサイクル率} = \frac{\text{リサイクルに向けられる重量}}{\text{回収された自動車の重量}}$$

(出典:経済産業省)

炭素繊維協会ホームページより <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

2015年にはリサイクル率95%(自動車リサイクル法)

CFRPのリサイクル:自動車リサイクル法



炭素繊維協会ホームページより <http://www.carbonfiber.gr.jp/>

2015年にはリサイクル率95%(自動車リサイクル法)

炭素繊維の燃焼性

建築基準法や消防法では不燃材。

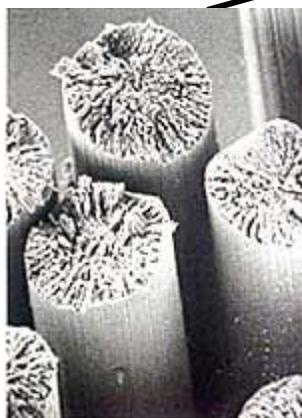
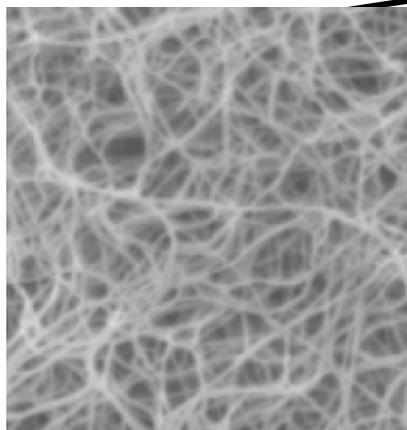
自燃性はなく、400℃以上ならば、燃料とともに徐々に燃えるが火源を除去すると消える。

廃棄方法(炭素繊維協会安全指針)

- ①土中埋立てが適切
- ②焼却処理はしない。炭素繊維は一般ごみの焼却炉では完全には燃えない。
電気集塵機用設置炉では燃え残りの短い繊維(フライ)により電気短絡事故の原因となる。

樹脂複合材に用いられる繊維の特性と価格

	BNF	炭素繊維 (PAN系)	アラミド (Kevlar® 49)	GF
密度 (g/cm ³)	1.6	1.82	1.45	2.55
引張弾性率 (GPa)	140	230	112	74
引張強度 (GPa)	3	3.5	3	3.4
価格 (円/kg)	400	3000	5000	200~300



X1,500



コスト : トータルコストの低減の可能性が提案できれば可
 その他 : 外観, リサイクル性等で優位性が提案できると嬉しい。

繊維強化プラスチック材料の課題

1. GF強化PP: 軽量・高強度・高衝撃吸収

(GF20%で引張強度:120MPa,曲げヤング率:4.3GPa.)。

衝撃吸収エネルギーが小さい(鋼鉄に比較して) →

マクロ構造制御、ナノコンポジットによる改質

GF強化樹脂はリサイクル(GF繊維破壊)・廃棄が大きな課題

(GF強化樹脂の難リサイクル性) →

リサイクル法:95%をリサイクル(サーマルも含む)

埋め立て地の限界→ 脱ガラス繊維:高弾性・低熱膨張バイオファイバーに期待

2. CFRPの利用:プロペラシャフトへの利用に実績。

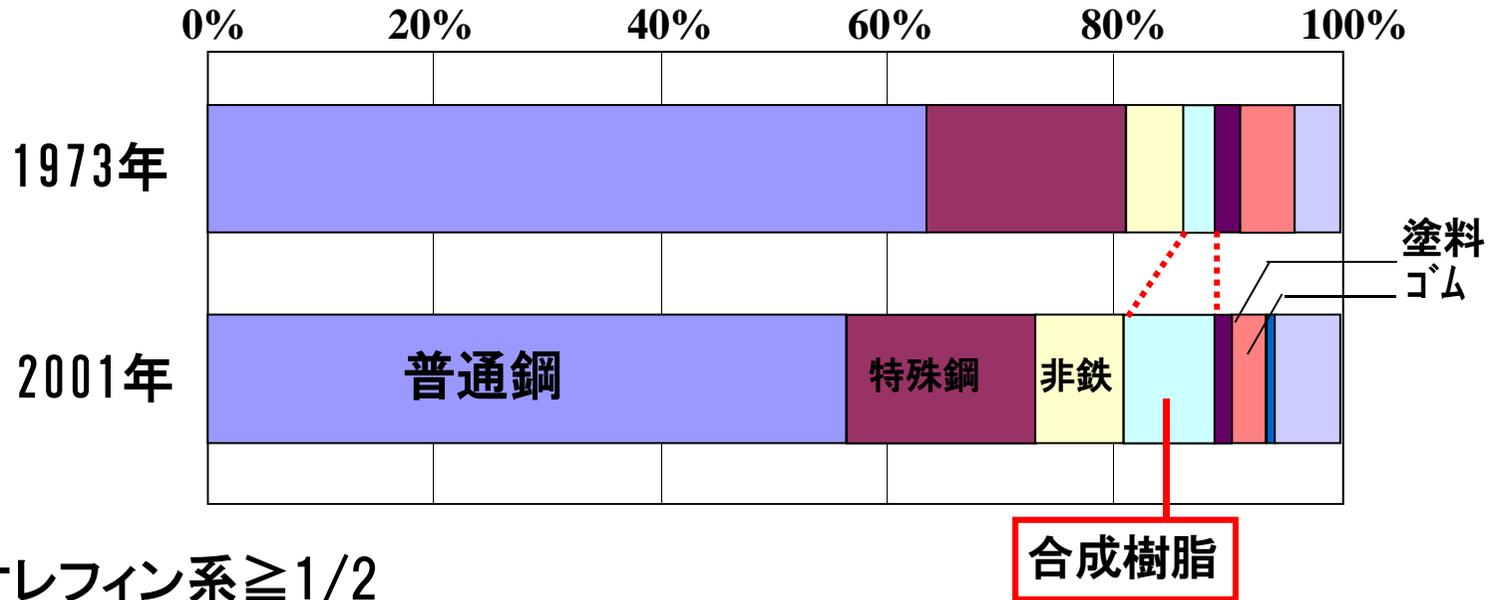
CFRP(エポキシ樹脂)の材料コスト:5000円/kg。原材料費の更なる低コスト化は難しい。コストを下げるにはプロセス開発が不可欠。→成型時間の短縮。

成型時間10分では自動車用は無理。→ 安価な高強度バイオ繊維に期待

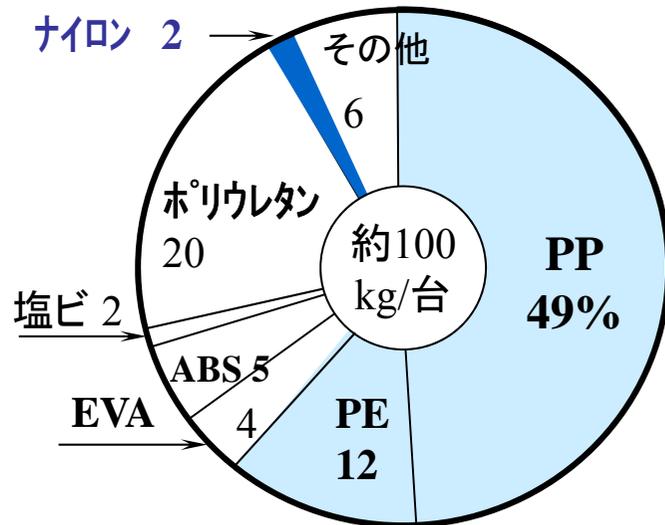
石油ベース樹脂からバイオプラスチックへ

材料使用量の推移と使用樹脂の内訳

●自動車用材料では樹脂が使用量増大(重量)

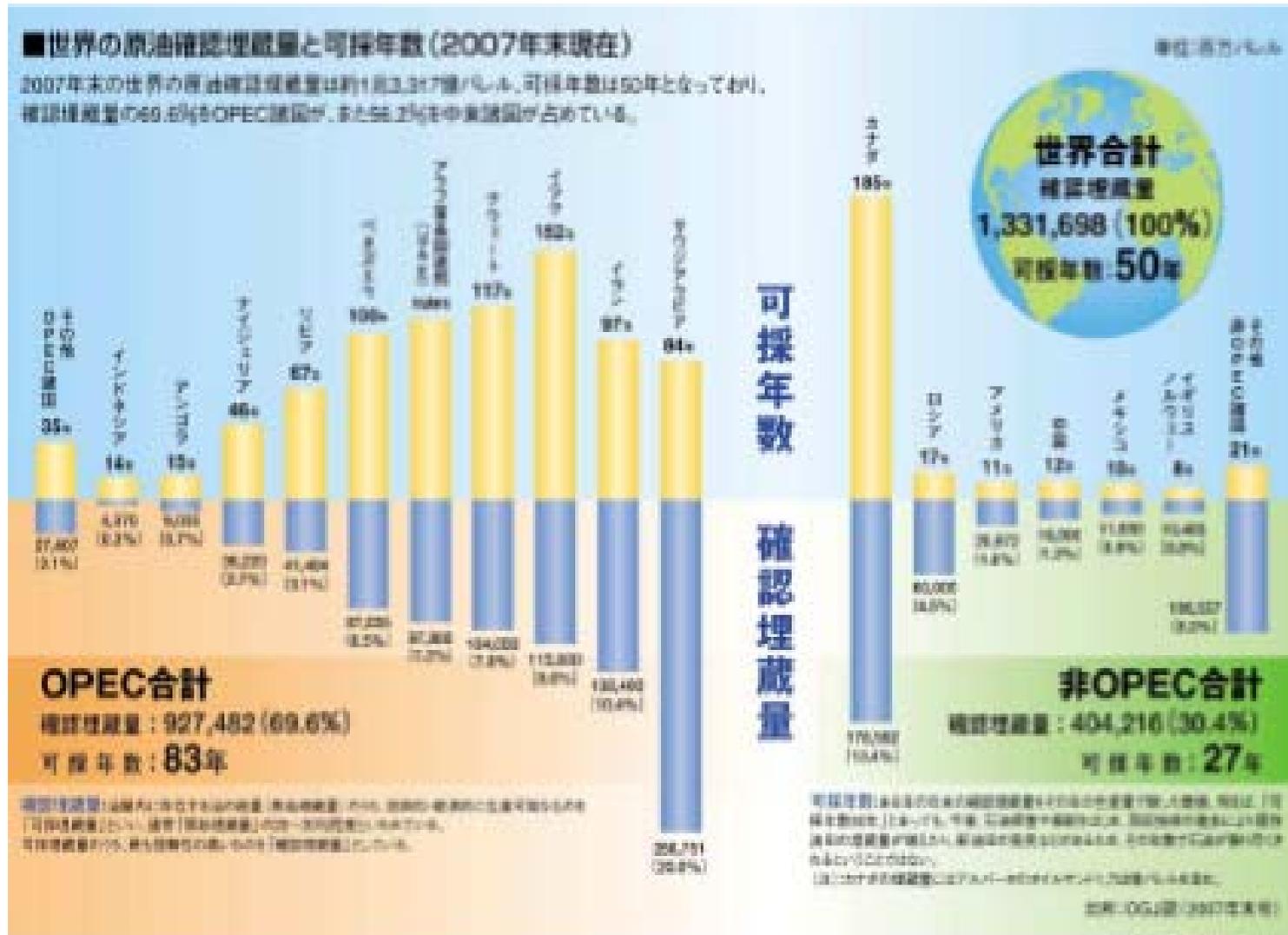


●ポリオレフィン系 $\geq 1/2$



- ・PPに適用できる技術の確立が必要
- ・成形方法:射出成形

「日本の自動車工業 2002」 日本自動車工業会



(出所:石油連盟ウェブサイト)

JBA 大島氏提供資料

論点：食料(食糧)危機は到来するのか ⇒ 専門家の見方：到来しない！

切り口－1：人口

人口は増大するが、21世紀を人口爆発の時代と見ることはできない。
21世紀の後半は世界規模で人口が減少する社会となる可能性が高い。

切り口－2：食肉生産量 ← 生活水準上昇に伴い肉消費量が増える
世界人口の増大と開発途上国の経済発展により、今後も食肉需要は増大するものの、その増加は爆発的ではない。

切り口－3：穀物需要

飼料用穀物：

⇒ 大豆ミールの供給が増大し、飼料用穀物は微増に止まる。
“飼料用穀物需要が増大し世界が食料危機に陥る”とする説は、説得力に乏しい。

食用穀物：

⇒ 食用穀物需要は人口増に対応して増大するが、急激なものではない。
世界の栽培面積と穀物単収の増勢から需要量を十分に達成可能な範囲にある。

世界の食料事情：農業経済学専門家の見方

－ 出所：川島博之 “世界の食料生産とバイオマスエネルギー 2050年の展望”
(東京大学出版会)

JBA 大島氏提供資料

論点：食料(食糧)生産とバイオ燃料は競合するのか
⇒ **専門家の見方：“ブラジル産サトウキビ”が原料として有望**

切り口－1：原料価格の視点から見て有望なエネルギー作物

2004年迄の価格動向：

トウモロコシ(米) > パーム油(東南アジア) >> サトウキビ(ブラジル) >> 原油

⇒バイオ燃料が実用化されなかった理由

2004年以降の価格動向：

トウモロコシ ≒ パーム油 >> 原油 >> **サトウキビ**

切り口－2：食料(食糧)との競合性・環境負荷から見て有望な作物

トウモロコシ：補助金制度がなければバイオエタノール生産に継続性はない(米)

パーム油：以下の2点の観点から難問を抱える

- －南アジアの国々が食用油として求めるものを燃料用途に回すこと
- －熱帯雨林破壊の可能性を含む(増)生産

サトウキビ 環境破壊を伴わない増生産の余地があり、エネルギー作物として有望

世界の食料事情：農業経済学専門家の見方

- －出所：川島博之 “世界の食料生産とバイオマスエネルギー 2050年の展望”
(東京大学出版会)

JBA 大島氏提供資料

利用することが持続可能なバイオマスとは

視点：生産コスト・効率・生産量

表 エタノール製造原料としての比較

原料	生産コスト (US\$/L)	エネルギー効率 (産出量/投入量)	生産量 (L/ha)
サトウキビ	0.18	8.3	7,000
トウモロコシ	0.36	1.5	4,000
小麦	0.50	1.2	1,150
テンサイ	0.60	1.9	4,200

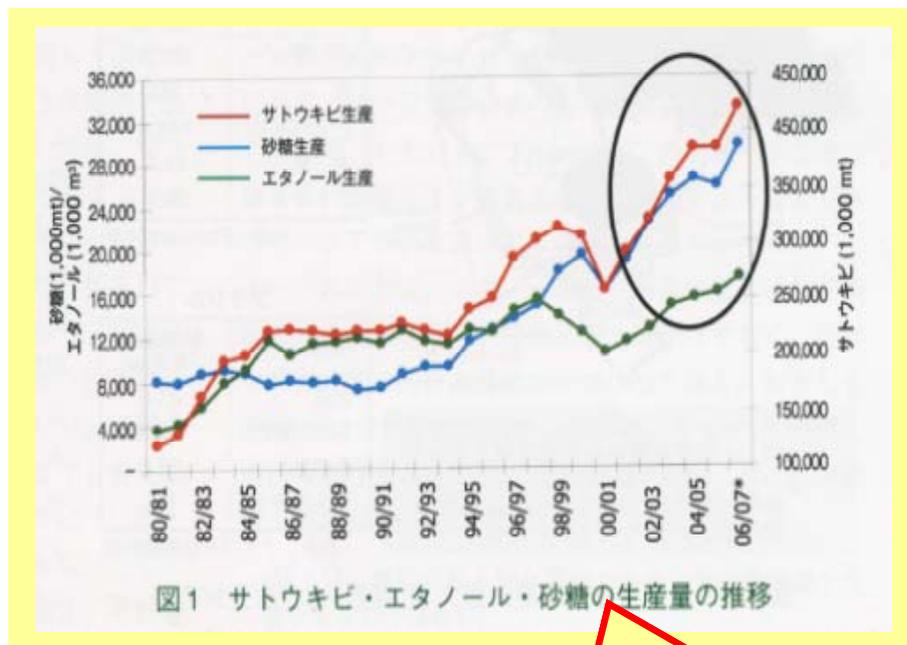
(出典：ペトロブラス資料)

⇒ 生産性において“サトウキビ”が最も有利なBM

出所：掛林 誠：B&I誌, 65(7), 370-373(2007)

JBA 大島氏提供資料

事例データ①：ブラジルにおけるサトウキビ栽培の現状



1. 生産者 ≒ 5万 (20ha ~ 10万ha)
2. エタノール生産者 ≒ 300
(栽培地に立地 ← 糖分離が速いため)
3. 準多年性・**継続性** 5-6年
地力維持: 大豆・落花生の輪作
4. 連作障害少・雑草と同じ様に成長
5. 約500種類
南西部 4-10月, 北東部 11-3月
6. 栽培面積:
 - 国土: 8億5千1百万ha (23 * Jpn)
 - 全作物耕作面積: 60 百万ha
 - 大豆 : 21.5 百万ha
 - 小麦 : 12.3 百万ha
 - サトウキビ : 5.6 百万ha (9%)

06/07年度:

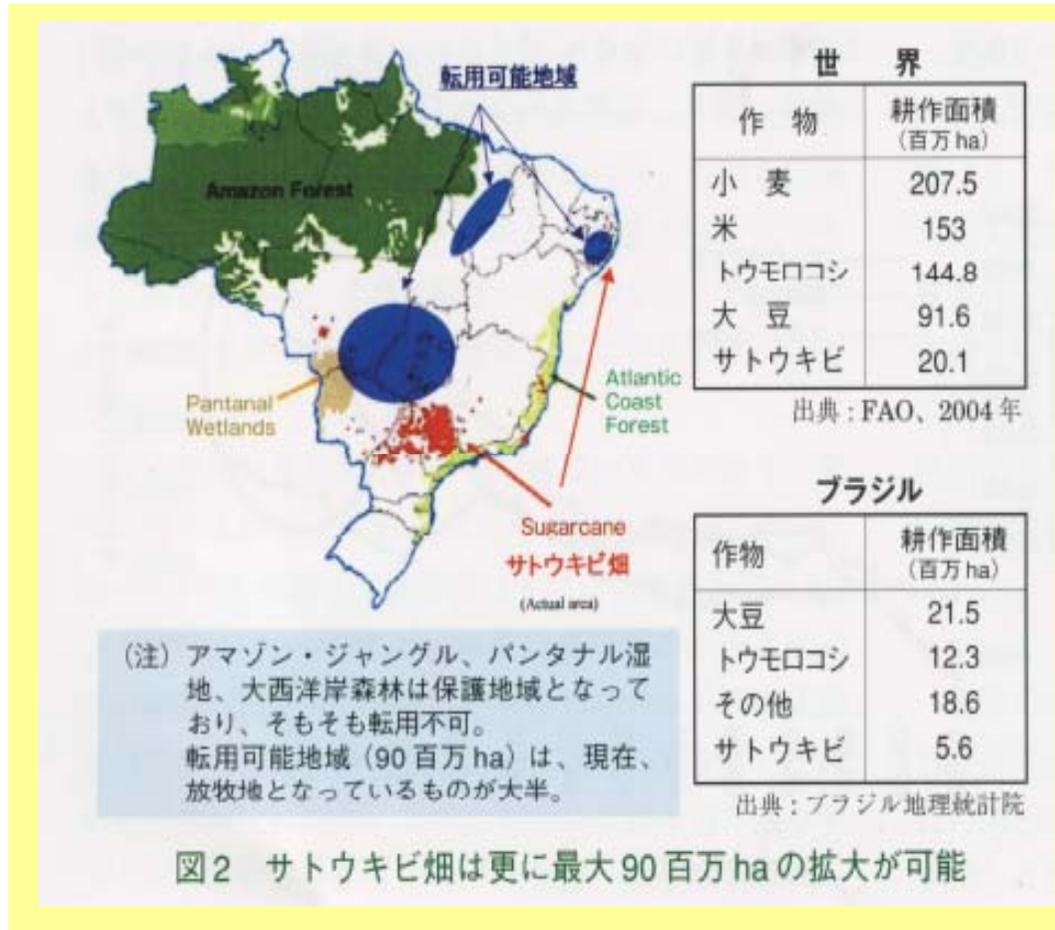
- サトウキビ : 420 百万トン
- 砂糖 : 30 百万トン
- エタノール : 16 百万KL

内、輸出分: 3.5 百万KL

出所: 掛林 誠: B&I 誌, 65(7), 370-373 (2007)

JBA 大島氏提供資料

事例データ②：ブラジルにおけるサトウキビ栽培の将来性



1. 保護区域外の転用可能地：
≒ **90 百万 ha** (← 現状の**16倍**)

⇒ **630 百万 KL**
as BioEthanol

2. バイオエタノールの
自動車燃料使用：

- 1925年～：試験的採用
- 1931年～：義務づけ
- 1975年～：国家戦略
- 2000年～：実質市場原理

出所：掛林 誠：B&I誌、**65(7)**、**370-373(2007)**

JBA 大島氏提供資料

バイオプラスチックに対する厳しい指摘

1. 品質が“プア”:

耐久消耗品部材としての基本特性に欠ける

2. “ハイ”・コスト:

耐久性・耐熱性・耐衝撃性・難燃性・寸法安定性・
耐薬品性・・・

を必要レベルまで改善すると、

既存プラスチック最高水準銘柄を大幅に上回り、
継続的な使用が不可能

出所:

バイオジャパン '08(081016-19:於・横浜パシフィコ):

“ユーザーから見たバイオマス・プラスチックへの期待”

JBA 大島氏提供資料

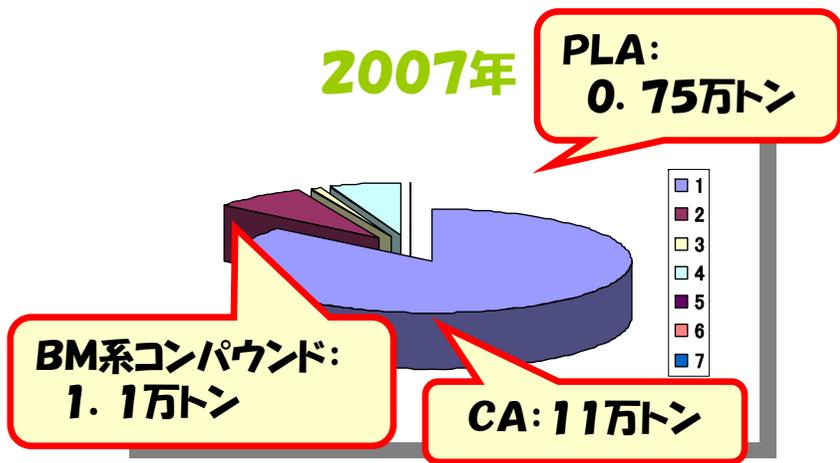
バイオ樹脂材料開発の方向性について

ポリ乳酸からバイオPP, PEへ

最近のバイオプラスチック開発の方向性

急展開：既存の汎用樹脂をバイオ原料から作る。

- ブラスケン(ブラジル、中南米最大手の石油化学メーカー。石油化学基礎製品と熱可塑性樹脂をブラジル国内の14箇所の施設で生産。):2011年にサトウキビを原料に35万トン/年のバイオPEプラントを稼働。
- ダウケミカル:バイオPEの生産と販売を計画
- ブラスケン:バイオPP, ソルベー(Solvay社、ベルギー):バイオ塩ビを計画中。
- 加えて大豆油ベースのポリオール(カーギル社、米)の流れ。(二大潮流)
- PLAは構造用としては消えていく可能性あり。
- バイオプラスチックの方向性としては、“原料はバイオベースだが作るのは既存のポリマー”になっていく。

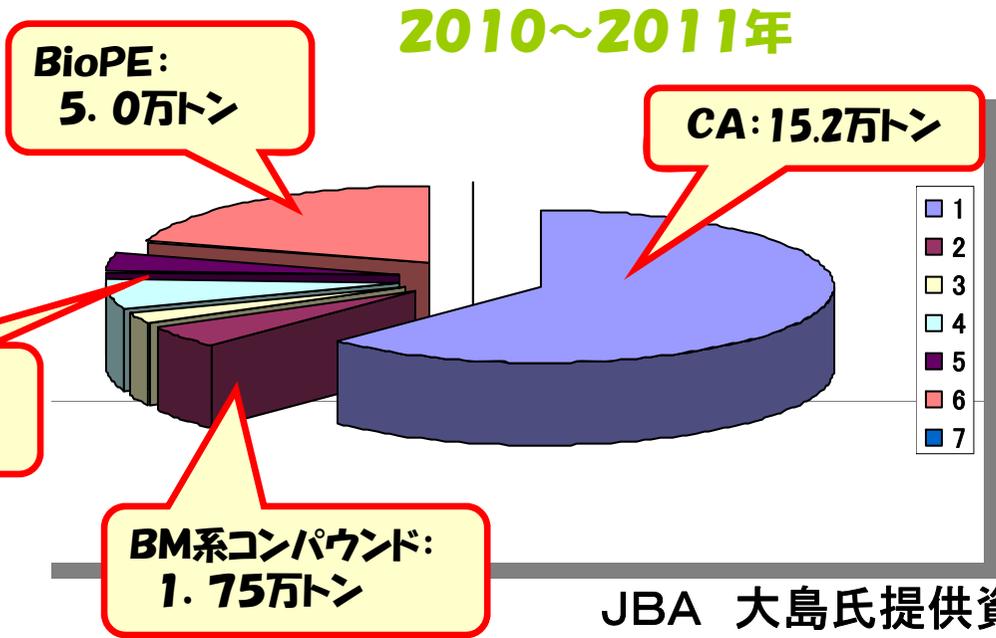


- 評価対象BM系資材 —
- 1: 酢酸セルロース(CA)
 - 2: 澱粉系コンパウンド(複合系・変成系・修飾系)
 - 3: バイオマス変成系/複合系
 - 4: ポリ乳酸(PLA)
 - 5: ポリトリメチレンテレフタレート(PTT)
 - 6: バイオポリエチレン
 - 7: ポリアミド11(PA11)

13.0 万トン



24.5 万トン



BM系資材の市場(予測)

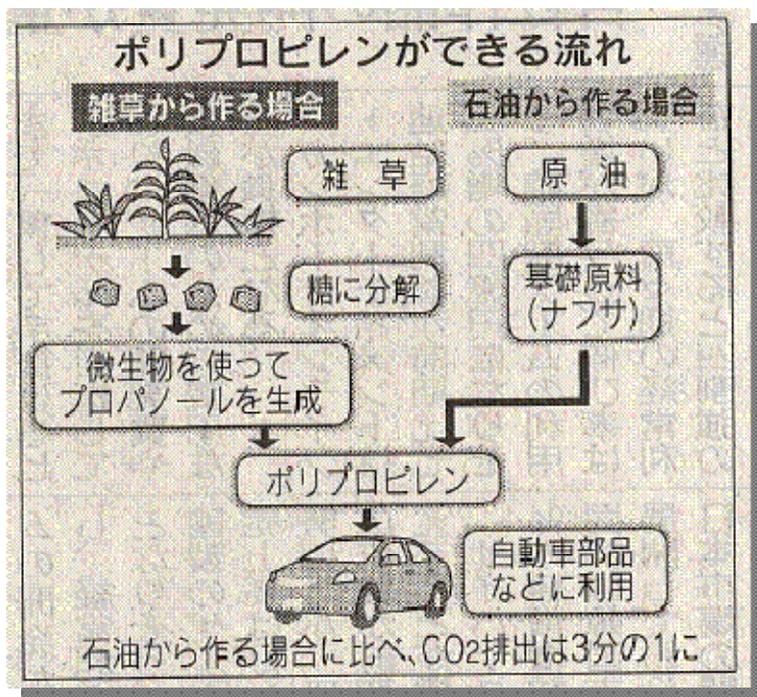
JBA 大島氏提供資料
- as of May 14th 2008 by K.O



“バイオPE”の登場：“グリーン・ポリエチレン”製手提げ袋
(北海道庁ブースにて@洞爺湖サミット記念環境総合展、080619-21@札幌ドーム)

JBA 大島氏提供資料

セルロース由来バイオポリオレフィン

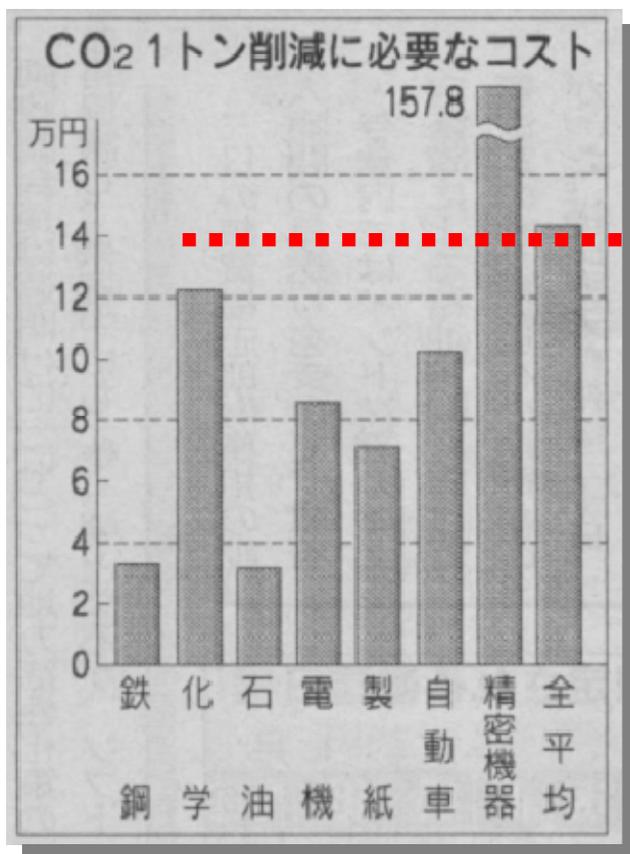


1. ソフトバイオマスから：
- RITE / Honda プロセス
2. 要素技術：
バイオプロパノール
⇒ (脱水) ⇒ プロピレン
⇒ (重合) ⇒ ポリプロピレン
3. CO2 排出：石油由来の30%
4. 3-4年後の実用化を目指す。

出所：日本経済新聞紙，2007年9月7日、朝刊
RITE：財団法人地球環境産業技術研究機構
Honda：株式会社本田技術研究所

JBA 大島氏提供資料

二酸化炭素排出量削減コスト



カーボンフットプリント

全平均:

≒ 14万円 / t-▲CO₂

= 140円 / kg-▲CO₂

06年対比で

60%アップ

出所: 日本経済新聞紙, 07年12月1日(土)第一面

JBA 大島氏提供資料

CO₂削減コストから見たバイオマス・プラスチック製品価格とは

既存石油系樹脂 ⇒ バイオマス・プラスチックへの置き換え:

効果: Δ CO₂排出量削減 : ca. 4.4 kg-CO₂/kg-資材(全生涯)

if コスト・アップ : ca. ¥50~100/kg-製品
(ca. **¥0.5~1/10g-製品**)

⇒

then

Δ CO₂排出量削減コスト: ¥11.4~22.7/kg-CO₂

事例:
鶏卵パック、
トマトパック

(参照)

日本の全産業の二酸化炭素排出量削減投資額:

- ¥14万円/t-CO₂ = ¥140円/kg-CO₂

(出所:日本経済新聞紙, 朝刊第1面:071201)

- その10%程度(¥14/kg-CO₂)が資材置き換えに

投資されれば、BPの普及への路が拓かれ得る。

JBA 大島氏提供資料

バイオマス資源材料利用の観点からのバイオ材料

1. ポリ乳酸樹脂については耐久性。バイオは一般に脂肪族ポリエステル(エステル結合)が多いので、加水分解性が高い。
2. ケナフ繊維強化PP樹脂材料の実績:ドアトリム(スタンピング:PP繊維+ケナフ50-60% 熱圧縮成形),シートバックパネル、ドアトリム。トヨタの高級車、レクサス、クラウンで実績。ケナフ素材に表皮を被せている。
3. 木質系材料利用の歴史はハードボードから樹脂へ。そして、樹脂からケナフ等植物繊維材料へ。一年草のケナフは、原料確保の安定性において有位。また、食糧とも競合しない点や木質素材に対する消費者の嗜好も後押ししている。
4. 上記の流れの中でプラスチック材料は、コストと耐久性が見合えば、バイオプラスチックが使われて行く。PPは可能であればバイオPPに。この点をカーボンフットプリントが後押し。カーボンフットプリントとCO2排出権でビジネスが成り立てばバイオPP,PEの利用が増大すると思われる。
5. 未利用バイオマス資源としてリグニン、タンニン、キチン・キトサン。リグニンベース樹脂の開発が進められている。また、タンニン:リグニンより反応性が高く、接着剤として利用されている。

自動車部材へのバイオ材料利用について

1. 内装用部材に使うとしたら:

ドアトリム、成形天井、シートバックボード、コンソール。インパネへの利用は安全性、成形性の向上に課題。シートフレームは困難。機構部品:燃料タンク(PE樹脂で実績:)。使用できるところから置き換えていくことが可能。

2. 外装用部材に使うとしたら:

フェンダー、バックドア、バンパー(バイオPP)、トランクリッド(3次元)。フードは熱伝導率に関係し、塗装性・加飾性に課題。

現行のモノコック構造は鋼鉄に向いている。このため、植物系繊維強化バイオプラスチックを自動車外板に使用する場合は、設計思想から考える必要がある。フェンダー、バックドア、トランクリッド以外は、長い時間をかけた開発が求められる。

3. 上記の利用で、キーになる材料特性は強度、熱膨張、耐久性、耐熱性、成形性、意匠性。意匠性についてはヒケが無い、仕上げの美しさが重要。

植物繊維材料の長所

1. 資源保証・環境

- 太陽エネルギー再生・持続型
- 地球環境循環物質 (C, O, H, CO₂, H₂O)

2. 物性: セルロース伸びきり鎖微結晶

- 軽量: 比重 0.1-1.5
- 高比弾性 (低比重: 0.1-1.5、高弾性: 5-140GPa)
- 熱安定性 (低線熱膨張 0.1-10ppm/°C、弾性率・強度: -200~+200°C)
- 耐熱性: 180-220°C、乾燥状態では明確なT_gを持たない。

3. 加工性

- 切削刃物、成形金型を痛めない。低摩耗性。
- 低温加工 (省エネ)
- サーマルリサイクル
- 樹脂加工 極性基 (親水性)

4. 化学変性・修飾技術の蓄積: 紙・パルプ、セルロース化学、衣料・繊維材料、染色

5. 分子・ナノ・マイクロ・マクロの階層構造デザイン、階層構造利用が可能

6. コスト (安価)

植物繊維材料の短所

1. 生物劣化 (腐朽) (地球環境共生)

2. 吸湿・寸法変化: 非晶域の水酸基 (親水性)

3. 熱劣化 光・紫外線劣化?

4. 易燃性: 燃える

5. 機械的強度が低い

6. 不均一性

7. 原料確保の不安定性

BNF材料で自動車の未来を拓く

バイオナノファイバー(BNF)材料の目指すところ

- 1) バイオナノファイバーは、すべての植物細胞の基本骨格物質で、鋼鉄の5倍以上の強度、ガラスの1/50の低い線熱膨張を有し、このナノファイバーをフェノール樹脂で接着したナノ材料は、鋼鉄の1/5の軽さで、鋼鉄に匹敵する強度(400MPa)を示すことが明らかにされている。また、バイオナノファイバー材料は広い温度範囲において熱膨張が小さく、大きな温度変化にさらされる自動車材料として優れている。
- 2) セルロースナノファイバー補強の未来物性、軽量化ポテンシャルとしては、
 - ① 熱可塑性樹脂: BNF補強で弾性率・強度を2倍、熱膨張を半分にしながら、射出成形性を保つことで、インパネやドアトリム、バンパー等の薄肉・軽量化を図る。これによる軽量化効果は、30kg/台(現行自動車樹脂材料: 100kg/台、全重量の8%)。
 - ② 熱硬化性樹脂: BNF複合で鋼鉄の1/5の密度(1.4g/cm³)で曲げ弾性率20GPa, 曲げ強度: 300-400MPa, 熱膨張係数: 20-30ppm/k, 衝撃強度: 100kJ/m²をシートモールドで達成し、外板 フェンダー、トランクリッド、ドアに多用する。これによる軽量化は200kg減/台(現行自動車用普通鋼材: 800kg/台、全重量の55%)。
 - ③ ナノファイバーによる透明補強で、透明樹脂の高強度化・低熱膨張化が図られている。この技術を用いガラスと積層複合した軽量透明材料を開発し窓に利用。これによる軽量化は50kg減/台(現行自動車窓材料: 150kg/台、全重量の10%)
- 14) 木質資源以外のバイオマス資源として、リグニン、タンニン、キチン・キトサンがある。リグニン、タンニンについては熱硬化性樹脂としての利用研究、また、キチン・キトサンについては、接着剤としての利用研究が進められており、技術蓄積が進んでいる。

セルロースナノファイバー 環境対応大型新素材

幅4nmあるいは15nmの伸びきり鎖微結晶ナノファイバー
ヤング率:138GPa, 引張強度:3GPa (鋼鉄の5倍)

→ 防弾チョッキに使用するアラ

ミド繊維と同等

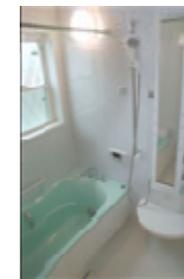
熱膨張係数 (CTE) 0.1 (鋼鉄の1/50)

使うほどに、性能が上がり、コストが下がり、環境に優しい。

セルロースナノファイバー材料は、

- ①軽量・高強度・低熱膨張
- ②脱石油・リニューアブル(持続性)
- ③CO2排出抑制(カーボンニュートラル)
- ④安全・安心(生体適合性)
- ⑤マテリアル・サーマルリサイクル可能
- ⑥低環境負荷(生分解性付与)
- ⑦農産廃棄物の資源化

などの優れた特性を有した未来材料になる。

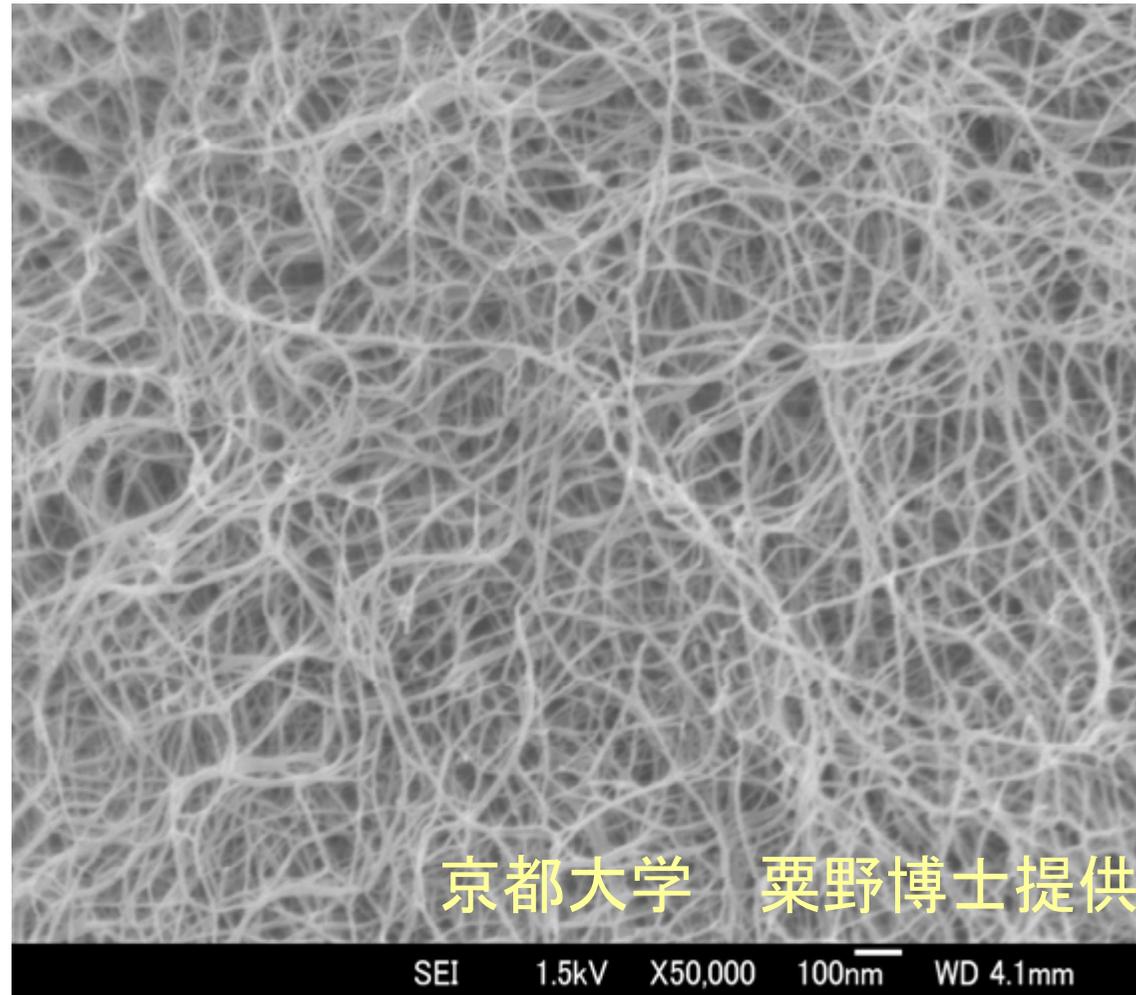


植物バイオマス：太陽の光によって、水と炭酸ガスから作り出される地球上最大の有機物質！



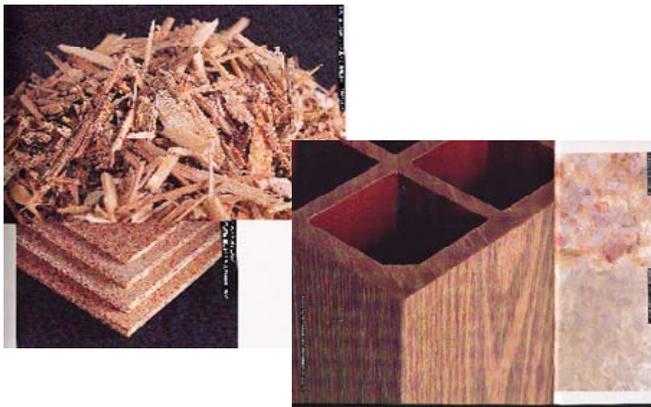
植物バイオマス：1兆8千億トン 石油：1千500億トン

木材細胞壁中のセルロースナノファイバー



- ✓強度 → 鋼鉄の5倍以上
- ✓線熱膨張 → 石英ガラス相当, ガラスの1/50

これまでの木質資源の利用

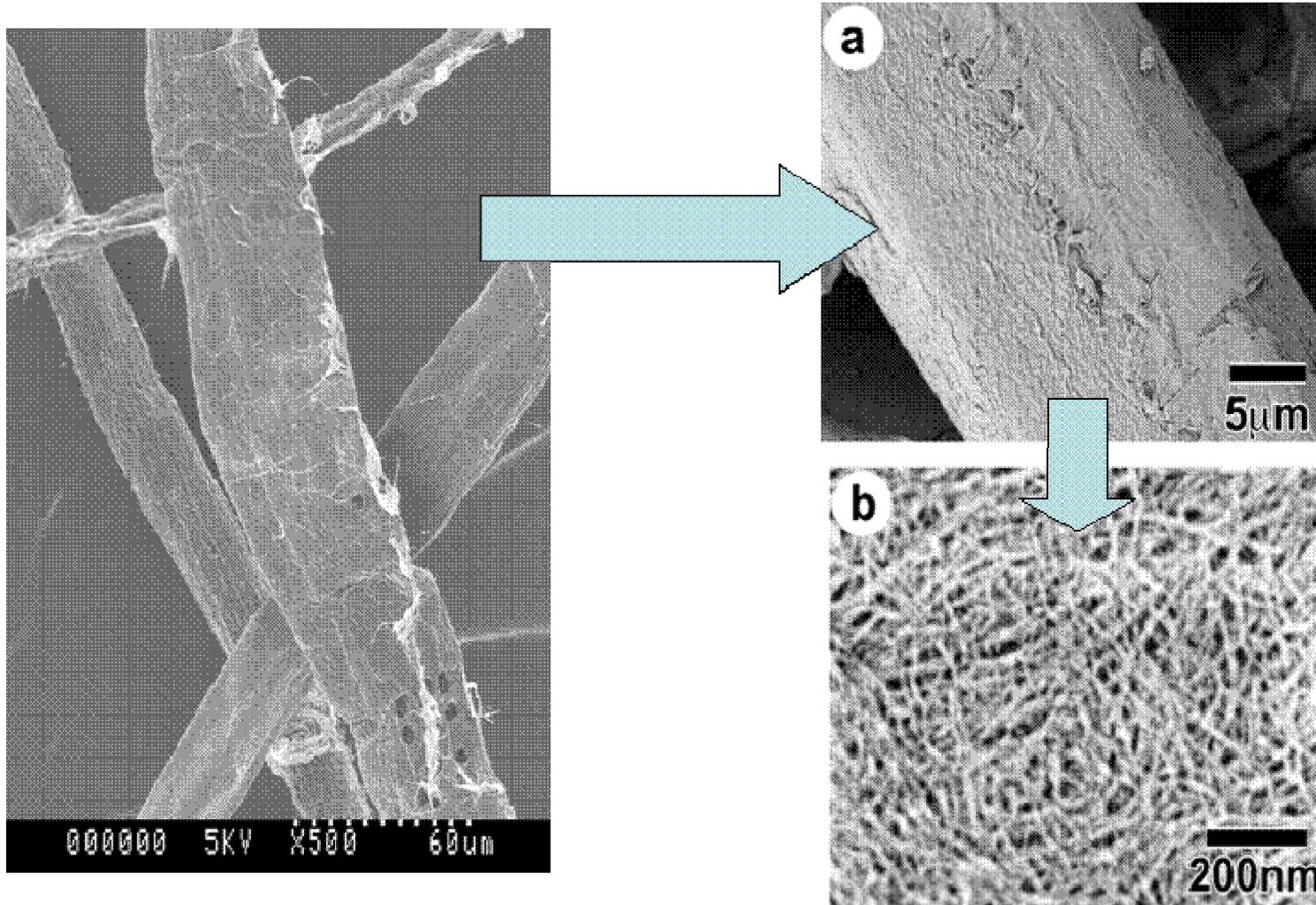


丸太(直径300mm)～木粉
(直径0.03mm):1万倍の変化

セルロース

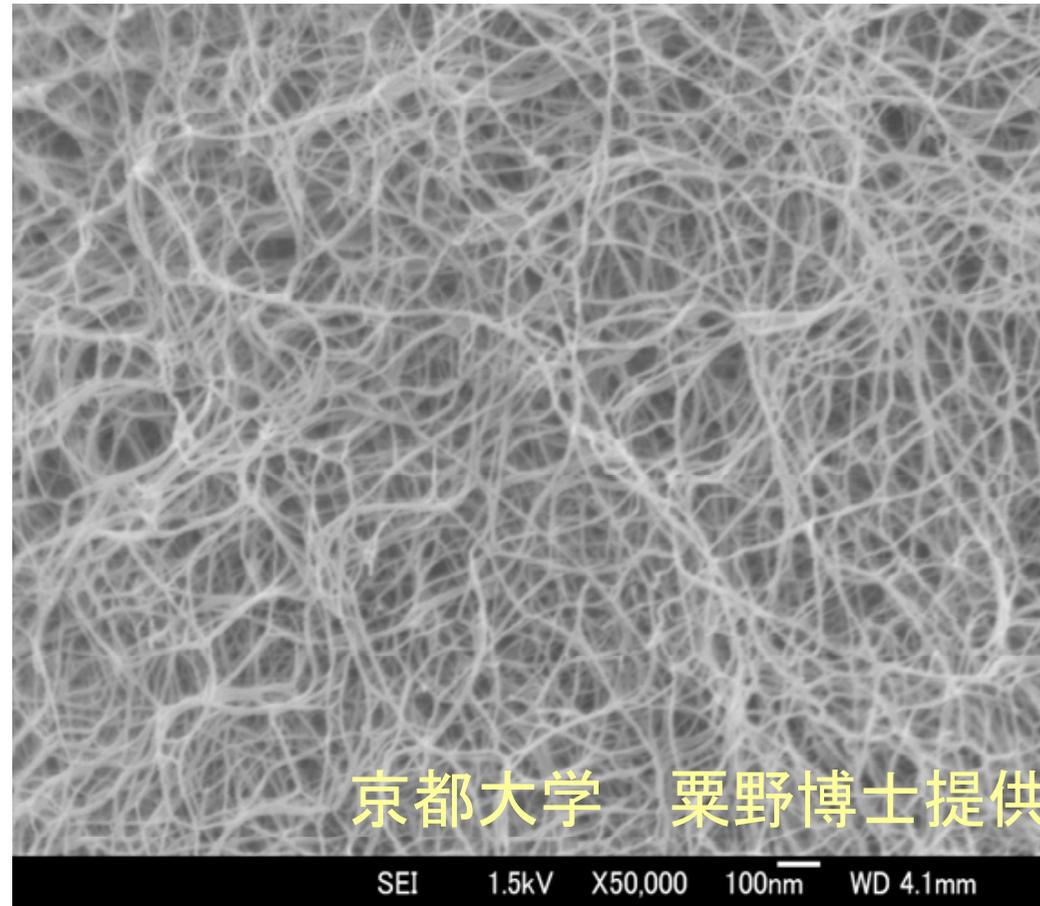
木粉(直径30,000nm)～マイクロフィブリル(4nm)

木材繊維（パルプ）の観察



巾15nmの均一ナノファイバー！

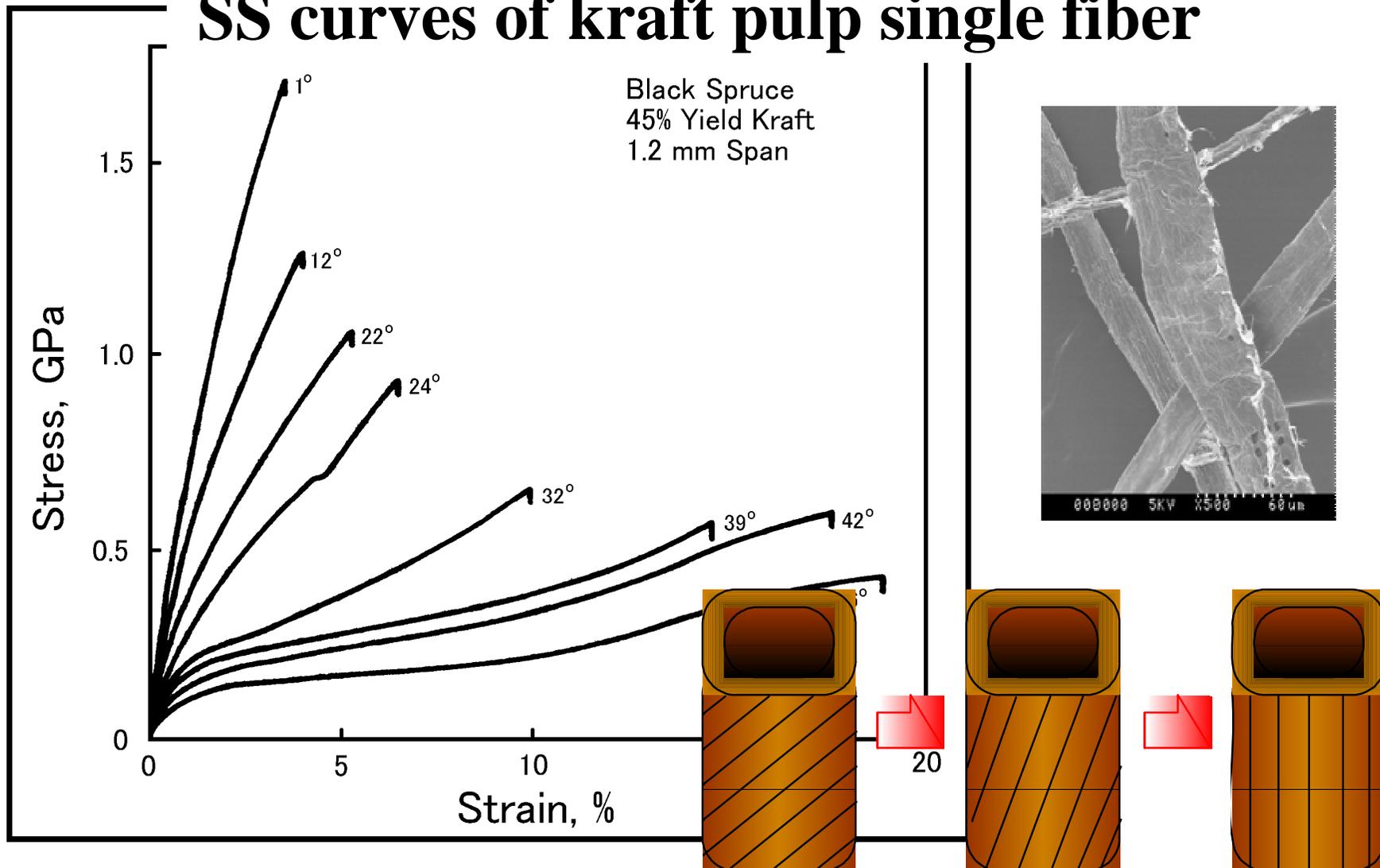
木材細胞壁中のセルロースナノファイバー



- ✓強度 → 鋼鉄の5倍以上
- ✓線熱膨張 → 石英ガラス相当, ガラスの

パルプ繊維は鋼鉄の4倍強い！

SS curves of kraft pulp single fiber



All-Cellulose Composite

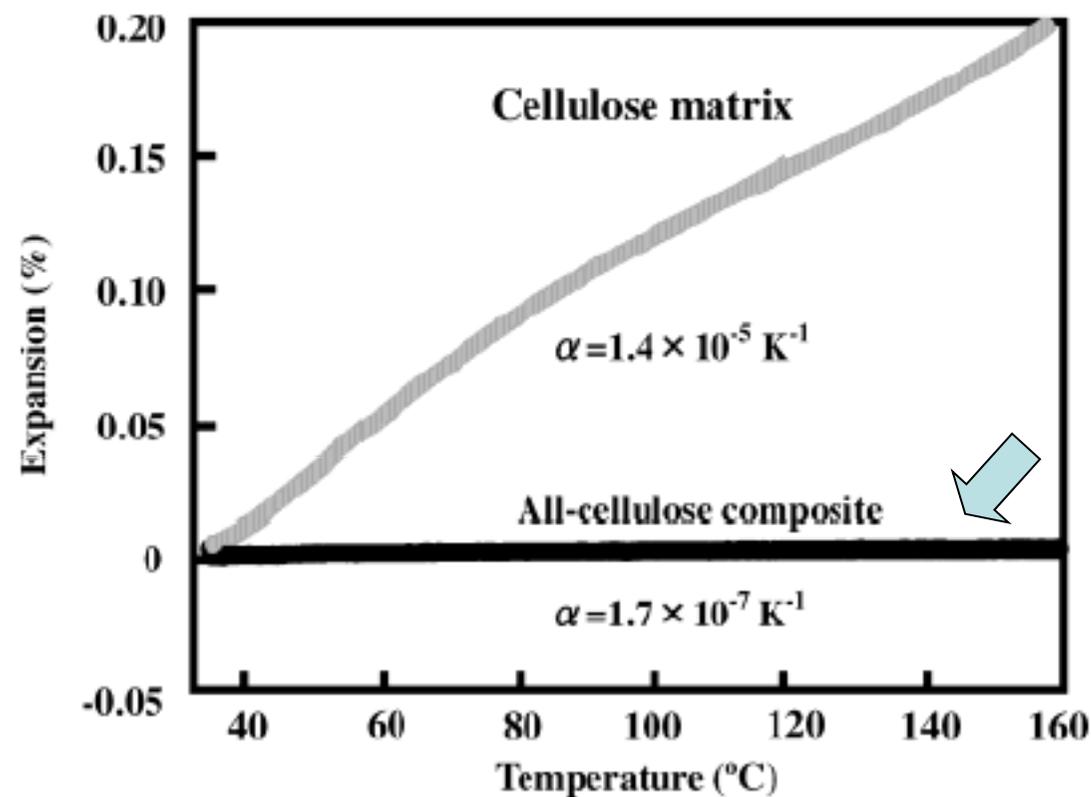
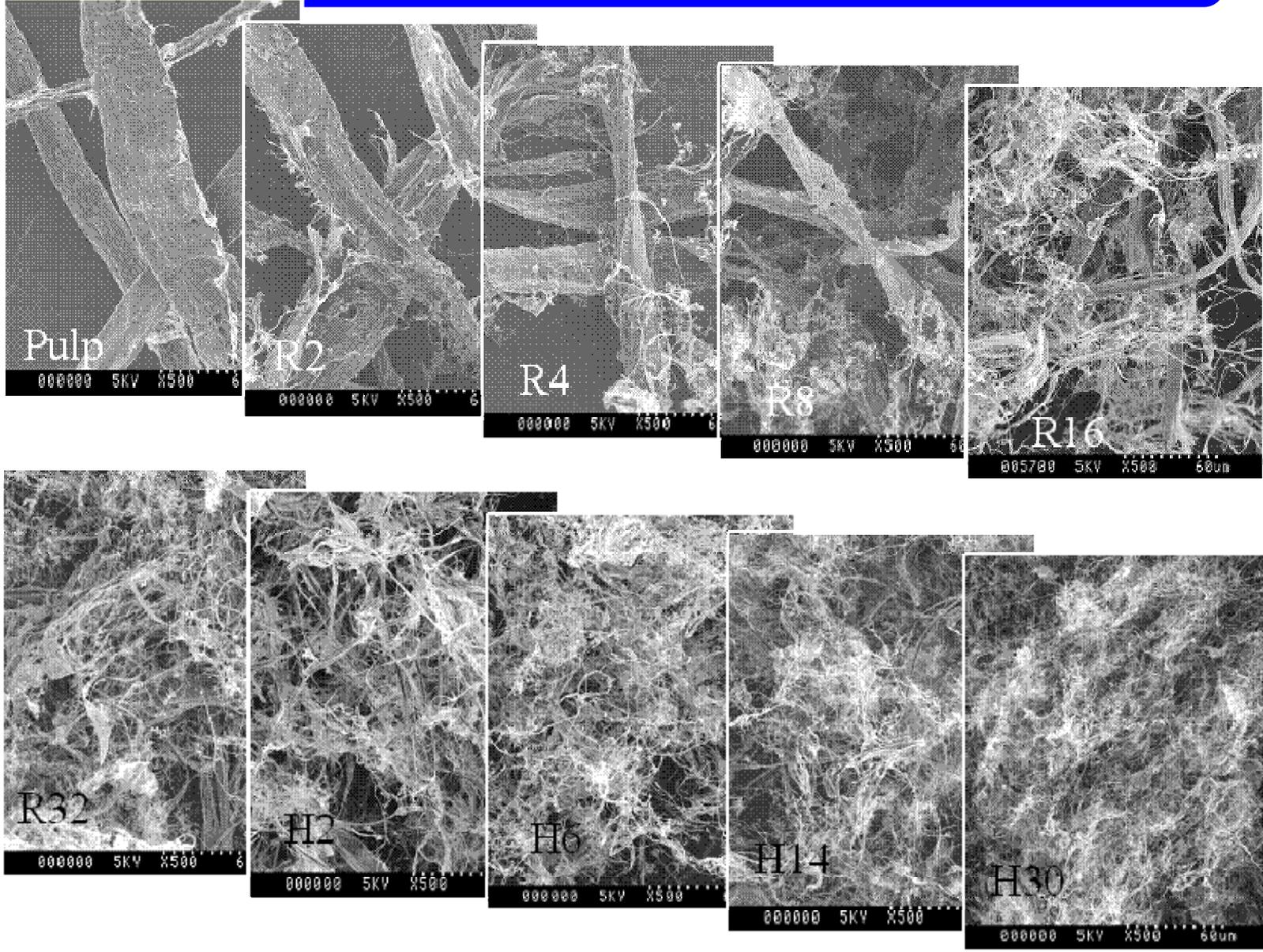
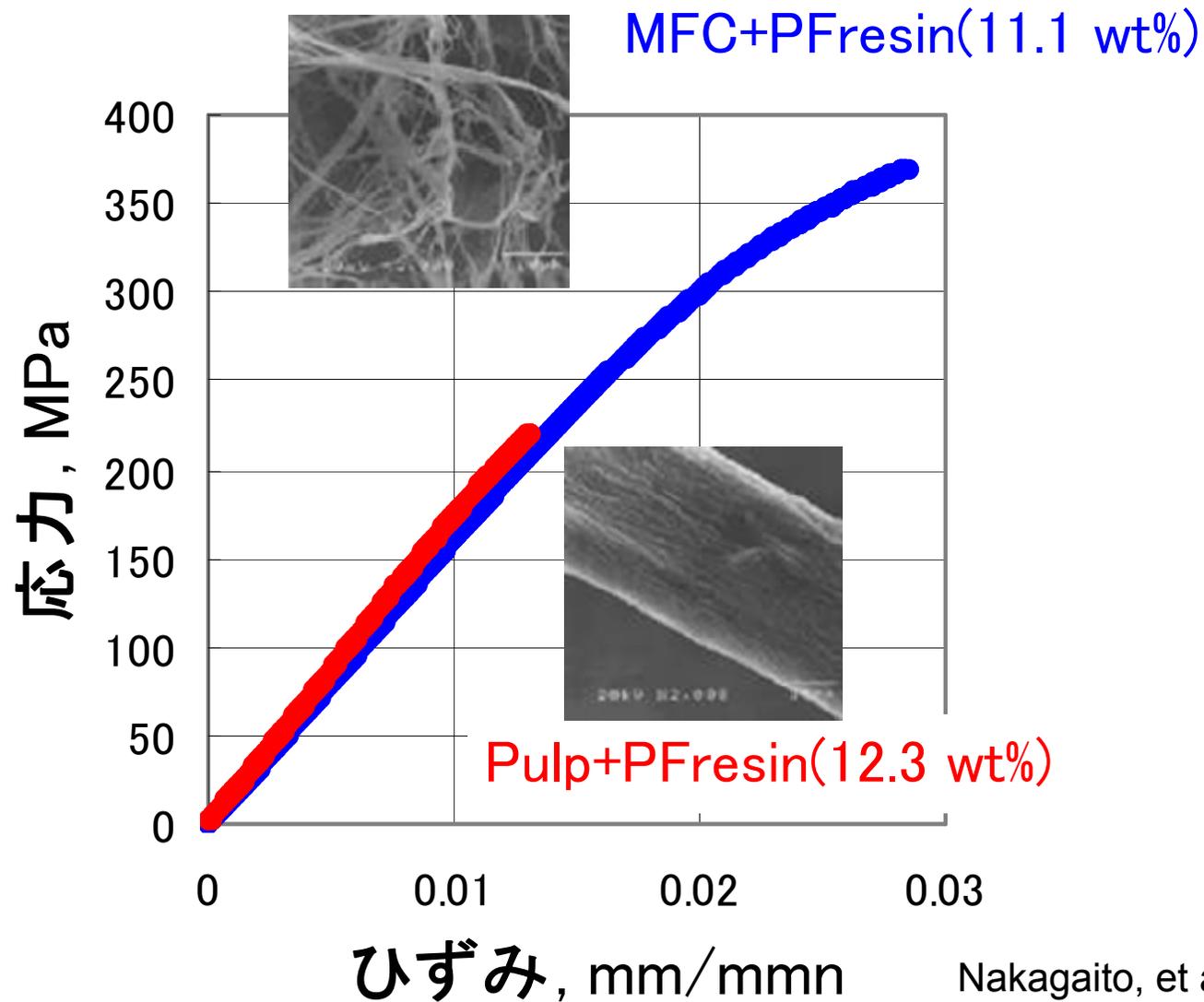
Macromolecules **2004**, *37*, 7683–7687**Takashi Nishino,* Ikuyo Matsuda, and Koichi Hirao***Department of Chemical Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kobe University, Rokko, Nada, Kobe 657-8501, Japan*

Figure 6. Temperature dependence of the linear thermal expansion of all-cellulose composite, together with that of the matrix cellulose.

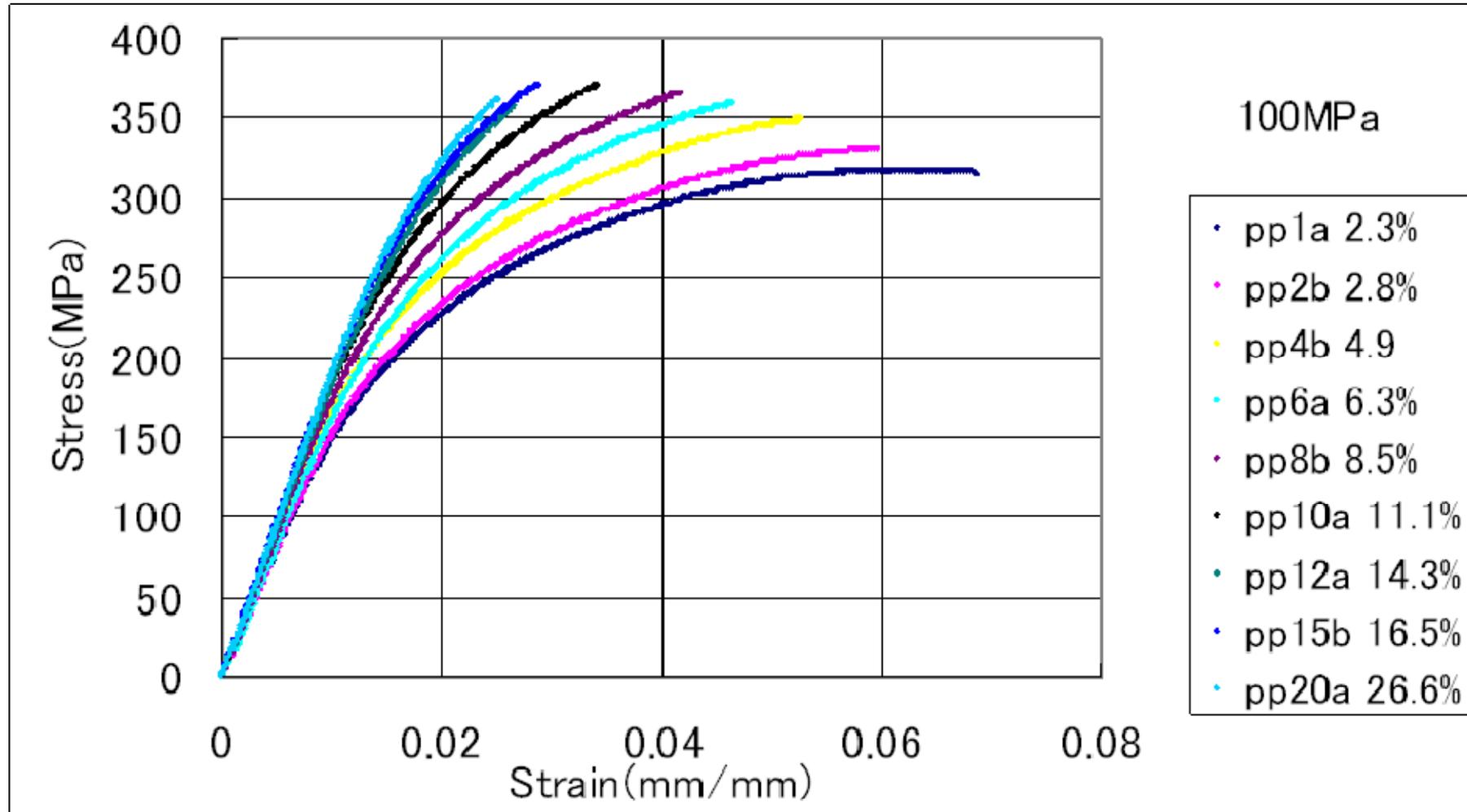
パルプ(紙)をさらにほぐすと……

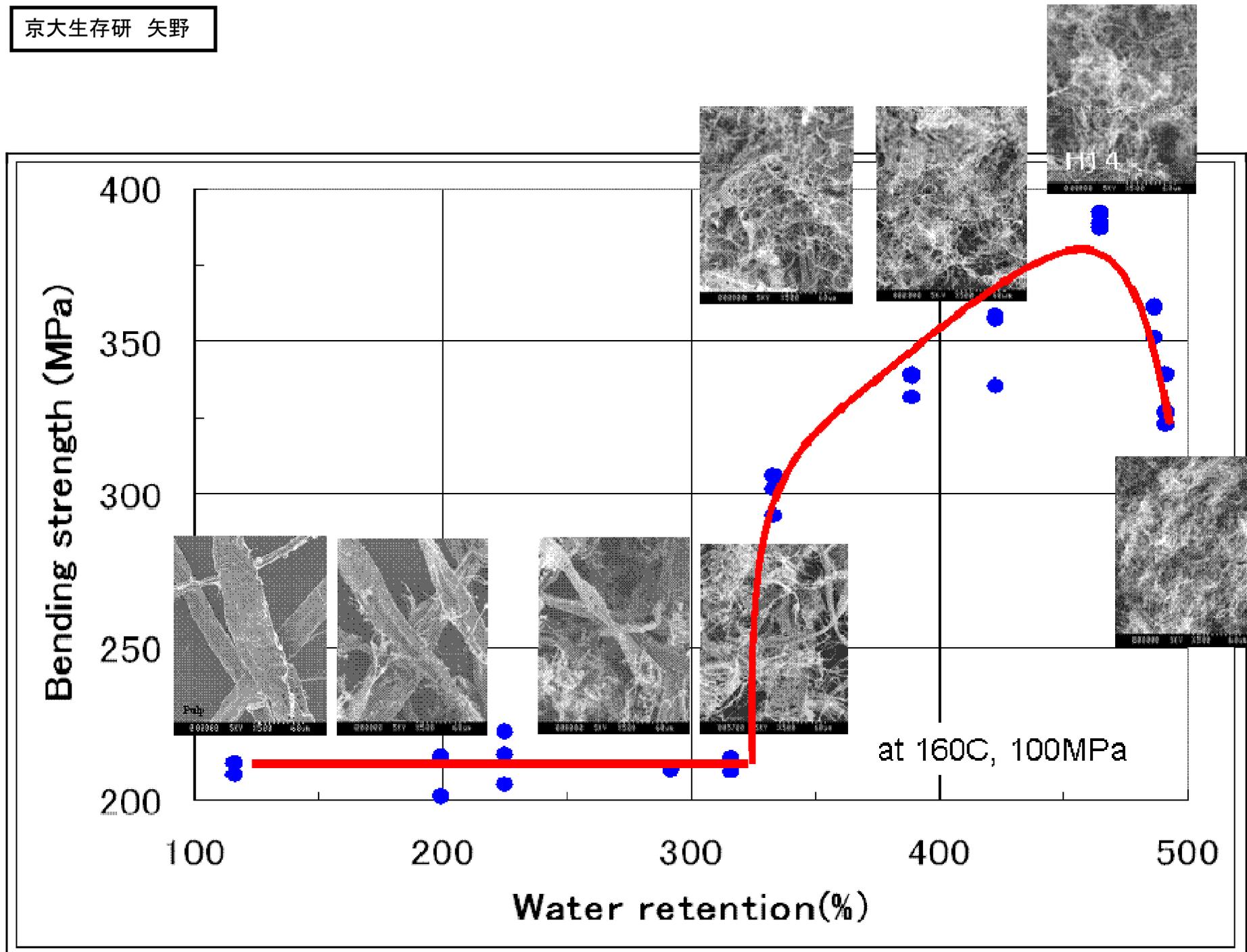


フェノール樹脂複合MFC材料

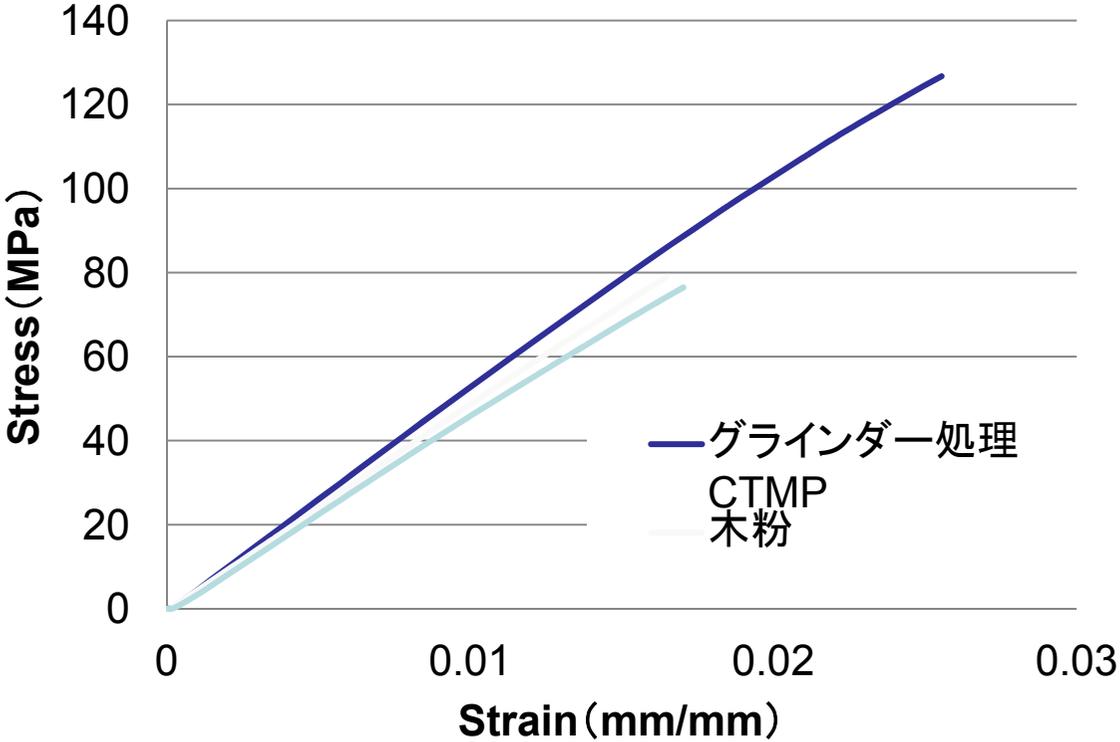


フェノール樹脂複合MFC材料





トランスファー成型による BNF補強フェノール樹脂成形体の強度特性



充てん材(20wt%)とフェノール樹脂(80wt%)を複合した成形材料をトランスファー成型し、得られた成形体を曲げ強度試験で評価した。充てん材がグラインダー処理CTMP(リグニンを含んだバイオナノファイバー)の成形体は、他の成形体よりも破壊ひずみが大きく、曲げ強度も約1.5倍であった。

木粉やCTMPで補強したフェノール樹脂の曲げ強度が70~80MPa前後の値であったことから、フェノール樹脂単体をトランスファー成型すれば、その曲げ強度は50~60MPa程度になると推察される。

充てん材	密度 (g/cm ³)	曲げ強度 (MPa)	曲げヤング率 (GPa)
グラインダー処理CTMP	1.35	115.3	5.3
木粉	1.33	73.7	4.7
CTMP	1.33	69.5	4.5

値は試験片3~4本の平均値

セルロースナノファイバーによる PP樹脂の補強(コンパウンド)

	Young's modulus (GPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation at break (%)
PP only	1.83 (±0.05)	33.2 (±0.51)	8.90 (±1.53)
PP/MFC5%	2.30 (±0.07)	37.0 (±0.46)	4.83 (±0.28)
PP/MFC5%/ MA-PP10%	2.34 (±0.17)	40.2 (±0.84)	7.25 (±0.92)
PP/CA5%/ MA-PP10%	2.50 (±0.03)	37.7(±0.28)	4.53(±0.48)
PP/CD5%/ MA-PP10%	2.45 (±0.05)	38.3(±1.04)	5.29 ±0.69)

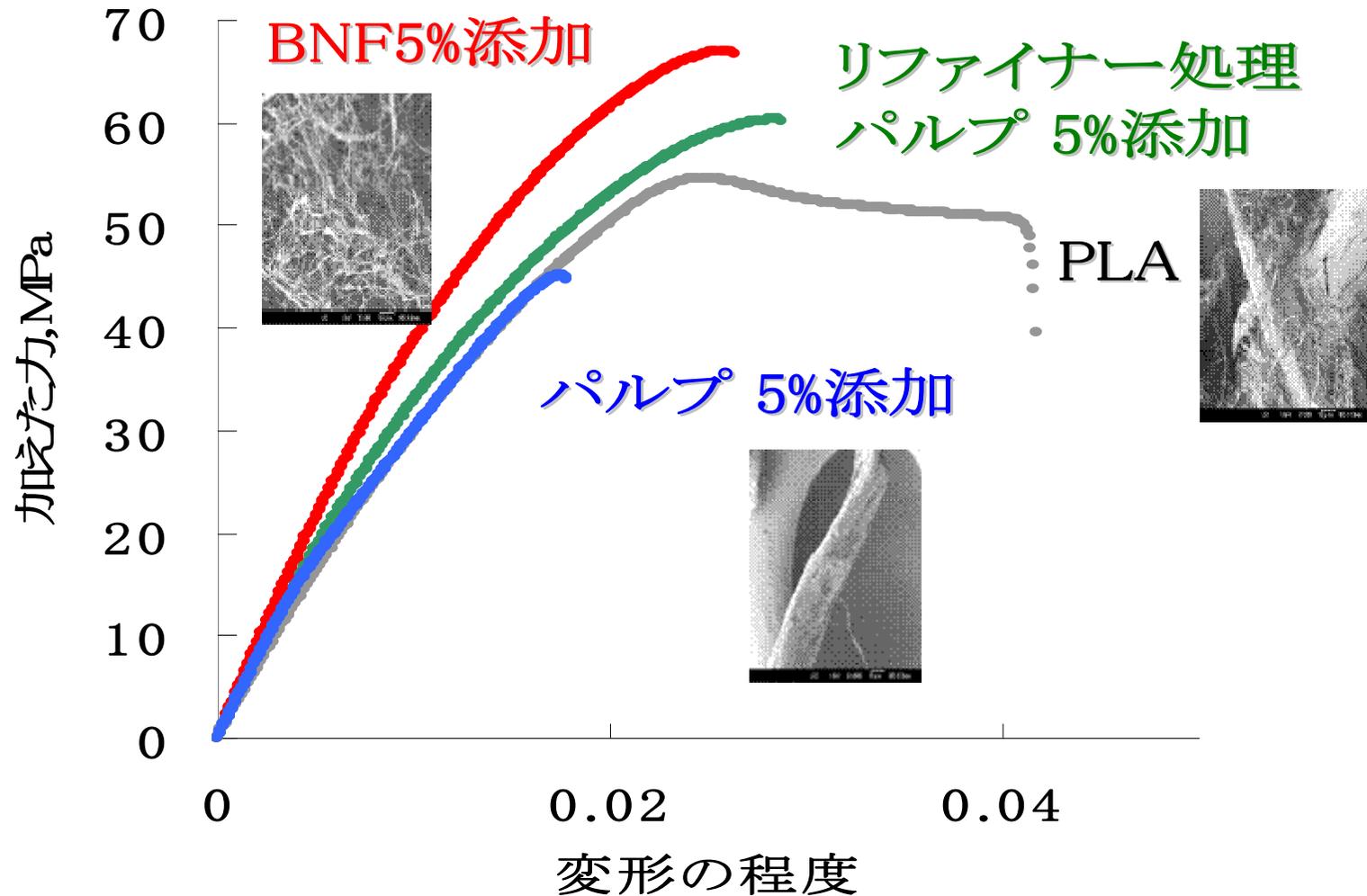
5%MFC添加で

40%up!

15%up!

矢野・高木, 2008

セルロースナノファイバーによる ポリ乳酸樹脂の補強(コンパウンド)



MFC添加量とコンポジットの機械的特性の関係

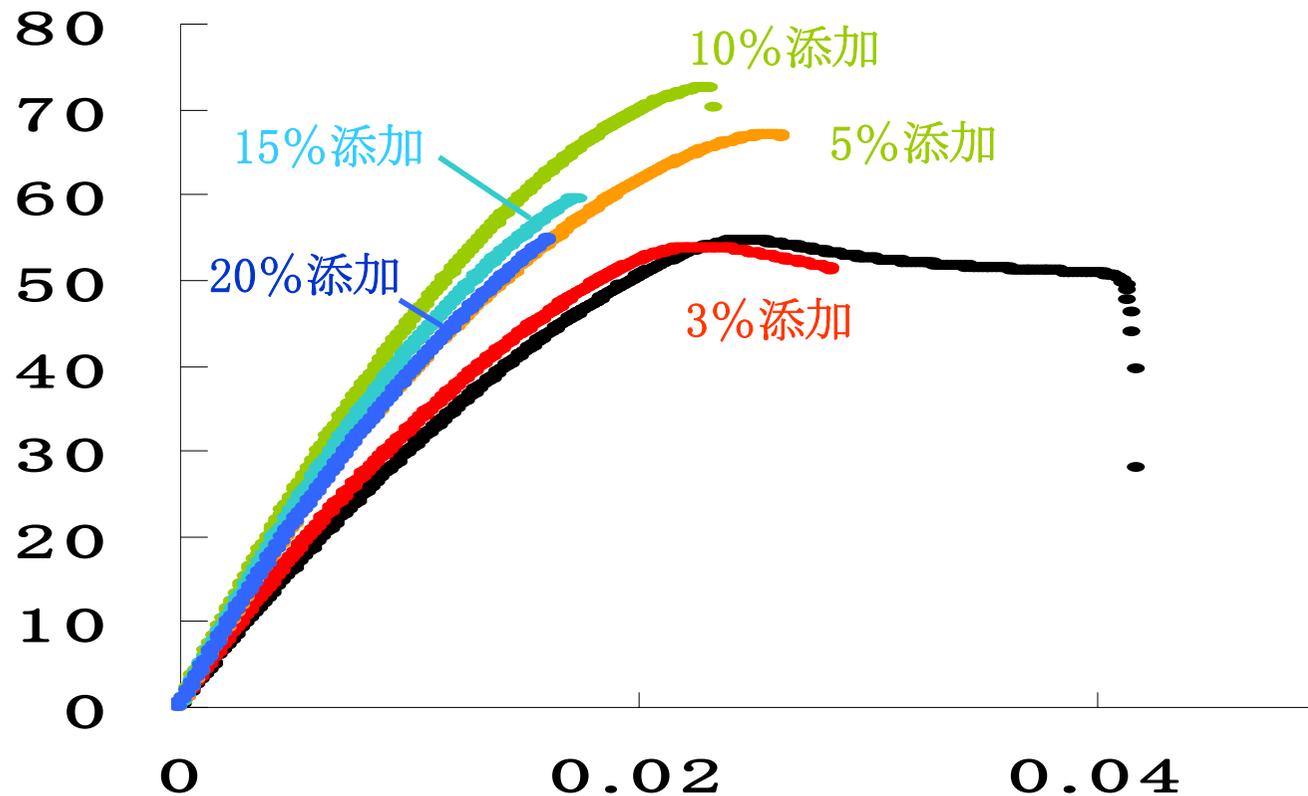


Fig. MFC添加量と機械特性

	PLA	3%	5%	10%	15%	20%
ヤング率 (GPa)	3.4	3.5	4.3	4.7	4.5	4.6
引張強度 (MPa)	56	53	66	69	59	61

MFC添加量とコンポジットの熱的挙動

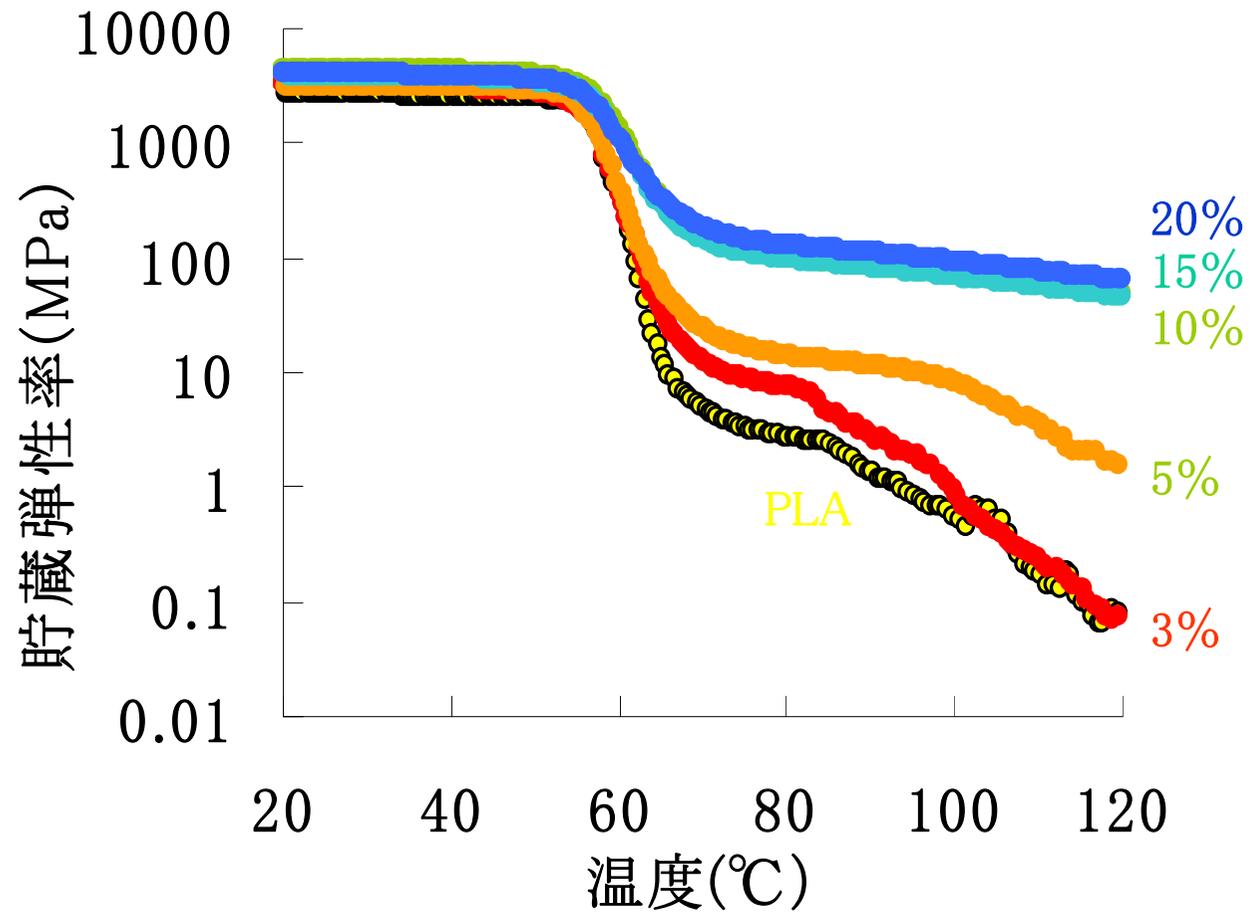


Fig. コンポジットの繊維量と貯蔵弾性率の温度依存性

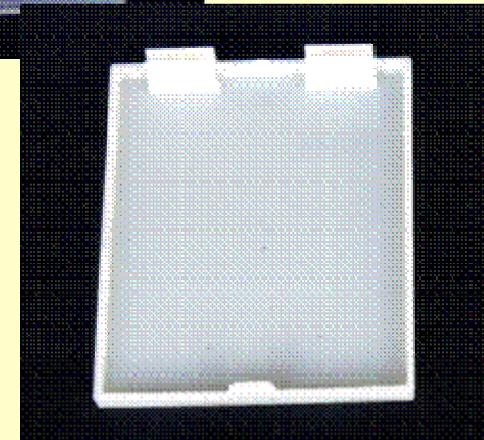
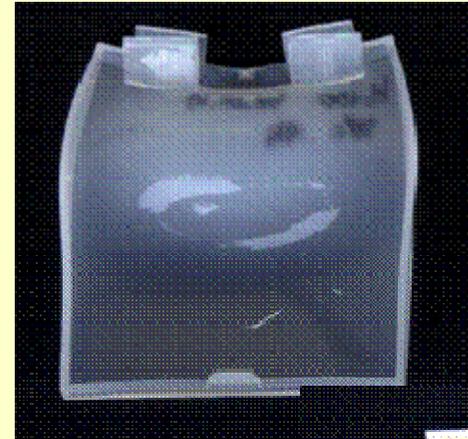
10%のMFC添加により高温域の弾性率がおよそ2オーダー向上

H17-18年度 地域新生コンソーシアム開発技術

BNF強化ポリ乳酸樹脂射出成型体

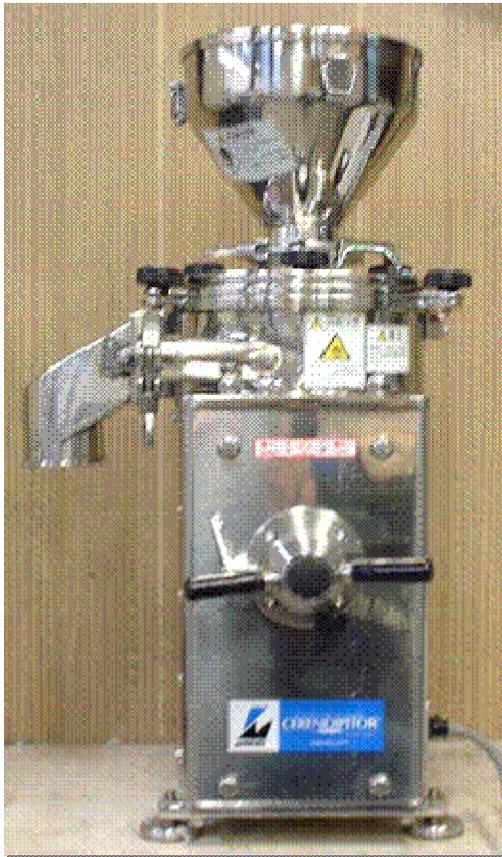


(京都市産技研、三菱化学、松下電工)



110度で加熱後の射出成型体。無添加ポリ乳酸樹脂成型体(上)は大きく変形。
BNF強化で変形が抑制(下)。

グラインダー

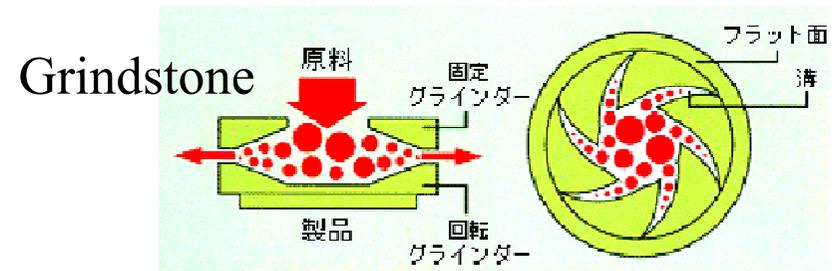


グラインダー



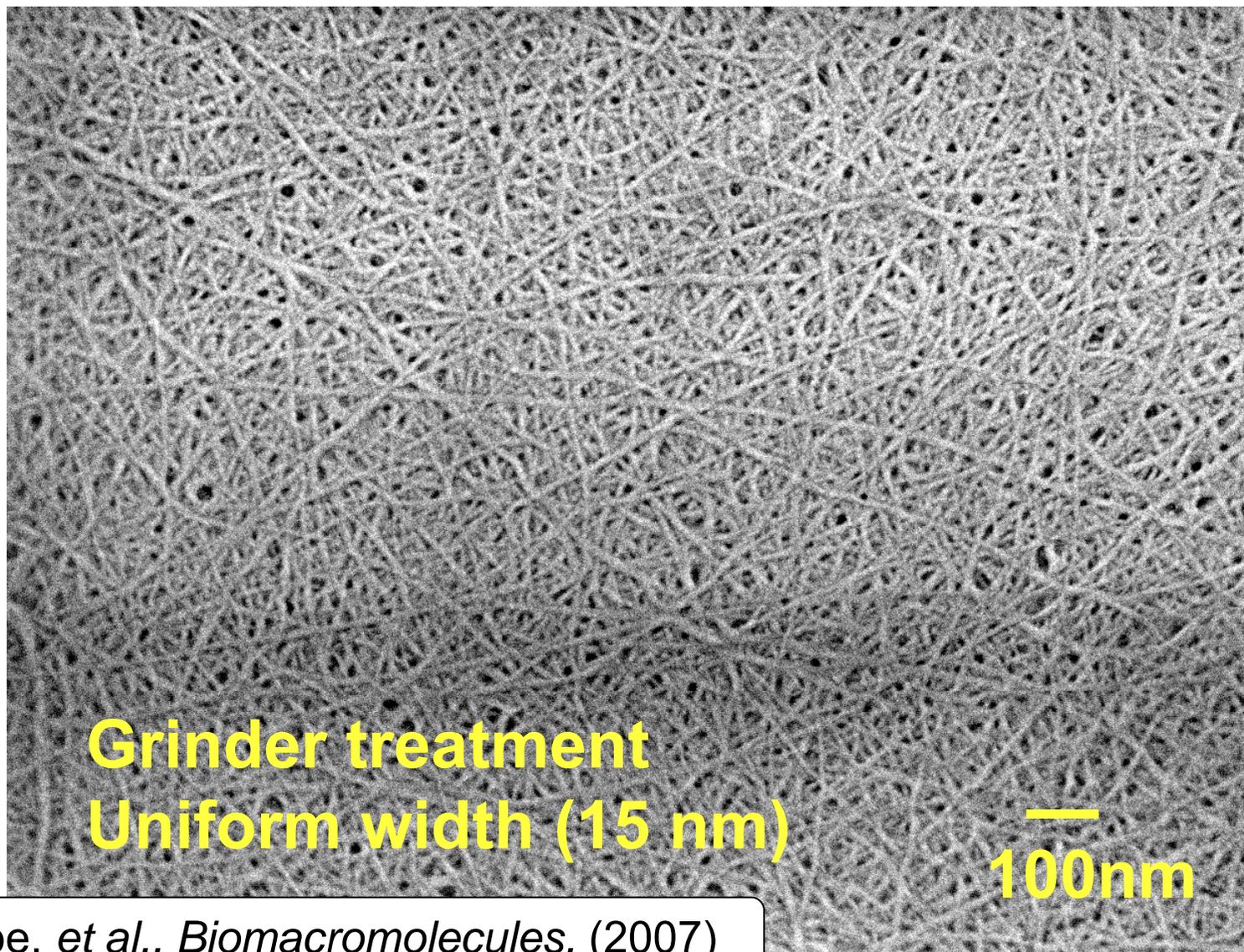
砥石

↓
2% Pulp Slurry

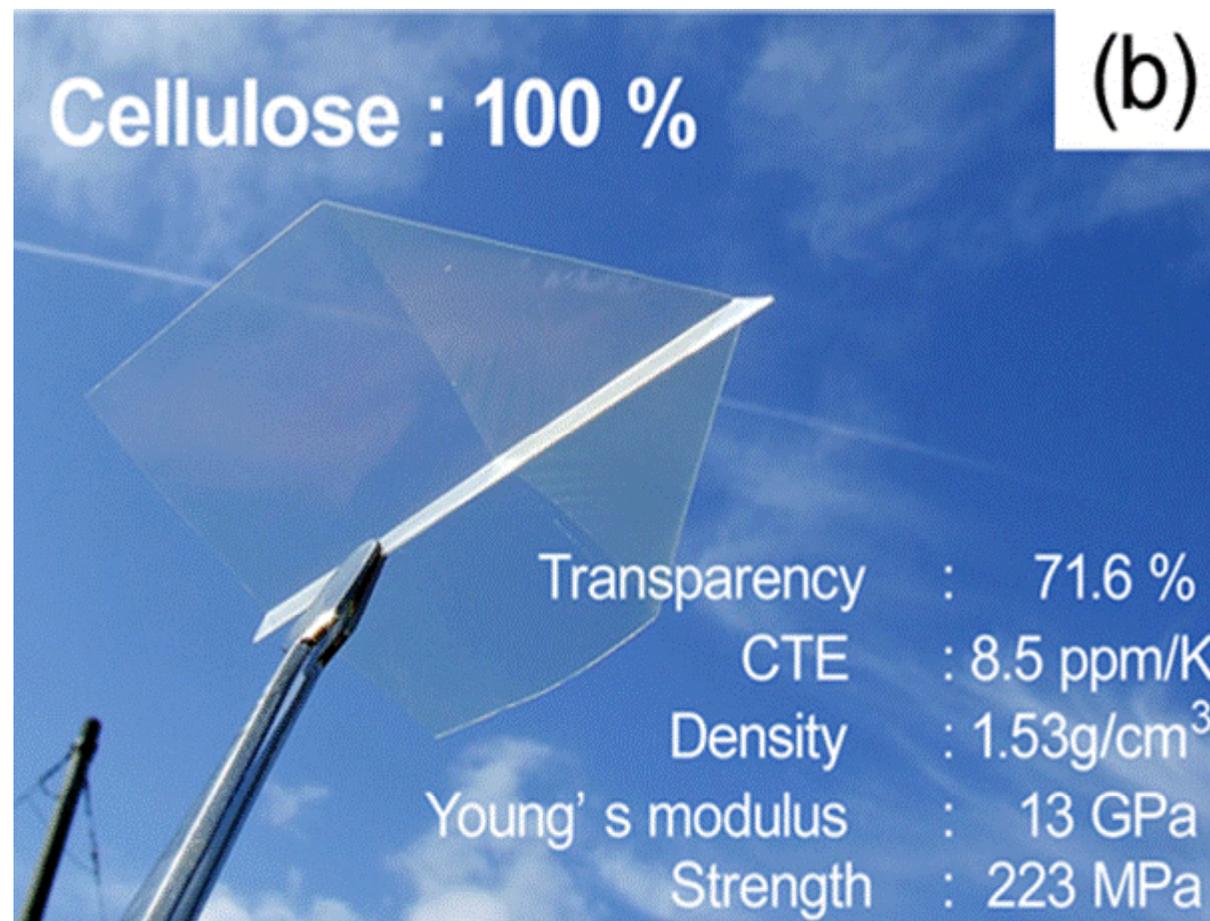


T.Taniguchi, K.Okamura, Polymer Int., 47(3), 291(1998).

Nanofibers extracted from wood cell wall

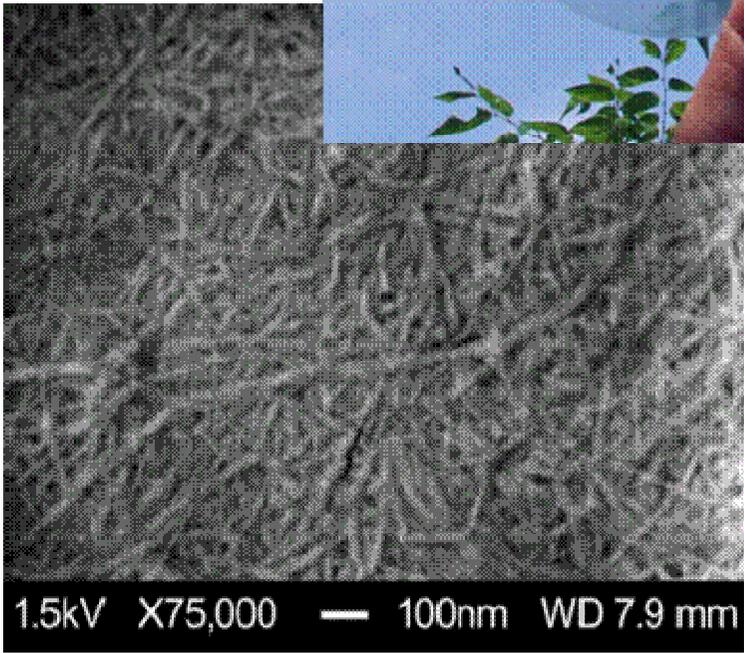
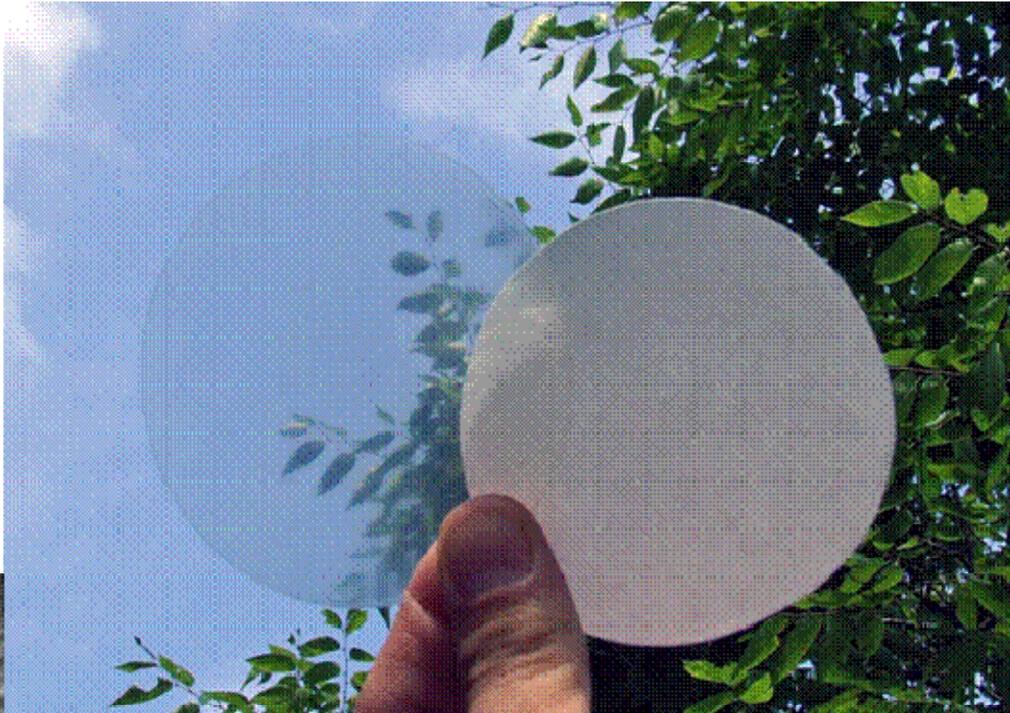


折り畳める低熱膨張透明材料

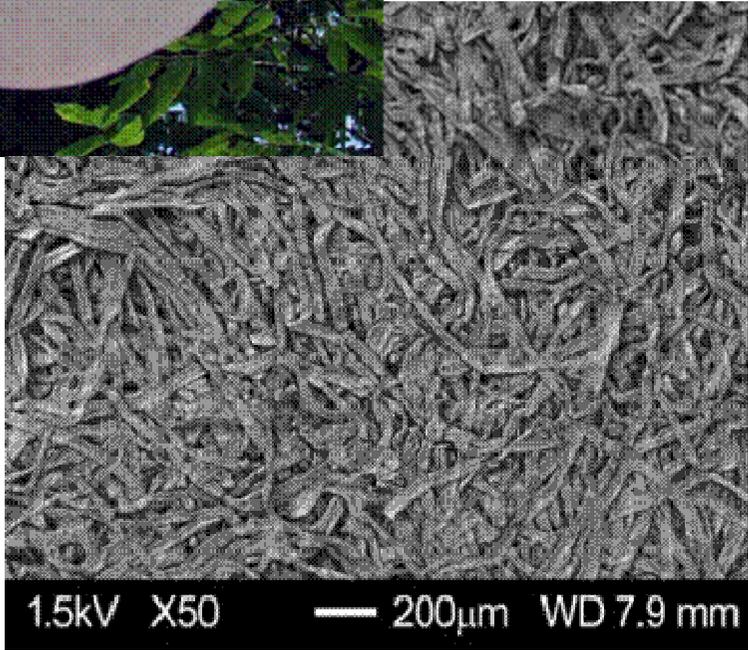


100%セルロースナノファイバー材料

M.Nogi, et al., *Advanced Materials*,2009



21世紀の紙



20世紀の紙

能木・矢野、2008

利用可能な世界の植物資源量 (Rowell, 1998)

植物資源	利用可能量 (百万トン/年)
木材	1750 (17.5億トン)
ワラ (麦、稲、他)	1145
茎 (トウモロコシ、綿花、他)	970
砂糖キビ バガス	75
アシ・葦	30
竹	30
綿	15
ジュート、ケナフの茎芯部	8
ジュート、ケナフの茎繊維部	2.9
コットンリントー	1
葉脈繊維 (サイザル、アバカ)	5

天然ゴム: 9百万トン/年



石油系樹脂
1.5億トン/年

様々なバイオナノファイバー源

木材



稲ワラ



砂糖キビ



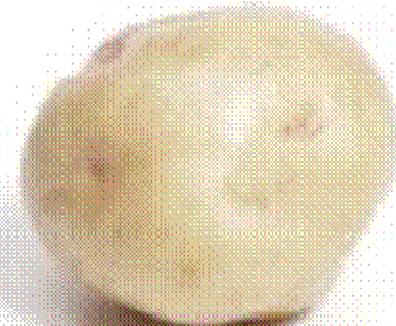
キャッサバ



砂糖ダイコン

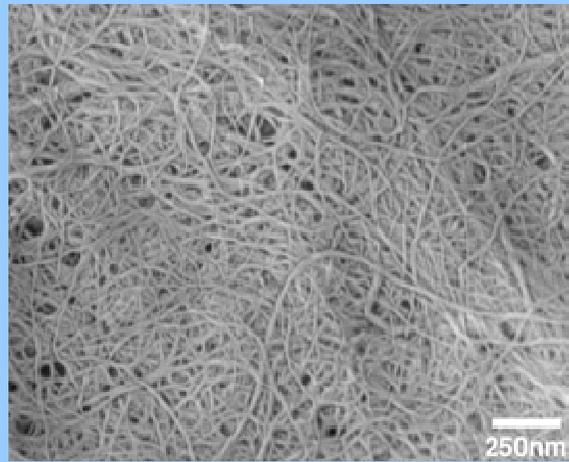


ジャガイモ

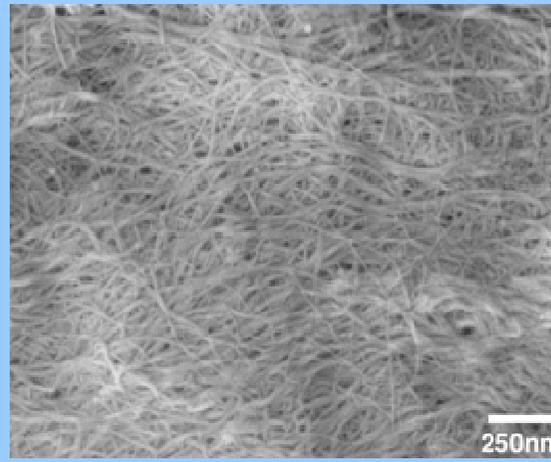


様々なバイオマスからのナノファイバー (K. Abe, 2007)

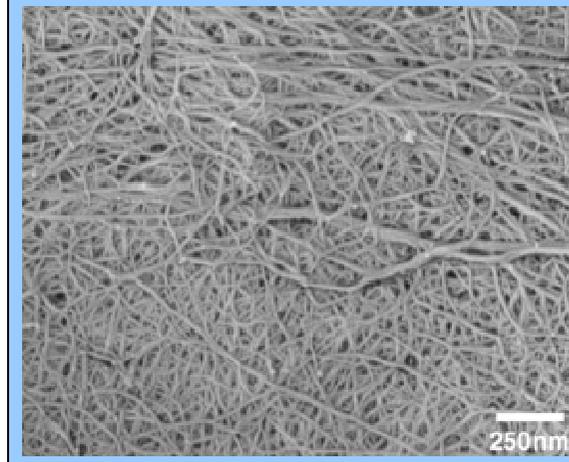
木材:ダグラスファー



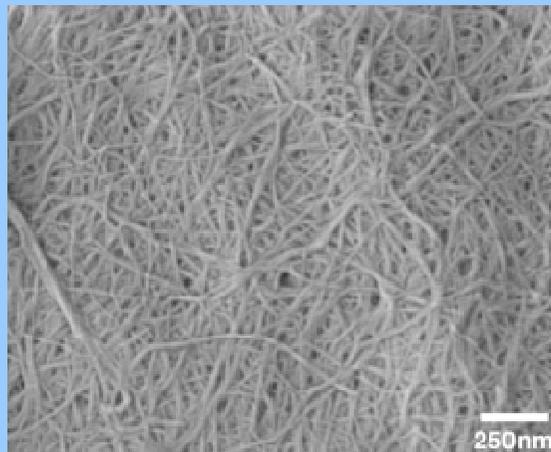
稲ワラ



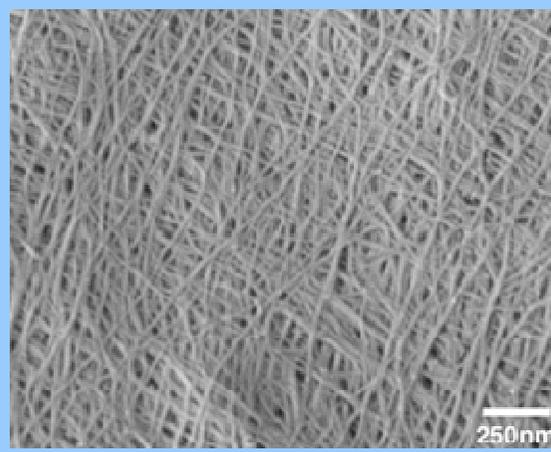
砂糖キビ絞りかす(バガス)



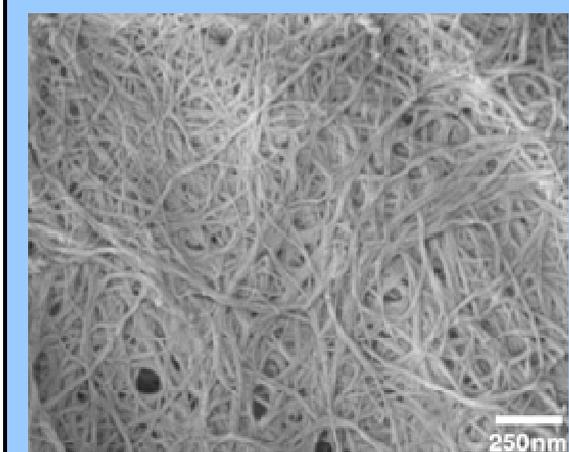
砂糖ダイコン絞りかす



キャッサバ絞りかす



ジャガイモ絞りかす



植物系ナノファイバー開発研究の動向

1998年 フランス、CERMAVグループ 世界で初めてセルロースナノファイバー強化材料を論文発表

2001年8月 京大・高強度バイオナノファイバー材料の開発

(2001.12 特許出願。2005.12 国内特許成立、2008.5 北米特許成立)

2003年7月 京大・安価なバイオナノファイバー製造技術開発(2008.4 特許成立)

2003年9月: セルロースナノコンポジットに関する研究動向調査委報告書

(Berglund教授、KTH)。抜粋:セルロースナノファイバーは高強度であり極めて魅力的な材料であるが、フランス、CERMAVグループの研究を除くとその複合材料に関する研究はわずか。

セルロースナノファイバー複合材料を研究するグループ数は全世界で10未満。

2003年12月:京大・植物系セルロースナノファイバーを用いた高強度複合材料

に関する研究を世界で始めて論文発表。

2004年:フィンランド、スウェーデンの共同プログラム「木質材料科学」

5年、2千万ユーロ、30億円)で「セルロースナノコンポジット」プロジェクトが始まる。

2005年2月:京大・世界で初めてフレキシブル低熱膨張透明材料に関する論文を発表

2005年3月:米国化学学会年次大会で特別セッション「セルロースナノコンポジット」を開催

2005年7月:第16回世界植物会議で特別セッション「セルロースコンポジット」を開催。

講演6件の内5件がナノコンポジットに関する研究。

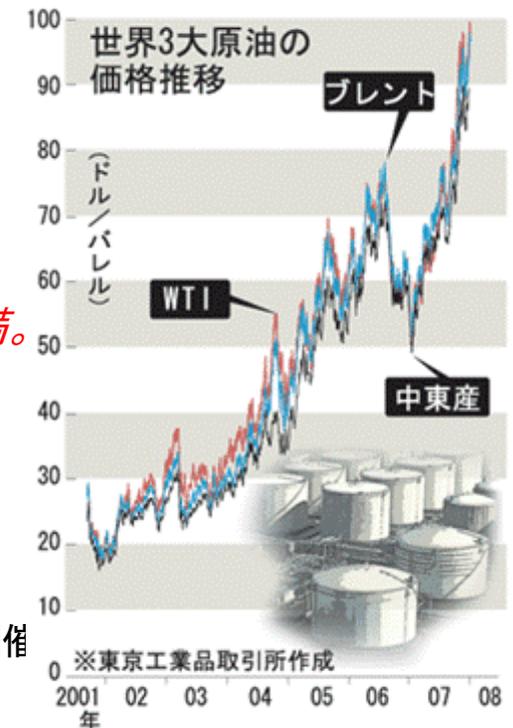
バイオナノファイバー研究グループが全世界で2003年の10未満から30程度にまで急増。

2005年9月:スウェーデン紙パルプ研究所が中心となりヨーロッパの紙・パルプ産業、木材産業に向けた

ロードマップ「A nanotechnology roadmap for the forest products industry: NANOFORREST」をまとめる。医療用、自動車、電子材料等への用途展開に向け、セルロースナノファイバー製造、化学修飾、構造化に関する早急なプロジェクト推進を提言。

2005年9月:京大・バイオナノファイバー強化ポリ乳酸樹脂材料の実用化開発研究を京都市産技研および6企業と

共同で開始 (H17,18年度経済産業省地域新生コンソーシアムー2007年3月)



植物系ナノファイバー開発研究の動向

2006年4月: 北米紙パルプ技術協会主催で、林産物におけるナノテクノロジーに関する国際会議を米国、アトランタで開催。欧米の研究者が多数参加。

2006年8月: 米国化学会から書籍「セルロースナノコンポジット」を出版。

2006年8月－2007年3月 京大・バイオナノファイバーの製造と利用に関する欧米の研究動向調査を開始 (H18年度NEDO国際共同研究先導調査)

2006年秋: スウェーデン、Lulea大学にDepartment of wood and bionanocomposites (Oksman教授)が新設される。

2006年10月－2007年2月 ((財)化学技術戦略推進機構・勉強会)
30近い企業(製紙、化学、部材メーカー)が参加。変性バイオナノファイバーの製造および複合化技術開発への強い期待

2006年12月末までのバイオナノファイバー関連論文(バクテリアセルロースは除く)は82報。そのうち44報は2004年以降。

2007年5月: 米国農務省林産物研究所、北米林産物学会主催国際会議「Wood & Bionber Plastic」におけるオープニングセッションが「Nanocomposites」に。ナノファイバー、ナノコンポジット関連の研究発表は計15件。

2007年5月 総合科学技術会議: バイオナノファイバー供給基盤整備の加速度的推進がイノベーション25会議ロードマップ資料に明記。

2007年8月－2008年3月 京大・バイオナノファイバー原料としてのバイオマス資源調査を開始 (H19年度NEDO国際共同研究先導調査)

2007年9月－ 京大・「変性バイオナノファイバーの製造および複合化技術開発」を2研究機関と連携し開始 (NEDO大学発事業創出プロジェクト(H19～21))

2007年10月: **北米の研究グループが30以上に(カナダ、トロント大学、Sain教授)。**

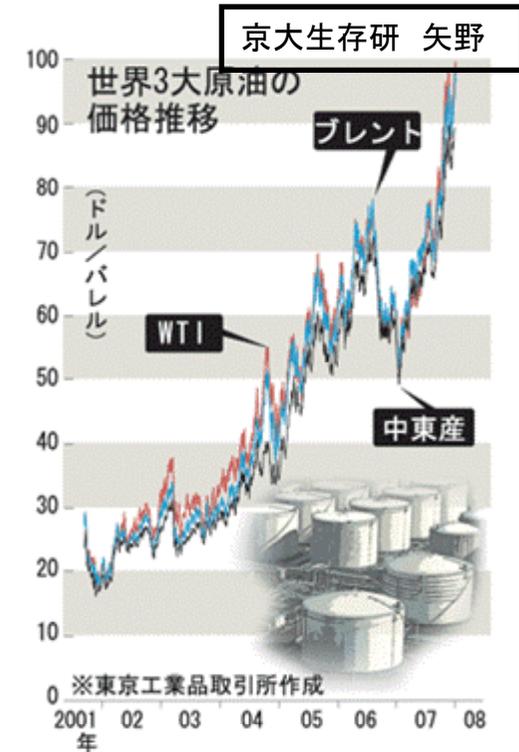
日本は5グループ(京大・矢野G, 東大・磯貝教授G, 同大・藤井教授G, 九大・近藤教授G, 阪大・宇山教授G)

2008年3月: フィンランドに産官学連携「ナノセルロース センター」開設(40人規模)。

2008年4月 京大・安価なナノファイバー製造技術に関する基本特許成立(京大生存研、関西TLO)

その他、京大生存研BNF関連出願特許: 24件

2008年10月 スウェーデンKTHを中心に10年、50億円のセルロース材料プロジェクト開始。



激化する世界のバイオナノファイバー・ナノウイスキー材料研究

植物系複合材料:WPC発展型

紙・パルプ発展型

マックギル大学 & ラバル大学: ナノセルロース開発センター **発足**

トロント大学グループ: 18億円予備研究を終え100億円PJ申請中。 **発足**

Wood Science Center KTH/Chalmers大学グループ(スウェーデン) **発足**: 50人、60億円

ナノセルロースセンター、VTT/TKK/UPMグループ、フィンランド) **発足**: 40人、50億円

米国林産物研究所: 所長トップダウンPJ ? 億円

5月に訪問

メイン州立大学 AEW Center: 5億円予備研究を終え50億円PJ申請中

CERMAVグループ(フランス) 基礎研究

東京大学グループ(磯貝教授)

ノースキャロライナ州立大、ミシガン州立大、テネシー州立大、オレゴン州立大、等

九州大学グループ(近藤教授)

京都大学グループ

世界の動向・日本の強み: 3-5年が勝負

- ・基礎研究はフランス、日本がリード。しかし、研究体制は北欧。それを北米がナノセルロース微結晶を中心に急迫。オーストラリアは国研が調査研究を開始。
- ・日本には製紙産業、化学産業に加え、垂直連携可能な自動車産業・IT産業・繊維産業がある。環境材料・技術としてこれらの産業基盤をBNF材料で補強できる。

セルロース発展型

H18,H19年度NEDO国際共同研究先導調査より

NEDO海外レポート NO.1016, 2008.2.6 【環境特集】バイオ材料 バイオプラスチック 自動車向けバイオ材料開発に向けた取組(カナダ)より

カナダの人口の約3分の1が居住するオンタリオ州(州都トロント)で自動車向けバイオ材料開発に向けた活動が進んでいる。州政府の支援を受けたバイオ・オート・カウンスルがバイオ材料の商業化を目指し、研究開発援助や情報提供に加え、製造者と生産者をつなぐ役割を果たしている。これらの取り組みを通して、2015年までにバイオ材料市場の世界シェア25%を確保するのが狙いだ。

1. 15年までにバイオ材料市場世界シェア25%を目指す

現在、1台の自動車には約150kgのプラスチック材料が利用されているという。これらのプラスチック素材を在来石油系素材から再生可能素材に転換することで、化石燃料使用抑制を通じた環境負荷軽減、車体軽量化を通じた燃費の向上につなげようと、日本を始め欧米では再生可能素材であるバイオ材料の開発を目指し各社がしのぎを削っている。カナダでもこの市場に目をつけた活動が話題を呼んでいる。非営利団体バイオ・オート・カウンスルは、2015年までに自動車1台につき約100kgのバイオ材料を普及させることを目指し、各企業への研究開発援助、情報提供、政策提言などを精力的に行っている。同団体は、フォード・カナダ社1などの自動車メーカー、ならびにデュポン・カナダ社2などの製造業者とオンタリオ大豆生産者協会3などの生産者をつなぎ、自動車用のバイオ材料開発を発展させる触媒的役割を果たしているといえる。

カナダでの自動車生産市場は大きい。オンタリオ州における自動車生産台数は、2004年に米国ミシガン州を抜いて北米1位になった。2006年には同州の生産台数は北米の16%を占める約280万台に達しており、単純に1台150kgとして合算すると約42万トンのプラスチック材料が必要なことになる。同団体によると、もしカナダが自動車産業向けバイオ材料世界市場の25%のシェアが確保できれば、最終製品売上ベースで市場機会は約30億ドルにのぼるといえる。

2. 州内で進むバイオ材料の製造開発

オンタリオ州でバイオ材料として再生可能な供給原料(フィードストック)は、トウモロコシ、植物性油、セルロース系バイオマスなど多岐にわたる。その中でも大豆利用は、オンタリオ大豆生産者協会が会員になっているように、バイオ・オート・カウンスルが力を入れている分野といえる。ウッドブリッジ・グループ社4と穀物メジャーのカーギル社は、ポリウレタンベースのバイオ材料開発を既にプラント・スケールで始めている。通常のポリウレタン樹脂ではなく穀物メジャーのカーギル社によって製造された大豆ベースBioOH™と呼ばれるポリオール5は、ウッドブリッジ社が製造するウレタン素材BioForm™に利用されている。これらの製品は、シートなどの内装部品に既に利用されている。その他、北米内ではデュポン社がトウモロコシなどから製造するSorona® Polymerが有名だ。耐久性と発水性に優れた同ポリマーは2008年上半期からオンタリオで生産された商品が市場に投入される。このようにバイオ材料の普及は進みつつあり、既にメルセデスSクラスの車種はバイオ材料を約43kg含んでい

3. 商業化ファンドにより実用化へ加速

オンタリオ州政府は研究開発段階にあるバイオ材料シード技術の商業化を目的に、2007年3月にオンタリオ・バイオカー・イニシアティブを発表、オンタリオ・バイオ・オート・カウンシルに約600万ドルを投資すると発表した。自動車産業用に特化したバイオ材料の商業化と市場形成を目標として約500万ドルの資金が用意されており、a. 助成金、b. 融資(ゼロ金利、低金利)、c. aとbの組み合わせでプログラムに選ばれた企業に提供される。

プロジェクト毎にバイオ・オート・カウンシルが投資するのは全投資額の最大50%程度で、プログラム参加機関は少なくとも全投資額の25%を現金で、残りの資金を人件費、原材料、設備の提供など現物で提供しなければならない。

オンタリオ・バイオ・オート商業化ファンドの投資の1号は、高機能の繊維強化複合材料の商業化を目指すグリーン・コア・コンポジット社6である。トロント大学の研究者によって開発された基礎技術を基盤として製造されるGreen Inside™ ペレットは3つの利点がある。1) 再生可能資源であることに加え、2) 射出成形法など従来の成形法を利用した最終製品化が可能なこと、3) Green Inside™ 特性は従来の天然繊維強化樹脂(NFRP)7と比べて強度が大きいこと(表1参照)が挙げられる。

(出所)

○ オンタリオ州 http://www.mri.gov.on.ca/english/news/Agri030807_bd1.asp

○ バイオ・オート・カウンシル <http://www.bioautocouncil.com/>

○ デロジエ・オートモーティブ <http://www.desrosiers.ca/>

各社インタビュー

1 Ford Motor Company of Canada, Limited. 本社: オンタリオ州オークビル <http://www.ford.ca/2>
Dupont Canada <http://www>

2. dupont.com/DuPont_Home/en_CA/

3 Ontario Soybean rowers 本社: オンタリオ州ゲルフ <http://www.soybean.on.ca/>

4 Woodbridge Group 本社: オンタリオ州ミシサガ <http://www.woodbridgegroup.com/>

5 水酸基(-OH)を有する化合物。イソシアネートとの重付加反応によりポリウレタンを生成する。

6 Green Core Composites <http://www.greencorencfc.com/>

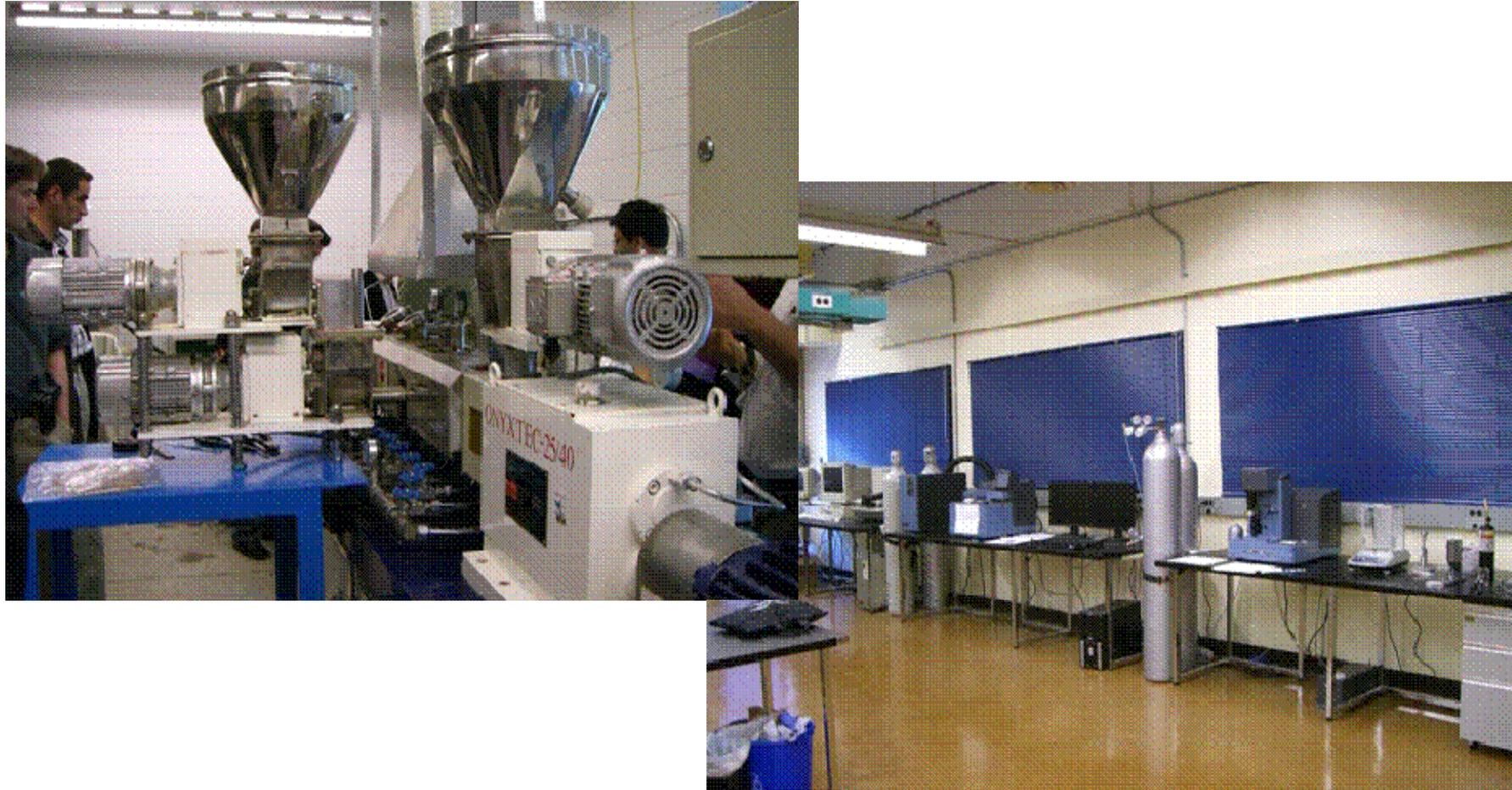
7 Natural Fiber Reinforced Plastics

バイオマテリアルセンター (トロント大学、Sain教授)



カナダ、オンタリオ州、トロント

バイオマテリアルセンター (トロント大学、Sain教授)



Centre for Biocomposites & Biomaterials Processing

2004－2006 スウェーデン／フィンランド共同 「セルロースナノ材料」プロジェクト

SP1: Nanofacility

Prof. Tom Lindström, STFI-Packforsk

SP2: Modified Surfaces and Their Characterisation

Prof. Janne Laine, HUT

SP3: Functional Fibre Coatings

Prof. Tom Lindström, STFI-Packforsk

SP4: High Performance Nanocomposites

Prof. Lars Berglund, KTH

SP5: Functional Materials

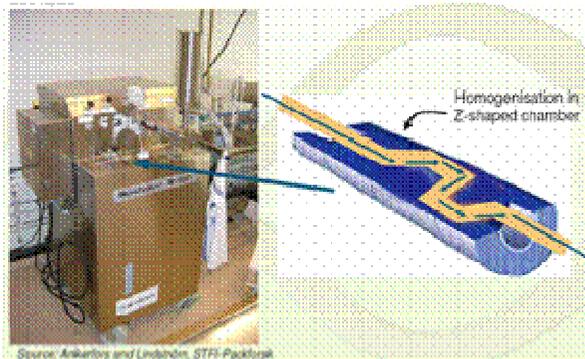
Prof. Olli Ikkala, HUT

SP6: Superhydrophobic Materials

Prof. Lars Wågberg, KTH

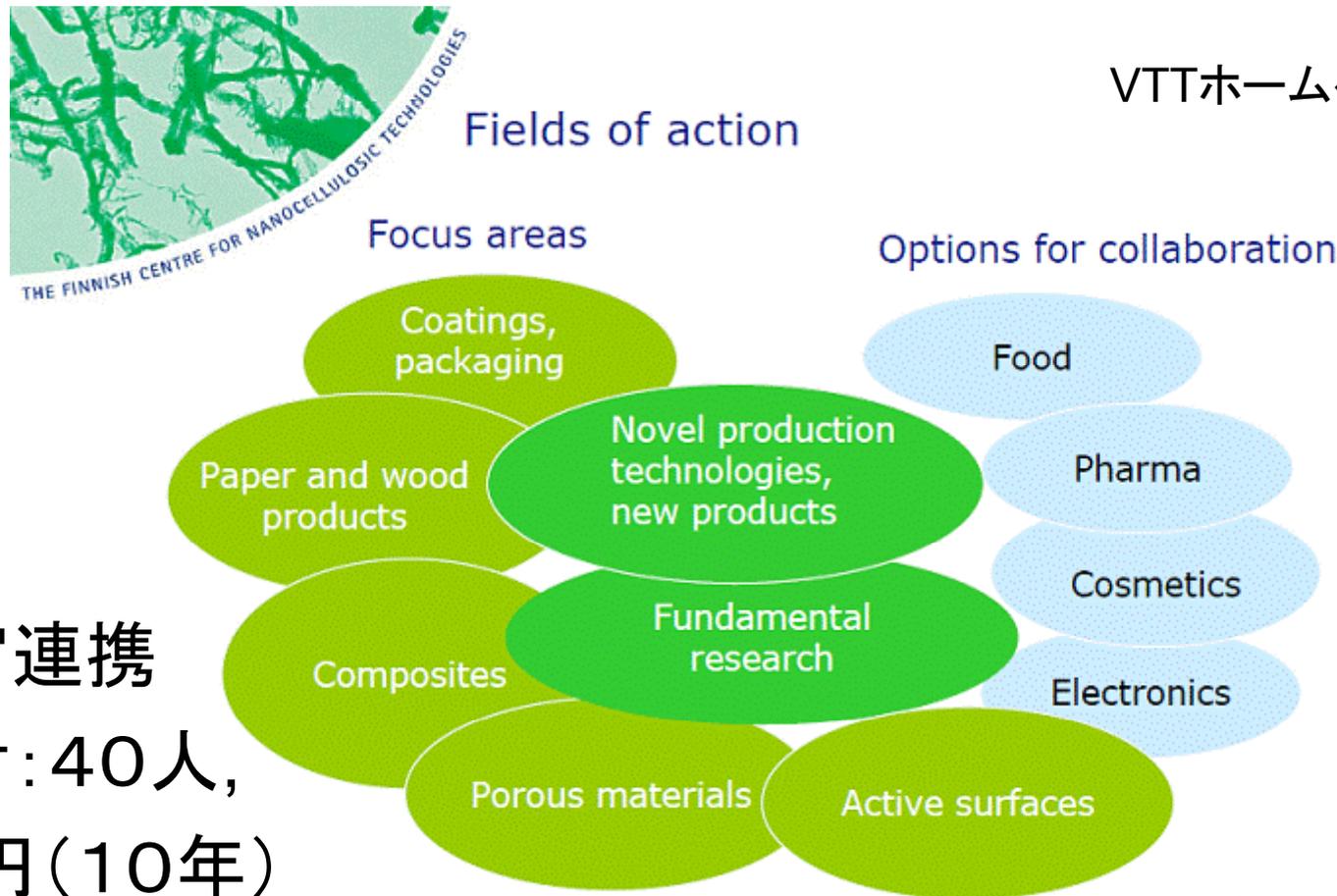
本プロジェクトは、スウェーデンとフィンランドが共同で行っている木質科学研究プログラム(2003年-2006年, 2千万ユーロ: 30億円)の中のプロジェクトである。研究期間は2004年1月～06年12月まで。予算は184万ユーロ(約2億8千万円)。

STFI-PackforskのTom Lindstrom教授がプロジェクトリーダーとなり、6つのサブプロジェクトから構成されている。すなわち、1) ナノ化装置、2) 表面修飾と構造評価、3) 機能化繊維コーティング、4) 高性能ナノコンポジット、5) 機能性材料、6) 超撥水性セルロース材料。



フィンランド ナノセルロース技術センター:2008.2月発足

VTTホームページ資料



産学官連携
研究者:40人,
60億円(10年)

14.02.2008

[VTT, Helsinki University of Technology and UPM to establish an internationally unique Finnish Centre for Nanocellulosic Technologies](#)

VTT Technical Research Centre of Finland, Helsinki University of Technology TKK and UPM have today established an internationally unique Finnish Centre for Nanocellulosic Technologies. It aims to create new applications for cellulose as a raw material, substance and end product. Cellulose-based nanofibres can be used to alter the structure of the material and create products that better correspond to future market needs.



スウェーデン王立工科大学 ウッドサイエンスセンター: 2009.2月発足



スウェーデンにおける
ナノセルロース材料開発の新拠点



産学連携 研究者:50人,
総額5000万ユーロ(60億円(10年))

プロジェクトリーダー:Lars Berglund教授

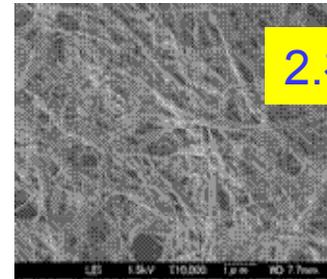
バイオテクノロジー、酵素科学、高分子精密合成、繊維科学、木材成分化学、複合材料科学を融合して、セルロースナノファイバーを骨格物質に、木材の形態変換による高機能新素材の開発を目指す。

NEDO大学発事業創出プロジェクト H19-(H21)

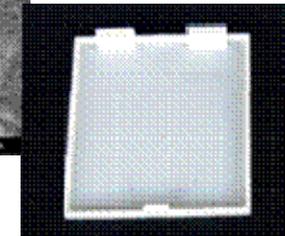
目的

バイオナノファイバー（BNF）に関する京都大学シーズ技術を用い、PP樹脂、ゴムおよび不飽和ポリエステル樹脂との複合化に優れた変性BNFの製造ならびにその複合化技術の実用化研究開発を行う。

1.変性BNFの製造

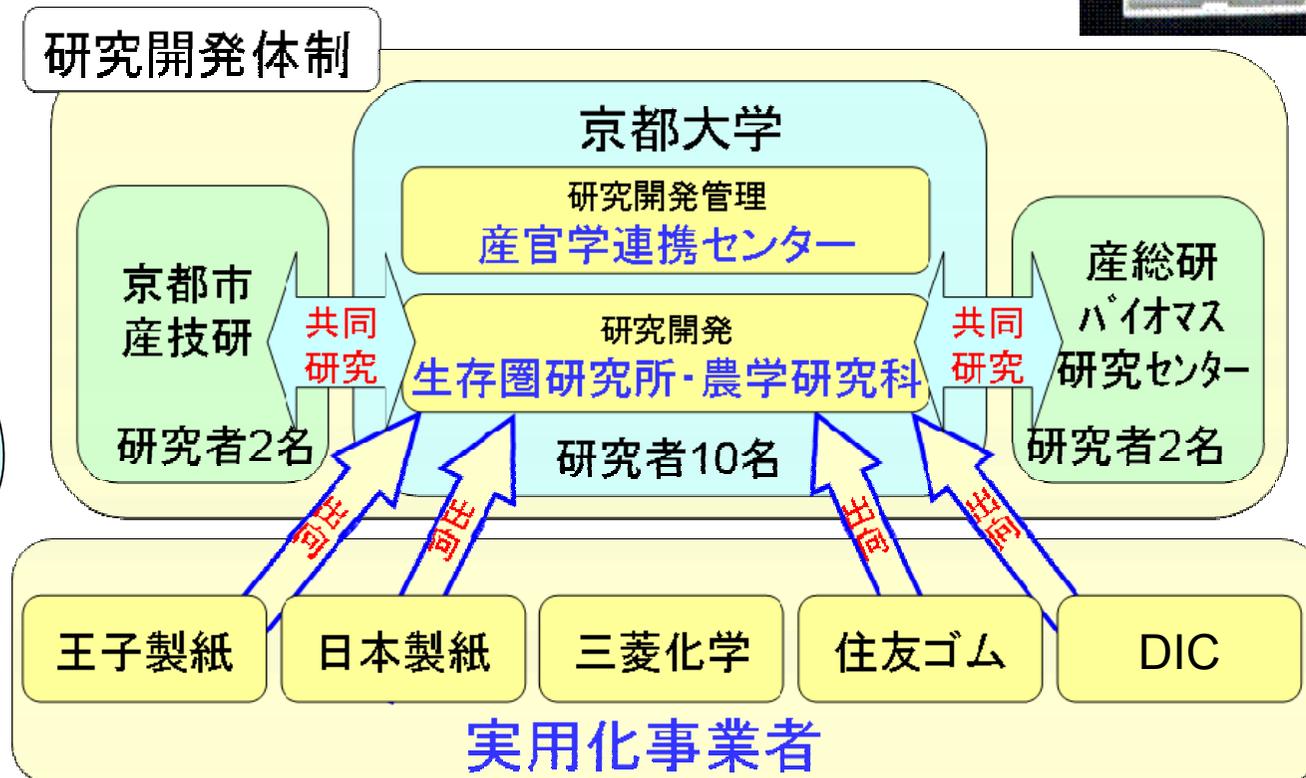


2.複合化技術の開発



体制

産官学
異業種
垂直連携



バイオナノマテリアル産業のイメージ ー植物繊維から金属並み強度ー

低炭素バイオマス資源に基づく新産業創出とCO2削減



20世紀型
化石資源依存産業

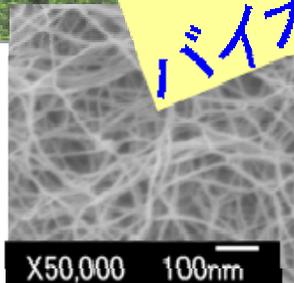
化学産業



紙・パルプ産業



21世紀型
バイオ資源依存産業



バイオナノマテリアル による未来材料

自動車



軽量で強いボディ材料。
燃費向上

家電品



耐衝撃に優れ、
リサイクル容易な筐体材料

建材



高強度でリサイクル可能な
建築材料

IT部品



高機能・高性能で
環境に優しいIT部材

包装・容器



ガスバリア性、耐衝撃性に優れ、
環境に優しい容器

エコイノベーション

イノベーション25

調査範囲

京大生存研 矢野

国際的競争力の向上

インパネから外装材

家電・住宅材料から普及

セルロースナノ材料化: 高強度・低熱膨張 300kg軽量化

易リサイクル

車体のバイオ複合材料化

適用範囲拡大

30kg軽量化

CO₂固定
カーボンニュートラル

車体のバイオ樹脂化

資源保証

+モジュール化コスト削減

車体の樹脂化

+歩行者保護

GFRP, CFRP



金属(高張力鋼、アルミ)

軽量化: 燃費向上・CO₂排出削減

環境・エネルギー・エレクトロニクス

未曾有の不況

自動車産業の体力強化

電気自動車
リチウム電池
水素電池
太陽電池

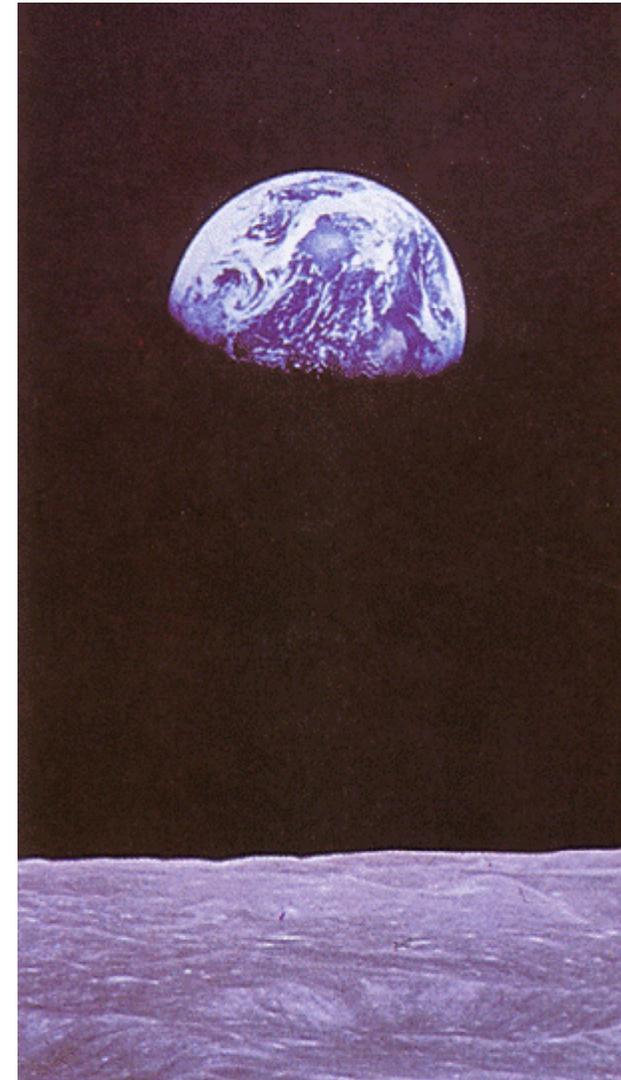
自動車

: 我が国の基盤産業: 500万人の雇用。

国内1200万台、海外1200万台。世界の総生産台数の30%におよぶ。

エコイノベーション: サステナブルバイオ20

温暖化ガスの大幅削減と持続性資源保証を目ざし、20年後にBNF添加率を全構造用プラスチックの20%にまで増やし、製品の高強度化、薄肉化を図り、製品重量を平均で20%低減する。プラスチックがバイオベースになることで、全構造用プラスチックの50%が植物資源ベースになる。その内の10%を自動車部材に期待。
(全構造用プラスチック: 国内生産量: 800万トン)



地球: 宇宙に浮かぶ孤島

參考資料

自動車用樹脂材料 富士キメラ総研レポート2008版

- 自動車の軽量化、環境対応、再商品化などを背景に樹脂および合成ゴムは重要度を増している。2007年度は1000万トン(世界)。但し、2009年度以降の状況は、全くの不明。
- その内、約60%が汎用樹脂(PE,PP,PVC,ABS,PMMA)
- 1000万トンの内、PPが40%:国内65万t, 世界415万t)。PPの用途はバンパー、インパネ、ドアトリム、エアコンハウジングなどの内装・外装部品。
- 次がPE。世界で74万t。大半はHDPE。用途は燃料タンクが主。一部、軽量化の点からPP,PEの発泡材料も使用され始めている。
- エンプラは世界で195万t。この45%はポリアミド(ナイロン)。金属部品の代替。エンプラで伸びているのはポリカ。エンプラは高耐熱性が多いので、これをバイオ系フィラーで補強するのは難しい？
- 熱硬化性樹脂は世界で143万t。この48%はポリウレタン。シートパット、クッション。フェノール樹脂は26%を占める。ブレーキ等の摩擦材として不可欠。不飽和ポリエステル樹脂は23%。ヘッドランプリフレクター(BMC)用途が主。最近はルーフやトランクリッドなどにも拡大。熱硬化性樹脂はリサイクル性の悪さから需要は微増。
- 外板の樹脂化は大きな壁。CFRPが検討されているが、安定供給、コスト、技術的課題？で数年内の採用は難しい。外板や窓の樹脂化のハードルは非常に高い。
- 内装品は外装品や機構品に比べ安全性を確保する高強度や高耐熱性が不要。インパネやドアトリムに使用されるPPが内装品樹脂の約60%を占める。今後樹脂化が進む部材として、シートのフレームがあるが、PPは現時点では信頼性や強度が不足。
- 東レはPPとPLAとのアロイ化を進めている。相溶化剤の開発？

車体材料の開発・加工技術 技術情報協会 2007

- フィラー含有率の高い樹脂材料のみがアルミと同等またはそれ以上の軽量化効果を持つ。しかし、樹脂はアルミに比べ、デザインの自由度、成型性、量産性、耐腐蝕性に優れ、コスト的に有利。
- フェンダー: 樹脂部材がヨーロッパで多くの車種に採用されている。鉄フェンダー(0.75t、2.3kg)に比べ、50%以上の軽量化効果。樹脂フェンダーは軽衝突では永久変形が発生せず、補修費を大幅に低減化。
- テールゲート: 剛性と強度が必要。手押し剛性、低熱膨張、耐衝撃性、耐熱(160°C・高温焼き付け)。ガラス長繊維入りPP材使用。トランクリッドもガラス長繊維入りPP材使用。
- ドアモジュール: シールド型モジュール。射出成型ベース板に機能部品を取り付け。ガラス長繊維入りPP材使用。
- IPセンターモジュール: オーディオ、カーナビ、エアコン、変速レバーをIPセンターに一体化。
- 塗装・焼き付け温度が樹脂選定の重要な要因。PPE/PA, PA/ABS。耐熱温度が低くても良い場合は、ガラス長繊維強化PP, PC/ABS。
- 窓ガラス: 天井、リアウインドウにPC。
- バンパー: PP、スポイラー: PP, ランプレンズ: PC, PMMA。
- 燃料タンク: 超高分子量PE。居住空間の改善。欧米8割に対して日本は2割に止まる。
- インテークマニホールド: インマニ。エンジンに空気を送り込むための分岐管。溶着性、耐熱性、耐油性。GF強化PA。
- エンジンカバー: エンジンの静音化、外観向上。PAか強化PP。
- フロントエンドモジュール: ラジエーターサポート、シュラウドパネル。ガラス長繊維強化PP。

自動車軽量材料の開発技術 CMC出版 2006

- 自動車の軽量化はこれからの燃費向上技術の本流。資源の節減の観点からも重要。
- CO2全排出量の21%は国内輸送部門から。
- 燃費削減:軽量化、空気抵抗削減、転がり抵抗削減、燃焼効率化、フリクションロスの削減。
- 10kgの軽量化は1%の燃費向上。
- 車格を維持して軽量化を進めるには、鋼鉄ではハイトン、アルミ板材、アルミ・マグネシウムダイキャスト。しかし、**モジュール化(部品統合)は樹脂にしか出来ない**。あるいはグレージングや**外板の樹脂化は非常に軽量化重量が大きい**。
- 樹脂はPPが主。全樹脂(8%)の半分がPP(2001年)。インパネ、バンパー、トリム類はほとんどがPP。インパネもPPEからPPに転換している。現状は？
- 燃料タンク:HDPE。欧米9割に対して日本は4-5割に止まる。
- PA:耐熱性、機械的特性、耐薬品性、成型性に優れる。自動車用エンブラとして需要が多い。PA6,PA66(吸水に難)。エアーインテクマニホールド、フロントエンドモジュール、シリンダーヘッドカバー。
- 外板:オンライン塗装は200°C。PA/PPEアロイ。フェンダー、バックドアアウター。フード、ルーフ、トランクリッドにはアルミやSMCを使用。

総合科学技術会議 イノベーション25

京大生存研 矢野

平成19年5月18日会議資料

⑤ 食料・飼料と競合しないバイオマス資源の総合利活用

①	プロジェクトの概要及び効果	森林資源をはじめ、資源作物、有機系廃棄物など、食料・飼料と競合しないバイオマス原料とした化石燃料代替燃料の開発を目指す。加えて、汎用化成品、 <u>セルロースナノファイバなどの繊維部材の量産技術の開発の視野に入れ、供給基盤を整備することによってバイオマス資源の総合利活用システムを構築する。</u>
②	必要性	<p>エネルギーの安定供給や地球環境問題へ対応するために、バイオマス資源を有効に活用していくことが重要である。京都議定書目標達成計画におけるバイオ燃料への置換 50 万 kl の導入（2010 年度）を達成するとともに、食料・飼料と競合しない木質系などのバイオマス資材の確保を行い、それを効率的にバイオマス燃料に変換していく技術開発が求められている。</p> <p>また、我が国では運輸エネルギーの石油依存度を 2030 年度までに 80% 程度にする目標や EU、米国では 2030 年までに原油依存率を 30% 削減する数値目標を掲げていることから、<u>バイオマス燃料の本格的導入とバイオマス由来の材料製造技術の開発が必要である。</u></p>

総合科学技術会議 イノベーション25

⑤ 食料・飼料と競合しないバイオマス資源の総合利活用

④	プロジェクトの 進め方	<p>今後、5年以内を目途に上記の要素技術開発を行う。5年目に、燃料生産の実証プラントを構築することにより、本プロジェクトによるシステムの実効性の検証を行う。また、バイオマス由来の材料が開発され次第、その普及に向けて上記対応策を実行していく。</p> <p>以上のバイオマス資源の総合利活用を図ることによって、生産コストの低減及び生産エネルギーの低減を図っていく。</p>
⑤	6年目以降の 進め方	<p>実証研究を通じて、各要素技術に関する高効率化とシステム設計を進捗させるとともに、引き続き生産コストの低減、製品の普及を図る。<u>2025年には一例として、バイオナノファイバコンポジット（BNFC）で補強されたバイオマス由来の材料でできたボディーで構成され、バイオ燃料で走行する自動車の開発を目指す。</u></p>

第3章 自動車用材料におけるバイオ材料適用に関する特許調査

第3章 自動車用材料におけるバイオ材料適用に関する特許調査

【調査事項】

自動車分野における天然材料の利用状況について調査した結果を集約した。また、解析した結果に加え、自動車分野と天然材料の利用について最近の動向も触れた。

【調査方針】

調査対象技術に関する特許を後述の検索式から検索し、書誌的事項を出力した。(約 1,800 件) 明細書の要約・請求項等から関連性があると思われる特許を選別し、全文明細書を用いて開示内容をチェックした。該当の特許に関しては、分類項目の記載の有無を評価シート(EXCEL)に記入、PDF 公報を添付した。

【調査対象】

日本公開特許

【利用データベース】

PATOLIS IV 調査期間： 1987 年 1 月 1 日～ (出願日)
検索実行日： 2009 年 1 月 19 日

A 検索

A1. 検索条件

1) 分類の選択

検索に使用した分類を以下にまとめる。分類とテーマとの関連度合いにより、掛け合わせるキーワードを変えた

◇自動車に関連する分類(自動車のキーワードを掛け合わせずに使用)

分類	定義
B60	車両一般(含む シート、インパネ、タイヤ、ボディ、ドア、バンパー)
B62	自動車;付随車(含む ボディ、ピラー)

◇自動車に一部関連する分類(自動車のキーワードを掛け合わせて使用)

分類	定義
A47C	いす
F01	機械または機関一般
F16	機械要素または単位;機械または装置の效果的機能を生じ維持するための一般的手段(含むブレーキ、サスペンション)

2) キーワード・統制語の選択

分類の絞り込み用に、以下のキーワード、統制語 (パトリス・フリーキーワード) を使用した。

◇自動車関連

統制語、全文、抄録	自動車 車両
-----------	--------

◇バイオ関連

統制語:	バイオ バイオマス 微生物 細菌 植物 とうもろこし 木質 天然 セルロース リグニン キチン キトサン 澱粉 竹 コットン 綿 ケナフ ジュート ラミー ココヤシ 麻 木粉 ポリ乳酸 PLA 天然ゴム
抄録:	バイオ バイオマス ビオマス 微生物 細菌 バクテリア 植物 とうもろこし トウモロコシ 木質 木材 天然 天然素材 セルロース リグニン キチン キトサン 澱粉 デンプン でんぷん 竹 バンブー コットン 綿 ケナフ ジュート ラミー ココヤシ ココやし ここやし 麻 木粉 木質粉 ポリ乳酸 PLA 天然ゴム 脱石油 非石油

A2. 検索式と検索結果

前記分類とキーワードから下記のとおり検索式を策定した。検索によるヒット件数をまとめる。調査対象集合は、集合 8 の 1826 件である。

集合	検索式	備考
S1	FI=(B60? OR B62?)	自動車に関連する分類
S2	FI=(A47C? OR F01? OR F16?) AND (WD=(自動車 OR 車両) OR AB=(自動車 OR 車両) OR FK=(自動車 OR 車両))	自動車に一部関連する分類
S3	S1 OR S2	自動車の集合
S4	FK=(バイオ OR バイオマス OR 微生物 OR 生物 OR 細菌 OR 植物 OR とうもろこし OR 木質 OR セルロース OR リグニン OR キチン OR キトサン OR 澱粉 OR 竹 OR コットン OR 綿 OR ケナフ OR ジュート OR ラミー OR ココヤシ OR 麻 OR 木粉 OR ポリ乳酸 OR PLA)	バイオの集合(統制語)
S5	AB=(バイオ OR バイオマス OR ビオマス OR 微生物 OR 細菌 OR バクテリア OR 植物 OR とうもろこし OR トウモロコシ OR 生物 OR 木質 OR 木材 OR 天然素材 OR セルロース OR リグニン OR キチン OR キトサン OR 澱粉 OR デンプン OR でんぷん OR 竹 OR バンブー OR コットン OR 綿 OR ケナフ OR ジュート OR ラミー OR ココヤシ OR ココやし OR ここやし OR 麻 OR 木粉 OR 木質粉 OR ポリ乳酸 OR PLA OR 脱石油 OR 非石油)	バイオの集合(抄録)
S6	S4 OR S5	バイオの集合
S7	S3 AND S6	自動車 × バイオ
S8	S7 AND AD>=19870101	出願が 1987 年以降

B 結果の解析

B1. 全体の傾向

特許明細書の要約・請求項等から本テーマに関連ある特許を選別し、その開示内容を評価シート(EXCEL)にまとめた。以下が評価基準とその付与件数である。なお、X 評価について本章の後半で評価シート一覧を示す。

◇評価基準

評価	内容	件数
X	関連性の高い案件	489
Y	一部関連性があると思われる案件	78
空欄	関連性なし	1,259
合計		1,826

評価シートのシートの分け方は以下の通りである。

◇評価シート各シートの内容

評価	内容	件数
Xランク	全Xランクの案件(母集合から抜粋)	489
Yランク	全Yランクの案件(母集合から抜粋)	78
Xランク上位7分野内容	Xランクの案件のうち、上位7用途の案件に対し整理したもの	258
母集合	全案件に対して、記載内容、評価を記入したもの	1,826

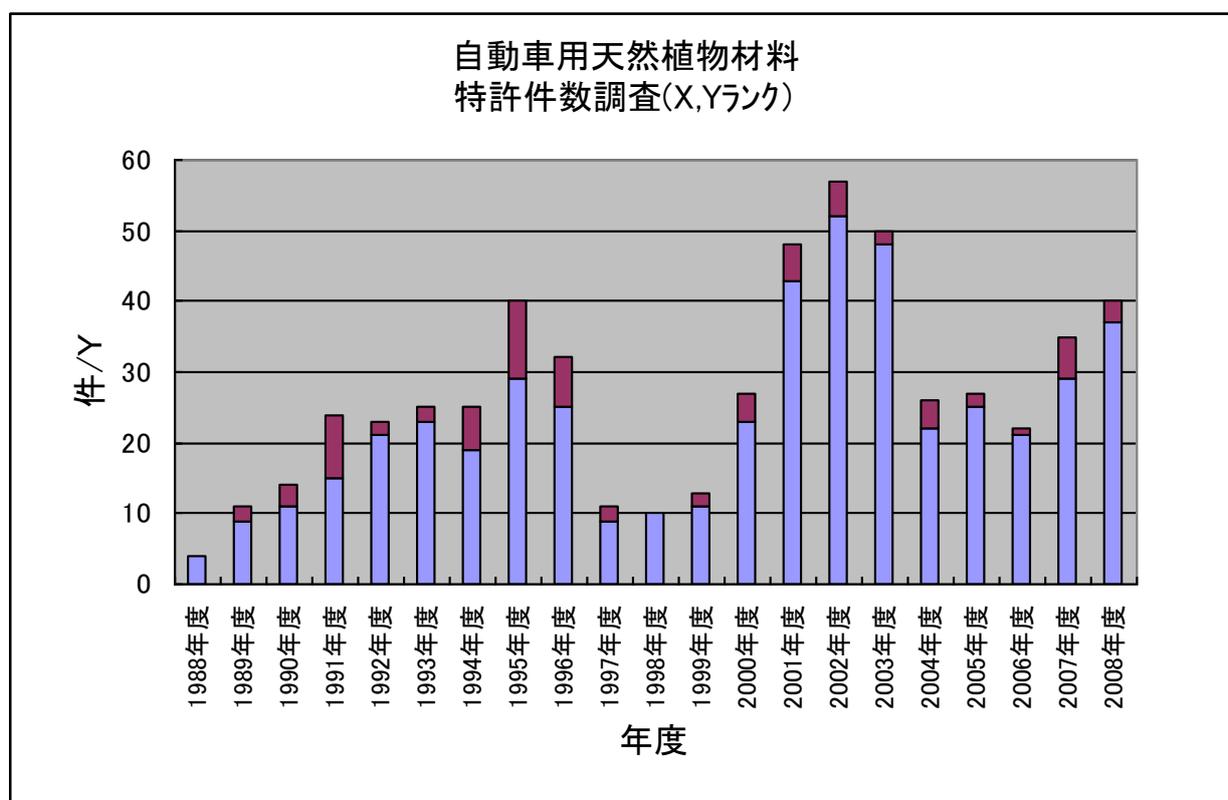
天然物質がどのような用途に適用されているかをカウントし以下に纏めた。(類似の用途は纏めてカウントした。) これらの結果は、広範な分野に展開されていることを裏付けるものである。

とりわけ、上位6分野である「タイヤ、摩擦材料、内装品、ゴム、シート、防音」及び「防音」と関連が深い「吸音」の計6分野に対して、個別に解析を行った。これらは分野では、天然素材の利用分野としてその比重は高い。事実、自動車各社においても実装に向けて開発研究が多く行われており、且つ、内装部分において一部実用になっているものもある。(後述)

用途(件数≥10件)	件数	用途(件数6-9件)	件数	用途(件数3-5件)	件数
タイヤ	63	積層	9	成型物	5
摩擦材	62	天井材	9	フィルタ	5
内装材	51	マット	9	化粧版	4
ゴム	27	ガス浄化	8	コード	4
シート	23	トリム	8	衝撃吸収	4
防音材	17	床材	8	断熱材	4
吸音	15	浄化材	7	合板	3
ベルト	15	繊維構造体	7	振動防止	3
クッション	10	パネル	6		

参考までに公開年度別特許件数の推移を示す。年度によって件数の凹凸があり特段の傾向はない。環境保全の動きや、共同研究の発足、推進などが特許件数の変化、動きに現れていると思われる。

年度	ランクX	ランクY	合計	年度	ランクX	ランクY	合計
1988年度	4	0	4	2003年度	48	2	50
1989年度	9	2	11	2004年度	22	4	26
1990年度	11	3	14	2005年度	25	2	27
1991年度	15	9	24	2006年度	21	1	22
1992年度	21	2	23	2007年度	29	6	35
1993年度	23	2	25	2008年度	37	3	40
1994年度	19	6	25	2000年度	23	4	27
1995年度	29	11	40	2001年度	43	5	48
1996年度	25	7	32	2002年度	52	5	57
1997年度	9	2	11	2003年度	48	2	50
1998年度	10	0	10	2004年度	22	4	26
1999年度	11	2	13	2005年度	25	2	27
2000年度	23	4	27	2006年度	21	1	22
2001年度	43	5	48	2007年度	29	6	35
2002年度	52	5	57	2008年度	37	3	40



B2. 分野別特記事項

前述の上位7分野の用途に関して、個別に解析を行った。

1) タイヤ分野 63件

件数的には最も多い分野であるが、この中で注目されるのは水、氷上での走行性向上、スベリ防止にかかわるものであり、天然植物材料が数多く提案されている。いくつかの例を下表に示す。胡桃のような硬度の高い材料からの粉体材料や、セルロース系繊維天然素材をタイヤに配合する方法がとられている。

出願人別に見ると、住友ゴムの10件、東洋ゴムの7件が注目される。このほか、横浜ゴムとオーツタイの各2件があり、横浜ゴムは最近になって氷上走行性改善に関する特許が再開されている。

これらの特許に用いられるスベリ止材料は、大きく分けて3つある。すなわち、植物の殻、デンプン系とセルロース系の粒子状物質である。各社の特徴についてみると、住友ゴムは竹繊維を含むセルロース系、東洋ゴムは植物果実の殻、竹炭などをスベリ防止材、走行安定材として添加するものである。タイヤにおけるスリップ防止のニーズが高いことが伺われる。

これ以外のタイヤ関連特許には、デンプンなどの生分解性材料を配合して、環境、軽量を意図したもの、強化材として用いるものなど多様である。

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材の内容	目的効果
51	2008-266498	タイヤ用ゴム組成物	13 横浜ゴム	バジルシード、チアシード	氷上走行性
127	2008-24792	冬用タイヤトレッド用ゴム組成物、及び冬用タイヤ	27 東洋ゴム工業	胡桃、椿、の殻、桃、梅などの果実の殻	氷上走行性
132	2008-7679	キャップトレッド用ゴム組成物およびそれを用いたキャップトレッドを有する空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業	キチン繊維	氷上走行性
133	2008-7678	キャップトレッド用ゴム組成物およびそれを用いたキャップトレッドを有する空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業	竹繊維	氷上走行性
144	2007-308594	トレッド用ゴム組成物およびスタッドレスタイヤ	28 住友ゴム工業	ペーパースラッジ炭	氷上走行性
225	2007-31521	トレッド用ゴム組成物及び空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業	種子の殻、果実の核、胡桃、椿等の種子の殻、桃、梅等の果実の殻	氷上安定性、磨耗性
247	2006-298215	空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業	竹炭粉末	氷上安定性
332	2005-344000	重荷重用スタッドレスタイヤ用トレッドゴム組成物および重荷重用スタッドレスタイヤ	27 東洋ゴム工業	椿などの種子の殻、あるいは桃、梅などの果実の核を粉砕	氷上安定性
378	2005-162865	ゴム組成物及び空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業	竹炭	氷上走行性
561	2003-192844	空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業	セルロース粒子	氷上性能
666	2002-211203	スタッドレスタイヤ	28 住友ゴム工業	水可溶性デンプン	操縦性
1354	平 07-278358	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業	クルミ、椿、桃、梅等の種子殻、皮革	氷上スベリ防止
1399	平 07-108804	氷雪路用タイヤ	28 住友ゴム工業	セルロース粉末	氷走行性
1495	平 05-194937	滑り止め材料	27 オーツタイヤ	セルロース等の粉末、木粉等	滑り止め
1506	平 05-287128	スタッドレスタイヤおよびタイヤ滑り止め装置用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業	種子の殻(胡桃、椿の実)、桃、梅の果実の核等。皮革等粒	スベリ防止

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材の内容	目的効果
1606	平 05-301501	タイヤ	28 住友ゴム工業	PHB、脂肪族カーボネート、微生物系ほか	安定性、すべり防止、グリーン材料
1644	平 04-110211	スタッドレス空気入りタイヤ	13 横浜ゴム	絹、麻、セルロース繊維	氷上走行性
1666	平 03-262707	スタッドレスタイヤ	28 住友ゴム工業	セルロース粉体配合	氷上走行性
1728	平 02-167353	ゴム組成物及びそれをトレッドに用いたタイヤ	28 住友ゴム工業	糊殻など	氷上走行性

2) 摩擦材料 62件

摩擦材料の多くはクラッチ、ブレーキなどのシュウ動部分に用いられる。摩擦特性を改良するための天然材料は一般的なセルロース系が最も多い材料であるが、これは単独で用いられることは少なく、さらに剛性のある充填材（アラミド、グラスファイバーなど）とともに用いる場合が多い。かかる点でセルロース系材料は特別とは思われないが、これ以外の天然植物材料のうち、カシューダスト、コルク、パルプなどが特記される。これらの例を以下の表に示す。

「カシューダスト、粒子」を用いる特許は、住友ゴム、日清紡績、アイシン化工、アライド シグナル INC、日立化成工業（株）；日本ブレーキ工業（株）、日産自動車（株）からのものである。同素材を配合することで、摩擦性能を向上させるものであるが同時に環境を意識したのものである。

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材の内容	目的効果
169	WO04/069954	摩擦材組成物及び摩擦材組成物を用いた摩擦材	13 日立化成工業（株）；13 日本ブレーキ工業（株）	カシューダスト	異音防止
409	2005- 48785	自動車用非石綿ブレーキライニング材	13 日立化成工業（株）；14 日産自動車（株）	カシューダスト粉末	摩擦特性
425	2004-346988	湿式ペーパー摩擦材	01 ダイナックス：（株）；13 本田技研工業（株）	セルロースパルプ	摩擦特性
428	2004-332830	高トルク容量湿式ペーパー摩擦材	01 ダイナックス：（株）；23 トヨタ自動車（株）	セルロースパルプ	摩擦特性
447	2004-231829	ポリアセタール樹脂組成物	13 東レ（株）	ポリ乳酸	環境負荷
601	2003- 90366	ディスクブレーキロータ	23 トヨタ自動車（株）	ポリ乳酸/摩擦面	さび防止、環境対策
647	2002-285143	摩擦材	11 曙ブレーキ中央技術研究所：（株）	木材パルプ	安価
663	2002-226835	ブレーキ摩擦材	13 日立製作所：（株）	ケナフ繊維	コスト低下
822	2000-219872	パーキングブレーキ用摩擦材	13 日清紡績（株）	セルロースパルプ/繊維基材	摩擦係数
1259	平 08-284991	摩擦材用組成物及び摩擦材	13 日清紡績（株）	カシューダスト	環境
1281	平 08-510003	多孔質銅粉で改良した摩擦材料	US アライド シグナル INC	セルロース、ラテックス、コルク、及びカシュー粒子	摩擦安定

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材の内容	目的効果
1380	平 07-197016	湿式摩擦材	13 エヌエスケー ワナー (株);13 信 越化学工業	パルプ、セルロース	耐熱耐久
1425	平 07- 18091	湿式摩擦材	23 アイシン化 工(株)	リンスターパルプ等	摩擦抵抗
1450	平 06-220426	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	カシュダスト	収縮減少
1467	平 06-173983	湿式摩擦材の製造方法	23 トヨタ自 動車(株)	紙	摩擦係数大
1488	平 06- 66335	湿式摩擦材及びその製造方法	23 トヨタ自 動車(株)	木材パルプ	安定した摩 擦係数
1641	平 04-123906	スタッドレスタイヤ	27 東洋ゴム工 業(株)	粒状牛皮など	冬季性能ア ップ
1755	平 02- 88643	無石綿摩擦材の製造方法	23 アイシン化 工(株)	レーヨン、カシュウダスト	走行性
1756	平 02- 86629	無石綿摩擦材の製造方法	23 アイシン化 工(株)	レーヨン、カシュウダスト	走行性
1773	平 01-288639	湿式摩擦材	23 アイシン化 工(株)	木材、リンスターパルプ	耐久性
1785	平 01-199027	摩擦材組成物	27 住友電気工 業	カシュウダスト、コルク	環境
1807	平 01- 12148	摩擦材組成物	27 住友電気工 業(株);23 デンソー;	セルロースパルプ/コルク/充 填剤	摩擦特性
1808	平 01- 12147	摩擦材組成物	23 デンソー:(株);23 デンソー:(株)	セルロースパルプ/補強用。コ ルク/充填剤	摩擦特性

3) 内装品 51件

内装品分野はその部品の種類が多くあるため、件数的には多い。この分野においては、ポリ乳酸を使用する文献が目立つ。ポリ乳酸が記載される特許を下記に示す。そのほか、天然植物性材料で「特殊」なものも含めてまとめる。

内装材の利用部位は、天井材、床マット、パネル、断熱材など多岐に及ぶ。(天井材は個別でも9件見られた。) これらの目的は、環境、軽量、低価格、天然物の特徴を発現(感触、審美性、ソフト感、吸音など)などである。

植物系天然物材料として記載される材料は、ポリ乳酸、植物性繊維(木材、竹、綿、麻、ケナフ、わら、紙など)であり、2002年商業生産が開始されたポリ乳酸も、東レ、トヨタ自動車を中心に自動車内装分野に開発研究している。ポリ乳酸の持つ欠点(例;耐衝撃性、結晶化時間など)をどのようにして改良するかが課題であろう。

企業別には東レ、トヨタで8件となっているが、実態は相当数の特許が出されている。(素材分野中心の調査で把握されていると思われるので省略する。)

○ポリ乳酸関連

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
30	2008-290691	自動車用内装材	40 大石産業 (株)	ポリ乳酸	再生可能
56	2008-248419	自動車内装材のための表面部材	27 ユニチカファイバー (株)	ポリ乳酸	耐熱、耐磨耗
98	2008- 57095	耐摩耗性に優れた内装材	13 東レ (株)	ポリ乳酸	リサイクル、環境
148	2007-277460	布帛の裏打層形成用樹脂組成物及び・・・自動車用内装材	27 住江織物 (株)	ポリ乳酸	環境
160	2007-230284	自動車内装材用表面部材	27 ユニチカファイバー (株)	ポリ乳酸	湿熱分解性
231	2006-346072	カーペット製造方法	23 トヨタ自動車 (株)	ポリ乳酸	生分解
256	2006-264436	自動車内装用部材	13 東レ (株)	天然繊維+ポリ乳酸	吸音、環境
338	2005- 47260	自動車用内装材	13 東レ (株);23 トヨタ紡織 (株)	ポリ乳酸	環境負荷
565	2003-201659	自動車内装材用基材	28 金井 宏彰	生分解樹脂(例;ポリ乳酸)併用	生分解性、消臭効果

○天然植物材料: 例 ケナフ、竹繊維など

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
490	2004- 58414	自動車用内装材	28 住化バイエルウレタン (株)	植物繊維 (例;麻、亜麻、黄麻、サイザル麻、木材、ケナフ)、動物繊維(羊毛等)	それぞれ物性を生かす
512	2003- 48264	繊維構造体	13 東レ (株)	獣毛、絹、竹、桐、月桃、熊笹、茶、セルロース系天然繊維	陰イオン発生
515	2003-305789	成形内装材及びその製造方法	34 三和工業 (株)	麻材、ケナフ、木質繊維、サポテン繊維、サトウキビ繊維	環境対策
659	2002-240647	自動車用内装材	23 豊田合成 (株)	竹繊維/麻繊維	騒音防止
668	2002-210856	内装材料	23 名古屋油化 (株)	パルプ、木綿、羊毛、ヤシ繊維、麻繊維、竹繊維、ケナフ繊維	成型性、防音性
725	2002- 67202	樹脂積層体および自動車用内装材	13 出光テクノファイン (株)	シルク、セルロース、コラーゲン、ウール、ケラチン、麻、綿、キチン、キトサン、ペタイン、卵殻膜	感触、吸湿、放湿
758	2001- 55640	ポリフェニレンサルファイドよりなる繊維資材および衣料	13 東レ (株)	木綿繊維、羊毛繊維と併用	保温性
760	2001-335701	自動車関連部品	22 エルプ:(株)	カテキン類、サポニン類、茶葉粉末、茶葉抽出物、タンニン、キチンなど	消臭抗菌
830	2001-122046	自動車用内装材	13 住友化学 (株);13 住化プラステック	麻繊維	低膨張
842	2001- 71310	自動車内装部品用シート部材	13 早船 康二	竹繊維	環境にやさしい
852	2001- 47544	サンドウイツチ構造を有する自動車内装材の製造方法	28 住化バイエルウレタン (株)	麻、ケナフ、サイザル繊維、竹繊維、木質繊維粉砕物	軽量

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
879	2000- 33839	ソフトタッチ発泡層を有する車両内装トリム構成要素の製造方法	13 児玉化学工業 (株)	麻、ケナフ...	ソフト感、環境対策
995	平 11-263169	内装基材	14 ジョンソン コントロールズ オートモーティブ システムズ (株)	竹繊維、麻繊維、ヤシ繊維、パルプ、木片等の木質繊維、木綿等	剛性
1027	平 11-188807	内装材およびその製造方法	23 イノアツクコーポレーション:(株)	ジュート(黄麻)、ケナフ(洋麻)、ラミー、ヘンプ(麻)、サイザル麻、竹等	環境
1068	平 11- 48877	自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	麻繊維	軽量
1145	平 10- 58613	熱成形用複合シート材料並びに自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	木材粉/充填材	衝撃吸収
1280	平 08-187810	自動車用内装品の芯材	23 アラコ (株)	木質繊維	軽量、通気性
1327	平 08- 20291	自動車用内装基材	23 林技術研究所:(株)	綿、ジュート	環境
1346	平 07-315103	自動車用カーペット	27 東亜紡織 (株)	羊毛	塵埃低下
1389	平 07-179614	車輻用内装材	13 プリヂストーン (株)	澱粉、糖質	防音振動吸収
1426	平 07-137150	自動車用内装成形材及びその製造方法	14 エステートルース(有)	パーム、ココナッツ、麻	軽量剛性安価
1573	平 05- 42824	自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	木粉	感触
1605	平 04-303635	成形天井材	13 日本特殊塗料 (株)	紙	防汚
1732	平 02-189251	木質系成形天井	23 トヨタ自動車	木材	吸音性
1797	平 01- 72836	自動車内装材用芯材	23 豊和繊維工業 (株)	靱皮、葉茎、果実	軽量

4) ゴム 27件

ゴムへの充填材として用いられる天然材料はセルロース系が中心であるが、これ以外の天然物として、微細なデンプン、米粉、胡桃、椿等の種子の殻または桃、梅等の果実の核の粉砕物、おが屑、落花生殻、わら、などを添加し、それぞれの機能を発現させている。1) のタイヤ分野と重複するような、氷上走行性をあげるものもある。この分野の27件を示す。

住友ゴム(デンプン、セルロース系)、東洋ゴム(くるみ、梅、桃など植物硬質素材の粉砕物中心)といったゴムメーカーからの出願が目立つ。当然ながら、タイヤの項と重複するものもある。

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
194	2007-126524	タイヤ用ゴム組成物の製造方法	27 東洋ゴム工業(株)	竹炭粉末	氷上安定性
218	2007- 56137	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	デンプン	転がり摩擦
238	2006-328109	ゴム/澱粉マスターバッチの製造方法及びそれを配合したゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	デンプン	ウェット走行性、耐摩耗性
269	2006-199832	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	胡桃、椿等の種子の殻または桃、梅等の果実の核	走行安定性
379	2005-154586	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	デンプン	氷上走行性
386	2005-133025	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	澱粉およびセルロース	耐摩耗性

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
403	2005-75856	タイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	微粉末セルロース繊維	低発熱、剛性
451	2004-524403	強化充填剤としてデンブン／スチレンブタジエンゴムコポリマーを含有する加硫可能なエラストマー組成物	US ブリヂストン ファイヤーストーン ノースアメリカン タイヤ エルエルシー	デンブン	加工性
458	2004-204158	ゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	粉末状セルロース	転がり抵抗
462	2003-231118	表面に凹凸化処理を施した粉ゴム、これを用いたゴム組成物及びタイヤ	13 ブリヂストン(株)	微生物で分解粉ゴム	耐摩耗性
521	2003-292679	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	澱粉	氷上安定
566	2003-192843	スタッドレスタイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	米穀のもみ殻、セルロース粉	氷上性能
567	2003-192832	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	ゴムに澱粉配合	転がり抵抗減少
608	2003-64222	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	レーヨン、アセテート、キャプラ	石油代替エコ
636	2002-338736	タイヤトレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	植物セルロース粉体	氷上グリップ
655	2002-249619	スタッドレスタイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	古紙配合	氷上安定性
829	2001-123017	タイヤ用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	胡桃の殻の粉碎物	氷上走行性
836	2000-119444	ゴム組成物の製造法	US グッドイヤー タイヤアンドラバー CO	スターチ/可塑剤で酢酸セルロース	
1158	平 10-7841	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	モース硬度が2以上である胡桃、椿等の種子の殻または桃、梅等の果実	氷上走行安定性
1431	平 06-322145	防振ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株);23トヨタ自動車 (株)	セルロース繊維	防振
1517	平 05-287130	タイヤトレッド用ゴム組成物	10 ミシュランオカモタイヤ (株)	キチン配合	氷上制動性
1524	平 05-269884	スタッドレスタイヤ用トレッドゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	牛皮粉碎品、クルミ、椿の実等の種子の殻、桃、梅等の果実の核	スタッドレス
1672	平 03-210342	スタッドレスタイヤのトレッドゴム	27 東洋ゴム工業 (株)	種子果実たね粉碎物	振動防止
1685	平 03-152140	スタッドレスタイヤ用トレッドゴム組成物	27 オーツタイヤ (株)	セルロース繊維	氷上走行地
1708	平 03-7742	ラバーチェーン用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	おが屑、くるみ殻、コルク、稲わら、破砕物	低温特性、氷グリップ
1718	平 02-274740	タイヤ用トレッドゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	粉碎物;おが屑、クルミ殻、落花生殻、わら、粃殻	低温特性
1719	平 02-274739	タイヤ用トレッドゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	粉碎物;おが屑、クルミ殻、落花生殻、わら、粃殻	低温特性

5) シート関連 23件

シート状成型物への天然材料添加は、生分解性、環境保全、リサイクル性を目的にケナフ、麻、綿、竹繊維など繊維状物質、パルプ状物質が中心となっている。特定の出願人に特徴は見出せない。

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
6	2008-534189	椅子張り要素及びその生産方法	DE ジョンソン コントロールズ GMBH アンド CO KG	亜麻繊維	生産工程の簡素化
171	2006-513070	成形容易な車両用内装材及び建築用シート…車両用内装材及び建築用シート	KR ソ ユン クオン	亜麻、黄麻、ワングル、アバカ、ココナツ、サイザル、葛	遮音、防音
176	2007-169852	シート材およびその製造方法	27 丸紅インテツクス(株);33 クラレ:(株)	麻、ジュート、ケナフとポリ乳酸	環境
243	2006-316096	植物粉末を含有したシート状制振材…サーマルリサイクルにおける使用制振材の焼却残渣の低減方法	14 日産自動車 (株);13 日本特殊塗料 (株)	イガガヤツリ(カヤツリグサ科)、イヌビエ(イネ科)、セイタカアワダチソウ(キク科)、クズ	環境負荷減少
330	2005-348833	木炭パウダー入り綿繊維を備えたシートカバー	13 荒木 さなゑ;13 荒木 忠之	木炭、綿入り	消臭
522	2003-277726	ジョイントシートの製造方法	13 日本バルカー工業(株)	セルロース繊維	生分解、処理の容易化
542	2003-200814	チャイルドシートベルト用ウエビング	13 東レ (株)	ポリ乳酸	生分解
684	2002-201459	ジョイントシート	13 ニチアス (株)	セルロース系繊維;一例	漏れ防止
704	2002-127284	車両用内装シート	34 三和工業 (株)	竹繊維	吸音、熱収縮、剛性
721	2002- 80899	ガラス用洗浄シート及びガラス用洗浄シート物品	13 ライオン (株)	レーヨン、綿ほか	拭き取り効果
773	2001-286368	炭と松脂を用いた吸着シートとその使用方法	33 ツボイ:(株)	竹炭や木炭	吸着、吸収
778	2001-271056	ジョイントシート	13 ニチアス (株)	セルロース繊維	圧縮率良好
832	2001-122986	熱可塑性樹脂シート	13 住友化学 (株);13 住化プラステック (株)	麻繊維	低膨張
863	2000-104043	ジョイントシート形成用組成物、ジョイントシートおよびその製造方法	13 日本バルカー工業(株)	セルロース繊維/澱粉、セルロース系…吸水性	耐熱、耐蒸気
1024	平 11-192898	複合繊維シート	14 ジョンソン コントロールズ オートモーティブ システムズ (株)	麻繊維、ヤシ繊維、竹繊維等	成型性
1040	平 10-310964	繊維シート	23 橋本 英仁;ほか	竹繊維;麻、ヤシ繊維など	剛性
1249	平 09- 3209	アスファルトシート	22 スズキ (株)	木粉、果実殻粉、古紙等	リサイクル
1279	平 07-286164	ジョイントシート	13 日本バルカー工業(株)	デンブ	

SN	公開番号	名称	出願人	素材内容	目的効果
1334	平 08- 10093	椅子用のシート	23 山田 隆	材木	通気性
1372	平 07-204076	制電性防虫シート	21 大和:(株);21 八千代商事:(有);21 祥永物産:(有)	芭蕉、黄蘗、楠、桐、菊など	防虫、
1505	平 05-310961	耐熱弾性シート及びその製造方法	21 常盤電機:(株)	木材パルプ	圧縮復元
1514	平 05-269264	シート用成型体およびその製造方法	33 クラレ:(株);28 タイコ-産業:(株)	綿	反発性能
1690	平 03-121184	ジョイントシートの製造方法	13 ニチアス (株)	セルロースパルプ	復元性

6) 防音材 17件

防音材に配合する天然材料の多くは綿、紙、ダンボールなどセルロース系である。防音性能とともに、軽量、リサイクル性とコストの面でそのメリットがあるという。

出願人別では、河西工業、日本特殊塗料が件数的には多い。しかしながら、最近の開発を中止していると思われる出願特許も見られない。

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材	目的効果
665	2002-221967	防音カバー及びその取付方法	13 いすゞ自動車(株);13 日本特殊塗料(株)	綿	振動低下
690	2002-178397	車両用防音材及びその製造方法	13 河西工業 (株)	セルロース系解繊物	
691	2002-178349	車両用防音材の製造方法	13 河西工業 (株)	セルロース織物	安価、防音、リサイクル
692	2002-178848	車両用防音材及びその製造方法	13 河西工業 (株)	セルロース解繊	安価、防音、リサイクル
794	2001-233249	車両用防音材	13 河西工業 (株)	綿+ポリエステル	リサイクル性
887	2000-276179	防音材及び該防音材の製造方法	13 王子製紙 (株);13 パーカーコーポレーション:(株)	S/C 複合繊維、芯に古紙からの繊維配合	リサイクル
1424	平 07- 72871	自動車車室内用防音材	13 日本特殊塗料 (株)	麻、ジュート	全周波数(フェノール樹脂と)
1483	平 06- 55678	自動車用成形防音材	13 日本特殊塗料 (株)	綿	防音効果
1484	平 06- 47852	自動車用成形防音材	13 日本特殊塗料 (株)	綿	防音性能
1603	平 04-303637	成形天井材	13 日本特殊塗料 (株)	紙	防汚
1609	平 04-288225	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ダンボール、表皮へ	軽量化
1610	平 06- 903	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ダンボール、表皮へ	軽量化
1615	平 04-278342	補強ダツシュ部防音材及びその製造方法	13 日本特殊塗料 (株)	羊毛、麻など不織布	密着性、防音性能
1625	平 04-223149	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ハニカム材にボール紙	軽量
1626	平 04-223148	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ハニカム材にボール紙	軽量
1627	平 04-223147	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ハニカム材にボール紙	軽量
1628	平 04-223146	深絞り可能な軽量防音材	13 日本特殊塗料 (株)	ハニカム材にボール紙	軽量

7) 吸音材 15件

防音材と実質同等の範疇であるが、表現として区分されているため分離分類した。防音材と同様に全件集計しておく。

素材的には防音材と類似している。東レはポリ乳酸の用途展開に関して多数の特許を出しているが、ここでも他の天然素材とは異なる材料として提案されている。

SN	公開番号	名称	出願人	天然素材	目的効果
11	2008-213834	難燃性吸音材	13 昭和電線デバイステクノロジー	植物繊維系フェルト、動物繊維系フェルト	難燃
49	2008-274092	制振吸音材、およびその製造方法	13 三井化学ポリウレタン(株)	ポリ乳酸、ラクトンなど	環境負荷減少
161	2007-223273	吸音材	13 東レ(株)	ポリ乳酸と組み合わせ	生分解、環境
181	2007-156309	吸音材	13 昭和電線デバイステクノロジー(株)	粗毛フェルト、植物繊維系フェルト、動物繊維系フェルト	吸音、環境
309	2006- 98890	吸音材およびその製造方法	13 東レ(株)	ポリ乳酸	リサイクル、環境負荷
464	2004-163510	吸音性成形体	27 ダイセル化学工業(株)	酢酸セルロース	吸音性能
500	2004- 27383	成形用吸音マット及び車両用吸音材	13 河西工業(株)	綿、ジーンズ	コスト低下
502	2003-345363	車両用吸音材	13 河西工業(株)	綿、紙、麻等	通気性消音
519	2003-301361	車両用の吸音材	28 フジコー:(株);13 パーカーコーポレーション:(株);13 本田技研工業	羊毛、木綿	軽量化
560	2003-201657	吸音材	14 日産自動車(株);13 河西工業	綿くず、粉碎物、セルロース	低価格
579	2003-135249	インシュレーター	23 鈴鋼製作所:(株)	麻繊維、ケナフ繊維、ヤシ繊維、竹繊維等	吸音性能
651	2002-268648	車両用吸遮音構造	14 日産自動車(株)	セルロース系繊維	軽量安価
811	2001-175265	吸音材	13 東レ(株)	木綿、羊毛、レーヨン、アセテート	通気性ほか
910	2000-199161	不織布吸音材及びその製造方法	27 帝人ファイバー(株)	ポリ乳酸、ポリラクトン、脂肪族ポリエステル/セルロース、羊毛	吸音性
1420	平 07- 32955	吸音部品	13 日本特殊塗料(株)	羊毛、綿、麻	軽量、強度

B3. 天然植物材料の使われ方まとめ

件数の多い7分野についてみてきたが、用いる素材は限定的であることがわかる。すなわち、セルロース系繊維材料（綿、麻、ケナフ、竹繊維、紙など）と植物性の果実などから得られる粒状物質である。

さらに加えて、バイオポリマであるポリ乳酸があるが、これは2002年度当時のCargill社が14万トン/年に及ぶ商業生産を開始、東レ、トヨタ自動車、ユニチカファイバーなどが自動車分野への展開に関して検討されてきた。過去、国では、島津製作所、三井化学、トヨタ自動車などで生産してきたが、現在は撤退（研究は継続しているようであるが）しており、トヨタ自動車のポリ乳酸生産工場は2008/10月に帝人への委譲が決まり、同社は2009年度夏を目標に生産を予定している。（生産能力;1000トン/年）。ポリ乳酸は、先に述べたとおり現行の合成ポリマーに代替するにはなお解決しなければならない点も多い（価格を含めて）。

また、天然植物性材料は物性の均一性、再現性で課題がある。かかる点で、物性、性能を重要視する部品では、実用に障壁となる可能性がある。ほかの高性能材料との併用も必然的に生じる。これらの状況を見た場合、天然物植物系材料の利用は、内装材を中心に、快適性、グリーン性、機能性を発揮する用途が有力できると推測される。

C 参考情報 ー 植物性天然素材の自動車分野への実用化検討状況

以上述べたように天然植物材料、ポリ乳酸系生分解素材を実用化に向けて現在どうなっているかを日経新聞の配信情報などから取りまとめた。

このように、天然植物素材を自動車用に用いることが一部実用化レベルまで到達しており、特許の技術をベースにして更なる応用が展開されると思われる。

No.	企業、開発部署	時期	項目	開発状況
1	マツダ自動車、広島県立西部工業技術センター、ほか	H16-18 年 共同研究	ポリ乳酸の改質と自動車用途への展開	耐衝撃性、耐熱性の向上 ・加重たわみ温度=137°C ・結晶化促進剤
2.	トヨタ自動車、東レ	2008-12-18	ポリ乳酸の内装品開発、実用化	ポリ乳酸の自動車内装材数種類開発。 2009 年度から実装予定
3.	東レ、(株)昭和丸筒、昭和プロダクツ	2007-05-17	ポリ乳酸とセルロースの複合体	・耐熱性向上:150°Cへ ・Mod. を2倍へ ・結晶化促進技術
4.	帝人、トヨタ自動車	2008-10-08	ポリ乳酸のトヨタ生産を帝人へ譲渡	1000 トン/Y の規模でトヨタの設備を松山へ移管。2009 年夏生産開始予定
5.	三菱自動車	2008/11/28	竹繊維を用いた複合体、内装品開発	PBS や PU と竹繊維の複合体。高性能達成。Cf. PBS;ポリブチレンサクシネート
6.	トヨタ自動車、パナソニック	2008/05/13	竹繊維の自動車カーオーディオスピーカへ	「アルファード」と「ヴェルファイア」のカーオーディオに展開。紙パルプと併用
7.	ランドローバージャパン	2007/ 07/13	クルミ殻配合内装材	高級車[ディスカバリー3 Supreme]内装材に胡桃を実装

おわりに

本章は自動車と関連が高い特許分類を中心に母集合を作成した特許分析であるため、天然植物性材料の自動車用途への適用については偏りがある点に注意が必要である。全体像を正確に捉えるには、素材関連分野に対する調査結果と併せて動向を把握する必要がある。

部品数3万点に及ぶ自動車であるが、内装材の材料別使用比率は、ポリプロピレン（PP）が54%、ポリウレタンが29%といわれている。このほか、PET、PE、ABSといった樹脂が続くが、大量に使われるPPに代替できる素材はまだない。

ポリ乳酸はその候補ではあるが、いまだ国内では大量生産がなされていない。生産が軌道に乗れば、用途開発への起爆剤になると考えるが、まずは、内装分野への展開となるであろう。ほかの生分解ポリマーと同じく、衝撃性、耐熱性、結晶化速度など改善すべき物性は残る。

一方、タイヤ、ゴム、摩擦材に利用できる、胡桃殻の粉砕物は（株）日本ウォルナットが、生産、商業的に供給している。（東洋ゴムなどへ）生産活動に用いる原料としてどの程度の供給能力があって、安定的に供給できるか、品質はどうかなどの課題があると考えられる。

このような原料も、ポリ乳酸と同様安定供給をいかにして図るか、原料としての安定した品質、製品品質のばらつき防止を達成する方策が求められる。

いずれにしろ、当面は部分的にこれらの材料を使った自動車が市場に出てくるであろうが、ポリ乳酸と同様、大量に市場にでてくるには克服すべき課題が多い。

SN	出願番号	出願日	公開番号	公開日	発明等の名称	出願人	発明者等氏名	公報リンク	評価	自動車 ／部品 での用 途	バイオ 材料の 原料	バイオ材料 の素材	バイオ 材料の 特徴/効 果	備考
1	2008-521430	20060703	2009-500511	20090108	湿り気付与摩擦材 料、システムおよび 方法	USサルザー フリクシ ョン システムズ (ユ ーエス) INC	ジエームズ マーティン リ ー;エリック アーサー シュ ーラー;マシュー ジョセフ トリツベル	2009-500511	X	摩擦材	天然 物、セル ローズ	セルローズ織 維	熱安定 性	熱硬化性樹 脂と
3	2008-514850	20060531	2008-545612	20081218	細孔形成剤の組合 せを含有するチタ ン酸アルミニウム セラミック形成パツ チ混合物および未 焼成体、および同 混合物および未焼 成体の製造および 焼成方法	US コーニング INC	ブラツディー マイケル デ イ;デネカ トーマス ジ エイ;オグンウミ ステイーヴン ビー;シヤスタツク ポール ジエイ;テネント デイヴィッド エル;テベシュ バトリツク ディー;ワン ジエングオ;ウ オーレン クリストファー ジ エイ	2008-545612	X	フィルタ ー	各種澱 粉	スターチ	焼成時 間短縮 など	無機、有機複 数の細孔形 成剤からなる 多孔フィルタ ー組成物
4	2008-512605	20060522	2008-540123	20081120	内燃機関用潤滑剤 システムの燃焼副 生成物を減少する ための原料および その方法	US ルーテツク エル エルシー	ロツクレツジ スコット ピー; ブランナウエル ダレル ダ ブリュー	2008-540123	X	フィルタ ー	天然織 維	セルローズ 繊維	成型の 多様性	潤滑油用。結 合剤として
6	2008-504646	20060324	2008-534189	20080828	椅子張り要素及び その生産方法	DE ジョンソン コント ールズ GMBH アン ド CO KG	ヤンズ ミヒヤエル	2008-534189	X	シート	天然素 材、亜 麻など	亜麻繊維	生産工 程の簡 素化	椅子張り
9	2008-133412	20080521	2008-285155	20081127	支持要素としての 後部座席シエルフ を有するリヤウイン ドローブラインド	DE ベー オー エス GMBH ウント CO KG	ミヒヤエル シュタルツマン; ヘルベルト ヴアルター	2008-285155	X	リヤウイ ンドロー ラブライ ン	植物織 維	木質繊維、 チップ	製造費 用低減	
11	2008- 68332	20080317	2008-213834	20080918	難燃性吸音材	13 昭和電線デバイス テクノロジー (株)	北村 祐;小林 公樹;岡下 稔;平井 進	2008-213834	X	吸音	動植物	植物繊維系 フェルト、動 物繊維系フ ェルト	難燃	
12	2008- 39813	20080221	2008-237891	20081009	クツション材	27 日本合成化学工業 (株)	豊栖 健太郎;坂口 保雄;古 川 和也	2008-237891	X	クツショ ン	天然物	綿、小豆、 蕎麦殻、も み殻	消臭	
21	2007-518478	20050610	2008-504164	20080214	布の介在によるタイ ヤへのアプリケ の取付け	FR テクノロジー ミシ ユラン;SOC;CH ミシ ユラン ルシエルシュ エ テクニーク SA	コティン アレン;ペイロン ジ ヨルジュ	2008-504164	X	タイヤ	植物性 繊維	レーヨン、コ ットン、ウー ル、アラミ ド、シルク、 リネン	装飾性	
22	2007-518132	20050616	2008-503661	20080207	セルローズおよび パラ-アラミド/パ ルプならびにその製 造方法	US イー アイ デュボ ン デ ニモアス アン ド CO	コンリー ジル エイ;メリマン エドマンド エイ	2008-503661	X	摩擦材	セルロ ース+ア ラミド	セルローズ	耐フィ リル性	パルプ。アラ ミド
30	2007-178531	20070706	2008-290691	20081204	自動車用内装材	40 大石産業 (株)	秋好 敏雄;田中 隆夫	2008-290691	X	内装	バイオブ ラスチック	ポリ乳酸	再生可 能	
31	2007-163902	20070621	2009- 1672	20090108	空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	井本 洋二;市川 直哉;スワ ブン チラシヤーンシヤイ;テ イパラツト ラートワタナセリ ー	2009- 1672	X	タイヤ	動物性	キチン、キト サン	軽量、走 行性、低 発熱	
32	2007-163901	20070621	2009- 1671	20090108	ゴム組成物、その 製造方法および空 気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	井本 洋二;市川 直哉;スワ ブン チラシヤーンシヤイ;テ イパラツト ラートワタナセリ ー	2009- 1671	X	タイヤ	動物性	キチン織 維、キトサ ン繊維	補強、軽 量化効 果	

33	2007-159046	20070615	2008-308615	20081225	タイヤ用ゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	佐藤 晶群;後藤 幹裕	2008-308615	X	タイヤ	動物性繊維	キチン繊維および/またはキトサン繊維	操縦安定性	
35	2007-155238	20070612	2008-308518	20081225	ベーストレッド用ゴム組成物、ベーストレッドおよびタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	若林 昇;池田 啓二	2008-308518	X	タイヤ	植物性ワックス	カルナバワックス	石油資源の減少	
38	2007-153078	20070608	2008-302857	20081218	エアバグドア部を有するインストルメントパネル	23 トヨタ自動車 (株)	本間 信孝	2008-302857	X	パネル	ポリ乳酸系	ポリ乳酸	結晶性	
39	2007-152353	20070608	2008-303505	20081218	ガラスチヨツブドストランドマット、その製造方法及び自動車成形天井材	25 日本電気硝子 (株)	八田 克彦	2008-303505	X	天井材	ポリ乳酸樹脂	ポリ乳酸	環境	結合剤
46	2007-132711	20070518	2008-285049	20081127	空気入りタイヤ	13 プリヂェストン:(株)	山口 真広;随行 裕吾;横倉 宏行	2008-285049	X	タイヤ	植物繊維	セルロース系繊維	走行性	コード
48	2007-122947	20070508	2008-279787	20081120	自動車用モールドイング	12 鬼怒川ゴム工業 (株)	小林 隆之	2008-279787	X	成型物	植物由来	木粉、紙粉、セルロース	環境負荷減少	
49	2007-118889	20070427	2008-274092	20081113	制振吸音材、およびその製造方法	13 三井化学ポリウレタン (株)	鶴坂 和人;佐野 幸一;宇津見 浩之	2008-274092	X	吸音	植物由来ポリエステル	ポリ乳酸、ラウトンなど	環境負荷減少	
51	2007-113369	20070423	2008-266498	20081106	タイヤ用ゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	北村 臣将	2008-266498	X	タイヤ	保水性植物種子	バジルシード、チアシード	氷上走行性	
54	2007-102296	20070410	2008-259542	20081030	空気清浄剤とその製造方法	TW 劉心 琳;CN 林経師	劉心 琳;林経 師	2008-259542	X	空気清浄剤	天然物	澱粉	環境	
56	2007- 89983	20070330	2008-248419	20081016	自動車内装材のための表面部材	27 ユニチカファイバー (株)	山本 尚生	2008-248419	X	内装	ポリ乳酸	ポリ乳酸	耐熱、耐磨耗	
60	2007- 76132	20070323	2008-232374	20081002	真空断熱材	33 倉敷紡績 (株);33 クラレ:(株)	高島 博之;柳井 直樹;岩佐 英治	2008-232374	X	断熱材	ポリ乳酸	ポリ乳酸	環境	
61	2007- 75982	20070323	2008-232372	20081002	真空断熱材とこの真空断熱材を用いた断熱構造体	13 三菱電機 (株);23 コーワ:(株)	中出口 真治;加賀 邦彦;野村 京子;桑原 竜也	2008-232372	X	断熱材	植物繊維	セルロース繊維	環境、安価	
66	2007- 50964	20070301	2007-270131	20071018	カーカスブライおよび/またはベルト用ゴム組成物、該ゴム組成物を用いたカーカスブライおよび/またはベルトならびに該ゴム組成物の製造方法	28 住友ゴム工業 (株)	和田 孝雄;内田 守;平山 智朗	2007-270131	X	ベルト	天然繊維	セルロース繊維	環境	
75	2007- 15404	20070125	2008-179728	20080807	ゴム組成物およびそれを用いたタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	井本 洋二;市川 直哉	2008-179728	X	タイヤ	動植物	キトサン	凝集速度アップ	凝集効果
87	2006-511158	20050308	WO05/090463	20080131	空気入りタイヤ	13 プリヂェストン:(株)	柴田 唯志	WO05/090463	X	タイヤ	天然樹脂	ロジン系樹脂、リモネン系樹脂、テルペン系樹脂	環境	

89	2006-349171	20061226	2008-160638	20080710	スピーカー用振動板およびこれを用いたスピーカーならびにこのスピーカーを用いた電子機器および装置	27 松下電器産業(株)	梶原 義道;三村 和義;溝根 信也	<u>2008-160638</u>	X	振動板	植物繊維	セルローズ繊維	強度アップ	スピーカー
94	2006-320548	20061128	2008-132874	20080612	車両用木質床板材及びその製造方法	16 大建工業(株)	谷内田 豊治;関 行雄	<u>2008-132874</u>	X	床材	植林木	アカシア・マンギユウム等	生産性	
98	2006-284734	20061019	2008- 57095	20080313	耐摩耗性に優れた内装材	13 東レ(株)	梶山 宏史;松村 一也;成田 周作;篠崎 篤史	<u>2008- 57095</u>	X	内装	ポリ乳酸	ポリ乳酸	リサイクル、環境	
99	2006-273437	20061004	2008- 88374	20080417	ホイールキャップ	23トヨタ自動車(株);23 東海理化電機製作所;(株);13 三井化学(株)	小田 智子;三宅 裕一;伊藤 浩之;小野木 隆行;荒井 隆	<u>2008- 88374</u>	X	キャップ	ポリ乳酸	ポリ乳酸	耐衝撃性	PPと
100	2006-273436	20061004	2008- 88373	20080417	ホイールキャップ	23トヨタ自動車(株);23 東海理化電機製作所;(株);13 三井化学(株)	小田 智子;三宅 裕一;伊藤 浩之;小野木 隆行;荒井 隆	<u>2008- 88373</u>	X	キャップ	ポリ乳酸	ポリ乳酸	耐衝撃性	PPと
101	2006-273346	20061004	2008- 88361	20080417	自動車部品	23トヨタ自動車(株);13 三井化学(株)	小田 智子;三宅 裕一;小野木 隆行;荒井 隆	<u>2008- 88361</u>	X	部品	ポリ乳酸	ポリ乳酸	耐熱	
102	2006-273343	20061004	2008- 88358	20080417	自動車部品	23トヨタ自動車(株);13 三井化学(株)	小田 智子;三宅 裕一;小野木 隆行;荒井 隆	<u>2008- 88358</u>	X	部品	植物繊維	ポリ乳酸系樹脂、植物繊維	曲げ強度	POFと
108	2006-249590	20060914	2008- 69483	20080327	繊維構造体及びその製造方法	14 日産自動車(株);13 寿屋フロンテ(株)	岡田 佳那子;鈴木 克彦;宮田 裕樹;宮本 誠	<u>2008- 69483</u>	X	繊維構造物	植物繊維	セルローズ誘導体	吸/遮音性、軽量	
114	2006-234353	20060830	2007-298162	20071115	摩擦伝動ベルト	28 三ツ星ベルト(株)	日根野 順文;下尾 聡	<u>2007-298162</u>	X	ベルト	綿	綿短繊維	水上走行性	PA 繊維も
119	2006-226508	20060823	2008- 50431	20080306	タイヤ	28 住友ゴム工業(株)	平山 道夫	<u>2008- 50431</u>	X	タイヤ	植物	木粉	安価	
121	2006-222921	20060818	2007-297761	20071115	リヨセルデイツブコードの製造方法及びリヨセルデイツブコードを含むタイヤ	KR ヒヨスン CORP	ハン ソク-ジョン;チヨイ ソー ミュン;ワン ヨウン-ソオ;キム スン-リヨン;リー タエ-ジユン	<u>2007-297761</u>	X	コード	セルローズ繊維	リヨセル繊維	機械物性	
123	2006-208267	20060731	2008- 30380	20080214	合成板	13 三菱自動車工業(株)	寺沢 勇;常岡 和記	<u>2008- 30380</u>	X	合板	植物由来材料	リグノセルローズ系、ポリ乳酸、	軽量、環境	
124	2006-207437	20060731	2007-297760	20071115	ゴム補強用セルローズ生コード	KR ヒヨスン CORP	ハン ソク-ジョン;チヨイ ソー ミュン;ワン ヨウン-ソオ;キム スン-リヨン;リー タエ-ジユン	<u>2007-297760</u>	X	コード	セルローズ	リヨセルコード	機械的物性	
126	2006-198884	20060721	2008- 24153	20080207	内蔵式自転車サドル拭き装置	27 熊 文匯	熊 文匯	<u>2008- 24153</u>	X	サドル拭き	動植物繊維	獣毛、綿	清掃	
127	2006-197464	20060719	2008- 24792	20080207	冬用タイヤトレッド用ゴム組成物、及び冬用タイヤ	27 東洋ゴム工業(株)	成田 博昭;宮坂 孝;林 浩文	<u>2008- 24792</u>	X	タイヤ	種子、果実殻など植物性粒状物	胡桃、椿、の殻、桃、梅などの果実の殻	水上走行性	
132	2006-180962	20060630	2008- 7679	20080117	キャップトレッド用ゴム組成物およびそれを用いたキャップトレッドを有する空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業(株)	児島 良治	<u>2008- 7679</u>	X	タイヤ	動物繊維	キチン繊維	水上走行性	

133	2006-180960	20060630	2008- 7678	20080117	キャブトレッド用 ゴム組成物および それを用いたキャ ブトレッドを有す る空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	児島 良治	2008- 7678	X	タイヤ	植物織 維	竹繊維	氷上走 行性	
144	2006-139091	20060518	2007-308594	20071129	トレッド用ゴム組成 物およびスタッドレ スタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	平山 道夫	2007-308594	X	タイヤ	木材炭 化物	ペーパー スラッジ炭	氷上走 行性	
146	2006-110574	20060413	2007-284490	20071101	ゴム組成物及び空 気入り安全タイヤ	13 ブリヂストン:(株)	石崎 進;野崎 優介	2007-284490	X	タイヤ	ポリ乳 酸	ポリ乳酸織 維	軽量化、 走行性	
148	2006-107660	20060410	2007-277460	20071025	布帛の裏打層形成 用樹脂組成物及び これを用いた布帛 並びに自動車用内 装材	27 住江織物 (株)	吉田 広治;林 好材;大原 とも子	2007-277460	X	内装	ポリ乳 酸	ポリ乳酸	環境	POF など併 用
150	2006- 99679	20060331	2007-269259	20071018	空気入りラジアルタ イヤ	13 横浜ゴム (株);28 ハリマ化成 (株)	後藤 幹裕;網野 直也;石橋 良晃;太田 康夫	2007-269259	X	タイヤ	植物由 来原料	レーヨン、コ ットン、シル ク、ウール	環境	コード
160	2006- 51862	20060228	2007-230284	20070913	自動車内装材用表 面部材	27 ユニチカファイバ ー(株)	山本 尚生	2007-230284	X	内装	ポリ乳 酸	ポリ乳酸	湿熱分 解性	複合繊維
161	2006- 49858	20060227	2007-223273	20070906	吸音材	13 東レ (株)	武田 寛貴;中原 誠;三戸 理	2007-223273	X	吸音	天然織 維	ポリ乳酸と 組み合わせ	生分解、 環境	
166	2006- 1131	20060106	2007-182124	20070719	ポリ乳酸製自動車 用マット	13 東レ (株)	篠崎 篤史;成田 周作;三戸 理	2007-182124	X	マット	ポリ乳 酸	ポリ乳酸	耐久性	
169	2005-504864	20040205	WO04/069954	20060525	摩擦材組成物及び 摩擦材組成物を用 いた摩擦材	13 日立化成工業 (株);13 日本ブレーキ 工業 (株)	小野 学;永吉 央幸;井上 光弘;阿部 剛典	WO04/069954	X	摩擦材	植物性 殻	カシューダ スト	異音防 止	
170	2005-503445	20031022	2006-511315	20060406	ナノファイバー層を 有する拭き取り材 料	USドナルドソン CO INC	グラフ テイモシー エイチ; グラハム クリステイン エム	2006-511315	X	ふき取り 布	セルロ ース	セルロース 不織布	拭き取り 性能	極細
171	2005-502624	20031217	2006-513070	20060420	成形容易な車両用 内装材及び建築用 シートの製造方法 とそれにより製造さ れた車両用内装材 及び建築用シート	KR ソ ユン クオン	ソ ユン クオン	2006-513070	X	シート	天然織 維	亜麻、黄 麻、ワング ル、アバカ、 ココナット、 サイザル、 葛	遮音、防 音	POF と
174	2005-374545	20051227	2007-176225	20070712	補強用複合体およ びこれを用いた空 気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	和田 孝雄;山口 栄士	2007-176225	X	タイヤ	セルロ ース織 維	精製セルロ ース繊維	環境、耐 久性	コード
176	2005-371814	20051226	2007-169852	20070705	シート材およびそ の製造方法	27 丸紅インテツクス (株);33 クラレ:(株)	宇野 和孝;塩田 政晴;保城 秀樹;岩佐 英治	2007-169852	X	シート	天然素 材	麻、ジュー ト、ケナフと ポリ乳酸	環境	
177	2005-371657	20051226	2007-169849	20070705	芯鞘型複合繊維、 捲縮糸、およびそ れらを用いてなる 繊維構造体	13 東レ (株)	福留 航助;望月 克彦	2007-169849	X	繊維構 造物	脂肪族 ポリエステル	ポリ乳酸	耐摩耗 性、捲縮 特性	複合繊維へ
178	2005-370470	20051222	2007-167788	20070705	フィルタ用ろ材、流 体ろ過用フィルタ 及びエンジン用オ イルフィルタ	23 トヨタ紡織 (株);36 阿波製紙 (株)	大橋 義広;小田 尚吾	2007-167788	X	フィルタ ー	セルロ ース織 維	微細セルロ ース繊維	環境	
179	2005-367335	20051221	2007-168550	20070705	車両の外壁構造	23 トヨタ車体 (株)	石戸谷 勝則;永吉 九州男; 谷本 隆一	2007-168550	X	断熱材	天然織 維	ケナフパネ ル	断熱	

181	2005-354742	20051208	2007-156309	20070621	吸音材	13 昭和電線デバイス テクノロジー (株)	小林 公樹;北村 祐;岡下 稔;平井 進	<u>2007-156309</u>	X	吸音	動植物 繊維	粗毛フェルト、植物繊維系フェルト、動物繊維系フェルト	吸音、環境	
182	2005-352438	20051206	2007-153175	20070621	空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	山口 栄士	<u>2007-153175</u>	X	タイヤ	精製セルロース繊維	精製セルロース繊維	高速安定性	コード
193	2005-320001	20051102	2007-126780	20070524	ポリ乳酸系複合繊維及びこれを用いた不織布とクッション材	27 大和紡績 (株);27 ダイワボウポリテック (株)	岡屋 洋志	<u>2007-126780</u>	X	クッション	ポリ乳酸	ポリ乳酸	回復性	
194	2005-318844	20051101	2007-126524	20070524	タイヤ用ゴム組成物の製造方法	27 東洋ゴム工業 (株)	戸田 博也	<u>2007-126524</u>	X	ゴム	竹炭粉末	竹炭粉末	氷上安定性	
200	2005-297861	20051012	2007-107127	20070426	再生セルロース繊維からなる繊維構造物	23 安達興業 (株)	安達 賢二;大塚 竹夫	<u>2007-107127</u>	X	繊維構造物	再生セルロース	茶殻	抗菌・防臭(脱臭)効果、抗アレルギー	
209	2005-268502	20050915	2007- 77320	20070329	セルローススポンジおよびセルローススポンジ製品もしくは商品の製造方法	25 東レ ファインケミカル (株)	西田 伸一	<u>2007- 77320</u>	X	スポンジ	植物繊維	セルロース	防カビ	
212	2005-256327	20050905	2007- 71247	20070322	真空断熱材、断熱パネル及び断熱箱	23 トヨタ車体 (株)	鈴木 隆之;永吉 九州男;谷本 隆一;石戸谷 勝則;西村 拓也;多田 道広;林 聖人;佐藤 英人	<u>2007- 71247</u>	X	断熱材	植物繊維	ケナフ靱皮繊維	断熱効果	
214	2005-254328	20050902	2007- 62301	20070315	成形構造体とその製造方法	23 トヨタ紡織 (株)	渡部 真吾;成田 金秀	<u>2007- 62301</u>	X	成型物	植物性	ケナフ繊維	価格	PP 併用
218	2005-243070	20050824	2007- 56137	20070308	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	富田 岳宏	<u>2007- 56137</u>	X	ゴム	デンプン	デンプン	転がり摩擦	
219	2005-240856	20050823	2007- 55341	20070308	板材	23 トヨタ車体 (株)	谷本 隆一;野田 実;岩田 敏宏;石戸谷 勝則;西村 拓也	<u>2007- 55341</u>	X	板	植物性	ケナフ	環境	
222	2005-226771	20050804	2007- 39585	20070215	ゴム組成物およびこれを用いた空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	八木 則子;村岡 清繁;寺川 克美;溝口 哲朗	<u>2007- 39585</u>	X	タイヤ	生分解性脂肪酸 ポリエステ	ポリ乳酸、 ポリラクトン	環境	
224	2005-215629	20050726	2007- 30297	20070208	車両内装材および天井材	27 帝人ファイバー (株)	鈴木 篤	<u>2007- 30297</u>	X	天井材	天然繊維	麻、絹、ポリ乳酸	成型性	
225	2005-215126	20050725	2007- 31521	20070208	トレッド用ゴム組成物及び空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	平林 和也;戸田 博也	<u>2007- 31521</u>	X	タイヤ	植物性粒状体	種子の殻、 果実の核、 胡桃、椿 等の種子の 殻、桃、梅 等の果実の 殻	氷上安定性、 磨耗性	
231	2005-174810	20050615	2006-346072	20061228	カーペット製造方法	23 トヨタ自動車 (株)	中島 毅彦;田中 徹;稲生 隆嗣	<u>2006-346072</u>	X	内装	ポリ乳酸	ポリ乳酸	生分解	カーペット
234	2005-164172	20050603	2006-335279	20061214	自動車用部品	27 積水化学工業 (株);23 トヨタ自動車 (株)	尾村 博文;吉田 敬宏;大橋 豊;都築 佳彦	<u>2006-335279</u>	X	部品	ポリ乳酸ほか	ポリ乳酸	防音性及び制振性	

238	2005-149684	20050523	2006-328109	20061207	ゴム/澱粉マスターバッチの製造方法及びそれを配合したゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	金成 大輔	2006-328109	X	ゴム	デンプン	デンプン	ウェット走行性、耐磨耗性	
241	2005-143600	20050517	2006-321827	20061130	ゴム組成物及び空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	小島 正章	2006-321827	X	タイヤ	植物性物質の粉砕物; 粒子の芯	米、麦、あわ、ひえ、トウモロコシ、豆類、桃、梅、胡桃、銀杏、落花生、栗	転がり抵抗減少	熱可塑樹脂と
243	2005-137118	20050510	2006-316096	20061124	植物粉末を含有したシート状制振材及び自動車リサイクル法に伴うサーマルリサイクルにおける使用制振材の焼却残渣の低減方法	14 日産自動車 (株);13 日本特殊塗料 (株)	川口 慎一;川瀬 知洋	2006-316096	X	シート	植物粉末	イガヤツリ(カヤツリグサ科)、イヌビエ(イネ科)、セイタカアワダチソウ(キク科)、クズ	環境負荷減少	
247	2005-124277	20050421	2006-298215	20061102	空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	戸田 博也	2006-298215	X	タイヤ	竹炭粉末	竹炭粉末	水上安定性	
250	2005-116536	20050414	2006-288906	20061026	自動車用マット	13 東レ (株)	三戸 理;松村 一也;成田 周作	2006-288906	X	マット	ポリ乳酸	ポリ乳酸	磨耗性	
255	2005- 90486	20050328	2006-275070	20061012	Vリブドベルト	28 ミツ星ベルト (株)	金井 幸利;下尾 聡;高場 晋	2006-275070	X	ベルト	植物性	セルロース短繊維	水上走行性	
256	2005- 83234	20050323	2006-264436	20061005	自動車内装用部材	13 東レ (株)	成田 周作;松村 一也;三戸 理	2006-264436	X	内装	天然繊維	天然繊維+ポリ乳酸	吸音、環境	
257	2005- 77798	20050317	2005-263212	20050929	ビルトイン着色化封止層をもつ空気タイヤ及びその製造法	US グッドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	レオナード ジェームズ ライター;ジョージ フランク パロー;マイケル ジュリアン クロウフォード	2005-263212	X	タイヤ	植物の粉末化植物種	小麦、ライ麦、カラスムギ、トウモロコシ、ムレット、大豆及び/ または米、	再生可能	
261	2005- 64871	20050309	2006-125618	20060518	ドラムブレーキ用の摩擦材	20 日信工業 (株)	村山 哲司	2006-125618	X	摩擦材	植物性	セルロース短繊維	鳴き防止	
269	2005- 13389	20050120	2006-199832	20060803	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	宇野 仁;破田野 晴司	2006-199832	X	ゴム	植物性粒子	胡桃、椿等の種子の殻または桃、梅等の果実の核	走行安定性	
275	2004-531663	20031024	2005-530916	20051013	高均質セルロース溶液及びそれを用いた高強カリヨセル繊維	KR ヒヨスング CORP	クウオン イクーヒエオン;チヨイ ソオ-ミユング;フング ヨウング-ソオ;キム スング-リヨング;チヨイ ジャエ-シツク;リー タエ-ジユング;ハン セオク-ジヨング;キム ミユング-オオ	2005-530916	X	リヨセル繊維	セルロース	リヨセル	タイヤ用	
290	2004-357377	20041111	2006-137400	20060601	ワイパーブレードゴム	14 城戸 光久	城戸 光久	2006-137400	X	ワイパー	動物性	キチン・キトサン	耐久性、環境	
293	2004-344302	20041129	2006-151175	20060615	空気入りラジアルタイヤ	13 横浜ゴム (株)	由良 出;中野 秀一	2006-151175	X	タイヤ	天然繊維	セルロース繊維	走行性	

294	2004-344299	20041129	2006-151174	20060615	空気入りラジアルタイヤ	13 横浜ゴム (株)	由良 出	2006-151174	X	タイヤ	天然繊維	セルロス繊維	走行性	
302	2004-310650	20041026	2006-125426	20060518	伝動ベルト用帆布、これを用いた伝動ベルト、及び伝動ベルト用帆布の製造方法	28 バンドー化学 (株)	渋谷 知哉	2006-125426	X	ベルト	セルロス繊維	綿繊維	異音、振動防止	
309	2004-286517	20040930	2006- 98890	20060413	吸音材およびその製造方法	13 東レ (株)	成田 周作;三戸 理;松村一也	2006- 98890	X	吸音	ポリ乳酸	ポリ乳酸	リサイクル、環境負荷	
314	2004-259099	20040907	2006- 77785	20060323	動力伝動ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	日根野 順文	2006- 77785	X	ベルト	植物性軟質粒	クルミ殻、杏核、桃核、とうもろこし穂芯	消音性	
316	2004-254510	20040901	2006- 68225	20060316	敷物	27 オリツクスインテリア (株)	千賀 浩二	2006- 68225	X	敷物	ポリ乳酸	ポリ乳酸	生分解、環境	
330	2004-170517	20040608	2005-348833	20051222	木炭パウダー入り綿繊維を備えたシートカバー	13 荒木 さなゑ;13 荒木 忠之	荒木 さなゑ;荒木 忠之	2005-348833	X	シート	セルロス、炭	木炭、綿入り	消臭	
331	2004-165226	20040603	2005- 42286	20050217	リヨセルモノフィラメント、リヨセルマルチフィラメント及びリヨセルフィラメントの製造方法	KR ヒヨスング CORP	クウオン イクーヒュン;チヨイ ソオーミュング;ワング ヨウングーソオ;キム スンゲーリヨング;チヨイ ジャエーシツク;リー タエージュング;ハン セオクージヨング	2005- 42286	X	タイヤ	セルロス	リヨセル	寸法安定性、耐熱性	コード
332	2004-164950	20040602	2005-344000	20051215	重荷重用スタッドレスタイヤ用トレッドゴム組成物および重荷重用スタッドレスタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	破田野 晴司;宇野 仁	2005-344000	X	タイヤ	植物性粒状体	樺などの種子の殻、あるいは桃、梅などの果実の核を粉砕	水上安定性	
333	2004-164152	20040602	2005-342977	20051215	自動車用布地	14 日産自動車 (株)	菊池 修;橋 学	2005-342977	X	布地	セルロス系	木綿繊維、レーヨン繊維、バスター繊維、セルロースアセテート繊維、リーフ繊維	磨耗性、排ガス環境	
336	2004-154044	20040525	2005- 23508	20050127	高均質セルロース溶液から製造したセルロースデイツブコード及びタイヤ	KR ヒヨスング CORP	クウオン イクーヒュン;チヨイ ソオーミュング;ワング ヨウングーソオ;キム スンゲーリヨング;チヨイ ジャエーシツク;リー タエージュング;ハン セオクージヨング	2005- 23508	X	コード	セルロス繊維	リヨセル	疲労性改良	
338	2004-147750	20040518	2005- 47260	20050224	自動車用内装材	13 東レ (株);23 トヨタ紡織 (株)	若林 俊雄;岡 善之;田井中純一;羽柴 正典	2005- 47260	X	内装	天然繊維、生分解繊維	ポリ乳酸	環境負荷	
343	2004-126766	20040422	2005-308115	20051104	制振材料	23 セキソー (株);23 トヨタ自動車 (株)	中山 好雄;榊原 泰彦;石川 渉;山崎 利彦;奥山 久嗣;金森 健志;堀部 泰正;高田 あゆみ	2005-308115	X	制振材料	ポリ乳酸	ポリ乳酸	制振効果	ポリ乳酸系樹脂エマルジョン

345	2004-121472	20040416	2005-307359	20051104	ポリ乳酸短繊維および該繊維を用いた短繊維不織布	13 東レ (株)	成田 周作;横山 正雄;三戸理	<u>2005-307359</u>	X	天井材	ポリ乳酸	ポリ乳酸	リサイクル、環境負荷	
353	2004- 52695	20040227	2005-240925	20050908	動力伝動ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	末藤 陽介;竹内 寿美子	<u>2005-240925</u>	X	ベルト	植物繊維	竹繊維	スリップ防止	
359	2004- 20604	20040129	2004-231965	20040819	純鉄繊維ベース摩擦材料製品	US アケボノ CORP ノース アメリカ	シンミン シヤオ;ハヤシ ハジメ	<u>2004-231965</u>	X	摩擦材	植物繊維	セルロース繊維	快適性、耐久性	
362	2004- 5836	20040113	2005-199763	20050728	空気入りタイヤ	13 プリヂェストン:(株)	横倉 宏行	<u>2005-199763</u>	X	タイヤ	植物系繊維	レーヨン、リヨセル等	耐久性	
368	2003-539975	20020904	2005-507342	20050317	車体用衝撃ビーム	DE ダイムラー クライスラー AG	ハートムート アルベルス;パトリック キム;トーマス シュー	<u>2005-507342</u>	X	衝撃吸収	木材	バルサ	軽量	
376	2003-413157	20031211	2005-169276	20050630	生ゴミの処理方法、およびボールミル装置	20 久保田 明彦	久保田 明彦	<u>2005-169276</u>	X	ボールミル、	木質材利用	古紙、木質チップ、ケナフ	発酵再利用	
377	2003-407105	20031205	2005-162972	20050623	制振材	23 セキソー:(株);23トヨタ自動車 (株)	中山 好雄;榊原 泰彦;石川 渉;高田 あゆみ;奥山 久嗣;金森 健志;堀部 泰正	<u>2005-162972</u>	X	振動防止	ポリ乳酸	ポリ乳酸系樹脂材料	振動防止	
378	2003-403341	20031202	2005-162865	20050623	ゴム組成物及び空気入りタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	酒井 秀之	<u>2005-162865</u>	X	タイヤ	植物の多孔質性炭化物	竹炭	氷上走行性	
379	2003-395451	20031126	2005-154586	20050616	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	八木 則子;村岡 清繁	<u>2005-154586</u>	X	ゴム	植物性	デンブン	氷上走行性	
386	2003-372908	20031031	2005-133025	20050526	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	寺川 克美;溝口 哲朗	<u>2005-133025</u>	X	ゴム	天然物	澱粉およびセルロース	耐摩耗性	
389	2003-354505	20031015	2005-120163	20050512	湿式摩擦材及びその製造方法	13NSKワナー (株)	丸尾 賢司;顧 暁明	<u>2005-120163</u>	X	摩擦材	植物系繊維	レーヨン、セルロース繊維	気孔率アップ	
390	2003-351774	20031010	2005-112265	20050428	車両の荷室内壁材および荷室内壁構造	23トヨタ車体 (株)	二階堂 高弘;小野木 悠介;谷本 隆一;野田 実;伊藤 保	<u>2005-112265</u>	X	内装	天然木材	木質合板	騒音	
394	2003-329894	20030922	2004-211277	20040729	タイヤコード用リヨセルマルチファイラメント及びその製造方法	KR ヒョーソン CORP	イ テジョン;チエ スミヨン;ワン ヨンス;ハン ソクジョン;キム チヨル;キム ミヨンウ;コン イクヒヨン;キム ソンヨン;チエ ジェシク	<u>2004-211277</u>	X	タイヤ	セルロース、	リヨセル	操縦安定	PVA と併用。コード
400	2003-309088	20030901	2005- 75951	20050324	タイヤ用ゴム組成物およびそれを用いたランフラットタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	飯塚 融	<u>2005- 75951</u>	X	タイヤ	植物性	デンブン配合	発熱低下	
403	2003-304648	20030828	2005- 75856	20050324	タイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	保地 和郎	<u>2005- 75856</u>	X	ゴム	セルロース	微粉末セルロース繊維	低発熱、剛性	
405	2003-303157	20030827	2005- 67529	20050317	自動車用内装部品及びその製造方法	13 河西工業 (株)	石井 勇	<u>2005- 67529</u>	X	内装	天然物	木質繊維基材	接着性	
409	2003-202750	20030729	2005- 48785	20050224	自動車用非石綿ブレーキライニング材	13 日立化成工業 (株);14 日産自動車 (株)	原 泰啓;平井 圭三;海老原 誠;山口 真人;三部 隆宏;栗原 憲二	<u>2005- 48785</u>	X	摩擦材	植物性粉末	カシューダスト粉末	摩擦特性	
413	2003-184596	20030627	2004- 81836	20040318	集塵清掃具	29 吉川 昌克;27 新川 保成	吉川 昌克;新川 保成	<u>2004- 81836</u>	X	清掃具	生分解助剤	ポリ乳酸、デンブンなど	生分解可能	

417	2003-169110	20030613	2004- 44075	20040212	澱粉変性・水性接着剤浸漬液、それで処理されたヤーン、およびそのような処理ヤーンを含むゴム組成物の構成材料を有するタイヤ	US グッドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	フィロメノ ジェナーロ コルパース;セルジユ ジュリアン オギユスト イムホフ;ルネ フランソワ ルテール	2004- 44075	X	タイヤ	植物性材料	レーヨン、コットン、デンプン[接着剤)	生産性	
418	2003-167382	20030612	2005- 2507	20050106	混合綿成形体	23 後藤 武士;24 石川 産業 (有)	後藤 武士;石川 正敏	2005- 2507	X	成型物	植物繊維/充填剤	檜の小片、香木、活性炭繊維	廃棄性	
419	2003-148834	20030527	2004-352752	20041216	自動車用天井材	13 東レ (株);23 トヨタ紡織 (株)	後藤 淳;岡 善之;田井中 純一;羽柴 正典	2004-352752	X	天井材	生分解樹脂	ポリ乳酸など	環境	
425	2003-142883	20030521	2004-346988	20041209	湿式ペーパー摩擦材	01 ダイナツクス:(株);13 本田技研工業(株)	木村 睦子;山根 伴紀;吉田 潤平	2004-346988	X	摩擦材	セルロース	セルロースパルプ	摩擦特性	
428	2003-129718	20030508	2004-332830	20041125	高トルク容量湿式ペーパー摩擦材	01 ダイナツクス:(株);23 トヨタ自動車(株)	木村 睦子;高倉 則雄;川端 昌隆;鈴木 厚	2004-332830	X	摩擦材	セルロース	セルロースパルプ	摩擦特性	
430	2003-123490	20030428	2004-324839	20041118	断熱容器及びこれに用いる断熱パネル	06 いそのボデー:(株);13 トスコ (株)	磯野 栄治;渡辺 鉄育;上用 秀樹	2004-324839	X	パネル	植物繊維	ヤシ科繊維	断熱効果	
436	2003- 64770	20030311	2003-336170	20031128	繊維構造物	13 東レ (株)	長谷山 彩;篠崎 篤史;本田 秀信;斎藤 公一	2003-336170	X	繊維構造物	天然繊維	羊毛、絹、木綿、麻	消臭機能	ポリエステル中心
440	2003- 51888	20030227	2004-255833	20040916	生分解性繊維積層体及びその製造方法	23 豊田合成 (株)	伊藤 達朗;室田 昭二;水野 克俊;堀場 幸彦	2004-255833	X	積層	生分解	竹繊維とポリ乳酸繊維	生分解性	
443	2003- 34509	20030213	2004-243848	20040902	電動パワーステアリング装置用樹脂歯車	13 日本精工 (株)	矢部 俊一;高城 敏己	2004-243848	X	歯車	生分解樹脂	ポリ乳酸	環境	
446	2003- 31131	20030207	2004-238567	20040826	摩擦部材及び摩擦部材ユニット	34 マツダ (株)	谷田 芳夫;長谷川 泰明	2004-238567	X	摩擦材	植物系繊維	レーヨン、セルロース繊維	摩擦特性	
447	2003- 23273	20030131	2004-231829	20040819	ポリアセタール樹脂組成物	13 東レ (株)	西村 透;伊藤 源明;大目 裕千	2004-231829	X	摩擦材	ポリ乳酸	ポリ乳酸	環境負荷	
451	2002-566232	20020212	2004-524403	20040812	強化充填剤としてデンプン/スチレンブタジエンゴムコポリマーを含有する加硫可能なエラストマー組成物	US ブリヂストン ファイヤーストーン ノース アメリカン タイヤ エル エル シー	ポーリコウスキ ジョン	2004-524403	X	ゴム	植物性	デンプン	加工性	SBR+デンプン
454	2002-547709	20011207	2004-515383	20040527	積層成形体	DE エントヴァイツクルン グスゲゼルシャフト フュア アクステイツク (エーエフアー)ミット ベシユレンクテル ハフツング	ボツプ マイケル	2004-515383	X	積層	天然繊維	サイザルアサ、大麻、ジュート、アマ、綿	防音	
458	2002-377479	20021226	2004-204158	20040722	ゴム組成物	13 横浜ゴム (株)	森 麻樹夫;穂高 武	2004-204158	X	ゴム	セルロース	粉末状セルロース	転がり抵抗	
462	2002-344276	20021127	2003-231118	20030819	表面に凹凸化処理を施した粉ゴム、これを用いたゴム組成物及びタイヤ	13 ブリヂストン:(株)	木野 邦器;桐村 光太郎;北条 将広;石野 裕一	2003-231118	X	ゴム	粉ゴム配合	微生物で分解、粉ゴム	耐摩耗性	
463	2002-338727	20021122	2004-169658	20040617	水冷エンジンの省エネ方法	36 大谷 正利	大谷 正利	2004-169658	X	浄化材	竹	竹レキ、竹レキ+木酢、竹レキ+竹	ガス浄化	省エネ

												酢		
464	2002-326620	20021111	2004-163510	20040610	吸音性成形体	27 ダイセル化学工業(株)	池辺 喬;上田 光康	<u>2004-163510</u>	X	吸音	天然繊維	酢酸セルロース	吸音性能	
467	2002-317536	20021031	2003-304948	20031028	クッション材用充填材およびクッション材	27 カネカ:(株)	福永 真一	<u>2003-304948</u>	X	クッション	脂肪族ポリエステル	ポリ乳酸系樹脂の発泡粒子	環境にやさしい	
473	2002-291086	20021003	2003-201660	20030718	繊維成型体	13 東レ (株)	下山 悟;田口 節男	<u>2003-201660</u>	X	繊維成型物	植物、動物繊維	セルロース、獣毛	圧縮回復性	
478	2002-270633	20020917	2003-105681	20030409	タイヤ補強用ビードワイヤ	KR 暁星:(株)	金 永真;金 敏按;朴 よん敏	<u>2003-105681</u>	X	タイヤ	セルロース	綿	表面酸化防止	コード
481	2002-255346	20020830	2004- 91975	20040325	クッション材	27 明和グラビア (株)	大島 康弘	<u>2004- 91975</u>	X	クッション	植物繊維	椰子などの果実繊維や竹材繊維等の剛性植物繊維	安価	
488	2002-227762	20020805	2004- 66930	20040304	タイヤ	13 プリヂェストン:(株)	寺田 聡	<u>2004- 66930</u>	X	タイヤ	セルロース繊維	リヨセル	湿熱耐久性	
490	2002-218716	20020726	2004- 58414	20040226	自動車用内装材	28 住化バイエルウレタン (株)	板場 博志;佐藤 哲夫;小出 次郎	<u>2004- 58414</u>	X	内装	動植物	植物繊維(例:麻、亜麻、サイザル麻、木材、ケナフ)、動物繊維(例:羊毛)	それぞれ物性を生かす	炭素繊維と併用
500	2002-181882	20020621	2004- 27383	20040129	成形用吸音マット及び車両用吸音材	13 河西工業 (株)	浅野 芳弘;塩谷 綱正	<u>2004- 27383</u>	X	吸音	セルロース	綿、ジーンズ	コスト低下	
501	2002-163505	20020604	2004- 9808	20040115	運輸車両	13 ソニー (株)	山田 心一郎;渡辺 春夫;渡辺 誠一	<u>2004- 9808</u>	X	車両	自然崩壊性樹脂	ポリ乳酸	環境対策	
502	2002-154659	20020528	2003-345363	20031203	車両用吸音材	13 河西工業 (株)	長木 俊介	<u>2003-345363</u>	X	吸音	超極細天然繊維	綿、紙、麻等	通気性消音	
503	2002-150604	20020524	2003-113253	20030418	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	長田 武夫;長島 淳	<u>2003-113253</u>	X	摩擦材	植物繊維	セルロース繊維	摩擦性能	一例
505	2002-138799	20020514	2003-326923	20031119	空気入りタイヤ	13 プリヂェストン:(株)	福原 信彦	<u>2003-326923</u>	X	タイヤ	芯成分がセルロース	セルロース	耐久性	SC 複合繊維
512	2002-123691	20020425	2003- 48264	20030218	繊維構造体	13 東レ (株)	横井 宏恵;稲田 康二郎;岡島 克也;後藤 裕利;本田 秀信;斎藤 公一	<u>2003- 48264</u>	X	内装	天然素材(負帯電粒子発生層)	獣毛、絹、竹、桐、月桃、熊笹、茶、セルロース系天然繊維	陰イオン発生	
515	2002-114916	20020417	2003-305789	20031028	成形内装材及びその製造方法	34 三和工業 (株)	三上 正彦	<u>2003-305789</u>	X	内装	植物繊維	麻材、ケナフ、木質繊維、サボテン繊維、サトウキビ繊維	環境対策	補強繊維と併用

519	2002-103236	20020405	2003-301361	20031024	車両用の吸音材	28 フジコー:(株);13 パーカーコーポレーション:(株);13 本田技研工業(株)	仮屋 英樹;山下 剛;今井 哲也;前田 孝司;野口 好洋;赤木 宏臣;高橋 俊樹;鶴田 直樹	2003-301361	X	吸音	天然繊維	羊毛、木綿	軽量化	ポリエステル中心;熱可塑樹脂と
521	2002- 95203	20020329	2003-292679	20031015	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	堀口 卓也;津森 勇	2003-292679	X	ゴム	澱粉配合	澱粉	水上安定	
522	2002- 89665	20020327	2003-277726	20031002	ジョイントシートの製造方法	13 日本バルカー工業(株)	小池 真二;佐野 倫司;北原 哲	2003-277726	X	シート	天然繊維	セルロース繊維	生分解、処理の容易化	
524	2002- 85654	20020326	2002-363347	20021218	高荷重用タイヤ	13 ブリヂストン:(株)	草野 智弘	2002-363347	X	タイヤ	配合有機繊維	セルロース系	発熱特性	一例
525	2002- 66631	20020312	2003-261689	20030919	再生樹脂部品及びその製造方法	13 三菱ふそうトラックバス(株)	宇留治 泰	2003-261689	X	再生樹脂	天然材	繊維屑、木質繊維/荷台へ	廃材再生	PE 廃材
528	2002- 62467	20020307	2003-260718	20030916	自動車用内装材の製造方法	23 豊和繊維工業(株)	柴田 純治	2003-260718	X	内装	天然繊維	麻など;表層部へ	低価格	
529	2002- 62466	20020307	2003-260716	20030916	自動車用サンシェードおよびその芯材の製造方法	23 豊和繊維工業(株)	柴田 純治	2003-260716	X	太陽遮光板	天然繊維	綿/積層表面へ	低コスト、資源の無駄排除	
532	2002- 51345	20020227	2003-253537	20030910	エアバッグ用基布およびエアバッグ	13 東レ(株)	関 昌夫	2003-253537	X	エアバッグ布	生分解素材	ポリ乳酸	公害対策	ナイロンが基本
534	2002- 44121	20020221	2003-238700	20030827	非石綿系摩擦材	13 日清紡績(株)	長田 武夫;竹内 一弘	2003-238700	X	摩擦材	セルロース	セルロース繊維	発がん性対策	繊維基材のひとつ。アラミ中心
542	2002- 1147	20020108	2003-200814	20030715	チャイルドシートベルト用ウエビング	13 東レ(株)	井川 義之	2003-200814	X	シート	脂肪族ポリエステル	ポリ乳酸	生分解	
555	2001-529326	20001010	2003-511137	20030325	標的表面上へ物質を分散させるための使い捨て半閉アプリーケータ	US プロクター アンド ギャンブル CO	マンスク トーマス ジェイムズ ジュニア;グリューンバツカー ダナ ポール;デイヴィス ジェイムズ ハーバート;ジョセフ カーティス ゲイリー;ザヴェリ ビウシュ ナレンダ	2003-511137	X	アプリーケータ	セルロース材料/第二側部	吸水性セルロース不織布	吸水機能。ガラス洗浄	
560	2001-398370	20011227	2003-201657	20030718	吸音材	14 日産自動車(株);13 河西工業(株)	福井 孝之;大西 達海;塩谷 綱正;根本 好一	2003-201657	X	吸音	天然繊維	綿くず、粉砕物、セルロース	低価格	
561	2001-398095	20011227	2003-192844	20030709	空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業(株)	太田 武;川瀬 正人;内田 守	2003-192844	X	タイヤ	セルロース	セルロース粒子	水上性能	
563	2001-396224	20011227	2003-193042	20030709	冷却液組成物	25 臼井 孝男;27 川西 清	臼井 孝男	2003-193042	X	冷却液	天然物	竹炭	吸着性能	防錆剤で竹材
564	2001-395851	20011227	2003-191781	20030709	自動車用フロアカーペットの製造方法	28 フジコー:(株)	中村 英雄	2003-191781	X	内装	天然繊維	毛、木綿	軽量、遮音	カーペット
565	2001-395726	20011227	2003-201659	20030718	自動車内装材用基材	28 金井 宏彰	滝川 久幸;横山 一夫	2003-201659	X	内装	植物繊維、炭	生分解樹脂(例:ポリ乳酸)併用	生分解性、消臭効果	
566	2001-395156	20011226	2003-192843	20030709	スタッドレスタイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	川瀬 正人	2003-192843	X	ゴム	天然物	米穀のみみ殻、セルロース粉	水上性能	
567	2001-395155	20011226	2003-192832	20030709	トレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	飯塚 融	2003-192832	X	ゴム	天然物	ゴムに澱粉配合	転がり抵抗減少	

568	2001-391070	20011225	2003-191426	20030708	自動車用内装材	28 住化バイエルウレタン (株)	板場 博志		<u>2003-191426</u>	X	内装	天然繊維	綿、麻などの植物性繊維、羊毛などの動物性繊維	補強効果	ウレタン用布
572	2001-370372	20011204	2003-170713	20030617	空気入りタイヤ	13 ブリヂストン:(株)	平野 新一		<u>2003-170713</u>	X	タイヤ	合成、分解繊維	ポリ乳酸繊維	低融点	
573	2001-367111	20011130	2002-234094	20020820	自動車の内蔵用熱可塑性フェルト積層物	KR ハンイル エ ワ CO	パク スンホ		<u>2002-234094</u>	X	フェルト	天然繊維	黄麻繊維	低コスト	
574	2001-362604	20011128	2003-166153	20030613	固綿およびその製造方法	27 ユニチカファイバー(株)	野口 信夫;久米 大蔵		<u>2003-166153</u>	X	硬綿	天然繊維	木綿やウール等	品質	バインダー樹脂も
575	2001-360761	20011127	2003-159169	20030603	アトピー等の汚染防止用寝具	28 渡辺 秀夫	渡辺 秀夫		<u>2003-159169</u>	X	寝具	ダニ誘引剤で綿、脱脂綿	綿など	効率	防ダニ、アトピー対策
578	2001-339251	20011105	2003-135923	20030513	脱臭装置及び衛生車	22 篠原精機 (株)	篠原 好美		<u>2003-135923</u>	X	脱臭、衛生車、吸着剤	木材	木質細片	吸着	
579	2001-339247	20011105	2003-135249	20030513	インシュレーター	23 鈴鋼製作所:(株)	藤井 正信		<u>2003-135249</u>	X	吸音	天然繊維	麻繊維、ケナフ繊維、ヤシ繊維、竹繊維等	吸音性能	
582	2001-330620	20011029	2002-219988	20020806	自動車向けパッド使用エレメント、およびその製造方法	FR フォーレシヤ シェージュ ダトモビル	ジアイエ ローラン;ランソン エルヴエ;セネシアル ジェローム;エドイビ ノルデヌ		<u>2002-219988</u>	X	パッド	天然物、合成物	カプロラクトン、ポリ乳酸、セロファン、紙	空気透過性	
585	2001-321265	20011019	2003-120756	20030423	動力伝動用ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	竹原 剛;吉田 勲;高野 啓二;高田 俊通		<u>2003-120756</u>	X	ベルト	セルロース	綿短繊維	磨耗性、スリップ率低下	綿+ナイロン
587	2001-310931	20011009	2003-113881	20030418	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	竹内 一弘;長田 武夫		<u>2003-113881</u>	X	摩擦材	植物繊維	セルロース繊維	摩擦性能	一例
588	2001-306909	20010829	2002-187493	20020702	温暖化を防ぐ一環として化石燃料をエネルギーとしている車輛の屋根上、フロント等に広告等を兼ねた外箱を用い、プラスチック、不織布、又は竹炭、キチンキトサンカルシウムを混合した、脱着式フィルターを収め、前を走る車輛の排気ガス、或いは汚染空気の浄化を行うものである。	14 相互無線:(有)	小島 行正		<u>2002-187493</u>	X	ガス浄化	天然材、Filter材	竹炭、キチンキトサンカルシウム	空気浄化	
590	2001-302250	20010928	2003-106373	20030409	制振材用フィルムおよびそれを用いた制振材	13 三菱瓦斯化学(株)	芳仲 聡;小川 俊;林 武夫;黒川 正弘		<u>2003-106373</u>	X	制振材料	合成分解性、植物原料	ポリ乳酸、PHB、ポリベブチドやセルロース誘	制振効果	

												導体		
591	2001-302241	20010928	2003-105215	20030409	制振材用樹脂組成物およびそれを用いた制振材	13 三菱瓦斯化学 (株)	芳仲 聡;小川 俊;林 武夫;黒川 正弘	2003-105215	X	振動防止	天然合成分解性ポリマー	ポリ乳酸やポリヒドロキシ絡酸、セルロース	制振効果	フィルム
593	2001-297849	20010927	2003-103551	20030409	木質系繊維材料から構成される成形体及びその製造方法	23 トヨタ紡織 (株);23 トヨタ車体 (株)	加藤 剛裕	2003-103551	X	木質材料成型物	(非)木質系繊維材料	ケナフ、麻、セルロース繊維	曲げ特性	
594	2001-297345	20010927	2003-105323	20030409	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	津川 和男;半沢 公一	2003-105323	X	摩擦材	植物繊維	セルロース/繊維基材	摩擦性能	一例
596	2001-297037	20010927	2003-105322	20030409	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	津川 和男;登坂 薫	2003-105322	X	摩擦材	植物繊維	セルロース/繊維基材	摩擦性能	一例
599	2001-288605	20010921	2003- 95355	20030403	グリース充填用容器	13 日本鉱油:(株)	木村 茂樹;安井 直方;飯沼 康雄	2003- 95355	X	グリース用容器	ポリ乳酸など	ポリ乳酸、ラクトン	生分解性	対象樹脂多数(「0007」)
601	2001-286793	20010920	2003- 90366	20030328	ディスクプレーキロータ	23 トヨタ自動車 (株)	三根 勝信;佐竹 茂;影山 裕史;筒木 徳;稲生 隆嗣;山下 征士;磯部 泰充	2003- 90366	X	摩擦材	ポリ乳酸	ポリ乳酸/摩擦面	さび防止、環境対策	2官能脂肪族ヒドロキシカルボン酸、ラクトンなど共重合も
602	2001-283899	20010918	2003- 89162	20030325	自動車内装材用発泡積層シートおよびこれを用いた自動車内装材	27 カネカ:(株)	上田 亨	2003- 89162	X	内装	天然繊維	羊毛、木綿、セルロース	低コスト	PPE
608	2001-254609	20010824	2003- 64222	20030305	ゴム組成物	28 住友ゴム工業 (株)	菊地 尚彦	2003- 64222	X	ゴム	天然繊維	レーヨン、アセテート、キャブラ	石油代替エコ	
609	2001-254608	20010824	2003- 63206	20030305	エコタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	菊地 尚彦;保地 和郎;堀口 卓也	2003- 63206	X	タイヤ	天然繊維	レーヨン、アセテート、キャブラ	石油代替エコ	
614	2001-237050	20010803	2003- 49339	20030221	すだれ織物	27 旭化成せんい (株)	谷口 竜;森田 徹	2003- 49339	X	タイヤコード	天然繊維	緯糸がセルロース繊維	ケバナし	簾
616	2001-228747	20010622	2003- 3822	20030108	排気ガス二酸化炭素二酸化粒子削減装置取り換え方式	25 大里 広	大里 広	2003- 3822	X	浄化材	炭	活性炭、木炭	大気汚染減少	排ガス
622	2001-199473	20010629	2003- 12817	20030115	一時使用樹脂成形品	23 東郷製作所:(株)	中島 隆志;小川 幸宏	2003- 12817	X	樹脂成型	生分解樹脂	デンプン、セルロース、ポリカプロラクトン(PCL)、ポリ乳酸(PLA)	低価格、環境対策	特許 2961138 記載の分解樹脂も対象(PCL,PLA ほか)
624	2001-177491	20010612	2002-371455	20021226	繊維積層体およびその製造方法	23 トヨタ紡織 (株);23 トヨタ車体 (株)	三後 久美子;加藤 剛裕	2002-371455	X	積層	天然繊維	ケナフ	剛性、軽量	熱可塑樹脂併用
631	2001-168511	20010604	2002-357228	20021213	等速自在継手用ブーツおよび等速自在継手	27NTN (株)	高部 真一;溝口 知秀	2002-357228	X	ブーツ	生分解性エラストマー	セルロースエステル、脂肪族ポリエステル		

636	2001-146453	20010516	2002-338736	20021127	タイヤトレッド用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	大槻 洋敏	2002-338736	X	ゴム	植物材	植物セルロース粉体	氷上グリップ	
638	2001-133144	20010427	2002-46218	20020212	木質化粧成形品の製造方法	22 河合楽器製作所(株)	湯沢 智;佐野 善昭	2002-46218	X	化粧板	木材資源	木質	製造コスト	北アノなど
643	2001-115229	20010413	2002-294662	20021009	廃タイヤを使った水質浄化機能付き土木資材とその工法	10 中野 利彦	中野 利彦	2002-294662	X	浄化材	炭	竹炭、木炭	環境	水質浄化
645	2001-102791	20010402	2002-291573	20021008	吊り下げ式チューブ状腰痛等防止具	26 水出 忠徳;20 安井 敏男	安井 敏男	2002-291573	X	内装	天然繊維/袋	綿、羊毛	腰痛防止	座席
647	2001-85299	20010323	2002-285143	20021003	摩擦材	11 曙ブレーキ中央技術研究所(株)	日下 聡;佐々木 要助	2002-285143	X	摩擦材	木材	木材バルブ	安価	アラミド中心
648	2001-80010	20010321	2002-78665	20020319	拭き取り具	27 帝人ファイバー(株)	西田 禎章;尾上 宏;永田 万亀男	2002-78665	X	ふき取り布	天然繊維積層	綿、絹、羊毛	清掃効果	ポリエステル中心
650	2001-72838	20010314	2002-120328	20020423	自動車内装材用発泡積層シートおよび自動車内装材。	27 カネカ(株)	中道 幹芳	2002-120328	X	内装	積層表皮材で天然繊維。PPS	綿、レーヨン、羊毛、麻	軽量	
651	2001-68043	20010312	2002-268648	20020920	車両用吸音構造	14 日産自動車(株)	福井 孝之	2002-268648	X	吸音	天然繊維	セルロース系繊維	軽量安価	
655	2001-50247	20010226	2002-249619	20020906	スタッドレスタイヤ用ゴム組成物	28 住友ゴム工業(株)	川瀬 正人	2002-249619	X	ゴム	紙	古紙配合	氷上安定性	
659	2001-41708	20010219	2002-240647	20020828	自動車用内装材	23 豊田合成(株)	山田 達夫;広瀬 吉一;山口 人久	2002-240647	X	内装	天然繊維	竹繊維/麻繊維	騒音防止	
660	2001-40944	20010112	2002-211410	20020731	ベビーカー用い草マット	13 津留 幸	津留 幸	2002-211410	X	マット	天然繊維	井草	ムレ防止	
661	2001-38520	20010215	2002-242061	20020828	熱接着性繊維を含有した生分解性を有する玉状綿と繊維構造体	23 日本エステル(株)	酒井 大介;渡辺 博之	2002-242061	X	繊維構造物	生分解材料	ポリ乳酸	コンポスト可能	
663	2001-24947	20010131	2002-226835	20020814	ブレーキ摩擦材	13 日立製作所(株)	三宅 信吾;酒井 佳恵	2002-226835	X	摩擦材	天然繊維	ケナフ繊維	コスト低下	アラミド減量
664	2001-22104	20010130	2002-226834	20020814	非石綿系摩擦材	13 日清紡績(株)	竹内 一弘;長田 武夫;津川 和男	2002-226834	X	摩擦材	天然繊維	セルロース、	高温磨耗性	アラミド中心
665	2001-15661	20010124	2002-221967	20020809	防音カバー及びその取付方法	13 いすゞ自動車(株);13 日本特殊塗料(株)	富樫 千晴;中野 光雄;大谷 敏雄;古菅 正道;渡辺 健史	2002-221967	X	防音材	天然材/混合材料	綿	振動低下	
666	2001-11207	20010119	2002-211203	20020731	スタッドレスタイヤ	28 住友ゴム工業(株)	内田 守	2002-211203	X	タイヤ	澱粉/配合材	水溶性デンプン	操縦性	
668	2001-4736	20010112	2002-210856	20020731	内装材料	23 名古屋油化(株)	小川 正則;紀岡 宣彦;伊藤 邦矩	2002-210856	X	内装	天然繊維	バルブ、木綿、羊毛、ヤン繊維、麻繊維、竹繊維、ケナフ繊維	成型性、防音性	
670	2000-609513	20000406	2002-541300	20021203	封止材料、封止装置および開口の封止方法、並びにその用途	DE フラウンホーフA-G	ゲーリック ヴェルナー;バツクホルガー;グロス ハンズ-ユルゲン	2002-541300	X	封鎖材料	天然材(充填剤として)	木粉、セルローズ、キチン質、多糖類	簡便低価格	一例

672	2000-599711	20000115	2002-537208	20021105	ガス発生物質	US デルファイ テクノロジーズ INC	ウルリツヒ ブライ;ウーヴェブレデー;ライナー ハーゲル;クラウス レーデツカー	2002-537208	X	ガス発生	天然剤;燃料として	コルク、木材、澱粉、糖、セルロース	粉塵抑制	
684	2000-401932	20001228	2002-201459	20020719	ジョイントシート	13 ニチアス (株)	糸井 克豊;中野 光行;山中 二郎	2002-201459	X	シート	天然繊維	セルロース系繊維;一例	漏れ防止	石綿以外
688	2000-387339	20001220	2002-187058	20020702	微小異物の除去方法と転がり軸受	20 ミネベア (株)	矢島 裕孝;保谷 茂則	2002-187058	X	軸受け	天然素材	どうもろこし穂	異物除去効果	異物除去
690	2000-380078	20001214	2002-178397	20020626	車両用防音材及びその製造方法	13 河西工業 (株)	沢田 晶夫;根本 好一;塩谷 綱正	2002-178397	X	防音材	天然繊維	セルロース系解織物		
691	2000-380072	20001214	2002-178349	20020626	車両用防音材の製造方法	13 河西工業 (株)	沢田 晶夫;根本 好一;塩谷 綱正	2002-178349	X	防音材	天然繊維	セルロース織物	安価、防音、リサイクル	
692	2000-380066	20001214	2002-178848	20020626	車両用防音材及びその製造方法	13 河西工業 (株)	沢田 晶夫;根本 好一;塩谷 綱正	2002-178848	X	防音材	天然繊維	セルロース解織	安価、防音、リサイクル	
695	2000-366472	20001201	2001-191347	20010717	自動車車両用のシートクッションなどの製造方法	FR フォーレシヤ シェージュ ダトモビル SA	ローラン ジャユ;ヘルベ ランコン;イブ ルパムペ	2001-191347	X	クッション	合成、天然	カプロラクトン、ポリ乳酸、セロファン、紙、デンプン、多糖	水蒸気透過	ブレンド
698	2000-354002	20001121	2002-155170	20020528	未加硫ゴム押し成形体およびそれを用いたタイヤ	13 ブリヂストン:(株)	柳沢 和宏;山田 浩;北原 宏太	2002-155170	X	タイヤ	セルロース	セルロース短繊維(配合成分として一例)	耐久性	
699	2000-354001	20001121	2002-155164	20020528	ゴム組成物およびそれを用いた空気入りタイヤ	13 ブリヂストン:(株)	柳沢 和宏	2002-155164	X	タイヤ	セルロース;有機短繊維の1例	セルロース	操縦安定性、耐磨耗性	
702	2000-349728	20001116	2002-144495	20020521	積層体、およびこれを用いた建築用資材、梱包用副資材、自動車用部材、パーティション	13 出光ユニテック(株)	三笹 貢	2002-144495	X	積層	天然繊維	セルロース繊維	リサイクル性	廃プラと併用
704	2000-327281	20001026	2002-127284	20020508	車両用内装シート	34 三和工業 (株)	三上 正彦	2002-127284	X	シート	植物繊維	竹繊維	吸音、熱収縮、剛性	
705	2000-327066	20001026	2002-127114	20020508	繊維成形板および繊維成形板の製造方法	23 ニチハ (株)	松尾 哲也;伊藤 恭一	2002-127114	X	成型板	天然繊維+熱可塑	木質繊維/植物長繊維(、麻、ケナフ、ヤシ繊維、シュロ繊維、竹繊維、ジュート等)	安価、軽量、低公害	
706	2000-325847	20001025	2002-127913	20020509	ステアリングホイール	23 東海理化電機製作所:(株)	森 浩樹;山田 久男;田尻 裕司;鈴木 恵三	2002-127913	X	ホイール	木質材	木の無垢材	安価、外観	
709	2000-315603	20001016	2002-119389	20020423	敷寝具	27 東洋紡績 (株)	森下 禄郎;坂井 由花;辻井 彰司	2002-119389	X	敷寝具	セルロース繊維、蛋白繊維	木綿、麻、椰子殻繊維、ジュート/羊毛、絹、羽毛	水分管理	
710	2000-314627	20001016	2002-136395	20020514	蒲団	14 ナチュラル フーズアンド ライフ:(株)	中島 昭三	2002-136395	X	布団	天然繊維	裏地に麻	涼感	

718	2000-287952	20000922	2001-130213	20010515	空気の透過を遅らせるための層を有するタイヤ	US グツドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	フィロメノ ジエンナロ コルヴァセ;マリー リタ キヤサリン アメリー ティーズーフルゴン;アラン エミル フラソワ ロースジャン	2001-130213	X	タイヤ	澱粉	澱粉配合	空気漏れ防止	
720	2000-279395	20000914	2001-113908	20010424	空気透過防止層を有するタイヤ	US グツドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	ロジャー ニール ビアーズ	2001-113908	X	タイヤ	デンプン	分散体として澱粉	空気透過阻止	
721	2000-275383	20000911	2002- 80899	20020322	ガラス用洗浄シート及びガラス用洗浄シート物品	13 ライオン (株)	堀 泰治;高橋 久雄;鍋谷利昭	2002- 80899	X	シート	天然繊維	レーヨン、綿ほか	拭き取り効果	ガラス用
723	2000-271598	20000907	2002- 79868	20020319	車両用床嵩上げ材および嵩上げ構造	14 日産自動車 (株)	福井 孝之;菅原 浩	2002- 79868	X	床材	天然繊維	パルプ、麻	吸遮音性、軽量、価格	
725	2000-265369	20000901	2002- 67202	20020305	樹脂積層体および自動車用内装材	13 出光テクノフライン (株)	島田 英俊;鈴木 呂昌	2002- 67202	X	内装	天然有機物微粉末/積層体に	シルク、セルロース、コラーゲン、ウール、ケラチン、麻、綿、キチン、キトサン、ペタイン、卵殻膜等	感触、吸湿、放湿	
728	2000-258975	20000829	2002- 69243	20020308	ゴム組成物および空気入りタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	片岡 孝浩	2002- 69243	X	タイヤ	非木材繊維	麻類繊維/ケナフ	電気抵抗減少	
730	2000-249162	20000821	2001- 82549	20010327	動力伝達ベルト	US ベーヤンス テクノロジーズ INC	ブライアン デイーン ウィーゲル	2001- 82549	X	ベルト	天然繊維	木綿、レーヨン/フロック	摩擦特性	一例
733	2000-244234	20000811	2002- 52987	20020219	車両用天井内装シート	34 三和工業 (株)	三上 正彦	2002- 52987	X	内装	植物繊維	麻糸	熱収縮減	
736	2000-235961	20000803	2001- 89599	20010403	澱粉強化剤を含有するゴム及びそれを成分として有するタイヤ	US グツドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	ポール ハリー サンドストローム	2001- 89599	X	タイヤ	天然素材	デンプン	強化材として	
737	2000-233582	20000801	2002- 45260	20020212	着座装置	11 旭 広秋;13 野口英明	旭 広秋;野口 英明	2002- 45260	X	内装	天然繊維/着座部	木綿、麻	安価	座席
738	2000-232603	20000801	2002- 48174	20020215	摩擦部材及びその製造方法	13 日清紡績 (株)	山根 武	2002- 48174	X	摩擦材	セルロース	セルロース繊維	耐熱性、密着性、スラッジ減少	
739	2000-232080	20000731	2002- 46544	20020212	輸送用機器の内張り構造	14 関東自動車工業 (株)	星野 猛	2002- 46544	X	内張り	植物繊維	木質材料	意匠	
741	2000-230887	20000731	2002- 36405	20020205	熱成形性芯材及びその製造方法	27 積水化学工業 (株)	田中 利喜蔵;杉江 幸弘	2002- 36405	X	マット	植物性繊維+樹脂	ジュート繊維、ケナフ繊維	熱リサイクル	
742	2000-230266	20000731	2002- 39274	20020206	歯付ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	沢田 守;野口 徹	2002- 39274	X	ベルト	綿繊維/基材	綿繊維	磨耗性	ナイロンも
743	2000-230265	20000731	2002- 39278	20020206	動力伝動ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	沢田 守;野口 徹	2002- 39278	X	ベルト	綿繊維/基材	綿繊維	磨耗性	
745	2000-225411	20000726	2002- 34711	20020205	カバー	13 よし中 茂一郎;13 よし中 春江	吉中 春江	2002- 34711	X	枕カバー	動植物	綿/羊毛	不眠症解消	素材の一部

746	2000-223321	20000725	2001-107025	20010417	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株);DE テイー エム デイ フリクション GMBH	山根 武	<u>2001-107025</u>	X	摩擦材	合成、 天然繊維	セルロース織 維	分散性	アラミド、無機 繊維が Main
747	2000-219131	20000719	2002- 36401	20020205	表装材	23 トヨタ紡織 (株)	原口 泰周	<u>2002- 36401</u>	X	表層材	植物性 材料	粉+熱効果 樹脂	強度	
753	2000-186555	20000621	2002- 4948	20020109	炭化水素を原料と した動力発生装置 および方法	13 日立製作所:(株)	小山 俊太郎;金子 朋子;相 馬 憲一	<u>2002- 4948</u>	X	炭化水 素燃料 ガス化	木材、 プラス チック、 紙…原 料とし て	木材、プ ラスチ ック、紙	廃棄物 対策	
755	2000-175280	20000612	2001-347542	20011218	複合木質化粧成形 品の製造方法	22 河合楽器製作所: (株)	湯沢 智	<u>2001-347542</u>	X	化粧板	木材	木材	コスト	
757	2000-173445	20000609	2001-347541	20011218	複合木質化粧成形 品の製造方法	22 河合楽器製作所: (株)	湯沢 智	<u>2001-347541</u>	X	化粧板	木質	木質	製造コス ト	
758	2000-169003	20000606	2001- 55640	20010227	ポリフェニレンサル ファイドよりなる織 維資材および衣料	13 東レ (株)	山本 英行;中原 誠;浜口 義弘	<u>2001- 55640</u>	X	内装	動植物	木綿繊維、 羊毛繊維と 併用	保温性	PPS 繊維
760	2000-160491	20000530	2001-335701	20011204	自動車関連部品	22 エルプ:(株)	岡本 弘;井上 真一;金川 哲夫;佐野 昌隆;宮松 宏樹; 吉田 貴美	<u>2001-335701</u>	X	内装	天然機 能性成 分	カテ キン類、サ ボニン類、 茶葉粉末、 茶葉抽出 物、タンニ ン、キチン など	消臭抗 菌	
764	2000-148722	20000519	2001-329220	20011127	光触媒含有コーテ ィング組成物、エア フィルタ、強制循環 器、空気浄化方法 及びエアフィルタ 再生方法	08 東城 容子	西部 裕勝;佐藤 智之;杉山 岳;吉井 雄二;東城 正一	<u>2001-329220</u>	X	エア-フ ィルタ	天然糊 材	澱粉、穀 類、…水 溶性セル ロース類 など (バイン ダー)	再生可 能	光触媒
766	2000-137761	20000510	2001-316963	20011116	車両用フェルト材	23 豊和繊維工業 (株)	江口 純祐	<u>2001-316963</u>	X	フェルト	天然織 維配合	綿、デニ ム、ウ ール	緩衝効 果	吸音
771	2000-114906	20000417	2001-292881	20011023	静電気放電機能及 び/又は消臭機能 を備えた備品	13 中込 正男	中込 正男	<u>2001-292881</u>	X	布団	天然織 維	綿;通電 材配 合	消臭	消臭、放電 性能
773	2000-106657	20000407	2001-286368	20011016	炭と松脂を用いた 吸着シートとその 使用方法	33 ツボイ:(株)	坪井 圭一郎;坪井 清浩	<u>2001-286368</u>	X	シート	炭	竹炭や木炭	吸着、吸 収	吸着性材
776	2000- 96394	20000331	2001-277404	20011009	成型用自動車内装 天井材及びその製 造方法	28 金井 宏彰	滝川 久幸	<u>2001-277404</u>	X	天井材	植物織 維/多 層の一 部	竹炭など	吸着性 能	
777	2000- 93251	20000330	2001-280116	20011010	ディーゼルエンジ ンの排ガス浄化装 置	28 杉山 晃;28 竹重 勲	杉山 晃;竹重 勲	<u>2001-280116</u>	X	ガス浄 化	ケナフ 炭や竹 炭等の 軟質木 炭	木炭	吸着	
778	2000- 88044	20000328	2001-271056	20011002	ジョイントシート	13 ニチアス (株)	糸井 克豊;中野 光行	<u>2001-271056</u>	X	シート	セルロ ース 系織 維	セルロ ース 織維	圧縮率 良好	非石綿
779	2000- 83363	20000324	2001-271249	20011002	ゴム補強用すだれ 織り織布、その緯 糸及び製造方法	13 プリヂストン:(株)	平野 新一	<u>2001-271249</u>	X	タイヤ	植物織 維	セルロ ース 織維	すだれの スベリ 防止	簾

780	2000- 83306	20000324	2000-336343	20001205	非アスベストの摩擦材料及びその製造方法	US ボーグワナー I NC	ロバート シー ラム	<u>2000-336343</u>	X	摩擦材	天然素材	ファイブリル化材の部分使用として綿繊維	騒音防止性	アラミドなどが Main
781	2000- 79659	20000322	2000-289415	20001017	サイドウォールゴムインサートを有するタイヤ	US グッドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	フィロメノ ジエンナロ コルヴァセ;ジヨルジエ マルセル ヴイクター テーレン;マルク ジュレス アレクシス ヘノウモント	<u>2000-289415</u>	X	タイヤ	デンプン	微粒子状デンプン配合	操作性	HMWPE 併用
784	2000- 69453	20000207	2001-221031	20010817	排気ガス浄化装置	14 加藤 功	加藤 功	<u>2001-221031</u>	X	ガス浄化	粒子付着材としてセルロース系	カルボキシメチルセルローズ、澱粉、糖類、など	捕集効率	
786	2000- 64393	20000309	2001-310695	20011106	自動車用頸部保護具	13 インターナショナル ネットコム:(株)	荒井 優章	<u>2001-310695</u>	X	保護具	非弾性材料	布切れ、大鋸屑、植物裁断物	衝撃吸収	
787	2000- 58352	20000303	2001-247852	20010914	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	小林 満;沢村 真也	<u>2001-247852</u>	X	摩擦材	繊維基材のひとつにセルロース	セルロース繊維	磨耗性	
788	2000- 58348	20000303	2001-247851	20010914	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	小林 満;沢村 真也	<u>2001-247851</u>	X	摩擦材	繊維基材のひとつにセルロース	セルロース繊維	磨耗性	
789	2000- 51718	20000228	2001-239615	20010904	車両用床材	13 プリヂェストン:(株);23 イクタ:(株)	上西 延明;柳 秀史;石川 芳文	<u>2001-239615</u>	X	床材	木質材に樹脂含浸	木材	軽量	
790	2000- 47576	20000224	2000-318548	20001121	鉱物質充填ガラスマット熱可塑性(GMT)複合材料から形成される1断面自動車バンパー	US アズデル INC	エナミュル ハツク;ウオルト バセット;トーマス エフ ルイス	<u>2000-318548</u>	X	バンパー	充填剤に木粉	木粉	コスト	
791	2000- 45627	20000223	2001-234984	20010831	Vリブドベルト	28 ミツ星ベルト (株)	田村 昌史	<u>2001-234984</u>	X	ベルト	ポリエステル+綿	綿短繊維	音軽減	
794	2000- 41592	20000218	2001-233249	20010828	車両用防音材	13 河西工業 (株)	吉田 真司;坂田 裕司;長木 俊介;関野 智博;古田 顕史;佐々木 邦明	<u>2001-233249</u>	X	防音材	天然繊維配合	綿+ポリエステル	リサイクル性	
802	2000- 1732	20000107	2001-191963	20010717	リアボデー床の骨組み構造	14 ふ、そうエンジニアリング (株);13 三菱ふそうトラック バス (株)	鴨志田 文夫;淵川 清孝	<u>2001-191963</u>	X	床材	木材	木粉	性能	
803	2000- 586	20000106	2001-191328	20010717	車両用インナトリム材の製造方法及び当該製造方法にて形成される車両用インナトリム材	23 サカエ理研工業 (株)	加藤 智久;山辺 一範	<u>2001-191328</u>	X	トリム	天然繊維配合	ケナフ	剛性	
806	平 11-368911	19991227	2001-182769	20010706	衝撃吸収部材	13 昭和電工 (株)	浜野 秀光;西川 直毅	<u>2001-182769</u>	X	衝撃吸収	木材	バルサ	軽量	
811	平 11-362954	19991221	2001-175265	20010629	吸音材	13 東レ (株)	佐野 真二	<u>2001-175265</u>	X	吸音	天然繊維、化学繊維	木綿、羊毛、レーヨン、アセテート	通気性ほか	ポリエステル中心。光触媒配合
814	平 11-357587	19991216	2001-171493	20010626	ワックス拭き取り布	13 白元:(株);30 原田織物 (株)	原田 壮平;伊勢岡 和男	<u>2001-171493</u>	X	ふき取り布	天然繊維/非	綿、麻、絹	抵抗感なし	

												布			
819	平 11-332516	19991124	2001-151979	20010605	ゲル状組成物	13 アロン化成 (株)	堀井 万平;渡辺 健史;小野塚 智子	2001-151979	X	衝撃吸収	動植物繊維	木綿、麻、羊毛等	衝撃吸収	第③成分として	
822	平 11-317698	19991109	2000-219872	20000808	パーキングブレーキ用摩擦材	13 日清紡績 (株)	近藤 剛	2000-219872	X	摩擦材	セルロス	セルロースパルプ/繊維基材	摩擦係数		
824	平 11-312467	19991102	2001-130320	20010515	字光性ナンバープレート	13 旭化成テクノプラス (株)	杉本 博幸	2001-130320	X	ナンバープレート	セルロス樹脂/透光樹脂	セルロス	耐久性		
827	平 11-308184	19991029	2001-165244	20010619	Vリブドベルト	28 ミツ星ベルト (株)	田村 昌史	2001-165244	X	ベルト	天然繊維	綿+アラミド	すべり防止	アラミド	
828	平 11-305188	19991027	2001-120384	20010508	シートパツクのパツクボード	14 新和木工 (株)	川下 資文;照井 満;石原 茂久	2001-120384	X	ボード	植物繊維	木質繊維	低価格		
829	平 11-305093	19991027	2001-123017	20010508	タイヤ用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	酒井 秀之;中村 典彦;西岡 健太郎	2001-123017	X	ゴム	果物の殻	胡桃の殻の粉砕物	水上走行性	水摩擦抵抗	
830	平 11-304128	19991026	2001-122046	20010508	自動車用内装材	13 住友化学 (株);13 住化プラステック (株)	北山 威夫;大村 吉典	2001-122046	X	内装	天然繊維/樹脂	麻繊維	低膨張		
831	平 11-304127	19991026	2001-121651	20010508	積層体	13 住友化学 (株);13 住化プラステック (株)	北山 威夫;大村 吉典	2001-121651	X	積層	天然繊維/樹脂	麻繊維	低膨張		
832	平 11-304125	19991026	2001-122986	20010508	熱可塑性樹脂シート	13 住友化学 (株);13 住化プラステック (株)	北山 威夫;大村 吉典	2001-122986	X	シート	天然繊維/樹脂	麻繊維	低膨張		
834	平 11-298398	19991020	2001-113621	20010424	複合成型品およびステアリングホイールならびにその製法	22 ヤマハ (株)	福島 敏晴;清水 康雅	2001-113621	X	ホイール	動植物	木材、皮革	耐衝撃性		
835	平 11-295692	19991018	2001-112578	20010424	保温椅子	27 美津濃 (株)	坂口 達雄;荻野 毅	2001-112578	X	椅子	合成、天然素材/被覆材のひとつ	ウール、綿、皮革	快適性	吸放湿発熱性繊維	
836	平 11-290716	19991013	2000-119444	20000425	ゴム組成物の製造法	US グツドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	テイエリー フローレント エドム マターン;フィロメノ ジエンナロ コルヴァセ	2000-119444	X	ゴム	天然物	スターチ/可塑性で酢酸セルロース			
842	平 11-255158	19990909	2001- 71310	20010321	自動車内装部品用シート部材	13 早船 康二	康本 祐成;早船 康二;雨宮 英夫	2001- 71310	X	内装	微細化した竹材/POF	竹繊維	環境にやさしい		
852	平 11-221067	19990804	2001- 47544	20010220	サンドウイツチ構造を有する自動車内装材の製造方法	28 住化バイエルウレタン (株)	板場 博志;先東 潤一	2001- 47544	X	内装	植物繊維	麻、ケナフ、サイザル繊維、竹繊維、木質繊維粉砕物	軽量	ウレタンへ	
853	平 11-220401	19990803	2001- 38142	20010213	自動車の排気ガスを浄化する方法と装置	13 上野 碩英	上野 碩英	2001- 38142	X	浄化材	木片、木炭			排ガス	
860	平 11-177866	19990624	2000-199181	20000718	ゴム組成物分散用短繊維およびこれを用いた動力伝動ベルト	28 ミツ星ベルト (株)	木下 隆史;羽坂 仁志;高野 啓二	2000-199181	X	ベルト	天然	綿繊維(スライハ)	クラック防止		

863	平 11-166479	19990614	2000-104043	20000411	ジョイントシート形成用組成物、ジョイントシートおよびその製造方法	13 日本バルカー工業(株)	多方 清人;西村 和也;佐野倫司	2000-104043	X	シート	天然繊維	セルロース繊維/澱粉、セルロース系...吸水性	耐熱、耐蒸気	アラミド繊維ほか
866	平 11-162780	19990609	2000-351304	20001219	タイヤ	28 住友ゴム工業(株)	内田 守;河合 賀之;田原尚洋;坪井 朝一	2000-351304	X	タイヤ	天然素材	セルロース層	粘着摩擦、氷上	
879	平 11-118070	19990426	2000-33839	20000202	ソフトタッチ発泡層を有する車両内装トリム構成要素の製造方法	13 児玉化学工業(株)	ゲルハルド スペングラー	2000-33839	X	内装	天然繊維+ポリオレフィン	麻、ケナフ...	ソフト感、環境対策	パネル
880	平 11-114738	19990422	2000-300393	20001031	クッション構造体	13 オカモト(株);21 ハイビックス:(株)	吉田 篤司;田村 和安;日置利通	2000-300393	X	クッション	天然材料	綿繊維、レーヨン繊維織編み、	通気性	
883	平 11-103074	19990305	2000-255337	20000919	輸送車輛用防振材	23 伊藤 紘一	伊藤 紘一	2000-255337	X	防振材	木材	木炭粉	抗菌	
887	平 11- 82763	19990326	2000-276179	20001006	防音材及び該防音材の製造方法	13 王子製紙(株);13 パーカーコーポレーション:(株)	森田 健三;山崎 俊示;石田宏一郎	2000-276179	X	防音材	天然木質繊維	S/C 複合繊維、芯に古紙からの繊維配合	リサイクル	積層
896	平 11- 51037	19990226	2000-248164	20000912	乳酸系組成物、及びその成形品	23 トヨタ自動車(株)	堀部 泰正;金森 健志	2000-248164	X	衝撃吸収	ポリ乳酸	ポリ乳酸		
898	平 11- 31914	19990209	2000-234234	20000829	シートベルト用ウエツピング	13 東レ(株)	松本 太成;奥村 由治;前田裕平	2000-234234	X	シートベルトウエツピング	脂肪族ポリエステル	ポリ乳酸	耐光性	
899	平 11- 31913	19990209	2000-234233	20000829	シートベルト用ウエツピング	13 東レ(株)	松本 太成;奥村 由治;前田裕平	2000-234233	X	シートベルトウエツピング	脂肪族ポリエステル	鞣部分がポリ乳酸	耐光性	
902	平 11- 21079	19990129	2000-219041	20000808	貨物車の扉板	16 大建工業(株)	谷内田 豊治;釣 久治;前川茂	2000-219041	X	扉板	木材	木質繊維	接着性	合板
908	平 11- 9211	19990118	2000-202812	20000725	車両用木質床材	16 大建工業(株)	谷内田 豊治;橋本 清;前川茂	2000-202812	X	床材	木材	木材	寿命大:硬質木材	
909	平 11- 4975	19990112	2000-203350	20000725	車両用モールディング	13 三菱自動車工業(株)	荒井 修	2000-203350	X	成型物	木質	木材粉体ブレンド	加工性	
910	平 11- 3906	19990111	2000-199161	20000718	不織布吸音材及びその製造方法	27 帝人ファイバー(株)	尾上 宏;綿奈部 昇	2000-199161	X	吸音	バイオ原料/天然材	ポリ乳酸、ホリラクトン、脂肪族ポリエステル/セルロース、羊毛	吸音性	ハイター繊維と
923	平 10-362264	19981221	平 11-256461	19990921	繊維質基材	US ボーグワナー I NC	ロバート シー ラム	平 11-256461	X	摩擦材	天然繊維	綿繊維	多孔、耐磨耗	Aramid 中心
925	平 10-358697	19981217	2000-177577	20000627	樹脂製ブレーキブースタ用ボディバルブ	13 住友ベークライト(株)	山下 千俊	2000-177577	X	摩擦材	天然繊維	綿織物粉砕物混合	磨耗性/強度	GF,フェノール樹脂併用
926	平 10-357280	19981216	2000-178849	20000627	綿セルロース再生繊維コードおよび空気入りタイヤ	13 ブリヂストン:(株)	秋山 每治	2000-178849	X	タイヤ	天然繊維	綿セルロース再生繊維	自然破壊防止、公害対策	
931	平 10-333843	19981125	2000-159029	20000613	自動車のドアトリム	14 関東自動車工業(株)	長谷川 篤志	2000-159029	X	トリム	木質	木質材ボード	リサイクル性	
943	平 10-301464	19981022	2000-127304	20000509	積層体、これを用いた内装材および積層体の製造方法	13 日本ポリオレフィン(株)	上野 真寛;御法川 直樹;岡本 晃治	2000-127304	X	内装	複合繊維に天然繊維	セルロース、レーヨン、綿、羊毛など	軽量、剛性	積層

989	平 10-122617	19980326	平 11-278211	19991012	シートベルトカバー	22 黒滝 豊	黒滝 豊	平 11-278211	X	ベルト	天然繊維	綿	てかり防 止	
992	平 10-104108	19980330	平 11-277565	19991012	チツブ成型およびチツブ成形法	14 ジョンソン コントロ ールズ オートモーテ イブ システムズ (株)	錦野 隆	平 11-277565	X	床材	木質材	木粉、 木片、木毛 等	接着性	
994	平 10- 93548	19980406	平 11-291837	19991026	ドアトリムにおける フィニツシヤーの 取付構造	14 日産自動車 (株);13 河西工業 (株)	上畠 研一;鶴見 英司	平 11-291837	X	トリム	木質	木質系芯材	生産性 アップ	
995	平 10- 90852	19980318	平 11-263169	19990928	内装基材	14 ジョンソン コントロ ールズ オートモーテ イブ システムズ (株)	棚部 和雄;児玉 雅博	平 11-263169	X	内装	植物剛 性繊維	竹繊維、麻 繊維、ヤシ 繊維、バル プ、木片等 の木質繊維 、木綿等	剛性	
1008	平 10- 35526	19980218	平 10-244945	19980914	エンジン車両かじ 取りハンドル及び その作製方法	US プリード オートモ ータイプ テクノロジ ー INC	マルコ カツタネオ	平 10-244945	X	ハンドル	木材	例なし	審美性	
1011	平 10- 22187	19980203	平 11-218264	19990810	消防ホース	13 桜護謨 (株)	加藤 太健;高橋 信行;三浦 岳;戸城 賢三	平 11-218264	X	消防ホ ース	生分解 性ポリ マー	脂肪族ポリ エステル(ハイ ポール、ビオ ーレ)	環境	
1023	平 09-370489	19971225	平 11-190214	19990713	自動車エンジン用 冷却水	23 コーケン:(株)	後藤 淑余	平 11-190214	X	冷却水	ミネラ ル成分 で	野菜・海藻・ 針葉樹・紅 葉等	酸化防 止	
1024	平 09-369039	19971226	平 11-192898	19990721	複合繊維シート	14 ジョンソン コントロ ールズ オートモーテ イブ システムズ (株)	加納 浩司	平 11-192898	X	シート	植物性 剛性繊維	麻繊維、ヤ シ繊維、竹 繊維等	成型性	
1027	平 09-368464	19971226	平 11-188807	19990713	内装材およびその 製造方法	23 イノアツクコーポレ ーション:(株)	向坂 文雄;山岸 浩一;久留 智和;阿部 幸一	平 11-188807	X	内装	天然繊維	ジュート(黄 麻)、ケナフ (洋麻)、ラミ ー、ヘンブ (麻)、サイ ザル 麻、竹等	環境	
1033	平 09-361679	19971211	平 11-170928	19990629	自動車用ワイヤー ハーネス用部品	13 フジクラ:(株)	幸田 勉;浜田 淳	平 11-170928	X	ワイヤ	生分解 性樹脂	生分解性ポ リエステル 系、ポリ(ε -カプロラ クトン)系、 ポリ乳酸	環境	
1040	平 09-338067	19971121	平 10-310964	19981124	繊維シート	23 橋本 英仁;23 鈴木 健塚	橋本 英仁	平 10-310964	X	シート	混合植 物繊維	竹繊維; 麻、ヤシ繊維 など	剛性	
1068	平 09-212759	19970807	平 11- 48877	19990223	自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	斉藤 文彦;小出 夏木;白井 聖一;小島 弘幸	平 11- 48877	X	内装	木質繊維	麻繊維	軽量	
1103	平 09- 48009	19970303	平 10-236162	19980908	自動車用ドアトリム 基材およびその製 造法	23 タカニチ (株)	原田 昭博	平 10-236162	X	トリム	木質系 繊維材 料	木質繊維	生産性	
1105	平 09- 44967	19970214	平 10-226229	19980825	内装材構造	13 河西工業 (株)	森 博昭	平 10-226229	X	内装	木材	木質系芯	低コスト	

1107	平 09- 42064	19970226	平 10-235747	19980908	木材代替材	13 いすゞ自動車 (株)	橋本 徳子;八木 信雄	平 10-235747	X	木材代替	天然繊維	綿、ジュート、マニラ麻、サイザル麻、ヤシ繊維、ケナフ繊維、もみがら、竹	寸法安定	車体材料へ
1112	平 09- 21564	19970204	平 10- 71834	19980317	ビスカスヒータ	23 豊田自動織機: (株)	諸井 隆宏;伴 孝志;鈴木 茂;星野 伸明;広瀬 達也	平 10- 71834	X	断熱材	木質	コルク	放熱防止	
1129	平 08-275605	19960926	平 10-100943	19980421	トラック荷台の床材並びにその製造方法	13 アサヒゴム (株);13 パーカーコーポレーション: (株);13 富士重工業 (株)	足立 弘;岡部 正之	平 10-100943	X	床材	木材	木粉	耐水性、腐食性	トラック用
1131	平 08-270140	19961011	平 10-114029	19980506	自動車外装用の人工木材製化粧部材	27 永大化工 (株);13 ミサワホーム (株)	和田 清光;上手 正行	平 10-114029	X	人工化粧木材	木材	木粉	装飾イメージ	
1144	平 08-222986	19960723	平 09-202244	19970805	天然産物から成る上張りを持つ車両用かじ取りハンドルの製造方法	DE メルセデス ベンツ AG	ロルフ シューマツヘル;アンドレアス ケレルマン	平 09-202244	X	ハンドル	木材	木材、コルク、ベニヤ	低コスト	
1145	平 08-221166	19960822	平 10- 58613	19980303	熟成形用複合シート材料並びに自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	遠藤 豊和	平 10- 58613	X	内装	木質	木材粉/充填材	衝撃吸収	
1158	平 08-188123	19960627	平 10- 7841	19980113	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	宮崎 祐次;野村 義行	平 10- 7841	X	ゴム	種子の殻、果実の核等を粉碎。植物性粒状	モース硬度が2以上である胡桃、椿等の種子の殻または桃、梅等の果実	氷上走行安定性	
1180	平 08-139964	19960603	平 09-328387	19971222	ガス発生剤組成物	27 ダイセル化学工業 (株)	大和 洋	平 09-328387	X	ガス発生	天然素材	セルローズ、デンプン	小型化	バインダー
1192	平 08-101446	19960423	平 09-286901	19971104	フェノール樹脂製ギア	13 住友ベークライト (株)	谷沢 秀実	平 09-286901	X	ギヤ	天然有機繊維・充填材	パルプ類	磨耗性	
1195	平 08- 92165	19960415	平 09-277216	19971028	木質系ドアトリムの製造方法	23 タカニチ (株)	滝田 稔;末吉 健二;藤山 洋一	平 09-277216	X	トリム	木材	例なし	成形性	
1212	平 08- 20417	19960110	平 09-189437	19970722	加湿補助器	28 阪神商事 (株)	岩城 武雄	平 09-189437	X	加湿器	植物性繊維	綿花	吸水機能	
1214	平 08- 11871	19960126	平 09-202111	19970805	空気入りチューブレス・タイヤ	13 プリヂェストン: (株)	武佐 健一郎;西川 智久	平 09-202111	X	タイヤ	天然繊維	不織布;綿、レーヨン、セルロールアセテート	軽量	不織布
1216	平 07-524991	19950316	平 08-511329	19961126	液体媒体内の摩擦を利用する装置に取り付けられる摩擦材料	FR バレオ	メナール ドウニ;ブトー ジャン ビエール;ゲラン リンヤール;ジャツク ジェラール	平 08-511329	X	摩擦材	動植物	ウール、綿		Aramid中心

1241	平 07-203976	19950717	平 09- 29874	19970204	積層材	23 名古屋油化 (株)	吉田 弥明;滝 欽二	平 09- 29874	X	積層	木質繊維	木片、木毛、バルブ、木質繊維、竹片、竹繊維、麻繊維、ヤシ繊維等	軽量、吸湿、断熱	
1242	平 07-197303	19950802	平 08- 61407	19960308	摩擦ブレーキライニング材料	US ボーグワナー I NC	ロバート チーチュ ラム;イフアン チェン	平 08- 61407	X	摩擦材	セルロース繊維	綿、大麻	低ノイズ	アラミド中心
1244	平 07-192940	19950728	平 09- 42341	19970210	摩擦部材及びその製造方法	34 マツダ (株)	谷田 芳夫	平 09- 42341	X	摩擦材	多孔材	セルロース	剛性	Aramid中心
1248	平 07-164662	19950606	平 08-334139	19961217	緩衝部材およびその製造方法	34 モルテン:(株)	森 健	平 08-334139	X	緩衝材	天然材	木材、紙	環境	
1249	平 07-154233	19950621	平 09- 3209	19970107	アスファルトシート	22 スズキ (株)	小泉 信裕	平 09- 3209	X	シート	有機物系充填剤	木粉、果実殻粉、古紙等	リサイクル	
1251	平 07-146317	19950613	平 08-336446	19961224	マット類及びその製法	27 東洋紡績 (株)	磯田 英夫;堀田 康房	平 08-336446	X	マット	天然繊維	絹麻羊毛	蒸れ防止	
1258	平 07-121820	19950519	平 08-310407	19961126	ステアリングホイールの製法	22 ヤマハ (株)	仲田 泰弘;遠藤 和志	平 08-310407	X	ホイール	木質	木材	製法簡略化	
1259	平 07-114113	19950417	平 08-284991	19961101	摩擦材用組成物及び摩擦材	13 日清紡績 (株)	長田 武夫;関 和弘	平 08-284991	X	摩擦材	植物性粉	カシューダスト	環境	
1260	平 07-113633	19950414	平 08-281875	19961029	制振パネル	13 フコク物産(株);13 タジマ:(株)	窪田 莊穂;永井 克之;島田 尚彦	平 08-281875	X	パネル	木質層	木材	騒音防止	
1261	平 07-106807	19950327	平 08-258649	19961008	車輛用緩衝具	33 渡辺 五六	渡辺 五六	平 08-258649	X	安全用緩衝具	動植物/袋	皮または綿布	安全、安心	
1262	平 07- 97388	19950316	平 08-253762	19961001	自動車内燃機関の冷却水の漏れ止め剤	27 ソフト九九コーポレーション:(株)	谷 紀夫;日高 隆太郎	平 08-253762	X	漏れ防止	木質	コルク	耐水性	アルカリ処理
1271	平 07- 72342	19950303	平 08-246399	19960924	繊維板成形物	14 池田物産 (株)	児玉 雅博;林 良久	平 08-246399	X	繊維成型物	天然繊維	木質繊維、木綿、竹繊維、麻繊維、ヤシ繊維、羊毛、絹等の天然繊維等、	軽量	天井材
1274	平 07- 50407	19950215	平 08-217927	19960827	エアバッグカバー材用オレフィン系熱可塑性エラストマー組成物	13 東燃化学 (株)	末次 正克;鈴木 利明;磯野 正敏	平 08-217927	X	エアバックカバー;エラストマー	動植物粉	革粉、木粉	触感	
1279	平 07- 35397	19950223	平 07-286164	19951031	ジョイントシート	13 日本バルカー工業(株)	小椋山 博;北原 哲;西村 和也	平 07-286164	X	シート	植物系	デンプン		
1280	平 07- 4126	19950113	平 08-187810	19960723	自動車用内装品の芯材	23 アラコ (株)	橋本 政憲;加藤 良和	平 08-187810	X	内装	木質	木質繊維	軽量、通気性	
1281	平 06-525463	19940426	平 08-510003	19961022	多孔質銅粉で改良した摩擦材料	US アライド シグナル INC	ジャツコ マイケル ジー;ツアン ピーター エイチ;リーセオン ケイ	平 08-510003	X	摩擦材	植物性粒子など	セルロース、ラテックス、コルク、及びカシュー粒子	摩擦安定	

1292	平 06-308704	19941213	平 08-164876	19960625	車両用構造部材の 製造方法	23 日進木材工業 (株)	花井 洋二	平 08-164876	X	構造部 材	硬質木 材	アビトン、ク ルイン、カ ポー ル、米松等 の針葉樹	剛性	
1294	平 06-307944	19941212	平 08-155993	19960618	積層体の製造方法	23 アラコ (株)	石戸谷 勝則;名張 英夫;筒 井 克彦;佐田 和典	平 08-155993	X	積層	木質素 材	木材	製法簡 略化	
1295	平 06-307630	19941212	平 08-165186	19960625	エアバッグ用ガス 発生剤	27 大塚化学 (株)	吉田 忠雄;清水 康夫;原 一男	平 08-165186	X	ガス発 生	デンブ ン/結合 剤	デンブン	安価、安 全性	
1301	平 06-280847	19941115	平 08-142080	19960604	車両用ドアトリムお よびその製造方法	23 アラコ (株)	石戸谷 勝則;駒田 兼良;筒 井 克彦;加藤 浩之	平 08-142080	X	トリム	木製材 料	木材	製法簡 略化	
1302	平 06-274506	19941012	平 08-108439	19960430	自動車用成形天井 基材の製造方法	23 豊和繊維工業 (株)	加藤 芳明	平 08-108439	X	天井材	天然繊 維	綿	軽量、剛 性	
1309	平 06-250004	19940919	平 08- 85478	19960402	接着構造による荷 箱	13 日本フルハーフ (株)	坂井 孝充	平 08- 85478	X	荷物箱	木材	木材/断熱 材	耐久性	
1315	平 06-221711	19940916	平 07-237507	19950912	自動車ヘッドライナ ーパネル及びその 製法	US シュラー INTER N INC	デヴィッド ウィリアム バイン ブリッジ;マリオ ペーター ト ッチ;ラリー マックスウエル パウマン	平 07-237507	X	パネル	木材繊 維	木材繊維	軽量、強 度	POFと併用
1319	平 06-199912	19940824	平 08- 58653	19960305	自転車用バスケッ ト	27 オージーケー技研 (株)	木村 秀元	平 08- 58653	X	バスケット	植物繊 維	竹繊維、藤 など	環境、軽 量	
1320	平 06-198943	19940802	平 08-174739	19960709	自律応答積層体、 その製法およびそ れを使用した窓	13 アフィニティー (株)	渡辺 晴男	平 08-174739	X	窓	植物性	多糖類誘導 体	遮光	
1327	平 06-179515	19940708	平 08- 20291	19960123	自動車用内装基材	23 林技術研究所: (株)	大橋 孝昭;小島 徳久;松浦 昭博	平 08- 20291	X	内装	天然繊 維	綿、ジュー ト	環境	
1330	平 06-171562	19940701	平 08- 11256	19960116	自律応答積層体、 その製法およびそ れを使用した窓	13 アフィニティー (株)	渡辺 晴男	平 08- 11256	X	積層	植物性	多糖類誘導 体	遮光	窓用など遮 光機能
1331	平 06-168383	19940720	平 08- 25537	19960130	成形フェルトおよ びその製造方法	13 河西工業 (株)	長木 俊介;生田 雅浩	平 08- 25537	X	フェルト	植物性	綿糸		
1334	平 06-152417	19940704	平 08- 10093	19960116	椅子用のシート	23 山田 隆	山田 隆	平 08- 10093	X	シート	植物繊 維	材木	通気性	
1338	平 06-134802	19940513	平 07-309130	19951128	自動車ドア窓の補 助窓	08 八文字 忠則	八文字 忠則	平 07-309130	X	補助窓	天然資 材	板、布、紙、 網	遮光、防 虫	
1340	平 06-128805	19940610	平 07-329232	19951219	複合発泡体	27 積水化学工業 (株)	笹山 道章;平尾 浩一	平 07-329232	X	発泡体	植物繊 維	松等の針 葉樹、ポプ ラ、ブナ等 の広葉樹、 わら、竹、 綿、麻等を 原料とした パルプ繊 維。古紙回 収パルプ	環境	
1341	平 06-121945	19940510	平 07-304304	19951121	自動車発進用補助 具	01 西沢 良彦	西沢 良彦	平 07-304304	X	発進補 助具	麻	麻袋	摩擦、柔 軟性	
1346	平 06-108013	19940523	平 07-315103	19951205	自動車用カーベッ ト	27 東亜紡織 (株)	井田 実	平 07-315103	X	内装	天然繊 維	羊毛	塵埃低 下	カーベッ ト
1347	平 06- 97744	19940511	平 07-305772	19951121	うず巻形ガasket 用の非石綿ファイ ー材	13 日本バルカー工業 (株)	西田 隆仁;朝比奈 稔;柏原 正一	平 07-305772	X	摩擦材	天然繊 維	植物繊維等	Arami d、無機 繊維共 用	

1350	平 06- 85020	19940422	平 07-289412	19951107	防虫マット	21 八千代商事: (有);21 祥永物産: (有);21 大和:(株)	山田 耕平;山田 嘉子	平 07-289412	X	マット	天然防虫植物繊維	月桃、糸芭蕉	防虫効果	POF併用
1354	平 06- 73565	19940412	平 07-278358	19951024	タイヤトレッド用ゴム組成物	27 東洋ゴム工業(株)	福島 秀樹;野村 義行;林 浩文	平 07-278358	X	タイヤ	皮革質粒状体、植物質粒状	クルミ、椿、桃、梅等の種子殻、皮革	氷上スベリ防止	
1356	平 06- 71547	19940315	平 07-251664	19951003	制電性防虫シート	21 八千代商事: (有);21 祥永物産: (有);21 大和:(株)	山田 耕平;山田 嘉子	平 07-251664	X	防虫シート	天然防虫植物繊維	月桃、糸芭蕉	防虫効果	
1361	平 06- 62654	19940331	平 07-267746	19951017	排ガスフィルター用接着剤及び排ガスフィルターの製造方法	27 松下電器産業(株)	永井 伸明;村野 雄一;和田 信二;小川 誠;池田 幸則	平 07-267746	X	フィルター	植物性デンプン	とうもろこし、馬鈴薯	強度、生産性	排ガス用
1362	平 06- 61957	19940223	平 06-297664	19941025	木材-金属積層板から張り合わされかつ曲げられる化粧張り部材を製造する方法	DE メルセデス ベンツ AG	アンドレアス ケレルマン;デイールク ブューゲル;クレメンス パルト	平 06-297664	X	化粧版	木質	木材繊維	表面状態	
1365	平 06- 56781	19940301	平 07-237410	19950912	スノータイヤ	01 土居 洋公	土居 洋公	平 07-237410	X	タイヤ	植物繊維/フラシ	植物繊維	環境	
1370	平 06- 22692	19940221	平 07-228145	19950829	ドアトリム	23 アラコ (株)	桜井 純一;横峰 準一	平 07-228145	X	トリム	木質基材	木材	製法簡略化	
1371	平 06- 19579	19940216	平 06-248118	19940906	親水性高分子複合材料およびその複合材料を含む製品	US グツドイヤー タイヤ アンド ラバー CO	フエロメロ ジエンナロ コルヴァーシエトム ドミニク リンステ	平 06-248118	X	複合材料	親水性重合体配合	澱粉、アミロース、ペクチン	摩擦力アップ	
1372	平 06- 3196	19940117	平 07-204076	19950808	制電性防虫シート	21 大和:(株);21 八千代商事:(有);21 祥永物産:(有)	山田 耕平;山田 嘉子	平 07-204076	X	シート	天然防虫植物繊維	芭蕉、黄蘗、楠、桐、菊など	防虫、	
1380	平 05-354623	19931228	平 07-197016	19950801	湿式摩擦材	13 エヌエスケアー ワーナー (株);13 信越化学工業 (株)	北原 志暁;村松 史昌;梅沢 栄記;宝田 充弘;高橋 正	平 07-197016	X	摩擦材	天然材料	ハルブ、セルロース	耐熱耐久	
1381	平 05-353824	19931228	平 07-197811	19950801	排気ガス浄化用コンバーター	21 イビデン (株)	阪下 敬一;福島 浩司	平 07-197811	X	浄化材	有機繊維	綿、麻、羊毛、レイヨン繊維	変形防止	排ガス
1382	平 05-352530	19931229	平 07-196392	19950801	自動車エアバツグ用ガス発生剤組成物及び成型方法	13 日本化薬 (株);28 センサー テクノロジー (株)	佐藤 英史;伊藤 裕二;森行直實;山本 良政;田口 通久	平 07-196392	X	ガス発生	澱粉/結合剤	デンプン	無害化	
1388	平 05-328204	19931224	平 07-149147	19950613	木質系積層ファイバーマットとその木質系積層ファイバーマット製品及びその製造方法	23 アラコ (株)	石戸谷 勝則;石原 幸雄;鈴木 隆久	平 07-149147	X	マット	木質	ハルブなど	磨耗性	
1389	平 05-323999	19931222	平 07-179614	19950718	車輦用内装材	13 プリヂストン:(株)	豊沢 真一;真下 成彦;今井康;松瀬 貴裕;若菜 裕一郎;深堀 美英	平 07-179614	X	内装	植物性材料	澱粉、糖質	防音振動吸収	
1397	平 05-283451	19931112	平 07-138533	19950530	排ガスフィルター用接着剤及び排ガスフィルターの製造方法	27 松下電器産業(株)	永井 伸明;村野 雄一	平 07-138533	X	浄化材	澱粉配合接着剤	澱粉	生産性	排ガス
1398	平 05-282079	19931018	平 07-114386	19950502	高性能遮音材	13 日本特殊塗料(株)	栗原 洋幸;酒井 万喜夫;渡辺 佳昭	平 07-114386	X	遮音	植物繊維	綿、麻	防音性能	フェノール樹脂と

1399	平 05-277803	19931008	平 07-108804	19950425	氷雪路用タイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	中崎 栄治;皆川 康久	平 07-108804	X	タイヤ	セルロース 粉配合	セルロース粉 配合	氷走行 性	
1412	平 05-212158	19930805	平 07- 48556	19950221	木材の研磨粉を 含む制振材	13 日本特殊塗料 (株);22 中部加工 (株)	寺島 政隆;中本 邦寿;大脇 肇;松野 昌弘	平 07- 48556	X	振動防 止	植物繊 維	木粉	柔軟性、 高温時 の制振	
1417	平 05-203588	19930726	平 07- 40777	19950210	自動車用フロー マット	13 日本バイリーン (株);27 日東粉化工業 (株)	国領 治義;藤木 信夫;水口 卓	平 07- 40777	X	マット	動物性 繊維	ウールなど	環境、軽 量	
1420	平 05-196709	19930715	平 07- 32955	19950203	吸音部品	13 日本特殊塗料 (株)	野島 雅寛	平 07- 32955	X	吸音	動植物 繊維	羊毛、綿、 麻	軽量、強 度	
1421	平 05-182627	19930723	平 06-184902	19940705	繊維マットおよ び成形品の製造方法 およびプレス成形 品	DE カール フロイデン ベルク	トーマス ヨースト;ラインハ ルト シュテイナー;ゲルハル ト ミュラー プロル	平 06-184902	X	マット	植物繊 維	木綿、セル ロース	吸音	
1422	平 05-173359	19930713	平 07- 24947	19950127	表皮部材	34 マツダ (株)	弘中 和夫;真下 亨;梅田 裕功;松崎 賢士	平 07- 24947	X	表皮材	天然た んぱく 質・基 布	たんぱく質	圧縮特 性	
1424	平 05-165943	19930614	平 07- 72871	19950317	自動車車室内用防 音材	13 日本特殊塗料 (株)	栗原 洋幸;渡辺 佳昭	平 07- 72871	X	防音材	植物繊 維	麻、ジュ ート	全周波 数(フェ ノール 樹脂と)	
1425	平 05-162354	19930630	平 07- 18091	19950120	湿式摩擦材	23 アイシン化工 (株)	小野 英雄;中川 英人;鈴木 雅登	平 07- 18091	X	摩擦材	木材繊 維	リンター パ ルプ等	摩擦抵 抗	炭素繊維と
1426	平 05-160279	19930604	平 07-137150	19950530	自動車用内装成形 材及びその製造方 法	14 エステートルース: (有)	綿谷 博美	平 07-137150	X	内装	植物繊 維を原 料	パーム、コ コナッツ、麻	軽量剛 性安価	
1431	平 05-136457	19930515	平 06-322145	19941122	防振ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株);23 トヨタ自動車 (株)	松尾 透;鎌田 恒夫;渡辺 徹也;仁木 誠	平 06-322145	X	ゴム	天然繊 維	セルロース 繊維	防振	アラミド中心
1447	平 05- 36448	19930225	平 06-257051	19940913	繊維複合体	27 積水化学工業 (株)	山路 克彦	平 06-257051	X	内装	植物繊 維	綿、亜麻、 ジ ュート	軽量耐 熱性	
1450	平 05- 31365	19930127	平 06-220426	19940809	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	長田 武夫;関 和弘	平 06-220426	X	摩擦材	植物性 粉	カシダグ スト	収縮減 少	従来から使 用、収縮減少
1452	平 05- 22861	19930210	平 05-279512	19931026	キットサン補強タイ ヤおよびキットサン をエラストマーに混 合する方法	US グッドリヤー タ イヤ アンド ラバー C O	デボラ アンド ウン;リチャ ード ジョージ バウアー	平 05-279512	X	タイヤ	動物性 材料	キットサン 配 合	機械物 性	
1459	平 04-355949	19921218	平 06-185344	19940705	内燃機関の有害排 気浄化方法	23 コーケン:(株)	高木 淑余	平 06-185344	X	浄化材	植物素 材	木材・竹材・ 草材・藻材・ 海藻類等の 植 物の微粉 末。は炭化 物	吸着	気化、イオン 化
1460	平 04-355018	19921216	平 06-183203	19940705	タイヤの被遮蔽体	28 住友ゴム工業 (株)	落合 潔	平 06-183203	X	タイヤ	生分解 ポリマ ー	PHB	環境	
1464	平 04-344392	19921224	平 06-190970	19940712	成形ハードボード の製造方法	23 アラコ (株)	平岩 良彦	平 06-190970	X	ボード	木質繊 維	木質パル プ	軽量	
1467	平 04-330273	19921210	平 06-173983	19940621	湿式摩擦材の製造 方法	23 トヨタ自動車 (株)	林 圭二;鈴木 厚	平 06-173983	X	摩擦材	天然素 材	紙	摩擦係 数大	

1471	平 04-323627	19921109	平 06-146850	19940527	自動車の有害排出 ガス除去方法	23 コーケン:(株)	高木 淑余	平 06-146850	X	ガス浄 化	植物抽 出物	木材・竹材・ 草材・藻材・ 海藻類等	浄化	電気分解で 気体へ
1476	平 04-283116	19921021	平 06-136352	19940517	滑り止め材料	27 オーツタイヤ (株)	森田 一夫基	平 06-136352	X	摩擦材	天然素 材	セルロース 粉末、木粉	スべり性	
1483	平 04-226562	19920804	平 06- 55678	19940301	自動車用成形防音 材	13 日本特殊塗料 (株)	栗原 洋幸;酒井 万喜夫	平 06- 55678	X	防音材	綿	綿	防音効 果	
1484	平 04-222238	19920730	平 06- 47852	19940222	自動車用成形防音 材	13 日本特殊塗料 (株)	栗原 洋幸;酒井 万喜夫	平 06- 47852	X	防音材	綿	綿	防音性 能	
1488	平 04-218906	19920818	平 06- 66335	19940308	湿式摩擦材及びそ の製造方法	23 トヨタ自動車 (株)	鈴木 厚	平 06- 66335	X	摩擦材	植物繊 維	木材パルプ	安定した 摩擦係 数	
1490	平 04-210741	19920716	平 06- 47116	19940222	グリツブ材	11 芹沢 秀晃	芹沢 秀晃	平 06- 47116	X	グリッブ	動植物 繊維	牛皮粉末、 綿繊維粉末	すべり防 止	
1495	平 04-189614	19920716	平 05-194937	19930803	滑り止め材料	27 オーツタイヤ (株)	森田 一夫基;藤井 義弘	平 05-194937	X	タイヤ	天然繊 維粉末	セルロース 等の粉末、 木粉等	滑りとめ	
1501	平 04-149816	19920423	平 05-294146	19931109	車体用キャツプ	13 大野 家建	大野 家建	平 05-294146	X	車体カ バー布	植物性	麻、絹、綿	安価	
1502	平 04-137722	19920430	平 05-305690	19931119	積層木材	13 いすゞ自動車 (株)	河西 純一	平 05-305690	X	積層	植物性 材料	木材	軽量騒 音防止	
1503	平 04-136145	19920428	平 05-305604	19931119	木質基材の成形工 程における木質フ アイバーの前処理 方法	23 アラコ (株)	坪井 俊靖	平 05-305604	X	木質材 料	植物性 繊維	木質繊維	透け防 止	前処理
1505	平 04-117098	19920511	平 05-310961	19931122	耐熱弾性シート及 びその製造方法	21 常盤電機:(株)	林 鍵三;林 宏三;土屋 孝 次	平 05-310961	X	シート	木材	木材パルプ	圧縮復 元	
1506	平 04-115495	19920407	平 05-287128	19931102	スタッドレスタイヤ およびタイヤ滑り止 め装置用ゴム組成 物	27 東洋ゴム工業 (株)	福島 秀樹;宮崎 祐次;上野 哲人	平 05-287128	X	タイヤ	植物果 実、皮 革	種子の殻 (胡桃、椿 の実)、桃、 梅の 果実の核 等。皮革等 粒	スべり防 止	
1507	平 04-106957	19920424	平 06-171436	19940621	遮音用複合部品	CH リーテル アウトモ タイプ INTERN AG	ジャンークロード シュムク; クロード ジヤノ;クロード ビ ユイソン	平 06-171436	X	遮音	動植物 繊維	キチン、木綿、 バナ繊維、	軽量	
1510	平 04-102215	19920327	平 05-269925	19931019	車輛床材用積層複 合合板	13 日野自動車 (株);13 日本ゼオン (株)	浜野 信之;矢田 誠規	平 05-269925	X	合板	木材合 板	木材	振動防 止	
1512	平 04- 98868	19920325	平 05-269923	19931019	化粧合板	21 トキワ:(株)	島 清男;牛田 昭二;野村 正宏	平 05-269923	X	合板	植物性 繊維	木質繊維	振動吸 収	
1514	平 04- 97416	19920325	平 05-269264	19931019	シート用成型体お よびその製造方法	33 クラレ:(株);28 タイ コ産業:(株)	平松 憲二;向井 泰造	平 05-269264	X	シート	綿玉状 繊維塊	綿	反発性 能	
1517	平 04- 85586	19920407	平 05-287130	19931102	タイヤトレッド用ゴ ム組成物	10 ミシユランオカモト タイヤ (株)	宮崎 康雄	平 05-287130	X	ゴム	動物性	キチン配合	氷上制 動性	
1518	平 04- 83536	19920406	平 05-280669	19931026	複合フレキシブル ホース	28 ニチリン:(株)	塩田 明;木谷 一巳	平 05-280669	X	ホース	植物繊 維	綿、麻、レ ーヨン	接着性	

1524	平 04- 73918	19920330	平 05-269884	19931019	スタツドレスタイヤ 用トレツドゴム組成 物	27 東洋ゴム工業 (株)	渡辺 裕之	平 05-269884	X	ゴム	皮革質 粒状 体、植 物性粒 状体	牛皮粉碎 品、クル ミ、椿の实 等の種子の 殻、桃、梅 等の果実の 核	スタツドレス	
1527	平 04- 67902	19920207	平 06-181830	19940705	回転作用する天然 材指圧球ジョイント 敷物	27 上田 正次	上田 正次	平 06-181830	X	敷物	天然 木、籐 の球状 物	藤、天然木 材	柔軟、感 触	
1528	平 04- 67327	19920325	平 05-269888	19931019	コーテツドコード及 びそのコーテツドコ ードを用いた長尺 状部材の製造方法	13 プリヂストン:(株)	三吉 功	平 05-269888	X	コード	天然織 維	綿	軽量化	
1530	平 04- 46182	19920131	平 05-207922	19930820	クツシヨン材及びそ の製造方法	23 東洋クツシヨン (株)	深谷 善吾;加藤 英隆	平 05-207922	X	クツシヨ ン	動植物 繊維	パーム織 維、豚毛、 馬毛等	軽量、通 気	
1531	平 04- 36738	19920224	平 05-106138	19930427	コンパチブル布	US ミリケン リサーチ CORP	チャールス アーネスト ダ ルベツク;マーシャル シヤ ープ ホブソソ	平 05-106138	X	布地	天然植 物繊維	綿	染料移 行防止	
1532	平 04- 35599	19920127	平 05-199928	19930810	クツシヨン材及びそ の製造方法	23 東洋クツシヨン (株)	深谷 善吾;加藤 英隆	平 05-199928	X	クツシヨ ン	植物織 維	パーム繊維	軽量、空 隙	
1533	平 04- 35194	19920221	平 05-229367	19930907	インストールメントパ ネルとその製造方 法	13 カルソニツクカンセ イ (株)	奥平 欣示;小船 義人;江森 則夫	平 05-229367	X	パネル	天然植 物繊維	綿	飛散防 止	
1549	平 03-319351	19911203	平 05-155374	19930622	天然繊維強化複合 パイプ製軽車輻用 フレーム	13 自転車産業振興協 会:(財);21 大福製紙 (株)	加藤 善史;林 博明;小川 宏隆;鈴村 暁男;遠藤 明太 郎;西宇 雅道;境田 賢次	平 05-155374	X	自転車フ レーム	木類韌 皮織 維、麻 類韌皮 繊維、 葉繊維	こうぞ、み つまた、が んび、桑、 亜麻、苧 麻、大麻、 ジュート、ケ ナフマニラ 麻やサイザ ル麻	軽量	原料のアルカリ 処理などあり
1550	平 03-319350	19911203	平 05-157184	19930622	植物繊維強化複合 パイプの製造方法	13 自転車産業振興協 会:(財);21 大福製紙 (株)	加藤 善史;林 博明;小川 宏隆;鈴村 暁男;遠藤 明太 郎;西宇 雅道;境田 賢次	平 05-157184	X	パイプ	木類韌 皮織 維、麻 類韌皮 繊維、 葉繊維	こうぞ、み つまた、が んび、桑、 亜麻、苧 麻、大麻、 ジュート、ケ ナフマニラ 麻やサイザ ル麻	軽量	原料のアルカリ 処理などあり
1573	平 03-200868	19910809	平 05- 42824	19930223	自動車用内装部品	13 河西工業 (株)	上部 修;柳下 文男	平 05- 42824	X	内装	木材織 維	木粉	感触	
1584	平 03-148345	19910620	平 04-249568	19920904	フェノール樹脂成 形材料	13 住友ベークライト (株)	大井 慶二;加藤 健	平 04-249568	X	フェノール 樹脂成 型物	天然織 維	綿粉砕物配 合	衝撃性	
1586	平 03-134453	19910605	平 04-249556	19920904	重合体配合物およ びその調製方法な らびにこの重合体 配合物を用いる空 気入りタイヤ	US グツドイヤー タイ ヤ アンド ラバー C O	マーク ボロウツアツク;ドナ ルド ジェームス バーレツ ト;リチャード ジョージ パウ エル;ジョセフ ウォルター ミラー ジュニア	平 04-249556	X	タイヤ	天然織 維	絹、レーヨンほ か	配合の 容易化	一例
1587	平 03-129410	19910531	平 05-200937	19930810	制振パネル	27 松下電工 (株)	前田 太;奥沢 将行	平 05-200937	X	パネル	植物性 繊維	木質材料	振動吸 収	

1600	平 03- 98067	19910403	平 04-306287	19921029	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	本間 芳広;田辺 武;小林 満	平 04-306287	X	摩擦材	セルロース 繊維	セルロース織 維	磨耗性	
1601	平 03- 91780	19910129	平 04-270648	19920928	乗物の内装用の被 覆部材を形成する 方法及び被覆部材	CH プレスボイス エス エー	アベルテイノ エソトレ	平 04-270648	X	内装	木製。 綿	不織布綿	耐久性 審美性	エポキシ樹脂 と併用。被覆
1603	平 03- 90983	19910330	平 04-303637	19921027	成形天井材	13 日本特殊塗料 (株)	松下 輝雄;川岸 正夫	平 04-303637	X	防音材	紙、動 植物フェ ルト	紙	防汚	車内防音材。 ハニカム、合成 樹脂も
1604	平 03- 90982	19910330	平 04-303636	19921027	成形天井材	13 日本特殊塗料 (株)	松下 輝雄;川岸 正夫	平 04-303636	X	天井材	紙、動 植物フェ ルト	紙	防汚	低周波防音 性能。ハニカム
1605	平 03- 90981	19910330	平 04-303635	19921027	成形天井材	13 日本特殊塗料 (株)	松下 輝雄;川岸 正夫	平 04-303635	X	内装	紙、動 植物フェ ルト	紙	防汚	低周波防音 性能。ハニカム
1606	平 03- 77437	19910228	平 05-301501	19931116	タイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	落合 潔	平 05-301501	X	タイヤ	光、生 分解ホ リマー、 微生物 系、合 成系	PHB、脂肪 族カーボネ ートほ か ([0020])	安定性、 すべり防 止、グリー ン材料	粒子状をタイ ヤに分散
1609	平 03- 77189	19910318	平 04-288225	19921013	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 04-288225	X	防音材	紙	ダンボール、 表皮へ	軽量化	ハニカム、ホリエス テル樹脂綿
1610	平 03- 77188	19910318	平 06- 903	19940111	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 06- 903	X	防音材	紙	ダンボール、 表皮へ	軽量化	ハニカム、ホリエス テル樹脂綿
1615	平 03- 63670	19910306	平 04-278342	19921002	補強ダツシユ部防 音材及びその製造 方法	13 日本特殊塗料 (株)	五島 堅	平 04-278342	X	防音材	動植物 繊維不 織布	羊毛、麻な ど不織布	密着性、 防音性 能	ダツシユパネル用
1617	平 03- 54079	19910225	平 04-269539	19920925	ドアトリム基材の製 造方法	23 アラコ (株)	石戸谷 勝則;石原 幸雄	平 04-269539	X	トリム	木質	木質繊維	天然材ア ップ、フェ ニール樹脂 の低減	樹脂への配 合
1622	平 03- 14574	19910205	平 04-253795	19920909	電気粘性流体	13 日本メクトロン (株)	吉村 良一;外山 二郎;赤塚 孝寿	平 04-253795	X	電気粘 性流 体、トル ク伝達 用	キチン	化学修飾キ チン	消費電 力減少	化学修飾キチ ンを分散させ る
1625	平 02-413989	19901226	平 04-223149	19920813	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 04-223149	X	防音材	紙	ハニカム材に ホール紙	軽量	ハニカム防音材
1626	平 02-413987	19901226	平 04-223148	19920813	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 04-223148	X	防音材	紙	ハニカム材に ホール紙	軽量	ハニカム防音材
1627	平 02-413986	19901226	平 04-223147	19920813	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 04-223147	X	防音材	紙	ハニカム材に ホール紙	軽量	ハニカム防音材
1628	平 02-413985	19901226	平 04-223146	19920813	深絞り可能な軽量 防音材	13 日本特殊塗料 (株)	内田 利昭	平 04-223146	X	防音材	紙	ハニカム材に ホール紙	軽量	ハニカム防音材
1632	平 02-300310	19901106	平 04-173892	19920622	摩擦材	13 日本バルカー工業 (株)	榊田 操	平 04-173892	X	摩擦材	セルロース	セルロース織 維とアラミト など	安全性	非石綿
1633	平 02-278708	19901016	平 03-219147	19910926	Vリブベルト及び その製造方法	28 三ツ星ベルト (株)	三島 京一;熊崎 敏美;川島 正彦	平 03-219147	X	ベルト	天然織 維	セルロース、綿	異音防 止	ナイロンなどの 併用
1637	平 02-265875	19901002	平 04-142388	19920515	湿式摩擦材	23 アイシン化工 (株)	杉浦 剛寅	平 04-142388	X	摩擦材	天然織 維	セルロース織 維、アラミト など	摩擦特 性	金属粉末配 合
1641	平 02-247795	19900917	平 04-123906	19920423	スタッドレスタイヤ	27 東洋ゴム工業 (株)	平松 孝治;大原 利一郎;山 口 祐司	平 04-123906	X	摩擦材	植物、 皮革	粒状牛皮な ど	冬季性 能アップ	スタッドレ ス

1643	平 02-231545	19900831	平 04-112036	19920414	車両用内装成形ポ ードの製造方法	34 マツダ (株)	西島 剛志;高橋 敏貴;藤本 佳代子	平 04-112036	X	ボード	木質	木屑、木粉	脱臭	
1644	平 02-226726	19900830	平 04-110211	19920410	スタッドレス空気入 りタイヤ	13 横浜ゴム (株)	緑川 真吾;河上 伸二;福井 善啓	平 04-110211	X	タイヤ	天然織 維	絹、麻、セル ロース繊維	水上走 行性	
1647	平 02-217299	19900817	平 04- 99612	19920331	スエード調外観を 有するウエザース トリップを製造する 方法	34 広島化成 (株);13 トスコ (株)	山本 佑治;国村 泰造;宮地 寛;土橋 正三郎;内田 久一 朗	平 04- 99612	X	ウエザース トリップ	天然織 維	麻ファイブ リル	触感	
1663	平 02- 76524	19900326	平 03-277836	19911209	摩擦材用基材の製 造方法	23 アイシン化工 (株)	安井 賢明	平 03-277836	X	摩擦材	植物	綿、絹	均質性	
1666	平 02- 63379	19900313	平 03-262707	19911122	スタッドレスタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	斉藤 祐一;内田 守;畠中 健次;日野 秀彦	平 03-262707	X	タイヤ	天然織 維	セルロース 粉体配合	水上走 行性	
1669	平 02- 43994	19900223	平 03-247628	19911105	非石綿系摩擦材	13 日清紡績 (株)	小林 満;長田 武夫	平 03-247628	X	摩擦材	植物織 維	セルロース 繊維	補強	一部
1672	平 02- 5671	19900112	平 03-210342	19910913	スタッドレスタイヤ のトレッドゴム	27 東洋ゴム工業 (株)	上野 哲人;岩間 敏;滝野 寛志;駒井 真;平松 孝治;林 浩文;織田 圭司郎	平 03-210342	X	ゴム	植物性 殻	種子果実た ね粉砕物	振動防 止	
1674	平 01-342719	19891228	平 03-202016	19910903	三層構造を有する 健康増進用クツシ ョン体	10 アイン:(株)	吉沢 徳康	平 03-202016	X	クツシ ョン	天然織 維	木綿/表層 部	触感、防 虫	
1681	平 01-319848	19891208	平 03-181529	19910807	摩擦材組成物	27 住友電気工業 (株)	藤川 裕之;川瀬 誠	平 03-181529	X	摩擦材	天然織 維	セルロース 繊維	補強	
1685	平 01-291470	19891109	平 03-152140	19910628	スタッドレスタイ ヤ用トレッドゴム組 成物	27 オーツタイヤ (株)	石田 博一	平 03-152140	X	ゴム	セルロ ース	セルロース 繊維	水上走 行地	Aramid 中心
1687	平 01-270299	19891019	平 03-134086	19910607	ブレーキ用非石綿 系摩擦材料	14 アスク:(株)	畑 彰;八城 健彰;金井 徹; 海宝 俊幸	平 03-134086	X	摩擦材	植物性 繊維	セルロース 繊維	摩擦安 定	
1690	平 01-259569	19891004	平 03-121184	19910523	ジョイントシートの 製造方法	13 ニチアス (株)	山本 勉;芦沢 正明;西本 一夫;渡辺 祐司	平 03-121184	X	シート	天然有 機繊維	セルロース パルプ	復元性	
1695	平 01-212657	19890818	平 03- 76745	19910402	自動車用内装材及 びその製造方法	34 ヒロタニ:(株);35 東 ソー (株)	石中 富雄;井川 一成	平 03- 76745	X	内装	天然織 維	麻、綿	臭気低 減	
1701	平 01-197931	19890801	平 03- 63126	19910319	自動車用成形天井 材及びその製造方 法	14 エステートルー ス:(有);13 朝日工業 (株)	綿谷 博美;八木 敏三	平 03- 63126	X	天井材	天然織 維	ココナツ織 維、麻繊維 配合	環境、安 価	
1704	平 01-176907	19890707	平 03- 42237	19910222	床材	23 豊田化工 (株)	野々部 二三夫;豊田 高和; 細井 真二	平 03- 42237	X	床材	植物性 繊維	綿フェルト	軽量	
1708	平 01-142482	19890605	平 03- 7742	19910114	ラバーチエーン用 ゴム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	井村 洋次;上野 哲人	平 03- 7742	X	ゴム	植物	おが屑、く るみ殻、コル ク、稲わら、 破砕物	低温特 性、氷ゲ リップ	ブレンド
1718	平 01- 95950	19890414	平 02-274740	19901108	タイヤ用トレッドゴ ム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	野村 義行;松浦 宏佳	平 02-274740	X	ゴム	植物材	粉砕物;お が屑、カミ 殻、落花生 殻、わら、 粃殻	低温特 性	
1719	平 01- 95949	19890414	平 02-274739	19901108	タイヤ用トレッドゴ ム組成物	27 東洋ゴム工業 (株)	林 浩文;松本 洋;末吉 一 彦	平 02-274739	X	ゴム	植物材	粉砕物;お が屑、カミ 殻、落花生 殻、わら、 粃殻	低温特 性	
1721	平 01- 90282	19890410	平 03- 21443	19910130	自動車内装材	13 寿屋フロンテ (株)	高宮 正光;原田 孝志;原田 喜量;長谷川 淳;杉浦 浩行	平 03- 21443	X	内装	植物性 繊維	綿	生産性、 コスト	

1724	平 01- 68183	19890320	平 02-247230	19901003	摩擦材組成物	23 デンソー:(株):27 住友電気工業 (株)	川瀬 誠;藤川 裕之	平 02-247230	X	摩擦材	補強用でセルローズ繊維	セルローズ	安価	アラミド
1725	平 01- 56208	19890310	平 02-237806	19900920	タイヤ滑り止め	13 カーメイト:(株)	根本 宏	平 02-237806	X	摩擦材	動植物繊維	綿羊毛	氷上グリップ	スベリ防止
1728	平 01- 31500	19890210	平 02-167353	19900627	ゴム組成物及びそれをトレッドに用いたタイヤ	28 住友ゴム工業 (株)	斉藤 祐一;坂本 秀一;菊地尚彦;和田 孝雄;内田 守;村岡 清繁	平 02-167353	X	タイヤ	天然材料粉体	穀穀など	氷上走行性	
1732	平 01- 6287	19890114	平 02-189251	19900725	木質系成形天井	23 トヨタ自動車 (株)	長瀬 高志;竹内 正	平 02-189251	X	内装	木材素材	木材	吸音性	天井材。圧縮成型
1752	昭 63-277967	19881102	平 02-125115	19900514	摩擦材の製造法	13 日立化成工業 (株)	鈴木 昇	平 02-125115	X	摩擦材	レーヨン	レーヨン	気孔率大、摩擦抵抗	
1753	昭 63-251844	19881007	平 02- 99083	19900411	鞍乗型シート用クッション材の製造方法	13 東レ (株):11 東京シート (株):13 本田技研工業 (株)	高瀬 秀男;杉本 昭;高木章	平 02- 99083	X	クッション	天然繊維	木綿、麻、絹、羊毛	通気性	
1755	昭 63-239939	19880926	平 02- 88643	19900328	無石棉摩擦材の製造方法	23 アイシン化工 (株)	松本 康弘;浜田 英二;宇野徹也;安井 賢明	平 02- 88643	X	摩擦材	天然繊維ほか	レーヨン、カシューダスト	走行性	
1756	昭 63-237700	19880922	平 02- 86629	19900327	無石棉摩擦材の製造方法	23 アイシン化工 (株)	松本 康弘;浜田 英二;宇野徹也;安井 賢明	平 02- 86629	X	摩擦材	天然繊維ほか	レーヨン、カシューダスト	走行性	
1764	昭 63-171158	19880709	平 02- 21915	19900124	エンジンオイル用フィルター	13 日本無機 (株)	高橋 渉;東 登喜久	平 02- 21915	X	フィルター	混材/植物繊維	リターパルプ	炭素粒子捕獲	チタン酸カリウムと
1773	昭 63-114405	19880511	平 01-288639	19891120	湿式摩擦材	23 アイシン化工 (株)	森田 和也;中川 英二;浜田 英二	平 01-288639	X	摩擦材	パルプ	木材、リターパルプ	耐久性	
1775	昭 63-103169	19880426	平 01-272684	19891031	ブレーキ用無石棉摩擦材	23 アイシン化工 (株)	林 保	平 01-272684	X	摩擦材	天然繊維	麻、木綿、レーヨン	環境	
1776	昭 63- 91770	19880415	平 01-309840	19891214	自動車用成形天井材の製造方法	14 綿谷 博美	綿谷 博美	平 01-309840	X	天井材	天然繊維	綿/補強繊維	軽量化	
1779	昭 63- 65742	19880322	平 01-238927	19890925	クラツチフェーシングの製造方法	14 アスク:(株)	有馬 敬太郎;笠原 俊一	平 01-238927	X	摩擦材	天然繊維	木綿麻レーヨン(繊維基材はGF)	環境	一部、GFが中心
1785	昭 63- 20180	19880129	平 01-199027	19890810	摩擦材組成物	27 住友電気工業 (株)	浅野 寛;岩田 幸一	平 01-199027	X	摩擦材	天然繊維	カシューダスト、コルク	環境	
1794	昭 62-246504	19870930	平 01- 87968	19890403	樹脂製ブーリー	13 新神戸電機 (株)	吉田 勇二;田上 義貴;久保悦司	平 01- 87968	X	ブーリー	天然繊維	綿布	強度	ノボラック樹脂と
1797	昭 62-230344	19870914	平 01- 72836	19890317	自動車内装材用芯材	23 豊和繊維工業 (株)	田内 宏	平 01- 72836	X	内装	天然長繊維	靱皮、葉茎、果実	軽量	
1807	昭 62-168489	19870706	平 01- 12148	19890117	摩擦材組成物	27 住友電気工業 (株):23 デンソー:(株):23 デンソー:(株)	浅野 寛;岩田 幸一	平 01- 12148	X	摩擦材	天然物	セルローズパルプ/補強用。コルク/充填剤	摩擦特性	
1808	昭 62-168488	19870706	平 01- 12147	19890117	摩擦材組成物	23 デンソー:(株):23 デンソー:(株)	浅野 寛;岩田 幸一	平 01- 12147	X	摩擦材	天然物	セルローズパルプ/補強用。コルク/充填剤	摩擦特性	
1811	昭 62-152479	19870619	昭 63-317310	19881226	クラツチフェーシングの製造方法	13 日本バルカー工業 (株)	末松 民憲;榎田 操;伏屋克俊	昭 63-317310	X	摩擦材	一部に(天然)有機繊維	木綿、麻レーヨン	安価、簡便性	中心はGF,CF,Aramid
1812	昭 62-152478	19870619	昭 63-317532	19881226	クラツチフェーシングの製造方法	13 日本バルカー工業 (株)	末松 民憲;榎田 操;伏屋克俊	昭 63-317532	X	摩擦材	一部に(天然)有機繊維	木綿、麻レーヨン	安価、簡便性	中心はGF,CF,Aramid

											維			
1818	昭 62-106763	19870430	昭 63-270742	19881108	無石棉クラツチフェ ーシングの製造方 法	23 アイシン化工（株）	谷沢 伸治	昭 63-270742	X	摩擦材	天然織 維系	レーヨンほか	破裂強 度アップ	非石棉
1820	昭 62- 57045	19870312	昭 63-222851	19880916	内装材の製造方法	14 池田物産（株）	滝本 章正	昭 63-222851	X	内装	天然織 維	麻、アセ、綿 繊維	成型性	

第4章 バイオポリマー開発における技術シーズと今後の動向

第4章 バイオポリマー開発における技術シーズと今後の動向

これまで、バイオポリマーはデンプンなどのバイオマス資源ベースのポリマーやバクテリアの産出するポリマーといった、石油ベースポリマーと異なる構造のポリマーが主流であったが、近年は、ポリエチレンやポリプロピレン、ポリカーボネートなど現在の化学産業で広く一般に使用されている石油ベースポリマーを、バイオ・エタノールやバイオメタノールなどから製造するための研究開発が活発化している。

このことから、既存のポリ乳酸に代表されるバイオポリマーの諸物性、関連技術シーズとともにバイオ・ポリエチレン、バイオ・ポリプロピレン製造に関する技術シーズまで広く調査することを目的とした。

本報告書では3節立てとして、以下について調査した結果をまとめている：

第1節：

バイオポリマーに関する社会的背景(行政上の施策及び社会的な取り組み)、社会的ニーズ、およびバイオポリマー利用の現状

第2節：

既存のバイオポリマー(ポリ乳酸などのバイオマスを原材料としたポリマーやポリヒドロキシアルカノエートなどのバイオで作るポリマー)の製造方法、諸物性、関連技術シーズ、さらに自動車部材への利用状況およびその可能性と課題

第3節：

既存のポリマーを化石資源ベースからバイオベースに置き換えるための技術の動向の現状

目 次

1. バイオポリマー:社会的背景・社会的ニーズ・利用現状	1
1.1 行政・政策上の扱い	1
1.1.1 バイオテクノロジー戦略大綱	1
1.1.2 バイオマス・ニッポン総合戦略	3
1.1.3 各種法上の扱い	6
1.2 普及に向けた社会的な取り組み	7
1.2.1 バイオテクノロジー戦略大綱、及びバイオマス・ニッポン総合戦略に基づく取り組み	7
1.2.2 自治体や民間で展開されている普及と活用への取り組み	12
1.3 BPの普及に向けたJBAの取り組み	18
1.3.1 バイオマス・プラスチックの実用化促進社会システム構築調査	18
1.3.2 バイオマス・プラスチック3Rシステム化可能性調査事業	21
1.3.3 バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業	25
1.4 海外の取り組み(概観)	29
1.4.1 EU(ドイツ)	29
1.4.2 米国	29
1.4.3 OECDにおける論議	34
1.5 利用の現状(市場の動向)	35
1.5.1 市場規模	35
1.5.2 市場動向	36
1.6 バイオポリマーによる資源・環境負荷低減効果	39
1.6.1 役割の変化	39
1.6.2 資源・環境負荷評価の事例	39
1.6.3 高機能化バイオポリマーの事例	41
2. バイオポリマー:種類・製造方法・特性・技術的シーズ・自動車部材への利用状況及びその可能性	45
2.1 概観	45
2.2 天然物系ポリマー	47
2.2.1 セルロース及びセルロース誘導体	47
2.2.2 でん粉及びでん誘導体	49
2.2.3 バイオマス変性系、及びバイオマス複合系	50
2.3 化学合成系ポリマー	51

2.3.1	ポリ乳酸	.....51
2.3.2	ポリグルコール酸	.....52
2.3.3	ポリトリメチレンテレフタレート	.....52
2.3.4	ポリブチレンサクシネート	.....55
2.3.5	ポリオール	.....57
2.3.6	ナイロン・11	.....57
2.3.7	バイオ・ポリオレフィン	.....58
2.4	バイオ合成系ポリマー	.....59
2.4.1	ポリヒドロキシブチレート	.....59
2.4.2	ポリ- γ -グルタミン酸	.....60
2.5	バイオポリマー と 生分解性プラスチック	.....62
2.6	特性	.....64
2.7	自動車部材への利用状況、及びその可能性	.....66
2.7.1	耐久性	.....66
2.7.2	耐熱性	.....67
2.7.3	自動車部材としての展開事例と課題	.....69
3.	バイオポリマー:既存ポリマーを化石資源からバイオベースに置き換えるための技術動向の現状	.....73
3.1	概観	.....73
3.2	ポリオレフィンの BP 化	.....75
3.2.1	ポリエチレンの場合	.....75
3.2.2	ポリプロピレンの場合	.....75
3.2.3	Braskem 社によるエチレン及びプロピレンの製造スキーム	.....78
3.3	既存ポリマーの BP 化実現に向けた課題	.....79
3.3.1	発酵法の技術課題	.....79
3.3.2	ガス化法の課題	.....80
3.3.3	既存ポリマーの BP 化実現の条件は	.....82

1. バイオポリマー:社会的背景・社会的ニーズ・利用現状

バイオ技術(BT)とは“生物の構成部分や機能を利用して有為な製品やサービスを作り出す技術”と定義され、微生物や直接的に酵素を利用した発酵技術に加えて遺伝子組換え技術・細胞融合技術などが要素技術とされる¹⁾。ここではこれらのバイオ・プロセス(:生体内で酵素を触媒とする反応プロセス)を駆使してエネルギー生産・物質創出する技術を広く解して、バイオマス(生物資源)を原材料として、或いは資材として利用する技術を含む用語としてとらえる。

この様な視点から見ると、BTを多様なレベルで適用して多様なポリマーが製造され利用されている。この種のポリマーをここでは“バイオポリマー(BP)”と総称することとし、本章では我が国における行政・政策上の位置づけ、社会的な必要性と開発・利用状況について概観する。

1.1 行政・政策上の扱い

BPが国の政策対象になったのは2002年からである。

2002年は、日本バイオ産業人会議(JABEX)の”b-Japan 計画詳細提言”(5月)、内閣府の”バイオテクノロジー戦略会議”(7-12月)、経済産業省の“[生物機能活用型循環産業システム創造プログラム](#)”(4月)、農林水産省の“バイオ生分解素材の開発と普及に関する研究会”運営(3-7月)、及び“バイオマス・ニッポン総合戦略プロジェクト”(7-12月)など、BPの開発と普及に関連する施策が精力的に検討された。これらは1990年代後半からのBTを新産業創出のための中核技術の一つとしてとらえる一連の施策の延長上にあり(表 1.1.1)、“バイオテクノロジー戦略大綱”(BT戦略会議提出;同年12月6日総理大臣採択)と”バイオマス・ニッポン総合戦略“(1府5省提案施策;同年12月27日閣議決定)としてわが国の基本戦略となった。

今日BPは枯渇性資源の節約と地球温暖化防止に向けた低環境負荷資材としての期待が高く、またそれを担う資材であることが要請されているといえるが、当初はBTによる新産業創出政策の中で着目された資材であった。また当時は生分解性ポリマー(BdP)との識別意識も曖昧で、“漠然”とした概念であったともいえる²⁾。生分解性の概念からの意識的な“識別”は、表 1.1.1 中に引用されている“バイオ生分解素材の開発と普及に関する研究会”の中で論議されていた。

1.1.1 バイオテクノロジー戦略大綱

JABEX(世話人代表:歌田味の素株式会社相談役(当時))はBTによる新産業創出・経済活性化のための様々な提言活動を進め、“b-Japan 計画詳細提言”を発表した(02年5月28日)。

1) 太田隆久監修, (財)バイオインダストリー協会バイオテクノロジーの流れ編集委員会, ”バイオテクノロジーの流れ ー過去から未来へ”(改訂第2版), p. 110(化学工業日報社:2002年)

2) 今日でも定義は定まっていない。

表 1.1.1 “BT戦略大綱” 及び “BN 総合戦略” に至る生物化学産業創出を巡る国の施策 (*a)

1. BT の21世紀を切り開く戦略的基幹技術としての位置づけと加速を意図した施策:

- ① 経済構造の変革と創造のための行動計画 (1997年5月16日;閣議決定)
- ② ライフサイエンスに関する研究開発基本計画 (1997年8月13日;内閣総理大臣決定)
- ③ 産業再生計画 (1999年1月29日;閣議決定)

2. 重点的かつ加速的な BT の展開による生物化学産業の創出を目指した基本戦略と施策:

- ① BT 産業の創造に向けた基本方針 (1999年1月29日;5省庁^(*b) 申合わせ)
- ② BT 産業の創造に向けた基本戦略 (1999年7月13日;5省庁^(*b))
- ③ バイオ産業技術国家戦略 (1999年12月10日;国家産業技術戦略委員会, JABEX バイオ産業技術戦略委員会)
- ④ 生命科学の21世紀に向けたバイオ施策 (2000年8月;5省庁)

5省庁^(*b) の政策提言:

21世紀を“生命科学の世紀”と位置づけ、バイオインフォマティクスを駆使した高度医療システムの開発と構築、及び環境負荷の少ないバイオプロセスをベースに高福祉社会と資源循環型社会の実現を目指す。

バイオプロセスによる資源・環境問題の解決に向け、バイオマス利活用・グリーンバイオイノベーションを提言。

⇒ “バイオ生分解素材開発普及”(後出3①), 及び“b-Japan計画”(後出2⑤)の前触れとなる施策となる。

- ⑤ “b-Japan 計画” と “詳細提言” (2001年10月&2002年5月;JABEX)

グリーンバイオイノベーション施策を更に整備した民間団体の提言 ⇒ BT 戦略会議の取り上げるところとなり, ”BT 戦略大綱”として結実。

3. バイオマスの利活用を目指した施策提言:

- ① バイオ生分解素材の開発と普及に関する政策提言 (2002年7月;バイオ生分解素材開発普及研究会)
⇒ バイオマスの利活用により、地球温暖化防止・資源循環型社会実現・農業林業水産業の再生を目指すとし、エネルギー及び物質生産技術の開発と産業化の実現化を図る。物質の有力対象としてバイオマス由来資材(今日のBP)を挙げる。
- ② バイオマス・ニッポン総合戦略策定に向けた政策提言 (2002年12月;バイオマス・ニッポン総合戦略策定 Prj.Team)
3①の施策を更に中広に総合化した基本戦略で、“バイオマス・ニッポン総合戦略”として結実。

(*a) 日本バイオ産業人会議編:21世紀バイオインダストリーの創造に向けた政府の戦略」資料集(2000年4月)を基に編纂。

(*b) 科学技術庁・文部省・厚生省・農林水産省・通商産業省(何れも当時)

これに呼応して政府は“BT 戦略会議”を設立、BT 展開を戦略化する構想を打ち立て(02年7月5日)、11月23日に発表された“バイオテクノロジー戦略大綱”(以後、BT 戦略大綱)では経済産業省や農林水産省の積極的なBTへの取り組みが示され、12月6日に総理大臣の採択するところとなった。

BTの推進により「生きる」・「食べる」・「暮らす」の3場面における国民生活の向上を大きなスローガンとして掲げ、その中の「暮らす」の場面においてBPの普及が重要であるとしている。

すなわち、

- ① BdP の様な BT 関連製品の環境負荷について、原材料の製造からの製品の廃棄に至るライフサイクルを通じてエネルギー使用・温暖化への影響、循環型社会システムへの影響、有害物質の排出による影響、生態系への影響などの観点から積極的に検討を行い、環境負荷低減に資する製品についてグリーン購入の推進などにより普及促進を図る(担当:環境省)
- ② またこれらの製品の普及を図るためには標準化が重要であり、BdPに関する国際標準の提案を行う(経済産業省)
- ③ “愛・地球博”(2005年日本国際博覧会)の場で BdP 製品を積極的に導入して循環型社会像を提案し、モデル実証を通して国民の理解を深める(農林水産省、及び経済産業省)などが謳われている¹⁾。

1.1.2 バイオマス・ニッポン総合戦略

米国は再生可能資源から有為なエネルギー・化学物質を生産・創出する技術の開発による生物化学産業の勃興を国家戦略としたが、わが国の同じ方向の施策が“バイオマス・ニッポン総合戦略”(以後、“BN 総合戦略”)といえる。

農林水産省は前出の“バイオ生分解素材の開発と普及に関する研究会“(座長:木村筑波大学教授(当時))を発足させた(02年3-7月)。7月迄の5回の会合を経てまとめられた報告書では、“バイオ生分解素材”とは“バイオマスを原材料とした生分解性素材”と定義され、開発・普及の必要性に始まる7項目の政策提言がまとめられている(表 1.1.2)。これは通商産業省基礎産業局長(当時)の諮問委員会“生分解性プラスチック実用化検討委員会”(座長:土肥理化学研究所主任研究員(当時))がまとめた18提言²⁾をこの時点で総括し、更なる展開を図る指針ともいえる。

この研究会からの提言が“BN 総合戦略”では積極的に採用されており、バイオ生分解素材の開発・普及に向けた施策が織り込まれている(表 1.1.3)。

1) ここでは BdP として引用されているが、実際の政策展開の段階では多くの場合、BP として読み替えられて運用されたのが実態である。

2) 生分解性プラスチック実用化検討委員会(通商産業省基礎産業局長諮問委員会(当時), 1994-95), 「新プラスチック時代の幕開け」(1995年3月)

表 1.1.2 バイオ生分解素材の開発・普及に向けた政策提言
(バイオ生分解素材開発普及研究会:2007年7月)

1. 開発・普及の必要性(背景)

- 地球温暖化への対策 … “Carbon Neutral” (追加的な CO₂ 排出無し)
- 循環型社会の形成
- 国内農業・農村の活性化

2. 開発・普及に向けた政策提言－7項

① 長期国家戦略の策定:

- ・方向性の明確化 … “バイオマス・ニッポン総合戦略”
- ・阻害要因と成り得る関連法制度の見直し
- ・国内開発力の強化と戦略的な産業育成 … 未利用バイオマス資源活用

② 品質向上等技術開発及び関連研究の推進:

- ・技術開発の推進 … 農林水産省・技術開発補助事業
- ・LCA 研究の推進

③ 安全性の確認:

- ・運用ルールを整備
- ・国・第三者機関による安全性の保証

④ 経済性確保に向けた政策:

- ・量産化・初期市場の創出
- ・国産原料活用による低コスト化 … 行政上の仕組み
- ・容器包装リサイクル法(通称)等に於ける負担軽減… 行政上の仕組み
- ・農業資材分野に於ける競争環境整備

⑤ 情報提供と理解促進に向けた政策:

- ・一般消費者への普及啓発
- ・識別表示制度
- ・利用者の求める具体的情報・利用による効果情報の提供

⑥ 循環型社会システムに於ける位置づけの明確化に関する政策:

- ・循環システムの確立
- ・生ゴミ堆肥の品質基準の策定
- ・循環システム確立に向けた受け皿の確保

⑦ 初期需要喚起に向けた支援等に関する政策:

- ・先進的な取り組み間の横の連携
- ・行政による率先購入 … グリーン購入法
- ・実証モデル事業の実施 … 日本型カッセル市プロジェクト
- ・有機農産物の日本農林規格の明確化
- ・愛・地球博での循環型社会構築プロジェクトへの参加
- ・環境教育への活用

注:各項目後の斜体文は執筆者コメント

表 1.1.3 バイオマス・ニッポン総合戦略大綱 — バイオ生分解素材^(*a) に関わる戦略 —
(2002 年 12 月 27 日 : 閣議決定)

1. 具体的目標

- (1) バイオ生分解素材の原料価格の目標: ¥200-/kg
- (2) リグニンやセルロース等の有効活用を推進し, 10 種以上の製品を創出する.

2. 基本的戦略 (: 具体的な行動計画)

- (1) バイオマス利活用推進に向けた全般的事項に関する戦略
 - ① バイオマス利活用システムの LCA 評価手法の開発と適用
 - ② 地域・自治体に於けるバイオマス利活用実証事業の推進
- (2) バイオマスの生産・収集・輸送に関する戦略
 - ① バイオプロセスに投入する植物由来の原料の供給拡大
 - ② コーンスターチ製造用トウモロコシの関税割り当て制度運用の見直し
- (3) バイオマス変換に関する戦略
- (4) バイオマス変換後の利用に関する戦略
 - ① グリーンプラ及びバイオ生分解素材のグリーン購入法特定調達品目としての扱い
 - ② 環境配慮型バイオマス由来プラスチック^(*b) のグリーン購入法調達方針追加
 - ③ バイオマス由来プラスチックの識別手法の検討とマルチフィルムとしての利用法のモデル的実証試験の展開
 - ④ バイオ生分解性素材の工業原料製造に関わる経済性の検証・施策・品質評価・供給体制の在り方等の検討

(*a) バイオ生分解素材とはバイオマスを原材料とする BdP。

微生物産生系ポリヒドロキシアルカノエート(PHA)や、ポリ乳酸(PLA), 更に澱粉基 BdP がこれに相当する。

BdP には枯渇性資源を原材料とするタイプ、例えばポリブチレンサクシネート(PBS: 1,4-ブタンジオールと琥珀酸との縮合ポリマー)もあるが、近い将来にはバイオ法コハク酸が現実的な製造法になれば実用的な BdP の多くがバイオ生分解素材となる。

(*b) バイオマス由来プラスチックとはバイオマスを原材料とするプラスチック、すなわち BP。

1.1.3 各種法上の扱い

2000年から本格完全施行された“容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進などに関する法律”（通称：“容器包装リサイクル法”あるいは“容リ法”）において、BdP や BP は“その他樹脂”に組み込まれ、その成形加工された容器包装は一般プラスチック製品と同様の扱いを受け続けている¹⁾。ライフサイクルアセスメント(LCA)評価が確定している EU における扱いとは乖離が大きい。

一方 2001 年施行の“食品廃棄物リサイクル法”（通称）では、BdP はその基本方針書の中で本法の円滑な施行のための補完資材として位置づけられ、更に生分解性を示す BP 製食器具類の生ゴミとの同時処理を認め、再資源化実績量に換算する運営法が検討されると伝えられたが（日本経済新聞：02 年 6 月 20 日）、現時点において実施事例は現れていない。

2001 年から施行されている“グリーン購入法”（通称）は中央省庁による環境低負荷製品の優先的購入を図るために特定調達品目を設けており、2003 年 4 月には生分解性を示す BP 製品として透明窓付き封筒や生ゴミ回収袋、水切りネットの 3 点が登録され、以後生分解性を担保とすることなく BP 製オフィス用品など 10 種ほどの品目登録がなされているが、絶対数が少ないことから存在感に乏しい。

この様に BP の普及に関しては政策上の積極的な取り組み姿勢と、法上の扱いとの乖離が大きいことが解決されない論点として残っている。

1) 先の容リ法改訂審議では、BP については、“その容器包装の高度な再商品化技術による廃棄物削減効果と環境負荷低減効果を市町村との連携の下、社会実験を通して実証すること”が課題として指摘されている。“バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業”はこれに対応した農林水産省総合食料局補助事業（本章・1.3 節・(1.3.3)項）である。

1.2 普及に向けた社会的な取り組み

1.2.1 バイオテクノロジー戦略大綱、及びバイオマス・ニッポン総合戦略に基づく取り組み

1.2.1.1 ”愛・地球博”会場への導入

BPの認知及び普及を目指す両戦略の政策実現施策の一環として、“愛・地球博（2005年日本国際博覧会）”への多様なBP製品導入事業が展開された^{1,2)}。

すなわち、①会場案内標識や幟類として、②日本政府館の外壁として、③フードコートやテーマレストランで使用される食器具として、又④会場で廃棄される100種以上の廃棄物回収袋としてBP製品が導入され、実用性と再資源化特性の実証が進められた。

この中で、(財)バイオインダストリー協会(JBA;東京)は2004年4月1日付けで“バイオプロセス実用化開発事業 R&D コンソーシアム”を組織化し、③と④に関わる事業を経済産業省委託研究開発事業”バイオプロセス実用化開発事業”として推進した(～06年3月)。

“愛・地球博”は、テーマである「自然の叡智」を具現化するために、開催の前後を通じ、また会場内外にわたった多角的な環境への配慮が基本運営方針とされ、会場内でのBP製品の活用が考えられた。会場から発生する生ごみのメタンガス化及びコンポスト化を通じた循環資源化でBP製ごみ袋(この場合、“生分解性”を担保)を補完資材として活用し、更に会場内フードコート及びテーマレストランにBP製ワンウェイ食器具(この場合に限り“生分解性”を担保)リターナブル食器具が導入された。前者では生ごみと同じ扱いをしてコンポスト化処理(図 1.2.1)、後者では廃棄段階で多様な再資源化(図 1.2.2)を実証する事業であった。

会期前の事前事業(04年4月1日～05年3月24日)の成果を活かして会期間中(05年3月25日～9月25日;会場施設への導入)、及び会期後(05年9月26日～06年3月31日;資源・環境負荷低減効果の分析及び評価)に渡る実証事業が展開された。

(1) 導入の概要

調理済み軽食の提供を主体とするフードコートを中心に凡そ2千万点のワンウェイ食器具(写真 1.2.1・左)が導入され、食べ残しと共に収集袋で回収後、コンポスト化処理を経て完熟堆肥とし、農地施用・栽培した農産物(野菜・果物・花卉類)を来場者やレストランへ食材などとして提供する仕組み(“バイオ・リサイクル・システム:愛・地球博モデル”)が構築された(図 1.2.3)。

1) 戦略策定時にはBdP製品の導入が意図されていたが、事業実施時点ではBPと読み替えられて運用された。

2) 経済産業省生物化学産業課,平成16および17年度バイオプロセス実用化開発事業報告書(平成17及び18年3月)[委託先:財団法人バイオインダストリー協会];大島一史・鈴木博・金井康矩・國分幸美・増永ひとみ、バイオサイエンスとインダストリー誌(JBA発行),**64**(1),45(2006)



図 1.2.1 愛・地球博会場を舞台とした BP 製品のバイオ・リサイクル・システム
 (出所: 経済産業省, 平成 16 および 17 年度バイオプロセス実用化開発事業報告書 (平成 17 及び 18 年 3 月), 委託先: 財団法人バイオインダストリー協会)

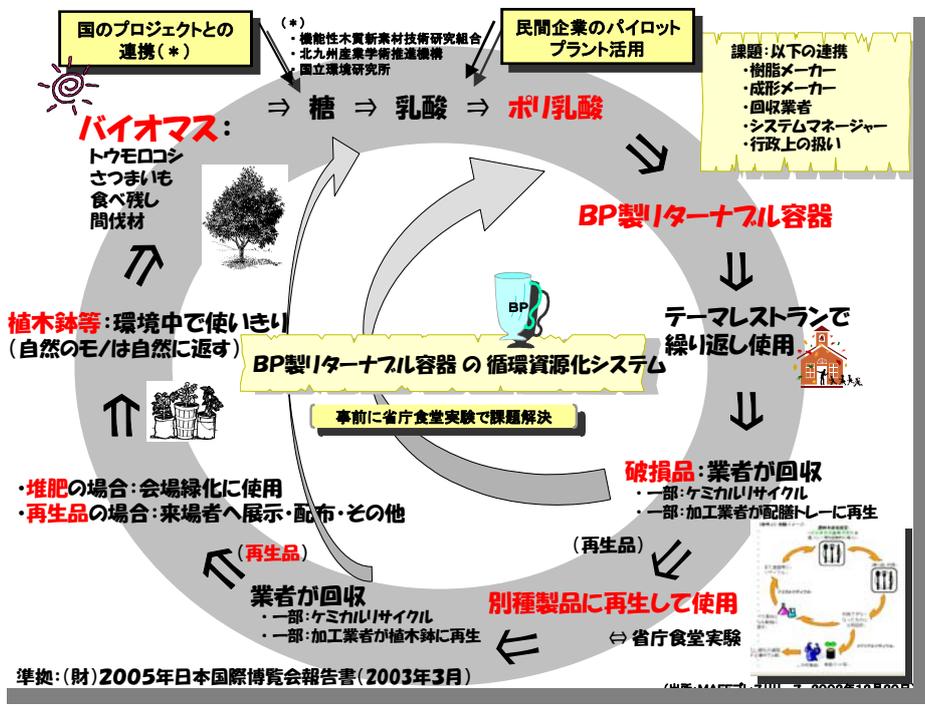


図 1.2.2 愛・地球博会場を舞台とした BP 製品の各種リサイクル・システム
 (出所: 経済産業省, 平成 16 および 17 年度バイオプロセス実用化開発事業報告書 (平成 17 及び 18 年 3 月), 委託先: 財団法人バイオインダストリー協会)



写真 1.2.1 愛・地球博会場へ導入された BP 製食器具類

左:ワンウェイ食器具 右:リターナブル食器

(出所:経済産業省, 平成 16 および 17 年度バイオプロセス実用化開発事業報告書
(平成 17 及び 18 年 3 月), 委託先:財団法人バイオインダストリー協会)

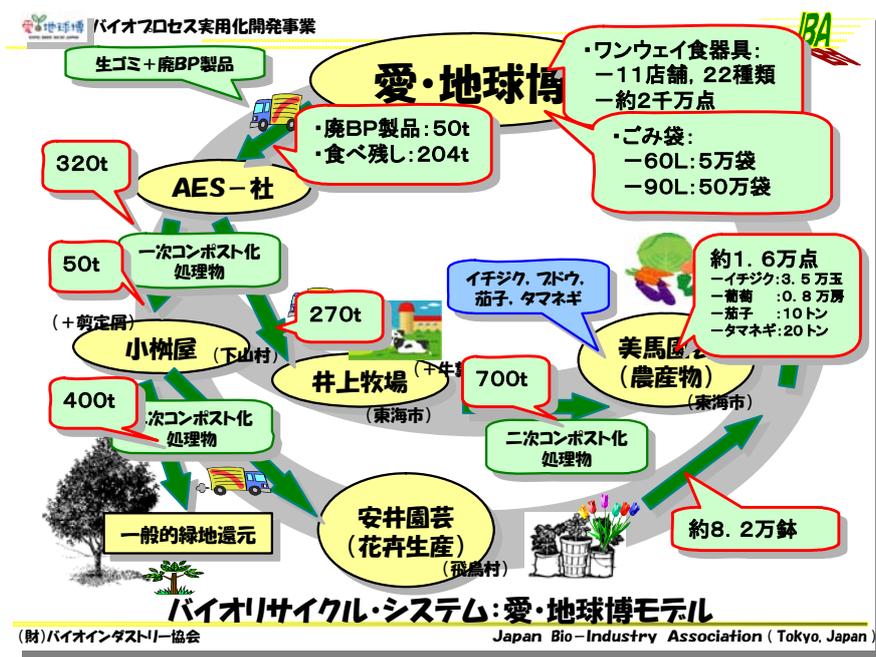


図 1.2.3 生分解性 BP のバイオ・リサイクル・システム "愛・地球博モデル"

(出所:経済産業省, 平成 16 および 17 年度バイオプロセス実用化開発事業報告書
(平成 17 及び 18 年 3 月), 委託先:財団法人バイオインダストリー協会)

またテーマレストランを中心として新たに開発した凡そ 12 万点強のリターナブル食器具(写真 1.2.1・右)が導入され、更に会場起源の可燃物を除く全廃棄物回収のための収集袋についても 55 万点が導入された。

リターナブル食器具については閉幕後に会場から全点が回収され、様々な形での活用策が推進された。すなわち、再使用可能な物品については中央省庁及び地方自治体を中心にそれぞれの食堂などでの継続使用が、更に導入物品の成型時端材や破損品はカスケード的なマテリアル・リサイクル性(MR)、及びケミカル・リサイクル性(CR;モノマーへの変換)の実証が進められた(図 1.2.4)。

前者の例ではプランターやポットへの再生が成功しており、「リサイクル・プランター」は岡山県で開催された国民体育大会の会場などの飾り付けに使用され、使用後は県下小学校の環境資材として再活用された。2006 年度に開催された兵庫国体でもサテライト会場の飾り付けにこのリサイクル・プランターが採用されている。

(2) 実証事項

ー物品としての実用性:

リターナブル食器具で一部衝撃性改良課題が認められたが、多くの食器具が要求される機能を発現し、更に会期中を通して衛生安全性の担保が示された。

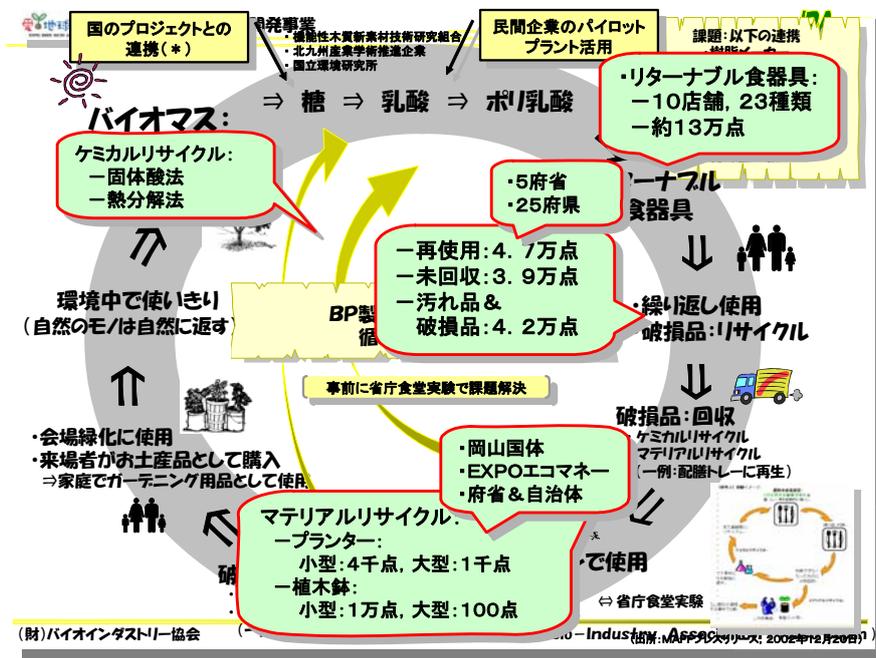


図 1.2.4 BP の各種リサイクル・システム "愛・地球博モデル"

(出所: 経済産業省, 平成 16 および 17 年度バイオプロセス実用化開発事業報告書 (平成 17 及び 18 年 3 月), 委託先: 財団法人バイオインダストリー協会)

ーバイオ・リサイクル・システム“愛・地球博モデル”の正常な機能:

特に開幕後約二ヶ月間の使用済みワンウェイ食器具と食べ残しのコンポスト化処理物を農地施用して白菜が栽培され、会場に戻して来場者へ展示・配布され、新たな資材の登場が強く訴えられた。

ー成型時端材/破損品からのマテリアル・リサイクル性:

プランターやポットなどへの再生技術が開発された。

BP は一般に伸長粘度が低く、成形し難い資材とされる。既存樹脂で問題なく成形可能な金型でも BP の場合には隅々まで均一に流れ難い・金型離れがし難いなど、克服すべき技術課題があり、更に食器具として使用された物品の破損品では資材自体の劣化も考えられ、これ迄「BP のリサイクルは、すなわち“バイオ・リサイクル”(コンポスト化やメタンガス化)」と捉えられていた。愛・地球博会場に導入された BP 製食器具の成形時に発生した端材や破損品を原料(の一部)とした実用物品への再生は、BP の MR 性を実証する最初のケースと位置づけられた。

ーケミカル・リサイクル性

BP 製食器具(主材はポリ乳酸(PLA))のモノマーへの変換性が実証された。

すなわち、固体酸、及び/又は酵素を触媒として使用する方法(慶応義塾大学・松村研究室)、また押し出し機を利用した熱分解法(九州工業大学・白井研究室/NPO 法人北九州エコ・サポーターズ)の適用である。

何れもモノマーである乳酸への変換は高効率で実現しており、更にその重合性能も確認された。

ー資源・環境負荷特性

再資源化性も含めた資源・環境に対する低環境インパクト性の実証が進められた。

コンソーシアム事務局による概算結果によれば、本事業での BP 製品の導入により、既存の非生分解性石油系樹脂製品使用の場合と比較して、大凡 1 本/人・年間の植林に相当する二酸化炭素排出量の削減に貢献できたことになる(再資源化については BP 製品ではコンポスト化、既存非生分解性樹脂製品では 10%エネルギー回収を伴う焼却処分を仮定)。

(3) 得られた結論要旨

以上を背景に、BP は多様な再資源化システムに対応可能であること、すなわち畜産排泄物や剪定材などとのバイオ・リサイクルを通じた廃棄物削減にも貢献可能な資材であり、更に MR や CR を通して持続可能な資材であることが実証された。

BP は資源循環型社会の基盤資材としての基本的要件を満たしているとの結論であるが、当時においては資材の海外依存度が高く、コスト上の課題も含んでいた(残念ながら、今日でもこの状況は基本的には変わっていない)。また、この愛・地球博 Prj では管理された会場を舞台とした導入/回収であったが、この成果を活かして BP 製品の普及を図るためには、一般社会生活の場

面での3R システム化の可能性¹⁾を検証すること、また法上の扱い課題、あるいは技術上の課題を整理し、解決に向けたシナリオ(道程表)²⁾の作成と推進が必要と考えられた。

1.2.1.2 BP の市場形成を促進する施策

農林水産省はバイオマスの利活用において先端的な取り組みを進めている自治体や事業者を表彰する制度を運営し(04-06年度;事務局=(社)日本有機資源協会(JORA))、BPを含むバイオマス系市場形成政策を展開してきた(“バイオマス利活用優良表彰事業”)。

BPの活用に関連しては、

04年度:ソニー(株) [電子機器筐体/部品や包装への適用]

05年度:北越製紙(株) [耐熱強化BP³⁾の開発]

06年度:松下電器産業(株) [乾電池包装への展開]

が大臣賞を獲得している(ただし表彰対象にはBP以外のバイオマス利活用活動を含む)。

1.2.2 自治体や民間で展開されている普及と活用への取り組み

1.2.2.1 JORA:バイオマス認定制度

2004年度“バイオ生分解素材開発・利用評価事業”(農林水産省事業;委託先=JORA)でバイオマス・マークが制定された(図1.2.5a)。当初はBP製品を識別表示するためのマークとして募集・選考が行われたが、最終的にはバイオマスを利活用する製品全般に利用可能なマークとして運用されることになり、今日に至っている。

JORAは2005年度より本マークを使用するバイオマス認証制度の試用を、2006年度から本格運用を開始し、既に200件を超える資材・製品が認証されている。



図 1.2.5 バイオマスや BP のシンボル・マーク

- (a) JORA の定めるバイオマス・マーク (b) JBPA の定めるバイオプラ・マーク
(c) 岐阜市の定めるバイオマス・マーク (主催もとより転載許可取得済み)

1) 経済産業省リサイクル推進課が進める3R、すなわち廃棄物原料化(Re-duce)・繰り返し使用(Re-use)・再商品化(Re-cycle)のシステム化可能性検証事業の一つとして2006年度に実施された(後述)。

2) 財団法人機械振興協会の調査事業の一つとして実施された(後述)。

3) 愛・地球博Prjにおいて、リターナブル食器(大型コップ/ジョッキ)として活用された。

1.2.2.2 日本バイオプラスチック協会(JBPA)¹⁾: バイオマス・プラ認定制度

バイオマス由来の熱可塑性樹脂 25%以上を含むプラスチック製品を対象とする認定制度で、2006年夏期より運営が始まった(図1.2.5b)。

バイオマス・マークとの相違は、前者ではバイオマス系製品全般を対象とし、したがって熱可塑性/熱硬化性を問わずに全てのプラスチック製品も対象になる点といえる。例えば、熱可塑性を示さない澱粉系樹脂をバイオマス資材で補強した製品はバイオマス認定制度対象となるが、バイオマス・プラ認定制度対象とはならない点など、前者の包括性が広い。

1.2.2.3 富良野市: 生分解性 BP 製ごみ袋を使用した生ごみ再資源化事業

自治体の廃棄物行政にとって、家庭生ごみの再資源化は埋設処分場の延命化と焼却処分の高効率化の上で避けて通れない施策とされる。

BdP製ごみ袋が生ごみコンポスト化処理補完資材として欧米では定着しているが、わが国では先見的な自治体で見られる傾向が強い。板倉町(群馬県)、高根沢町(栃木県)や小坂町(秋田県)などが先行する例であるが、特に富良野市(北海道)では富良野地区環境衛生組合が近隣4町村と連携して約人口 5 万の家庭生ごみのコンポスト化処理を行っており、補完資材として使用する生分解性 BP 製ごみ袋に対して PLA を 50%以上含むことを基準としている。

1.2.2.4 三重県: BP 製リユース・カップによるデポジット導入実証事業

三重県は、2004年7-8月にかけて(株)鈴鹿サーキットランド及びJBAと連携してフラワーガーデンプールに BP 製リユース・カップ(愛・地球博会場に導入したリターナブルタイプの大型カップと同形:写真 1.2.1・右参照)を導入して、デポジット導入実証事業を実施した。

同県がまとめた報告書によれば、

ーリユース物品の使用とデポジット性の組み合わせは、ごみ発生抑制に対して極めて有効

ー但し、比較的低額な事業系可燃ごみ処分経費を背景にした安価なワンウェイ紙コップを使用した現行システムとの競合に勝つためには、店舗及び消費者の理解が前提

ーデポジット制度のシステム化が必要

が指摘されている。

1.2.2.5 名古屋市: BP 製リユース・カップ導入事業

名古屋市は、(株)名古屋グランパス8(J1 サッカーチーム)及び JBA と連携して、同チームが主催する瑞穂競技会場で使い捨て紙コップに換えて BP 製リターナブル大型コップ(前項と同類)を繰り返し使用したごみ減量と二酸化炭素排出量削減に向けたモデル事業を推進した(04年9-11月)。

同市では、観戦者らの関心と協力が極めて大きく、90%を超える回収率を背景に、年間換算で

1) 前身: 生分解性プラスチック研究会 (BPS)

1.5 トン程の可燃ごみ減量と 6.3 トン程の二酸化炭素排出量の削減がもたらされたと評価している。

1.2.2.6 NPO 法人北九州エコ・サポーターズ: イベント会場における BP 製クリアカップの導入とケミカル・リサイクル性実証事業

九州工業大学/NPO 法人北九州エコ・サポーターズ(北九州市)は、農林水産省補助事業として BP 製クリアカップ(愛・地球博会場に導入したクリアカップ;写真 1.2.1・左参照)をコンサート(坂本龍一 JAPAN Tour 2005:7-8 月)、スポーツ観戦(ヴァンフォーレ甲府(J2サッカーチーム)の対京都サンガ戦:8 月)や地域の催事(福岡県内大学の学園祭:11 月)などのイベント会場に導入し、使用後に回収して熱分解法による CR で原料乳酸に変換する実証実験を推進した(05 年度)。

PLA の製造工程負荷はグルコースからの乳酸合成過程にあることから、CR 処理の有利性が実証されている。CR 手法は、07 年以降には加圧水蒸気処理による加水分解の促進法が開発され、一般店舗に導入された食品食材容器への適用実験が推進されている(後出)。

1.2.2.7 岐阜市: バイオマス利活用推進事業

岐阜市は地球温暖化防止と循環型社会形成を経て環境配慮市民社会の構築を目指す施策の一環として「岐阜市グリーン購入方針」の中で BP 製品の購入・使用を推進している。

これ迄に、

- ー 同市内事業者と協力して BP 製古紙回収箱を作製し庁内で試用(04 年 6 月)
- ー 「ビーンズフェスタ」(NPO 法人 G-Net 主催)で、枝豆などの容器に BP 製パックを使用し、イベント終了後に同市堆肥化プラントにてコンポスト化处理(04 年夏期)
- ー 市民・事業者・行政からなるバイオマスシンポジウム実行委員会を設立し、「バイオマスシンポジウム岐阜」を開催して市民に啓蒙(04 年以降毎年開催)
- ー バイオマス普及啓発実行委員会と岐阜市が「バイオマス普及啓発展示会」を開催し、愛・地球博会場に導入された BP 製品を展示(05 年 7 月)
- ー 愛・地球博会場に導入された BP 製リターナブル食器具の再使用を市庁舎及び市関連施設食堂で開始(06 年 1 月)
- ー 農林水産省総合食料局補助事業「バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業」(JBA 受託;07~09 年度)に委員参加し、市内店舗への BP 容器導入・回収・再商品化システムの検討に参加
- ー 地元のプラスチック成形加工事業者と連携して BP 製バスケットを開発し、イベントでの活用を通じた市民への啓蒙活動を展開(08 年度~)

などを展開している。

更に岐阜市は独自のバイオマス・シンボルマーク(図1.2.5c)を定め、市民の認知度向上に努

めており、BP の普及・利活用に極めて積極的に取り組む自治体の代表的存在の一つといえる。

1.2.2.8 岡山県：岡山バイオマスプラスチック研究会運営

岡山県は、県の産業及び環境政策と連携させたバイオマスの有効利用と BP 地場産業の創出を目指して「岡山バイオマスプラスチック研究会」を発足させている(04年5月)。

岡山県は農業県であると同時に、県内には高度の BT を展開する企業が多く、(株)林原(でん粉の扱い技術)、(株)クラレ(PLA)や三菱化学(株)(バイオ・コハク酸ベースのポリエチレンサクシネートを目指す)を擁し、更にプラスチック加工関連企業も幅広く集積しており、BP の開発・利活用ポテンシャルが極めて高い事が背景にある(09年2月時点での同会会員は、企業会員46社、研究開発機関11、NPO や連合会など関係機関7で、総数64)。

2005年10月に開催された岡山国体と障害者スポーツ大会では、同研究会会員が開発した BP 製の弁当用トレー、テントの屋根や三角コーンなど5種類の製品が導入され、更に JBA と連携して BP 製リサイクル・プランターを会場などの飾り付けに使用した。弁当用トレーは、使用後に回収して県総合畜産センターで肥料化実験を行い、肥料は小学校で環境教育に活用された。また BP 製リサイクル・プランターは凡そ4千個が県下小学校の環境教材として再活用された(前述)。

地元アカデミア側との連携を軸に本研究会の活動は現時点でも継続している。

1.2.2.9 バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議：バイオマスタウン推進

BN 総合戦略推進会議(内閣府・総務省・文部科学省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省)は、地域のバイオマスの総合的かつ効率的な利活用を図るバイオマスタウン構想を全国の市町村から募集しており、最新公表(08年9月末時点)によれば157市町村が認定されている。

これら市町村の中で新潟県上越市が BP の製造と活用を目指している(図1.2.6)。上越市は2004年度に国と新潟県の支援を受けて木質系バイオマス(地元間伐材)や政府備蓄米(いわゆる古米・古々米)の可塑化と BP などとのコンパウンド製造設備及び成型加工設備を整備し、地元ベンチャーであるアグリフューチャー・じょうえつ(株)と連携して事業化に取り組んでいる。

既に学校給食用トレイや生ゴミ袋などが開発・実用化されており、新しいコンセプトの資材として注目されている。

1.2.2.10 グリーン購入ネットワーク(GPN)：バイオプラスチック研究会運営

近年、後述の様に BP を使用した電子・電気製品/部品が開発・上市され始め、更なる普及を目指すための課題・広報などを論議する場として設置された(05年12月)。

電気・電子製品/部品に使用される BP に限定し、家電企業など開発企業の BP 活用への取り組みと考え方、LCA 評価結果やリサイクル性能の比較などを行い、電気・電子製品についてのガイドラインの中に、再生材料使用に関する記述と同レベルの扱いで BP の記述を盛り込むことが構

想され、06年11月30日付で結果がコメント形式でまとめられている¹⁾。

BPの種類・製造元、再商品化や資源・環境負荷評価事例などに限られていることから、深い議論はなされなかった模様で、結論先送りの内容であった。

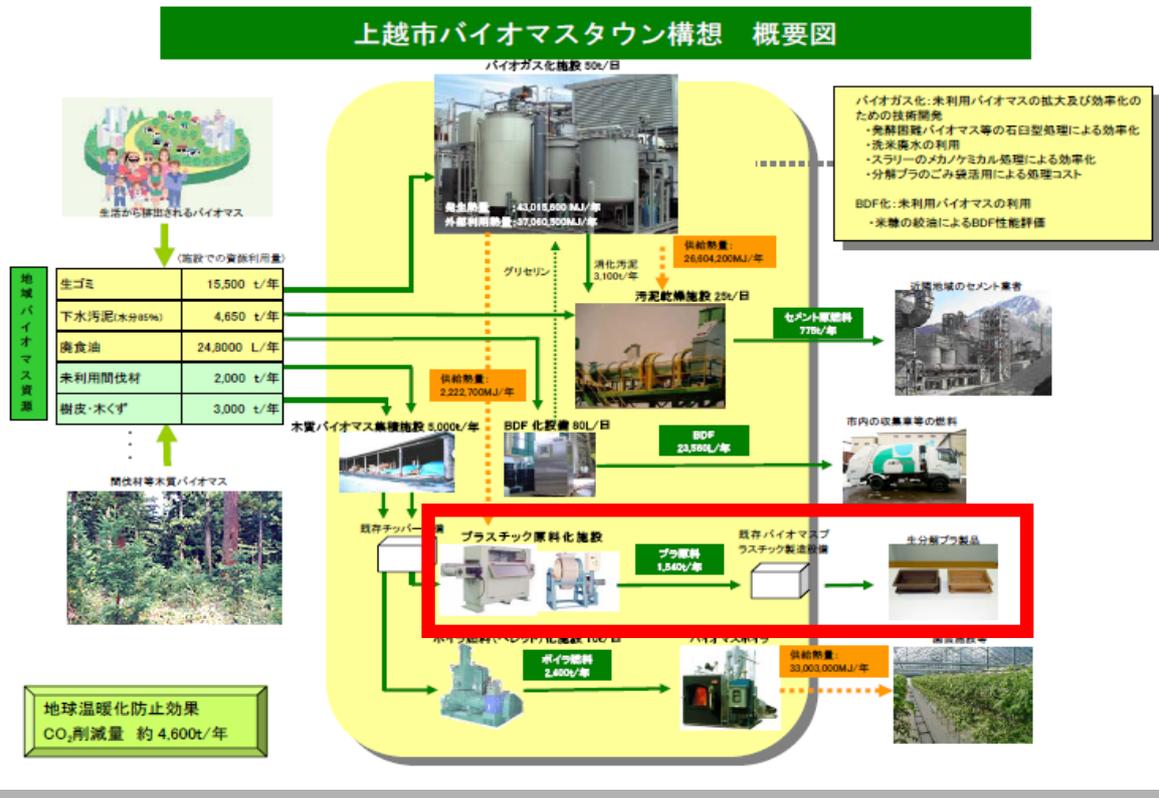


図 1.2.6 上越市のバイオマス・タウン構想図

(出所: http://www.biomass-hq.jp/biomasstown/pdf16/16_1.pdf)

1.2.2.11 2006年以降の民間事業者の取り組み

農林水産省農村振興局が推進してきた“バイオマス利活用フロンティア推進事業”(03～06年度補助事業)、次いで来年度まで継続する“広域連携等バイオマス利活用推進事業”(07～09年度補助事業)を背景に、イオン(株)及びユニー(株)がBP製食品/食材包装容器の導入に踏み切っている。また(株)モスフードサービスは独自にBP製飲料容器の導入を果たしている(何れも全国展開)。これらの中で、大手リテーラーに採択されたBP製果物容器は前述の愛・地球博Prjでイチジク包装パックとして導入されたものであり、また冷飲料容器は愛・地球博Prjのクリアカップそのものであり、愛・地球博Prjによる検証効果は極めて大きいといえる。

¹⁾ http://www.gpn.jp/press_release/report_bioplastic.pdf

この様に、環境配慮活動を経営指針の一つとしている事業者が、価格差を克服してBP製品の採用を始めたことが特記される。

1.2.2.12 石油樹脂のBP化への取り組み

(財)化学技術戦略機構が、近年製造コスト低減が著しいバイオ・エタノールの脱水反応でエチレンを合成し、ポリエチレン(PE)とする可能性調査結果概要を公表している¹⁾。バイオマス資源に恵まれない我が国固有の前提条件があるものの、十分な可能性を示しており、極めて興味深い。

一方海外ではこの種の技術は既に開発・検証が完了されて、ブラジルの大手化学企業であるBraskem社が、サトウキビからのバイオ・エタノール由来高密度PEの合成に成功している(2006年6月21日)。技術スキーム自体はよく知られたものであるが、現実に利用可能なバイオマスを工業的規模で確保し、バイオ・エタノール、更に石油由来PEの生産実績を持つ企業におけるみ実現可能な資材と言え、同社は新たなBPの牽引役となる可能性が極めて高い。

この種の“バイオ・ポリオレフィン”が実用化されれば、既存ポリオレフィンの一部が置き換わるだけでもその影響は大きく、今後の動向が注目されよう²⁾。

1) 北島昌夫, 化学工学誌(社団法人日本化学工学会発行), **70**(8),411(2006)

2) 本報告書第3章で考察。

1.3 BPの普及に向けたJBAの取り組み

JBAは公益法人の立場から、アカデミア、企業、独立行政法人、NGOやNPOなどの支援を得ながらBPの普及を目指してきた。以下に愛・地球博Prj以降の取り組みを紹介する。

1.3.1 バイオマス・プラスチックの実用化促進社会システム構築調査

JBAでは本事業を財団法人機械振興協会委託事業として受け、愛・地球博Prjの成果を活かしたBPの実用化を促進するための社会システム構築に向けた行政的/技術的課題、及び解決策を調査・提言し、普及・定着に資する事業として実施した(06年度)¹⁾。

1.3.1.1 事業の趣旨

愛・地球博会場に導入されたBP製物品(ゴミ袋・食器具など)はその実用性を十分に高い水準で実証されたが、この成果を一般社会に還元するためには実際の使用及び/又は排出・再資源化の現場で直面する障壁(例えば現行法体系の中でBP製物品の扱いが不透明⇒地方自治体では独自判断が出来ない状況や、一般プラスチックの再生化システムが整備される中で、BPといえども既存プラスチックと同等の品質と再生化が必要と指摘されていることへの対応)を解決することが前提になる。

具体的な行政的課題としては、現行の法体系の中でのBPの扱いが不透明であるために顕在化している課題であり、また具体的な技術課題としては、BP製物品の品質を既存プラスチック製物品同様のレベルに上げるための成型加工プロセス上の課題や再資源化システムの最適化課題であり、これら課題の解決策も含めて調査・提言がなされた(委員長:望月京都工芸繊維大学バイオベースマテリアルセンター特任教授(当時))。

1.3.1.2 認識課題

行政的な課題としては

- －国の基本戦略の中で開発・普及が明示されているにもかかわらず、市場形成を誘導する国の優先調達の仕組みがないこと
- －廃掃法・容り法・食り法(いずれも通称)などにおけるBPの位置づけ・取り扱い基準が定まっていないこと
- －BPに特化した再商品化システムの整備がなされていないこと

また、技術的な課題としては

- －機能の不足(特に耐久性・耐熱性)
- －成形加工性の低さ(成形加工しにくさ・成形サイクルの長さなど)

が指摘されている。

¹⁾ 財団法人機械振興協会:平成18年度バイオマス・プラスチックの実用化促進社会システム構築調査報告書(07年3月)[委託先:(財)バイオインダストリー協会]

1.3.1.3 調査結果の概要

以下に要約を示す。

(1) BP の現状と課題

先ず現状として、BP の開発と普及が望まれている時代背景の下、実用化を目指して工業的スケールで生産されている BP の種類とその主なる用途の現状を概観した。

この中で最も生産体制が先行している BP として PLA を取り上げ、その物理化学的、さらに生物化学的な特性を調査し、指向されている用途開発の現状を調査した。簡易食器具や包装資材としての展開に加えて、BP の最大特徴であるカーボン・ニュートラル性に着目した新たな用途では耐久耐熱性が要求され、この点に克服すべき技術的課題が存すると指摘した。

次いで BP の実用化を目指す国内外の社会的及び技術的な取り組み事例を俯瞰し、更には BP 関連事業者の立場から見た普及に関わる諸課題を考察した。

すなわち、技術的な課題としては、加工特性の向上及び製品物性の高度化、行政的な課題としては分別回収など行政的な課題と資源・環境負荷が低いことの実証とこれに基づいた行政側による優先調達の仕事の構築、またプラスチック廃棄物処理施設としてのコンポスト化設備など施設整備の必要性を指摘した。

(2) BP 実用化のための行政的な課題と対応策

行政的な課題をより詳細に論点整理し、優先調達の対象資材として取り上げられるための要件、及び廃棄物処理に関わる扱いを地方自治体の意向集約を含めて調査した。

実用化に向けた要件としては、先行する海外事例を参照して、行政側による“BP 優先調達”の仕事の構築が必要であり、その一環としてグリーン購入法特定調達品目登録基準の明確化と登録件数を増やすこと、また自治体が優先調達する際の“BP 補助制度”の整備を指摘した。

また現行の廃掃法(通称)及び関係法上では BP は一般のプラスチック資材と同じ扱いであり、その特質を反映した扱いが定められていないことから、BP の扱い基準の明確化が必要であることを指摘している。例えば、セロファンはそのコンセプトの上では BP の一種とも見なされるが、容器包装リサイクル法(通称)では再資源化を義務化されない特殊資材として扱われている。この事実は広く認識されていないが、BP がセロファン並みの安全性を示す資材であれば同じ扱いで良いとする自治体関係者の意見が多いことが着目される。

(3) BP の実用化のための技術的な課題と対応策

ここでは成形加工品特性の向上、及び特徴的な再資源化性発現施設の確保に焦点を当てて、課題と対応策を調査した。

成形加工品の特性向上としては新たな市場獲得の上では耐久耐熱性向上が必須であり、BP の成形加工における課題を整理し、PLA の結晶化成型法の可能性に焦点を当てた。

すなわち、従来は結晶化促進化学物質(いわゆる核材)の添加が開発検討されていたが、それに加えて金型内での結晶化完了を可能ならしめるシステムの可能性を検討した。

小規模でのモデル実験調査の結果から、温冷金型方式で実現の可能性が高いことが確認され、BPに特化された成形加工システムの体系化が必要であることを指摘している。

また一般プラスチック資材の再資源化システムの構築が進む中、耐久耐熱強化BP製品の再資源化システムの構築が必要であり、特に現時点でPLAに着目すればそのバイオ・リサイクル性の確認の必要性を指摘し、至近の開発品及び上市品のコンポスト化性を評価している。その結果、現時点での耐久耐熱強化BP製品ではコンポスト化性が担保されていることが確認されている。すなわち、3R(Reduce・Reuse・Recycle)システム化の中で、生分解性BP資材に特化したリサイクル・システムとしてのコンポスト化処理施設整備の重要性を指摘した。

また、エネルギー回収システムとしての嫌気性雰囲気下におけるバイオ・リサイクル処理、すなわちバイオ・ガス化能の評価技術の現状を調査し、BPへの適用性の可能性・課題についても調査した。その結果、現時点で開発されているバイオ・ガス化システムの枠内でもBPのバイオ・ガス化能は確認されたが、その分解速度の改善が技術課題であることを指摘した。

この様にBPの再資源化は、一般のプラスチック資材と同様にMRやCR(高炉還元やモノマー変換)に加えて、特有のバイオ・リサイクルも可能であり、施設が整備されれば選択肢が広く、地域の特質に合わせた3Rシステム化が可能であると指摘している。

1.3.1.4 まとめ

以上の調査研究に基づき、BPの実用化を目指すための社会システムを構築する上での課題と対応策(要件)を以下の様にまとめた：

・行政的な要件：

- － グリーン購入法特定調達品目など登録など、優先調達に関わる基準の明確化(制度化)
- － 優先調達に関わる補助制度の整備
- － リサイクル関連法体系の中でのBPの扱い基準の明確化(制度化)
- － 一般プラスチックとの識別表示方法の制度化

・技術的な要件：

- － 耐久性・耐熱性に特化した成形加工品特性、及び成形加工特性の向上
- － 多様なリサイクル手法のシステム化

1.3.2 バイオマス・プラスチック3Rシステム化可能性調査事業

経済産業省リサイクル推進課の3Rシステム化可能性調査事業の一つとして 06 年度に実施された調査事業である。

1.3.2.1 事業の趣旨

BPについて愛・地球博 Prj の中で万博会場を舞台とした 3R(リデュース、リユース、及び各種リサイクル技術)の検証がなされた結果、今後の普及・拡大を目指すためには実社会に於いての 3R システムの構築が必要となる。

本事業ではその先駆けとして容器法、及び食り法(いずれも通称)に関わる食材/食品産業で使用されている容器包装材を対象として、BP の特性を活かした最適な回収方法とリサイクル手法の組み合わせなど、リサイクル・システムの構築可能性を“社会実験”(実際の食材/食品販売店舗に導入し、消費者が家庭で使用後に廃 BP 製品を店舗回収し、回収状況にベストマッチするリサイクル・システムを評価する実験)を通して評価・検討し、今後 BP をどの様に利用し、またリサイクル・処分していくのかにつき、あるべき姿を提言する事業であった(委員長:木村北海道大学大学院教授)。

1.3.2.2 課題

具体的に BP 製食材/食品容器包装資材を

(小売)店舗などに導入 ⇒ 一般消費者の日常生活の場で使用 ⇒

⇒ 廃棄段階で適切に回収 ⇒ 多様なリサイクル・システムに適用

して、排出源毎・使用済製品種類毎の特性などに応じた分別・収集・運搬・3R手法などを、コスト及び資源・環境負荷の面から検討することにより、BP 製物品にとって最適なシステムを構築するための条件・課題が抽出され、これを一般化することにより BP 製物品の最適なリサイクル・システムのモデルが構築されると期待される。

1.3.2.3 要約

以下に要約を示す。

BP 容器2種(カップ及びパック)を一般店舗へ導入し、購入者からの回収を受けてその回収状況を分析した。

(1) BP 容器及び導入店舗:

BPカップを(株)モスフードサービス6店舗(名古屋市内3店舗、瀬戸市内1店舗、及び小牧市内2店舗)へ、テイクアウト冷飲料用容器として導入した(導入期間:06年11月1日-12月1日)。BPパックをトヨタ生活協同組合10店舗(豊田市内9店舗、三好町内1店舗)へ、フ

1) 経済産業省リサイクル推進課:平成18年度バイオマス・プラスチック3Rシステム化可能性調査事業3Rシステム化可能性事業報告書(07年3月)[委託先:(財)バイオインダストリー協会]

ルーツ容器として導入した(導入期間:06年12月1日-07年1月31日)。

(2) 回収状況:

BP 容器の回収率は2-3%(カップ)、及び7%(パック)程度であった(回収期間:2006年11月1日-12月10日(BPカップ)、及び2006年12月1日-2007年3月15日(BPパック))。

消費者への認知に2-3週間程のアイドル・タイムが必要であり、導入期間が短期であったことが要因と考えられた。カップの場合、テイクアウトの際、購入者に直接呼びかけると回収率が10%程度にアップした事例があり、認知度があがれば高回収率が期待されると思われた。回収容器は見かけは汚れておらず、異物混入度も5%以下であり、比較的良好的な回収であった。

次いで回収BP容器のリサイクル処理の適正を調査したところBP導入回収実験が小規模・短期間であったことを反映して、回収総重量はBPカップで1kg強、BPパックで30kg程であった。このため、各種リサイクル手法のいずれについても工業的規模の適正試験は量的に不可能であったので、専用容器として調達はしたが在庫として残った容器も含めて各リサイクル法の適正評価を調査した。

(3) サーマル・リサイクル処理/焼却処分の適性について:

BPは既存石油系樹脂と対比して燃焼熱が低いが、焼却施設における処分プロセスではプラスチックの種類による具体的な影響は顕在化していないのが現状であった。専門事業者からはBP資材に問題ないとの指摘を受けた。

(4) コンポスト化処理(“バイオ・リサイクル”処理)の適性について:

今回の実験対象としたBP容器は生分解性及びコンポスト化性を担保したポリ乳酸製であったが、消費者へ回収を呼びかけるためのキャッチコピーが非生分解性インクにより印刷されており(BPカップ)、また紙シールが非生分解性接着剤で貼り付けられており(BPパック)、コンポスト化処理の際に障壁になるかどうかを実験的に検討した。

懸念された非生分解性インクは容器重量の1%以下であり、コンポスト化処理物の中で明示的には存在しなかった。また紙シールの分解は遅く、初期のコンポスト化処理段階で残っているが、形状保持のまま回収可能であり、最終的な熟成堆肥からは除去可能であると判断している。

(5) MR処理の適性について:

購入者から返却された使用済みBP容器は、家庭で洗浄されているケースが多く、見かけは汚れていなかったが、詳細に観察すると内容物の一部が残っている場合もあり、MR用原料としては、リペレット化の前処理として洗浄乾燥工程が不可欠と判断している。

(6) CR 処理の適性について：

BP、特に PLA に対しては原料モノマー化法が研究開発されているが、まだ実験室規模の結果のみが報告されている状況にある。

次に BP 容器の導入・回収実験結果、及びリサイクル処理適性調査結果を踏まえた BP 容器の資源・環境負荷に係わる評価を行い、さらに各リサイクル処理コスト評価結果から望ましいリサイクル処理のあり方を調査した。

(7) サーマル・リサイクル処理：

サーマル・リサイクルが現実的かつ妥当な処理と考えられた。

(8) バイオ・リサイクル(コンポスト化)処理：

処理施設が整備されている地域に限り対応可能な最適処理法とされ得る。

(9) MR 処理：

成形加工現場で発生する端材を副資材として使用する場合において有効であり、消費者からの回収品を原料として使用することは疑問とされた。

(10) CR 処理：

ポテンシャルの高さが示された。

スケールアップした実績データによる再評価が必要であろうが、この方法による再生材は原理的に“新材”扱い可能であるから競争力はあると評価している。

さらにこの手法はリサイクル処理と見るよりも“BP 製造法”と見なせると指摘している。

(11) 対照品との比較(BP の意義)について：

検討された全てのリサイクル法で、BP 容器はポリスチレン容器よりも低い資源・環境負荷を示した。

(12) 最適なりサイクル法構築に向けた課題と提言：

消費者にとって“利便性の高い回収システムの構築”こそが前提であることから、BP 資材の認知度が高いとはいえない現時点では、まずその認知度をあげること、次いで BP 容器に解りやすいマークをつけ、一般プラスチック容器との識別を容易にし、同じマークで識別した専用回収箱に廃棄可能な仕組みが望ましいとした。

専用回収箱は、BP 容器を使用した食品食材販売事業者の店舗に設置し、消費者が購入した店舗に限らず利用可能として自治体が運営する廃棄物回収センターにも設置できればなお望ましく、このためには新たな廃棄物分類を設けることに事業者と自治体の理解と支援を

得ることが課題と指摘した(図 1.3.1)。

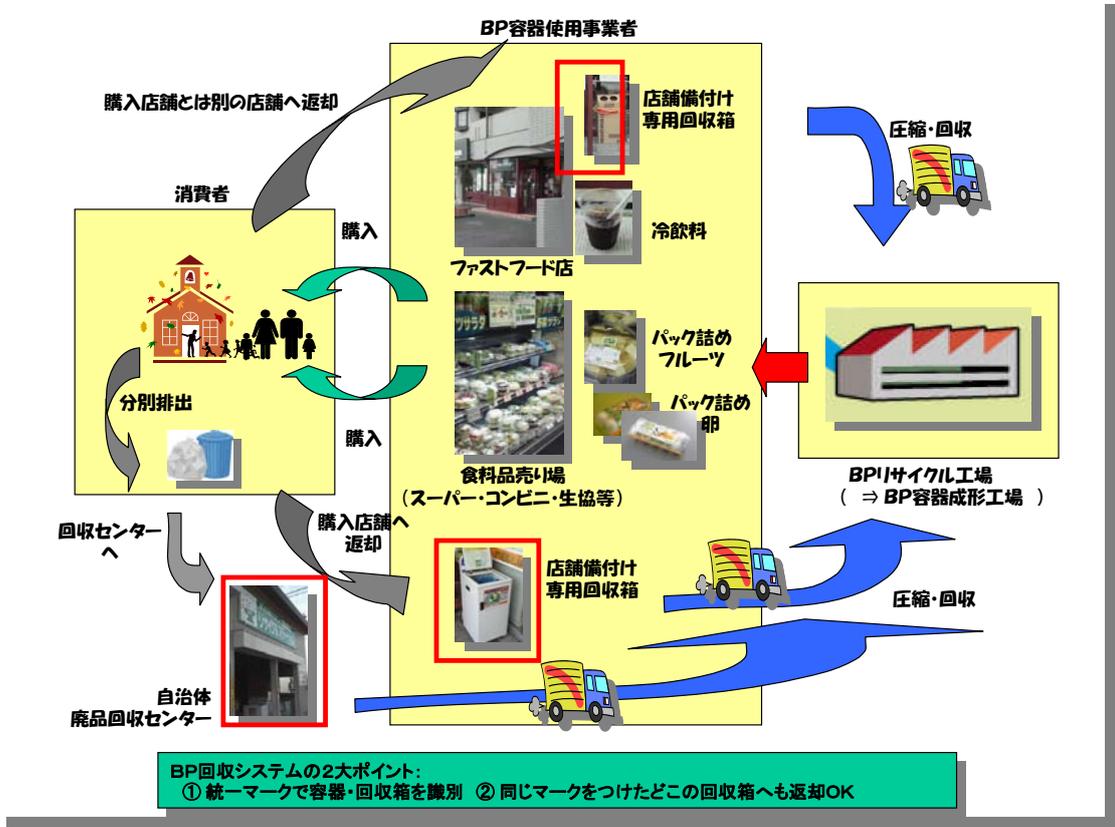


図 1.3.1 BP 容器の回収及びリサイクル・システムのありかた

(出所:経済産業省リサイクル推進課,平成18年度バイオマス・プラスチック3Rシステム化可能性調査事業報告書(07年3月),委託先:(財)バイオインダストリー協会)

1.3.3 バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業

前節の成果を受けた 07 年度から 3 ヶ年度をかける農林水産省総合食料局補助事業である。

1.3.3.1 事業の趣旨

先の ”容り法” 改訂時の指摘に沿って、市町村と連携した高度な再商品化手法やこのためのルート構築をモデル的に実施して、BP 容器の回収システムのあり方を 09 年度までに提言することを目標としている(07&08 年度の委託先:JBA)。

1.3.3.2 概要

2007 年度はその起年度として、BP 容器の選定と調達、導入及び回収店舗の設定、さらに回収容器の内容分析とその状況に応じた再商品化手法の検討(以上、”社会実験”)を推進した¹⁾(図 1.3.2)。

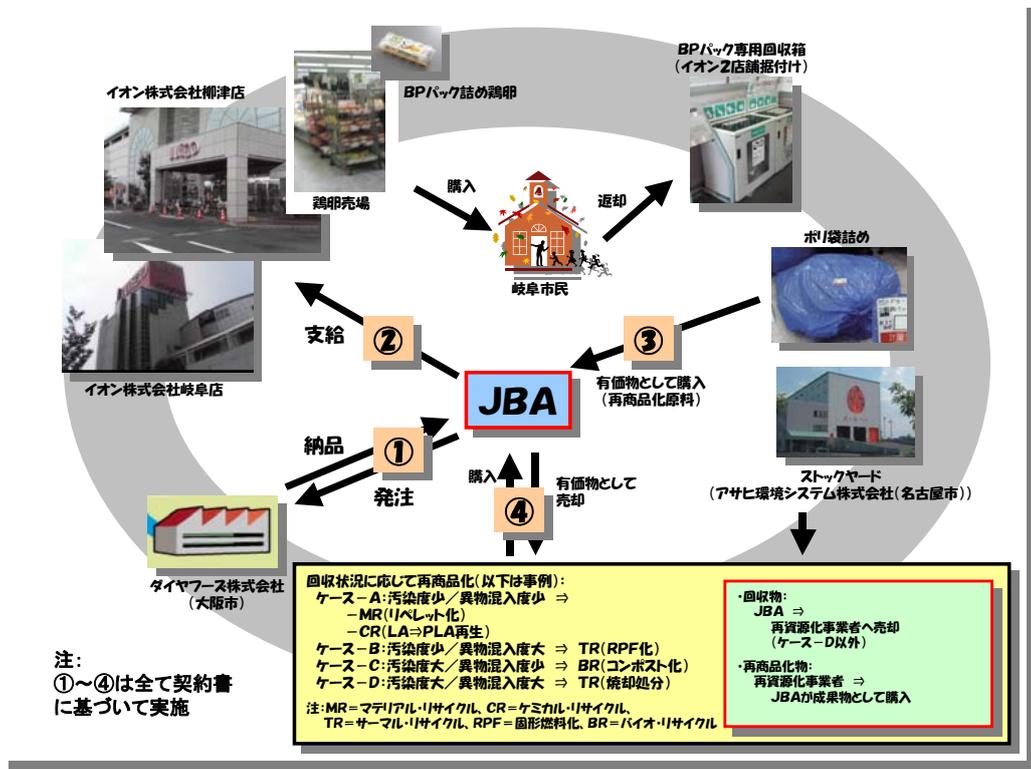


図 1.3.2 バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業:社会実験スキーム

(出所:農林水産省総合食料局,平成 19 年度バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業報告書(08 年 3 月),委託先:(財)バイオインダストリー協会)

¹⁾ 農林水産省総合食料局:平成 19 年度バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業報告書(08 年 3 月)[委託先:(財)バイオインダストリー協会]

またこれら BP 容器導入・回収・再商品化工程の資源・環境負荷及びライフ・サイクル・コスト(LCC)の評価から BP 容器の望ましい再商品化システムのあり方を検討した。この際、使用済み容器回収・再商品化に関連の深い自治体の BP 容器分別回収意向、BP 容器の使用者たる食品食材関連事業者の動向(使用実績・計画など)、さらに消費者の BP 容器に対する視線が重要であることから、アンケート調査も実施されている。

1.3.3.3 要約

(1) BP 容器の導入・回収実験:

BP 製鶏卵パックを一般店舗へ導入し、購入者からの回収状況を分析した。

(2) BP 容器の再商品化検討:

回収状況に応じた回収容器再商品手法(サーマル・リサイクル(TR)としてのRPF)、バイオ・リサイクル(BR)、マテリアル・リサイクル(MR)、及びケミカル・リサイクル(CR))を検討した。

(3) BP 容器導入・回収・再商品化工程の資源・環境負荷、及びライフ・サイクル・コスト評価:

上記を背景に各種再商品化手法の環境負荷が LCA の手法で評価し、以下の結果が得られている:

・容器の LCA 評価結果

資材の如何に関わらず、資材の“社会蓄積”効果を併せ持つ MR 及び CR 処理が環境負荷の低い再商品化システムと判断された。

・回収品の LCA 評価結果

回収容器の構成が BP:a-PET=3:7(重量比)では MR 処理の負荷が優位であり、この比率が逆転するケースでは CR 処理の負荷が MR 処理の負荷に接近することが示されている。

・ライフ・サイクル・コストの評価

原料採掘/栽培から樹脂製造・成形加工・回収・各種再商品化に至る全生涯のかかる経費を LCC の観点から調査した。LCC の観点からは、容器資材の如何に係わりなく、

(低経費:) TR(RPF) < TR(焼却) < BR < CR, MR (:高経費)

となった。

・a-PET 容器 ⇒ BP 容器への置き換えに伴う経費増負担の妥当性について:

a-PET 容器から BP 容器への移行に伴う LCC の増分はおよそ¥100-/kg となり、置き換えに伴う二酸化炭素排出量削減コストは、最も安価なケースで¥23.4-/kg-CO₂(TR(焼却))となり、二酸化炭素排出権の時価(≒¥4-/kg-CO₂)の 6 倍程度であった。

グリーン・ハウス・ガス排出量削減コストの観点からは、CR 及び MR は TR(焼却)よりも割高になった。資材の置き換え、また再商品化手法の選択は、資源・環境負荷低減実

現に際して誰が、どこまでコストを追うのか、社会システムのあり方とも関係する論点と思われた。

(4) BP の実用化・普及に向けた自治体・事業者、及び消費者の考え：

BP について自治体、事業者及び消費者がどのような見方をしているのかについてアンケート調査し、普及化に向けた課題を整理した。

(5) 考察及び最適な再商品化システム構築に向けた課題と提言：

以上を背景に BP 容器包装再商品化システムのあり方を考察している。

・鶏卵パックについて(社会実験対象容器としての妥当性)

形状が独特であり、消費者にとって身近な認知しやすいプラスチック容器であることから、導入・回収・再商品化実験資材として適当であった。

・回収率をあげるためには・異物混入度をさげるためには

回収箱設置の工夫、地道な継続的広報活動、水蒸気処理施設の簡易化、及び識別表示法の確立が指摘された。

・容り法における扱い基準論議に向けた回収率の目標値は

容り法改訂に向けた目標とする場合を想定し、ポリスチレン製発泡トレーの全国回収率がおおよそ 20%であることから、BP 鶏卵パックの当面の回収率目標を 10%程度と設定することが指摘されている。

・消費者の支援を得るためには

再商品化の結果及び二酸化炭素排出量削減効果の広報の重要性が指摘されている。

以上の論点整理結果を踏まえて、BP 容器包装の再商品化システムとは、

・技術システムとして：

鶏卵パックを対象にケミカル・リサイクル処理を第一候補とすれば、水蒸気処理を同処理の前工程と同時に分別工程(熱に弱い・加水分解に弱い BP と熱に強い・加水分解に強い石油由来プラスチックの分別)ととらえ、店舗のバックヤードで簡単に処理できるシステムであること。

・再商品化成果の広報：

BP 特有の再商品化成果物、及び資源・環境負荷評価結果の継続的な広報に取り組むこと。

・識別しやすい排出システム：

BP、あるいはバイオマス系容器であることを一目瞭然と識別表示する仕組み、及び店舗を選ばない返却システムであること(社会システム)

が要件骨子になると考えている(図 1.3.3)。



図 1.3.3 BP 容器包装のケミカル・リサイクル・システム(想定)

(出所:農林水産省総合食料局,平成 19 年度バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業報告書(08 年 3 月), 委託先:(財)バイオインダストリー協会)

1.4 海外の取り組み(概観)

1.4.1 EU(ドイツ)

わが国に先行して BdP 市場が形成された EU では澱粉基 BdP 系が圧倒的なウエイトを占めており、従来から生分解性 BP が主流であった。澱粉がバイオマスの特徴とみなされていることが背景にある。

ドイツでは BdP に対して再資源化義務料を 2012 年末迄免除する臨時措置法が制定され(05 年 5 月)、従来からの BP 由来コンポストの農地施用承認と併せてコンポスト化可能 BP の市場形成を誘導する体制を整えた。呼応するかのように同国の BdP 業界である IBAW(ベルリン市)は 2006 年 5 月にその名称を“European Bioplastics”と改称し、活動の軸足を BdP から BP へ移行させている。

1.4.2 米国¹⁾

米国は戦略の国である。

“生物化学産業”を“石油化学産業”と両立させることを 21 世紀の基本戦略としており、当初はでん粉、最近ではセルロース系をバイオマス原料とした物質生産を目指している。

この中で 2002 年よりバイオマス系製品の政府による優先調達プログラムを制定して市場形成を戦略化していることが注目される。すなわち、農業法 (Farm Security and Rural Investment Act of 2002) の改正を受けて Federal Biobased Preferred Procurement Program (FB4P) を制定し、“バイオベースド・プロダクト(Biobased Product)”の優先調達プログラムを開始し、BP などバイオマス系製品の利用促進を図っている²⁾(すなわち、米国においては自国農業の振興政策としてバイオ燃料やバイオマス由来資材の開発と普及を推進しておるのであり、環境政策としてではないことに留意しておく必要がある)。この施策に対応して民間の普及促進機関 BMA (Biobased Manufactures Association)が発足して、バイオマス系製品に付ける自己認証ロゴを作成し、認証制度を運営している。

1.4.2.3 農務省(USDA)の”Biobased Product”³⁾ 優先調達プログラム

(1) 活動の目的

需要拡大、農村の産業基盤発展、枯渇性資源からバイオマスへの代替によるエネルギー安全

1) 以下の概観の出所:財団法人機械振興協会,平成18年度バイオマス・プラスチックの実用化促進社会システム構築調査報告書(07年3月)[委託先:(財)バイオインダストリー協会]

2) 米国農務省ホームページ: <http://www.ars.usda.gov/bbcc/>

3) ”biobased product”という用語は、Farm Security and Rural Investment Act of 2002ではじめて定義され、利用される様になった。生物学的製品または再生可能な“国内”農業生産物(植物、動物、海産物、森林資源などを含む)からなる商業/産業製品とされており、広く一般的な(米国産)バイオマス系製品と解することが可能。

保障強化の3点を目的に挙げている。

(2) 優先調達プログラムの概要

FB4Pでは、バイオマス製品、もしくは製造可能な製品を含む品目(製品分類)をリストアップし、品目毎に入手可能性、市場規模、性能、環境・公衆衛生面などの観点から評価を行い、優先調達する利点が高い品目から順次、優先調達指定品目として発表している。

指定品目に該当する製品について、製造事業者は自社の製品について製品情報を政府に提供し許可を得てから登録を行うことができる。この登録情報を基に、各連邦政府機関はバイオマス系製品情報にアクセスすることで調達を行える仕組みとなっている。

(3) 品目指定の考え方

優先調達するバイオマス系製品を決定するカテゴリーは以下の通りである：

- －01:Adhesives(接着剤)
- －02:Construction Materials and Composites(建設資材、複合材)
- －03:Fibers, Paper, and Packaging(繊維, 紙, 包装)
- －04:Fuels and Fuel Additives(燃料, 燃料添加剤)
- －05:Inks(インキ)
- －06:Landscaping Materials and Composted Livestock and Crop Residue(造園材料, 家畜堆肥, 作物残渣)
- －07:Lubricants and Functional Fluids(潤滑油, 機能性流体)
- －08:Paints and Coatings(塗料, コーティング剤)
- －09:Plastics - Monomers and Polymers (プラスチックモノマー, ポリマー)
- －10:Solvents and Cleaners(溶媒, 洗浄剤)
- －11:Sorbents(吸着剤)

これらにあって BP にとっては特にカテゴリー09(プラスチック)の内容が参考になる。USDA では、他の政府機関、民間産業団体、製造事業者などと共同で、上記のカテゴリー毎に検討を行い、バイオマス系製品および製造可能な製品を含む品目リストを下記項目を考慮して公表しているが、カテゴリー09については表1.4.1に概略をまとめた。この中でBPがリスト化(品目 No.=66&116)されていることが興味深い。

A:指定候補品目のリストアップにおける優先考慮項目

- － 非バイオマス系製品とのコスト競争力
- － 産業品質基準(industry performance standard)の適合性
- － 商業市場での普及度合い

B: 指定候補品目のリストアップにおけるその他の考慮項目

- － 生産者の関心度
- － バイオマス系成品の製造企業数
- － 利用可能なバイオマス系成品の有無
- － 品目指定に伴う困難さ
- － 連邦政府の需要度合い
- － 連邦政府の調達必要性
- － バイオマスの需要度合いへの反映
- － 農村活性化への影響度合い

C: 指定候補の除外品目

- － 自動車燃料, 電力
- － 既に成熟した市場が存在する品目

表1.4.1 カテゴリー09(プラスチック)に関する品目No. 及び リスト

26	ポリマー製消費財
29	耐久性フィルム
32	耐久性発泡材料
56	生分解性発泡材料
58	機械油
64	コンポスタブル成型品
66	BP
85	成型品
116	ブレンド系BP
129	水溶性ポリマー

(4) 優先調達指定品目の決定プロセス

優先調達品目の指定に関しては、Concurrent Technologies 社による調査結果、National Institute of Science and Technology の BEES 分析(環境・経済評価; 後述)などを含むいくつかの情報源をもとに情報収集を行い、製品について十分な情報が得られた品目から指定されている。

具体的な指定プロセスは以下の通りである。

Step-1: USDA が製品データを集め、製造販売者は自主的に以下の製品情報を提供する

- － 技術的、経済的実行可能性(機能上の性能、市販されているか、など)
- － バイオマス素材を調べるためのサンプル
- － BEES 分析(環境・公衆衛生面の利点と、ライフ・サイクル・コスト評価算出情報)

Step-2: USDA が品目を説明する為のデータを提供

Step-3: USDA は品目を指定する為のルール案を発表

Step-4: ルール案に関するパブリック・コメントの実施

Step-5: USDA はパブリック・コメントを考慮し、品目指定の最終ルールを発表

Step-6: 指定された品目をウェブサイト上发表

Step-7: 製造者/販売者に向けて、指定品目についての製品情報の募集をウェブ上で実施

(注) BEES 分析 (Environmental and Economic Sustainability Analysis) について

- ・ 米国標準局 (NIST, National Institute of Standards and Technology) が構築した分析手法であり、製品中の環境パフォーマンスと経済パフォーマンスの両方を分析することで評価を行う手法
- ・ 環境パフォーマンスは、ISO 14000 で定義された国際標準かつ科学的根拠に基づいた LCA で評価する。すなわち、製品のライフサイクルの全て段階(原料生産、製造、輸送、利用、リサイクルもしくは廃棄)を評価するとともに、ヒトへの健康影響についても評価する。
- ・ また生分解性のある製品については、BEES 分析に加えて、環境中へ放出された場合の悪影響を防止するため、米国材料試験規格 (ASTM) の生分解性 (: D5846, D6139, D6006, D6400, D6868) の基準を満たすことを求めている。
- ・ 経済パフォーマンスについては、ASTM E917 で定義された LCC の手法を用いて評価する。これは、製品の購入から廃棄までのタイムフレームを含んでおり、初期投資、交換、稼働、維持・補修、廃棄の各段階のコストを評価することができる。

以上に基づき指定品目と対応する最低バイオマス含量が制定され、運用に入っているとされる(バイオマス割合を規定する理由は、製造者間のより高い含有率への競争を促進し、バイオマス系製品の需要拡大など優先調達プログラムの目標を達成するためとしている)。なお、バイオマス量については、米国のバイオマス割合の測定方法規格 (ASTM D6866) に則り、製品中のトータルカーボン重量に対するバイオベース・カーボン重量の割合を政府が測定している。

(5) 優先調達プログラムの推進方法

優先調達プログラムのガイドラインに従い、連邦機関は各自の調達プログラムを作成することになっており、各連邦機関は可能な限りバイオマス系製品の調達を行う必要がある。

(6) ラベリング・プログラム

バイオマス系製品にラベルを添付するラベリング・プログラムが計画されている。

1.4.2.4 民間側の動向: BMA (Biobased Manufactures Association) の活動状況

BMA では、バイオマス系製品に付ける自己認証ロゴを作成し、認証制度を運営している。

(1) 概要

BMA はバイオマス系製品の製造、販売、利用を促進し、また、再生可能資源について責任を持って利用開発することを目的としてバイオマス系製品の製造業者などから構成された団体とされる。機関としてのウェブサイトは見当たらないが、事務局長の学会講演会資料が公開されている¹⁾。

(2) バイオマス系製品の種類

バイオマス系製品をバイオ燃料、バイオケミカル、バイオマテリアルの 3 種類に分けて規定している(BP はバイオマテリアルの範疇に属する)。

(3) 認証ロゴの使用規定

ロゴは BMA 会員は無料で利用できる。会員でなくても、申請フォームにロゴの付加を希望する製品などを記入して BMA に提出した後、ライセンスを得ることができれば利用可能である。



図 1.4.1 BMA(米国 MS 州 St.Louis 市)の自己認証マーク
出所:

Mr. Dan Mantemach(BMA 事務局長)

POWER-GEN Renewable Energy Conference, Mar.1-3, 2004

1) 以下の2件を参考として引用する:

04 年版: <http://www.biobased.us/ppt/BMA%20Power-Gen%20Presentation.ppt> (但し現在は削除されている)

05 年版: http://biomass.ucdavis.edu/materials/forums%20and%20workshops/f2005/f2005_Kristoff.pdf

バイオマス割合の測定方法については特に規定されていない。またバイオマス割合に関する詳細な書類の提出を求めているため、ロゴの使用を希望する主体の自己申告を基に BMA のライセンス委員会が判断し許可を出すものと考えられる。

ロゴは4種類あり、“Biobased Products”に含まれるバイオマスの割合(25, 50, 75, 100%)によって使い分けられている(図 1.4.1)。

(4) 認証ロゴの普及活動

BMA は、自己認証ロゴ制度の他、BM系製品のデータベースの作成と消費者への公知、全国的な販促キャンペーンの実施オンラインニュースレターの発行などを行っている。

1.4.3 OECD における論議

枯渇性資源経済からBTに基づいた経済(バイオベース経済:”Bio-based Economy”)への移行課題が現状分析の基に論議されており、①価格、②品質、③消費社会としての受け入れ基準、及び④行政府による支援が重要との認識にある様だ¹⁾。

¹⁾ 藪崎義康氏(JBA), 私信(2005年12月8日)

1.5 利用の現状(市場の動向)¹⁾

1.5.1 市場規模

図1.5.1に国内のBP系資材の市場構成と規模を示した。

同図から解るように国内で最も産業資材として活用されているBPは酢酸セルロース(CA)と言える(EUにおいては化学修飾して機能化したセルロースを"第0世代"²⁾のBPと見なす立場をとっている模様である)。セルロース鎖の持つ水酸基間の水素結合を遮断するアセテート化によって可とう性が発現することから成形性が改善され、不燃フィルムや繊維としての展開に加えて近年は光学的機能が発見されて液晶など表示デバイス表面素子として活用されている。CAは世界規模で見ても数社による寡占生産品で、国内ではダイセル化学工業(株)が10万トン/年を大きく超えて製造している。

CAに次いで量的に存在感ある資材はバイオマス系コンパウンド(緩衝材として実用化されている澱粉ベースタイプ、その他変性/複合系;推定値1万トン/年前後)で、BPとしての着目度が一際高いPLAは財務省の貿易統計データ(樹脂原料としての輸入量)と原反など半製品の推定輸入量を加えて1万トン/年弱と思われる。現時点では帝人ネーチャー・ワークス(NW)社(米)のみが大規模生産設備(7万トン/年生産ライン2系列)を有しており、次いで浙江海正社(中国;公称5千トン/年)が続いている。ヨーロッパでは砂糖大根やサトウキビ由来のPLA生産構想が相次いで表明されているが、現実の工場建設・稼働は未定のケースが多い。

わが国では2007年1月からPLAの関税コードが決まり("3907.70-000")、財務省貿易統計で公開される様になった。これによれば2007年中の輸入量は実質米国から、すなわち帝人NW社樹脂による5,782トンで、年平均cif-価格は¥230/kgであった。2008年は6,213トンと微増に止まり、cif-価格は¥222/kgに低減している。浙江海正社製PLAも4月以降少量が輸入されている。

これらに加えて2010年前後の市場には、トウモロコシ由来1,3-プロパン・ジオール系ポリリメチレンテレフタレート(PTT:デュポン社(米))、ひまし油由来11-アミノウンデカン酸縮合物であるポリアミド-11(PA-11:アルケマ社(仏))、サトウキビ由来エタノールを原料とするバイオPEやバイオPPなど(ブラスケン社(ブラジル))が本格登場すると見られる。

米国では大豆由来ポリオール系のポリウレタン(PU)が家具や自動車などのクッション材向け低発泡銘柄として既に実用化されているが(カーギル社:"BiOH")、国内では上市展開されてはいない。またMetabolix社とADM社が連携してポリヒドロキシアルカノエート(PHA:"Mirel")の生産を2009年度から始めるとしているが、この系統の樹脂は国内では(株)カネカが手がけているものの、市場への本格投入予定は明らかにされていない。

1) 大島一史:(社)高分子学会ポリマーフロンティア21・ワークショップ(08-5)予稿集,"バイオポリマーは石油由来ポリマーを超えられるか",p.1-6(2008年1月23日,東京工業大学にて開催)

2) Bonton, I.C., "Generation ZERO", bioplastics MAGAZINE, 3(5), 28-29(2008)

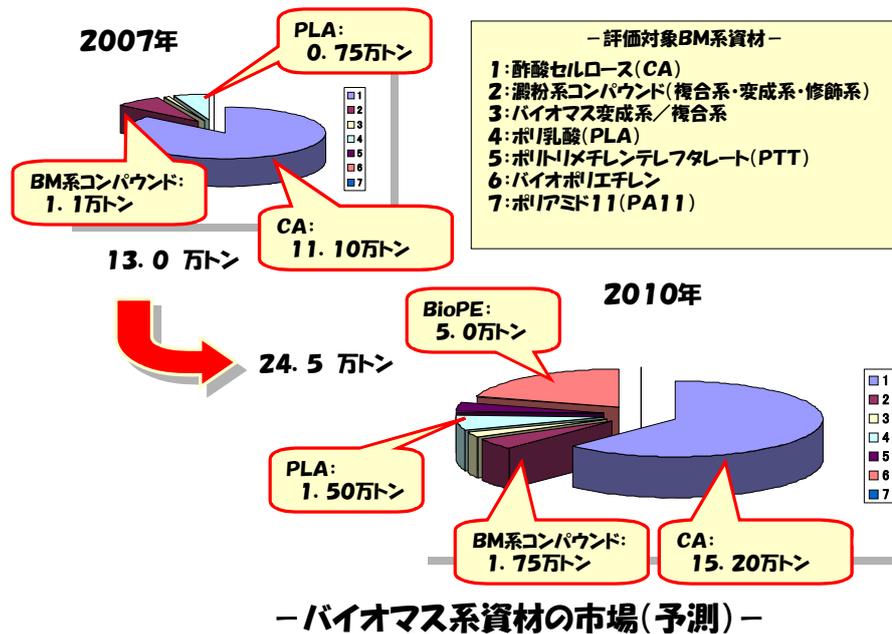


図 1.5.1 BP を含むバイオマス系資材の市場構成・規模・動向(推定)¹⁾

1.5.2 市場動向

1.5.2.1 食品食材容器包装材としての展開

ポリオレフィン等衛生協議会によるポジティブリストへの PLA の登録、更に“愛・地球博”会場での実証事業を受けて食品食材容器包装への本格的な展開が始まっている(前述)。

すなわち、2006 年から全国チェーン展開を進めている大手スーパー店舗(イオン(株)及びユニー(株)、及びファストフード店(株)モスフードサービス)で、卵・野菜・果物やコールドドリンクなどの PLA 製容器包装の使用が始まっている。2007 年 4 月からはローソン(株)やファミリーマート(株)でも PLA 製サラダ容器などの導入が始まり、これら BP 製食品食材容器包装市場は 2007 年には 1000 トン/年を超える規模へと成長したと見られる。

またこの分野では日世(株)がエースコック(株)向けに澱粉をベースにした複合系 BP を使用したカップ麺容器の開発に成功したことが着目される。2008 年 5 月頃より大手リテーラーから販売が開始され、耐熱性が要求される食品容器として BP 系資材が本格使用された最初のケースとなった。

更に遅くとも 2011 年以降には前述のバイオ・ポリオレフィン製容器包装も投入され、この分野は

¹⁾ 大島一史, プラスチック産業年鑑 "PLASTICS AGE ENCYCLOPEDIA" 進歩編 2009, p.175-182(2008 年 10 月;株式会社プラスチック・エージ)

BP の市場開拓への努力が最も速く実を結ぶと期待されている。

1.5.2.2 ポリ乳酸銘柄の多様化(産業副資材としての展開)

BP の中でも PLA は前述の食品食材容器包装への展開に加えて、

- －再生可能資源由来であることのコンセプト(三井化学㈱)
- －光沢と絹の様な感触を活かせる繊維・衣料分野への展開(カネボウ合繊㈱(当時)、及びクラレ㈱)
- －効果的な核材の発見(ADEKA㈱、日産化学工業㈱、ソニー㈱)・無機材料とのナノコンポジット化による耐熱性発現(ユニチカ㈱)・加水分解を抑制する技術(日清紡績㈱)を背景とする電子・電気機器筐体などへの展開
- －伸長粘度を発現する分子設計技術の展開を背景とした発泡分野への展開(カネボウ合繊㈱(当時))

などを背景に産業副資材としての期待が大きい。

特に PLA の耐久性・耐熱性を強化させた銘柄開発への取り組みが盛んで、耐久消耗品への展開が盛んである。AV 機器(ソニー㈱)、DVD デッキ(同)、パソコン筐体(富士通㈱、及び日本電気㈱)、携帯電話機筐体(日本電気㈱)やオフィス機器部品(富士ゼロックス㈱、及びリコー㈱)への適用が見られる(特に富士ゼロックス社の開発品は 07 年度エコプロダクツ経済産業大臣賞を獲得)。

自動車部材への展開も盛んといえる。トヨタ自動車㈱はスペアタイヤカバーとフロアマットシートを小型車に搭載している。スペアタイヤカバーでは PLA30%とケナフ繊維 70%の配合で加熱プレス加工して成形するとしている。更に最近では PLA とポリプロピレン(PP)との複合化による内装部材としての展開を公表した。これらは、我が国独自の PLA 用途展開で、高い配合技術と成形加工技術が背景にあり、今後も独自の市場を形成していくと期待されているが、コスト及び耐久性の担保が最大課題であろう(後述)。

PLA 銘柄の多様化もわが国独自の動向である。

大日本インキ化学工業㈱はポリ乳酸-ポリ(ジオール・ジカルボン酸)系ブロック・コポリマーを開発した("Plamate")。ポリ乳酸の衝撃性改質材として位置づけている。東洋紡㈱は D-乳酸含量を増やした PLA を自製して "バイロエコール" として上市した。対無機顔料との相溶性に特色があり、"BP インク" としての用途が見込まれている。

1.5.2.3 ポリブチレンサクシネートの BP 化

ポリブチレンサクシネート(PBS)は軟質系 BdP として生ゴミ回収袋やマルチフィルムなど、生分解性が直接的に活かされる用途の主材として順調な伸展を見てきたが、6 年前に三菱化学㈱が植物製資材として上市する計画を発表している(日本経済新聞紙など;03 年 3 月 13 日)。

原料モノマーの一つであるコハク酸をバイオマス由来とし、味の素㈱が澱粉⇒グルコース経由で合成する。一方の PBS 製造事業者である昭和高分子㈱は(独)地球環境産業技術研究機構

(RITE)が開発した古紙由来セルロース⇒グルコース経由で琥珀酸を合成する技術の工業化プロジェクトに参加している。

現時点ではいずれの技術の工業化も実現されていないが、三菱化学㈱は 2010 年以降の工業化を目指すとしている。

1.5.2.4 天然物系 BP の "健闘"

以上の化学合成系 BP に加えて天然物系 BP が健闘している。

トヨタ車体㈱は、ケナフ及びマオにプラスチックを結着成分とした熱プレス成形法によって一人乗り用電気自動車の外板を開発した(自動車技術展 2008)。外板の 70-80%が BP 系であるとされ、実際の上市車両への搭載が期待される。

またバイオマス変性タイプといえる“アグリウッド”(後述:第 2 章 2.2 節(2.2.3)項)がバイオマスの地産地消型ビジネスモデルとして注目され初め、存在感を増してきている模様だ。現状 1000 トン/年程の生産設備を2-3年後には 5 倍強の5-6000 トン/年への増設を発表している(08 年 6 月 4 日)。

従来から間伐材やコーヒー豆絞り滓などを変性もしくは一般プラスチックと複合化したタイプは存在していたが、最近では未利用バイオマスの利活用の観点からも見直されている。例えば、バンダイ㈱が 2007 年から上市しているミニチュア玩具用資材として活用した例は 2007 年度エコプロダクツ農林水産大臣賞を獲得している。

1.5.2.5 特殊 BP の登場

昭和高分子㈱が PBS 系エマルジョン(“ビオノーレ・エマルジョン”)、日本コーンスターチ㈱及びミヨシ油脂㈱が澱粉系エマルジョン(“ランディ”)、更に第一工業製薬㈱が PLA 系エマルジョン(“プラセマ L110”)を開発し、BdP 及び BP 基本樹脂のエマルジョン銘柄が出揃った。

無機微粒子の結着樹脂として、また紙との複合化の基材としての展開が始まっている。

1.6 バイオポリマーによる資源・環境負荷低減効果

1.6.1 役割の変化

従来、BPは環境経営を目指す事業者のシンボリックな役割を担うケースが多く、カテゴリー・トップ事業者の調達に留まる傾向が強かった。

BPの資源・環境負荷(LCA)及びライフ・サイクル・コスト(LCC)評価事例が増えるに伴い、最近大手リテーラーの中には国の資源環境政策との整合性を図る上で、単なる経営パフォーマンスではなく二酸化炭素排出量を具体的に削減する方策の一つとしてBP容器包装を導入する考えを取り入れ始めている(表1.6.1¹⁾)。明らかにBPの役割が変わる契機になる可能性が窺える。

表 1.6.1 バイオポリマーへの期待

二酸化炭素排出量削減に向けた大手リテーラーの取り組み

趣旨:

2012年度に2006年度対比で二酸化炭素排出量を30%削減

構成:

1. 店舗における取り組み: ≒ ▲ 50万トン(27%)
 - 08年度以降、エコストア(▲30%)を開発
 - 09年度以降のショッピングセンター⇒エコストア
 - 12年度までに太陽光発電施設を200店舗に導入
2. 商品での取り組み: ≒ ▲ 57万トン(31%)
 - 包装資材: バイオマスプラスチック製へ切り替え、軽量化
 - 商品流通
3. 植樹活動(国内外): ≒ ▲ 31万トン(17%)
4. 京都メカニズム・ベース排出権: ≒ ▲ 47万トン(25%)
 - 海外植林事業

185万トン-CO2

出所:イオン株式会社“温暖化防止宣言”. 080314

1.6.2 資源・環境負荷評価の事例

原料バイオマスの栽培から収穫・有効成分の抽出・モノマーへの変換と重合プロセス、次いで精製・ペレット化までの製造負荷を網羅的に総括した事例としては M.Patel 等による EU コミッションに向けた調査報告書²⁾ が好適と言える。

1) イオン(株)(現・イオンリテール(株)):2008年3月14日付け“温暖化防止宣言”

2) M.Patel 等:Techno-economic Feasibility of Large-scale Production of Bio-based Polymers in Europe, prepared for the European Commissions Institute for Prospective Technological Studies (Oct.2004), Table 4-1(p.150)

(1) BPの資源・環境負荷の概要

Patel等は第2章で概観する天然物系としての澱粉系BP(変性タイプ及び複合タイプ)、化学合成系BPとしてPLA(ポリ乳酸)、PTT(ポリトリメチレンテレフタレート)及びPU(ポリウレタン)、バイオ合成系としてPHA(ポリヒドロキシアルカノエート)タイプを評価対象資材の一部として取り上げている。

さらにこれらBPを、対照石油系資材として“仮想的なPE”(50%-LDPE/50%-HDPE)、PET及びPUを設定して、その枯渇性資源節約量とグリーンハウスガス(GHG)排出削減量を概算評価している。結果を表1.6.2に示した。

(2) 資源節約量及び環境負荷低減量の経済的効果

この資源節約量を石油節約量に換算し、更にその経済的効果を¥200/L・石油及び¥150/L・石油として評価した(表1.6.2・経済効果①及び②)。

この効果は、

- －澱粉系資材の場合：¥220～165/kg程度
- －当代PLAの場合：¥210～155/kg前後
- －PTTの場合：¥50～40/kg
- －PUの場合：¥95～70/kg(硬質)、¥175～130/kg(軟質)

であった。

- －PHBの場合：¥70～55/kg(グルコース由来)、¥110～85/kg(大豆由来)

であったり、植物体内蓄積法の場合にはむしろエネルギーを対照資材よりも多量に必要としているためより多い経費を要する結果となった。

環境負荷低減効果については、二酸化炭素排出権取引相場程度(≒¥4/kg-GHG)の場合、及び2007年に日本の全産業が二酸化炭素排出削減に投資した経費平均値程度(¥14万円/t-CO₂)²⁾の10%(≒¥14/kg-GHG)の場合を想定して経済効果を見た(表1.6.2・経済効果③及び④)。

この効果を③(④)のケースで評価すると、

- －澱粉系資材の場合：¥12～15/kg(43～52/kg)程度
- －当代PLAの場合：¥18/kg(¥63/kg)前後
- －PTTの場合：¥4/kg(¥13/kg)

1) Patel等の調査書のタイトルになっている“大規模生産”の定義は既存樹脂の凡そ30%を置き換える量として捉えられており、ここで評価した経済効果が現状で直ちにBPの価格に反映されるという意味ではない。

2) 日本経済新聞紙、2007年12月1日付記事

- －PUの場合 : ¥4/kg(¥13/kg;硬質)、¥6/kg(¥22/kg;軟質)
- －PHBの場合 : ¥9/kg(¥32/kg;グルコース由来)、¥10/kg(¥35/kg;大豆由来)

であった。

つまり、既存樹脂からの置き換えによってこれだけのカーボン・オフセットによる "メリット" が生まれることになる。一方、樹脂の市場価格、成形加工費(BP は一般に成形加工性が低く、加工経費は割高傾向にある)、及び再商品化、更に最終処分に至るまでの全生涯にかかる経費、即ちLCCを評価すると、当代PLAの場合、対照資材との差はおおよそ¥100/kg程度割高であった¹⁾。すなわちカーボン・オフセット効果としておおよそ¥18/kg(¥63/kg)程度の経済的なメリットが生まれるが、実際に要するコスト負担はその5.6(1.6)倍ほど "重い" ことになり、"コスト・オフセット" にはなっていない。

1.6.3 高機能化バイオポリマーの事例

JBAでは1.3節(1.3.1)項で紹介した調査事業の指針に沿ったBPの高機能化に係わるフィージビリティスタディを実施し、耐久性と耐熱性を改善する原理的な手法を検討した²⁾。その具体事例については第2章2.7節で引用するが、ここでは高機能化したBPと対照資材としたABS(アクリルニトリル・ブタジエン・スチレン・タポリマー)及びPC(ポリカーボネート)をGHG排出量の視点で比較する。

結果を表1.6.3に示した。

BPとしてはPLAを取り上げ、3種の高機能化手法を開発した。

すなわち耐久性改善系(タイプ-A)では、高分子鎖末端及びエステル基起因酸基を封止する機能を持つカルボジイミドを添加して加水分解性を抑制した。耐久耐熱性改善系(結晶化促進タイプ:タイプ-B)はカルボジイミドと結晶化促進剤(すなわち核剤)としてフェニルスルホン酸亜鉛を添加し、更に急速加熱(110°C前後)/急速冷却(100°C以下)可能な金型による射出成形加工法を開発して実現した。また耐久耐熱性改善系(高密度架橋化タイプ:タイプ-C)は、架橋点発生促進剤としてトリアリル・イソシアヌレート(架橋点間分子量がPLA鎖持続長数個に相当する様に添加し、電子線照射によって高密度架橋を実現させた。

表1.6.3には最終処分に至る経路として焼却(エネルギー回収)、コンポスト化(タイプ-Cを除く)、及びマテリアル・リサイクル(MR;使用済み品の汚染度が高いケースと低いケース)を考慮している(MR品の最終処分はエネルギー回収方式焼却)。同時に各資材に対して全生涯の工程に係わるコストを見積もり、LCCとして記載している。

-
- 1) 農林水産省総合食料局:「バイオマスプラスチック容器包装再商品化システム検討事業」報告書(平成20年3月)[補助先:(財)バイオインダストリー協会]
 - 2) 財団法人機械システム振興協会:「バイオマス・プラスチックの普及を実現する技術システムの開発に関するフィージビリティスタディ」報告書(平成20年3月)[委託先:(財)バイオインダストリー協会]

表 1.6.2 バイオポリマーと石油由来ポリマー：資材製造までの枯渇性資源由来エネルギー使用量と GHG 排出量の比較 (*a)

資源・環境負荷	枯渇性資源由来エネルギー使用量, MJ/kg						GHG排出量, kg-GHG/kg					備考
	エネルギー使用量	対象資材	節約量	換算石油量 L/kg	経済効果, ¥/kg		GHG排出量	対象資材	削減量	経済効果, ¥/kg		
					ケース:1	ケース:2				ケース:1	ケース:2	
バイオマス由来プラスチック												
1. 天然物系												
熱可塑性デンプン系樹脂	25	A	51	1.10	219	165	1.1	A	3.7	14.8	51.8	変性タイプ: 石油樹脂含まず
85%同上+15%PVA	25	A	51	1.10	219	165	1.7	A	3.1	12.4	43.4	PVA: ポリビニルアルコール
2. 化学合成系												
PLA(NW社: デビュー品)	54	A	22	0.47	95	71	4	A	0.8	3.2	11.2	PLA: ポリ乳酸
PLA(NW社: 2006年出荷以降)	27.2	A	48.8	1.05	210	157	0.27	A	4.5	18.1	63.4	"
PTT	65	B	12	0.26	52	39	4.6	B	0.9	3.6	12.6	PTT: ポリトリメチレンテレフタレート(バイオ1,3-PD)
PU(硬質タイプ)	77.8	C	21.7	0.47	93	70	5.0	C	0.9	3.6	12.6	PU: ポリウレタン
PU(軟質タイプ)	62.9	D	40.1	0.86	173	129	4.4	D	1.6	6.4	22.4	"
3. バイオ合成系												
PHA(植物体内蓄積法)	81	A	-5	-0.11	-22	-16	no data	A	no data			PHA: ポリヒドロキシアルカノエート
PHB系(グルコース由来)	59.2	A	16.8	0.36	72	54	2.5	A	2.3	9.2	32.2	PHB: ポリヒドロキシブチレート
PHB(大豆由来)	50.2	A	25.8	0.55	111	83	2.3	A	2.5	10	35	"
対象石油由来プラスチック												
A: 50%LLDPE+50%HDPE	76						4.8					LLDPE: 低密度ポリエチレン HDPE: 高密度ポリエチレン
B: PET	77						5.5					PET: ポリエチレンテレフタレート
C: 石油由来PU(硬質)	99.5						5.9					
D: 石油由来PU(硬質)	103						6.0					

(*a) M.Patel et al, Techno-economic Feasibility of Large-scale Production of Bio-based Polymers in Europe, prepared for the European Commissions Institute for Prospective Technological Studies (Oct.2004), Table 4-1(p.150) を編纂; 但しPLA(NW社: 2006年出荷以降)については報告者が追記; 表中の太字斜体数字は報告者が下記脚注(*b~)の基で試算

注: エネルギー使用量の中にはバイオマス由来フィードストック相当分(固定化分)は含まず、GHG排出量は完全酸化処理した場合で、更にこの中にはバイオマス固定化分は含まずに評価している。

(*b) 換算係数: 1MJ = 0.0239 kg-石油 = 0.0215 L-石油

(*c) 経済効果換算係数①: 1L-石油 = ¥ 200

(*d) 経済効果換算係数②: 1L-石油 = ¥ 150

(*e) 経済効果換算係数③: 1 kg-GHG = ¥ 4 (= 現行二酸化炭素排出権取引額)

(*e) 経済効果換算係数④: 1 kg-GHG = ¥ 14 (= 2007年に日本の全産業が二酸化炭素排出量削減に投資した平均額の10%)

表 1.6.3 高機能化バイオポリマーの LCA:ABS 或いは PC からの置き換えに伴う GHG 排出量削減コスト

銘柄 配合 & 評価項目	標準PLA	耐久性改善配合系	耐久耐熱性改善配合系 (結晶化促進タイプ)	耐久耐熱性改善配合系 (高密度架橋化タイプ)	ABS	PC	備 考
1. 配合	—	PLA/添加剤=95/5 (添加剤:カルボシイミド)	PLA/添加剤A/添加剤B=96/2/2 (添加剤A:カルボシイミド) (添加剤B:フェニルホスホン酸亜鉛)	PLA/添加剤=80/20 (添加剤A:トリアルル・イソシアレート) (架橋化:電子線照射)			
2. 再商品化(単位:kg-GHG/kg-資材)							
—焼却処分	4.2	4.4	4.6	5.4	9.8	14.6	ごみ発電による熱回収 資化50%
—コンポスト化処理	3.5	3.7	3.9				
—MR(ケースA:最終処分=焼却)				4.5	8.5	12	汚染度大;30%使用
—MR(ケースB:最終処分=焼却)				4.3	6.5	8.0	汚染度小;70%使用
3. ABS⇒耐久耐熱性改善配合系(結晶化促進タイプ)							
			(焼却処分)				
▲kg-GHG/kg-資材			5.2	¥14/kg-CO2 の 220%			
△¥-LCC/kg-資材			160				
¥/kg-GHG			31				
4. PC⇒耐久耐熱性改善配合系(高密度架橋化タイプ)							
			(MR(ケースB))				
▲kg-GHG/kg-資材				3.7	¥14/kg-CO2 の 365%		
△¥-LCC/kg-資材				190			
¥/kg-GHG				51			
5. ライフ・サイクル・コスト評価(見積もり)							
LCC,¥/kg-資材	640/690	790/840	890/940	1175/1225	730/780	985/1035	
average			915	1,200	755	1,010	

出所:財団法人機械システム振興協会事業報告書(システム開発19-F-9)「バイオマス・プラスチックの普及を実現する技術システムの開発に関するフィージビリティスタ
(平成20年3月:委託先=財団法人バイオインダストリー協会)

注:¥14-/kg-CO2は、日本の全産業が投資した二酸化炭素排出量削減平均コスト(¥14万円/t-CO2 ← 日本経済新聞紙071201)の10%値

(1) BPの高機能化と環境負荷

標準BP(PLA)と高機能化BP(タイプ-A,B,C)を比較すると、何れのケースにおいてもGHGは増大している。単純な焼却処分の場合は以下の通りとなる:

標準銘柄⇒タイプ-A(耐久性改善系) :0.2 kg-GHG ↑ /kg-資材

標準銘柄⇒タイプ-B(耐久耐熱性改善系(結晶化促進タイプ)) :0.4 kg-GHG ↑ /kg-資材

標準銘柄⇒タイプ-C(耐久耐熱性改善系(高密度架橋化タイプ)) :1.2 kg-GHG ↑ /kg-資材

すなわちBPの高機能化は同時に環境負荷の増大をもたらすことから、対照資材との比較において環境負荷が低くない限り、BPの高機能化は認知を受け難いと思われた。

(2) 高機能化 BP と対照資材との環境負荷比較

タイプ-BはABS並みの耐久性・耐熱性を発現すると期待されていることから、ABSとの比較を行った。単純焼却の場合のGHG及びLCCの推移は以下の通りとなった:

ABS⇒タイプ-B: $9.8 - 4.6 = 5.2 \text{ kg-GHG} \downarrow / \text{kg-資材}$

$755 - 915 = \text{¥} - 160 / \text{kg-資材}$

すなわちGHG排出量は削減できるが、同時にコスト上昇を招いており、そのGHG削減コストは

$5.2 / 160 = \text{¥} 31 / \text{kg-GHG} \downarrow$

であった。このコストは削減経済効果(⇔前項の $\text{¥} 14 / \text{kg-GHG}$)のおよそ2倍強と評価される。

タイプ-CはPC並みの耐久性・耐熱性を発現すると期待されていることから、PCとの比較を行った。これら高機能化資材の場合、MR原料としてリサイクルされる機会が多いと考え、汚染度が低いケースのMRの場合のGHG及びLCCの推移を評価すると以下の通りとなった:

PC ⇒ タイプ-C : $8.0 - 4.3 = 3.7 \text{ kg-GHG} \downarrow / \text{kg-資材}$

$1,010 - 1,200 = \text{¥} - 190 / \text{kg-資材}$

すなわちこのケースであってもGHG排出量は削減できるが、同時にコスト上昇を招いており、そのGHG削減コストは

$3.7 / 190 = \text{¥} 51 / \text{kg-GHG} \downarrow$

で、このコストは削減経済効果(⇔前項の $\text{¥} 14 / \text{kg-GHG}$)のおよそ3倍強と評価される。

ここでも "コスト・オフセット" には至っていないが、今後長期的には総枠は増大に限度が有りながら需要急増に伴う二酸化炭素排出権取引額の "高騰" が想定され、一方BPについては普及に伴う価格低下と成形加工性を含む品質設計が進むことによるLCCの低減が期待され得るので、 $\text{¥} 15 / \text{kg-GHG}$ 程度を実現することが、コスト面から見たBP普及に向けた現実的な目標になると思われる。

2. バイオポリマー:種類・製造方法・特性・技術的シーズ・自動車部材への利用状況及びその可能性

本章ではバイオポリマー(BP)をバイオマス自体をポリマーとする"天然物系ポリマー"と、バイオマス由来モノマーを化学的手法によって重合するタイプ("化学合成系")、及び人為的な環境下のバイオプロセスによって重合するタイプ("バイオ合成系")に分類して概観する。

2.1 概観

工業的に重要なBPを表2.1.1にまとめて概観した¹⁾。

食材・食添・化粧品原材料として使用される資材が多いが、成形資材として実用上の観点から見た場合、天然物系としてはセルロースやでん粉、及びその化学的修飾による誘導体(アセチル化セルロース(CA)やエステル化でん粉など)、化学合成系タイプとしてはポリ乳酸(PLA)、ポリグリコール酸(PGA)、ポリリメチレンテレフタレート(PTT)やポリブチレンサクシネート(PBS)、バイオ合成系ではポリヒドロキシアリカノエート(PHA)に代表される微生物産生系脂肪族ポリエステルとポリアミノ酸²⁾の一種であるポリ- γ -グルタミン酸(P- γ -GA)が代表となろう。

留意すべきは化学合成系タイプの"新参組み"で、サトウキビ由来バイオ・エタノールの脱水で得られるエチレン(バイオエチレン)から誘導される石油系ポリマー群が代表例である(第1章1.2節(1.2.2)項)。海外では既にポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)やポリ塩化ビニル(PVC)などの開発が済み、一部は生産プラント建設が伝えられている。

1) アクリロニトリルの水和反応で得られるアクリルアミドをモノマーとするポリマーは、凝集剤・土壌改良材・紙力増強剤・接着剤・塗料樹脂として工業的に重要である。従来アクリロニトリルの水和法には硫酸法(:硫酸への直接注入)や接触法(:水との直接接触;触媒:ラネー銅)があったが、近年は微生物を利用した酵素法が工業的にも採用されている。したがってポリアクリルアミドもBTが駆使されて製造されたポリマーであるが、アクリロニトリルが主にSohio法(原料:プロピレン、アンモニア、空気)などで製造され、バイオマス由来ではないことから敢えてここでは取り上げていない。本書でのBPはバイオマス自体をポリマーとするか、あるいはバイオマス由来モノマーから重合されるポリマーとしている。また天然繊維系統のポリマーは加えていない。

2) アミノ酸は酸性を示すカルボキシル基(-COOH)とアルカリ性を示すアミノ基(-NH₂)があり、カルボキシル基とアミノ基が脱水して形成するペプチド結合を有するが、蛋白質は遺伝子情報に従って特定アミノ酸が特定順序にペプチド結合したポリマーである。

化学合成や発酵法でもポリペプチド合成は可能であるが、蛋白質の様なアミノ酸の結合順序を制御は見られず、ポリアミノ酸(:アミノ酸ポリマー)と呼ばれる。表2.1.1で例示されているポリ- γ -グルタミン酸とポリリジンはアミノ酸であるグルタミン酸とリジンが微生物体内で形成されるポリマー、すなわちポリアミノ酸である。

表2.1.1 工業用資材としてのバイオポリマー概観^(*a)

ポ リ マ ー	BTとの関わり			生分解性	備 考
	モノマー資源	モノマー合成	重合		
1. 天然物系ポリマー^(*b) ・多糖類系 ・セルロース及びその化学修飾系 ・澱粉およびその化学修飾系 ・キトサン ・蛋白質系 ・フィブロイン ・アルギン酸 ・グルテン ・コラーゲン ・ゼラチン ・グリシニン ・天然ゴム	モノマー資源:水, CO ₂ , NH ₃ , 尿素 モノマー合成: バイオ合成 重合: バイオ合成 注-1: ここで言うバイオ合成は動植物体の生命活動そのもの("in vivo"合成) 注-2: セルロース及び澱粉の化学修飾は化学プロセス			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	修飾系: アセチル化セルロース(アセチル化度<2.4程度迄はセルラーゼによる分解を受ける)。用途: 繊維等 修飾系: エステル化澱粉。用途: フィルム キチン(海老・蟹・昆虫の殻)の脱アセチル化(50%以上)体。水溶性。用途: 水処理・食添・化粧品原料・生分解性シート 絹糸 藻(昆布・若布・ひじき)の細胞壁構成資材。水溶性。用途: 食材(合成イクラ)・食添・繊維の糊剤・カプセル化剤 小麦蛋白。用途: 食材・飼料(焼き麩)。ポリオールを可塑剤として射出成形・発泡成形可能 脊椎動物の皮・骨・腱。用途: 食添・化粧品原料・縫合糸・人工皮膚・カットガット コラーゲンの部分加水分解物。可逆的なゾルゲル転移。用途: 可食性シート 大豆蛋白。用途: 可食性シート ゴムの木分泌物。主体: ポリイソブレン。光分解性もある。用途: 多岐
2. 化学合成系ポリマー^(*c) ・ポリ乳酸 ・ポリグルコール酸 ・ポリトリメチレンテレフタレート ・ポリブチレンサクシネート ^(*d) ・ポリアミド11 ・ポリオレフィン(ポリエチレンなど) ・ポリエチレンテレフタレート ・ポリ塩化ビニル ・ポリウレタン	モノマー資源: バイオマス モノマー合成: バイオ合成 重合: 化学合成 注: ここで言うバイオ合成は、微生物・酵素の持つ機能およびその発現を極大化させるBTを駆使した合成を指す。将来は "in vitro" 合成の可能性も。			○ ○ × ○ × × × × ×	モノマー:(澱粉, セルロース ⇒ グルコース ⇒)乳酸。用途: 硬質系BPとして多岐 最も単純な脂肪族ポリエステル。モノマー:(砂糖キビ等植物性バイオマス ⇒)グリコール酸。用途: 縫合糸・ガスバリア包装 モノマー:(澱粉, セルロース ⇒ グルコース ⇒ グリセリン ⇒)1,3-プロパンジオール。用途: 繊維 モノマー:(澱粉, セルロース ⇒ グルコース ⇒)コハク酸。用途: 軟質系BdPとして多岐 モノマー:(ひまし油 ⇒)11-アミノウンデカン酸。用途: 軟質系。耐薬品性高く、自動車燃料用チューブ等多岐 モノマー:(サトウキビ由来エタノール⇒)エチレンなど。用途: 石油由来ポリオレフィン用途と同一 モノマー:(バイオマス由来)エチレングリコール。用途: 石油由来ポリエチレンテレフタレート用途と同一 モノマー:(バイオマス由来)塩化ビニル。用途: 石油由来ポリ塩化ビニル用途と同一 モノマー:(大豆由来)ポリオール。用途: 石油由来ポリウレタン用途と同一(現時点では低発泡銘柄による家具・自動車向けクッション材)
3. バイオ合成系ポリマー^(*e) ① 微生物脂肪族ポリエステル ・ポリヒドロキシブチレート ・ポリ(HB/HV) ^(*f) ・ポリ(HB/HX) ^(*g) ② 微生物多糖類 ・バクテリアセルロース ・カードラン ・ブルラン ③ 微生物ポリアミノ酸 ・ポリ-g-グルタミン酸 ・ポリリジン	モノマー資源: バイオマス モノマー合成: バイオ合成 重合: バイオ合成 注: ここで言うバイオ合成は、微生物・酵素の持つ機能およびその発現を極大化させるBTを駆使した合成を指す。将来は合成機能部分をコピーした合成遺伝子を大腸菌や植物体内に移植するバイオプロセスの実現も考えられる。			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	ポリヒドロキシアルカノエート系 微生物: 原核性(水素細菌・枯草菌・シュドモナス等)。炭素源: グルコース・アルコール・有機酸等 同上 同上と思われる(*h) リグニンやヘミセルロースを含まない純粋なセルロース。合成菌: 酢酸菌。炭素源: グルコース等。用途: 食材・スピーカーコーン紙 合成菌: 土壌分離菌(Alcaligenes Faecalis)。炭素源: グルコース・マルトース・しょ糖等。用途: 食添 合成菌: ブルラン菌(黒酵母)。炭素源: 水飴・しょ糖等。用途: 食添(食物繊維)・化粧品原料等 納豆の粘着物質。合成菌: グルタミン酸合成菌(納豆菌)。炭素源: グルコース。窒素源: 尿素。用途: 吸水性樹脂 合成菌: 抗生物質産生放線菌。炭素源: グルコース。窒素源: 硫酸。用途: 飼料の栄養強化

(*a) 大島一史: 石油学会誌(ペトロテック), "バイオ技術を基盤としたポリマー製造技術・総論", 26(8), 610-615(2003)掲載表を改編

(*b) バイオマス(生物資源)の由来によって2つに分類可能:

- ・植物性バイオマス系ポリマー: セルロース系, 澱粉系, グルテン, グリシニン, 天然ゴム
- ・動物性バイオマス系ポリマー: キトサン, フィブロイン, アルギン酸, コラーゲン, ゼラチン等

(*c) バイオマス原料から酵素合成したモノマーを化学工学的プロセスで重合するタイプ

(*d) 現時点では石油化学由来モノマーを化学合成したタイプ。近い将来にバイオマス由来モノマーから化学合成される見込み(本文参照)

(*e) バイオマス原料から酵素合成したモノマーを、微生物体内で酵素重合するタイプ

(*f) ポリ(ヒドロキシブチレート/ヒドロキシバレート)

(*g) ポリ(ヒドロキシブチレート/ヒドロキシヘキサノエート)

(*h) P&G社及び鐘ヶ淵化学工業株式会社(現・株式会社カネカ)の開発による。

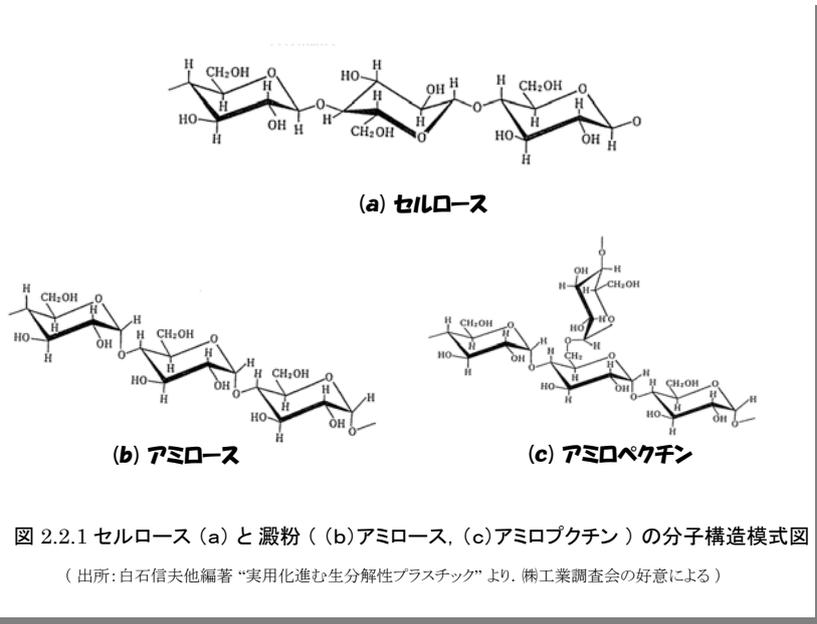
2.2 天然物系ポリマー

いわばバイオマスをポリマー骨格とするタイプで、セルロース及びでん粉に代表される多糖類系が最も重要な資材と言える。これらを可塑化した系は植物性プラスチックとする位置づけも可能である。今日的な BT の対象としてはむしろバイオマス・モノマーの原材料としての関心が強い(後述)。

2.2.1 セルロース及びセルロース誘導体^{1, 2)}

セルロースは植物の細胞壁を構成する天然繊維として地球上で最も大量に生産される植物性ポリマーである(1千億トン/年オーダーのバイオマス、そのうち 10%程がセルロース類として生産される)。通常はリグニン及びヘミセルロースなどの多糖類と共存してリグノセルロースと呼ばれる。工業的にはパルプ(含量:40%前後)や綿(:木綿は最も純粋なセルロース)から採取するが、最近繊維含量が 60%以上と多いケナフ靱皮がトヨタ自動車(株)によってスペアタイヤ・カバー用部材に適用されたことから注目され、さらに矢野らによるナノサイズのセルロース繊維はマトリックス資材強化材としての期待が強い³⁾。

セルロースは図 2.2.1(a)に示す様にグルコースが β 結合で連結したポリマーで、鎖間にはグルコースの持つ水酸基間水素結合が働き、凝集力の大きい結晶を形成し易い。加熱してもガラス転移点や融点を示さず、320℃以上で熱分解し、炭化する。



1) 白石伸夫・谷吉樹・工藤謙一編著:”実用化進む生分解性プラスチック”, 第4及び5章(工業調査会)

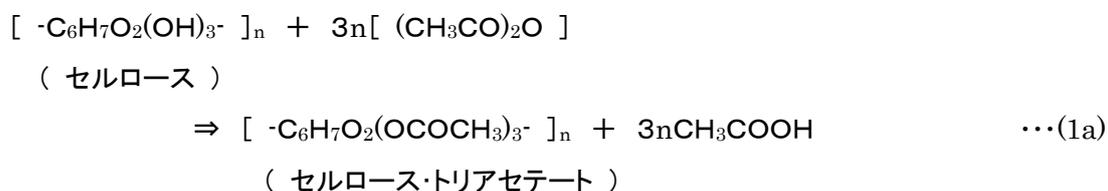
2) 生分解性プラスチック研究会編:”生分解性プラスチックハンドブック”, 第Ⅱ編第1-4章(エヌ・ティー・エス社)

3) 矢野浩之ら:”特集・未来を拓くバイオナノファイバー”, 月刊機能材料誌, 2009年3月号(㈱シーエムシー出版)

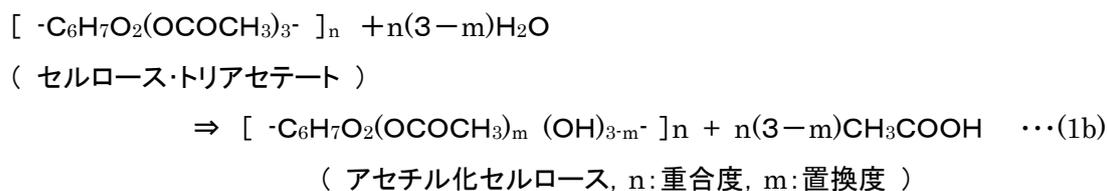
可塑性を持たず、流動性を示さない性質は木材として利用する範囲では問題とはならないが、工業用資材としての幅広い展開のためには加工特性の改善が望ましい。グルコースの3種の水酸基を化学的に修飾(：エステル化、エーテル化、あるいはカーボネート化など)して水素結合を遮断すると分子鎖の可動性が増大し、可塑性が生まれる。これらにあつてはエステル化体(セルロース・エステル)、特に酢酸セルロース(CA)が工業的には重要である。

CAの製造法はセルロースの酢酸及び無水酢酸を用いた酢化工程(触媒：硫酸)によるセルロース・トリアセテート(TAC)合成(1a)と、エステル基の加水分解で用途に合った酢化度のCAとする工程(1b)からなる：

－ 3-酢化工程：



－ エステル部加水分解工程：



m=2(セルロース・ジ・アセテート)は包装用途(：フィルム・シート)、射出成形用途(：自動車ハンドルやサングラス枠など)及び繊維(タバコフィルター用など)や塗料、m=3、すなわちTACは不燃性写真用フィルム用途があり、国内ではダイセル化学工業(株)が製造販売している(凡そ10万トン/年；90%が繊維用途)。

mが2.5程度迄の酢化度ではセルラーゼ(：セルロース分解酵素)による生分解性が大きく、半硬質タイプの生分解性プラスチック(BdP)として使用されている(発泡シート・施設園芸用品など射出成型品・食器具類)。最近はこれら用途に替わって分子篩資材や液晶表示素子の表面被膜資材(富士フィルム(株)としての用途拡大が著しく、国内市場規模は10万トン/年を大きく超えたとされる。

海外ではこの種のセルロース系ポリマーは“第0世代”のBPと認識されている(前述)。

2.2.2 でん粉及びでん誘導体¹⁾

でん粉は穀物(小麦・米・トウモロコシなど)や芋類(ジャガイモ・サツマイモ・タピオカなど)などの植物性バイオマスに含まれるグルコース・ポリマーであり、セルロースと良く似たアミロース型(α -結合体の直鎖状ポリマー;分子量数10万:図2.2.1(b))とアミロペクチン型(分岐ポリマー;分量数億:図2.2.1(c))。これらは自然界では混在し、その混在比はバイオマスの種類に依存する(例えばトウモロコシ中ではアミロース/アミロペクチン \approx 25/75%)。でん粉の食材用途は総収穫量の数%に過ぎず、市場規模を越えた余剰分は工業用途(飼料・油・糖原料など)に利用されている。最も工業用原材料として適しているのは集中的な栽培・収穫が可能な資源穀物としてのトウモロコシでん粉である(全世界規模で4-5億トン強/年)。

単純な応用製品としては、水或いはグリセリンを加えて糊状化させ、発泡成形したバラ緩衝材や低発泡カップ/トレイ用途が実用化されている。これだけでは耐水性・耐油性に乏しいために各種のBdP、例えばポリビニルアルコール(PVA)、ポリカプロラクトン(PCL)やPBSなどの脂肪族ポリエステル、またCAなどとブレンドしたタイプが開発されており、Novamont社(イタリア)が"MATER-Bi"として上市している(わが国では日本食品化工(株)が"プラコーン"として上市していたが、現時点では事業が凍結されている)。主な用途としては緩衝材(PVAとのブレンド)、生ゴミ回収袋(PCLやPBSとのブレンド:軟質化)、マルチフィルム(生分解性脂肪族ポリエステルとのブレンド:軟質化)、及び食器具類(CA($m<2.5$)とのブレンド:硬質化)が挙げられる。これらブレンド化でん粉系の最大の特徴は生分解速度が極めて早いことで、数日の間に生ゴミと共にコンポスト化装置の中で一次分解を受ける。

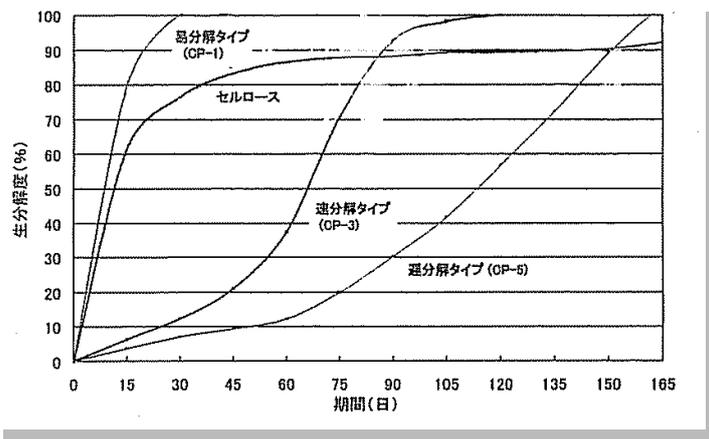


図 2.2.2 でん粉の生分解速度 - エステル化による制御

(出所: 日本コーンスターチ(株)コーンポール・カタログ(許可を得て掲載))

¹⁾ 白石伸夫・谷吉樹・工藤謙一編著:”実用化進む生分解性プラスチック”、第4及び5章(工業調査会)

(1b)で示したセルロースの場合と同じ様に、グルコースの3種の水酸基をエステル化、エーテル化、あるいはカーボネート化した可塑化でん粉は耐水性・耐油性に加えて耐熱性も改善される(但しセルロースと対比すると置換度は0.1程度が限界とされる)。このタイプの化学修飾系は日本コーンスターチ(株)が“コーンボール”として上市し、国内ではマルチフィルムとして展開されていたが、現在は一部銘柄を除いて生産が凍結されている。

注目すべきはこのエステル化度合いによって生分解速度を制御することが可能な点である(図2.2.2)。

2.2.3 バイオマス変性系、及びバイオマス複合系

最近、間伐材由来木質チップや古々米を可塑化して樹脂と複合化したタイプが登場した。

アグリフューチャー・じょうえつ(株)(上越市)が開発した“アグリウッド”は、これら変性したバイオマスが50%を超えるコンパウンドであり、天然物系資材として着目される。既に木質系BP(樹脂はPP)やPLAは配膳トレイなど、古々米系BPは規格袋(樹脂はPE)として、またコンテナ・ボックス(PP)として実用化されている(図2.2.3)。

瀬戸製土(株)はバイオマス複合系資材“アイコン”を開発した。

すなわち、BPとホタテ貝殻粉末及び粘土から構成される複合コンパウンドで、バイオマス系資材(BP及びホタテ貝殻粉末)の占める割合は3/4以上とされる。BPがエステル化でん粉の系ではリターナブル食器(麺用大型丼や鉢など)が愛・地球博会場へ導入され、その実用性が検証されている。最近では愛知県産業技術研究所と連携して、BPとしてPLAを使用して更に耐熱性を高めた資材を開発している¹⁾。



図 2.2.3 バイオマス変性系資材(アグリフューチャー・じょうえつ(株)開発)

(同社許可を得て撮影:051116)

1) 北川陵太郎:"ポリ乳酸/ホタテ貝殻/カオリンからなるバイオマス成形体の開発", 愛産研ニュース, No.68, 3(2007)

2.3 化学合成系ポリマー

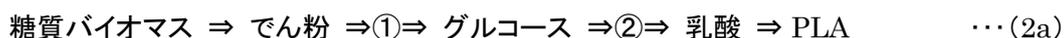
PLA、ポリグルコース酸(PGA)、ポリトリメチレンテレフタレート(PTT)、及びポリブチレンサクシネート(PBS)が工業用資材として重要である。

2.3.1 ポリ乳酸

PLA($[-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COO}-]_n$)は植物性バイオマス、すなわちトウモロコシ・砂糖大根・砂糖黍など再生可能な植物や古米から抽出したでん粉から合成される乳酸(2a)を原料とした脂肪族ポリエステルとして注目されている。

我が国では工業用バイオマスに恵まれないこともあって、国の研究開発事業として家庭生ゴミからの乳酸発酵法による乳酸(2b)を原料とする循環システムや、また茎などの農業収穫残・間伐材などの廃バイオマスから抽出するセルロースを糖化し、乳酸とするバイオ法(2c)が検討された経緯がある。

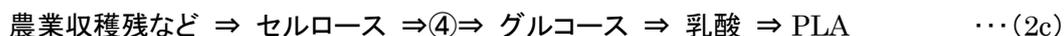
— 帝人・NatureWorks 社法:



— 北九州産業学術推進機構 & 国立環境研究所法:



— 機能性木質新素材技術研究組合法:



実用化されている(2a)におけるでん粉からグルコースへの変換①は酸加水分解法、又はグルコアミラーゼ(でん粉分解酵素)による分解法があるが、最近では収率及び品質上の優位性から酵素分解法が採用されている。グルコースから乳酸への変換②は乳酸発酵による。グルコース及び乳酸菌濃度・温度・pH が反応律速因子で、ここでは高純度 L-乳酸を得ることがポイントとされる。

(2b)の③では生ゴミを構成する糖質からの乳酸発酵による。また(2c)におけるセルロースからグルコースへの変換④は酸加水分解法(塩酸、硫酸、リン酸など)とセルラーゼ分解法が検討されている(機能性木質新素材技術研究組合)。

以上の様にPLAはモノマーとしての乳酸を合成する過程でBTが適用され、この意味で“バイオ・モノマー”系といえる。

次に乳酸の縮重合法について概観しておく。

分子量の低いPLAは乳酸そのものの自己縮重合反応により式(3a)の様に反応中に生成する水を系外に除去して得られる。しかし現実にはこの方法では実用性のある高分子量物は得られ

間の生分解度を示す(参考:図 2.3.1)。

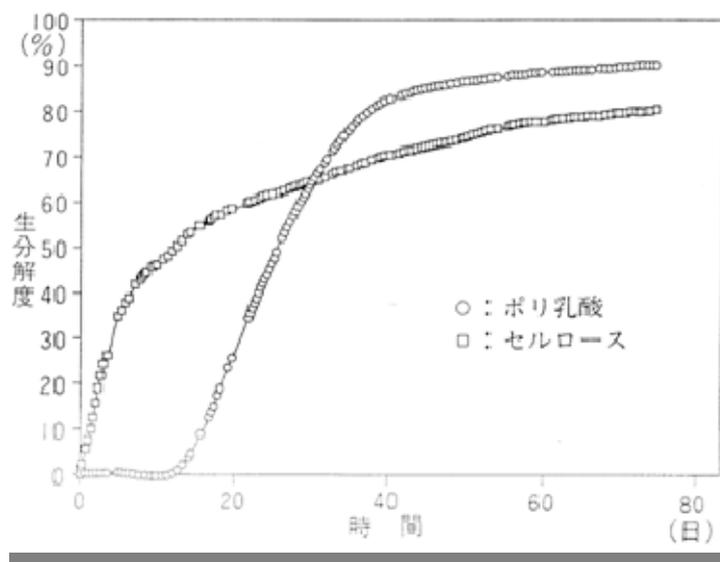


図 2.3.1 ポリ乳酸の完熟堆肥中での生分解挙動

(JIS K 6953-2000 (ISO K14853-1999) に準拠(58C))

(出所:小原仁美, Health Digest, 14(1),1(1999);許可を得て掲載)

PLA のガラス転移点及び結晶融点はそれぞれ約 60℃、及び 170～180℃ で、熱的にはポリスチレン類似であり、室温ではガラス状態にある硬質系である。硬質性を活かして文具(ファイル・筆記具・定規など)や生活雑貨(化粧品ケース・ラップフィルムカッター・包装類)などへ展開されている。

加水分解性を抑制し、無機物とのマイクロなコンポジット化を実現したタイプでは、BP に共通して不足している耐久性と耐熱性が大きく向上し、電子・電気機器筐体への適用が始まり、また電子レンジ対応可能な食品容器も開発され、更に自動車内装材としての適用化が検討されている。しかしながら、耐熱性や衝撃性などの物性改良は配合設計、結晶核形成促進剤(核剤)添加や金型設計などにより実用水準に達するが、コスト上昇ももたらすこと、また製品寿命 10 年超を要求される自動車部材としての恒久的耐久性確保が困難であることなどから、当初期待された程の展開は実現されていない。

現在実用化されている BP の中で唯一透明性であることが大きな特徴であり、窓付き封筒の窓材として実用化されている(約 150～200 トン/年程の需要と思われる)。また PLA 繊維は絹のような光沢性と感触を示し、乳幼児向け肌着やアパレル向け衣料として独自の用途展開が試みられている。

2.3.2 ポリグルコール酸

PGA([-CH₂COO-]_n)は、乳酸をグリコール酸に置き換えれば(3a)～(3c)がそのまま成立するポリマーである:



脂肪族ポリエステルとして最も単純なモノマー構造を持つBPであり、そのガラス転移点及び結晶融点はそれぞれ36℃、及び230～240℃である。

実用化は早く、既に1970年代に米国で生分解性を活かした抜糸不要の手術用縫合糸として実用化されている。最近はその高いガスバリア性から生分解性ラップフィルムや機密性が要求されるボトル用途への期待が高く、わが国では呉羽化学工業(株)がパイロット・プラントを立ち上げている(02年8月)。

2.3.3 ポリトリメチレンテレフタレート

PTTはテレフタル酸と1,3-プロパンジオール(:1,3-PD)との縮重合反応で合成される:

— Shell Chemicals & デュポン法:



強度・耐熱性で優れたポリエチレンテレフタレート(PET:アルコールはエチレングリコール)、染色性・伸縮性に特徴を持つポリブチレンテレフタレート(PBT:アルコールはブタンジオール)に次ぐ第3の夢の繊維とされ、ポリエステルとナイロンの特徴を合わせ持ち、柔軟性・染色性・対塩素耐久性で特性を示す。Shell Chemicals社が商標“CORTERRA”として米国で2万トン/年、メキシコで11.55万トン/年の製造プラントを、デュポン社が商標“SORONA”として5万トン/年の製造プラントを稼働させているとされる。国内繊維メーカーでは、旭化成(株)がShell Chemicals社と、東レ(株)がデュポン社と提携し、数千トン/年規模の紡糸設備を構えている。

デュポン社が原料の一つである1,3-PDのバイオ法を開発していることから注目を集めた。

1,3-PDの合成法として以下の3法が開発されている:

— Shell Chemicals 法:



— Degussa Huls 法:



ー デュポン社バイオ法:

でん粉 ⇒①⇒ グルコース ⇒⑦⇒ グリセリン ⇒⑧⇒ 1,3-PD …(6c)

⑤は EO をヒドロ・フォルミル化して3-ヒドロキシ・ピロピオン・アルデヒドとし、次いで水添する方法であり、⑥はアクロレインの水和反応である。デュポン社は現時点では本法を採用しているが、将来経済性が確保できた時点(10年を想定)でバイオ法(6c)へ切り替えるとしている。

同社は、①について現行法よりも更に効率的な Diversa 社の開発した組換え遺伝子を使う酵素分解法を採用し(07年7月12日)、更に⑦と⑧については Genencor 社と提携してグルコースから直接的に 1,3-PD への変換を目標とした組換え遺伝子法を検討していた(01年3月12日)。既に Tate&Lyle 社と連携して米国内に生産工場を建設し、トウモロコシ由来 1,3-PD を 2006 年より生産開始し、2009 年ころから中国内のデュポン社工場で本格的なバイオ PTT 生産に入ると伝えられている。一般的には(6c)にあるグリセリンを脂肪油などを由来とする方法もあり得る。また⑧については欧米では複数のプロジェクトが提案されていたが、進展についての詳細な発表はない。

自動車部材としての展開も始まっている。すなわち三菱自動車(株)は PTT を使ったフロアマットを開発した("自動車技術展:人とするまのテクノロジー展 2008", パシフィコ横浜, 2008 年 5 月 21~23 日)。フロアマット表面のパイル部に PTT を使用し、かかとが載るヒールパッドの部分は従来と同じポリアミドを、基材の部分は再生ポリエチレンテレフタレートを使う。フロアマットへの BP の適用はトヨタ自動車(株)の PLA につぐ事例となった。

2.3.4 ポリブチレンサクシネート

ここで紹介する PBS は触媒によって高分子量化を計った BdP として 1991 年に登場したタイプである。

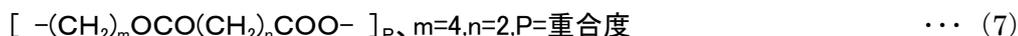
1980 年代迄は一般に脂肪族ポリエステルは通常の縮重合法では分子量が精々 5×10^3 止まりで、生分解性があってもポリマーとしての用途は顧みられなかった。

分子量が増えるにつれて末端のグリコール基の濃度が下がり、芳香族ポリエステルの場合と違って逆反応、すなわち加水分解反応も起きて分子量の低下を招くことが原因であった。昭和電工(株)及び昭和高分子(株)は触媒などを使用して可及的に分子量を上げると共に、更にジイソシアネートの様な結合剤で分子を繋ぎ、分子量を数万から数十万に上げる検討を加えた。

PBS の融点を PE 並の $90 \sim 120^\circ\text{C}$ 程度と設計し、更に食品添加剤など安全性が高いとされている化合物を原料として選ぶとすれば、ジオールとジカルボン酸の組み合わせは限定され、ジカルボン酸としてはコハク酸、テレフタル酸、イソフタル酸、アジピン酸、セバシン酸などが、またジオールとしてはエチレングリコール、プロピレングリコール、ブタンジオール、ヘキサジオール、ノナンジオール、ジプロピレングリコールなどが考えられ、一般にはコハク酸又はアジピン酸と 1,4-ブタンジオール(1,4-BD)からの縮合反応で製造される。

一昭和電工/昭和高分子法:

コハク酸 + 1,4-BD ⇒



この系は昭和高分子(株)から“ビオノーレ”として上市されている。

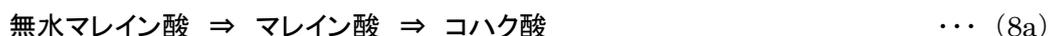
ISO 14851 (JIS K6953) による評価では3ヶ月以内で60%以上分解し、(7)にアジペートをモノマーとしてランダムに導入した変性タイプ(PBSA)はPBSよりも生分解性が3~5倍加速される。

ガラス転移点はPBSで-32°C、PBSAで-45°Cと低く、分子鎖の可とう性を反映している。熱変形温度及び結晶融点はPE並であり、軟質系BdPとしてコンポストバッグ(生ゴミ回収袋)やマルチフィルム、更に包装資材や土嚢など土木資材としての展開に実績を持っている。

PEの銘柄が多数あることに対応するかの様に(7)の変性タイプも多い。カーボネート変性(三菱ガス化学(株);但し現時点では事業凍結)の他に、40mol.%以下のテレフタレート基をランダムに導入したタイプでは生分解性が維持されフィルム物性も向上することが見出されており、この系統についてはBASF社、デュポン社、Eastman Chemicals社、及びIre Chemicals社が開発している(現時点では、E社はNovamont社へ事業譲渡、I社は実質事業凍結の模様)。また(7)においてメチレン連鎖を短縮させて分子鎖としての“可とう性”を低めたタイプを(株)日本触媒が独自に開発している(ポリエチレンサクシネート;現時点では事業は凍結されている)。

更にジオールとして前出の1,3-PDを用いたタイプは海外で盛んに研究されたが、上市には至っていない。

コハク酸は一般には



として合成されるが、バイオマスを原料とした方法としては

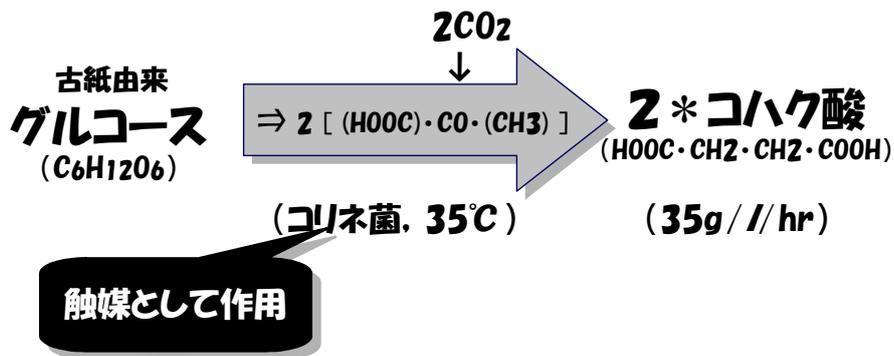


のルートがあり、三菱化学(株)と味の素(株)は2003年3月以降この方法によるコハク酸を原料としたPBS系樹脂を植物系脂肪族ポリエステルとして小規模の上市している。

また(独)地球環境産業技術研究機構(RITE)は古紙から抽出したセルロースを出発物質としたコハク酸合成法:



を開発した。バイオ法⑩の特徴は二酸化炭素の固定化(図 2.3.2)と組換え遺伝子を導入したコリネ菌を流通反応系における触媒として使用することにある。2003 年度より昭和高分子㈱と2007 年迄に工業技術として仕上げることを目標とする共同開発を始め、成功したと伝えられている。



特徴:

1. 原材料:古紙(:セルロース), $\text{CO}_2 \Rightarrow$ LCA上極めてグリーンなプロセス
2. 連続触媒反応 \Rightarrow 経済性あるバイオプロセス

図 2.3.2 地球環境産業技術研究機構が開発したバイオ琥珀酸合成法

(出所:湯川英明, グリーンプラジャーナル誌, 2(2),12(2002))

2.3.5 ポリオール

カーギル社(米)が低発泡ポリウレタン(PU)原料として大豆由来タイプを“BiOH”として2005年より生産しており(於・ブラジル)、北米を中心に自動車や家具などクッション用途向けの展開がなされている。

2008年11月からは米国内に建設した新工場の稼働が始まったとされ、市場への定着化が窺われるが、我が国への導入実態は不明である。

2.3.6 ナイロン-11

アルケマ社(仏)がひまし油由来タイプを“Rilsan”として生産している。

耐薬品性に優れ、柔軟性燃料パイプなどの用途に展開されている。BP の中ではエンジニアリング・プラスチック的な位置づけになるう。

2.3.7 バイオ・ポリオレフィン

最もホットな話題を占めている資材である。

前述してあるが、2006年8月に(財)化学技術戦略推進機構は、原油高騰とバイオ・エタノール合成コストの低減を背景に、バイオ・エタノールの脱水反応からエチレン("バイオ・エチレン")を合成してPEとする製造ルートの可能性を指摘した。これに基づいた経済産業省のプロジェクトが5ヵ年度の計画で2008年度から始まっている。同省と農林水産省が共同で進めている"バイオ燃料技術革新協議会"第2回資料に詳しい。

海外ではブラジルの大手化学企業であるBraskem社が、サトウキビからのバイオ・エタノール由来高密度PEの合成に成功している(06年6月21日)。これを追うようにダウケミカル社もブラジルでクリスタルセブ社(バイオ・エタノール製造)と合弁で同様のバイオPEを製造し、2011年に35万トン/年のプラントを稼働させると発表している(07年7月24日)¹⁾。

Braskem社のバイオマス由来PEは“グリーン・ポリエチレン”として既にパイロット・プラントによる試作品を協同開発者である豊田通商株式会社(名古屋市)が国内に導入しており、先に北海道庁主導で開催された洞爺湖サミット記念環境総合展'08(6月19-21日:於・札幌ドーム)において道庁展示ブースで展示・配布された。また(財)バイオインダストリー協会(JBA)が日経BP社と協同で開催したバイオジャパン'08(10月15-17日:於・パシフィコ横浜)では両社共同の展示ブースでグリーン・ポリエチレン及びグリーン・ポリプロピレンの製品展示されていた。既に2年先の市場開拓が精力的にすすめられており、2010ないしは2011年の国内導入数量は5万トン程度と見込まれている模様である。

ブラジルではバイオ・エチレンを塩化ビニルに変換後重合してPVCとする企業化構想も伝えられている(Solvay社(ベルギー):10年までに36万トン/年構想;07年12月14日)。

またポリエチレンテレフタレート(PET)メーカーではバイオマス由来のエチレン・グリコールを用いたPETも検討されている様だ(“バイオ・ポリエステル”)。

この様に、石油系汎用5大樹脂(PE、PP、PVC、PS及びPET)は全てがBP化され得る可能性を秘めている(PSですら、バイオ・エチレンからのエチルベンゼンをスチレン原料とすれば、バイオマス由来度は低いもののBP化される)。

1) 最新の情報ではこの計画は延期された模様である(08年2月)。

2.4 バイオ合成系ポリマー

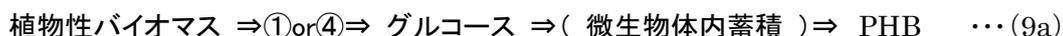
パスツール研究所は 1925 年には微生物体内に巨大な分子量物がエネルギー源として貯蔵され、それが脂肪族ポリエステルであることを理解していたとされる。Staudinger が高分子の概念を提案したのが 1926 年、Mark や Meyer らがセルロースの分子構造をX線回折法で実証したのが 1928 年であったから、高分子化学発生時よりバイオ合成系ポリマーが重要な役割を担っていたともいえる。

バイオ合成系ポリマーの範疇に入るタイプは多数あるが、本節では工業的に有用なポリヒドロキシブチレート(PHB)で代表される PHA、及び P- γ -GA を紹介する。

2.4.1 ポリヒドロキシブチレート

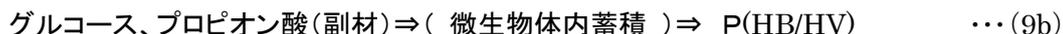
ICI 社(英)は工業資材としての開発を始め(1975 年)、1990 年前後には Wella 社(独)がシャンプーボトル資材として使用している。“BioPol” (“BIO-POLymer”)として開発されたタイプは、グルコースを炭素源とし、微生物(水素細菌:*ralstonia eutropha*)が体内で形成する PHB であった。

—ICI 法:



高結晶体であり、硬いが脆く、また成形加工性が低いため炭素源にプロピオン酸を共存させたポリ(ヒドロキシブチレート/ヒドロキシバレレート)コポリマー(P(HB/HV))が開発された:

—ICI 法:



この事業権は Zeneca 社(英)に(1990 年)、次いで Monsanto 社(米)に(1993 年)譲渡されたが、生産性に由来する高コスト性から本ことを凍結し(1999 年)、現在では Metabolix 社(米)が引き継いでいる。同社は技術を発展させて遺伝子組換え技術を適用した菜種など植物体内蓄積法の開発を進めていたが、穀物メジャーADM社(米)と連携し、“Mirel”として2009年からの生産開始を目指していると伝えられている。

一方土肥らは水素細菌種の PHB 合成遺伝子をクローニングして大腸菌内に組込むことによって極めて高い蓄積効率及び超高分子量 PHB の合成に成功した。延伸性に富むフィルム成形も可能とされるが、まだ工業化には至っていない。

これら合成遺伝子技術の展開とは別に(9a)またはその変形を工業的に実現しているケースが 2 例ある。ブラジルではサトウキビ由来の糖を炭素源とした微生物体内蓄積法による PHB を製

造しており、欧米への供給元になっている(PHB インダストリー社:同社工場は、サトウキビの糖由来エタノール製造が主体で、絞りカス、すなわちバガスの燃焼により熱源を確保するバイオリファイナリーを形成している¹⁾)。国内では三菱ガス化学(株)が天然ガス由来メタノールを炭素種とした“ビオグリーン”を開発し、単独若しくは主材としての展開よりも、PCLやPBSとのブレンドにより軟質系 BdP に嫌気性生分解性と硬質性を付与させるアロイ設計向け副材として用途開発していた(現時点で事業凍結)。

－ PHB インダストリー法:

サトウキビ ⇒ グルコース ⇒ (微生物体内蓄積) ⇒ PHB …(9c)

－ 三菱ガス化学法:

天然ガス由来メタノール ⇒ (MeOH 資化菌体内蓄積) ⇒ PHB …(9d)

P&G 社は PHB とは異なるタイプの PHA を開発した(“Nodax”)。

50mol%以上の 3-ヒドロキシブチレート(3HB)と 2mol%以上の中鎖(C6～30 程度迄) 3-ヒドロキシアルカノエート、特にヒドロキシヘキサノエート(3HX)とのランダムコポリマーとされる(P(HB/HX))。Nodax は低結晶性・軟質系ポリマーであり、好気性並びに嫌気性雰囲気下での生分解速度が大きく、水田・河川湖水などの水面下や浄化槽内での生分解が保証されるため、衛生用品などの使用後の下水道廃棄(⇒汚泥処理)を可能としている。(株)カネカ提携した企業化を目指していたが、最近(株)カネカは国の実証事業として 1000トン/年規模のプラントを建設し市場展開に備える構えを見せている。

－ P&G 社 & カネカ法:

植物性バイオマス ⇒①or④⇒ グルコース、ヘキサノールなど(副材)
⇒(微生物体内蓄積) ⇒ P(HB/HX) …(9e)

2.4.2 ポリ-γ-グルタミン酸

α-アミノ酸の一種であるグルタミン酸が γ-結合したポリマー(重合度 $>5 \times 10^3$)である。納豆菌が生産するタイプでは D-型グルタミン酸が 80%以上も含まれ、自然界の蛋白質が L-型アミノ酸の α-結合したポリマーであることに対して特徴的である。

1) 近い将来の事業停止が伝えられている。

一 九州大学法:

植物性バイオマス ⇒① or④⇒ グルコース(炭素源)⇒⑩⇒ グルタミン酸 ⇒
⇒(“納豆菌”発酵)⇒ P-γ-GA …(10)

⑩ではグルコースの他に窒素源として尿素が加えられる。また培地にモノマー物質であるグルタミン酸を加えると収率が著しく増大するとの報告もある。さらに九州大学では水溶性・曳糸性・生分解性に加えて、放射線で微架橋させる(工業的にはエポキシ架橋させる)と網目構造が形成されて吸水性が発現(:自重の 5000 倍の吸水能)することを見出し、緑化資材や衛生用品としての展開を目指している(03年3月25日)。最近は事業化に向けて海外ベンチャーと連携した施策を展開している。

2.5 バイオポリマー と 生分解性プラスチック

一般に自然界に存在する微生物によってバイオマス形成に関わり、最終的に水と二酸化炭素などに(好気性雰囲気下)、あるいはメタンと二酸化炭素などに(嫌気性雰囲気下)分解される性質を“生分解性”と呼ぶ。

生分解性を試験する方法は国際標準化機構で 10 件が合意を得て成立しており、JIS 化対応も進んでいる。日本バイオプラスチック協会(JBPS)は、これら標準試験法で一定基準の生分解性を示すプラスチックを“グリーンプラ”とする識別表示制度を運営しているが、これに適合した資材を表 2.5.1 に示した。

表 2.5.1 ではこの分野の慣例に従って分類しているが、

”微生物産生系” BdP ⇔

本稿:微生物体内で蓄積されるタイプ、すなわち“バイオ合成系”

”化学合成系” BdP ⇔

本稿:汎用プラスチックと同じ様な重合プロセスによって合成されるタイプ、
したがってバイオマス由来モノマーの化学合成系など

”天然物系” BdP ⇔

本稿:天然物を主材とする、若しくは天然物の化学的修飾系タイプ

に該当している。BdP の中には本稿で言う BP に属する系統も数多くある。

実用展開が先行している BdP としては、バイオマスモノマーの化学合成系である PLA と近未来にそうなる PBS 系、及び天然物系、すなわちバイオマスポリマーともいえるでん粉基タイプであり、これら 3 種で BdP 市場(2007 年度で 3 万トン弱¹⁾)を三分している模様だ。

用途分類では、バラ緩衝材で代表される梱包資材 35%、マルチフィルムやポット、土嚢などの農林水産土木資材 30%、生ゴミ回収袋を含む包装資材 10%、その他(文具・生活雑貨・産業副資材など)25%程度と推定されている(但しここでは“慣例”によりタバコフィルターに使われる CA は生分解性ではあるが、上記統計には組み込まれてはいない)。

1) 神波節夫:プラスチック誌, **60**(1), 120(2009)

表2.5.1 国内で実用展開されている生分解性プラスチック^{*a}

分類	高分子名称	商品名	製造企業	規模 ^(*b) , t/y	特質 ^(*f)
天然物系	エステル化澱粉 ^(*)	コーンポールCP	日本コーンスターチ	パイロットプラント	H~S
	酢酸セルロース ^(*)	セルグリーンCA-BNE	ダイセル化学工業	100,000 ^(*e)	H
	キトサン/セルロース/澱粉 ^(*)	ドロソCC	アイセロ化学	パイロットプラント	H
	澱粉/化学合成系グリーンプラ ^(*)	Mater-Bi ブラコーン	Novamont(国内:ケミテック) 日本食品化工	20,000(+1.5万) パイロットプラント	H~S
微生物産生系	ポリ-3-ヒドロキシ酪酸 ^(*)	バイオグリーン	三菱ガス化学	10(⇒1,000)	H
	ポリ(3-ヒドロキシ酪酸/3-ヒドロキシヘキサノ酸) ^(*)	PHBH	カネカ	パイロットプラント	H~S
化学合成系	ポリ乳酸 ^(*)	NatureWorks レイシア プラメート バイロエコール エコプラスチック U'z カネパール	Nature Works(NW) 三井化学 大日本インキ化学工業 東洋紡 トヨタ自動車 カネカ	140,000 NWと事業提携 パイロットプラント パイロットプラント 1,000	H
	ポリカプロラクトン	TONE	Dow	4,500	S
	ポリ(カプロラクトン/ブチレンサクシネート)	セルグリーンPH セルグリーンCBS	ダイセル化学工業	1,000	
	ポリブチレンサクシネート ^(**)	GS Pla ^(**)	三菱化学(/味の素)	3,000(⇒3万トン)	
	ポリ(ブチレンサクシネート/アジペート) ^(**)	ビオノーレ ^(**)	昭和高分子	6,000	
	ポリ(ブチレンサクシネート/カーボネート)	Enpol	Ire Chemical	8,000(⇒5万トン)	
	ポリ(エチレンテレフタレート/サクシネート)	ユーペック	三菱ガス化学	凍結	
	ポリ(エチレンテレフタレート/コ・サクシネート)	Biomax	DuPont	90,000 ^(*c)	
	ポリ(ブチレンアジペート/テレフタレート)	グリーンエコペット	帝人	パイロットプラント	
	ポリ(テトラメチレンアジペート/テレフタレート)	Ecoflex	BASF	8,000⇒(3万トン)	
	ポリ(ブチレンアジペート/テレフタレート)	EastarBio	Eastman C⇒Novamont	15,000	
	ポリエチレンサクシネート	Enpol	Ire Chemical	8,000(⇒5万トン)	
	ポリ(エチレンサクシネート/アジペート)	ルナーレ SE	日本触媒	凍結	
	ポリエチレンセバケート	エタナコール3050	宇部興産	パイロットプラント	
	ポリビニルアルコール	クラレポパール等 ゴーセノール等 ドロソ VA J-POVAL	クラレ 日本合成化学工業 アイセロ化学 日本酢ビ・ポパール	} 200,000 ^(*d)		H
ポリグリコール酸	-	呉羽化学	パイロットプラント			S

(*a) JBPAのグリーンプラ識別表示制度ポジティブリストをベースに作表

(*b) 出典: D.Riggle, BioCycle, March, p.64(1998), 下里純一郎, 環境機器誌, 8月号, p.98(1999) にBPS調査結果を反映。

⇒: 発表されている増設計画

(*c) 汎用 PET を含めた併参能力

(*d) ビニロン原料・経糸糊・紙コーティング・乳化剤・包装フィルム用途等を含めたトータル値

(*e) 繊維原料・写真用フィルム用途等を含めたトータル値

(*f) 樹脂の基本的な特性: H=硬質樹脂(ガラス転移点>室温), S=軟質樹脂(ガラス転移点<室温)

■: ジオール・ジカルボン酸系(いずれもLLDPE~PP~PET類似軟質系)

*: 再生可能原料由来系(バイオマス・プラスチック)

** : 近未来に再生可能原料由来系になる見込み

2.6 特性

これまで概観してきた BP の代表例について表 2.6.1 にその基本物性をまとめた。

PLA は PS や PET 類似の力学特性を示し、PBS 系統は PE や PP 類似の特性を示すことが見てとれよう。

BP であってもその力学特性の発現機構は石油系ポリマーと何ら変わることはない。PS がエラストマーを微細分散させることにより高衝撃性を発現できるように(“HIPS”)、PLA は軟質系成分を微分散させることにより衝撃性を改善させることが可能となる。図 2.6.1 は、マトリックス相を形成する PLA に PBS を軟質系成分として導入し、熱処理を加えることにより海島構造を発現することで衝撃性が改善されることを示している。

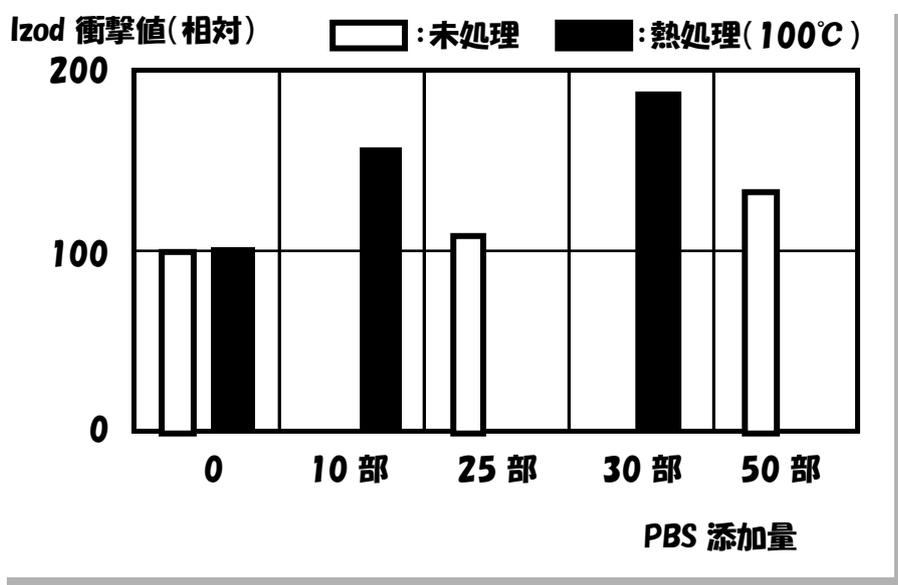


図 2.6.1 PLA の衝撃値:PBS ブレンドによる改善

(出所:大淵・竹原, 成形加工学会・成形加工シンポジウム'02,B-207,Nov.14-15th 2002, 於・北九州市を基に改編)

表2.6.1 BPの固体物性 (*a)

分類	特性	熱力学的性質								流動特性	力学的性質					ガス透過性		対応銘柄		
		非晶相(軟化点)			結晶相			バルク d(*j) g/cm3	燃焼 C(*h) Cal/g		引張り特性(S-S曲線)					硬度(*o) (R/Sh)	衝撃性 Izod(*p) J/m		水蒸気 (*q) g/m ² /24h	酸素 (*r)
		Tg(*b) °C	HDT(*c) °C	ヒカット(*d)	Tc(*e) °C	Tm(*f) °C	Xc(*g) %				曲げ(*k) (MPa)	引張り(*l) (MPa)	TS(*m) (MPa)	EL(*n) %						
硬質系	PHB	4	145/87	141		180		1.24			2,600	2,320	26	1.4	73/	12	3.6	2.9	標準銘柄(バイオグリーン:三菱ガス化学:現・生産中止)	
	PHB/V					151		1.25			1,800	800	28	16		161			参照値(Biopol標準銘柄:ICI:現・生産中止)	
	PLA	58-60	/55	58		160-170		1.26	4,000			3,700	2,800	68	4	115/79	29	4	11	標準銘柄(レイシア:三井化学:現・上市中止)
		/66	114		160-170						4,710		44	3		43			衝撃性改良銘柄(レイシア:三井化学:現・上市中止)	
		/57	113		160-170						2,400		39	220		65			軟質性銘柄(レイシア:三井化学:現・上市中止)	
		60-62				172-178					0.5-3.0	3,500		63	2-5					参照値(ラクティ標準銘柄:島津製作所:現・生産中止)
60-62				150-170					5-12	60		59	2-5					参照値(ラクティハイフロー銘柄:島津製作所:現・生産中止)		
45-55				not observed					50-100	2,250		45	1-2						参照値(ラクティハイフロー非結晶銘柄:島津製作所:現・生	
	PGA	38			96	218											12(*)	6.6(*)	(*)20μm値	
	CA		77/53	111				1.25			1,100	240	27	62		120			標準銘柄(セルグリーン PCA:ダイセル化学工業)	
(比較)	GPPS	80	/75	98				1.05	9,600		3,400	2,500	50	2	120/	21	4		標準銘柄	
軟質系	PBS	-32	97/		75	114	35-45	1.26	5,640	1.5	600		57	700		30	18	10	標準銘柄(ピオノーレ#1001:昭和高分子)	
		-32	97/		76	115	35-45	1.26	5,640	25	685		21	320					ハイフロー銘柄(ピオノーレ#1020:昭和高分子)	
		-32	97/		88	115	35-45	1.26	5,640	4.5	685		35	50					特殊銘柄(ピオノーレ#1903(長鎖分岐):昭和高分子)	
		-45				112		1.26			590	510	73	550		nb			標準銘柄(GS Pla, AZ81T:三菱化学)	
					87		1.25			250	230	53	560		nb				標準銘柄(GS Pla, AD82W:三菱化学)	
	PBSA	-45	69		50	94	20-30	1.23	5,720	1.4	325		47	900						標準銘柄(ピオノーレ#3001:昭和高分子)
		-45	69		53	95	20-30	1.23	5,720	25	345		34	400						ハイフロー銘柄(ピオノーレ#3020:昭和高分子)
	PBSC	-35	/87			106		1.26			510	330	46	360	84/	96	27	16		標準銘柄(ユーベック:三菱ガス化学:現・生産中止)
	PEST					200		1.35		11	2,000		55	30			1.6	1.6		標準銘柄(Biomax:DuPont社)
	PBAT	-30		80		115		1.26				100	25	620	/32	45	5	70		標準銘柄(Ecoflex: BASF社)
	PTMAT	-30				108		1.22		28			22	700			13.8	168		標準銘柄(EastarBio GP: EastmanKodak社:現・Novant社)
	PES	-11				100	40	1.34			750	550	25	500			186	11		標準銘柄(ルナーレ SE:日本触媒:現・生産中止)
	PA11	37				185		1.03												標準銘柄(アルケマ社)
Starch	-54	68					1.17	4,500	6		280	17	670						変性澱粉フィルム用標準銘柄(コーンボール:日本コーンスタ)	
							1.25				180	30	800			22			澱粉基グリーンブラ標準銘柄(MaterBi: Novamont社)	
(比較)	HDPE	-120	82		104	130	69	0.95	11,000	2(230C)	900	1000	70	800		nb			直鎖状	
	LDPE	-120	49	96	80	108	49	0.92	11,000	2(230C)	150	420	12	800	/48	nb	0.085	145	長鎖分岐	
	PP	5	110	153	120	164	56	0.91	10,500	4(230C)	1,400	1,100	32	500		20	0.12	37		
	PET	/67		78		260		1.38	5,900							59	0.5	1.5		

(*a) 生分解性プラスチック研究会(現・日本バイオプラスチック協会)が各社樹脂カタログを中心にまとめた結果を改編

(*b) Tg: ガラス転移点。 多くの場合DSC-法による。

(*c) HDT: 荷重たわみ温度。 JIS K 7207 法による。 **/** = 低荷重値/高荷重値。

(*d) ヒカット軟化点: JIS K 7207 法による。

(*e) Tc: 結晶化温度。

(*f) Tm: 結晶融点。 多くの場合DSC-法による見かけ融点。

(*g) Xc: 結晶化度

(*h) C: 燃焼カロリー

(*i) d: 密度。

(*j) MFR: Melt Flow Ratio。 g/10min-値 (190°C, 荷重=2.16kg)

(*k) 曲げ弾性率: JIS K 7203 法による。 Kg/cm² (⇒ *9.8/100=MPa)

(*l) YS: 引張り降伏強度。 JIS K 7213 法による。 Kg/cm² (⇒ *98/100=MPa)

(*m) TS: 引張り破断強度。 JIS K 7213 法による。 Kg/cm² (⇒ *98/100=MPa)

(*n) EL: 引張り破断伸び。 JIS K 7213 法による。 %

(*o) 硬度: R/Sh

(*p) アイゾッド: Izod 衝撃値。 JIS K 7110 法による。 J/m。 nb=non brittle

(*q) JIS Z 0208 法による。 g・mm/m²/24h (1mm 換算値)

(*r) MOCON 法による。 cc・mm/m²/24h/atm (1mm 換算値)

注: 略号一覧

PHB: ポリヒドロキシブチレート PHB/V: ポリヒドロキシブチレート/バリレート/コポリマー PLA: ポリ乳酸 PGA: ポリグリコール酸 CA: 酢酸セルロース GPPS: 一般用途ポリスチレン PBS: ポリブチレンサクシネート PBSA: ポリブチレンサクシネート/アジペート/コポリマー

PBSC: ポリブチレンサクシネート/カーボネート PEST: ポリエチレンサクシネート/テレフタレート PBAT: ポリブチレンアジペート/サクシネート PTMA: ポリテトラメチレンアジペート PES: ポリエチレンサクシネート PA11: ナイロン-11

Starch: 澱粉系 HDPE: 高密度ポリエチレン LDPE: 低密度ポリエチレン PP: ポリプロピレン PET: ポリエチレンテレフタレート

2.7 自動車部材への利用状況及びその可能性

自動車部材としての展開要件としては、コスト・諸物性・成形加工性など、数多くの、また高いレベルの要求がなされていると思われるが、中でも10年超という長期間、過酷な環境下で使用される自動車特有の課題として"耐久性"と"耐熱性"の担保が重要視されると思われる。これまでPLAが中心的なBPとして適用が試みられてきたが、PLAは分子鎖に含むエステル基に起因する加水分解性が引き起こす劣化、すなわち耐久性に、また結晶化し難い特性が引き起こす耐熱性に課題があるとされて来ている。

ここではポリマー鎖に耐久性・耐熱性を付与する考え方、及びJBAが取り組んだ事例を中心に概観し、次いで自動車部材への適用動向を考察する。

2.7.1 耐久性

PLAグリーンプラの耐久性の獲得とは、第一義的には加水分解速度の遅延化に他ならない。

一般にポリマー鎖の集合構造は、基本的には結晶相と非晶相から形成される。結晶相は一次元結晶体であるフィブリルからなるラメラ構造を基本構成要素とする球晶(スフェルライト)を形成し、一方非晶相はポリマー鎖の折り畳み層からなる微結晶子表面層(フォールド面)や結晶間連結鎖(タイチェーン)、更には結合不整に基づく内部歪み部である。したがってポリマーの加水分解過程は分子鎖が緩やかに集合している非晶相から始まり、結晶相の加水分解が律速過程となる。

結晶相の分解機構はPBS単結晶の分解酵素を用いた研究結果によれば、いわゆる微結晶子(“クリスタリット”)の側面が先ず攻撃されることが観察されている。ポリエステル加水分解酵素については、その遺伝子のクローニング技術から一次構造(アミノ酸配列様式)が明らかになってきており、触媒的機能を持つ活性部位と化合物のエステル基に吸着する機能を受け持つ部位、更に両者を連結する部位から構成されていることが理解されてきている。

したがって耐久性は加水分解が進行し易いエステル結合部をキャッピングする分子設計が原理的に効果的な筈で、現実的な配合処方としては加水分解抑制作用を持つ化合物の添加が考えられている。

図2.7.1はBPとしてPLAを取り上げた事例で、カルボジイミドが極めて効果的であることが示されている。しかしながらこの事例で得られる耐久性は家電製品などに要求されるレベルを達成するものの自動車の様な長期耐久性を満たすには至っていないとされる。

また分子鎖の可動性を抑制する手法も有効な筈で、結晶間連結鎖、更に結晶内部の歪みなどの減少をもたらす結晶化、或いは全く逆の扱いだが分子鎖全体の固定化をもたらすポリマー鎖間の架橋が効果的である。具体的には、結晶化核剤の添加(:結晶化促進)や架橋剤の導入(:分子鎖可動性の抑制)が考えられる。

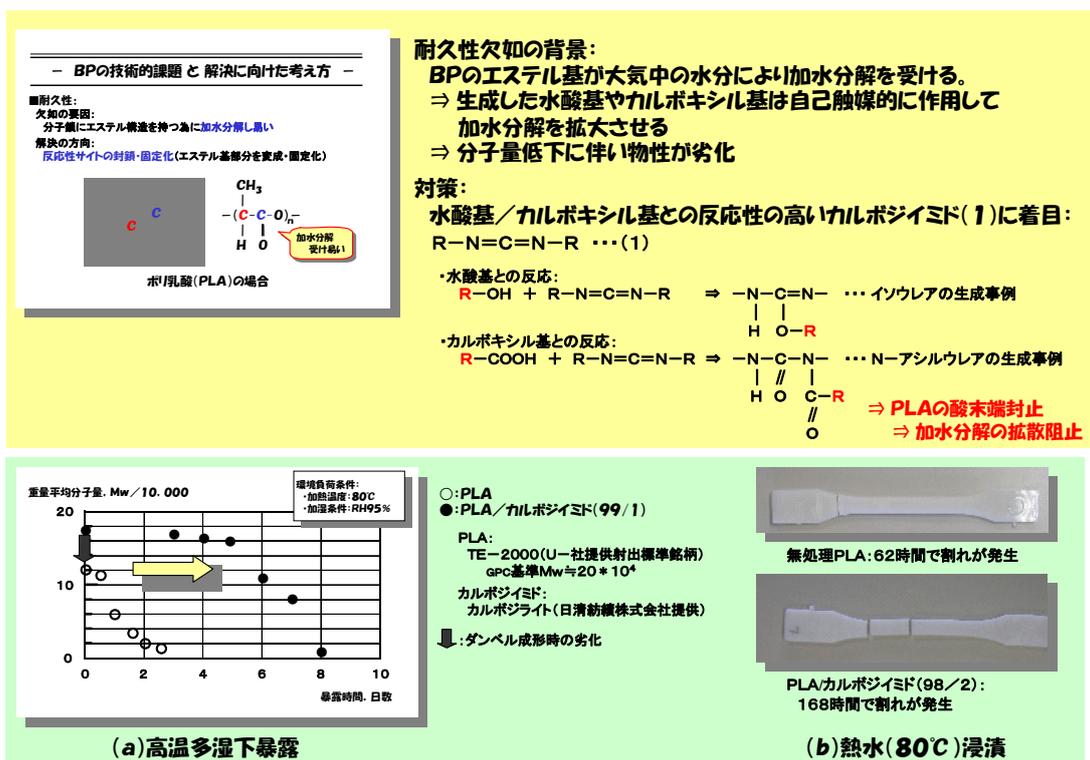


図 2.7.1 BP のエステル基起因加水分解性の抑制による耐久性改善事例(PLA の場合)
(出所:財団法人機械システム振興協会, バイオマス・プラスチックの普及を実現する技術システムの開発に関するフィージビリティスタディ報告書(平成 20 年 3 月), 委託先:財団法人バイオインダストリー協会)

2.7.2 耐熱性

ポリマーの耐熱性の向上とは、すなわち熱変形温度の上昇に他ならない。

熱変形温度は、ガラス転移点と、例えば熱分析で観察出来る温度-融解曲線上の融解開始温度、及び結晶融点で判断可能である。

ガラス転移点は高分子鎖が凍結状態からゴム状態に転移する温度であり、分子鎖の可とう性(Flexibility)の熱力学的な尺度の一つである。定性的には分子鎖の持続長(persistent Length. 化学的な繰り返し単位(モノマー)に対して物理的な繰り返し単位を言う)を長くすること、したがって主鎖に剛直性の強い構造単位を導入する分子設計が効果的である(：エンジニアリング・プラスチックや液晶ポリマーの設計思想)。

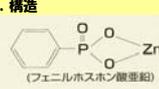
結晶性高分子鎖では融解温度は微結晶子サイズに依存し、平坦な形状の場合にはラメラ厚に比例する(無限に大きい結晶が示す融点が熱力学的な平衡融点である)。微結晶子サイズの増大、例えば結晶化やその後の熱処理(：アニーリング)が融解開始温度の上昇に効果的である(事例:図 2.7.2)。

また結晶化とは逆に分子鎖集合系の可動性を抑制する意味では分子鎖間の架橋も効果的な

方法である(事例:図 2.7.3)。

PLA用結晶化核剤としてのフェニルホスホン酸亜鉛

1. 構造



(フェニルホスホン酸亜鉛)

2. 一般特性

外觀	白色粉末
平均粒子径	< 3µm
分解開始温度	549°C (Tp DTA)
赤外吸収	< 0.01g / 100%HO
純度	0.16 (ppm)
水分	1.90 (ppm)
アスタット	7.5

3. 結晶形



4. PLA結晶化物



等温結晶化物のモルフォロジー
 - Tc = 130°C
 - 核剤添加量: 1 phr (右)
 - 核剤無添加系: (左)

出所: 日産化学工業株式会社カタクロ: エコフロモート

参照: PLA用核剤

- PLAの結晶化促進効果の高い核剤としては以下が公知:
 - 層状珪酸塩(モンモリロナイトなど) ... 豊田工業大学/ユニチカ
 - オクタメチレンジカルボン酸ベンゾイルヒドライド ... 株 ADEKA (サンフレワーク中断)
 - フェニルホスホン酸亜鉛 ... 日産化学工業
 - 銅フタルシアニン ... ソニー
- いずれも結晶形は板状タイプ
- 核剤表面でPLA鎖の配位結晶化(エピタクシヤル成長)が見られる

PLA/カルボジイミド/核剤系コンパウンド(96/2/2)

- ⇒ ペレット化
- ⇒ 試作金型を使用して射出成形(JISダンベル):
 - 金型内: 80°C以下から加熱
 - ⇒ 100~110°C域で樹脂注入
 - ⇒ 保持20~30秒
 - ⇒ 80°C以下へ冷却
- ⇒ ダンベル取り出し
- ⇒ 耐熱性評価(ヒートサグ): ≤ 1mm



← “ヒートサグ” 実験状況 (奥側: ニートBP, 手前: 耐熱化BP)

- 暴露環境: 60°C * 24時間
- JISダンベルの先端降下距離で評価 (JIS K 7195)
- ABS~PC並みの耐熱性とは: ≤ 1mm (フィラー無し系)
- (⇔ 熱変形温度 ≥ 80-110°C)

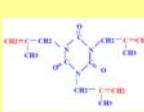
図 2.7.2 BP の結晶化促進による耐熱性改善事例(PLA の場合)

(出所:財団法人機械システム振興協会, バイオマス・プラスチックの普及を実現する技術システムの開発に関するフィージビリティスタディ報告書(平成 20 年 3 月), 委託先:財団法人バイオインダストリー協会)

I: 作業仮説

$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ | \quad || \\ -\text{O}-\text{CH}-\text{C}- \end{array} \right]_n$

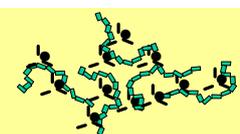
(a) PLA



(b) トリアリルイシアヌレート(架橋剤)
(工業: 日本化成株式会社製「タイク」)

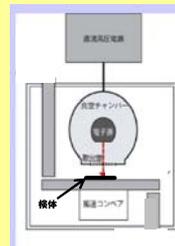
PLAにラジカルを発生させ、
3個の官能基と反応させる

ラジカル発生手段:
①: 電子線照射
②: 有機過酸化物添加

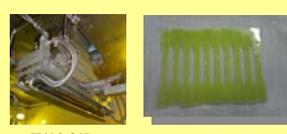


(c) PLA/架橋剤=75/25で理想的に架橋が進めば、架橋点間モ/マー数は3-4個と多し、熱硬化型への移行が実現

II: 電子線照射法



(d) 電子線照射装置。照射条件、および照射検体事例 (NHVコーポレーションにて)



照射走査管
100kGy 照射事例

照射条件:
1 スキャン = 10 kGy
- 加速電圧: 2000 KV
- 電子流強度: 4.9 mA
スキャン数 = 3, 5, 10, 15, 20
⇔ 30, 50, 100, 150, 200 kGy

結果: PLA/架橋剤/珪藻土(62/22/16)系
ヒートサグ:
(大) 0 >> 30 kGy > 50 > 100 > 150 ≈ 200 (小)
照射強度: 100 kGy ⇒ 3 mm
150 kGy ⇒ 2 mm
200 kGy ⇒ 2 mm
(注: 珪藻土を含む柔軟系なので目標は “2 mm” 前後)

III: 熱架橋法

PLA/架橋剤/有機過酸化物
(PLA: 射出標準銘柄 & Mw ≈ 1000 Da)
⇒ 室温粉体成形(平板)
⇒ PLA融点以上で熱処理
⇒ ヒートサグ: 変形せず

図 2.7.3 BP の高密度架橋化による耐熱性改善事例(PLA の場合)

(出所:財団法人機械システム振興協会, バイオマス・プラスチックの普及を実現する技術システムの開発に関するフィージビリティスタディ報告書(平成 20 年 3 月), 委託先:財団法人バイオインダストリー協会)

これらを背景とすれば、本来 PLA はポリオレフィンと比較してより高いガラス転移点、同程度の結晶融点を有しており、基本的には高い耐熱性ポテンシャルを持っているといえよう。豊田工業大学とユニチカ(株)が研究開発した層状珪酸塩と PLA のナノコンポジットが電子レンジ対応可能な耐熱性を実現したことも、著しい配向結晶化の促進と固定化された分子鎖が発現した結果と考えられる。事実、高分解能電子顕微鏡観察の結果もこの考察を指示していると思われる。

前項の考察を基にすれば、結晶化の促進・分子鎖の固定化は同時に加水分解速度低下をもたらすことにもなる。

2.7.3 自動車部材としての展開事例と課題

ココナツ繊維やジュート、クロワなど天然繊維で強化したプラスチックの自動車部材への実用化はダイムラー・クライスラー社に始まるとされるが、プラスチック側を BP とした自動車部材への展開はトヨタ自動車(株)によって開拓された。以下に自動車部材として展開された BP の事例を概観する。

トヨタ自動車(株)は、2003年5月に上市した“ラウム”のスペアタイヤ・カバーに PLA とケナフからなる複合材を、フロアマットに PLA 繊維を使用した(写真 2.7.1)。

スペアタイヤ・カバーとして展開された PLA/ケナフの配合比は 30/70(重量比)とされ、PLA 繊維(東レ(株)が紡糸)はケナフ繊維の結着材としての役割を担っていると考えられる。この複合系は射出成形可能な可塑性を示すことはないと思われ、製品はプレス成形法で加工されたと考えられる(ケナフ繊維化及び成形加工:アラコ(株)(現・トヨタ車体(株)))。



写真 2.7.1 トヨタ自動車(株)における BP の自動車部材への展開事例

—2003年5月; “ラウム” に搭載されたスペアタイヤ・カバー(左)とフロアマット(右)—

(出所:トヨタ自動車(株)ウェブサイト)

1) ヤノ・レポート編集部:2008年版バイオプラスチック市場の展望と戦略(株)矢野経済研究所), p.64-69(2008)

PLA をバインダー・レジンとしたケナフによる改質は一つの耐熱性改善法であり(上記スペアタイヤ・カバー向けコンポジットの耐熱性は熱変形温度で 100°C とされる)、この手法による商品化事例としては他に日本電気(株)が 2006 年 3 月に上市した携帯電話機(筐体が BP 製:写真 2.7.2)がある。この場合の組成は PLA/ケナフ≒80 以上/10 前後(トータル:90 重量部)とされ、射出成形されている(コンパウンド開発:ユニチカ(株))。



写真 2.7.2 日本電気(株)による携帯電話器の BP 製筐体¹⁾

フロアマットは他の内外装品に見られる様な過酷な耐久性・耐熱性を要求されない部品であることから BP の適用が幅広く検討されており、三菱自動車(株)は PLA/ナイロン系繊維を(06 年;東レ(株)と共同)開発している(実車搭載は 07 年 1 月より軽自動車 ”i” へ)。PTT 系繊維(デュポン社製 ”ソロナ”)をフロアマットに適用する試みは前述の三菱自動車(株)(コンセプト車展示:08 年 5 月)の他にホンダ技研工業(株)(公表:06 年 5 月、実車搭載:08 年 6 月より “FCX クラリティ” へ)でも展開されている。

マツダ(株)は帝人(株)と共同で PLA 繊維製の自動車内表皮材を開発し(07 年)、さらにステレオ・コンプレックス型 PLA²⁾ による耐久耐熱性が厳しく要求される部材への展開も計画している(07 年 9 月 12 日付けプレスリリース及びコンセプト車展示)。

冒頭紹介したダイムラー・クライスラー社のコンセプトは三菱自動車(株)によってさらに発展され、竹繊維/PBS(ポリブチレンサクシネート³⁾)系複合材からなる内装材(トランク内仕切板)が開

1) 撮影:報告者自身による(060312)。

2) ポリ(L-乳酸)/ポリ(D-乳酸)=1/1(mol.ベース)タイプの PLA;210°C程度の結晶融点を示し、通常の PLA(D-乳酸含量数%以下)を超える耐熱性を示す。通常の PLA の成形加工温度(≒200°C)では溶融しないことから “核剤” 機能も有している。帝人(株)が”バイオフィロント”として開発。

3) 三菱化学(株)開発のバイオ PBS(”GS Pla”;バイオマス由来コハク酸を使用)

発された(04年から愛知県産業技術研究所と共同開発開始。公表:06年2月)。次世代電気自動車”iMiEV”内装部材としての採用が予定されており、2008年7月に開催された洞爺湖サミットに貸し出され、その後環境省の公用車1台として試験導入されている(国内上市は09年とされる)。

竹繊維は我が国でも利活用可能なバイオマスであることから着目されよう。

最近トヨタ自動車(株)は、BPの内装部材への適用をなお一層加速させることをプレスリリースしており(08年12月17日)、以下の複合材および内装部品を開発済みとしている:

—PLA/ケナフ系コンポジット:

展開先:ドアトリム・オーナメント(基材)

—PLA/PP系コンポジット:

展開先:スカッフ・プレート(全体)、カウル・サイド・トリム(全体)

フロア・フィニッシュ・プレート(全体)、ツール・ボックス(全体)

—BP(ポリエステル系)¹⁾/PET系繊維:

展開先:ルーフ・ヘッド・ライニング(表皮繊維部分)、サン・バイザー(〃)、ピラー(〃)

—PLA/PET系繊維:

展開先:ラゲージ・トリム(表皮繊維部分)

—バイオマス²⁾由来ポリオール・ポリウレタン(低発泡タイプ):

展開先:シート・クッション(フォーム部分)

ドア・トリム部材としてのPLA/ケナフ系コンポジットは初代のスペアタイヤ・カバー向けコンポジットを改良したタイプとされ、耐熱性改善PLA繊維(東レ(株)が紡糸)とケナフ繊維(トヨタ紡績(株)のインドネシア現地法人(ABA社)が加工)を混合・プレス成形加工(トヨタ紡績(株))したものとされている(耐熱性は熱変形温度で評価して110℃へ向上)。

以上見てきた様に、これ迄のBPの自動車部材としての利用状況はいずれもインストルメント・パネルやバンパーの様な過酷な使用環境にはない内装品向けである。自動車は10年超の耐久性を要求される商品であり、部材に要求される要件は極めて厳しいとされる³⁾。耐熱性・衝撃性・寸法安定性や成形加工速度など、トレード・オフの関係にある諸特性の高度なバランスが要求されることから、PLAの適用にしても単独資材としてではなく、複合化されて使用される事例が多い。

1) 詳細不明。ただし現時点で工業的生産可能なバイオマス由来ポリエステル繊維としてはPTT(デュポン社製“ソロナ”)だけが知られているので、この可能性が窺われる。

2) ひまし油由来とされる(化学工業日報紙:081218)。既に米国トヨタ社では大豆由来ポリオール・ポリウレタン製フォームをシートに使用し、2007年6月から実車搭載(カローラ及びレクサスRX)しているとされる。

3) ローランド・ベルガー:自動車部品産業・これから起こる7つの大潮流(日経BP社;081215)

将来 BP が自動車部材として幅広く適用されていく場合であっても内装部品材止まりになる可能性が強いと思われる。自動車部材として使用されるプラスチックのおよそ 50%が PP であることから、バイオ・ポリオレフィンが実用化され、バンパー・銘柄の様な高度な分子設計・高次組織設計された PP 銘柄¹⁾ が実現されると、外装部材としての活用も期待され得る。

前頁脚注 3) の書籍によれば、自動車部材として期待されているプラスチック系資材としては炭素繊維強化プラスチックとされ、課題は炭素繊維のコストとコンポジット成形加工速度と指摘されている。炭素繊維代替可能な天然物系繊維素材があれば、さらにこの天然繊維が栽培型バイオマスではなく、普遍的に存在する植物由来であれば、自動車部材としての展開に加えて FRP (ガラス繊維強化プラスチック) の代替も実現することが期待される。

以上を集約すれば、自動車部材としての BP の利用方向は

ー使用環境がマイルドな内装品向けとしての活用:

- ・天然繊維とのコンポジットタイプ(ファブリック用途や表皮材用途)
- ・発泡タイプ(フォーム用途)

ー使用環境がハードな外装品向けとしての活用:

- ・既存プラスチック系部材の BP 化タイプ(すなわち、バイオ化 PE や PP)

と思われる。

自動車内装品の市場サイズはおよそ 15 万トン/年とされ、コンソール・ボックス²⁾ は 1.3 万トン/年、ピラー³⁾ は 3.2 万トン/年、バンパー²⁾ は 10 万トン/年とされている⁴⁾。これらの部材として BP で利用される際、汎用 BP として PLA やバイオ化 PBS が、汎用ハイエンドとしてバイオ化 PTT が、さらにヘビー・デューティ用 BP としてバイオ・ポリオレフィンが適用されていくと思われ、適切なバイオマスの要件や調達基準の整備などのシナリオを必要とすると思われる。

1) エチレンをコモノマーとする(プロピレン/エチレン)ブロック・コポリマー系であり、特殊な海島構造を形成する様に組織設計されている。

2) 現在は PP, ABS や PU が使用されている。

3) 現在は PP や ABS が使用されている。

4) (株) 矢野経済研究所レポート(前出)

3. バイオポリマー:既存ポリマーを化石資源からバイオベースに置き換えるための技術動向の現状

第2節ではバイオポリマー(BP)の自動車部材への適用動向を概観し、過酷な使用環境への展開可能なBPの実現に向けては既存資材のBP化が"当面"は最も至近な道筋であることを述べた。そこで本章では既存ポリマーのBP化動向を概観する。

3.1 概観

1980年代以降、既存ポリマーのモノマーをバイオマス由来とする試みが続けられている。以下は主なポリマーのモノマーあるいはコモノマーをバイオマス由来とする技術的な系譜である。

(1) ポリアミド(ナイロン)用モノマーのバイオマス由来化動向

ーアミノウンデカン酸(PA-11モノマー):

ひまし油 ⇒(化学変換):アルケマ社(仏)が工業化

(2) ポリウレタン用コモノマーのバイオマス由来化動向

ージオール(PUコモノマー):

グリセリン ⇒(化学変換:EOあるいはPO付加)
大豆油 ⇒(化学変換:FAME¹⁾化⇒ヒドロホルミル化⇒水素化)
ひまし油 ⇒(化学変換:PO付加)

(3) ポリエステル系ポリマー用コモノマーのバイオマス由来化動向

ーエチレングリコール(EG;PETコモノマー):

グルコース ⇒(エタノール発酵)⇒エタノール⇒(脱水)⇒エチレン
⇒(酸化)⇒酸化エチレン⇒EG

ー1,3-プロパンジオール(1,3-PD;PTTコモノマー):

グルコース ⇒(発酵法):デュポン社(米)が開発・工業化

グリセリン ⇒(化学変換:脱水後水素化法):(株)日本触媒が開発

ーコハク酸及び1,4-ブタンジオール(1,4-BD;PBSコモノマー):

グルコース ⇒(発酵法):三菱化学(株)が工業化?(2010)

ーテレフタル酸(PETやPTTコモノマー):

p-キシレン ⇒(微生物酸化法):Sun Oil社(米)が開発

1) 脂肪族メチルエステル(近年、バイオディーゼル製造技術の発展に伴い、高効率生産スキームが開発されている)。

(4) ポリアクリル酸エステル系ポリマー用モノマーのバイオマス由来化動向

ーアクリル酸:

グルコース ⇒ (化学変換: 3-ヒドロキシプロピオン酸変換後分子内脱水法):

カーギル社(米)/Novozyme 社(米) 協同開発

(5) ポリエーテル・ポリオール用モノマーのバイオマス由来化動向

ーグリセリン:

グルコース ⇒ (発酵法): デュポン社(米)が開発

(6) エポキシ樹脂用モノマーのバイオマス由来化動向

ーエピクロルヒドリン:

グリセリン ⇒ (化学転換: 塩素化、脱水): Solvay 社(ベルギー)が開発

(7) ポリオレフィン用モノマーのバイオマス由来化動向

ーエチレン:

グルコース ⇒ (エタノール発酵) ⇒ エタノール ⇒ (脱水):

Braskem社(ブラジル)が工業化(2011)

セルロース系バイオマス ⇒ (化学変換: ガス化でシingas形成⇒メタノール経由)

ープロピレン:

バイオ・エタノール ⇒ (化学変換: 脱水⇒不均化): 三井化学(株)、東工大、NEDO

グルコース ⇒ (ソプロパノール発酵) ⇒ i-PrOH ⇒ (化学変換): NEDO

グルコース ⇒ (n-プロパノール発酵) ⇒ n-PrOH ⇒ (化学変換): NEDO

セルロース系バイオマス ⇒

化学変換(ガス化でシingas形成⇒メタノール/ジメチル・エーテル経由)

上記でNEDOが手がけたアルコール発酵法によるプロピレン合成はバイオ燃料技術革新協議会が目指すバイオリファイナリーの骨格スキームである(後述)。全体を概観すると、でん粉系バイオマス、あるいはセルロース系バイオマスからグルコースを得て、以後エタノール発酵法によるエタノールからの物質変換法が一つの流れと見られ、このことを背景にアメリカ穀物協会(東京)ではバイオ・タノールをベースとしたBPの俯瞰図を描いている(図3.1.1):

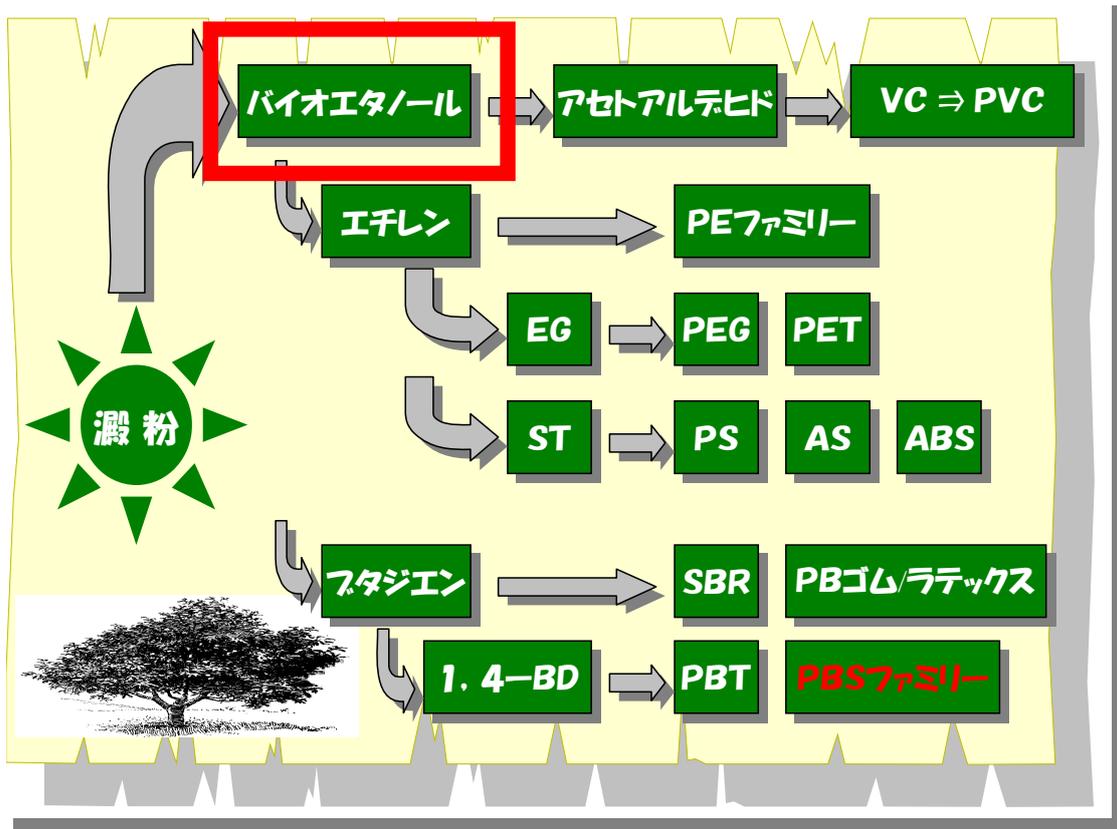


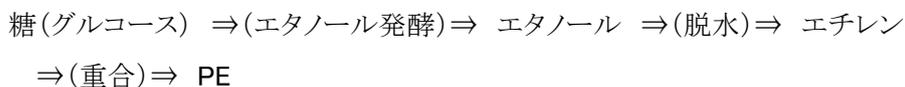
図 3.1.1 でん粉ベースのバイオポリマー俯瞰図

(出所:アメリカ穀物協会, とうもろこしベースのグリーンケミカルズとグリーンポリマーの調査研究(2001年9月)を基に作成)

3.2 ポリオレフィンのバイオマス・プラスチック化

3.2.1 ポリエチレンの場合

でん粉系やセルロース系バイオマスを糖化し、あるいは糖系バイオマスの糖を利用してエタノール発酵によりエタノールとし、脱水によりエチレンへ返還後、重合してポリエチレン(PE)とする:



この手法は Braskem 社(ブラジル)による製造スキームとされる(後出)。

3.2.2 ポリプロピレンの場合

でん粉系やセルロース系バイオマスを糖化し、あるいは糖系バイオマスの糖を利用してプロピレン合成する経路は多数が考えられている。

図 3.2.1 および図 3.2.2 は経済産業省と農林水産省の合同プロジェクトの推進元である ”バイ

「バイオ燃料技術革新協議会」の先導調査事業となった「平成 18 年度バイオマス資源からのエチレン／プロピレンの製造技術開発事業の実施可能性に関する調査」による整理結果である¹⁾。

ここで提示されている種々の合成法の中でコスト上有利な方法は

① 糖のエタノール発酵によるエタノール ⇒(脱水)⇒ エチレン
⇒(二量化・メタセシス) ⇒ プロピレン …(3.2.2)

② 糖のエタノール発酵によるエタノール ⇒(直接転換)⇒ プロピレン …(3.2.3)

③ 木質系バイオマスの部分酸化ガス化によるメタノール/ジメチル・エーテル
⇒ プロピレン …(3.2.4)

とされる。

①と②は発酵法で、前述の通り技術革新研究開発プロジェクトの中でバイオリファイナリー形成を目指す基幹技術として取り組まれている。③は上記プロジェクトでは取り組まれていないが、化学工業に馴染み易いガス化法であり、量産向きのプロセスと期待される。

上記プロジェクトとは独立に、民間側では自動車製造系企業 2 社が PP の BP 化に取り組むと公表している。(株)ホンダ技術研究所は(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)と共同でソフト・バイオマス(リグニンを含まないセルロース系バイオマス)からプロパノールを発酵法で合成し、次いで脱水してプロピレンとし、重合によってPPを合成する構想を公表している(07年9月7日)。全く同じ構想をマツダ(株)が公表しており(08年6月)、広島大学と共同プロジェクトを発足させている。

いずれも稲わらの様な非可食性バイオマスを原料とする構想であり、食料・飼料との競合性を回避する製造法として関心を集めているが、課題は原料バイオマスの収集コストと思われる。また稲わらの様な農産残滓は農地に還すことが機能保全上望ましい²⁾とされることから、国内での原料手当は課題が残るとの指摘もある。

1) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)・(株)ダイヤリサーチマーテックによる(070612)。以後、“NEDO レポート”として引用。

2) 川島博之:世界の食料生産とバイオマスエネルギー 2050年の展望, p.77(東京大学出版会, 08年5月)

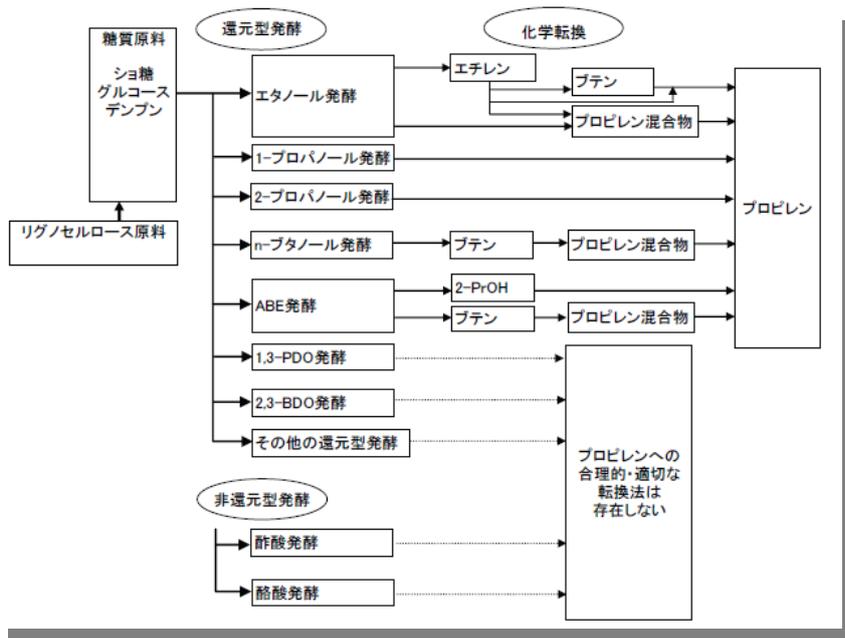


図 3.2.1 バイオマス・ベースのプロピレン製造技術(発酵法:)¹⁾

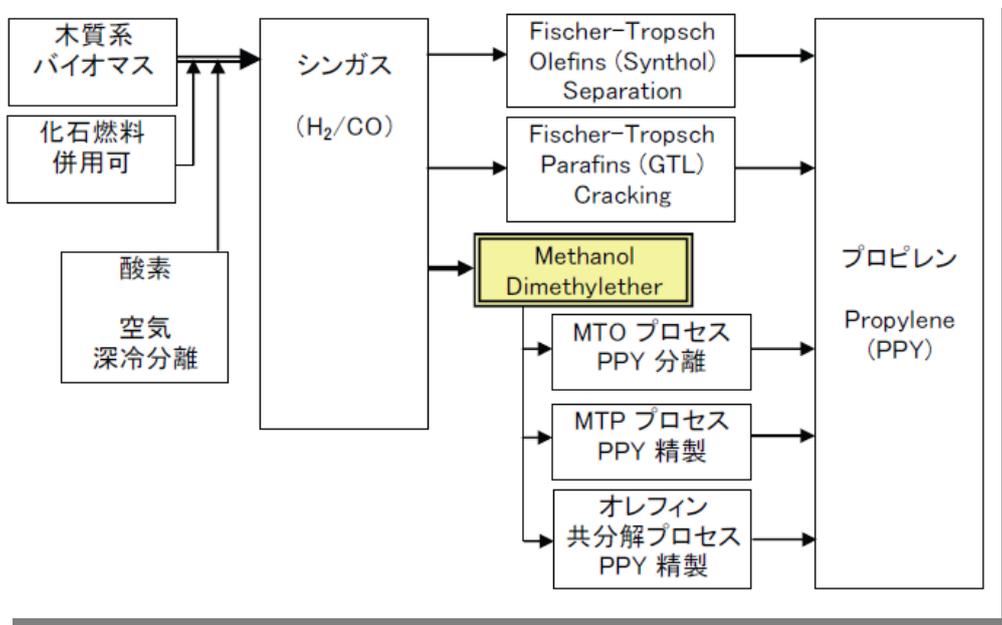


図 3.2.2 バイオマス・ベースのプロピレン製造技術(ガス化法)¹⁾

1) 出所:NEDOレポート(前出)

3.2.3 Braskem 社によるエチレン及びプロピレンの製造スキーム

PE 及び PP の BP 化のフロント・ランナーと目されている Braskem 社の特許情報¹⁾ からエチレン及びプロピレン製造スキームを概観した(図 3.2.3)。

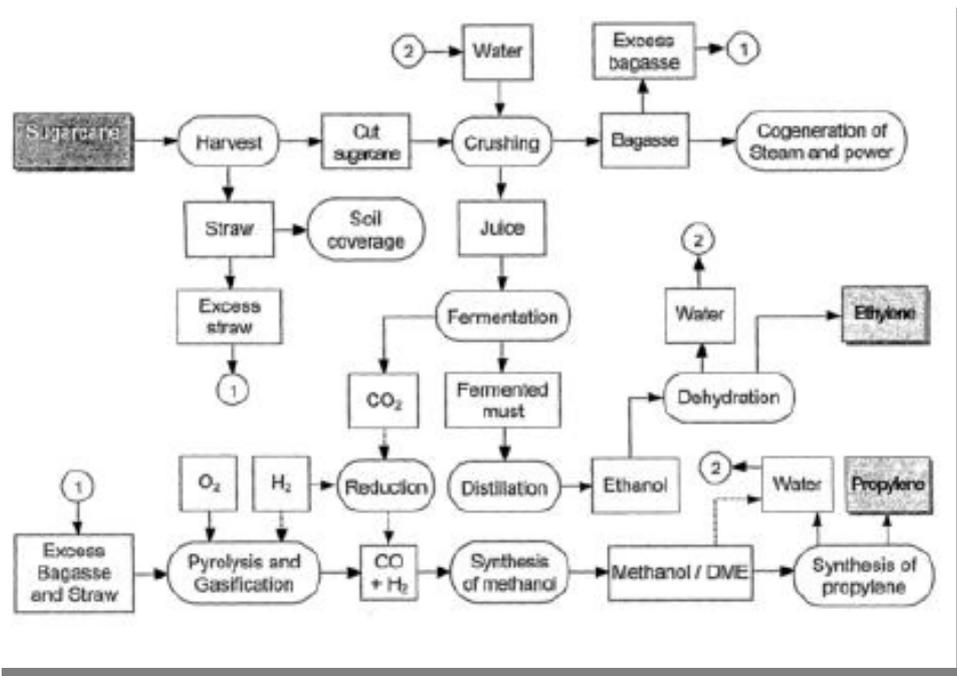


図 3.2.3 Braskem 社のエチレン及びプロピレン製造スキーム

(出所:WO 2008067627¹⁾)

サトウキビ由来バイオ・エタノールから式(3.2.1)によりエチレンを製造するスキームで、実施例一1によればサトウキビ 1 千トンからのエチレン²⁾ 収量は 34.1トンとされる。

プロピレン合成は式(3.2.2)によらずに式(3.2.3)としている。すなわち上記エタノール製造過程で発生する余剰物(茎や葉、またバガスなど)をガス化してシingas(CO/H₂)を形成し、メタノール及びジメチルエーテル経由で化学変換によりプロピレンを得る。サトウキビ 1 千トンのスケールで合成されるプロピレン²⁾ は 30トンと評価されている。

1) 特許申請番号:WO 2008067627. 以下のサイトで詳細閲覧可能:

<http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?WO=2008067627&IA=BR2007000328&DISPLAY=DESC>

2) ポリマー原料グレードとしての純度を保持。

3.3 既存ポリマーのBP化実現に向けた課題

3.3.1 発酵法の技術課題

バイオマス発酵法による既存ポリマーのBP化が数多く検討されているが、工業技術として確立すべき技術課題¹⁾ 事例を以下に示す：

(1) 糖化効率

でん粉系バイオマスと比較してセルロース系バイオマスでは発酵基本単位であるグルコースへの転換効率が低い。当面はリグニンを含まないソフト・バイオマス系を対象とした取り組みが先行すると思われるが、コストに加えて環境保全と生物多様性を担保する高密度栽培の実現可能性が課題視されている。

(2) 発酵生産プロセスの効率

化学合成と比べて発酵速度と生成物濃度が一般的に低く、したがって単位時間当たりの生産性が低い。またスケールアップの上で制約が多い。

石油化学コンビナートではエチレンやプロピレンなどの基本オレフィン、ベンゼン・トルエン・キシレンなどの基本芳香族を出発物質としてより複雑な分子構造を持つ化合物を系統的に生産し、蒸留・晶析などの精製プロセスが効率的である。一方、バイオプロセスは糖から(複雑な代謝工程を経て)目的化合物を合成する際、複雑な副生物を生じやすいケースが多い。精製プロセスが複雑となり、結果的に生産コスト・アップの一因になる²⁾。

(3) 排水処理

未反応糖が残ることは高BOD排水の発生となり、処分経費アップにつながりやすい。

課題(1)と(2)に対しては遺伝子工学を駆使した酵素や菌の開発が前提であり、またこれを使いこなすバイオプロセスの体系化が必須となるが、我が国ではこの種の研究開発活動は認知されにくい国情があり、欧米と比べて圧倒的に不利な立場にある。工業原料としてのバイオマスに恵まれない³⁾ ことから、バイオ燃料技術革新協議会によれば東南アジア地域との連携が構想されているが、資源ナショナリズムとの関わりも懸念事項であろう。

1) NEDOレポート(前出)。

2) WO 2008067627(前出)によれば、Braskem社のバイオPEが可能になった背景には、サトウキビ由来バイオ・エタノールの純度が高く、ポリマー・グレードのエチレン製造が可能になったことが背景と読み取れる。

3) 我が国で工業原料となりうるバイオマスは、回収システムが構築されている古紙、および国が備蓄する古米・古々米とされる(株)三菱総合研究所:バイオ生分解素材の開発・利用評価事業報告書)。

3.3.2 ガス化法の課題

これ迄バイオマスのガス化は多くの場面で取り組まれてきた。

農林水産省では既にバイオマス・ニッポン総合戦略の閣議決定前にバイオマス利活用のモデル事業を検討している¹⁾が、この時点では廃棄物あるいは排泄物系バイオマス(食品廃棄物・畜産廃棄物・下水汚泥やし尿汚泥など)のガス化、すなわち嫌気発酵処理によるメタンガス化が主眼点に置かれており、出口側は発電及び堆肥(多くの場合、液肥)としての残滓物が主体であった。メタンガス化はでん粉系あるいは糖質系バイオマスの常温あるいは高温(50℃台)タイプの発酵菌によってなされる。

一方、化学原料としてのシンガス(合成ガス:CO/H₂混合ガス)は、上記で得られたメタンガス化の部分酸化:



や、石炭の水蒸気処理:



などで合成される。

(3.3.2)式はバイオマスの炭素(“バイオ炭素”)を炭素源としても成り立つ。

(3.3.2)式は吸熱反応であり、反応を進行させるために酸素を共存させて以下の反応で形成する反応熱によって供給するのが一般的とされる:



石炭ベースのシンガス製造は、フィッシャー・トロプシュ(FT)法による炭化水素(C_nH_{2n+2})合成原料として1940年ころのドイツでは盛んであったが、石油化学の勃興とともに消失していったものの、工業技術としての完成度は高い。

近年は枯渇性資源節約/代替の観点から、バイオマスからのシンガス形成を経て燃料(ディーゼルやジメチル・エーテル(DME)など)への転換や、オレフィン原料としてのメタノールへの変換(メタノール⇒DME化/MTP²⁾やMTO³⁾反応)が着目されている。図3.2.3で示されるBraskem社のプロピレン合成もサトウキビ由来エタノールからのエチレン合成工程の残滓物由来のシンガスをメタノールへ変換し、メタノール/DMEからプロピレンへ変換していることが注目される。

バイオマスのガス化の場合、COやH₂の精製に問題なく、課題は副生物の処理となる。Braskem社のケースではプロピレン合成時の副生物としては液状炭化水素(ガソリン換算)が計

1) (株)エックス都市研究所:平成14年度バイオマス利活用事業導入モデル検討調査報告書(2003年3月)[バイオマス情報ヘッドクォーター: <http://www.biomass-hq.jp/tech/>]

2) Methanol to Propylene

3) Methanol to Olefins

上されている。

先に引用した NEDO レポートでもガス化法プロピレン合成ルートの可能性を考察している(図 3.2.2)。さらに原料バイオマスを東南アジアのパーム果房と想定した場合、シンガスをメタノール化して国内へ搬送する構図を示している(図 3.3.1)。

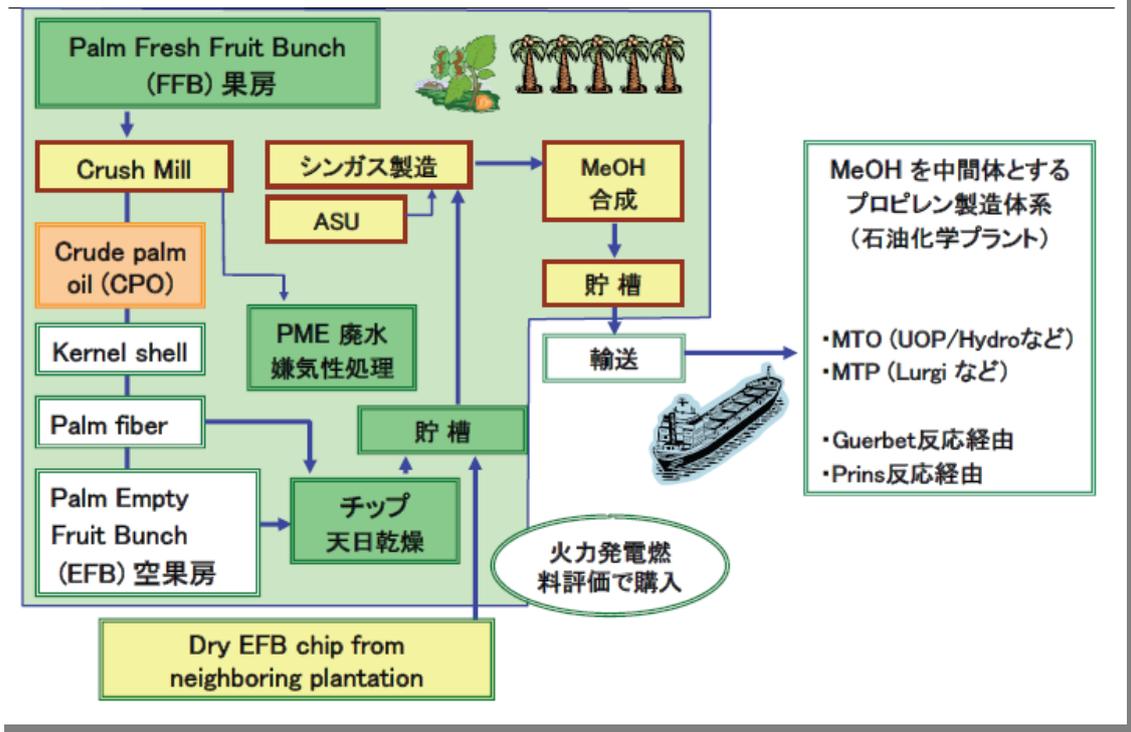


図 3.3.1 バイオマス・ガス化によるプロピレン製造における東南アジアとの連携構想
(出所:NEDO レポート)

NEDO レポートによると、図 3.2.1、3.2.2 及び 3.3.1 に関連したプロピレン製造原価(US\$/t-プロピレン)を比較した結果は以下の通りであった:

サトウキビ由来エタノール⇒エチレン⇒プロピレン	: ≒ 755
サトウキビ由来エタノール⇒プロピレン	: ≒ 600
パーム副生バイオマス・ガス化⇒メタノール⇒プロピレン	: ≒ 725
対照(2004年石油化学法プロピレン)	: ≒ 565

NEDO 想定ケースでは発酵法、ガス化法共に現行石油化学法対比でコスト高となっていることから、ガス化方式であっても我が国で利用可能なバイオマスとして古紙や古米・古々米を原料として利用することにコスト上のメリットが生まれる可能性は高くはないのではと思われる。同じバイオマス・ガス化法としてもバイオ・エチレン製造残滓物を利用する併産方式の **Braskem** 法のコスト競争力が注目される。

3.3.3 既存ポリマーの BP 化実現の条件は

これ迄考察して来たように、既存ポリマーの BP 化は、課題はあるものの技術的には原則として可能であり、したがってその実現のためには製造コストの解決が前提となる。それでは既存ポリマーの BP 化に許容されるコストアップはどの程度なのか、考察しておきたい。

NEDO レポートでは、バイオマス由来プロピレン製造までの環境負荷が、プロピレン 1 トン当たりの二酸化炭素排出量で評価されている(図 3.3.2)。

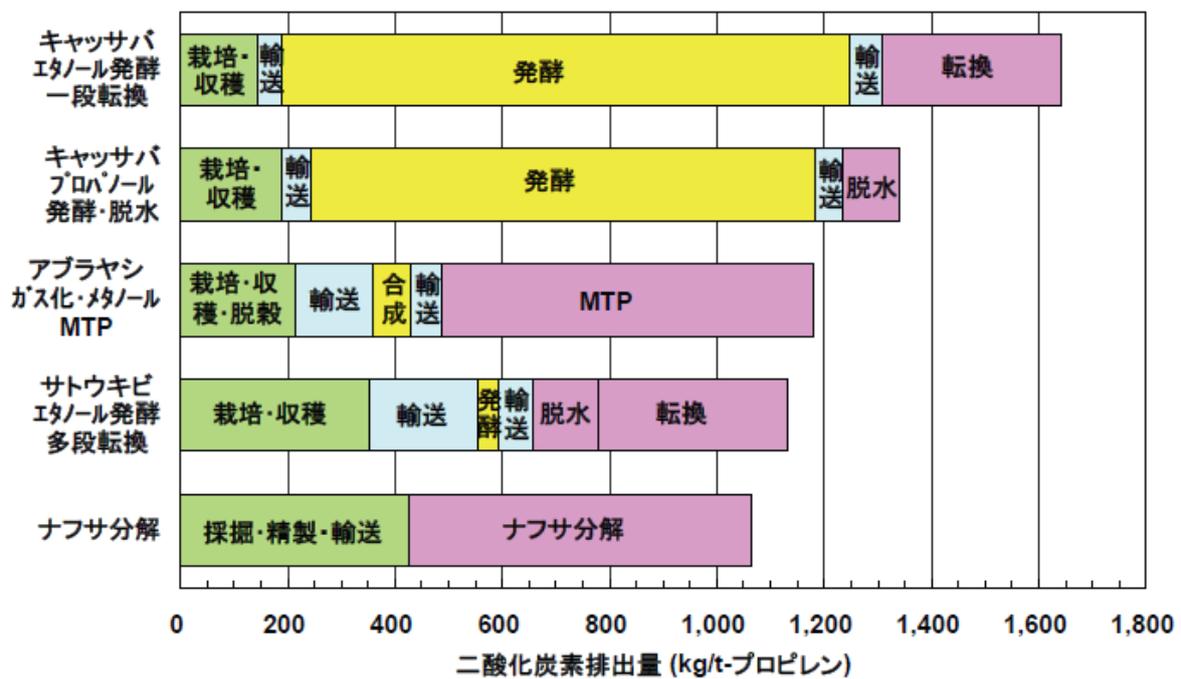


図 3.3.2 プロピレン製造工程の環境負荷

(出所:NEDO レポート)

発酵法及びガス化法共に石油化学法よりも二酸化炭素排出量が多いが、資源・環境負荷評価の精度を考慮すると、石油化学法(図 3.3.2 で“ナフサ分解” と表記)とほぼ対等に近い負荷を示すプロセスはサトウキビ由来エタノール⇒エチレン⇒プロピレン法(同図中、“サトウキビエタノ

ール多段転換”と表記)およびガス化法(同図中、“アブラヤシガス化・メタノール MTP”と表記)である。さらにバイオマス由来プロピレンの場合、原料バイオマスの生育過程で固定化した大気中の二酸化炭素はオフセットされるから、プロピレン 1 トン当たり 3.14 トンの二酸化炭素分を相殺するとバイオ法プロピレンはいずれも石油化学法プロピレンよりも二酸化炭素排出量を大幅に減少させる。すなわち、

発酵法(サトウキビ由来エタノール⇒エチレン⇒プロピレン法):

正味の二酸化炭素排出量: $1.13 - 3.14 = -2.01 \text{ t-CO}_2/\text{t-PL}$

ガス化法(アブラヤシガス化・メタノール MTP):

正味の二酸化炭素排出量: $1.17 - 3.14 = -1.97 \text{ t-CO}_2/\text{t-PL}$

対照: 石油化学法(ナフサ分解):

正味の二酸化炭素排出量: $1.06 \text{ t-CO}_2/\text{t-PL}$

したがって石油化学法プロピレンから発酵法(ガス化法)プロピレンへの置き換えによる二酸化炭素排出量の削減効果は 3.07 (3.03) $\text{t-CO}_2/\text{t-PL}$ となる。

この削減効果を現在の二酸化炭素排出権取引価格(おおよそ¥4 千円/ t-CO_2)で評価すると 1.23 (1.21) 万円/ t-PL となる。先に見たように発酵法プロピレン製造原価は石油化学法プロピレンに対して約 190US\$/ $\text{t-PL} \approx ¥1.9$ 万円/ t-PL 高く、したがって環境負荷低減効果はその 65% ($\leftarrow 1.23/1.9$) を補償していることになる(ガス化プロピレンの場合は約 160US\$/ $\text{t-PL} \approx 1.6$ 万円/ t-PL ; 削減効果はコストアップの 75% を補償)。

NEDO レポートでは 2004 年時点での工場建設費、原油・オレフィン価格、通年生産を前提とした製造原価評価であったが、原油価格は長期的には高騰化していくと想定されており、定性的に見れば 1.5 倍に価格が高騰されると、バイオ法プロピレン製造原価は石油化学法よりも低くなる可能性が高い。また二酸化炭素排出権取引市場が逼迫していく近未来の相場は着実に現状価格を大幅に超えていくと見られており、バイオ法プロピレン製造におけるコスト上の課題は次第に解決されていくものと思われる。

これまで既存ポリマーの BP 化実現に向けての技術面及びコスト面の課題を考察してきたが、何れも原理的に解決可能、あるいは近未来に解決の方向へ向かう見通しを得た。現時点での世界経済が回復し、プラスチック市場も既存規模に復帰した段階で、既存ポリマーの BP 化実現に向けての最も大きな課題は、技術・コスト面よりもむしろ環境政策¹⁾ と原料バイオマスの安定した持続的な確保と思われる。

すなわち BP を初めとするバイオマス系資材の資源・環境負荷の面での最も大きな特徴は枯渇

1) カーボン・フット・プリント制度が整備され、健全に普及していくことなどが社会システムとしての前提になるが、環境税とも炭素税とも呼称されている二酸化炭素排出量に応じた課金制度など。

性資源消費量の節約と環境負荷の低減であることから、環境政策に沿った、低炭素社会の実現に貢献可能な資材として広く認知を得ることこそ、既存ポリマーの BP 化を促進する牽引要素になると思われる。

第5章 植物系繊維強化材料に関する特許調査

第5章 植物系繊維強化材料に関する特許調査

I. 調査目的

本調査ではセルロースナノファイバーと樹脂との複合化に関する特許状況を調査するに当たり、セルロースの概念を広く取り、主要3種類の樹脂との複合化技術に関して特許を選別、分類化する事により、バイオナノファイバーに関する先行技術を明確にし、かつ今後のプロジェクトの特許対応（出願、権利化判断）に供することを目的とする。

II. 調査内容

1. 調査手順

調査は以下の手順にて取り進めた。

- 1) 関連対象特許の検索
- 2) プロジェクトメンバーによる1次スクリーニングでの対象外特許の削除
- 3) 特許の請求項読み込みによる対象特許の選別と分類化

2. 対象特許

セルロースはナノファイバーに限定せず、パルプ等広くセルロースに関するものを対象とし、また、複合化の対象樹脂としてポリプロピレン系、不飽和ポリエステル系およびゴム系に限定し、日本並びに主要国および北欧特許を対象とした。

検索の調査範囲ならびに検索式を以下に示す。

1) 調査範囲

以下の(1)および(2)に関して、日本特許および主要国(PCT出願(WO)、米国(US)、欧州(EP)、イギリス(GB)、ドイツ(DE)、フランス(FR))および北欧特許(ノルウェー(NO)、スウェーデン(SE)、フィンランド(FI))について調査した。

(1) セルロース(草、木粉などを含む)樹脂との組成物または複合体に関するもの。

(2) パルプ用途であって、樹脂を含んだものの、製造法、組成に特徴を有するもの。

但し、(1)、(2)とも、「樹脂」は、ポリプロピレン系、不飽和ポリエステル系およびゴム系に限定している。

2) 検索対象

2-1. 日本特許検索

①期間

- ・ Docupat (全文公報検索システム) 発行日: 1993年～2008年9月末
- ・ PATOLIS 出願日: 1988年～発行日1992年末

②検索式

No. 検索項目 検索条件

- 1 更新 FI C08C, C08F10, C08F110, C08F210, C08F253, C08F255, C08F267/06, C08F283/01 OR
- 2 更新 FI C08G63 OR
- 3 要約+請求項 不飽和 OR
- 4 要約+請求項 セルロース, 木片, 木質, 繊維, 木粉, 草木 OR
- 5 要約+請求項 高分子, ポリマ, 重合体, 樹脂 OR
- 6 更新 FI C08L7, C08L9, C08L11, C08L13, C08L15, C08L17, C08L19, C08L21, C08L23, C08L67/06, C08L67/07 OR
- 7 要約+請求項 木片, 木質, 木粉, 草木, 植物 OR
- 8 要約+請求項 繊維, 天然, 自然 OR
- 9 要約+請求項 セルロース OR
- 10 更新 FI C08L1, C08B1, C08B3, C08B5, C08B7, C08B9, C08B11, C08B13, C08B15, C08B16, C08B17, C08F251/02 OR
- 11 要約+請求項 ポリエステル, エステルポリマ, エステル重合体, エステル共重合体, エステル樹脂 OR
- 12 要約+請求項 ゴム, ガム, ポリプロペン, ポリプロピレン, プロピレンポリマ, プロピレン共重合, プロピレン重合, プロピレンポリマ OR
- 13 要約+請求項 エラストマ OR
- 14 要約+請求項 熱可塑, オレフィン, プロペン, プロピレン, エチレン性 OR
- 15 更新 FI C08L, C08K, C08J OR
- 16 $(1+2*3)*4*5+(1+2*3+6)*(7*8*5+5*9)+10*(1+2*3+(3*11+12+13*14)*15)$
- 17 更新 FI D21B, D21C, C08L1, C08B1, C08B3, C08B5, C08B7, C08B9, C08B11, C08B13, C08B15, C08B16, C08B17, C08F251/02 OR
- 18 要約+請求項 セルロース, 植物, 草, 材木, 藁 OR
- 19 要約+請求項 繊維, フィブリル, ウィスカ, ファイバ OR
- 20 要約+請求項 ゴム, エラストマ, ガム, ポリプロペン, ポリプロピレン, プロピレンポリマ, プロピレン共重合, プロピレン重合, プロピレンポリマ OR
- 21 要約+請求項 製造, 製法, 相溶, 改質, 表面処理, 砕, 微細, 微小, 修飾, 変性, 疎水, 撥水 OR
- 22 $17*(18+19)*(1+20)+18*19*21*1$
- 23 16+22

2-2. 外国特許検索

①期間

WPIINDEX 公報発行日 (BASIC) : 1989 年から 2008 年 9 月末

尚、検索結果の出力では社内データベースを併用した。

②検索式

WFINDEX (STN)

L1 S (C08B OR C08F0251-02 OR C08L0001)/IPC

L2 S CELLULOS? OR GRASS? OR STRAW? OR WOOD OR PULP OR TURF

L3 S (C08C OR C08F0010 OR C08F0110 OR C08F0210 OR C08F0253 OR C08F0255 OR C08F0267-06 OR C08F0283-01 OR C08G0063 OR C08L0007 OR C08L0009 OR C08L0011 OR C08L0013 OR C08L0015 OR C08L0017 OR C08L0019 OR C08L0021 OR C08L0023 OR C08L0067)/IPC

L4 S GUM OR ELASTOMER# OR RUBBER# OR POLYPROPENE OR POLYPROPYLENE? OR (PROPENE OR PROPYLENE) (2W) (POLYMER# OR COPOLYMER?) OR POLYESTER?

L5 S (C08B OR C08F0251-02 OR C08L0001)/IPC

L6 S FIBRIL? OR FIBER? OR FIBRE? OR FIBROUS OR WHISKER? OR MICROFIBRIL? OR NANOFIBRIL? OR MICROFIBER? OR MICROFIBRE? OR NANOFIBER? OR NANOFIBRE? OR NANOFIBROUS OR MICROFIBROUS OR NANOWHISKER? OR MICROWHISKER? OR FILAMENT? OR NANOFILAMENT? OR MICROFILAMENT?

L7 S (C08? OR B32B OR D21B OR D21C)/IPC

L8 S ?CELLULOSE OR ?CELLULOSIC OR CELLULOS? OR GRASS? OR STRAW? OR WOOD OR PULP OR TURF

L9 S L8(S) (FIBER? OR FIBRE? OR FIBROUS OR WHISKER? OR FIBRIL? OR MICROFIBRIL? OR NANOFIBRIL? OR MICROFIBER? OR MICROFIBRE? OR NANOFIBER? OR NANOFIBRE? OR NANOFIBROUS OR MICROFIBROUS OR NANOWHISKER? OR MICROWHISKER? OR FILAMENT? OR NANOFILAMENT? OR MICROFILAMENT?)

L10 S L1 AND L2 AND L3 AND L4

L11 S L5 AND L4(L)L8 OR L2(L)L4 AND L3

L12 S L10-L11

L13 S L5 AND L6(L)L4 OR L7 AND L9(L)L4

L14 S L3 AND L9

L15 S L12-L14

L16 S L15 AND PY.B>1989 AND PD.B<=20080930

L17 S L16 AND (WO OR US OR EP OR DE OR GB OR FR OR NO OR SE OR FI)/PC

3. 分類方法

1次スクリーンにて抽出された特許を特許の種類（製造物、製造法、用途）、セルロース技術（種類、処理法、処理剤）、樹脂種別、樹脂改質法（改質剤、変性法）、樹脂相溶化法（相溶化剤、方法）、混練技術に分類した。また備考欄にはその特許の技術ポイントが分かるように記入を行った。分類基準並びにその分類表の概要を表1に示す。

尚、分類に際しては研究開発の参考となる先行技術と問題特許を抽出する事を目的に出るだけ幅広い抽出を心掛けた。分類手法は次に従った。

1) 日本語及び英語の特許は明細書全文を、また非英語の特許はデータベースが提供する英語抄録を読み込みの対象とした。

- 2) 明細書を読み込みの対象とした場合は請求範囲をベースとし、詳細な説明に配合剤としてセルロースが例示された物を極力抽出した。
- 3) 組成物・製造法と同様に用途特許についても関係が有りそうな物を極力抽出した。

表 1. 分類基準表

No.	判定	(国際)公開・公表番号	出願人・権利者	発明・考案名称	特許の種類			複合化方法								その他	備考	
					製造物(組成物)	製造法	用途	セルロース等			樹脂				混練方法			
								種類	処理法	処理剤	種類	改質法		相溶化法				
												改質剤	変性法	相溶化剤				方法等
該当例	本調査の対象でない場合は"0"を付与						植物 草・木 木粉 パルプ セルロース 等	粉碎 摩砕 解繊 表面処理 表面改質 等	表面処理剤 表面改質剤 等	P/O PE PP UP ゴム SBR IR 等	アクリル酸 (AA) 無水マレイ ン酸 エポキシ含 有モノマー 等	ブレンド ランダム 共重合 グラフト共 重合 等	EAA MAH変性 PP 等	混合法 等	2軸押出機 パンバリー 等	左記 に該 当し ない 物	技術のポイントを 記入	
記入例	0(ノイズ) 1(該当)				1 (該 当)	1 (該 当)	1 (該 当)	植物 草・木 木粉 パルプ セルロース (該当の 場合)	1 (該 当の 場 合)	1 (該 当の 場 合)	P/O PP TSR UP ゴム IR (該当の 場合)	1 (該 当の 場 合)	1 (該 当の 場 合)	1 (該 当の 場 合)	1 (該 当の 場 合)	1 (該 当の 場 合)	架橋剤 CMC界面活性剤 低結晶性PP MAH変性PP グラフト 等	

【対象樹脂】

- ・ポリプロピレン：主成分がポリエチレンも含めポリオレフィン全般を対象とする。
- ・不飽和ポリエステル：主成分が不飽和及び飽和の二塩基酸と二価アルコールの縮合物にスチレンモノマーを共重合させた樹脂を対象とする。また上位概念である熱硬化性樹脂（TSR）も含める。
- ・ゴム：主成分が全てのゴムを対象とする。

Ⅲ. 調査結果

1. 検索結果

セルロースと樹脂の複合化に関する検索の結果、7,013件（日本特許3,925件、外国特許3,088件）が選別された。結果を表2に示す。

尚、出力に関しては便宜的に①ポリプロピレン、②不飽和ポリエステル（UP）、および③ゴムに分け、各々について日本語または英語を優先し、対応特許（パテントファミリー）を用いて出力した。ファミリー別出力の分け方は以下の通り。

JPあり／WO（英語または日本語）あり／USあり／GBあり／EP（英語）あり／
WO（非英語）／EP（非英語）／その他

（注）対応特許（パテントファミリー）は調査時点のWPINDEXのデータを利用している。

表2. 検索結果と対象特許数

樹脂種	日本語			英語					非英語			合計	
	JP (日本)	WO (国際)	計	US (米国)	GB (英国)	WO (国際)	EP (欧州)	計	WO (国際)	EP (欧州)	その他		計
PP他	1,426	5	1,431	958	14	167	38	1,177	63	22	122	207	2,815
UP他	1,542	12	1,554	769	11	133	20	933	63	32	108	203	2,690
ゴム他	957	6	963	389	15	66	7	477	25	7	36	68	1,508
合計	3,925	23	3,948	2,116	40	366	65	2,587	151	61	266	478	7,013

ここで、樹脂種別に関しては、便宜的に、①（①に該当するもの）>②（①以外で②であるもの）>③（①、②以外のもの）の3つに分けている（日本特許）。

① FI にプロピレン関連の C08F10, C08F110, C08F210, C08F255 があるもの、または請求項＋クレームに、ポリプロピレン, ポリプロペン, プロピレンポリマ, プロピレン共重合, プロピレン重合, プロピレンポリマ
があるもの

② FI にポリエステル関連の C08G63, C08F283/01 があるもの、または請求項＋クレームに、不飽和およびポリエステル, エステルポリマ, エステル重合体, エステル共重合体, エステル樹脂のいずれかの記載があるもの

同様に海外特許に関しても、①、②は以下を基準としている。

① 国際特許分類で、プロピレン関連の C08F0010, C08F0110, C08F0210, C08F0255, C08L0023 があるもの、または抄録中のキーワードが (POLYPROPENE OR POLYPROPYLENE? OR (PROPENE OR PROPYLENE) (2W) (POLYMER# OR COPOLYMER?)) に該当するもの

② 国際特許分類でポリエステル関連の C08G0063、C08L0067 があるもの、または抄録中のキーワードに POLYESTER? があるもの

結果的に日本特許が 3, 945 件、海外特許が 3, 065 件（英語文：2, 587 件、非英語文：478 件）の合計 7, 013 件が抽出された。

これをプロジェクトチームによる 1 次スクリーニングの対象とした。

2. 分類結果

分類の対象は1において検索された結果の抄録からプロジェクトメンバーが抽出した以下の特許を対象（表3）として、請求項読み込み等にて分類を行った。

表3. 分類対象特許

樹脂種	日本語			英語					非英語				合計
	JP (日本)	WO (国際)	計	US (米国)	GB (英国)	WO (国際)	EP (欧州)	計	WO (国際)	EP (欧州)	その他	計	
PP他	556	0	556	747	7	128	26	908	35	13	87	135	1,599
UP他	622	2	624	346	1	24	7	378	11	19	40	70	1,072
ゴム他	218	0	218	14	1	3	1	19	0	0	0	0	237
合計	1,396	2	1,398	1,107	9	155	34	1,305	46	32	127	205	2,908

本調査の目的から、より広範囲に拾い上げる分類作業を行ったが、最終的に分類の対象とした2次抽出の件数はPP他：436件、UP他：117件、ゴム他：118件の合計671件となった（表4）。

表4. 分類特許

樹脂種	日本語			英語					非英語				合計
	JP (日本)	WO (国際)	計	US (米国)	GB (英国)	WO (国際)	EP (欧州)	計	WO (国際)	EP (欧州)	その他	計	
PP他	165	0	165	139	3	59	9	210	17	3	41	61	436
UP他	82	1	83	22	1	7	0	30	1	1	2	4	117
ゴム他	114	0	114	2	0	2	0	4	0	0	0	0	118
合計	361	1	362	163	4	68	9	244	18	4	43	65	671

1) 分類結果の概要

各個別特許の分類詳細は添付資料を参照願うとして、ここでは分類の特徴を以下に示す。

①特許の種類

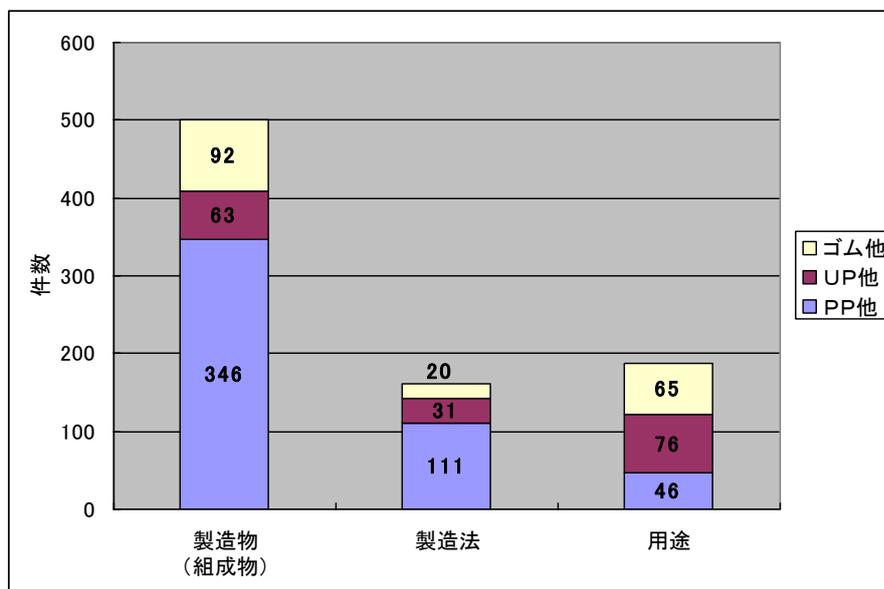
特許の種類を製造物（組成物）特許、製造法特許、用途特許に分類したが、全件数671件中製造物（組成物）が501件（74.7%）と一番多く、製造法特許、用途特許はそれぞれ162件（24.1%）、187件（27.9%）に留まる。

注：特許によっては請求項で製造物と用途、あるいは製造法と用途など、複数の内容を含む場合がある。よって、ここでの件数はのべ件数を表す。

特にPP他ポリオレフィンの系では製造物特許が79.4%と多く、製造法が25.5%、用途は10.6%に過ぎない。これに対し、UPおよびゴムの場合は用途特許がそれぞれ65.0%、55.1%を占める。PP他の製造物（組成物）特許が多い理由は、極性のないPPへ極性のセ

ルロースを複合化するためにマレイン化PPなど親和性を増加する添加剤などが必要なためと考えられる。

図1. 特許の種類



②セルロースの種類

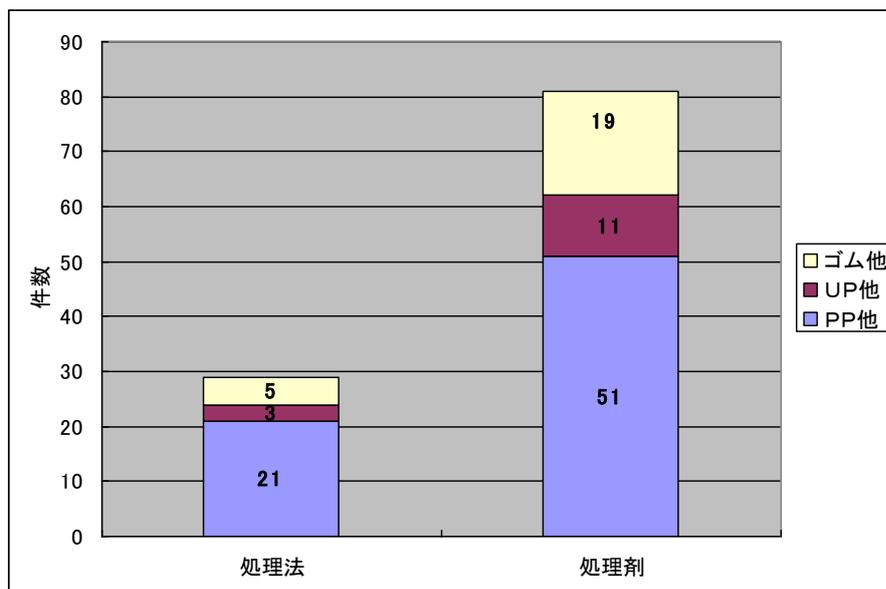
種類としてはセルロースとの一般呼称の他、木、木粉、植物性繊維、天然繊維、有機繊維等の他、フィラー、植物、有機充填剤、強化剤、糖類（内容としてはセルロースを含む）など多岐にわたる表現が使われている。請求項で不明の場合は明細書にてセルロースに関係するか否かで判断した。

③セルロースの処理

セルロースと樹脂を複合化するためには、セルロース自体の処理（修飾）あるいは樹脂の処理（修飾）をする必要がある。セルロース側から見てセルロースを処理する方法に特徴がある特許が29件（4.3%）、処理剤に特徴があるものが81件（12.1%）であった。

樹脂別では処理剤・処理法に特徴がある特許がPP（16.5%）、UP（12%）、ゴム（20.3%）であった。

図2. セルロースの処理に特徴のある特許



尚、処理剤としては次のようなものが挙げられていた。

PPの場合：多塩基酸無水物、第四級アンモニウムアルキル塩、イソシアネート系樹脂、CCA
1、尿素／ホルムアルデヒド、熱硬化性樹脂（フェノール、不飽和ポリエステル）、（エポキシ）、シランカップリング剤、酸化剤（過酸化物等）、チタニウムカップリング剤、オゾン、脂肪酸とロジン酸、ポリ無水マレイン酸、コポリアミドなど

UPの場合：多塩基酸無水物、エポキシ化合物、メラミン系樹脂、有機酸、酸変性エチレン共重合体、シリコンなど

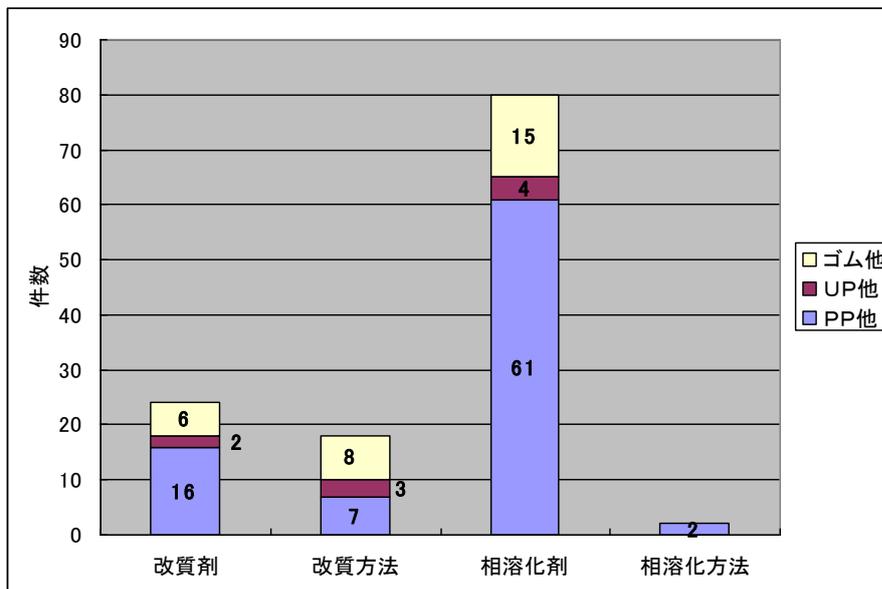
ゴムの場合：多塩基酸無水物、不飽和モノエポキシ化合物、脂肪族-芳香族疎水基含有グリシジルエーテル化合物、メラミン-ホルムアルデヒド樹脂、シランカップリング剤、ラジカル発生剤、イソシアネート、ハロゲン化アルキル化剤、酸化アルキレン/グリシジル化合物など

④樹脂の処理

樹脂の面からは、樹脂の改質剤に特徴のあるもの24件（3.6%）、改質方法に特徴のあるもの18件（2.7%）、相溶化剤に特徴があるもの80件（11.9%）、相溶化方法に特徴のあるもの2件（0.3%）であった。

樹脂別ではPP（19.7%）、ゴム（24.6%）に比較してUP（7.7%）の割合が少ない。

図3. 樹脂側の処理に特徴のある特許



樹脂の変性剤としては不飽和基含有シランカップリング剤、不飽和カルボン酸系モノマー、マレイン酸、エポキシ化剤などが挙げられていた。セルロース改質との併用も含まれる。

また、多く使用される相溶化剤としては次のようなものが挙げられていた。

PPの場合：MAH変性PP、セルロース誘導体、カルボキシ基変性P/O、ポリビニルブチラール、ポリグリセロールの脂肪酸エステルなど、特にマレイン酸変性P/Oが圧倒的に多い

ゴムの場合：不飽和カルボン酸変性ポリオレフィン、官能基含有ゴム強化熱可塑性樹脂、マレイミド共重合体、ケテンダイマー、アルケニルコハク酸誘導体

⑤混練

混練に関する特許は全体的に少ない。PPが9件（2.1%）、UPが4件（3.4%）、ゴムが5件（4.2%）に留まる。

2) 技術の特徴

①全体考察

セルロースは極性材料であり、極性の不飽和ポリエステルとは相溶性が良いと考えられる。また、不飽和ポリエステルの場合、アルキッド樹脂の合成段階やスチレンモノマーを配合した段階（液体状態）でセルロースが配合出来る為に組成物の製造では有利であり、セルロースとの界面強化や混合方法について注目すべき特許は見当たらなかった。

ゴムは各種の極性添加物を通常配合する事、ラテックス段階（液体状態）でセルロースを混合出来る事で組成物の製造では有利であり、不飽和ポリエステルと同様にセルロースとの界面強化

や混合方法について注目すべき特許は見当たらなかった。

一方、ポリプロピレンは非極性であり、またセルロースをポリプロピレンの熔融状態で混合するしか方法が無い為に、セルロースとの界面強化や押出機での混合方法について工夫が必要と考えられる。従って、ポリオレフィンとセルロースとの組成物に着目して要素技術を整理した。

②ポリオレフィンに応用可能な樹脂とセルロースとの組成物に関する要素技術

下記の要素技術が見出された。

- ・相溶化剤：官能基としては酸、エポキシ、シラノール、イソシアネート等があり、ポリプロピレンの場合は無水マレイン酸が一般的である。
配合手段としては、官能基を含有する化合物のブレンド、モノマーとのランダム共重合、樹脂へのグラフト共重合があり、ポリプロピレンに無水マレイン酸を導入する場合はグラフト共重合となる。
- ・カップリング剤：セルロースとの反応性が期待されるシラン系、チタネート系、アルミネート系があり、特にシランカップリング剤が一般的である。無水マレイン酸変性ポリプロピレンの場合、アミノシランが有効と思われる。
- ・セルロースの表面処理：無処理の場合が一般的だが、エステル化、二重結合等を導入した例があった。
- ・混練方法：2軸押出機でポリオレフィンとセルロースを混合する事が一般的だが、2軸押出機中でセルロースの解繊と樹脂（生分解性樹脂の例）との混合を同時に行った例としては既知の下記2件（分割1件含む）が見出された。

特開 2005-42283：脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ及びセルロース繊維並びにそのマイクロファイブリ化方法

特開 2007-262649：脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ並びにそのマイクロファイブリ化方法

この2件では、遠心分離器で一次壁及び二次壁外層を傷つけたパルプ又はセルロース繊維をセルロース非晶領域膨潤剤（水、アルコール）と共に二軸押出機に供給し、セルロース繊維を平均直径が数 μm ～0.005 μm 、アスペクト比 ≥ 10 まで解繊する技術が開示されている。

通常のフィラーサイズである μm に比べ、ナノフィラーサイズである nm ではフィラー径が千分の一になる。単純計算ではナノフィラーの表面積は通常フィラーの百万倍になると想定される。ナノフィラーは表面積が非常に大きいので、界面強化剤（相溶化材、カップリング剤等）の配合量は通常フィラーに比べ大幅な増量が必要と思われる。

③注目特許

セルロースナノファイバーに絞って、樹脂との組成物に関する注目特許を次頁以降に整理した。また、注目特許のまとめを表5、6に示した。

注目特許 1

公表番号	特表平 9-509694
公表日	平成 9 年 (1997) 9 月 30 日
優先日	1994 年 3 月 1 日
発明の名称	マイクロフィブリルセルロース強化ポリマーとその利用
出願人	エルフ アトケム ソシエテ アノニム
要約	マイクロフィブリルセルロースで強化されたポリマーと、それに対応するラテックス、粉末、フィルムおよび繊維としての応用。ポリマー／セルロース複合材料は被囊マイクロフィブリル等の形状因子の大きな個別化されたマイクロフィブリルセルロースを強化材として用いて製造される。ラテックスポリマーとマイクロフィブリルの安定懸濁液とからなる強化ラテックスを用いて作られる。種々の用途、特に塗料およびナノ複合材料での利用。
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>1. 熱可塑性ポリマーマトリックスと、セルロース充填材とを含む組成物において、セルロース充填材が個別化されたマイクロフィブリルセルロースで構成され、このマイクロフィブリルセルロースは平均長さがマイクロメートル以上であり、直径が約 2～30 ナノメートルであり、形状因子が 60 以上であり、結晶化率は 20%以上、好ましくは 70%以上であることを特徴とする組成物。</p> <p>6. ラテックスポリマーと、セルロース充填材とを含む水性組成物において、セルロース充填材が組成物中で安定且つ個別化されて懸濁している請求項 1～5 に記載のマイクロフィブリルである水性組成物。</p> <p>7. ラテックスポリマーが-40°C～$+90^{\circ}\text{C}$のガラス転位温度を有する熱可塑性ラテックスポリマーである請求項 6 に記載の水性組成物。</p> <p>15. ラテックスポリマーとマイクロフィブリルセルロースとの安定水溶性懸濁液を凍結乾燥して得られる請求項 1～5 に記載の組成物の粉末。</p> <p>17. 請求項 15 の粉末または請求項 16 のペレットを押出成形して得られる請求項 1～5 に記載の組成物からなる板。</p> <p>20. ラテックスポリマーとマイクロフィブリルセルロースの水性懸濁液との直接蒸発または凍結乾燥による請求項 1～5 に記載の組成物からなる製品の製造方法。</p> <p>21. 請求項 15 または 16 に記載の粉末またはペレットの圧縮成形または射出成形による製品の製造方法。</p>
概要	マイクロフィブリルセルロース (平均長さ $\geq 1\mu\text{m}$ 、直径: 約 2～30 nm、形状因子 ≥ 60 、結晶化率 ≥ 20) で強化された熱可塑性ポリマーと、ラテックス、粉末、フィルムおよび繊維としての応用。ラテックスポリマーと表面電荷で懸濁安定化されたセルロース充填材とを含む水性組成物の凍結乾燥から作った粉末を成形する。

注目特許 2

公表番号	特表平 11-513425
公表日	平成 11 年 (1999) 11 月 16 日
優先日	1995 年 9 月 29 日
発明の名称	表面改質されたセルロースマイクロフィブリル、その製造方法及び複合材料におけるその使用方法
出願人	ロディア シミ
要約	特に複合材料の補強充填材又は構造化剤として用いるためのセルロースマイクロフィブリル、その製造方法並びにこのマイクロフィブリルを含む複合材料を開示する。特にこのマイクロフィブリルは長さ／平均径の比が 20 以上であって平均径が 1～50 nm である表面改質されたセルロースマイクロフィブリルである。このマイクロフィブリルの表面に存在する水酸基の 25% 以上はセルロースの水酸基と反応可能な官能基を少なくとも一つ有する少なくとも一種の有機化合物によりエステル化されている。その結果、この有機化合物が酢酸のようなアセチル基を有する有機化合物である場合には、このマイクロフィブリルは高分子マトリックスとして酢酸セルロースを含む材料の補強充填材として用いられる。この補強された複合材料をフィルム、成形物、繊維又は編み糸等に成形してもよい。
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>1. 表面に存在する水酸基の 25% 以上がこの水酸基と反応可能な官能基を少なくとも一つ有する少なくとも一種の有機化合物によりエステル化されており、長さ／平均径の比が 20 以上であって平均径が 1～50 nm である表面改質されたセルロースマイクロフィブリル。</p> <p>3. 前記セルロースの水酸基と反応する官能基を少なくとも一つ有する有機化合物が、ヘテロ原子を含んでいてもよい飽和若しくは不飽和の炭化水素基を有するカルボン酸無水物若しくはカルボン酸ハロゲン化物又はこれらに該当するカルボン酸である請求項 1 又は 2 に記載のマイクロフィブリル。</p> <p>16. 請求項 1～7 のいずれかに記載のセルロースマイクロフィブリルを複合材料の補強充填材又は構造化剤として使用する方法。</p> <p>18. 前記マトリックスがセルロースエステル及び生分解性高分子から成る群から選択される請求項 17 に記載の複合材料。</p>
概要	表面水酸基の 25% 以上がエステル化された長さ／平均径が 20 以上、平均径が 1～50 nm のセルロースマイクロフィブリル。セルロースの水酸基と反応する有機化合物は、飽和又は不飽和の炭化水素基を有するカルボン酸無水物、ハロゲン化物。補強充填材、構造化剤としてマトリックス（生分解性樹脂を例示）に配合した複合材料。

注目特許 3

公表番号	特表 2002-524618
公表日	平成 14 年 8 月 6 日
優先日	平成 10 年 9 月 15 日 (1998. 9. 15)
発明の名称	変性表面を持つセルロースマイクロフィブリル、それらの製造方法およびそれらの用途
出願人	ロディア・シミ
要約	本発明は、マイクロフィブリルの表面に存在するヒドロキシル官能基が、該ヒドロキシル官能基と反応することが可能な、少なくとも一つの官能基を含む少なくとも一つの有機化合物によりエーテル化されることにおいて、および表面置換度 (DSS) が少なくとも 0. 05 であることにおいて特徴付けられる変性表面を持つセルロースマイクロフィブリルに関する。本発明は、また、前記マイクロフィブリルを得るための方法、および粘度変性剤、特殊加工剤、および／または強化充填剤としてのそれらの用途に関する。
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>【請求項 1】 マイクロフィブリルの表面に存在するヒドロキシル官能基が、当該ヒドロキシル官能基と反応することが可能な、少なくとも一つの有機化合物によりエーテル化されることにおいて、および表面置換度 (DSS) が少なくとも 0. 05 であることにおいて特徴付けられる変性表面を持つセルロースマイクロフィブリル。</p> <p>【請求項 3】 セルロースのヒドロキシル官能基と反応することが可能である少なくとも一つの官能基を含む有機化合物が、シリル化剤、イソシアネート、ハロゲン化アルキル化剤、酸化アルキレンおよび／またはグリシジル化合物から選択されることにおいて特徴付けられる、請求項 1 および請求項 2 のいずれかに記載のマイクロフィブリル。</p> <p>【請求項 18】 熱可塑性プラスチック、熱硬化性材料、架橋または非架橋エラストマー、およびマッシュクにおける強化充填剤としての、請求項 1～14 のいずれかに記載のマイクロフィブリルの使用。</p>
発明の詳細な説明 (抜粋)	【0023】マイクロフィブリルの起源が何であれ、それらは、有利に、15より大きく、有利には50より大きく、より詳細には100より大きく、好ましくは500より大きいL/D比、および10Å～500Å、有利には15Å～200Å、さらに詳細には15Å～70Å、好ましくは18Å～40Åの間の平均直径(D)を示す。Lはマイクロフィブリルの長さを、Dはそれらの平均直径を示す。
概要	表面置換度(エーテル化)が0.1～1のセルロースマイクロフィブリル(平均直径は10～500Å)。セルロースの水酸基と反応する有機化合物はシリル化剤、イソシアネート、ハロゲン化アルキル化剤、酸化アルキレン、グリシジル化合物。熱可塑性プラスチック、熱硬化性材料、架橋または非架橋エラストマーにおける強化充填剤としての使用。

注目特許 4

公開番号	特開 2005-42283
公開日	平成 17 年 2 月 17 日 (2005. 2. 17)
優先日	平成 15 年 7 月 8 日 (2003. 7. 8)
発明の名称	脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ及びセルロース系繊維並びにそのマイクロフィブリル化方法
出願人	関西ティール・エル・オー株式会社、三菱化学株式会社
要約	<p>【課題】樹脂成分の前処理を必要とすることなく、汎用の混練手段で、樹脂成分中に繊維成分を均一に微細分散させて、高剛性で高強度なファイバー／生分解性樹脂複合材料を製造する。【解決手段】脂肪族ポリエステル (A) 1～100 重量%と、ポリ乳酸 (B) 99～0 重量%とからなる樹脂成分 1～99.9 重量部と、一次壁及び二次壁外層を傷つけた前処理パルプ及び／又はセルロース系繊維 (C) からなる繊維成分 99～0.1 重量部とを、セルロース非晶領域膨潤剤 (D) の存在下で溶融混練する脂肪族ポリエステル組成物の製造方法。溶融混練中に繊維成分を解繊してマイクロフィブリル化すると共に樹脂成分中に均一に微細分散させることができる。</p>
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>【請求項 3】一次壁及び二次壁外層を傷つけてなるパルプ及び／又はセルロース系繊維 (C) を、セルロース非晶領域膨潤剤 (D) の存在下に混練することにより、繊維成分を解繊することを特徴とするパルプ及び／又はセルロース系繊維のマイクロフィブリル化方法。</p> <p>【請求項 4】(a) 脂肪族ジオールと、(b) 脂肪族ジカルボン酸及び／又はその誘導体とを反応させて得られる脂肪族ポリエステル (A) からなる樹脂成分 1～99.9 重量部と、一次壁及び二次壁外層を傷つけた前処理パルプ及び／又はセルロース系繊維 (C) からなる繊維成分 99～0.1 重量部とを、セルロース非晶領域膨潤剤 (D) の存在下で溶融混練処理することを特徴とする脂肪族ポリエステル組成物の製造方法。</p> <p>【請求項 8】請求項 4 ないし 7 のいずれか 1 項において、前記溶融混練処理が、二軸押出機に前記樹脂成分、繊維成分及びセルロース非晶領域膨潤剤を供給して、該二軸押出機内で該セルロース非晶領域膨潤剤の存在下に前記繊維成分を該樹脂成分中に解繊、分散させる解繊・分散工程と、その後、該樹脂成分を溶融させると共に該繊維成分を更に解繊、微細分散させる溶融・分散工程と、その後、該セルロース非晶領域膨潤剤を分離すると共に混練物を押し出すセルロース非晶領域膨潤剤分離・押出工程とを備えることを特徴とする脂肪族ポリエステル組成物の製造方法。</p>
概要	脂肪族ポリエステル、一次壁及び二次壁外層を傷つけたパルプ又はセルロース繊維をセルロース非晶領域膨潤剤 (水、アルコール) と共に二軸押出機に供給し、セルロース繊維を平均直径が数 μm ～0.005 μm 、アスペクト比 ≥ 10 まで解繊する。

注目特許 5

公開番号	特開 2006-206864
公開日	平成 18 年 8 月 10 日 (2006. 8. 10)
優先日	平成 16 年 12 月 27 日 (2004. 12. 27)
発明の名称	ゴム／短繊維マスターバッチ及びその製造方法並びにそれらのマスターバッチを用いた空気入りタイヤ
出願人	横浜ゴム株式会社
要約	<p>【課題】 短繊維がゴム中に均一に分散したゴム／短繊維マスターバッチの提供。【解決手段】 平均径 0. 5 μm 未満の短繊維の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、これから水を除去して得られるゴム／短繊維のマスターバッチ及びその実用的な製造方法並びにそれらのマスターバッチを用いた空気入りタイヤ。</p>
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>【請求項 1】 平均径 0. 5 μm 未満の短繊維の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、その混合液から水を除去して得られるゴム／短繊維のマスターバッチ。</p> <p>【請求項 3】 前記短繊維がセルロース、アラミド及びポリビニルアルコールからなる群から選ばれる少なくとも 1 種の短繊維である請求項 1 又は 2 に記載のゴム／短繊維のマスターバッチ。</p> <p>【請求項 4】 平均 0. 5 μm 未満の短繊維の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、次にその混合液を、パルス燃焼による衝撃波の雰囲気下に噴射して乾燥させることを特徴とするゴム／短繊維マスターバッチの製造方法。</p> <p>【請求項 7】 請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の前記ゴム／短繊維マスターバッチを配合したゴム組成物。</p>
発明の詳細な説明 (抜粋)	<p>【0011】 本発明では、平均径 0. 5 μm 未満（好ましくは 0. 001～0. 4 μm）の短繊維の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、その混合液から水を除去してゴム／短繊維のマスターバッチを製造する。従来のように、バンバリーミキサーなどでゴムに短繊維を混合すると分散不良となりやすいが、本発明のようにあらかじめ平均径が 0. 5 μm 未満の短繊維を水中でフィブリル化させた分散液とし、これをゴムラテックスと混合して乾燥させることにより、短繊維をゴム中に均一に分散させることができ、このゴム／短繊維マスターバッチを利用して、ゴム補強性と耐疲労性のバランスが取れたゴム組成物を得ることができる。このゴム組成物は耐カット性、その他の物性に優れるので空気入りタイヤのビード部、特にガムフィニッシングやリムクッション用に、そしてランフラットタイヤのサイドウォール部に使用するのに好適である。</p>
概要	<p>平均径 0. 5 μm 未満（好ましくは 0. 001～0. 4 μm）の短繊維（セルロースを含む）の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、次にパルス燃焼による衝撃波の雰囲気下に噴射して乾燥させて得られるゴム／短繊維のマスターバッチ並びにそれらのマスターバッチを用いた空気入りタイヤ。</p>

注目特許 6

公開番号	特開 2007-146143
公開日	平成 19 年 6 月 14 日 (2007. 6. 14)
優先日	平成 17 年 10 月 26 日 (2005. 10. 26)
発明の名称	繊維強化複合樹脂組成物並びに接着剤及び封止剤
出願人	国立大学法人京都大学、ローム株式会社、三菱化学株式会社、株式会社日立製作所、パイオニア株式会社、日本電信電話株式会社
要約	<p>【課題】封止剤、接着剤又は充填剤として用いられる繊維強化複合樹脂組成物で、高度な透明性を有し、更には、近年の低熱膨張性、高強度、軽量性、高熱伝導性の要求レベル、特に等方的な高熱伝導性を十分に満たし得る繊維強化複合樹脂組成物を提供する。</p> <p>【解決手段】封止剤、接着剤又は充填剤として用いられる、繊維とマトリックス樹脂の液状前駆体とを含む繊維強化複合樹脂組成物で、該繊維が平均繊維径 4～200 nm の繊維であり、該組成物を板状に硬化させた硬化物の 50 μm 厚換算における波長 400～700 nm の全光線透過率が 70% 以上であって、該硬化物の厚さ方向の熱伝導率及び板面方向の熱伝導率がいずれも 0.4 W/m・K 以上であり、該組成物内でランダムに配向していることを特徴とする繊維強化複合樹脂組成物。</p>
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>【請求項 1】 封止剤、接着剤又は充填剤として用いられる、繊維とマトリックス樹脂の液状前駆体とを含む繊維強化複合樹脂組成物で、該繊維が平均繊維径 4～200 nm の繊維であり、該組成物を板状に硬化させた硬化物の 50 μm 厚換算における波長 400～700 nm の全光線透過率が 70% 以上であって、該硬化物の厚さ方向の熱伝導率及び板面方向の熱伝導率がいずれも 0.4 W/m・K 以上であり、該繊維が該組成物内でランダムに配向していることを特徴とする繊維強化複合樹脂組成物。</p> <p>【請求項 2】請求項 1 において、該繊維がセルロース繊維であることを特徴とする繊維強化複合樹脂組成物。</p> <p>【請求項 5】請求項 3 又は 4 において、該セルロース繊維がマイクロフィブリル化セルロース繊維を更に磨砕処理してなることを特徴とする繊維強化複合樹脂組成物。</p> <p>【請求項 7】請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項において、該マトリックス樹脂が、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン樹脂、及び熱硬化型ポリアミド樹脂よりなる群から選ばれる 1 種又は 2 種以上であることを特徴とする繊維強化複合樹脂組成物。</p>
概要	封止剤、接着剤又は充填剤として用いられる繊維（セルロース繊維、径 4～200 nm）とマトリックス樹脂の液状前駆体とを含む繊維強化複合樹脂組成物。硬化物の光線透過度、熱伝導率、繊維のランダム配向を規定。セルロース繊維はマイクロフィブリル繊維を更に磨砕処理した物。

注目特許7

公開番号	特開 2007-262649 (特開 2005-42283 の分割)
公開日	平成 17 年 10 月 11 日 (2007. 10. 11)
優先日	平成 15 年 7 月 8 日
発明の名称	脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ並びにそのマイクロフィブリル化方法
出願人	関西ティール・エル・オー株式会社、三菱化学株式会社
要約	<p>【課題】樹脂成分の前処理を必要とすることなく、汎用の混練手段で、樹脂成分中に繊維成分を均一に微細分散させて、高剛性で高強度なファイバー／生分解性樹脂複合材料を製造する。【解決手段】脂肪族ポリエステル(A) 1～100重量%と、ポリ乳酸(B) 99～0重量%とからなる樹脂成分 1～99.9重量部と、一次壁及び二次壁外層を傷つけた前処理パルプ及び／又はセルロース系繊維(C) からなる繊維成分 99～0.1重量部とを、セルロース非晶領域膨潤剤(D) の存在下で溶融混練する脂肪族ポリエステル組成物の製造方法。溶融混練中に繊維成分を解繊してマイクロフィブリル化すると共に樹脂成分中に均一に微細分散させることができる。</p>
特許請求の範囲 (抜粋) 2007年7月 12日補正	<p>【請求項1】<u>固形分2重量%濃度のスラリーを遠心分離器により1000Gで15分間処理した後の保水率が150～600%であることを特徴とする一次壁及び二次壁外層を傷つけてなるパルプ。</u></p> <p>【請求項2】請求項1において、<u>リファイナー処理により、一次壁及び二次壁外層を傷つけてなるパルプ。</u></p> <p>【請求項3】<u>一次壁及び二次壁外層を傷つけてなる、固形分2重量%濃度のスラリーを遠心分離器により1000Gで15分間処理した後の保水率が150～600%であるパルプ(C)を、セルロース非晶領域膨潤剤(D)の存在下に混練することにより、繊維成分を解繊することを特徴とするパルプのマイクロフィブリル化方法。</u></p> <p>【請求項4】(a) 脂肪族ジオールと、(b) 脂肪族ジカルボン酸及び／又はその誘導体とを反応させて得られる脂肪族ポリエステル(A) からなる樹脂成分 1～99.9重量部と、一次壁及び二次壁外層を傷つけた、固形分2重量%濃度のスラリーを遠心分離器により1000Gで15分間処理した後の保水率が150～600%である前処理パルプ(C) からなる繊維成分 99～0.1重量部とを、セルロース非晶領域膨潤剤(D) の存在下で溶融混練処理することを特徴とする脂肪族ポリエステル組成物の製造方法。</p>
概要	特開 2005-42283 の分割。全文補正の請求範囲は、一次壁及び二次壁外層を傷つけたパルプの製造方法として、遠心分離器での処理条件を規定。好ましくはリファイナー処理。

注目特許 8

公表番号	特開 2008-527109
公表日	平成 20 年 7 月 24 日
優先日	平成 17 年 1 月 10 日
発明の名称	マイクロファイバーおよびマイクロ粉末を含有するスラリー、ならびにその使用方法および製造方法
出願人	イー・アイ・デュポン・ドウ・ヌムール・アンド・カンパニー
要約	マイクロファイバーおよびマイクロ粉末を含有するスラリー、ならびにかかるスラリーの製造方法が提供される。マイクロファイバーおよびマイクロ粉末を含有するスラリーは、マイクロ粉末のみを含有するスラリーと比較してより安定であり、処理するのが容易であり、そしてマイクロ粉末はスラリーから分離したり、または凝集する可能性が少ない。
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>【請求項 1】少なくとも 1 つの液体媒体、少なくとも 1 つのマイクロファイバー、および少なくとも 1 つのマイクロ粉末を含んでなるマイクロファイバーおよびマイクロ粉末スラリー。</p> <p>【請求項 5】液体媒体が水性溶剤、非水性溶剤、モノマー、水、樹脂、ポリマー、ポリマー前駆体、キャリア、およびそれらの混合物から選択される、請求項 1 に記載のスラリー。</p> <p>【請求項 7】有機マイクロファイバーが脂肪族ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリロニトリル、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリウレタン、ポリフルオロカーボン、フェノール系誘導体、ポリベンズイミダゾール、ポリフェニレントリアゾール、ポリフェニレンスルフィド、ポリオキサジアゾール、ポリイミド、芳香族ポリアミド、セルロース、綿、絹、羊毛、およびそれらの混合物から選択されるポリマー材料を含んでなる、請求項 6 に記載のスラリー。</p> <p>【請求項 18】マイクロ粉末が 0.01~100 ミクロンの平均直径を有する、請求項 1 に記載のスラリー。</p> <p>【請求項 19】請求項 1 に記載のマイクロファイバーおよびマイクロ粉末スラリーから製造される材料。</p> <p>【請求項 20】材料、樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、およびエラストマーから選択される、請求項 19 に記載の材料。</p>
発明の詳細な説明 (抜粋)	【0021】……マイクロファイバーは好ましくは約 1 nm~約 12 ミクロン、より好ましくは約 5 ナノメートル~約 1 ミクロン、最も好ましくは約 5 ナノメートル~約 100 ナノメートルの直径を有する。……
概要	マイクロファイバー (1 nm~12 μm) およびマイクロ粉末スラリー (0.01~100 μm)、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、エラストマーから製造される材料。実施例は、ケブラー・マイクロファイバー、テフロンマイクロ粉末と PET の組成物を開示。組成物は、重合槽中で DMT、EG と混合し重合する事により製造される。

注目特許 9

公開番号	US2005/0256262A1
公開日	Nov. 17, 2005
出願日	Mar. 4, 2005
発明の名称	COATING OR COMPOSITE MOULDING OR MASTIC COMPOSITION COMPRISING ADDITIVES BASED ON CELLULOSE MICROFIBRILS
出願人	[INVENTOR]: Alain Hill, Rueil Malmaison (FR) [INVENTOR]: Isabelle Silberzan, Paris (FR)
要約	The invention relates to a coating or composite moulding or mastic composition comprising, by weight: A) 100 parts of at least one reactive or non-reactive organic binder B) 0.001 to 20 parts of at least one additive comprising cellulose microfibrils modified at the surface by at least one compound B1, the said cellulose microfibrils having an aspect ratio l/d of greater than 20 and a mean cross-section d ranging from 1 to 50 nm, the said compound B1 having at least one hydrophilic part and at least one hydrophobic part, the said microfibrils being modified at the surface by physical route, by physical adsorption of the said compound B1 C) optionally, at least one organic diluent D) optionally, up to 300 parts of at least one component chosen from fillers, fibres, pigments, dyes and other conventional additives. The invention also relates to a specific process for the preparation of this composition, to specific uses and to an intermediate composition for the preparation of such a composition.
特許請求の範囲 (抜粋)	1) A coating or composite moulding or mastic composition, wherein it comprises, by weight: A) 100 parts of at least one reactive or non-reactive organic binder B) 0.001 to 20 parts of at least one additive comprising cellulose microfibrils modified at the surface by at least one compound B1, the said cellulose microfibrils having an aspect ratio l/d of greater than 20 and a mean cross-section d ranging from 1 to 50 nm, the said compound B1 having at least one hydrophilic part and at least one hydrophobic part, the said microfibrils being modified at surface by physical route by the physical adsorption of said compound B1 C) optionally, at least one organic diluent D) optionally, up to 300 parts of at least one component chosen from fillers, fibres, pigments, dyes and other conventional additives. 12) The composition according to claim 1, wherein the said organic binder A is reactive and is selected from epoxy/amines starting from crosslinkable two-component systems, unsaturated polyesters, vinyl esters, modified or unmodified alkyds, polyurethanes starting from crosslinkable two-component systems, and more particularly acrylic polyurethanes starting from crosslinkable

	<p>two-component systems, acrylated acrylic oligomers, binders which can be crosslinked thermally or under UV and/or EB radiation, silanized polyethers or silanized polyurethanes.</p> <p>21) The composition according to claim 1, wherein the said composition is a composite moulding composition.</p> <p>22) The composite moulding composition according to claim 21, wherein it comprises at least one organic binder A selected from: unsaturated polyesters, vinyl esters, crosslinkable two-component epoxy/amine or epoxy/polyamide systems or crosslinkable two-component polyurethane systems.</p>
概要	<p>界面活性剤で処理したセルロース・マイクロファイバー（径1～50nm）と熱硬化性樹脂からなる組成物。実施例3でオルトフタル酸系不飽和ポリエステルとの組成物を開示。</p>

注目特許 10

公開番号	US2008/0118765A1
公開日	Aug. 7, 2008
出願日	Feb. 6, 2008
発明の名称	SUSTAINABLE POLYMERIC NANOCOMPOSITES
出願人	POLYNEW INC., Golden, CO (US)
要約	The development described provides methods of producing functionalized cellulose in a one-step acid treatment process and of using the cellulose so derived to make composite polymer materials. The composite materials may include mixtures of the acid treated cellulose, functionalized cellulose polymers, including but not limited to cellulose acetate, cellulose butyrate, cellulose propionate, methyl cellulose, and ethyl cellulose, biobased and/or biodegradable polymers, impact modifying agents, and other components such as nucleating agents and pigments. The composite materials formed possess thermomechanical properties that differ from those of similar polymer composites made using prior art. In particular, the composite and nanocomposite materials are characterized by increased heat distortion temperatures and improved impact strengths.
特許請求の範囲 (抜粋)	What is claimed is: 1. A method for preparing a composite, comprising the steps of: a. Treating cellulose using an acid mixture of hydrochloric acid and an organic acid and then washing and drying;b. Adding to the resulting cellulose one or more of molten lactide, lactide solution, molten polylactide, and polylactide solution; andc. Subjecting the mixture to intensive mixing. 7. The method according to claim 1, in which the acid-treated cellulose is fractionated by size using techniques selected from the group consisting of centrifugation, membrane separation, filtration, field flow fractionation, or chromatography.
発明の詳細な説明	SUMMARY [0009].....These composites may consist of cellulosic particles of variable sizes from a few nanometers to hundred of microns in their minimum dimension.
概要	塩酸及び有機酸で処理した後に水洗し乾燥したセルロースをポリ乳酸と混合した物。塩酸処理したセルロースは遠心分離、膜分離、濾過、field flow fractionation、クロマトでサイズ分割される。樹脂複合体中のセルロース粒子のサイズは数nm～100μmまで可変。

注目特許 1 1

公開番号	US2008/0146701A1
公開日	Jun. 19, 2008
出願日	Sep. 9, 2004
発明の名称	MANUFACTURING PROCESS OF CELLULOSE NANOFIBERS FROM RENEWABLE FEED STOCKS
出願人	[INVENTOR]: Mohini M. Sain, Toronto (CA) [INVENTOR] Arpana Bhatnagar, North York (CA)
要約	Cellulose nanofibers have been processed from renewable feedstock in particularly from natural fibers, root crops and agro fibers, wherein the pulp was hydrolysed at a moderate temperature of 50 to 90 degree C., one extraction was performed using dilute acid and one extraction using alkali of concentration less than 10%; and residue was cryocrushed using liquid nitrogen, followed by individualization of the cellulose nanofibers using mechanical shear force. The nanofibers manufactured with this technique have diameters in the range of 20-60 nm and much higher aspect ratios than long fibers. Due to its lightweight and high strength its potential applications will be in aerospace industry and due to their biodegradable potential with tremendous stiffness and strength, they find application in the medical field such as blood bags, cardiac devices, valves as a reinforcing biomaterial.
特許請求の範囲 (抜粋)	1. Cellulose nanofibers separated from the secondary cell wall by a unique chemi-mechanical process. 4. Cellulose nanofibers wherein diameter of the nanofibers are between 5 nm to 50 nm. 7. A process for preparation of cellulose nano-fibers from secondary cell wall of pulps obtained from natural fibers, root crops and agro based fibers containing hemicellulose, lignin, pectin and mineral materials using the following steps: (a) hydrolyzing, the pulp with dilute acid at a temperature between about 70 degree C. to 90 degree C. to extract pectin and hemicellulose partially (b) obtaining solid residue from suspension of step (a); (c) a second extraction of cellulosic materials from step (b) using alkaline conditions and recovering the solid residue by separating the suspension; (d) washing the residue from step (c); (e) cryocrushing of the residue to obtain cell wall fragments; (f) diluting the cellulosic material from step (e) in water or any other solvent to obtain 0.1% to 10% consistency; (g) defibrillating the cell suspension from step (f); defibrillation step is carried out using a high pressure defibrillator using novel cell rupture technique such as passing the

	<p>cell suspension through a small diameter orifice subjecting the suspension to a pressure of about 60 to 80 MPa.</p> <p>14. A process where a dispersing agent such as chlorosilanes, vinyl silanes, maleated polypropylene (MAPP) etc. used to disperse the nanofibers after step (g)</p> <p>15. A process for manufacturing cellulose nanofiber dispersed plastic composite by extrusion, injection molding, and casting</p> <p>16. A process wherein nanofibers can be used as reinforcement for composites making for medical, packaging and industrial applications based on bio-plastics and plastics by film casting, molding and extrusion processes.</p> <p>17. An aqueous composition comprising a latex polymer and a cellulose nanofibers filler, in a stable suspension and individualized in the composition</p>
概要	<p>化学的と機械的な処理で二次細胞壁から分離したセルロースナノ繊維（径5～50 nm）。化学的処理ではパルプを塩酸、次にアルカリで処理。その後の機械的処理では、凍結粉碎した細胞壁破片を懸濁した後、60～80 MPaで小径のオリフィスから押し出す。繊維はクロルシラン、ビニルシラン、無水マレイン酸変性PP等を分散剤として樹脂と複合化し、押出、射出、フィルム成形に使用。</p>

注目特許 1 2

公開番号	US2008/0188636A1
公開日	Aug. 7, 2008
出願日	Feb. 6, 2008
発明の名称	POLYMER DERIVATIVES AND COMPOSITES FROM THE DISSOLUTION OF LIGNOCELLULOSICS IN IONIC LIQUIDS
出願人	North Carolina State University
要約	The present invention provides wood derivatives and composite materials prepared by first solvating a lignocellulosic material using an ionic liquid. The solvated lignocellulosic material can be derivatized to incorporate functional groups, particularly groups that facilitate later combination with polymer materials, including non-polymer polymers. The polymeric materials can be combined with the derivatized lignocellulosic material in solution, or the derivatized lignocellulosic material can be isolated and later combined with the polymeric material in a melt. The invention encompasses a variety of wood derivatives, composites, and nanocomposites useful for preparing multiple types of products, including membranes, fibers, and formed parts.
特許請求の範囲 (抜粋)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A composite material comprising an ionic liquid solvated lignocellulosic material in combination with a further polymeric component. 2. The composite material according to claim 1, wherein the further polymeric component comprises a natural polymer. 3. The composite material according to claim 1, wherein the further polymeric component comprises a synthetic polymer. 5. The composite material according to claim 1, wherein the further polymeric component is selected from the group consisting of polysaccharides, polyesters, polyamides, aromatic polyamides, polyimides, polyurethanes, polysiloxanes, aromatic polymers, phenol polymers, polysulfides, polyacetals, polyolefins, halogenated polyolefins, polyethylene oxides, polyacrylates, polymethacrylates, polycarbonates, polydienes, and combinations thereof.
概要	イオン性液体で溶媒和されたリグノセルロース材料と樹脂との組成物。樹脂は天然又は合成樹脂で、ポリオレフィン、ポリジエン等を含む。また、リグノセルロースはカルボン酸誘導体でエステル化された物や脂肪族炭化水素のハロゲン化物でエーテル化された物を含む。

注目特許 13

公開番号	W02007/136086A1
公開日	2007年11月29日(29.11.2007)
優先日	2006年5月23日(23.05.2006)
発明の名称	ポリ乳酸とセルロース繊維とを含有する材料
出願人	国立大学法人九州大学
要約	本発明は、ポリ乳酸75重量%以上を含む分解性の樹脂組成物であって、ポリ乳酸に対して0.05~10重量%のセルロースナノ繊維を含む、樹脂組成物を提供する。セルロースナノ繊維としては、セルロースを対向衝突処理して得られたものが好ましく、またバクテリアセルロースを対向処理して得られたものであることがさらに好ましい。本発明の樹脂組成物を用いて製造された成形加工品は、セルロースナノ繊維のポリ乳酸の結晶化を促進する作用により、成形加工性が良好であり、また耐熱性と強度とにおいて優れる。
特許請求の範囲 (抜粋)	<p>[1] ポリ乳酸75重量%以上を含む分解性の樹脂組成物であって、ポリ乳酸に対して0.05~10重量%のセルロースナノ繊維を含む、樹脂組成物。</p> <p>[2] セルロースナノ繊維が、セルロースを対向衝突処理して得られたものである、請求項1に記載の樹脂組成物。</p> <p>[3] セルロースナノ繊維が、バクテリアセルロースを対向衝突処理して得られたものである、請求項2に記載の樹脂組成物。</p> <p>[4] 請求項1~3のいずれかに記載の樹脂組成物からなる、成形加工品。</p>
概要	ポリ乳酸を75%以上含む分解性樹脂組成物で、ポリ乳酸に対し0.05~10重量%のセルロースナノ繊維を配合した物。セルロースナノ繊維は、セルロースを対向衝突処理した物。ポリ乳酸の結晶化を促進する効果がある

表5. セルロースナノファイバーと樹脂との組成物に関する注目特許リストまとめ（日本）

特許番号	発明の名称	出願人	概要
特表平9-509694	マイクロフィブリルセルロース強化ポリマーとその利用	エルフ アトケム	マイクロフィブリルセルロース（平均長さ $\geq 1\mu\text{m}$ 、直径：約2～30nm、形状因子 ≥ 60 、結晶化率 ≥ 20 ）で強化された熱可塑性ポリマーと、ラテックス、粉末、フィルムおよび繊維としての応用。ラテックスポリマーと表面電荷で懸濁安定化されたセルロース充填材とを含む水性組成物の凍結乾燥から作った粉末を成形する。
特表平11-513425	表面改質されたセルロースマイクロフィブリル、その製造方法及び複合材料におけるその使用方法	ロディア	表面水酸基の25%以上がエステル化された長さ/平均径が20以上、平均径が1～50nmのセルロースマイクロフィブリル。セルロースの水酸基と反応する有機化合物は、飽和又は不飽和の炭化水素基を有するカルボン酸無水物、ハロゲン化物。補強充填材、構造化剤としてマトリックス（生分解性樹脂を例示）に配合した複合材料。
特表2002-524618	変性表面を持つセルロースマイクロフィブリル、それらの製造方法およびそれらの用途	ロディア	表面置換度（エーテル化）が0.1～1のセルロースマイクロフィブリル（平均直径は10～500Å）。セルロースの水酸基と反応する有機化合物はシリル化剤、イソシアネート、ハロゲン化アルキル化剤、酸化アルキレン、グリシジル化合物。熱可塑性プラスチック、熱硬化性材料、架橋または非架橋エラストマーにおける強化充填剤としての使用。
特開2005-42283	脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ及びセルロース繊維並びにそのマイクロフィブリル化方法	関西ティ・エル・オー 三菱化学	脂肪族ポリエステル、一次壁及び二次壁外層を傷つけたパルプ又はセルロース繊維をセルロース非晶領域膨潤剤（水、アルコール）と共に二軸押出機に供給し、セルロース繊維を平均直径が数 μm ～0.005 μm 、アスペクト比 ≥ 10 まで解繊する。
特開2006-206864	ゴム/短繊維マスターバッチ及びその製造方法並びにそれらのマスターバッチを用いた空気入りタイヤ	横浜ゴム	平均径0.5 μm 未満（好ましくは0.001～0.4 μm ）の短繊維（セルロースを含む）の水分散液とゴムラテックスとを攪拌混合し、次にパルス燃焼による衝撃波の雰囲気下に噴射して乾燥させて得られるゴム/短繊維のマスターバッチ並びにそれらのマスターバッチを用いた空気入りタイヤ。
特開2007-146143	繊維強化複合樹脂組成物並びに接着剤及び封止剤	京都大学、ローム 三菱化学、日立製作所 パイオニア	封止剤、接着剤又は充填剤として用いられる繊維（セルロース繊維、平均径4～200nm）とマトリックス樹脂の液状前駆体とを含む繊維強化複合樹脂組成物。硬化物の光線透過度、熱伝導率、繊維のランダム配向を規定。セルロース繊維はマイクロフィブリル繊維を更に磨砕処理した物。
特開2007-262649 (2005-42283 分割)	脂肪族ポリエステル組成物の製造方法とそれに用いるパルプ並びにそのマイクロフィブリル化方法	関西ティ・エル・オー 三菱化学	特開2005-42283の分割。全文補正の請求範囲は、一次壁及び二次壁外層を傷つけたパルプの製造方法として、遠心分離器での処理条件を規定。好ましくはリファイナリー処理。
特開2008-527109	マイクロファイバーおよびマイクロ粉末を含有するスラリー、ならびにその使用方法および製造方法	イー・アイ・デュポン	マイクロファイバー（平均径1nm～12 μm ）およびマイクロ粉末スラリー（0.01～100 μm ）、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、エラストマーから製造される材料。実施例は、ケブラー・マイクロファイバー、テフロンマイクロ粉末とPETの組成物を開示。組成物は、重合槽中でDMT、EGと混合し重合する事により製造される。

表6. セルロースナノファイバーと樹脂との組成物に関する注目特許リスト (海外)

特許番号	発明の名称	出願人	要約
US2005/0256262	COATING OR COMPOSITE MOULDING OR MASTIC COMPOSITION COMPRISING ADDITIVES BASED ON CELLULOSE MICROFIBRILS	不明 (FR)	界面活性剤で処理したセルロース・マイクロファイバー (径1~50 nm) と熱硬化性樹脂からなる組成物。実施例3でオルトフタル酸系不飽和ポリエステルとの組成物を開示。
US2008/0118765	SUSTAINABLE POLYMERIC NANOCOMPOSITES	POLYNEW, INC. (US)	塩酸及び有機酸で処理した後に水洗し乾燥したセルロースをポリ乳酸と配合し、混合した物。塩酸処理したセルロースは遠心分離、膜分離、濾過、field flow fractionation、クロマトでサイズ分割される。樹脂複合体中のセルロース粒子のサイズは数nm~100 μmまで可変。
US2008/0146701	MANUFACTURING PROCESS OF CELLULOSE NANOFIBERS FROM RENEWABLE FEED STOCKS	不明 (CA)	化学的と機械的な処理で二次細胞壁から分離したセルロースナノ繊維 (径5~50 nm)。化学的処理ではパルプを塩酸、次にアルカリで処理。その後の機械的処理では、凍結粉碎した細胞壁破片を懸濁した後、60~80 MPaで小径のオリフィスから押し出す。繊維はクロロシラン、ビニルシラン、無水マレイン酸変性PP等を分散剤として樹脂と複合化し、押出、射出、フィルム成形に使用。
US2008/0188636	POLYMER DERIVATIVES AND COMPOSITES FROM THE DISSOLUTION OF LIGNOCELLULOSICS IN IONIC LIQUIDS	North Carolina State University (US)	イオン性液体で溶媒和されたリグノセルロース材料と樹脂との組成物。樹脂は天然又は合成樹脂で、ポリオレフィン、ポリジエン等を含む。また、リグノセルロースはカルボキシル酸誘導体でエステル化された物や脂肪族炭化水素のハロゲン化物でエーテル化された物を含む。
WO2007/136086	ポリ乳酸とセルロース繊維とを含有する材料	九州大学	ポリ乳酸を75%以上含む分解性樹脂組成物で、ポリ乳酸に対し0.05~10重量%のセルロースナノ繊維を配合した物。セルロースナノ繊維は、セルロースを対向衝突処理した物。ポリ乳酸の結晶化を促進する効果がある。

第6章 北欧におけるセルロースナノファイバー開発研究の
最新動向

第6章 北欧におけるセルロースナノファイバー開発研究の最新動向

1. スウェーデンにおけるセルロースナノファイバー研究拠点の形成

スウェーデンでは、今年の2月にセルロースナノファイバーの製造・利用研究を進める Wood Science Center が立ち上がった。本センターは基礎的な研究を主とするが、その内容は極めて現実的かつ戦略的である。例えば、バイオテクノロジーをセンターの柱の一つに据えているが、それはナノファイバー化を促進する酵素に関するもので、研究成果が出るまでに時間がかかる樹木育成に関わるバイオテクノロジーは含まない。また、センター名を木質科学としているが、木質系複合材料や紙・パルプ製造といった旧来の技術に関する開発研究も一切行わない。

このセンターのリーダは、KTH (スウェーデン王立工科大学)、パークラント教授である。教授によれば、これには経費を負担している企業側の意向が強く働いているそうだが、これからの木材利用に関するパークラント教授の強いコンセプト、リーダーシップが表に出ているともいえる。パークラント教授は現在52才で、KTH の中では比較的若手の教授である。2002年にルレア工科大学から KTH に移ってきた。それまでは、炭素繊維やガラス繊維を使った繊維強化材料研究を行っていた研究者である。そのいわば木材研究に関して門外漢ともいえる教授が今回の新設センター: Wood Science Center で行う研究は、一言で言えば、木材が形態を変えただけのナノ複合材料、の開発である。

木材はナノからミクロのレベルまで極めて精緻な構造を有する複合材料である。その骨格成分であるセルロースナノファイバー (セルロースマイクロフィブリル束) は、鋼鉄の1/5の軽さで、鋼鉄の2/3の弾性率と5倍の強度を有している。すなわち、木材は本質的に軽量で高強度の材料であるといえる。しかし、乾燥によって木材中にはナノからミクロのレベルまで様々な欠点が生じる。その様な欠点が、木材の強度を大きく低下させる。その様な強度低下がない、軽量・高強度材料へと、木材成分を上手に利用しながら、木材の形を、例えば、携帯電話やノートパソコンの筐体、自動車のボディ、あるいは高エネルギー吸収の発泡材料へと変換しようというものである。それは、木材の形を、その優れた潜在的強度特性を発揮できる形へと“形状変換”するものであり、基本的には木材の基本骨格物質であるセルロースナノファイバーだけでなく、ヘミセルロースやリグニンといったマトリックス成分すべてを利用して、持続型木質資源である木材を、環境負荷の少ない方法で、軽量かつ高強度で、かつ高機能を有する材料へと“形状変換”するものである。

このテーマに対してワーレンバーグ財団から KTH と Chalmers 大学が共同で進めるプロジェクトに年間500万ユーロの研究費が10年にわたり与えられる。KTH に設置されるこのセンターは、既存のセンターが形を変えるのではなく、バイオテクノロジー、酵素科学、高分子精密合成、繊維科学、木材成分化学、複合材料科学といった分野を対象に50人の研究者 (その内20人が教授、20人が博士研究員) が戦略的に一から集まり、全く新しいセンターとして立ち上がる。

それぞれのカテゴリーに、それを責任持って進める教授がおり、2週間毎に集まっては、それぞれの最新データを付き合わせ議論を行い、研究の効率的な推進を図る。プロジェクトの採択が決まってから、ボードメンバーと共に半年間かけて議論を行い、プロジェクトの骨格を決め、いよいよこの2月から Wood Science Center は動き出した。既存の木質科

学、製紙科学から脱皮すべく、それとほとんど縁のない研究者であったバークランド教授を迎え新しい木質資源材料の方向性を探っていた KTH の大胆な改革の真価が問われるといえる。最近のバークランド教授の発表論文を見ていると、従来の木質材料学や高分子科学、複合材料科学にない斬新な研究成果が多く、科学者としての優れた資質が伺われる。当面は、機能性材料を中心に開発を進めるが、出来るだけ多くの木質資源を使ってほしいとの企業ボードメンバー（紙パルプ・木材関連企業）からの要請もあり、将来



木材蒸解装置：新たに木材蒸解方法をセルロースナノファイバー製造やヘミセルロース・リグニン抽出の観点から開発する。

的には機能性材料だけでなく、社会の基盤材料としてのバイオ材料開発を進めたいとのことである。環境負荷の少ない方法で、高機能材料へと形を変えた“木材”が、北欧から戦略的にマーケットに現れる日も遠くないとの印象を持った。

2. フィンランドにおけるセルロースナノファイバー拠点の形成

フィンランドもスウェーデンと同様、紙パルプ産業、木材産業が国の基幹産業である。その国の将来を展望し、国の木質資源を石油に変わる資源とすべく、バイオリファイナリーとナノセルロースに集中して多額の研究費を投入している。ナノセルロース研究の拠点として産官学（UPM：フィンランド最大の紙パルプ会社、TKK：ヘルシンキ工科大学、VTT：フィンランド産業総合研究所）の連携により1年前に立ち上がったのが、ナノセルロースセンター（The Finish Center for Nanocellulosic Technologies）である。センターは40名の研究者から構成され、内訳は UPM から8名、TKK から12名、VTT から20名である。年間500万ユーロ（10年間）の研究費を投入し、1-3年で実験室レベルの検討を終え、3-5年でパイロットプラントレベルでの検討に移り、5-8年後には目的にあわせたセルロースナノファイバーの販売を目指す。TKK はセルロースナノファイバーの表面科学や酵素科学あるいは先端機能材



KTH Berglund 教授（左）と TKK Ikkala 教授（右）ヘルシンキ工科大学にて

料の開発、といった基礎科学を進める。例えば、酵素についてはセルロースを切断するだけでなく、架橋も出来るようにしたり、リグニンの変性も出来るように検討をすすめる。一方、VTT はセルロースナノファイバーの実用化、産業化に向けた応用研究として、酵素を利用した省エネルギーでのナノファイバー製造技術や効率的なナノファイバー複合材料製造技術の開発を進めている。UPM は、この両機関の成果を企業化する立場にあり、さらに、コーティング、パッケージング、接着剤、食品、医薬品などに関わる企業10社が、Potential company としてナノセルロースセンターから提供される材料を優先的に評価出来る立場にいる。現在は、グラインダーやマイクロフレイダイザーを用いてナノファイバー製造を行っているが、これに変わるナノファイバー製造技術も模索している。UPM のナノセンターのディレクターの話では、当面のナノファイバー用途は紙パルプ関連で、それだけでも大量に消費可能であると考えている。このため、当面は、ナノファイバー製造技術の開発に力を注ぎ、次第に、紙パルプ以外への利用を拡げていく模様である。

結び

結び

持続性植物資源から製造した軽量高強度グリーン材料による自動車部材の軽量化、それによる自動車の燃費向上は、二酸化炭素の固定と排出削減の両面から、革新的な温暖化対策につながる。このことから、本調査では、文献調査・特許調査・学会情報・聞き取り調査により、1) 自動車の軽量化技術、部材要求性能を調査し、我が国発の国際的競争力のある自動車用バイオ材料の方向性を調査するとともに、2) 国内外におけるバイオプラスチック（熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、エラストマー（ゴム））およびバイオフィラー（繊維およびナノフィラー）の開発研究動向や関連市場の現状を調査し、バイオ材料における材料物性の到達可能範囲や、高機能・高性能の材料開発を可能にする未来技術の予測を試みた。さらに、上記1) および2) に基づき、3) 「サステナブルバイオを自動車部材に積極的に利用したエコイノベーション」がもたらす我が国の未来像について、高機能バイオ材料による石油由来プラスチックや金属の代替可能範囲、高機能バイオ材料による温暖化ガス削減効果や自立的資源保証の可能性などから予測した。主な結果は下記のとおりである。

- 1) 自動車保有台数は、2030年までに現在の倍の台数、すなわち14億台になると予想される。2030年においても内燃機関による自動車が約6割を占めると予想されることから、温暖化ガス削減に直結する自動車燃費の向上は不可欠である。
- 2) 10%の車体重量軽量化は、燃費を10%向上させることから、自動車燃費の向上には、動力システムの改良とともに車体重量の軽量化が重要である。
- 3) 車体重量の軽量化においては、単位重量あたりの強度に優れた材料の開発が重要である。現時点では、高強度化鋼鉄、軽量高強度アルミニウム合金、軽量樹脂材料の開発と採用が進められている。
- 4) 金属材料は比強度、信頼性の点で優れているが、樹脂材料は成形・加工性に優れ、多くの部品を一体成形（モジュール化）できることから、部品数の削減による軽量化が図れる。これは生産性の向上においても有利である。
- 5) 樹脂材料の性能向上には、ガラス繊維や炭素繊維による強化（繊維補強）が有効であるが、ガラス繊維が燃えないためにサーマルリサイクルが困難である。我が国の埋め立て処理地はすでに飽和状態にあることから、その多用は環境負荷、リサイクルコストの増加につながる。
- 6) 炭素繊維強化材料は、金属材料を凌駕する優れた強度特性を有しており、すでに自動車のプロペラシャフト等に実用化されているが、製造プロセスの複雑な炭素繊維は基本的に高価であり、革新的な製造プロセス開発がなされない限り自動車部品には多用出来ない。
- 7) 樹脂材料は、“安くて軽くて使い出しが良い”点で自動車材料として優れており、さらに、近年は石油ベースからバイオベースへの転換がもためられている。これまで構造用プラスチックとしてはポリ乳酸を中心に検討が進められてきた。しかし、ポリ乳酸は、耐久性、結晶化速度に課題が有る。
- 8) 昨年からは、バイオエタノールやバイオエチレンからPPやPEといった自動車用汎用樹脂を製造する動きが活発化している。世界的なバイオエタノール製造増加が後押し

となり、今後、樹脂原料のバイオベースへの転換が加速すると思われる。

- 9) 以上から、サステナブルバイオによる軽量自動車部材とは、植物系繊維でバイオPPやバイオPEといったバイオベースの汎用樹脂を強化したりサイクル容易な部材であるといえる。その際、通常の植物繊維補強では破壊の起点が多く存在し、ガラス繊維補強に匹敵する強度が得られない。これに対して、植物繊維から製造したセルロースナノファイバー：バイオナノファイバーは、資源的に豊富であるだけでなく、鋼鉄の5倍以上の強度を有し、また、広い温度範囲において熱膨張が小さく、大きな温度変化にさらされる自動車用樹脂材料の補強繊維として極めて高いポテンシャルを有している。
- 10) 現在、自動車用バイオ材料開発は、ヨーロッパが先導して研究を進めている。中でも、バイオナノファイバーについては、フィンランドやスウェーデンにおいて40—50人規模の「ナノセルロース材料研究拠点」が立ち上がるなど、北欧や北米を中心に数十億円の規模のプロジェクトが動き出している。
- 11) これに対して、我が国では、バイオベースポリマーの製造・構造制御、高機能化について、世界をリードして産・官・学の研究機関で開発研究、事業化が進められている。また、セルロースナノファイバー材料についても、複数の研究機関において、高分子科学やセルロース科学の蓄積を基に世界最先端の基礎研究が進められている。しかし、海外の関連分野の熱気は持続性環境材料への意識の高まりや原油高を背景に急激にヒートアップしており、将来にわたり、我が国の自動車産業、化学産業、製紙産業が、持続的バイオ資源に立脚した“高度なもの作り技術”により高い国際的競争力を維持していくには、広範な産官学の異業種・垂直連携による“サステナブルバイオによる軽量自動車部材の開発”に関する大型プロジェクトの立ち上げ、研究基盤の整備が急務である。

最後に、本報告の結論として、下記の、エコイノベーションに向けたアクションプラン：サステナブルバイオ20を提案する。

バイオナノファイバーの製造と利用に関する大型プロジェクトを広範な産官学の異業種・垂直連携により推進し、**20年後（2030年）には、BNF添加率を全構造用プラスチックの20%にまで増やす**ことで、製品の高強度化、薄肉化により製品重量を平均で**20%低減**し、温暖化ガスの大幅削減と持続性資源保証を可能にする。

さらに、プラスチックの40%をバイオベースにすることで、全構造用プラスチック（国内生産量：800万トン）の植物度を50%にする。その内の10%を自動車部材で達成することを目指したい。

今回の調査を行うにあたり、NEDO研究開発推進部の皆様、京大大学生存圏研究所 梅村研二博士、トヨタ車体株式会社新規事業部 西村拓也主任、豊田中央研究所株式会社環境材料研究部 加藤誠主任研究員、財団法人バイオインダストリー協会事業推進部 大島一史部長、京都市産業技術研究所 北川和男研究部長に大変お世話になりました。ここに記して謝意を表します。

添付資料

資料1 様々なバイオマス資源からのナノファイバー
(京都大学生存圏研究所 阿部賢太郎博士撮影)

ナノファイバー原料リスト

1. 針葉樹 (ラジアータパイン)
2. 針葉樹 (ダグラスファー)
3. 広葉樹 (ブナ)
4. 稲わら
5. バガス (サトウキビ搾りかす)
6. タケおよびタケノコ
7. オオカナダモ
8. コットンリンター
9. ポテトパルプ (未乾燥および乾燥)
10. シュガービート (糖抽出後未乾燥ビートおよび乾燥シュガービートパルプ)
11. キャッサバ (乾燥のみ)
12. 焼酎かす
13. クラフトパルプ (未乾燥、リグニン 3-4%およびリグニン 6-7%)
14. サルファイトパルプ (未乾燥、1.蒸解→2.アルカリ処理→3.漂白処理)
15. サーモメカニカルパルプ (未漂白および半皿し)
16. ケミサーモメカニカルパルプ (乾燥および未乾燥)
17. グラインドパルプ
18. テンセル
19. キュプラ

参考写真

バクテリアセルロース

ブナ柔細胞 (京都大学農学研究科 栗野博士撮影)

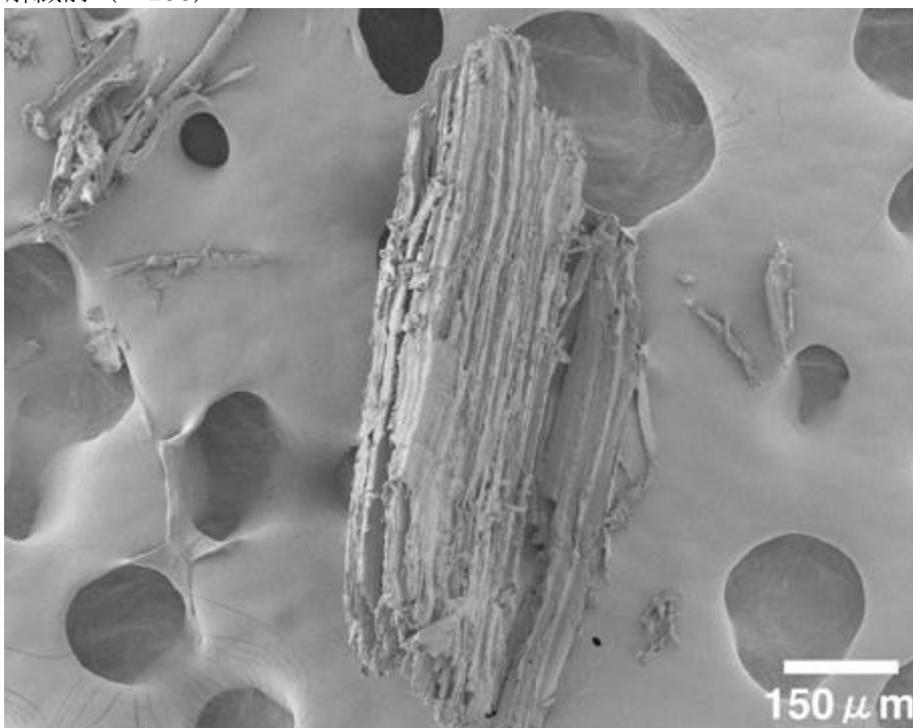
アビセル (微結晶セルロース)

ナノファイバー製造の基本的な方法

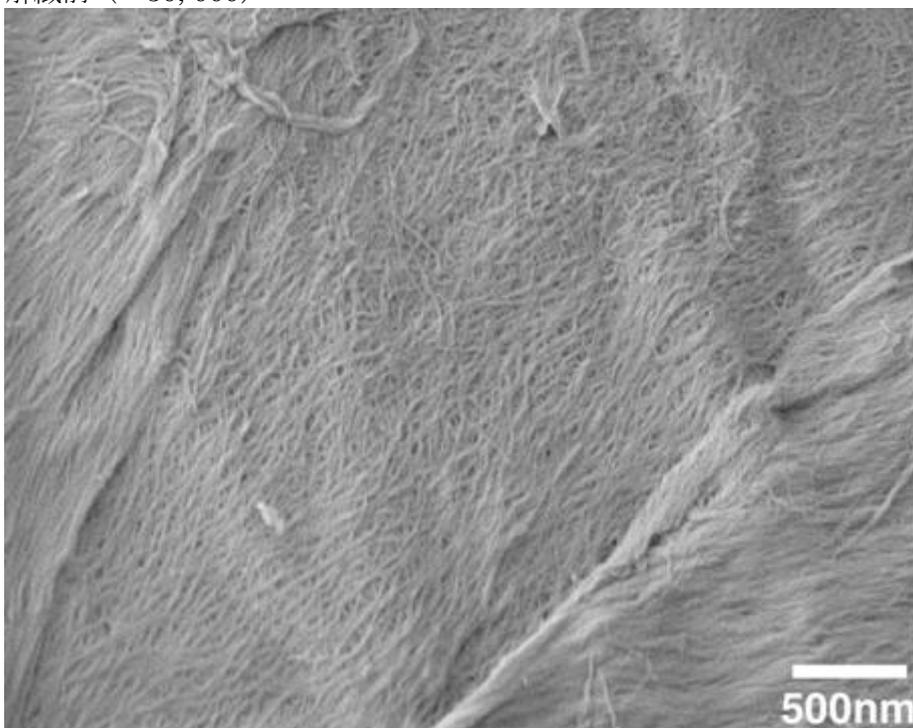
1. 脱脂 (トルエン : エタノール=1:2、6 時間)
2. 亜塩素酸塩処理 (70-80℃、1 時間、原料に応じて 1-5 回繰り返し行う)
3. アルカリ処理 (2-4wt%水酸化カリウム、室温で一晩および 90℃、2 時間)
4. 原料に応じて 3、4 を繰り返し行う。
5. 精製試料を 1wt%水懸濁液に調製し、グラインダーによる解繊処理 (基本的には 1 回)

針葉樹 (ラジアータパイン)

解繊前 (×100)

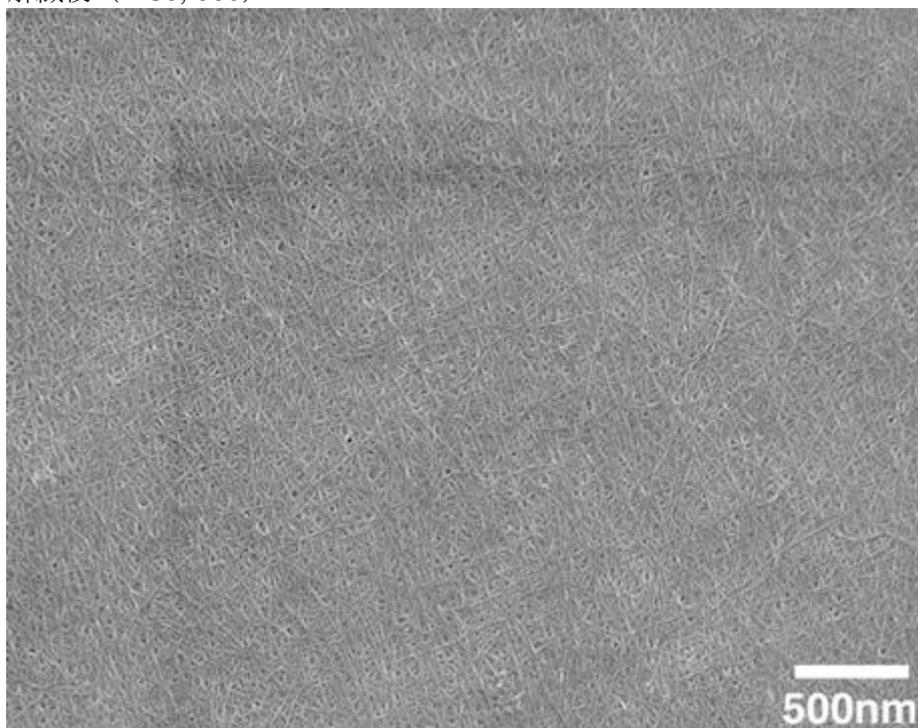


解繊前 (×30,000)

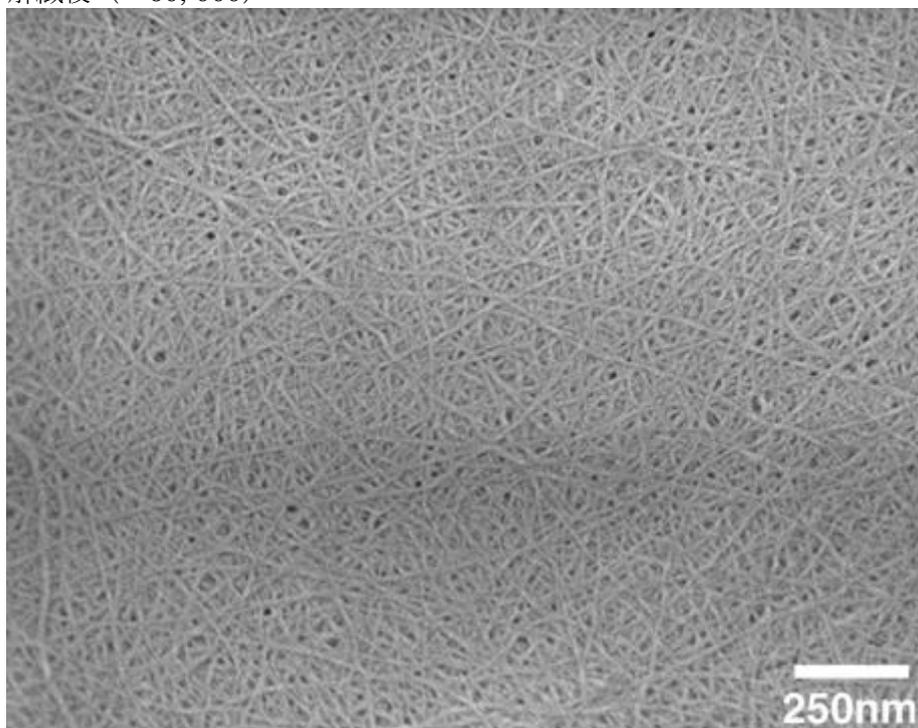


針葉樹 (ラジアータパイン)

解繊後 (×30,000)

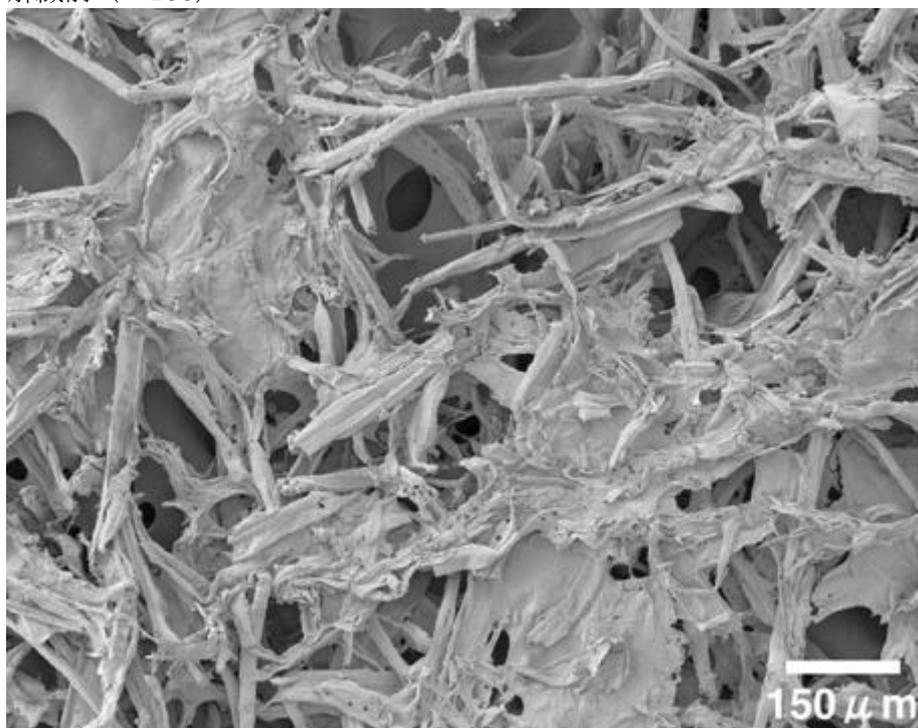


解繊後 (×60,000)

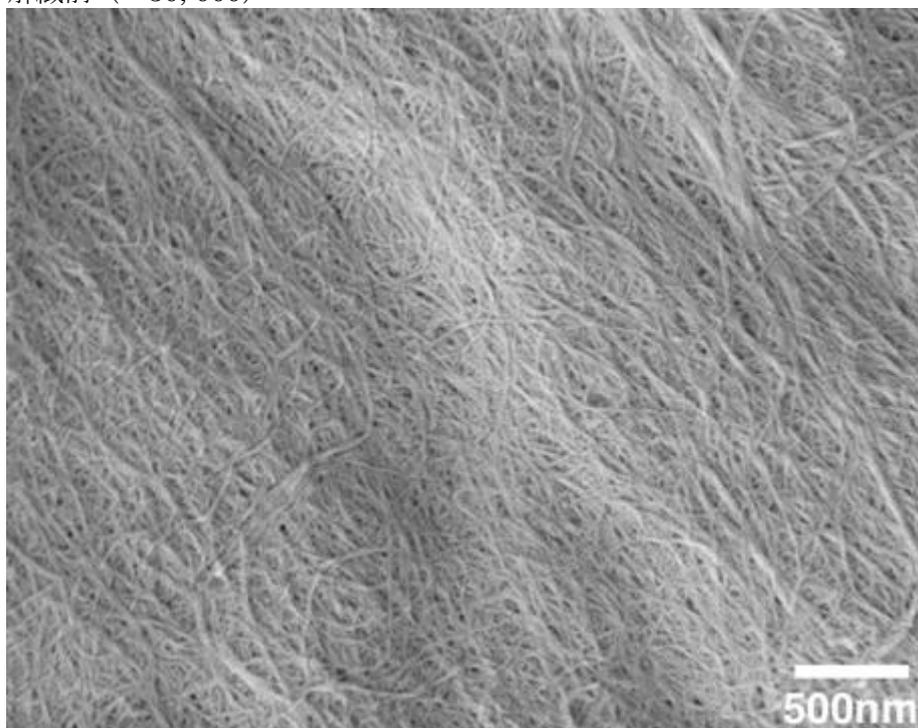


針葉樹 (ダグラスファー)

解繊前 (×100)

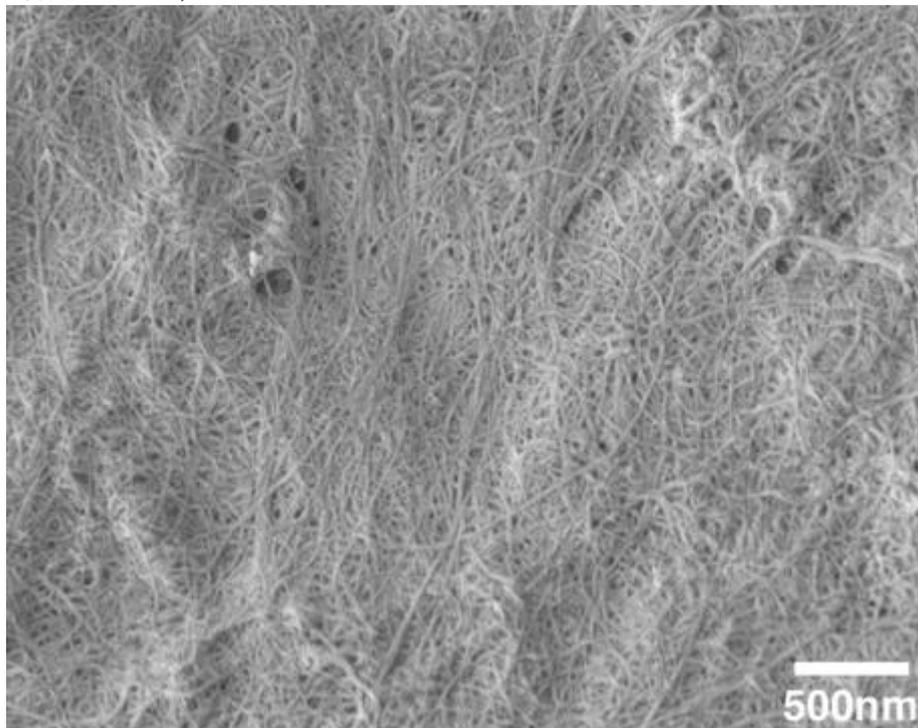


解繊前 (×30,000)

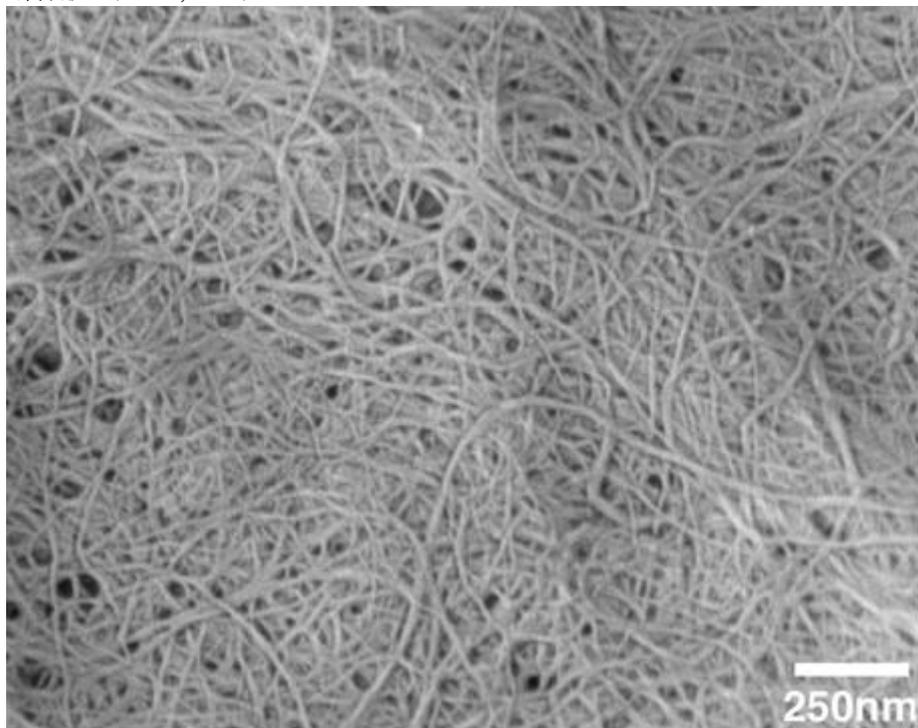


針葉樹 (ダグラスファー)

解繊後 (×30,000)

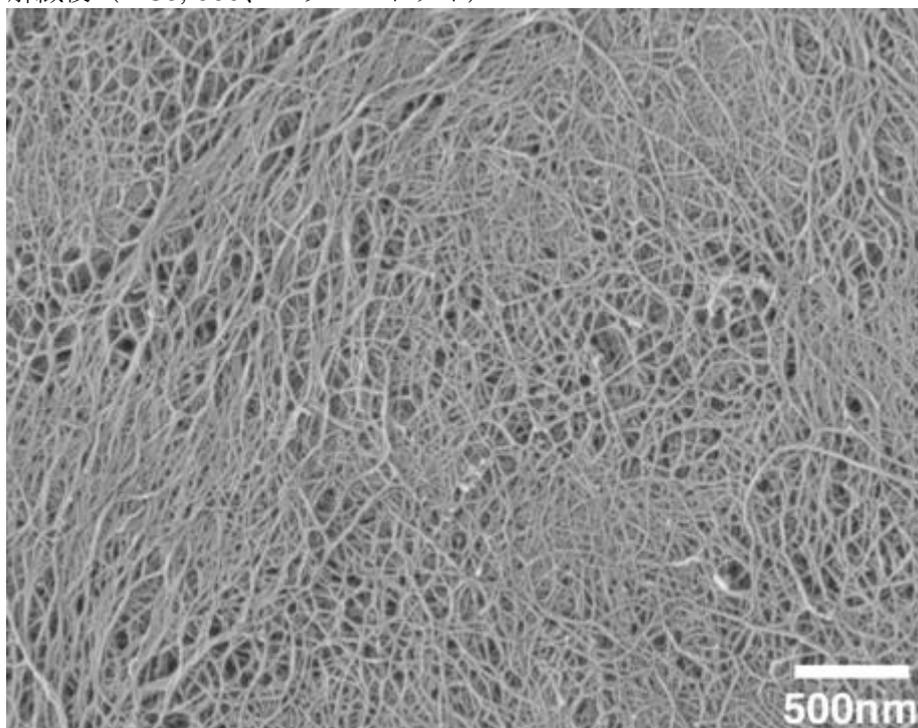


解繊後 (×60,000)



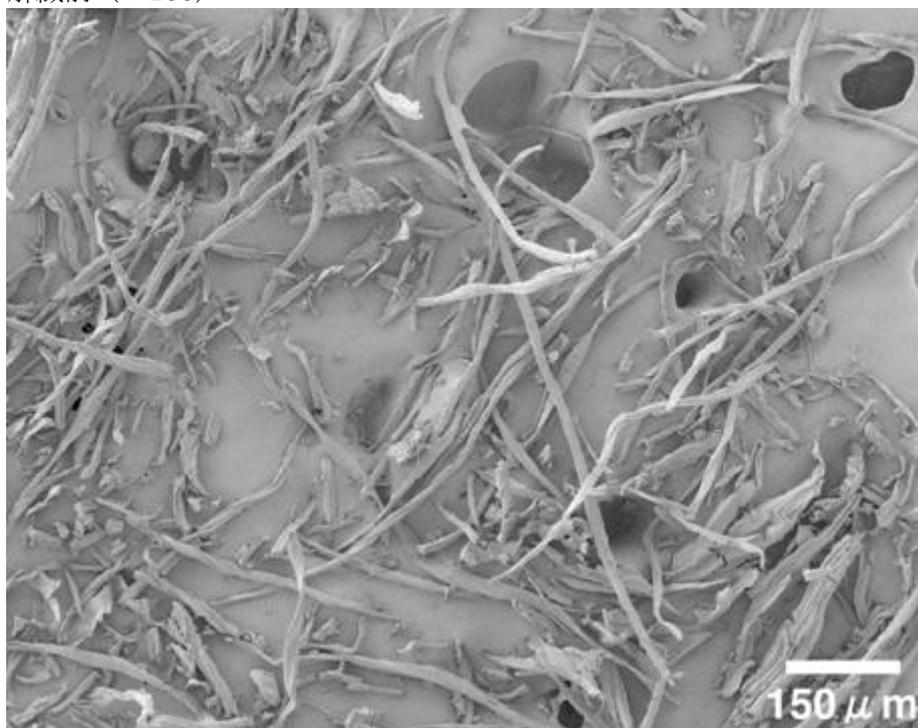
針葉樹 (ダグラスファー)

解繊後 (×30,000、フリーズドライ)

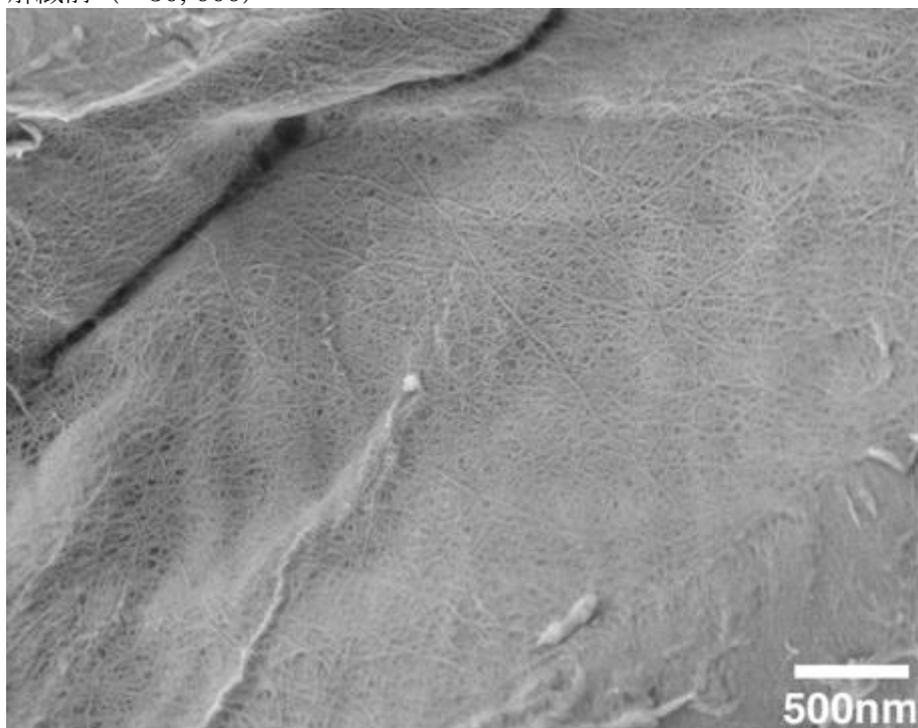


広葉樹 (ブナ)

解繊前 (×100)

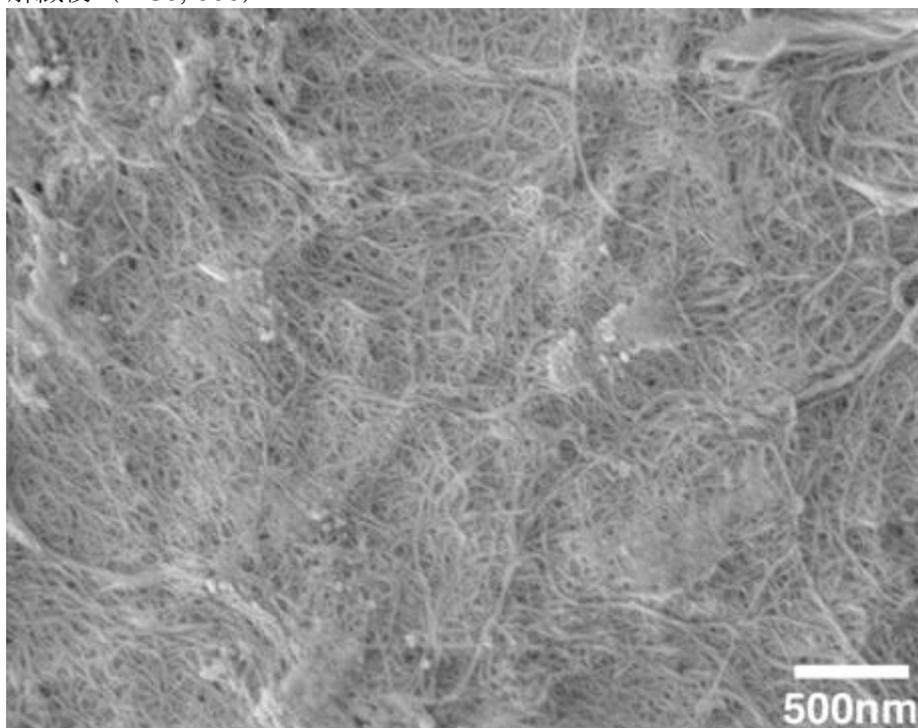


解繊前 (×30,000)

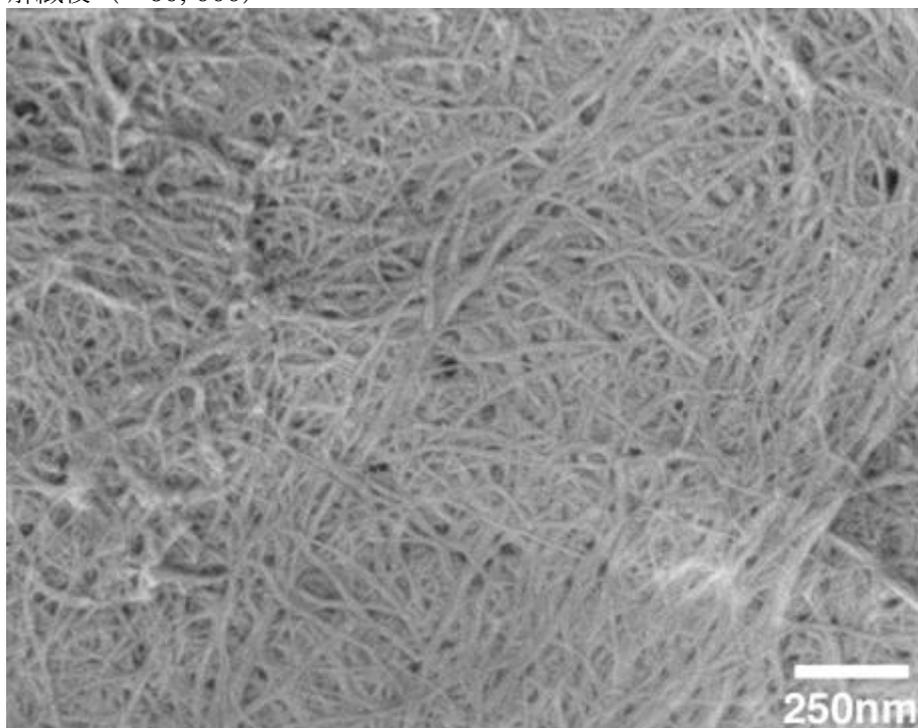


広葉樹 (ブナ)

解繊後 (×30,000)

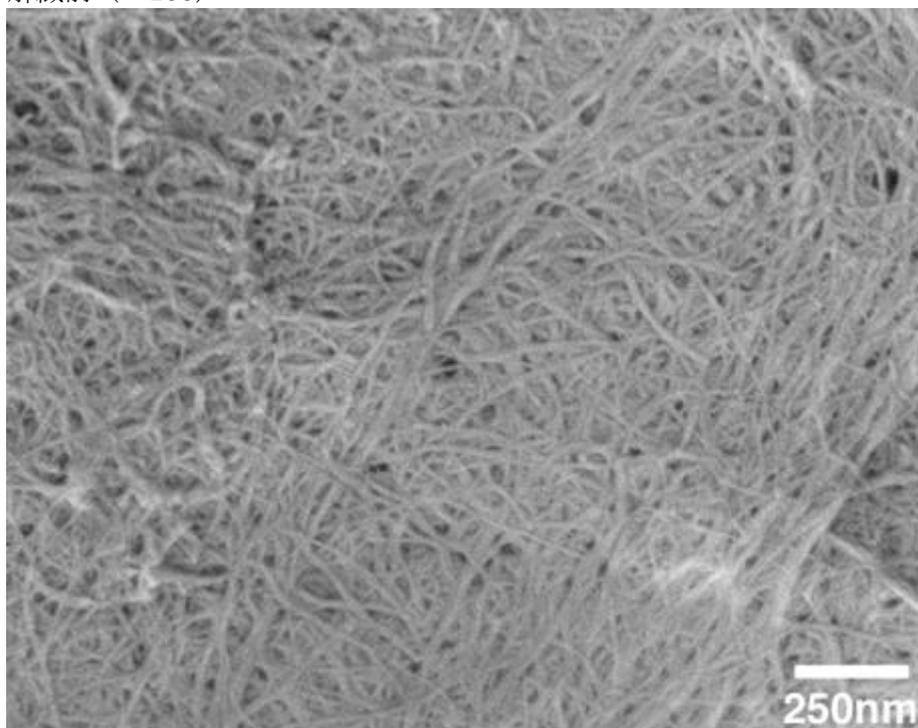


解繊後 (×60,000)

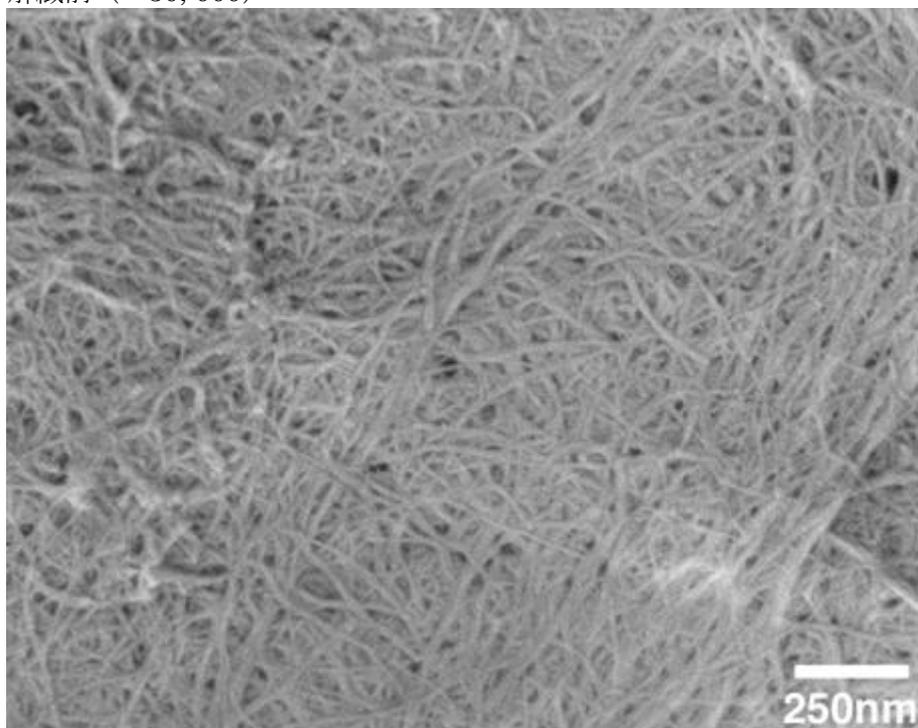


稲ワラ

解繊前 (×100)

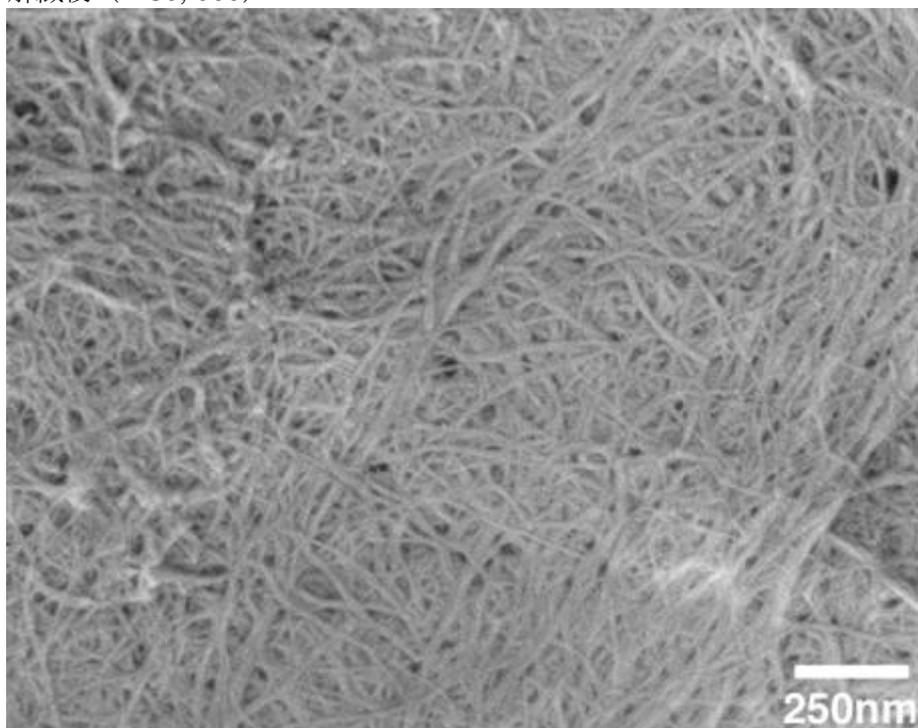


解繊前 (×30,000)

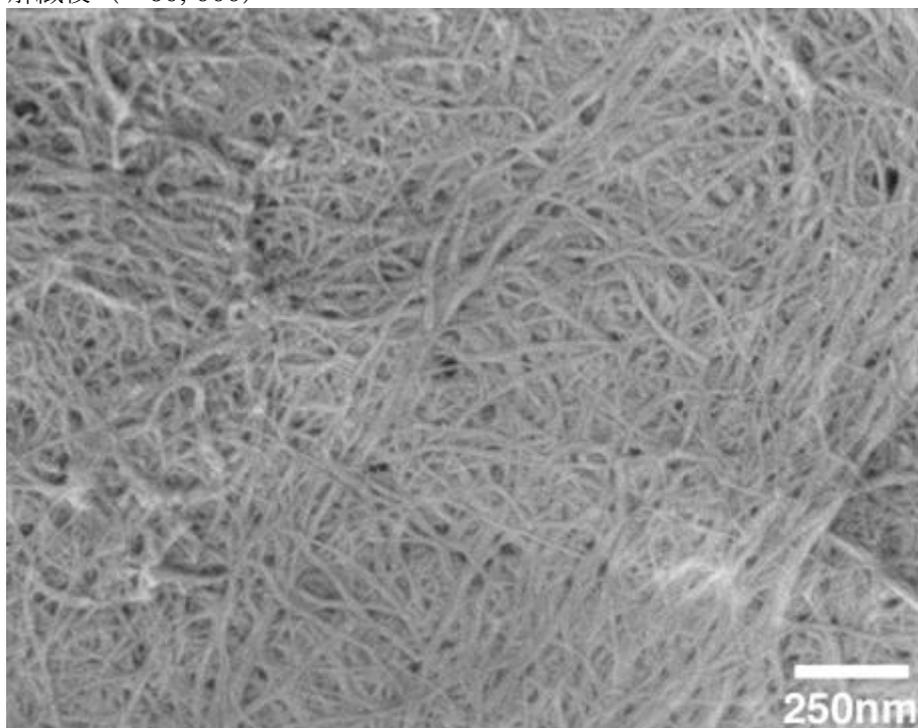


稲ワラ

解繊後 (×30,000)

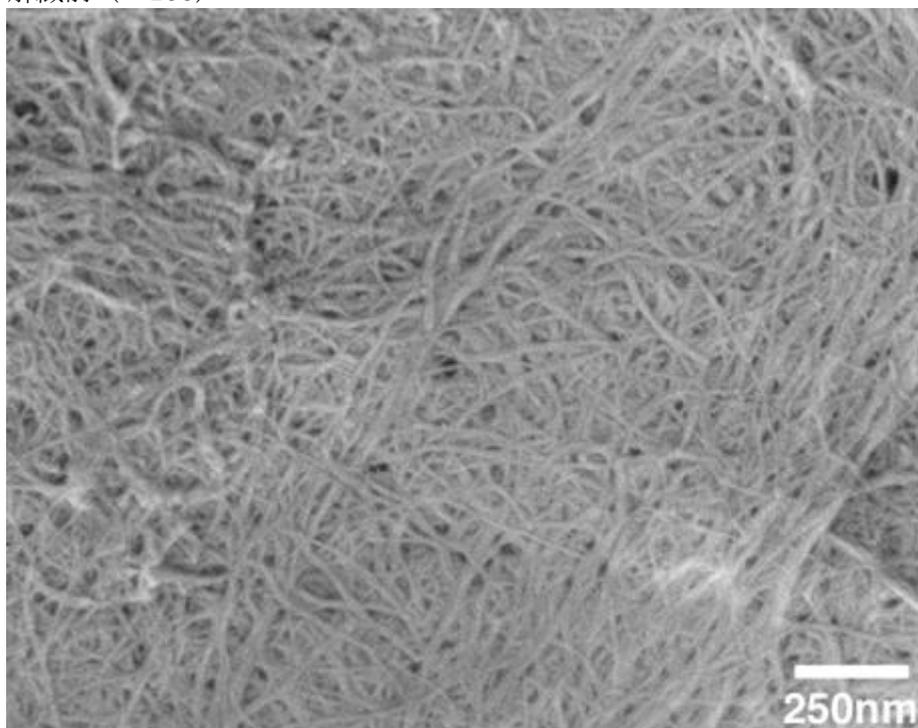


解繊後 (×60,000)

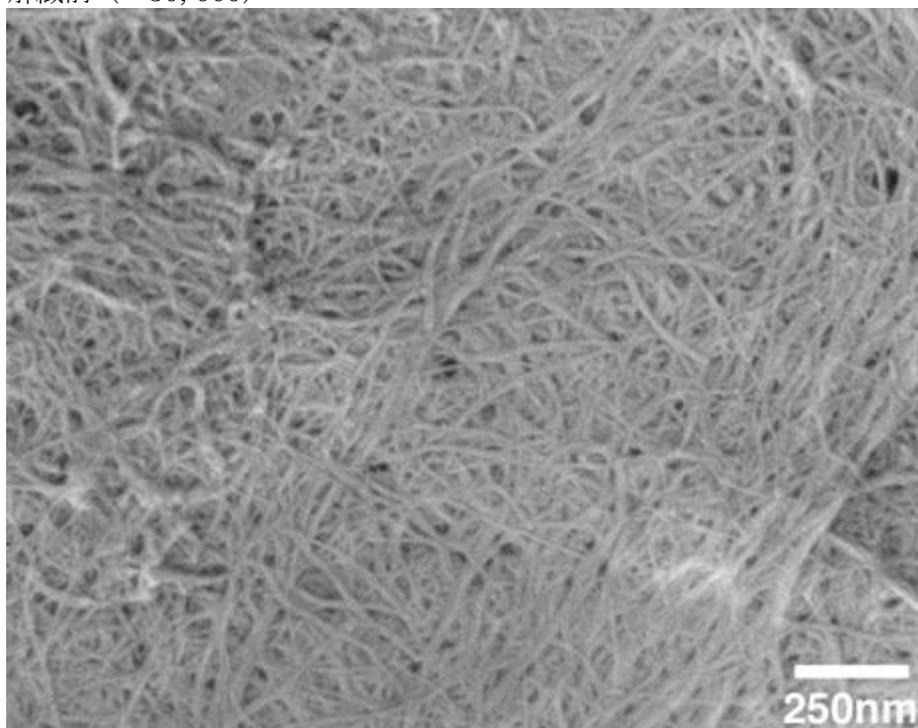


バガス (サトウキビ搾りかす)

解繊前 (×100)

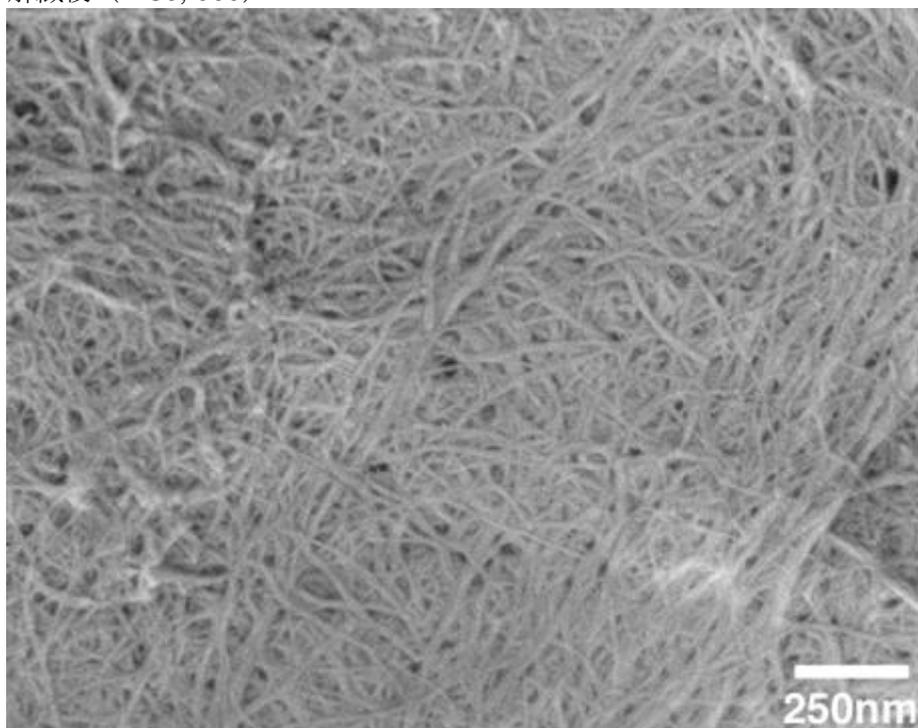


解繊前 (×30,000)

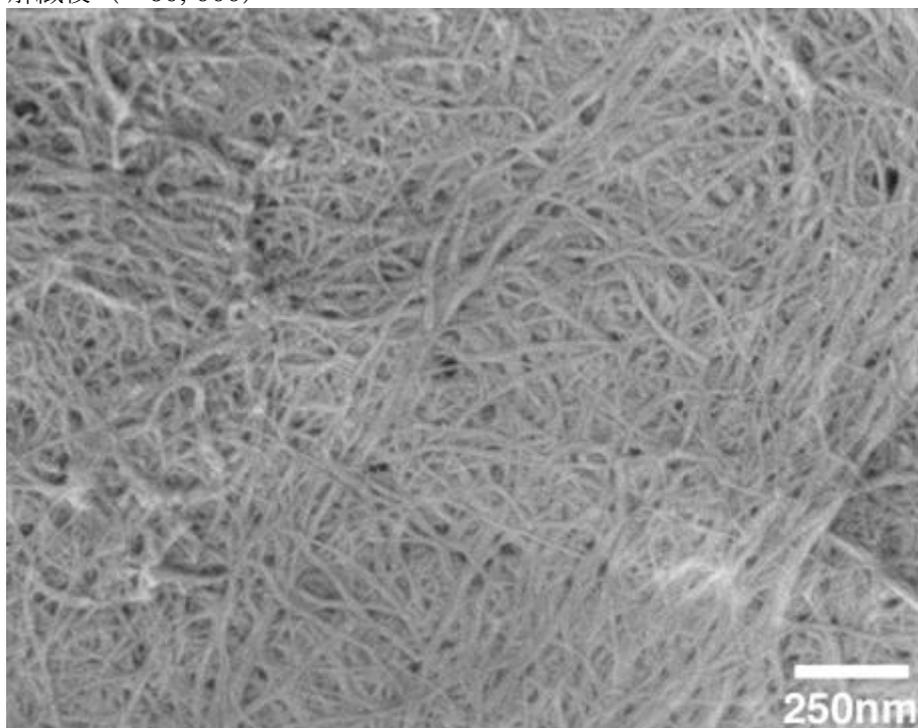


バガス (サトウキビ搾りかす)

解繊後 (×30,000)

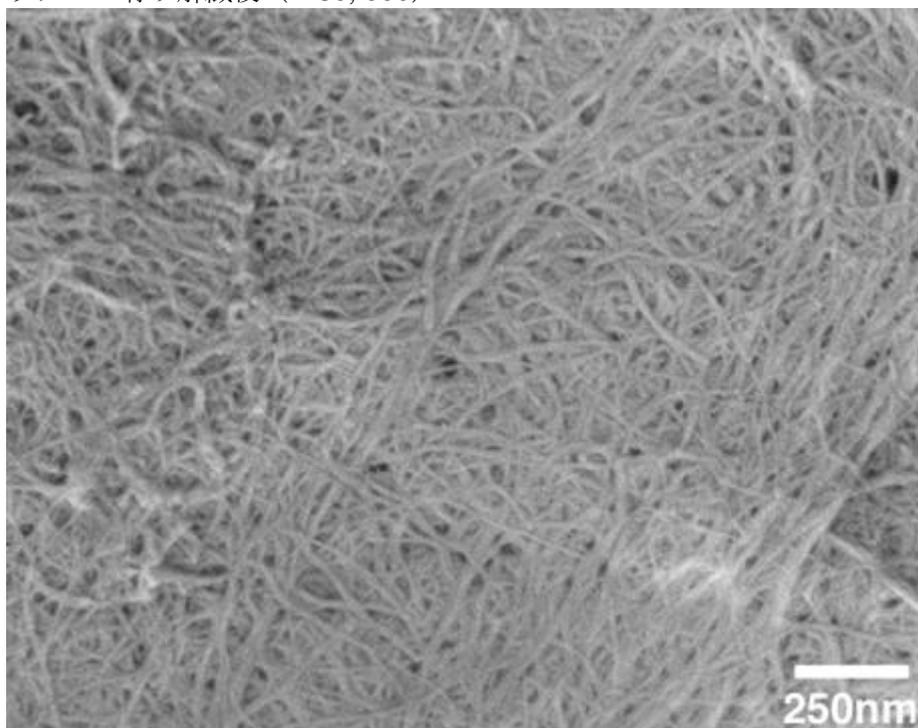


解繊後 (×60,000)

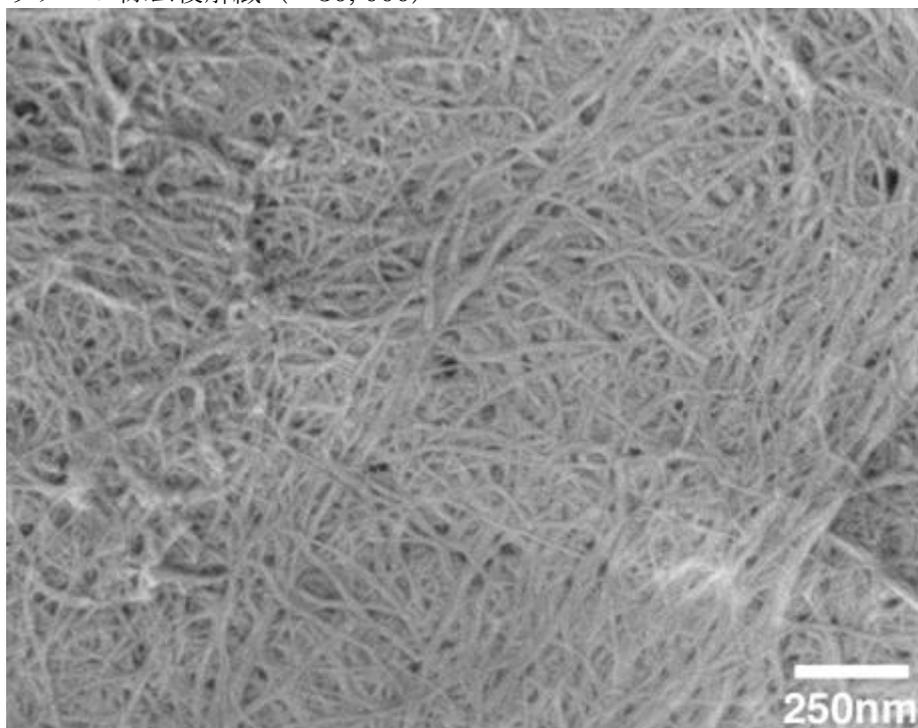


竹

リグニン有り解繊後 (×30,000)

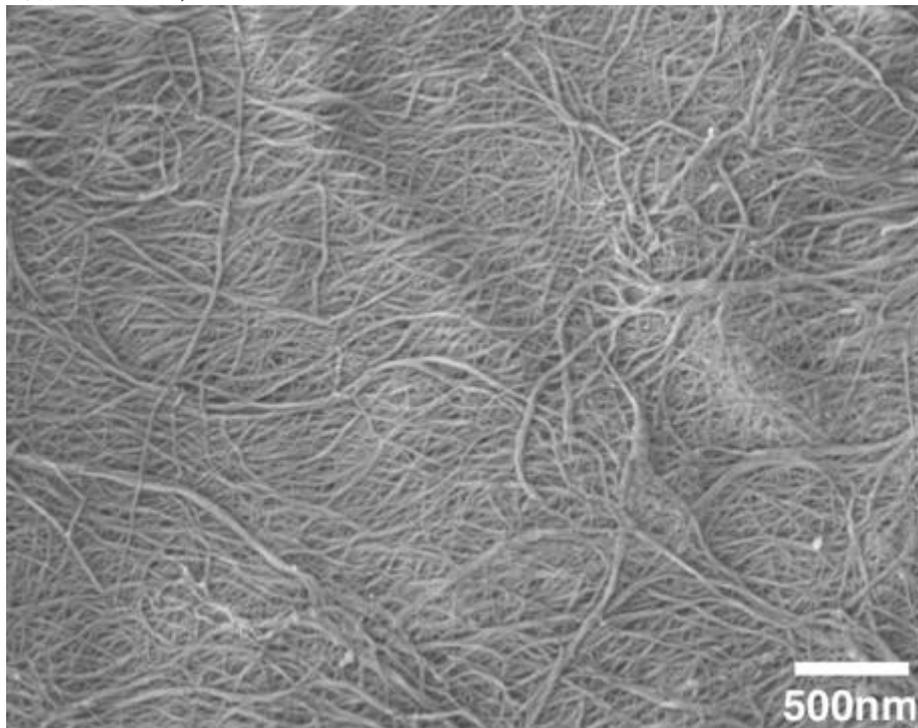


リグニン除去後解繊 (×30,000)



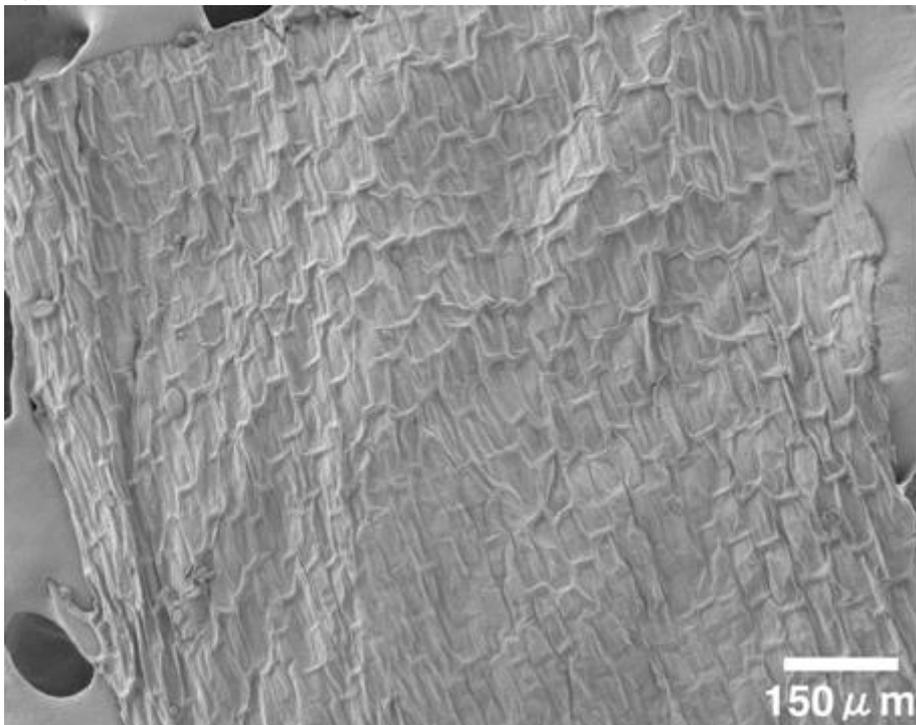
タケノコ

解繊後 (×30,000)

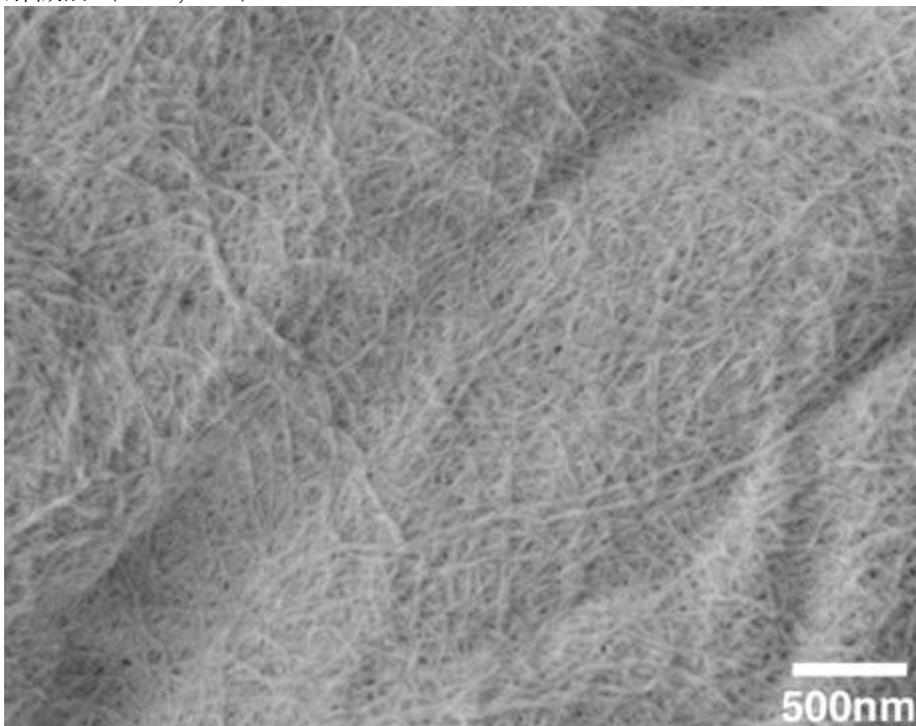


オオカナダモ

解繊前 (×100)

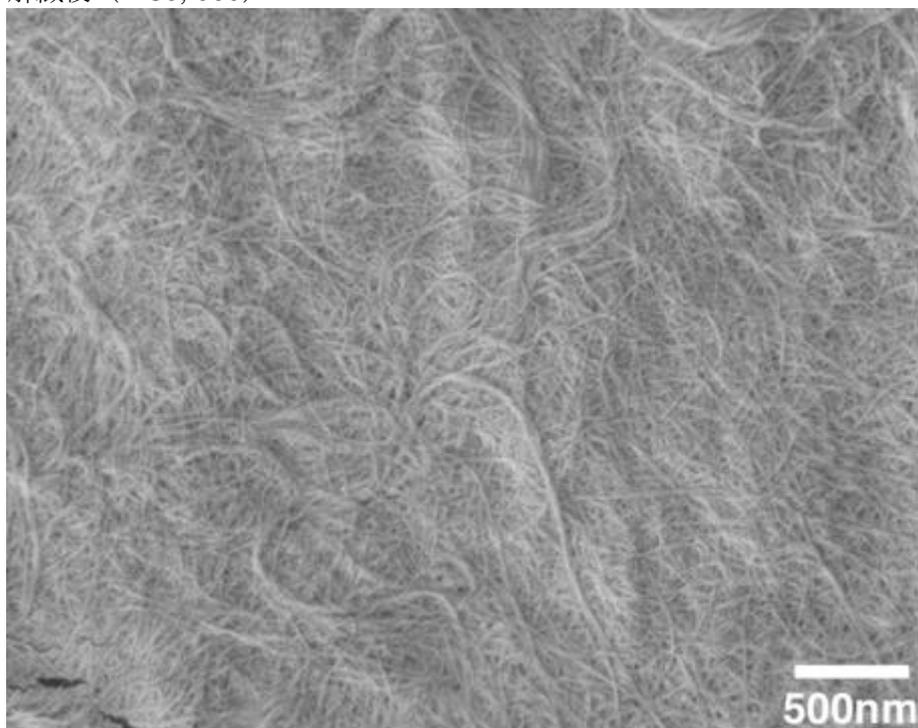


解繊前 (×30,000)

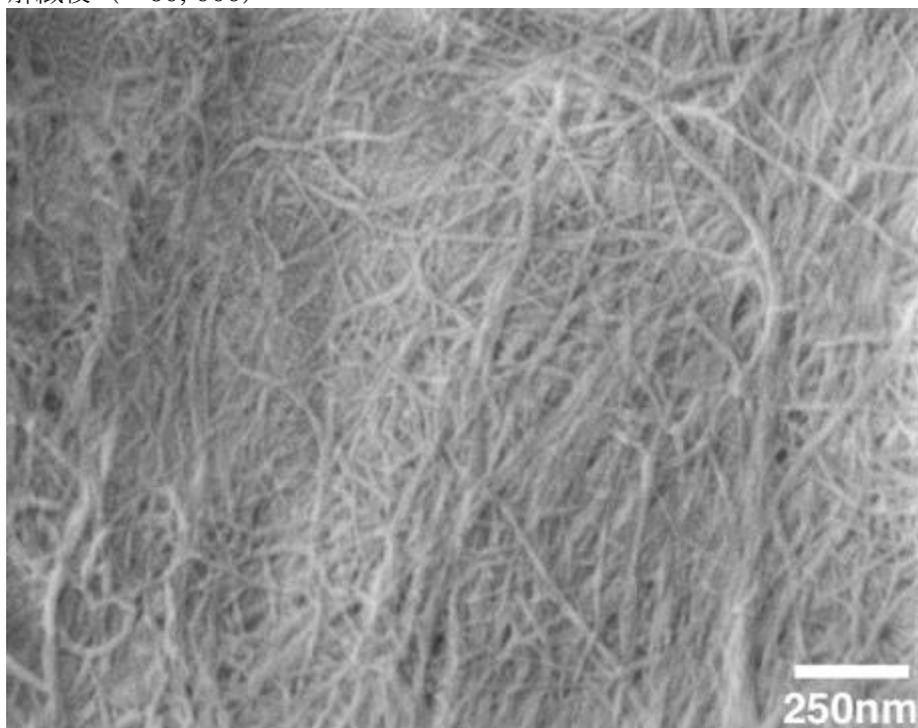


オオカナダモ

解繊後 (×30,000)

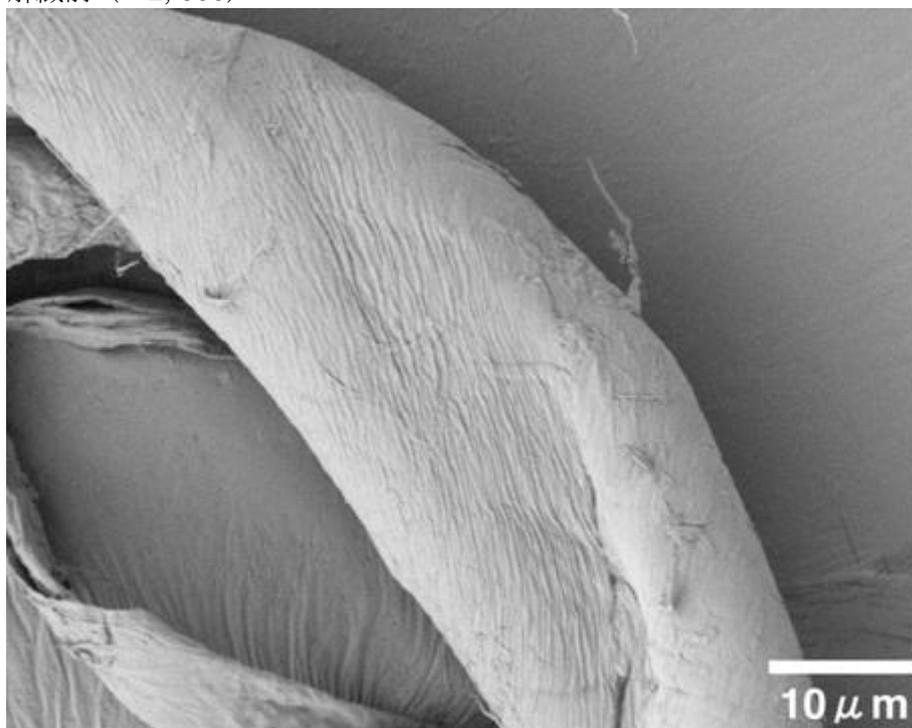


解繊後 (×60,000)

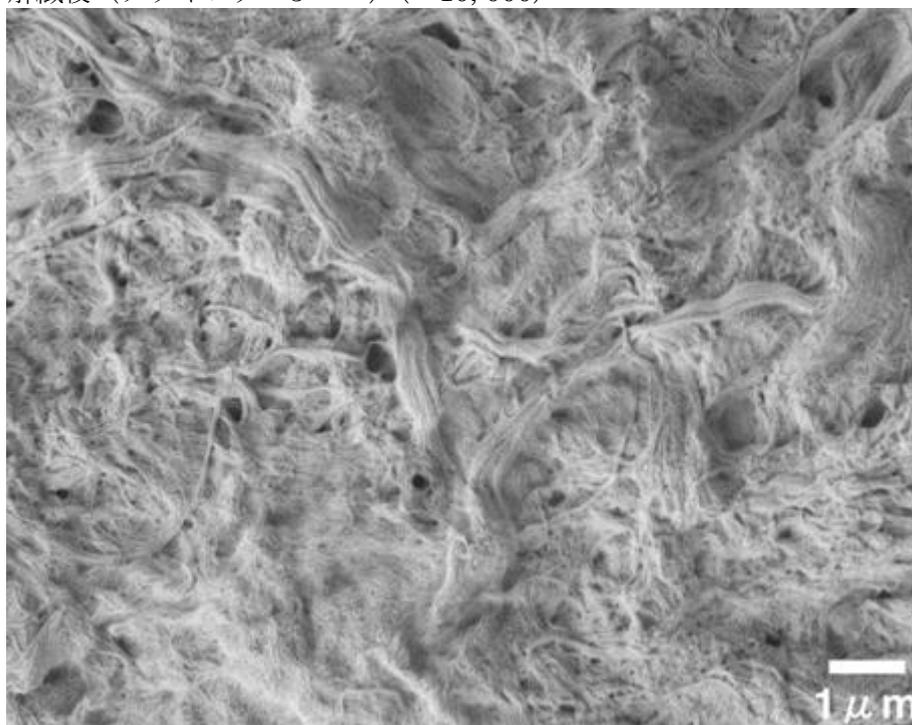


コットンリンター

解繊前 (×2,000)

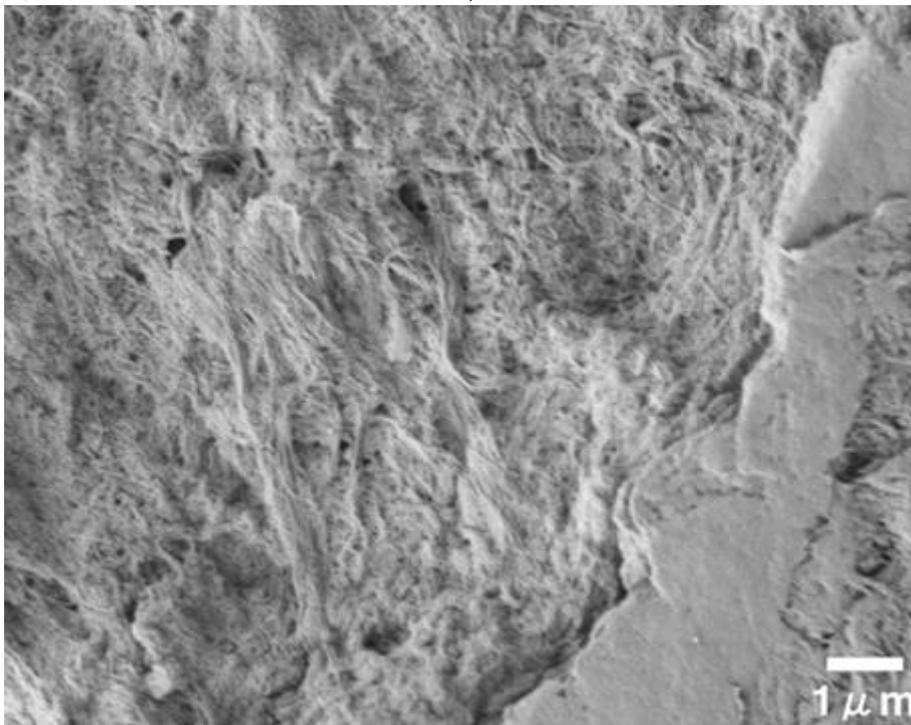


解繊後 (グラインダー3 パス) (×10,000)

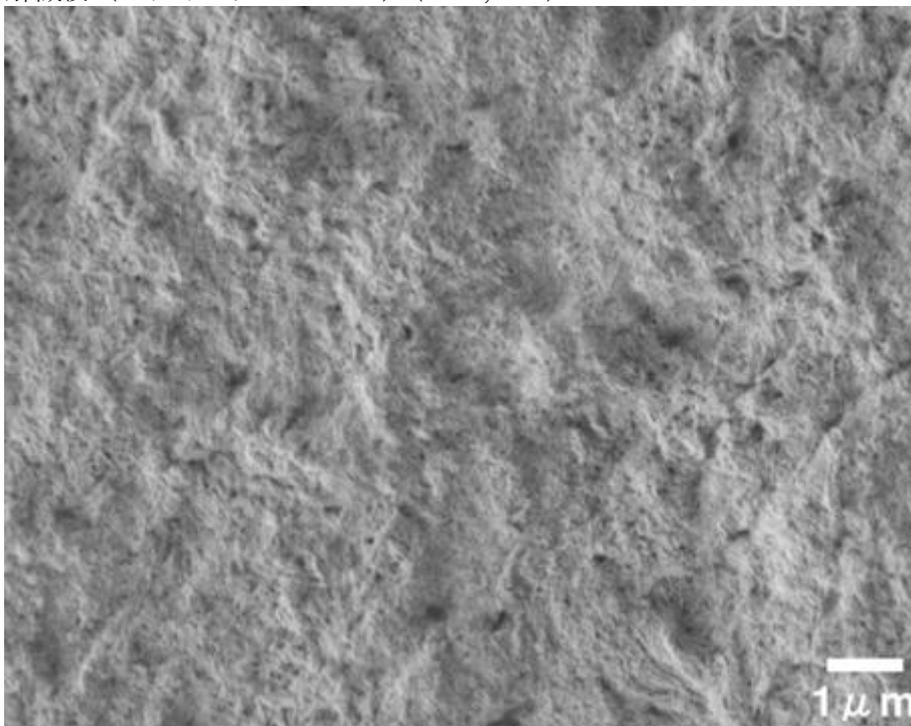


コットンリッター

解繊後（グラインダー6パス）（ $\times 10,000$ ）

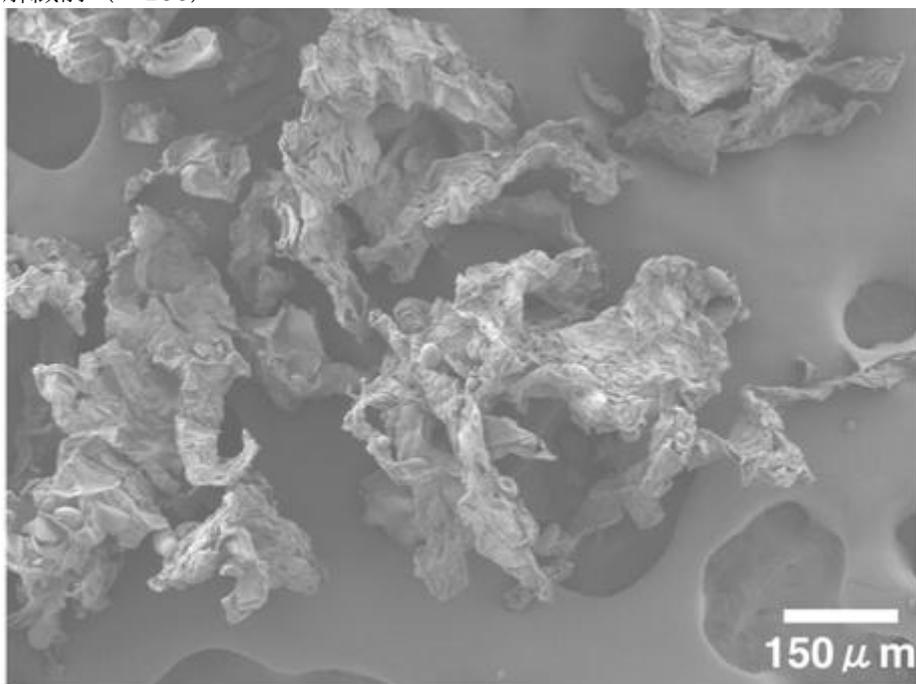


解繊後（グラインダー10パス）（ $\times 10,000$ ）

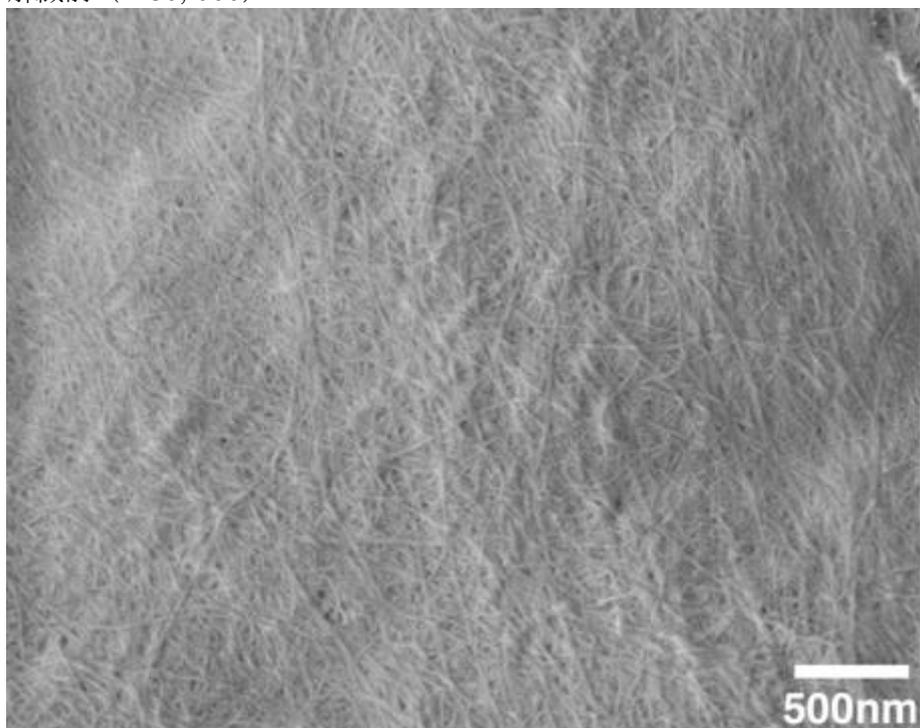


乾燥ポテトパルプ

解繊前 (×100)

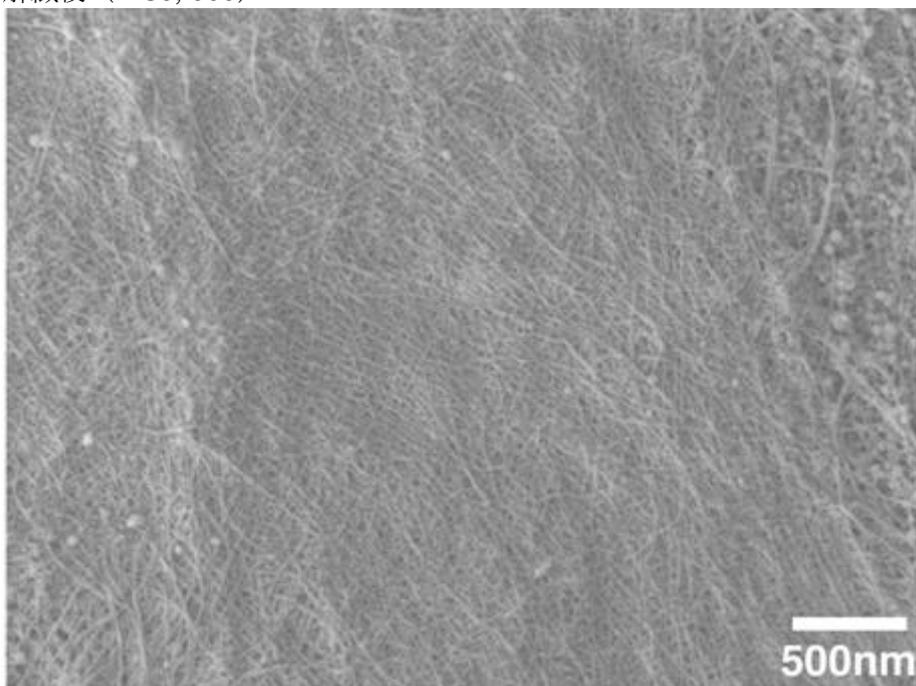


解繊前 (×30,000)

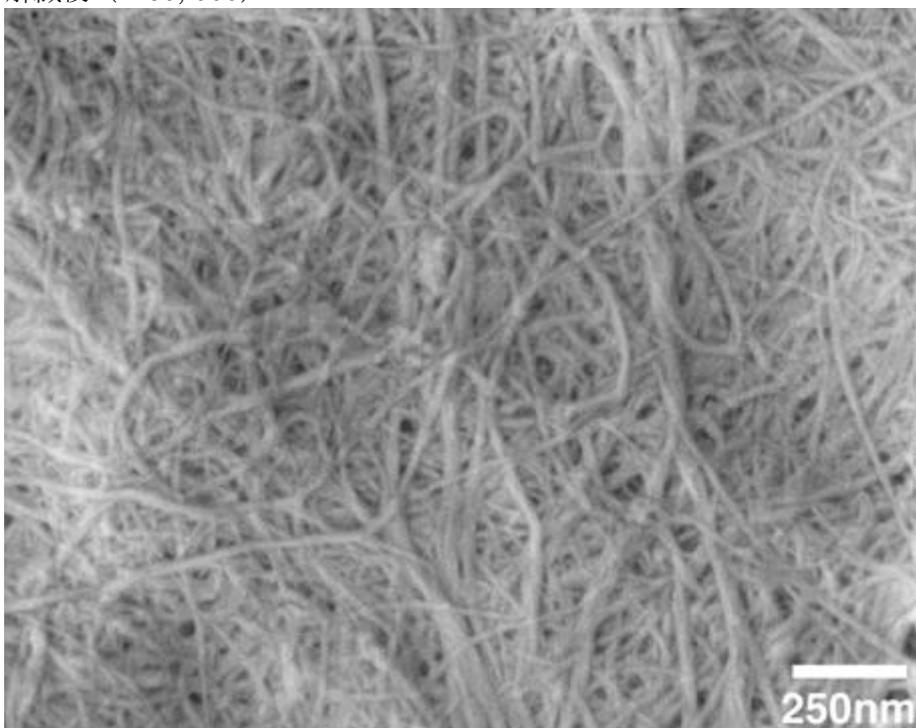


乾燥ポテトパルプ

解繊後 (×30,000)

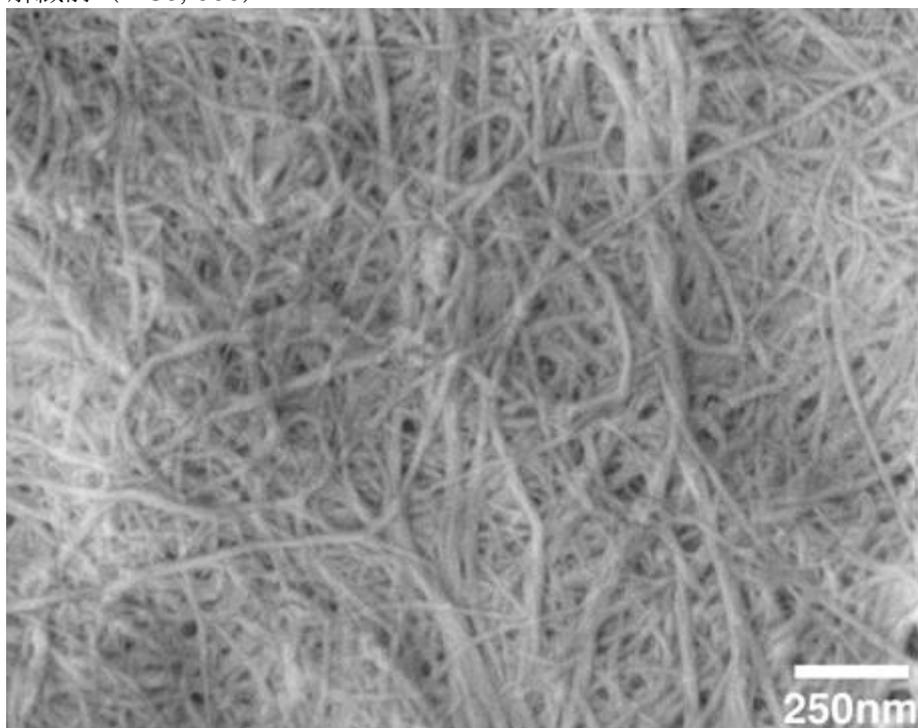


解繊後 (×60,000)

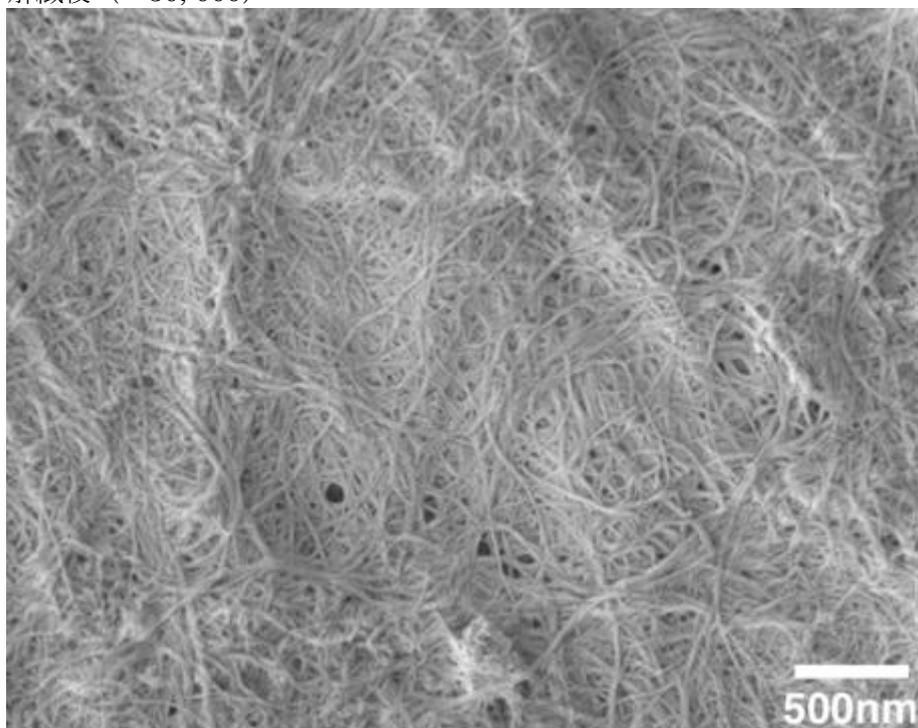


未乾燥ポテトパルプ

解繊前 (×30,000)

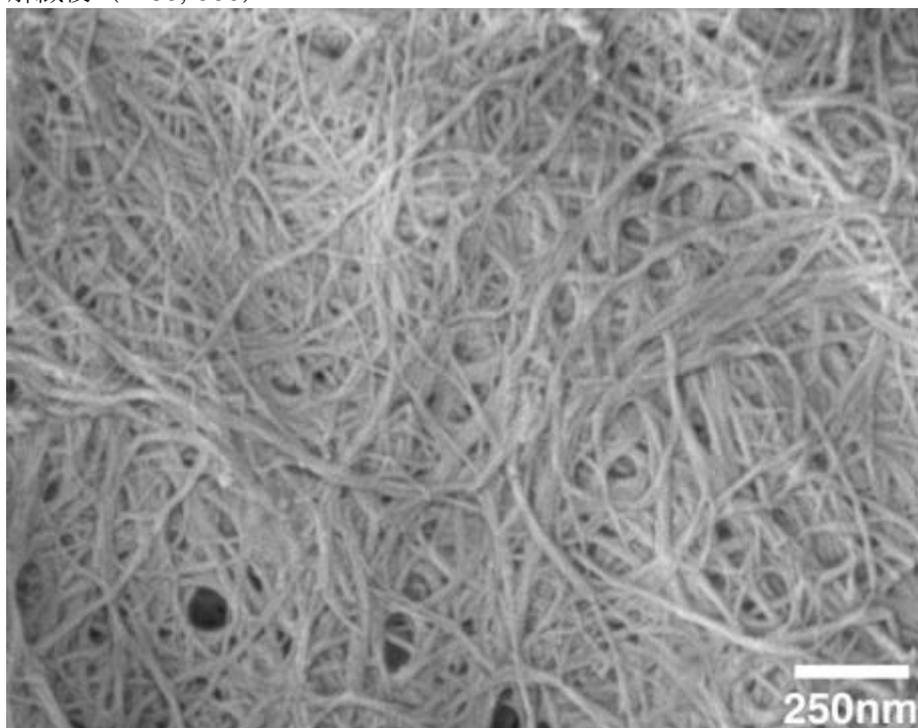


解繊後 (×30,000)



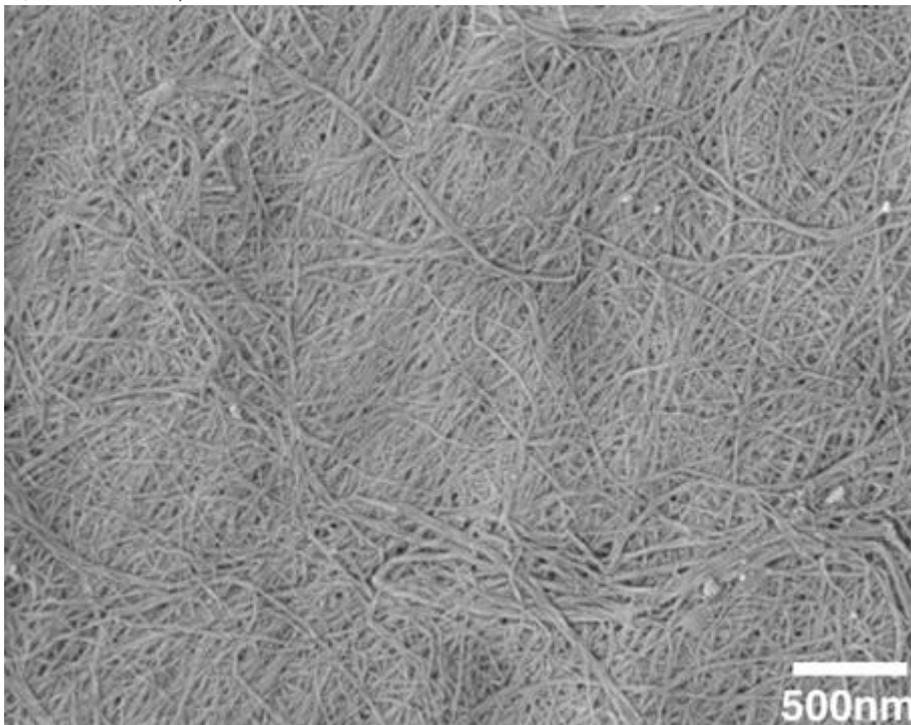
未乾燥ポテトパルプ

解繊後 (×60,000)

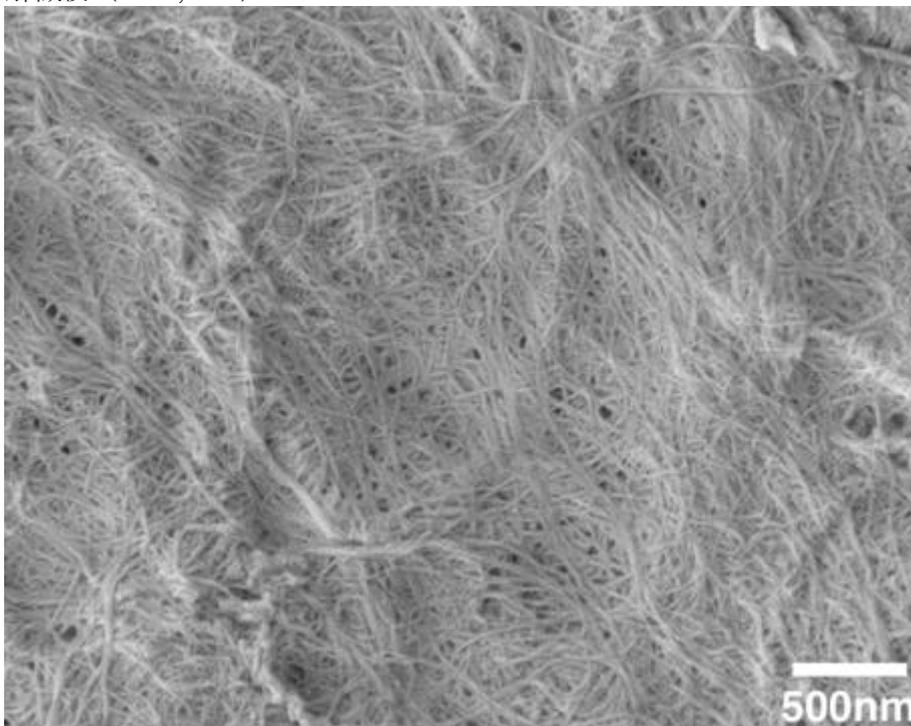


乾燥シュガービートパルプ

解繊前 (×30,000)

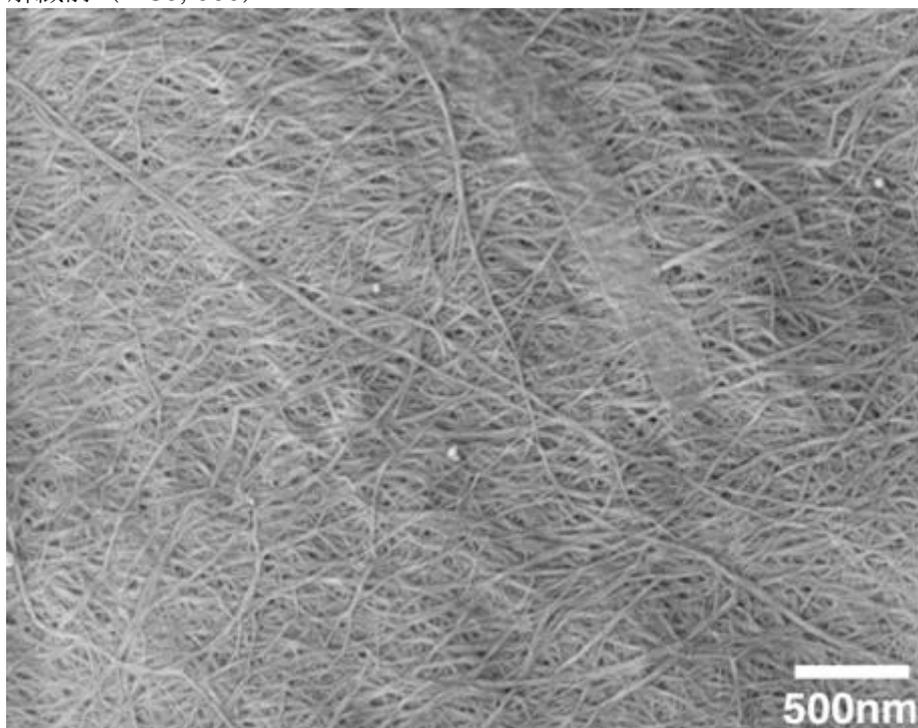


解繊後 (×30,000)

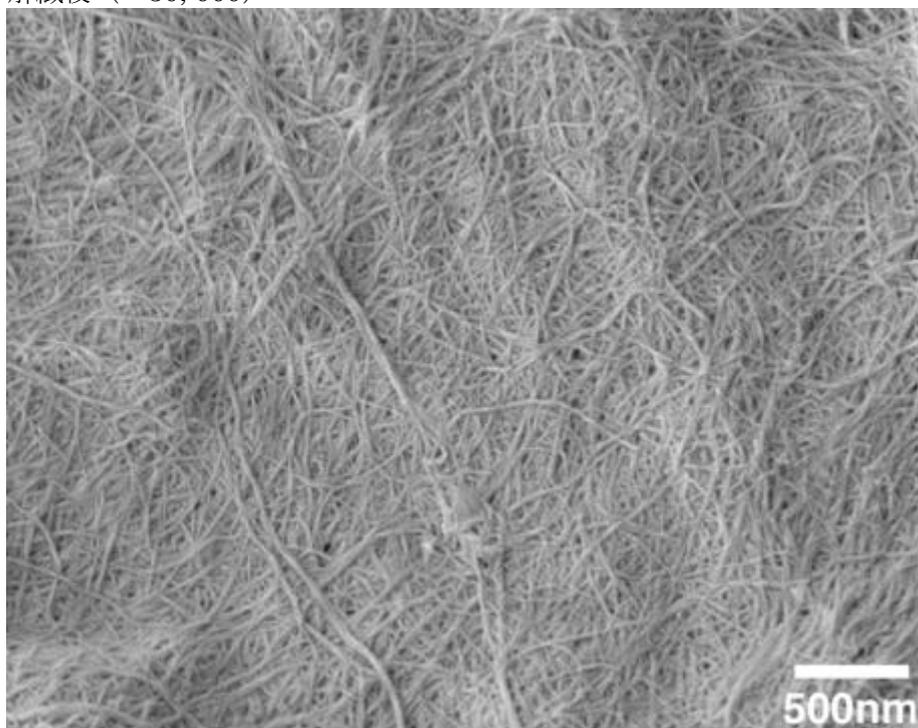


未乾燥シュガービートパルプ

解繊前 (×30,000)

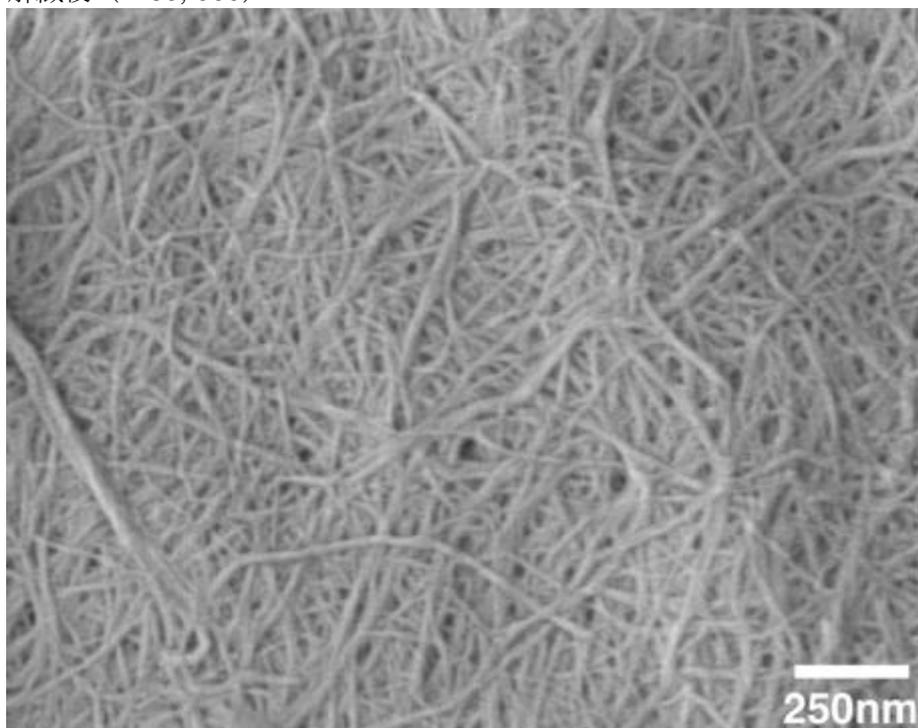


解繊後 (×30,000)



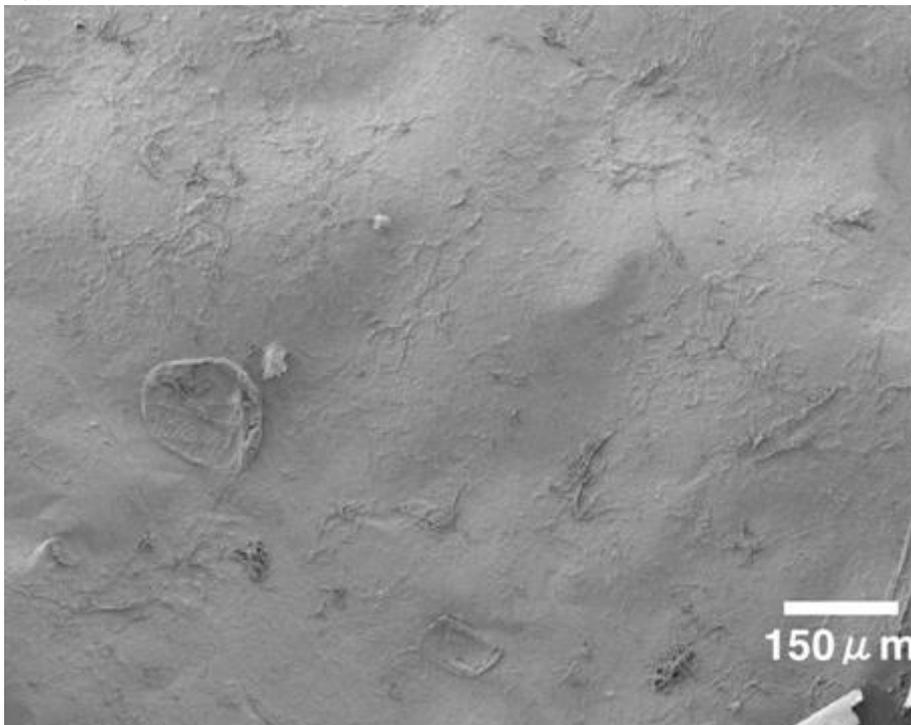
未乾燥シュガービート

解繊後 (×60,000)

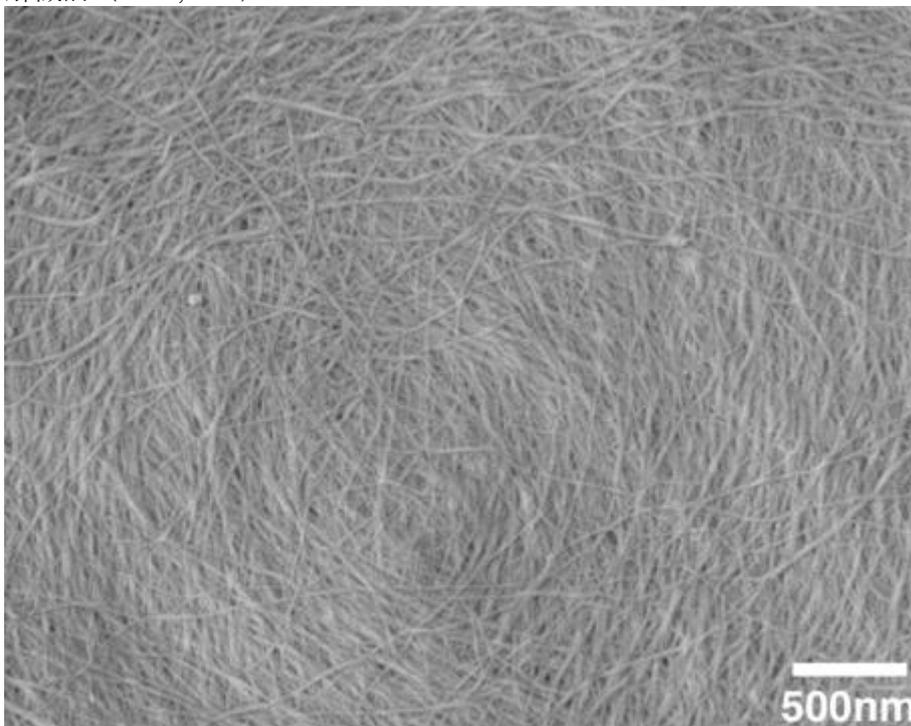


乾燥キャッサバ

解繊前 (×100)

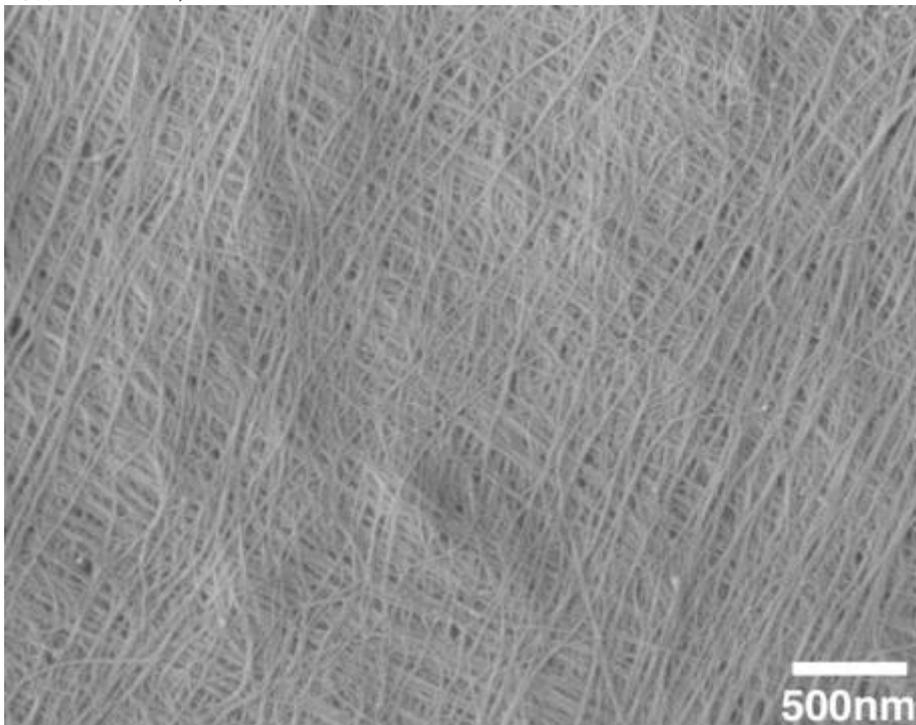


解繊前 (×30,000)

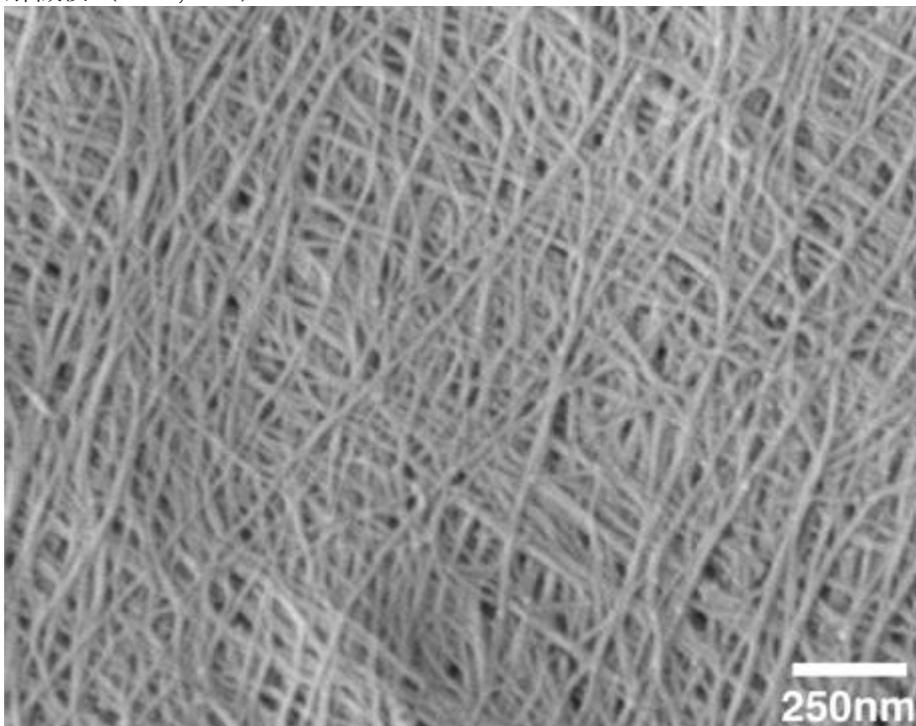


乾燥キャッサバ

解繊後 (×30,000)

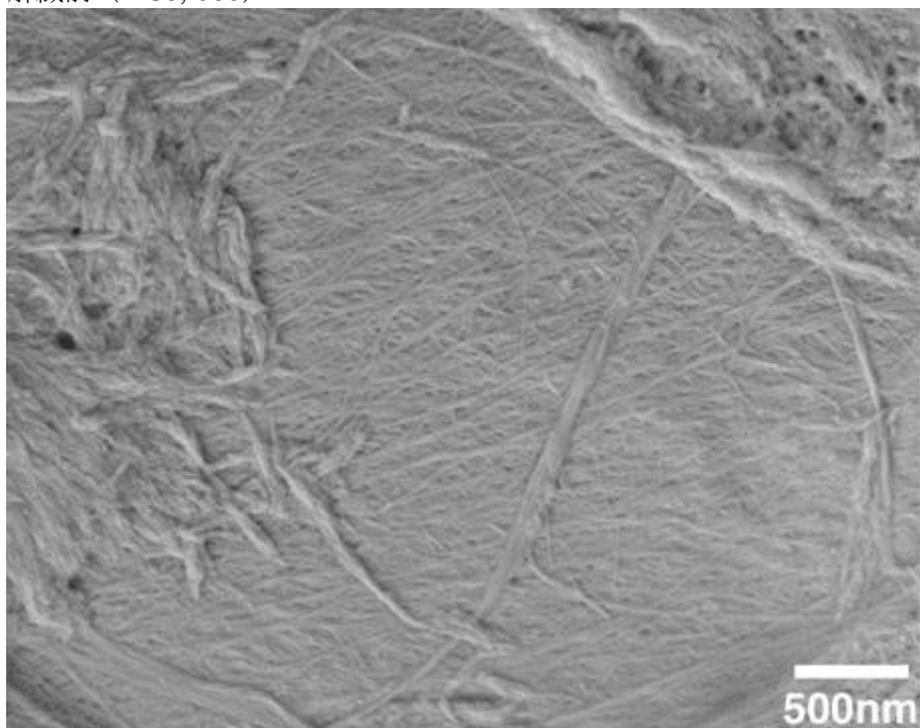


解繊後 (×60,000)

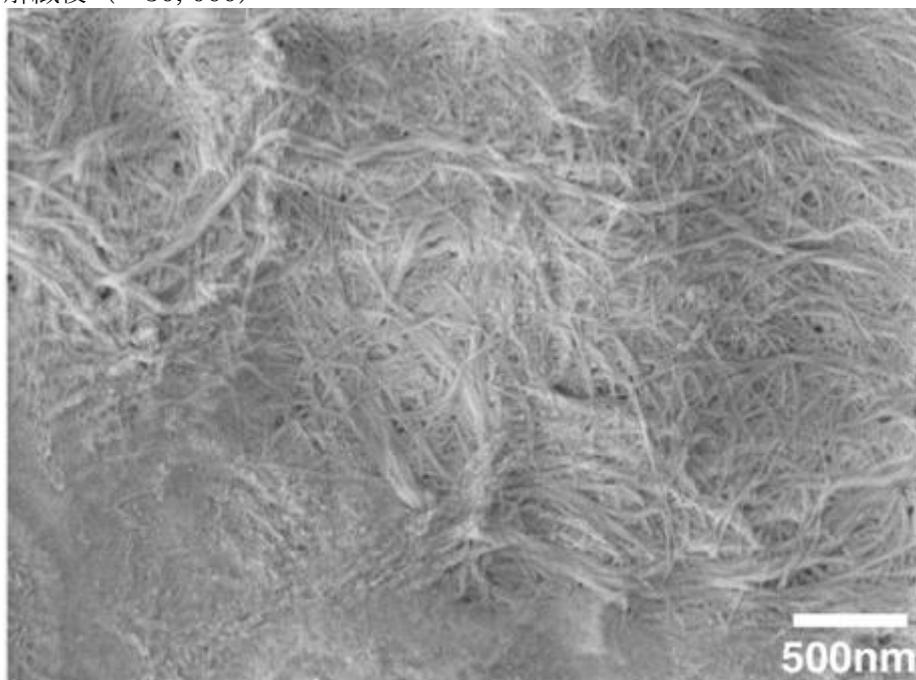


未乾燥焼酎かす

解繊前 (×30,000)

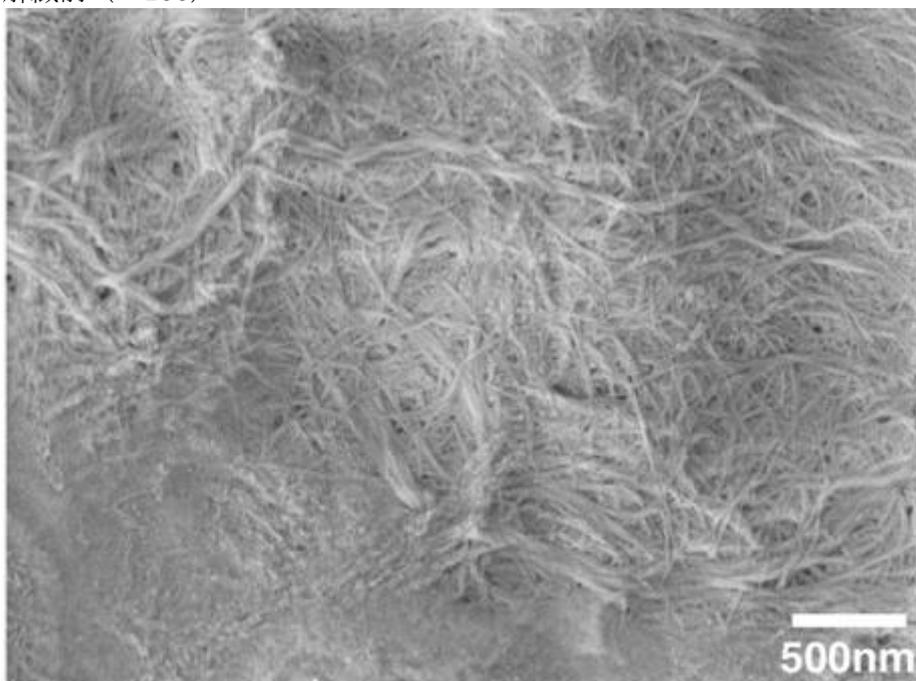


解繊後 (×30,000)

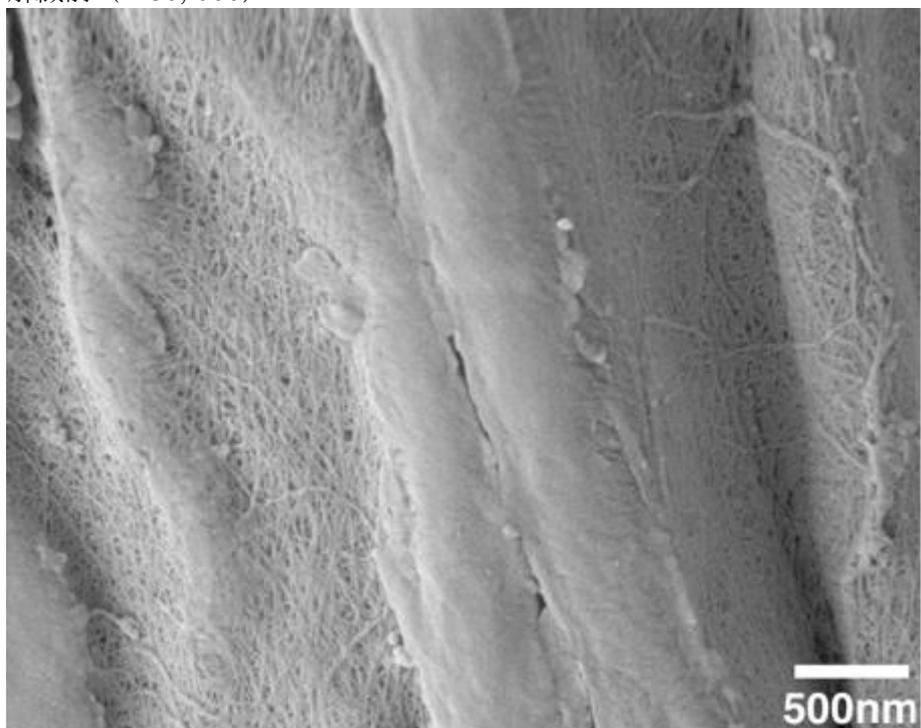


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 3-4%)

解繊前 (×100)

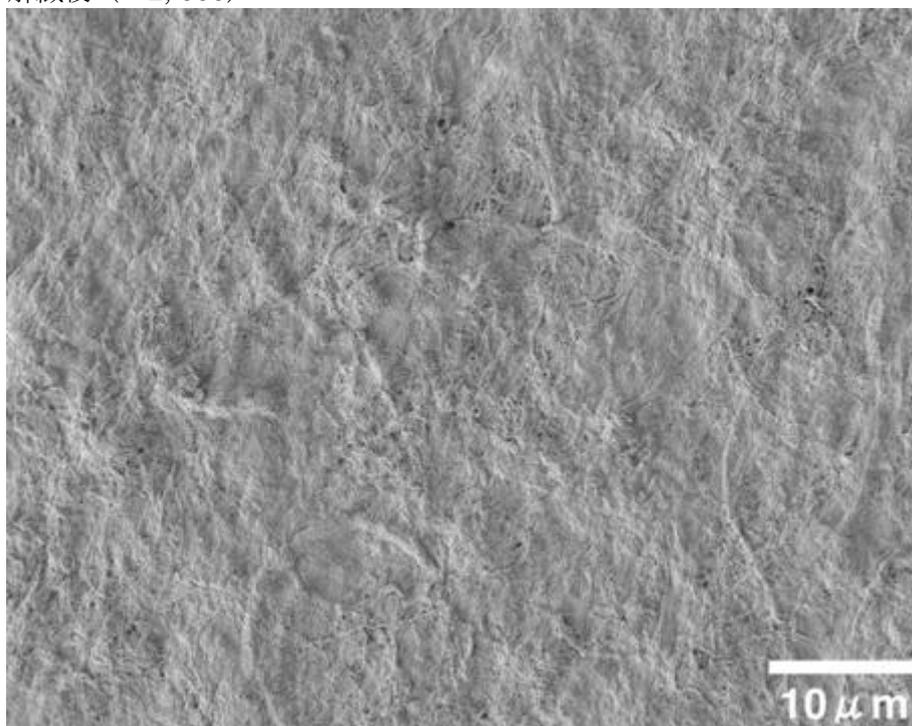


解繊前 (×30,000)

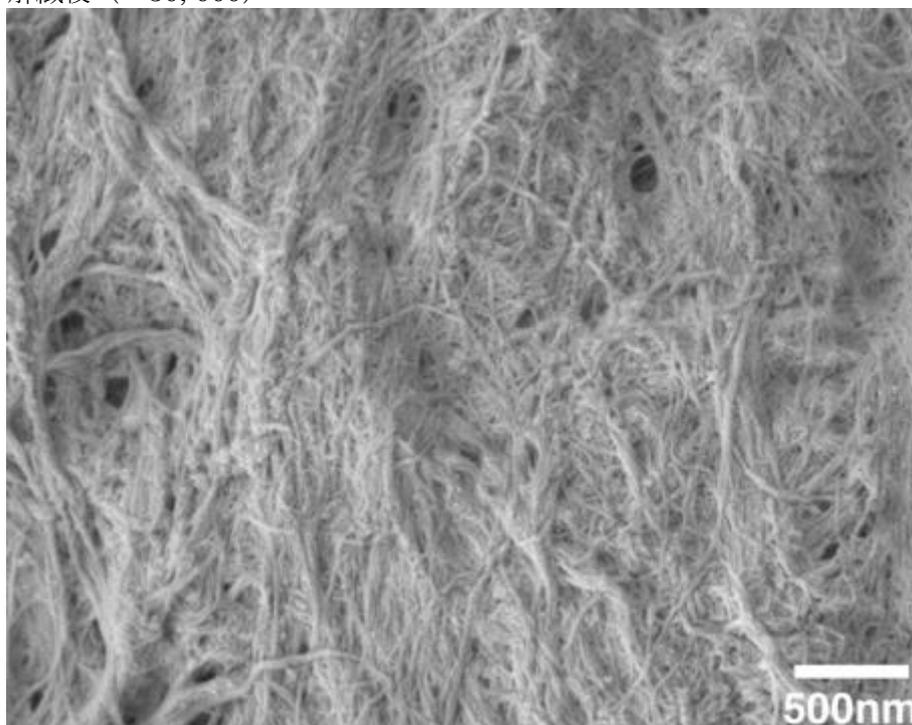


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 3-4%)

解繊後 (×2,000)

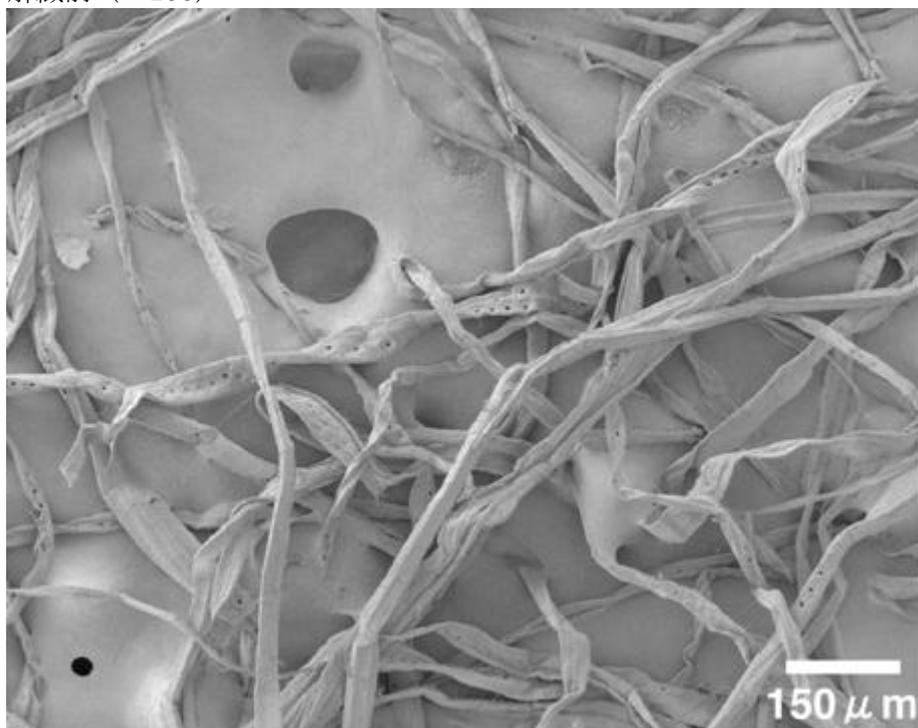


解繊後 (×30,000)

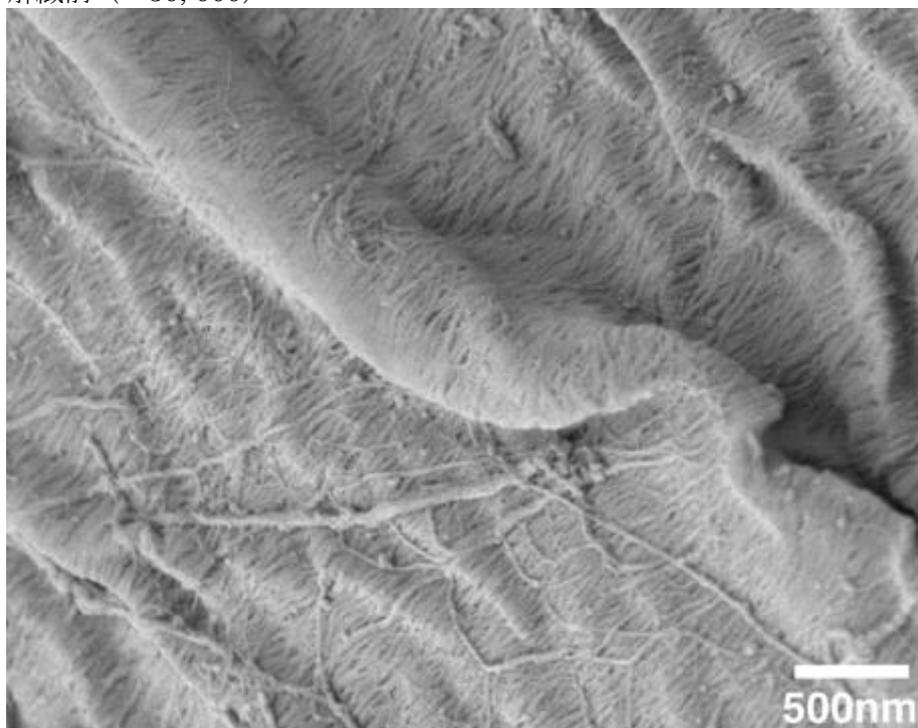


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 6-7%)

解繊前 (×100)

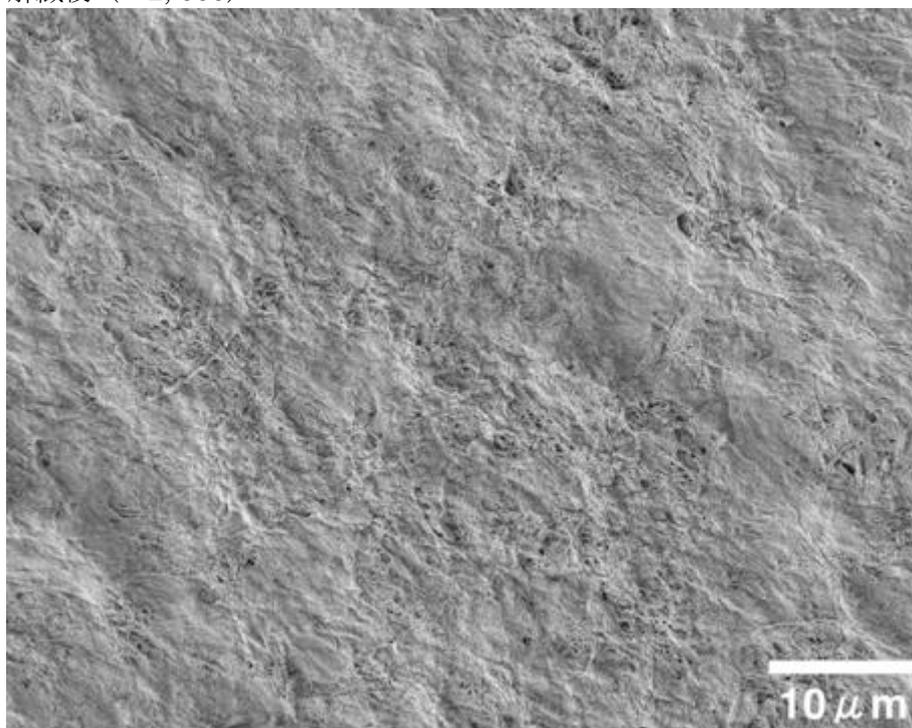


解繊前 (×30,000)

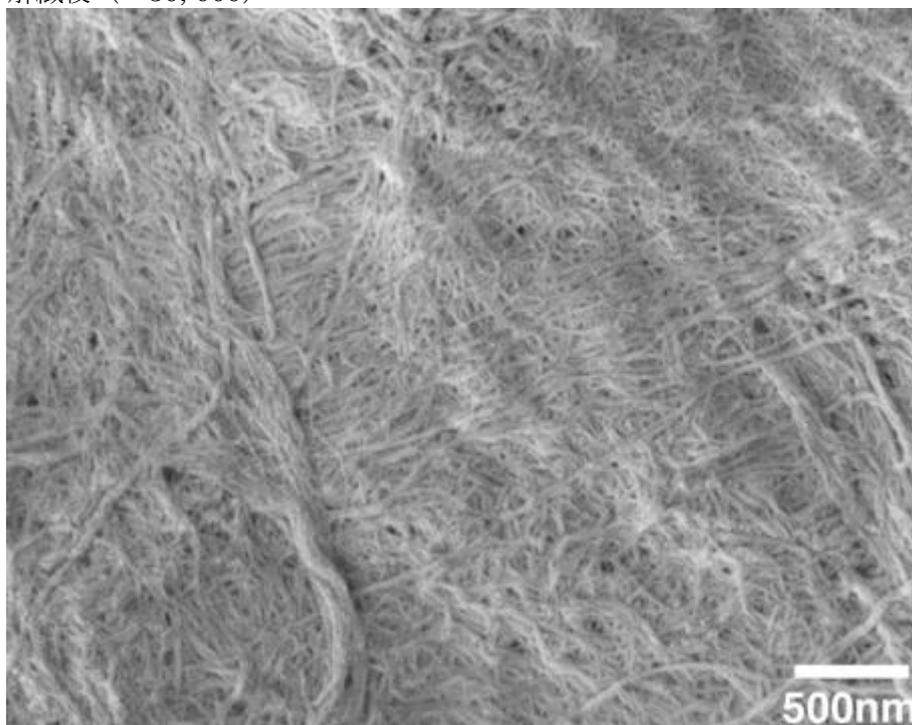


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 6-7%)

解繊後 (×2,000)

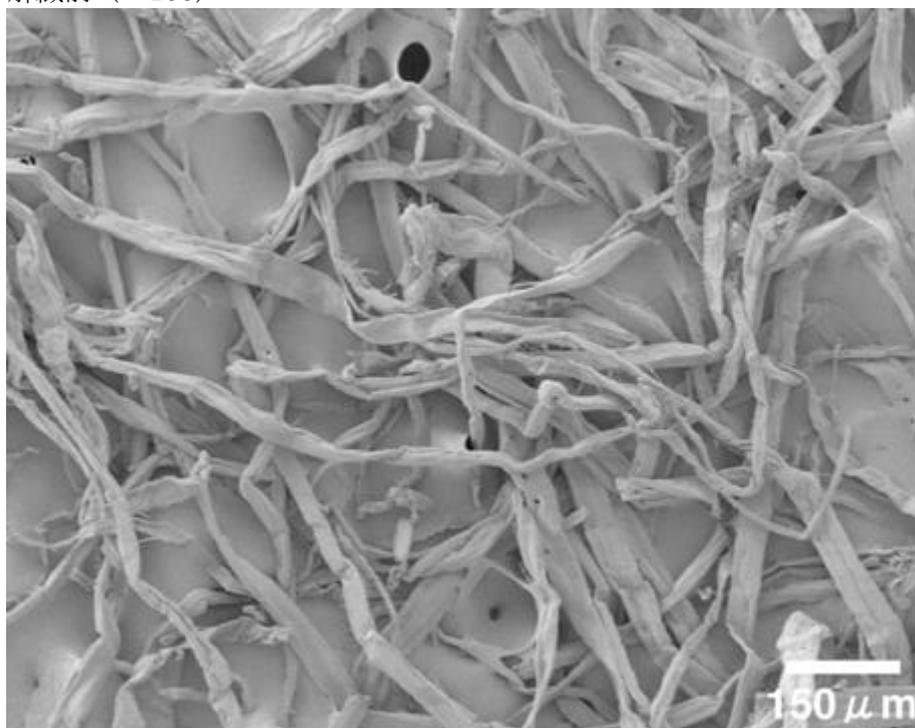


解繊後 (×30,000)

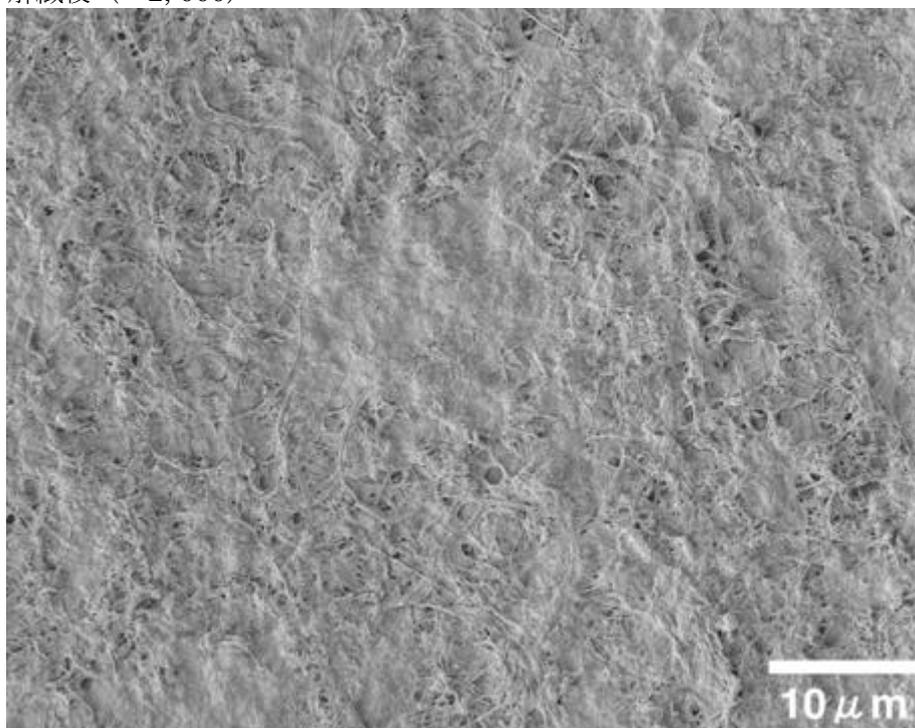


未乾燥サルファイトパルプ (1. 蒸解処理)

解繊前 (×100)

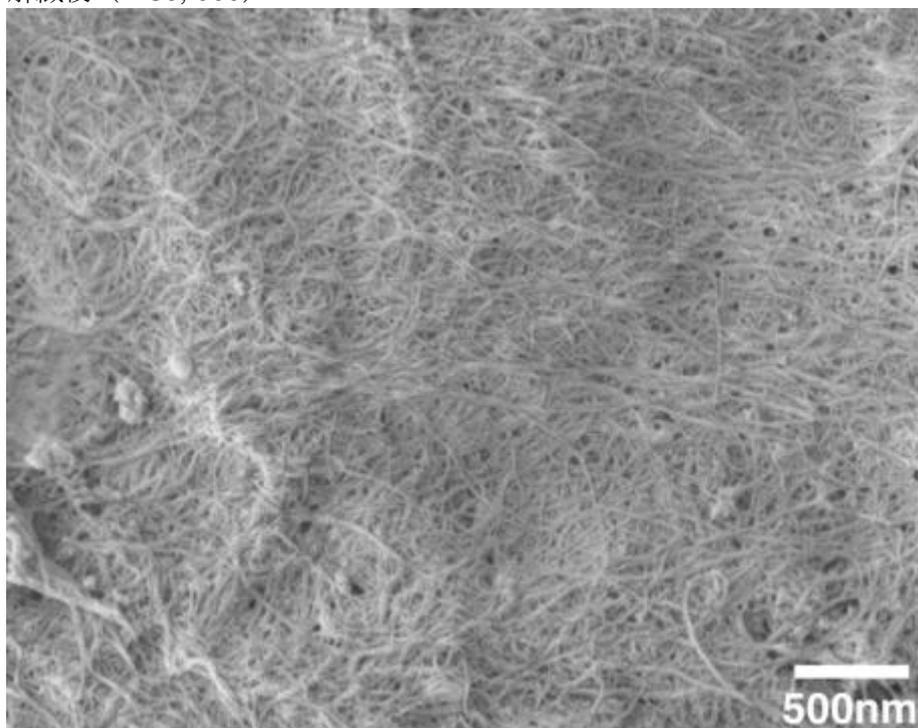


解繊後 (×2,000)



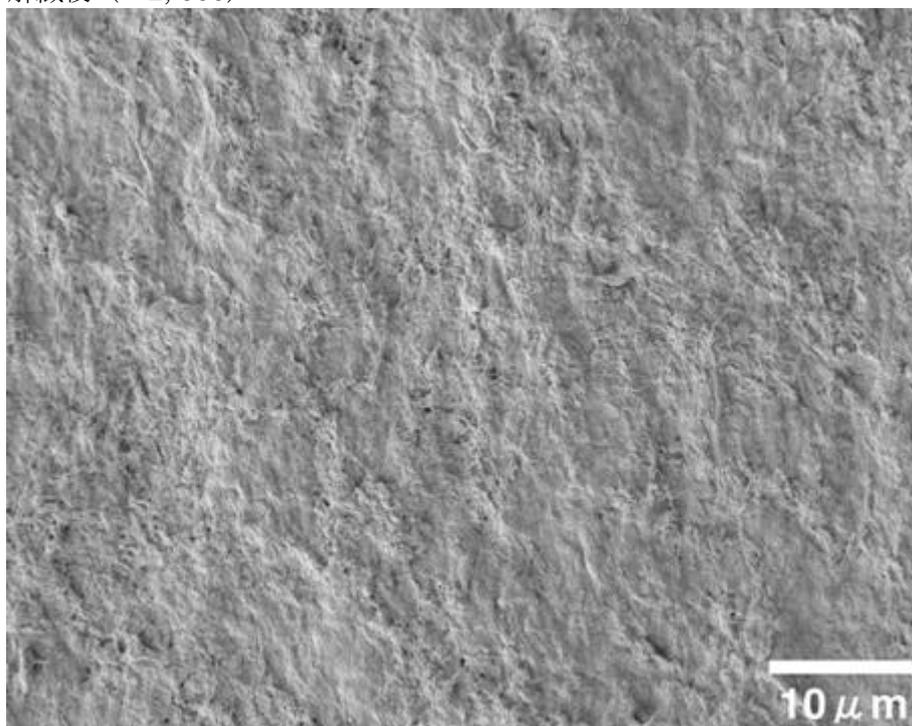
未乾燥サルファイトパルプ (1. 蒸解処理)

解繊後 (×30,000)

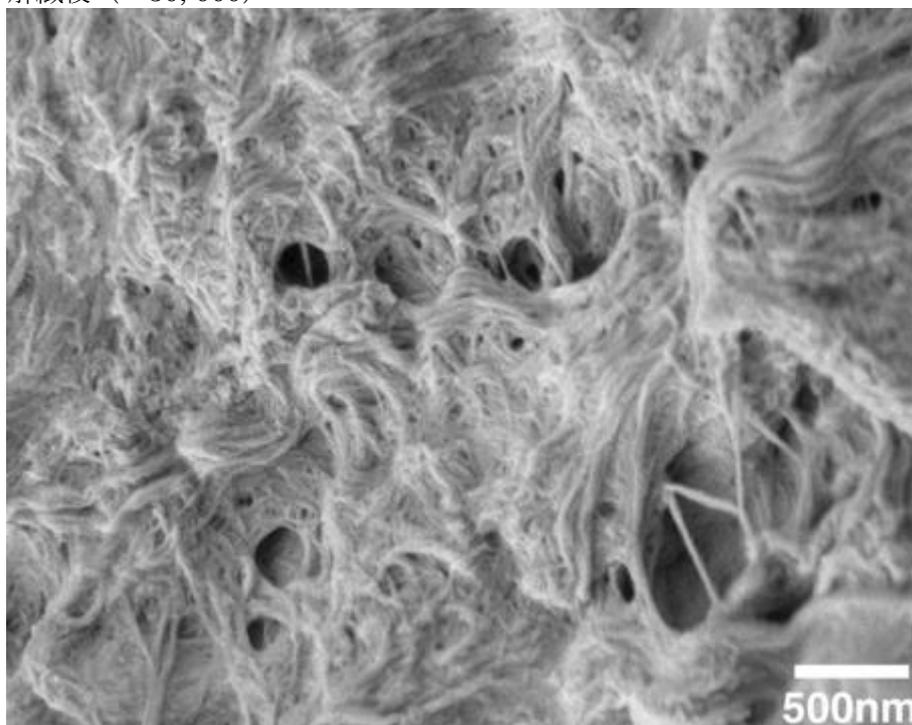


未乾燥サルファイトパルプ (2. アルカリ処理)

解繊後 (×2,000)

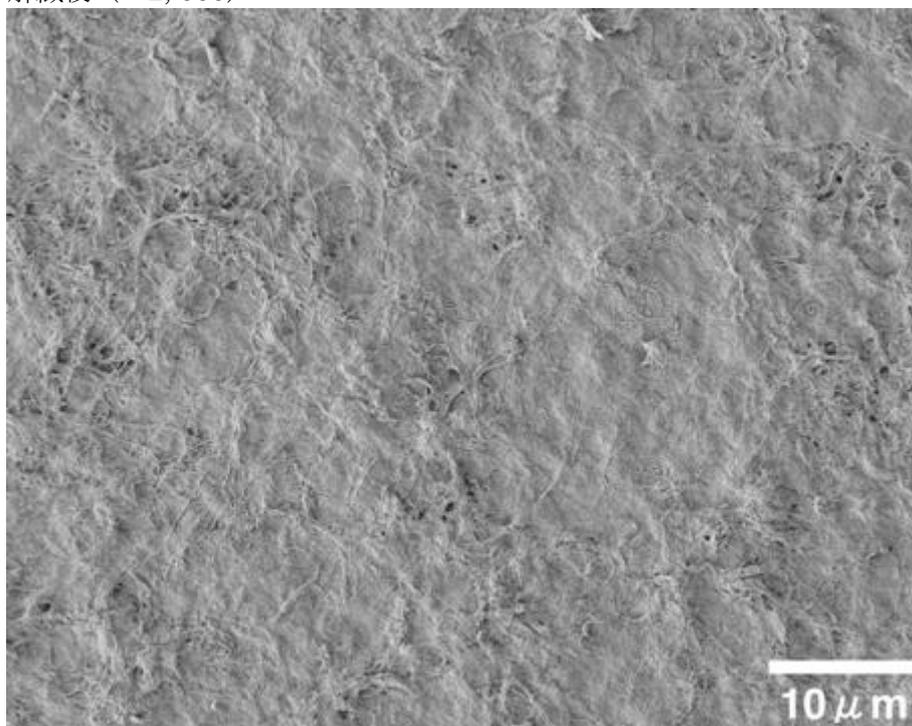


解繊後 (×30,000)

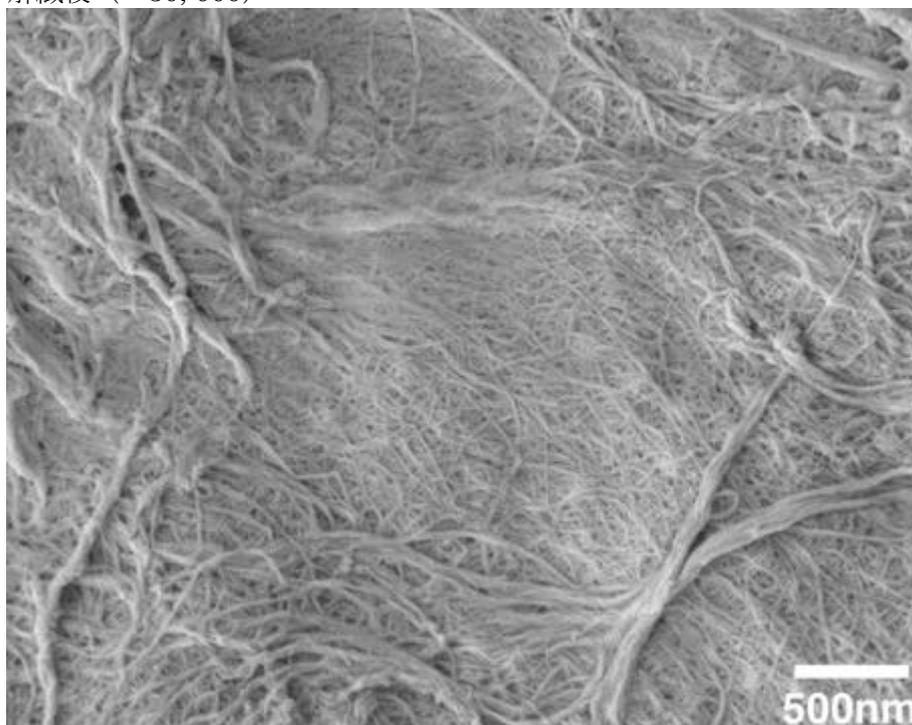


未乾燥サルファイトパルプ (3. 漂白処理)

解繊後 (×2,000)

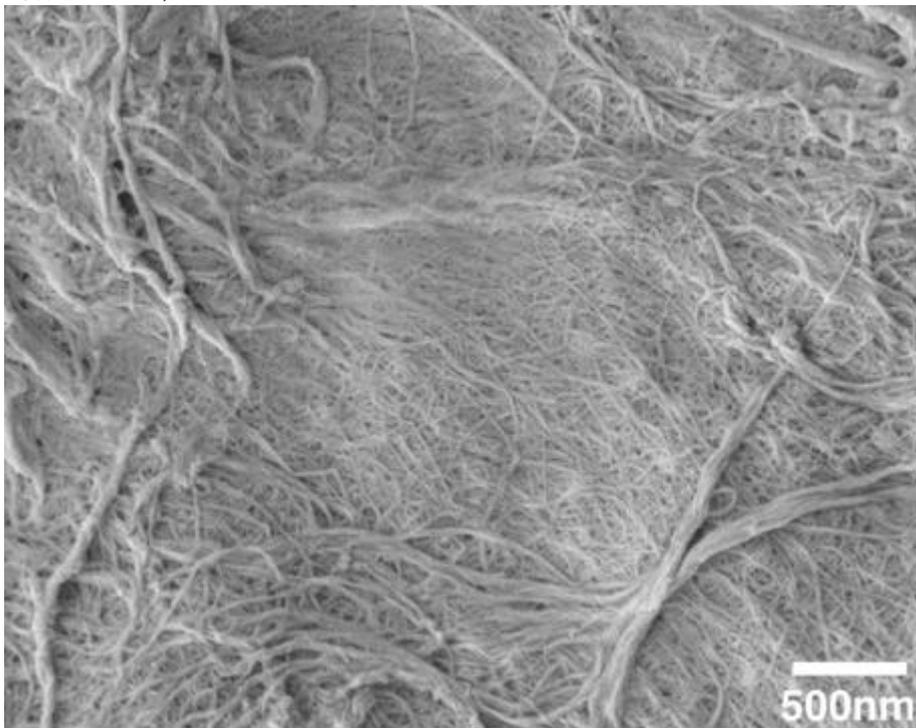


解繊後 (×30,000)

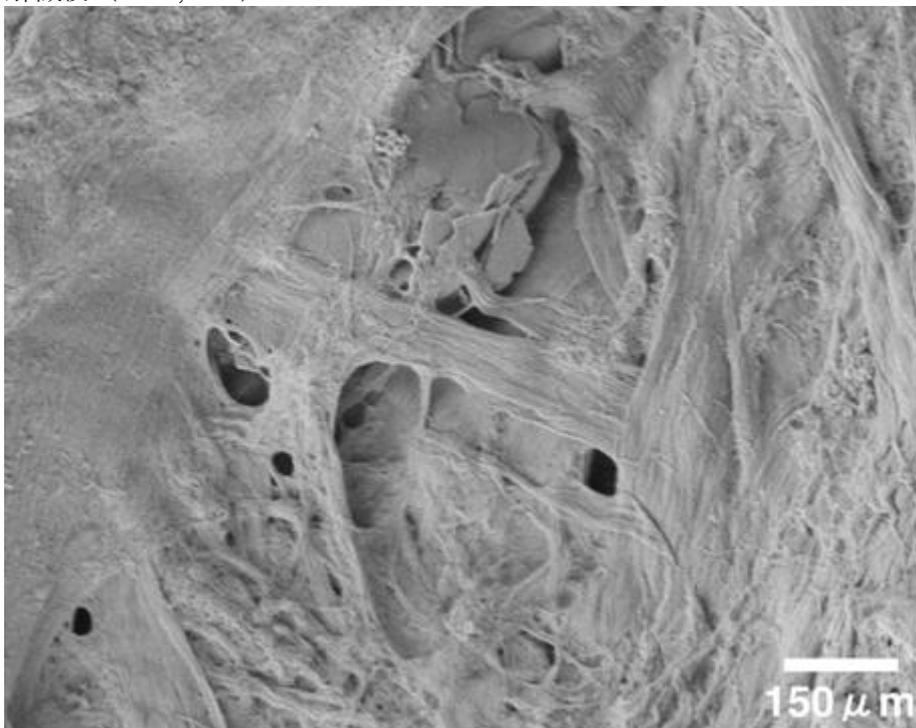


乾燥サーモメカニカルパルプ (未漂白)

解繊後 (×2,000)

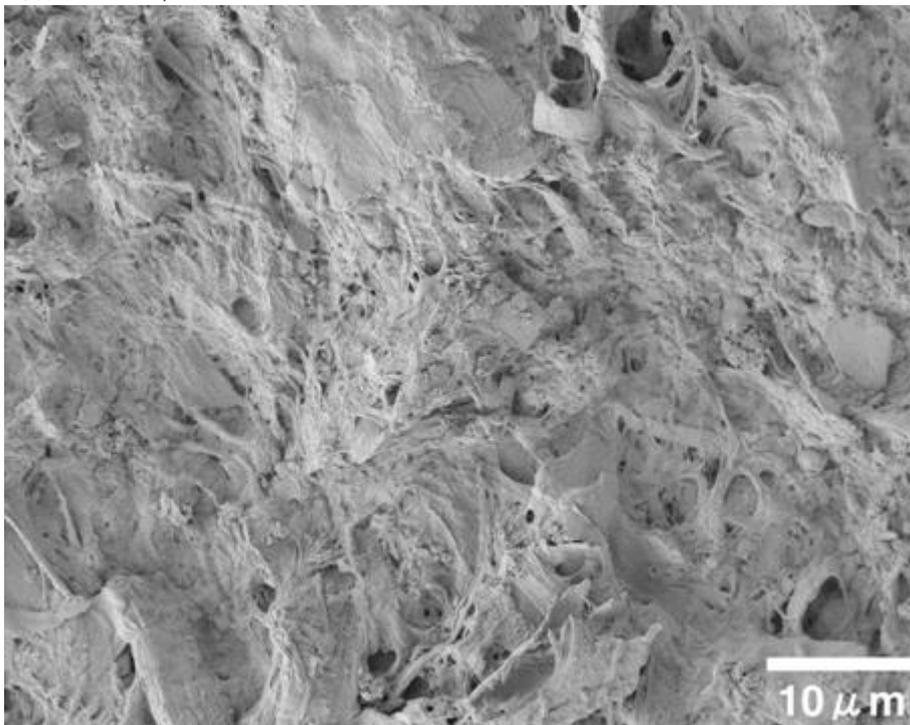


解繊後 (×10,000)

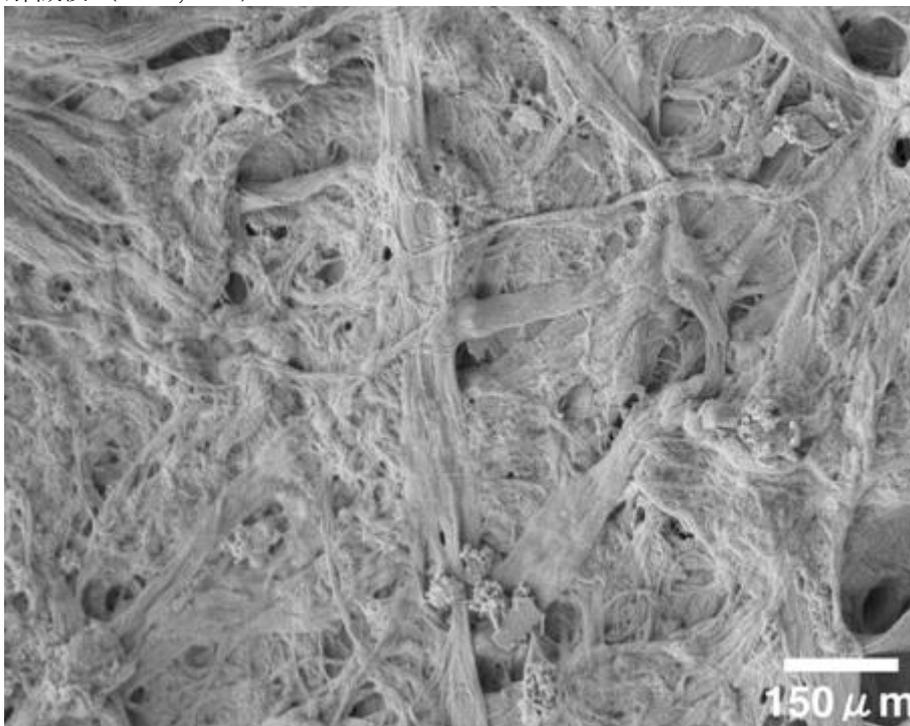


乾燥サーモメカニカルパルプ (半晒し)

解繊後 (×2,000)

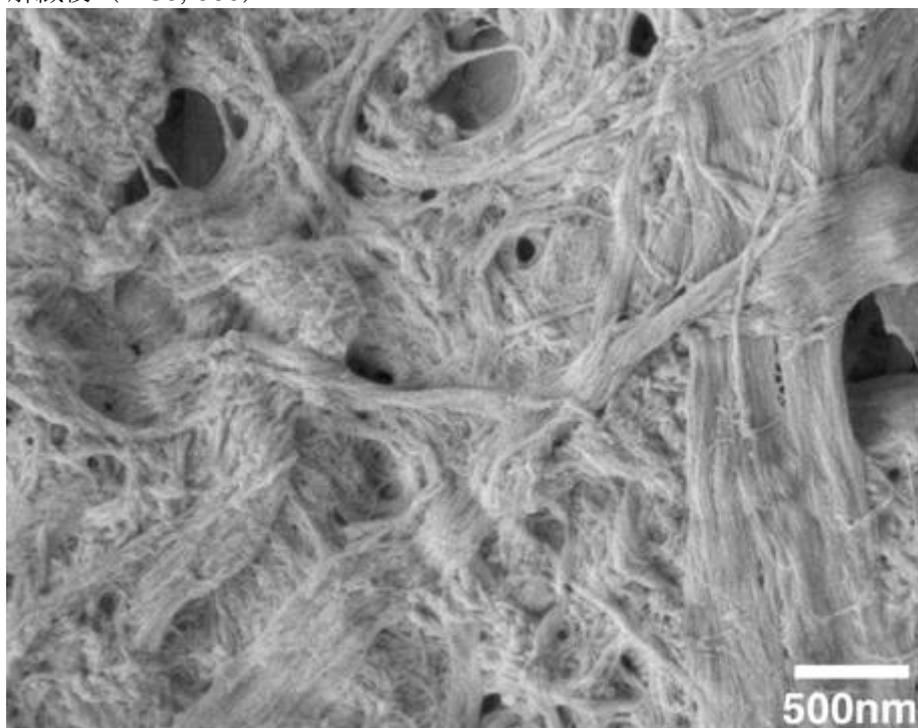


解繊後 (×10,000)



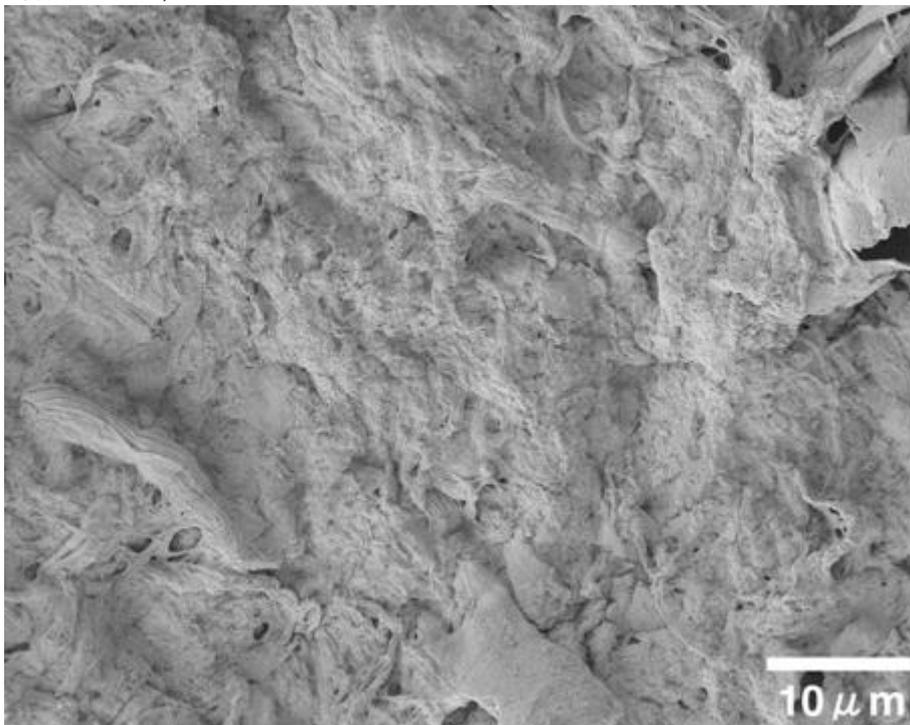
乾燥サーモメカニカルパルプ (半晒し)

解繊後 (×30,000)

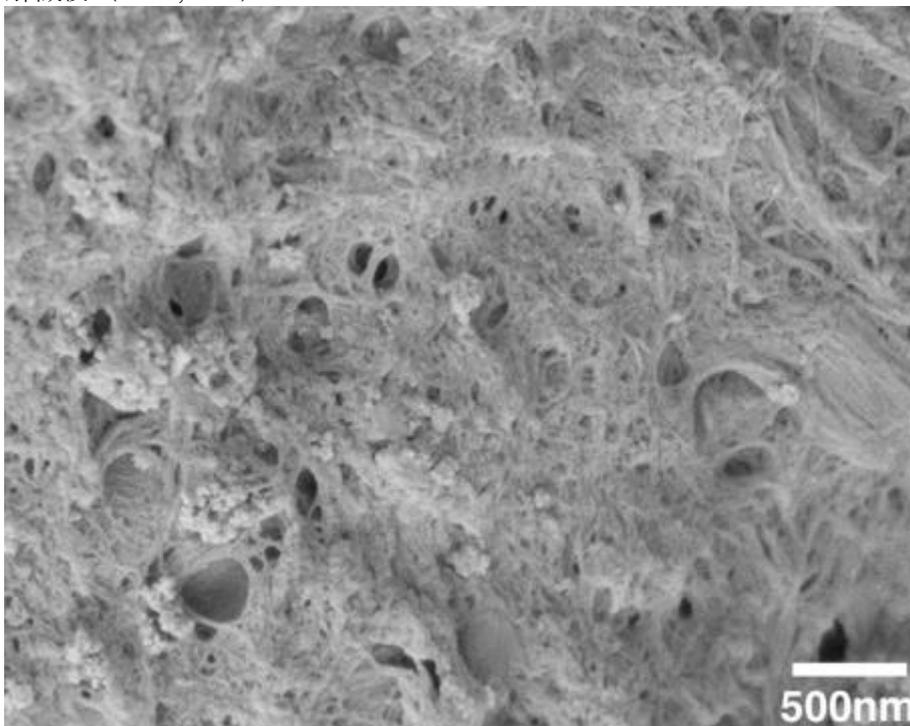


乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後 (×2,000)

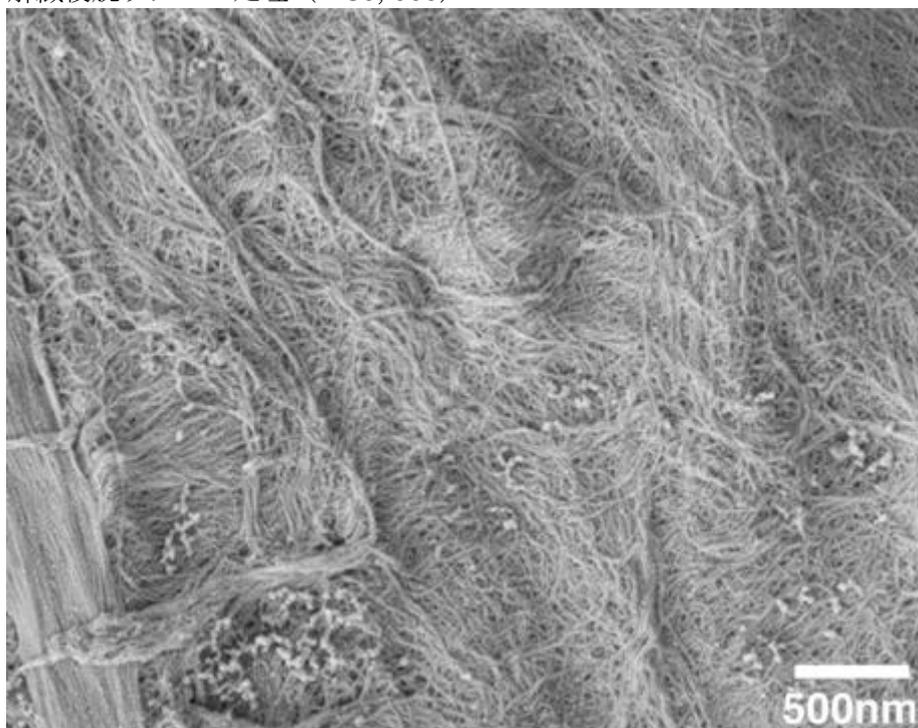


解繊後 (×30,000)



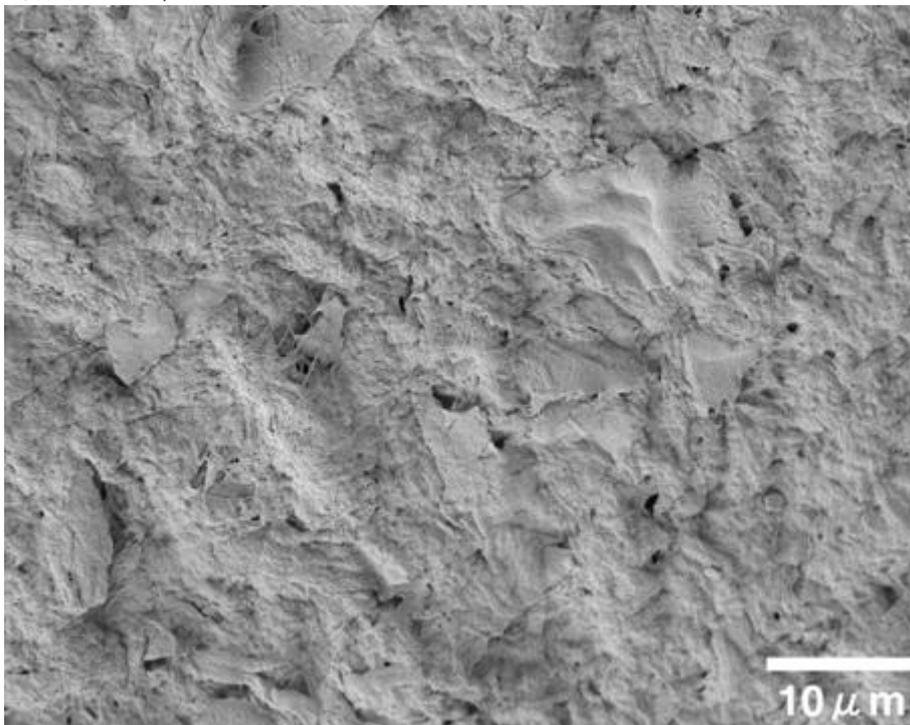
乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後脱リグニン処理 (×30,000)

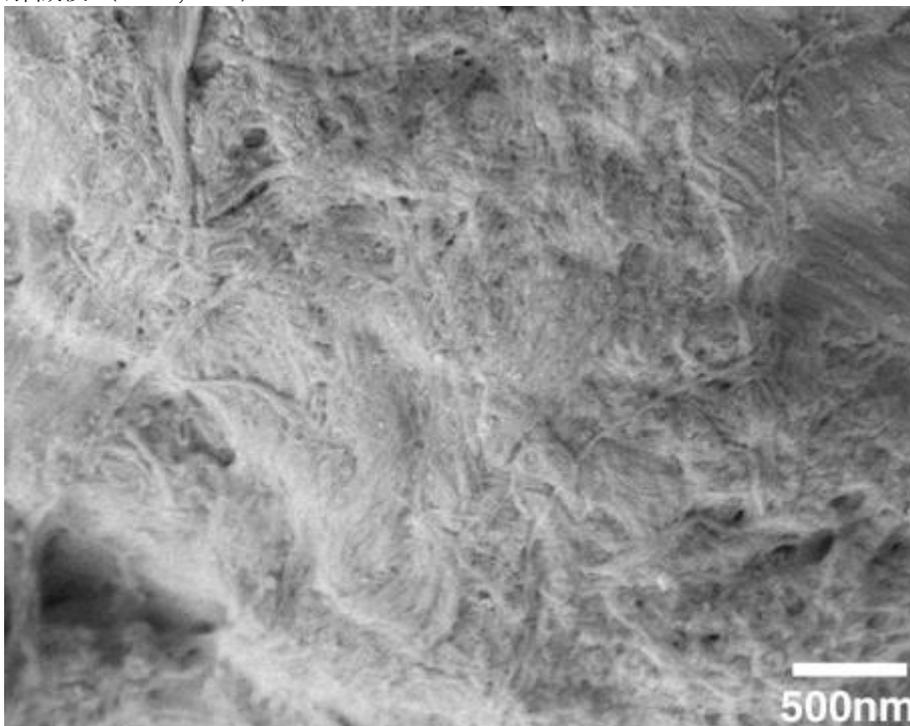


未乾燥ケミサーモメカカルパルプ

解繊後 (×2,000)

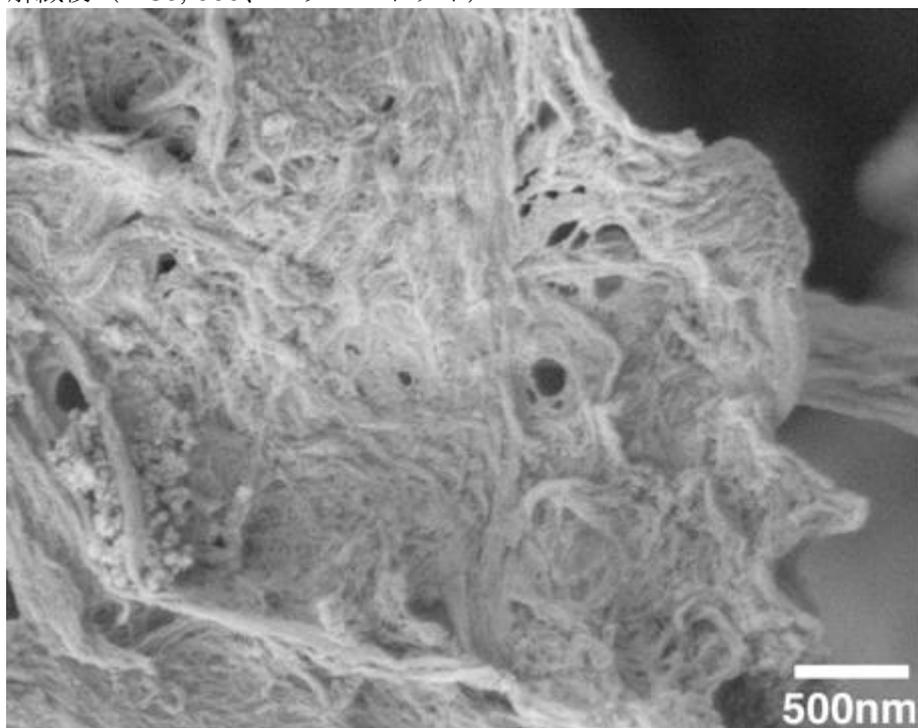


解繊後 (×30,000)



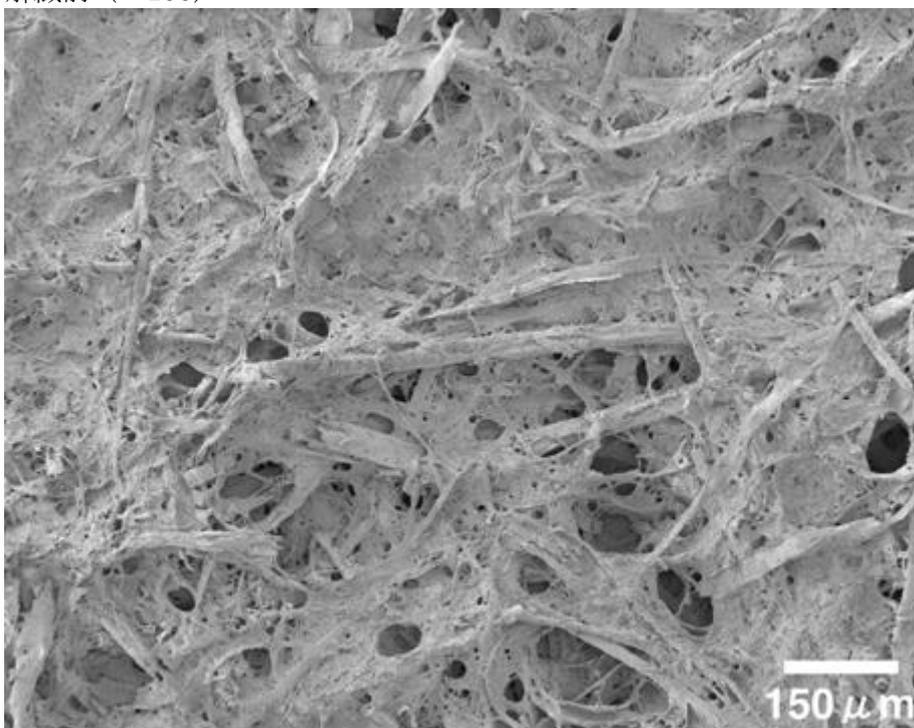
未乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後（×30,000、フリーズドライ）

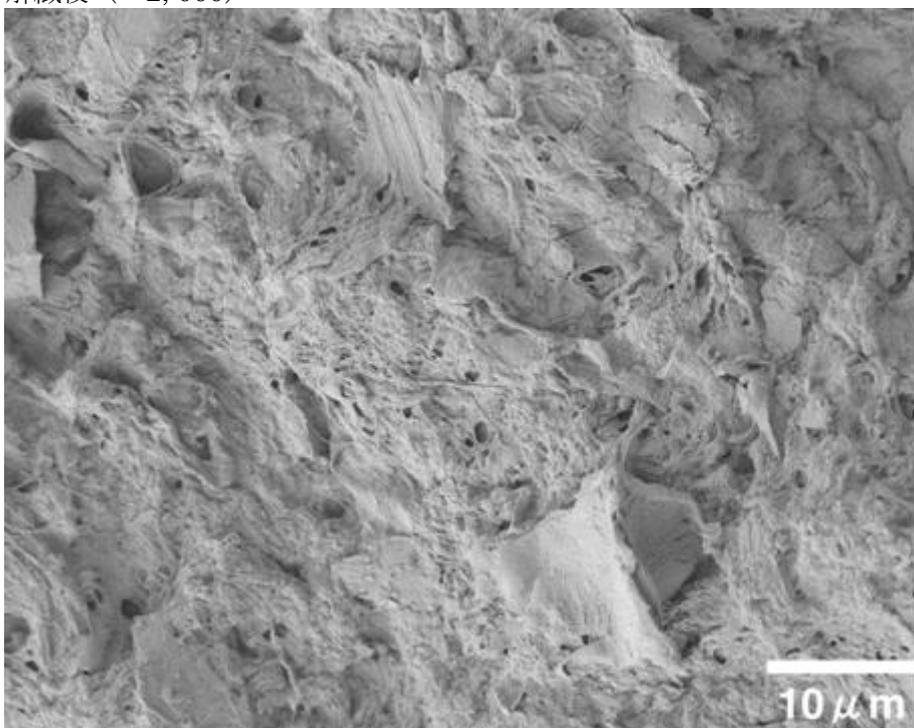


グラインドパルプ (未漂白)

解繊前 (×100)

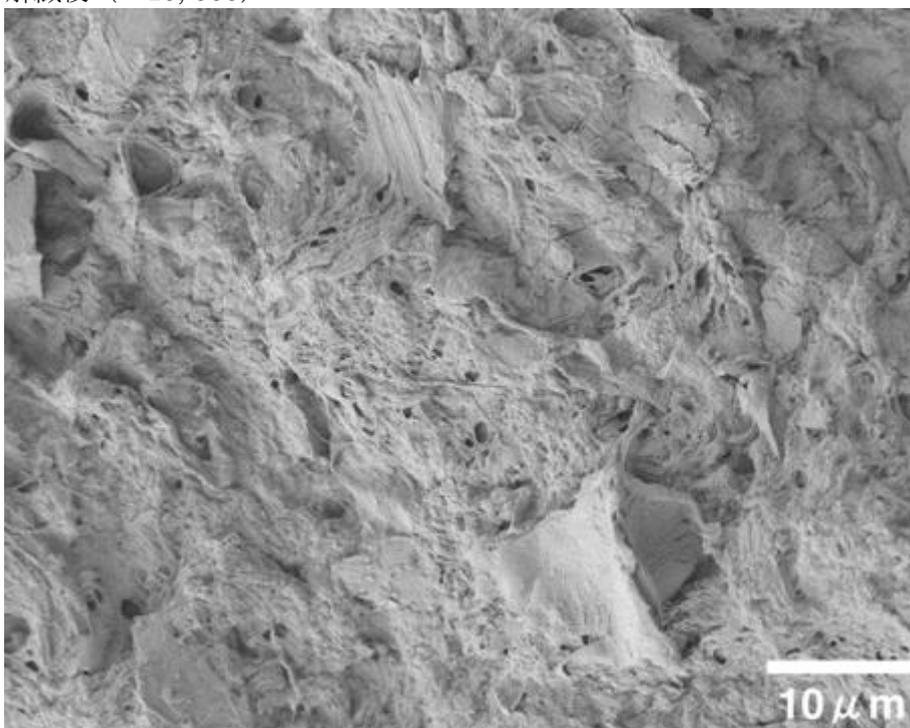


解繊後 (×2,000)



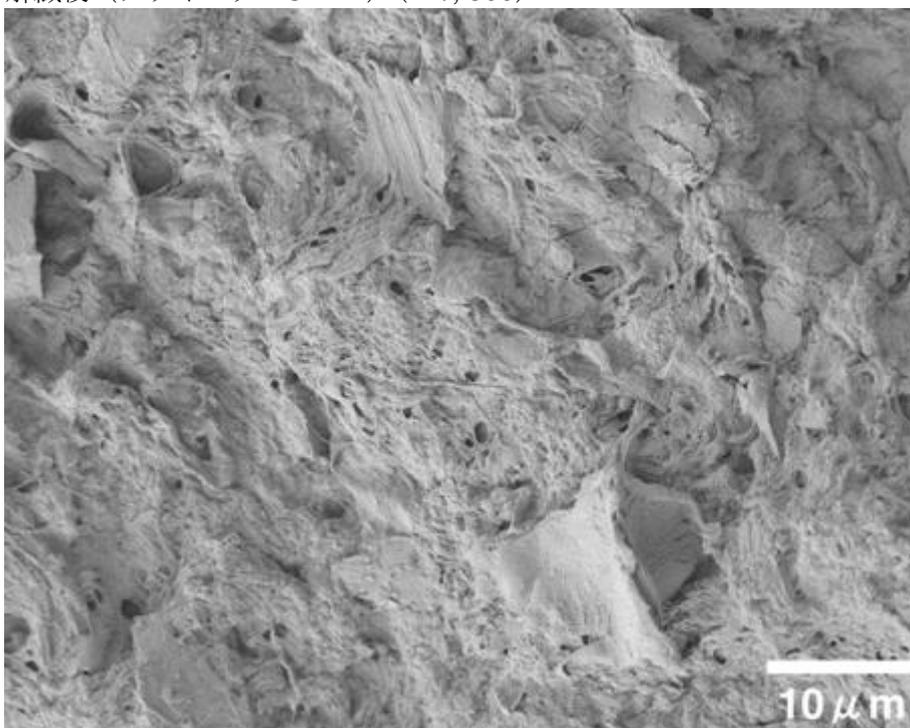
グラインドパルプ (未漂白)

解繊後 (×10,000)

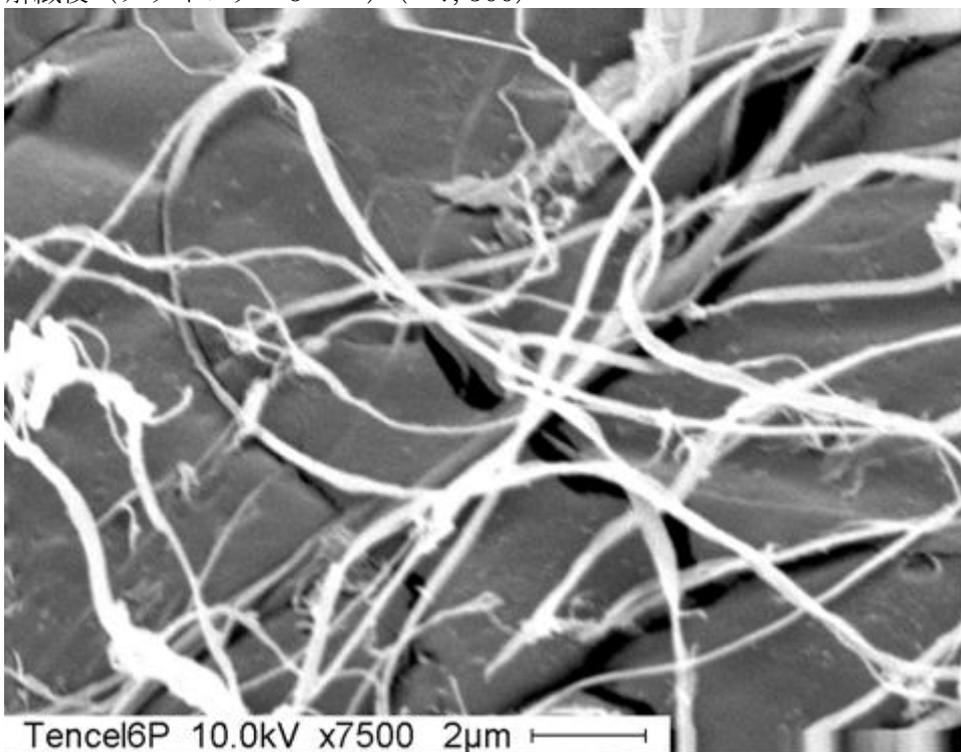


テンセル

解繊後 (グラインダー3 パス) ($\times 7,500$)

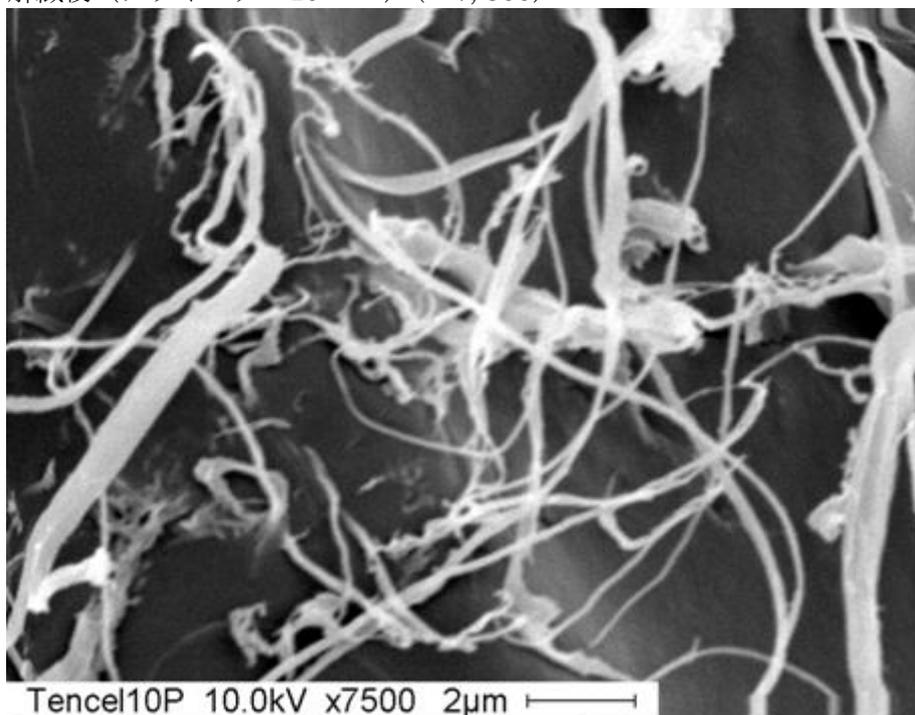


解繊後 (グラインダー6 パス) ($\times 7,500$)



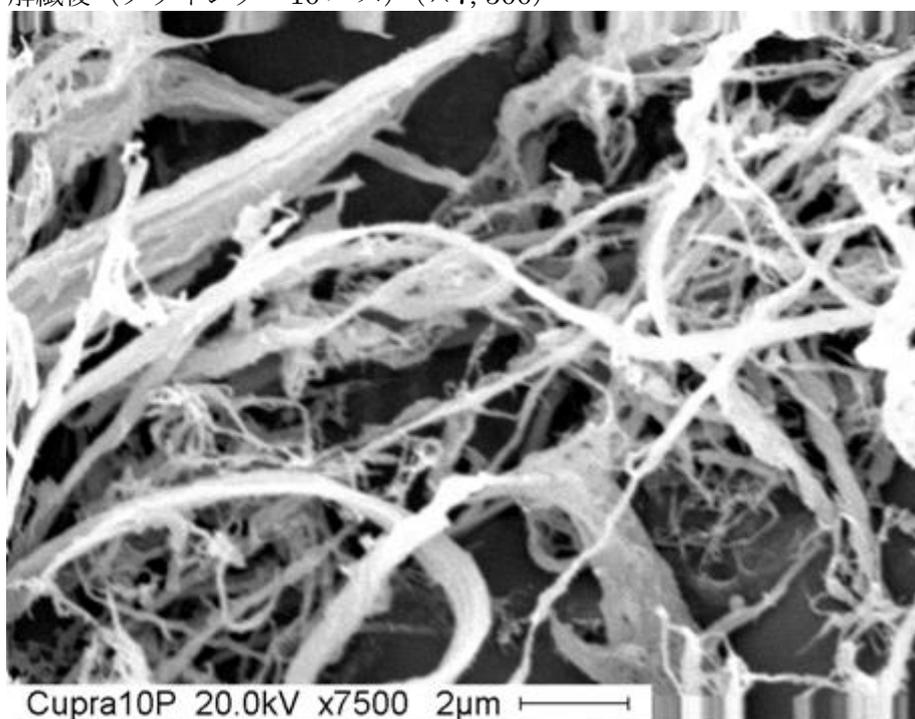
テンセル

解繊後（グラインダー10パス）（×7,500）



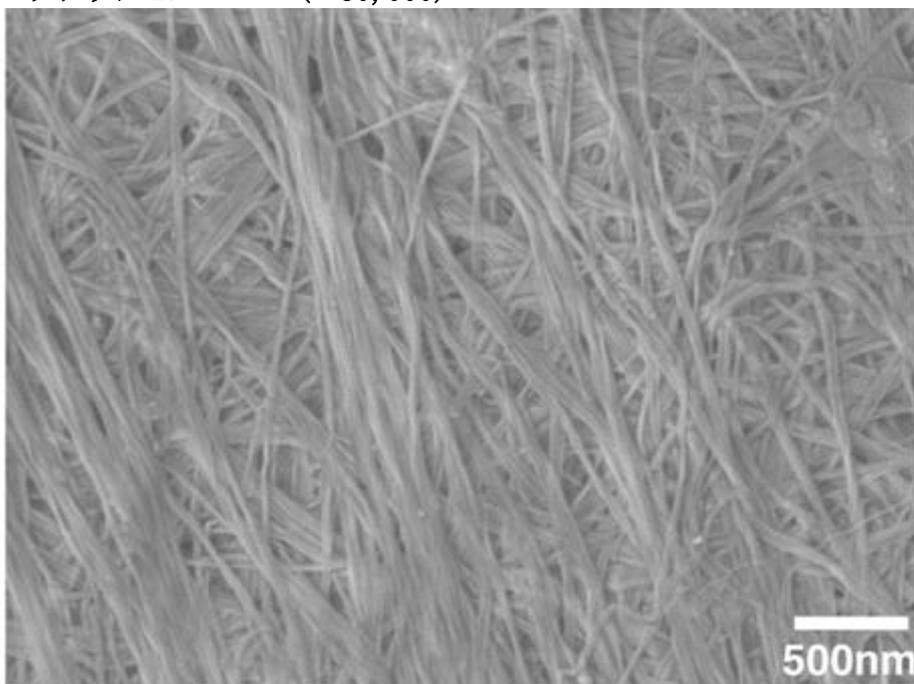
キュプラ

解繊後（グラインダー10パス）（×7,500）

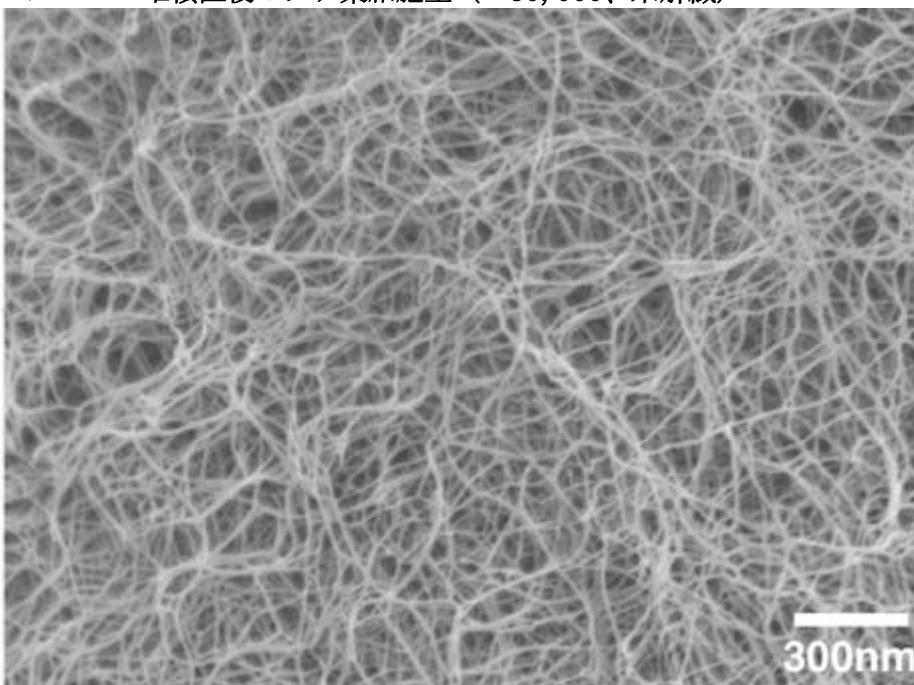


参考写真

バクテリアセルロース (×30,000)

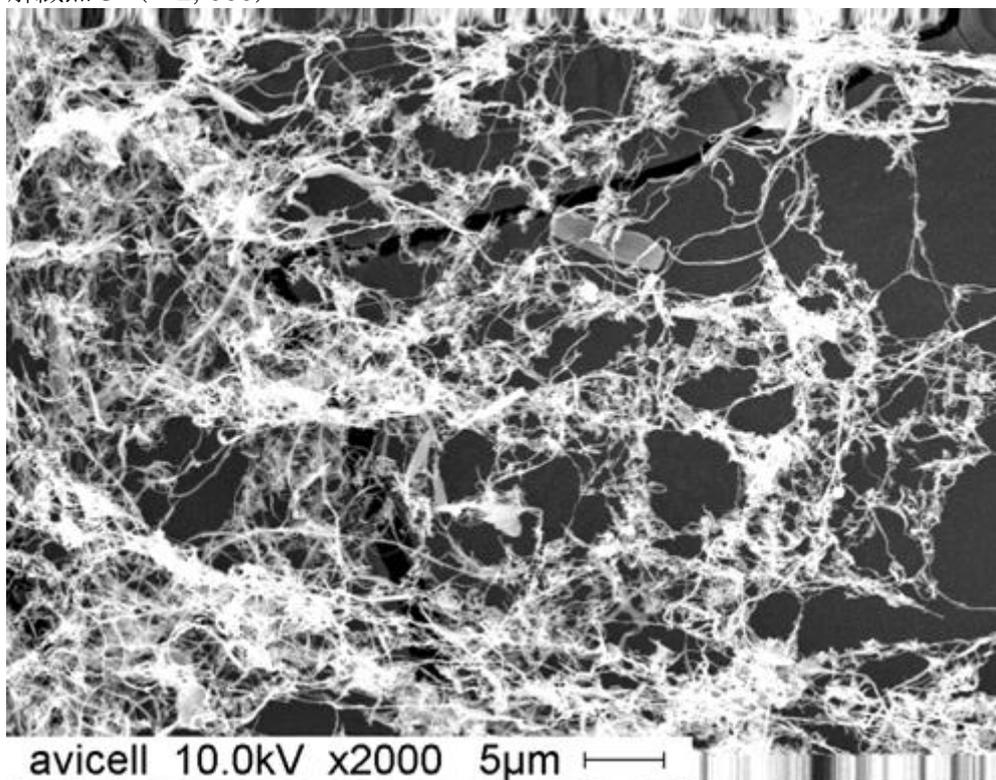


セルロース堆積直後のブナ柔細胞壁 (×50,000、未解繊)

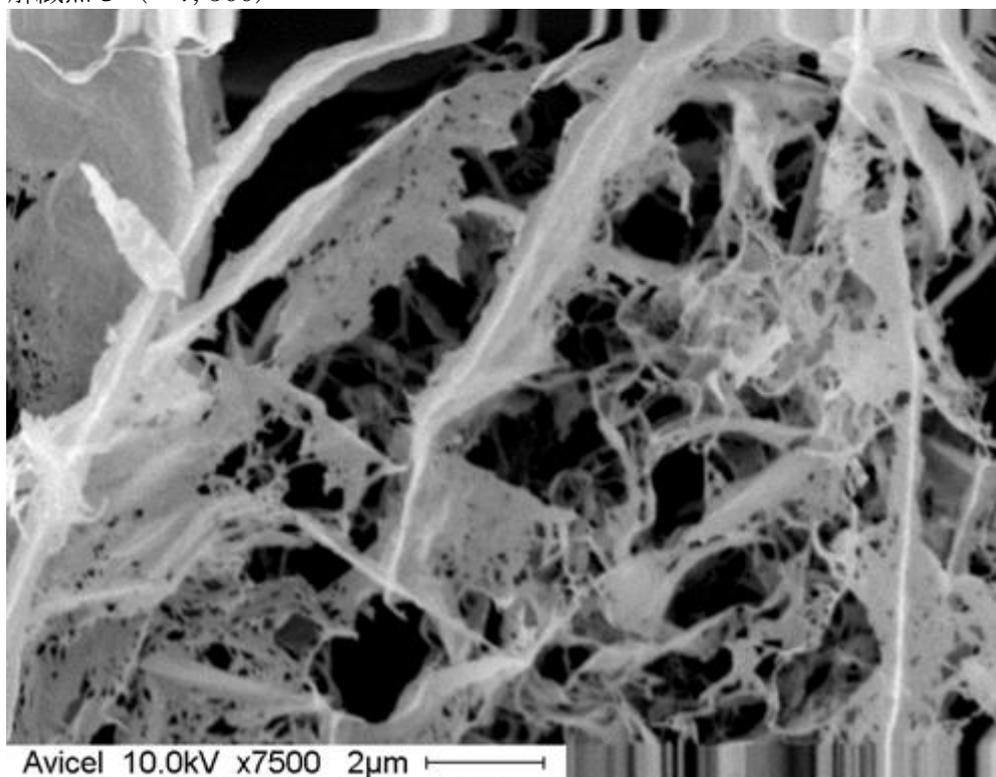


アビセル (微結晶セルロース)

解繊無し (×2,000)

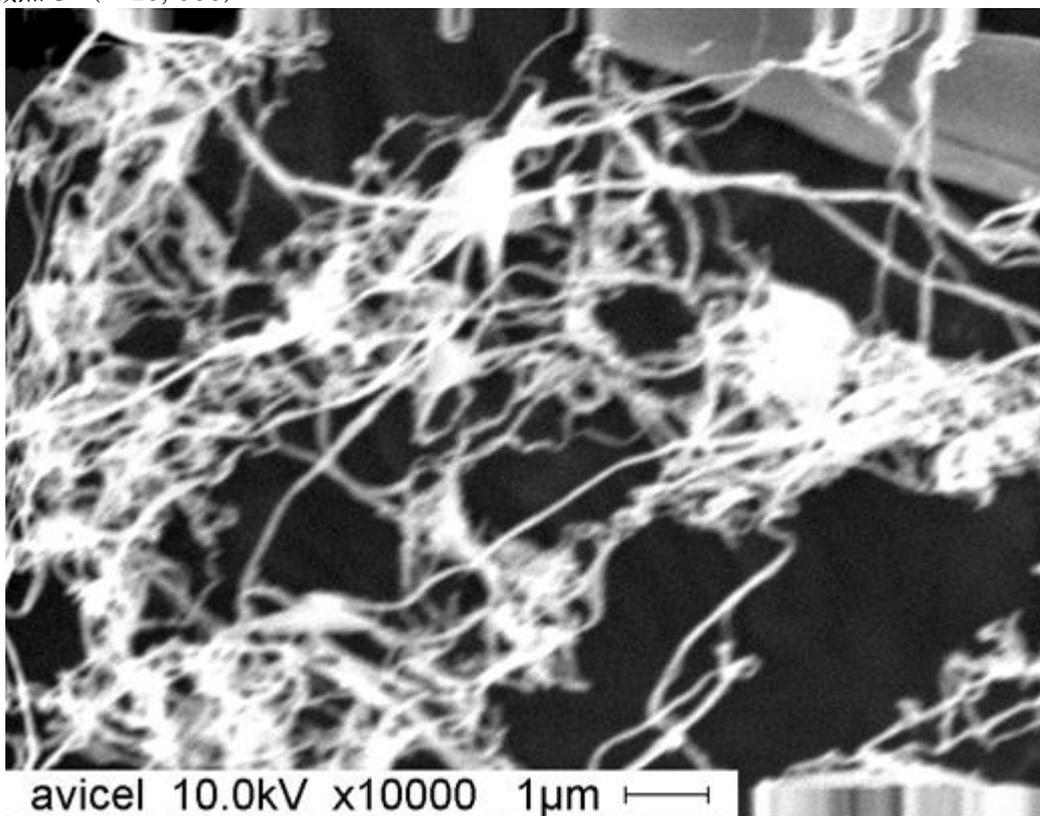


解繊無し (×7,500)



アビセル (微結晶セルロース)

解繊無し (×10,000)



資料2 バイオマス資源量

目次

第1章 世界のバイオマス量	123
1. バイオマスの種類と分類	
2. 地球レベルでのバイオマス資源量	
1) バイオマス資源の賦存量と1次生産量	
2) 一次生産量	
3) 人類利用一次生産量	
第2章 農林水産バイオマスと廃棄系バイオマス	133
1. 農林水産バイオマス (FAO 統計)	
1) 全体	
2) 農作物全般	
3) 主要農作物の生産量	
4) 主要農林産物の生産量	
2. 非木材繊維品生産量	
3. 廃棄系バイオマスとエネルギーポテンシャル	
1) 世界のバイオマスエネルギー賦存量	
2) 米国のバイオマス賦存量	
3) 欧州のバイオマス賦存量	
4) 東南アジアのバイオマス賦存量	
5) 日本のバイオマス賦存量	
第3章 植物バイオマスの組成	156
1. 植物バイオマスのリグノセルロース組成	
1) DOE のバイオマス組成データ	
2) 非木材繊維品 (non-wood fiber) のリグノセルロース組成	
3) 文献から収集したバイオマス組成	
2. 植物バイオマスの糖組成	
第4章 主要な穀物等の食品分析データ	174
1. 日本：五訂増補日本食品標準成分表	
2. 海外の食品成分表	
3. 廃棄系バイオマスの成分 (参考)	

第1章 世界のバイオマス量

1. バイオマスの種類と分類

バイオマスは生物が産する生物有機体の集積物を示す生物学的用語であり、本来は生産系集積物を意味している。しかし、今日では環境問題とバイオマスの産業的利用の観点から、生産活動系から排出される生物系廃棄物を意味することも多くなってきている。日本工業規格 (K3600-1188) では「地球生物圏の物質循環系に組み込まれた生物体又は生物体から派生する有機物の集積」と定義しており、生産系バイオマスと廃棄物や副生物である廃棄系バイオマスとを合わせてバイオマスとしている。その主なものには、農産物、木材などの農林水産業における産物と、木質系廃棄物、動物の糞尿、繊維質系廃棄物、都市ごみなどが含まれる。最近では、下水汚泥や古紙あるいは廃食用油などの生活系バイオマスが増大傾向にあり、その有効利用が問題となっている。バイオマスを生産系と廃棄・副生系に大別し、図1にまとめて示した。バイオマスは化石燃料と異なり再生産が可能である一方で、形態が多種多様であり、また散在しているため、一定量の原料の確保が困難であるなどの特徴を有する。

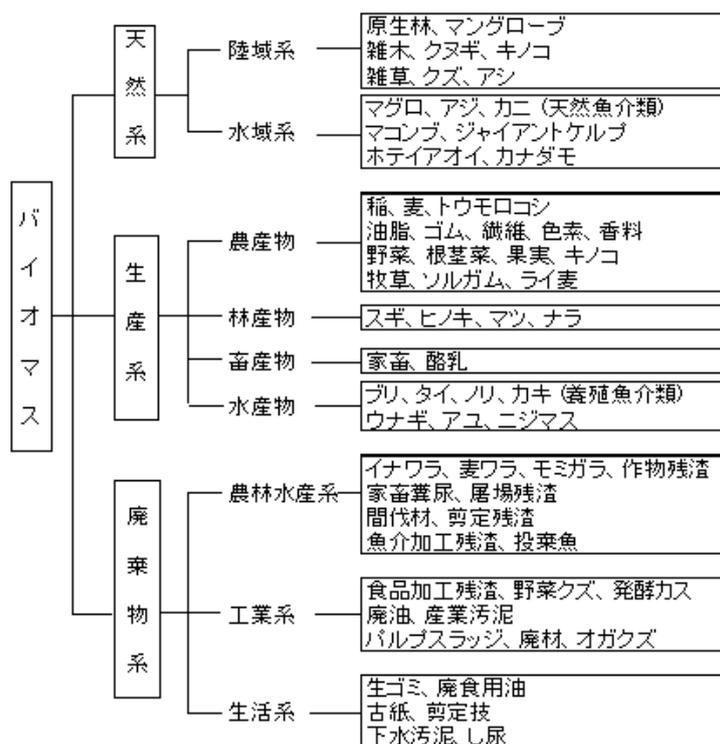


図1. バイオマス資源の分類

2. 地球レベルでのバイオマス資源量

バイオマス資源量を示す指標として、現存量 (stock)、賦存量 (potential)、一次生産量(primary productivity)、利用可能量 (availability) などの指標が用いられる。現存量

は現時点で地球上に存在するバイオマス資源量であるが、賦存量は、一般的に以下の3通りで定義される。通常、「賦存量」は潜在賦存量を意味し、利用の可否に関係なく理論的に算出する年間あたりの生産可能なバイオマスの量である。また、「最大可採量」は、地理的要因で利用できない量を除いた可採量である。「利用可能量」は狭義の可採量で、最大可採量のうち、技術的・経済的に収集・利用が可能なバイオマス資源量であり、代替エネルギーとして利用可能な資源量、エネルギー量を推計する場合に重要である。また、一次生産量は1年間に生産されるバイオマス資源量である。

表1. バイオマス賦存量の定義

項目	説明
潜在賦存量(賦存量)	種々の制約条件を考慮せず理論的に求められる、潜在的な資源の上限値。
最大可採量	当然考慮すべき地理的要因等の制約要因を考慮した上で最大利用可能と考えられる量。
期待可採量(利用可能量)	利用技術等の制約要因を考慮した上で、開発利用の可能性が期待される量。

1) バイオマス資源の賦存量と1次生産量

① Whittaker のデータ

現在も、最も頻繁に引用されている地球レベルのバイオマス量を示すデータに、1970年代に米国 USDA の R.H. Whittaker らが試算したデータがある(表1)。それによると、陸地のバイオマス現存量は約1兆8000億トンとされ、その92.5%は地球上に森林として蓄えられている木質系バイオマスが占めている。また、木質系バイオマスの一次生産量は、少なくとも年間で約800億トンとされている。このデータは、最近もしばしば日本のバイオマスエネルギーの調査報告書や大学での講義資料で引用されているが、引用データでは、引用文献の違いや、合計の数値の四捨五入等によりバラツキが見られる。

Whittaker らのデータは、陸地および海洋のそれぞれの生態系別面積と植物の光合成能(クロロフィル量)をベースに計算された1次生産量から算出しているが、基礎となっている数値は1950年のデータである。

このデータでは、海洋系の一次生産量は大陸系の約1/2程度とかなり高い生産性を示しているが、海洋系のバイオマス資源量(現存量)は全体の2%程度できわめて少ない。これは、海洋系のバイオマス資源は一般に寿命が短く蓄積性が少ないために、年間のバイオマス現存量がきわめて低くなる。ちなみに、海洋系の再生(置換)期間は平均25日となっている(表1)。また、Whittaker らは、人類が陸地から収穫できるバイオマス量は13億トンに対して、水系から収穫できるバイオマス量は1,700万トンと報告している。さらに、バイオスフェアにおける総クロロフィル量は240百万トンで、その90%は陸地に存在するとしている。(Human Ecology, 1(4), 357-369 (1973))。

表1. Whittaker らのデータ (1975)

生態系のタイプ	面積	平均単位 面積生産量	一次 生産量	バイオマ ス 存在密度	バイオマス 現存量	最短 再生時間
	(百万 km ²)	(g・dryC/ m ² /年)	(10 億トン C /年)	(kg・dryC / m ²)	(10 億トンC)	(年)
Tropical rain forest	17	2200	37.4	45	765	20.45
Tropical monsoon forest	7.5	1600	12	35	262.5	21.88
Temperate evergreen forest	5	1320	6.6	35	175	26.52
Temperate deciduous forest	7	1200	8.4	30	210	25
Boreal forest	12	800	9.6	20	240	25
Mediterranean open forest	2.8	750	2.1	18	50.4	24
Desert and semidesert scrub	18	90	1.62	0.7	12.6	7.78
Extreme desert, rock, sand or ice sheets	24	3	0.07	0.02	0.48	6.67
Cultivated land	14	650	9.1	1	14	1.54
Swamp and marsh	2	2000	4	15	30	7.5
Lakes and streams	2	250	0.5	0.02	0.04	0.08
陸地合計	149	774.51	115.4	12.57	1873.42	16.23
Open ocean	332	125	41.5	0.003	1	0.02
Upwelling zones	0.4	500	0.2	0.02	0.01	0.04
Continental shelf	26.6	360	9.58	0.01	0.27	0.03
Algal beds and reefs	0.6	2500	1.5	2	1.2	0.8
Estuaries & mangroves	1.4	1500	2.1	1	1.4	0.67
海洋合計	361	152.01	54.88	0.01	3.87	0.07
地球合計	510	333.87	170.28	3.68	1877.29	11.02

出典: Whittaker, R. H.; Likens, G. E. (1975). "The Biosphere and Man", in Leith, H. & Whittaker, R. H.: Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, 305-328. ISBN 0-3870-7083-4. ; Ecological Studies Vol 14 (Berlin) :<http://en.wikipedia.org/wiki/Biomass>

表2 引用例 1 : バイオマスハンドブック (2002)

エコシステム型	面積 [10 ⁶ km ²]	純一次生産量		現存バイオマス	
		平均 [dryC-t/(ha・ 年)]	地球全体 [10 億-tC/年]	平均 [dryC-t/ha]	地球全体 [10 億-tC]
熱帯多雨林	17.0	22.0	37.4	1450	765
熱帯季節林	7.5	16.0	12.0	350	260
温帯常緑林	5.0	13.0	6.5	350	175
温帯落葉樹林	7.0	12.0	8.4	300	210
亜寒帯林	12.0	8.0	9.6	200	240
疎林・低木林	8.5	7.0	6.0	60	50

森林小計	57.0		79.9		1700
サバンナ	15.0	9.0	13.5	40	60
温帯草地	9.0	6.0	5.4	16	14
ツンドラ・高緯度草地	8.0	1.4	1.1	6	5
砂漠・半砂漠低木林	18.0	0.9	1.6	7	13
極砂漠(岩, 砂, 氷)	24.0	0.03	0.07	0.2	0.5
耕地	14.0	6.5	9.1	10	14
沼地・沼沢地	2.0	30.0	6.0	150	30
湖沼・河川	2.0	4.0	0.8	0.2	0.05
大陸合計	149	7.82	117.5	122	1837
海洋合計	361	1.55	55	0.01	3.9
全地球	510	3.36	172.5	36	1841

出典: 中川仁: バイオマスハンドブック p33(2002)

表 3. 引用例 2: 東京大学環境学専攻福田健二准教授 講義資料(2003)

Management of Technology 2003 supplementary Module Title: 自然生態系における再生産過程

地球上のバイオームの一次生産とバイオマス

生態系のタイプ	面積 (10 ⁶ km ²)	単位面積あたり純一次生産量 (g/m ² /year)		世界全体の純一次生産量 (10 ⁸ t)		世界全体の バイオマス (10 ⁸ t)
		範囲	平均	範囲	平均	
熱帯林	24.5	1000 ~ 3500	2000	49.4	1025	
温帯林	12.0	600 ~ 2500	1250	14.9	385	
亜寒帯林	12.0	400 ~ 2000	800	9.6	240	
疎林・低木林	8.5	250 ~ 1200	700	6.0	50	
熱帯草原(サバナ)	15.0	200 ~ 2000	900	13.5	60	
温帯イネ科草原	9.0	200 ~ 1500	600	5.4	14	
ツンドラ・高山草原	8.0	10 ~ 400	140	1.1	5	
砂漠・半砂漠	42.0	0 ~ 250	40	1.7	13	
耕地	14.0	100 ~ 3500	650	9.1	14	
沼沢・湿地	2.0	800 ~ 3500	2000	4.0	30	
湖沼・河川	2.0	100 ~ 1500	250	0.5	0.05	
陸域合計	149.0		773	115	1837	
外洋	332.0	2 ~ 400	125	41.5	1	
大陸棚・湧昇海域	27.0	400 ~ 1000	360	9.8	0.278	
藻場・サンゴ礁・入江	2.0	200 ~ 4000	1800	3.7	2.6	
海洋合計	361.0	500 ~	152	55	3.9	
地球全体の合計	510		333	170	1841	

(Whittaker 1978)

Copyright © 2004 The University of Tokyo 環境学専攻助教授 福田健二

出典: http://www.k.u-tokyo.ac.jp/mot/01/slide/01_04_abstract.pdf

表 4. 引用例 2: 電力中央研究所報告(1992)

生態系のタイプ	面積 10 ⁶ km ²	単位面積当りの純一次生産 g/m ² /年		世界の純一次生産 10 ⁸ t/年		単位面積当りの生物量 kg/m ²		世界の生物量 10 ⁸ t
		範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	
熱帯多雨林	17.0	1000~3500	2200	37.4	6~80	45	765	
熱帯季雨林	7.5	1000~2500	1600	12	6~60	35	260	
温帯常緑樹林	5.0	600~2500	1300	6.5	6~200	35	175	
温帯落葉樹林	7.0	600~2500	1200	8.4	6~60	30	210	
北方針葉樹林	12.0	400~2000	800	9.6	6~40	20	240	
疎林と低木林	8.5	250~1200	700	6	2~20	6	50	
サバナ	15.0	200~2000	900	13.5	0.2~15	4	60	
温帯イネ科草原	9.0	200~1500	600	5.4	0.2~5	1.6	14	
ツンドラと高山草原	8.0	10~400	140	1.1	0.1~3	0.6	5	
砂漠と半砂漠	18.0	10~250	90	1.6	0.1~4	0.7	13	
岩質および砂質砂漠と氷原	24.0	0~10	3	0.07	0~0.2	0.02	0.5	
耕地	14.0	100~3500	650	9.1	0.4~12	1	14	
沼沢と湿地	2.0	800~3500	2000	4	3~50	15	30	
湖沼と河川	2.0	100~1500	250	0.5	0~0.1	0.02	0.05	
陸域合計	149.0		773	115		12.3	1837	
外洋	332.0	2~400	125	41.5	0~0.005	0.003	1	
湧昇海域	0.4	400~1000	500	0.2	0.005~0.1	0.02	0.008	
大陸棚	26.6	200~600	360	9.6	0.001~0.04	0.01	0.27	
藻場と珊瑚礁	0.6	500~4000	2500	1.6	0.04~4	2	1.2	
入江	1.4	200~3500	1500	2.1	0.01~6	1	1.4	
海洋合計	361.0		152	55		0.01	3.9	
地球合計	510.0		333	170		3.6	1841	

出典: 品田、村松、電力中央研究所報告「植物による炭酸固定に関する文献調査」(1992)

Whittaker らのこのデータは、かなり古いデータにもかかわらず、生態系に対応した細かいデータが他に少なく、また、地球レベルでの 1 次生産量や存在量 (stock) の精確な評価が難しいために引用されているようである。

②FAO の森林バイオマス量統計

森林のバイオマス量 (biomass stock) に関しては FAO (世界農業食糧機構) の「GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT 2005」が 2006 年に公表されている。FAO は世界各国から提供されたデータをベースに地球レベルでの、森林蓄積量 (growing stock)、森林バイオマス量 (biomass stock)、森林炭素量 (carbon) を推計している。また、地上バイオマス、地下バイオマス (主として根)、土壌中、litter 別の量も推計している。統計は 1990 年、2000 年、2005 年に集計されており、2005 年の統計は、世界 229 ヶ国中、147 ヶ国(64.2%)のデータ (森林面積比で 87.7%) をベースにまとめられている。

2005 年の世界の森林面積は 3,952 百万 ha で、1990 年の 4,077 百万 ha、2000 年の 3,988 百万 ha に比べれば、それぞれ 3.1%、1.0%の減少となっている。2005 年の森林蓄積量は 4,342 億トン、地上バイオマス量は 4,478 億トン、地上炭素量は 2,212 億トンである (表 5)。本報告書の全文を添付資料 1 として添付した。

表 5. Global Forest Resources Assessment 2005

Region / Subregion	Forest area (1000 ha)	Growing stock (million m3)	Above-ground	
			biomass (million t)	Carbon in AGB (million t)
Eastern and Southern Africa	226 534	10 015	22 630	11 316
Northern Africa	131 048	2 523	5 193	2 598
Western and Central Africa	277 829	52 420	69 706	34 704
Africa	635 412	64 957	97 530	48 618
East Asia	244 862	19 743	13 915	6 959
South and Southeast Asia	283 127	24 202	34 442	17 027
Western and Central Asia	43 588	3 166	2 820	1 410
Asia	571 577	47 111	51 177	25 395
Europe	1 001 394	107 264	70 269	35 018
Caribbean	5 974	441	971	465
Central America	22 411	2 906	4 115	2 057
North America	677 464	75 235	62 574	31 286
North and Central America	705 849	78 582	67 660	33 809
Oceania	206 254	7 361	17 656	8 063
South America	831 540	128 944	143 489	70 338
WORLD	3 952 025	434 219	447 781	221 242

出典 : FAO: LG. Marklund & DA. Schoene, Global Forest Resources Assessment 2005, working paper 106/E , Rome(2006)

また、2005年の地下バイオマス量、Dead wood量、地中炭素量を表6にまとめて示した(表6)。FAOによれば、2005年の世界の森林バイオマス量(炭素量換算)は、地上バイオマス量、地下バイオマス量とDead wood量を加えて、約322Gt C(322×10⁹t-C: 3,220億トン炭素換算量)としている。これは、IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)が2000年に報告した359Gt Cよりも若干低い結果となっている。

なお、今回のデータでは、森林バイオマス量とほぼ同等の312Gt Cが、soil(地下30cm)とlitterに存在するとしている。ちなみに深さ1mまでのsoilを考慮すると448Gt Cになるとしている。

表6 森林バイオマス量と炭素量(2005)

	Above-ground	Below-ground	Dead wood	小計	in litter	in soil	小計
バイオマス量(百万トン)	447,781	83,186	80,286	611,253	-	-	-
炭素量(百万トン)	221,242	61,409	38,697	321,348	25,028	286,729	311,757

出典：FAO: LG. Marklund & DA. Schoene, Global Forest Resources Assessment 2005, working paper 106/E, Rome(2006)

なお、FAOでは世界の商業用森林蓄積量の推移についても報告している(表7)。

表7. 商業用森林蓄積量(commercial growing stock)

Region / Sub-region	Commercial growing stock (million m3)		
	1990	2000	2005
Eastern and Southern Africa	2 519	2 321	2 234
Northern Africa	754	762	767
Western and Central Africa	13 336	13 162	13 407
Africa	16 609	16 245	16 408
East Asia	14 013	15 976	17 065
South and Southeast Asia	12 705	9 717	8 160
Western and Central Asia	1 813	1 867	1 890
Asia	28 531	27 561	27 115
Europe	66 063	60 648	61 245
Caribbean	175	245	283
Central America	717	599	563
North America	64 816	66 376	66 968
North and Central America	65 709	67 220	67 815
Oceania	3 849	3 777	3 751
South America	28 052	26 666	25 992
WORLD	208 813	202 116	202 325

③IPCC の炭素蓄積量

2000 年にモントリオールで開始された IPCC 第 16 回会合で採択された特別レポート「Land Use, Land Use Changes, and Forestry(2000/5)」には、地球上の植生と地球規模の炭素蓄積量をまとめている。これによると、熱帯林、温帯林、亜寒帯林を合わせた森林面積は 4,170 百万 ha、植生量（バイオマス量）は 359Gt C、深さ 1m までの森林炭素蓄積量は 787Gt C である（表 8）。

地球規模全体では、地上の植生量は 466Gt C、土壌炭素蓄積量は 2,011Gt C で、合計 2,477Gt C とされている。なお、FAO 及び IPCC のバイオマス量（炭素蓄積量）は、Whittaker らのデータに比べると 1/4 から 1/5 以下である。

表 8. 植生及び深さ 1 m までの土壌炭素プール中の地球規模炭素貯蔵量（IPCC:2000）

生物群	面積 (10 ha)	地球規模での炭素蓄積(Gt C)		
		植 生	土 壌	合 計
熱帯林	1.76	212	216	428
温帯林	1.04	59	100	159
亜寒帯林	1.37	88	471	559
熱帯サバンナ	2.25	66	264	330
温帯草地	1.25	9	295	304
砂漠、準砂漠地帯	4.55	8	191	199
ツンドラ	0.95	6	121	127
湿地	0.35	15	225	240
耕地	1.60	3	128	131
合 計	15.12	466	2011	2477

出典：IPCC 「Land Use, Land Use Changes, and Forestry」(2000/5)

また、IPCC の第三次評価報告書「気候変化 2001 (Third Assessment Report: Climate Change 2001) The Scientific Basis - WG I」では、上記の結果に加えて、MRS の Moony らの植生量 654 Gt C、一次生産量 62.6Gt C（Atjay らは 59.9Gt C）とする結果が引用されている（表 9）。

表9. 炭素蓄積量と一次生産量 (IPCC:2001)

Biome	Area (10 ⁹ ha)		Global Carbon Stocks (PgC) ^f						Carbon density (MgC/ha)				NPP (PgC/yr)	
	WBGU ^a	MRS ^b	WBGU ^a			MRS ^b			WBGU ^a		MRS ^b		Atjay ^a	MRS ^b
			Plants	Soil	Total	Plants	Soil	Total	Plants	Soil	Plants	Soil		
Tropical forests	1.76	1.75	212	216	428	340	213	553	120	123	194	122	13.7	21.9
Temperate forests	1.04	1.04	59	100	159	139 ^e	153	292	57	96	134	147	6.5	8.1
Boreal forests	1.37	1.37	88 ^d	471	559	57	338	395	64	344	42	247	3.2	2.6
Tropical savannas & grasslands	2.25	2.76	66	264	330	79	247	326	29	117	29	90	17.7	14.9
Temperate grasslands & shrublands	1.25	1.78	9	295	304	23	176	199	7	236	13	99	5.3	7.0
Deserts and semi deserts	4.55 ^h	2.77	8	191	199	10	159	169	2	42	4	57	1.4	3.5
Tundra	0.95	0.56	6	121	127	2	115	117	6	127	4	206	1.0	0.5
Croplands	1.60	1.35	3	128	131	4	165	169	2	80	3	122	6.8	4.1
Wetlands ^g	0.35	-	15	225	240	-	-	-	43	643	-	-	4.3	-
Total	15.12	14.93 ^h	466	2011	2477	654	1567	2221					59.9	62.6

^a WBGU (1988): forest data from Dixon *et al.* (1994); other data from Atjay *et al.* (1979).

^b MRS: Mooney, Roy and Saugier (MRS) (2001). Temperate grassland and Mediterranean shrubland categories combined.

^c IGBP-DIS (International Geosphere-Biosphere Programme – Data Information Service) soil carbon layer (Carter and Scholes, 2000) overlaid with De Fries *et al.* (1999) current vegetation map to give average ecosystem soil carbon.

^d WBGU boreal forest vegetation estimate is likely to be too high, due to high Russian forest density estimates including standing dead biomass.

^e MRS temperate forest estimate is likely to be too high, being based on mature stand density.

^f Soil carbon values are for the top 1 m, although stores are also high below this depth in peatlands and tropical forests.

^g Variations in classification of ecosystems can lead to inconsistencies. In particular, wetlands are not recognised in the MRS classification.

^h Total land area of 14.93 × 10⁹ ha in MRS includes 1.55 × 10⁹ ha ice cover not listed in this table. In WBGU, ice is included in deserts and semi-deserts category.

出典: IPCC の第三次評価報告書、Climate Change 2001: The Scientific Basis: 「The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide」

2) 一次生産量

バイオマスの純生産量 (一次生産量: net primary productivity) を示すデータとして、阿部勲監修の「木材科学講座 I」に引用されているデータがある。ここでは、地球全体の1次生産量は、1,552 億トン/年となっており、Whittaker らの 1,725 億トン/年よりは、若干低い数値が報告されている。海洋の1次生産性の数値は両方で良く一致している。

表 9a. バイオマス 1 次生産量

	純生産量	
	億トン/年	%
全地球上	1,552	100
陸地上	1,003	64.6
森林	646	41.6
草地	150	9.7
その他	207	13.3
海洋	549	35.4

出典: 船岡正光、木質系有機資源の新展開、p2、シエムシー出版 (2005)

引用元: 阿部勲ほか、木材科学講座 I、海青社、p12(1998)

また、依田恭二らは、世界の陸地のバイオマス現存量（ストック）は乾燥重量にして約 1.2 兆トン（乾燥重量）、炭素量で 6,000 億トン-C、地球のバイオマスの純一次生産量を 1,289 億トン/年(645 億トン-C/年)と報告している。

表 10. バイオマス賦存量と一次生産量

	Whittaker	IPCC	依田恭二*
バイオマス賦存量(億トン)	18,410	4,660(陸地)	6,000
一次生産量(億トン/年)	1,725	599~626	645

*依田恭二：地球科学, 16(2), 78-85 (1982)

一次生産量については、植物が吸収する可視光線の量と純一次生産量(NPP)が比例することから、気象衛星ノア衛星などのデータを利用して、モデル構築により NPP を推定する方法が開発されているが、条件や仮定の差異によりデータは変動する。表 11 に Field らの結果を示した。光合成能に基づく一次生産量は陸地で **564 億トン-C/年**と推定されている。また、世界エネルギー会議（World Energy Council:WEC）が「Survey of Energy Resources 2007」に引用している SE. Running らの報告では、2001 年の一次生産量は **557 億トン-C/年**、2002 年で **555 億トン-C/年**とされている。

日本でも栗屋らが、1998 年の陸地植生の NPP は年間 **568 億トン-C/年**と報告している（表 12）。

このように、陸地植生の一次生産量は **550~570 億トン-C/年**程度と考えられる。

表 11. 衛星データから算出した一次生産量

	陸地	海洋	計
光合成一次生産量	56.4×10^9 トン C/年	48.5×10^9 トン C/年	104.9×10^9 トン C/年
単位面積一次生産量	426 g C/m ² /年	140 g C/m ² /年	—

Field, C. B., et.al., (1998) Primary production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. Science 281, 237-240

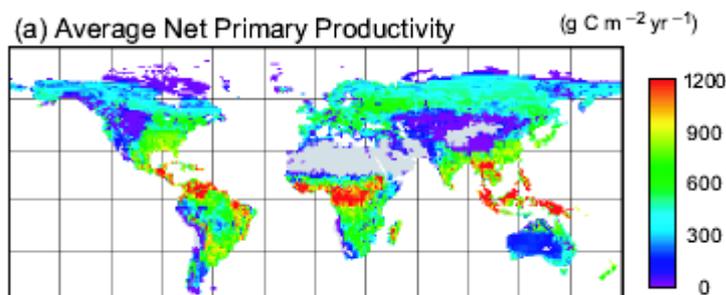


図 1. 1979 -2001 の平均一次生産量の分布。

表 12. 植生タイプ別一次生産量 (栗屋ら 2004)

IGBP植生タイプ ¹⁷⁾	面積 (10 ⁶ km ²)	NPP総量 (炭素Pg 年 ⁻¹)	NPP平均値 (炭素g 年 ⁻¹)	Larcher植生タイプ ¹⁾	平均値(Larcher) (炭素g m ⁻² 年 ⁻¹)
常緑針葉樹林	6.4	2.46	385.8	北方針葉樹林	360.0
常緑広葉樹林	12.1	11.94	988.3	熱帯雨林	990.0
落葉針葉樹林	2.0	0.59	300.8	(北方針葉樹林の一部)	360.0
落葉広葉樹林	3.2	2.02	623.8	温帯落葉樹林	540.0
混交林	6.3	2.63	421.1	*	-
閉鎖した灌木	2.6	1.05	409.1	乾性低木林・硬葉樹林	315.0
疎な灌木	18.1	2.97	164.4	*	-
木本性サバンナ	10.2	6.18	606.2	サバンナ	405.0
草原性サバンナ	9.3	5.44	583.4	サバンナ	405.0
草地	11.0	3.51	317.8	草原・ステップ	270.0
湿地	1.3	0.29	226.0	沼沢地	135.0
農地	14.0	8.08	575.6	農作物	292.5
市街地	0.3	0.13	518.5	*	-
農地と自然植生混在	13.9	8.93	639.9	*	-
雪氷	16.6	0.00	0.3	乾性・乾性砂漠	1.4
荒地・疎な植生	18.4	0.54	29.1	乾性・乾性砂漠	1.4
その他	0.0	0.00	0.0	*	-
小さな島	0.1	0.03	442.8	*	-
陸域全体	145.7	56.80	389.8	陸域	351.0

IGBP分類項目: AVHRR 1kmデータを用いて作られたIGBPカテゴリーの植生図を用いた。

*: IGBPに該当する植生タイプをLarcherでは絞きれなかった。「混交林」は各森林項目に包含され、「疎な灌木」はサバンナの一部かもしれない。「農地と自然植生混在」は、Larcherの多くの項目に分散すると考えられる。「市街地」と「その他」に該当する項目はない。IGBP植生図では「小さな島」は無視されているが、PathFinderデータでは陸として扱われている。しかし、Larcherに該当する項目はない。

3) 人類利用一次生産量

人間が利用可能な一次生産量については、Haberl らの報告がある (Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems:2007)。人間が利用可能な一次生産量は地上部で 10.2 Pg C とされている。

表 13. 利用可能バイオマス量

NPP-related carbon flows	Total NPP		Aboveground NPP	
	Pg C/yr	%	Pg C/yr	%
Potential vegetation (NPP ₀)	65.51	100.0	35.38	100.0
Actual vegetation (NPP _{act})	59.22	90.4	33.54	94.8
Human-induced alteration of NPP (ΔNPP _{LC})	6.29	9.6	1.84	5.2
Human harvest (NPP _h)	8.18	12.5	7.22	20.4
Human-induced fires	1.14	1.7	1.14	3.2
Remaining in ecosystem (NPP _r)	49.90	76.2	25.18	71.2
HANPP _{total}	15.60	23.8	10.20	28.8
Backflows to nature*	2.46	3.7	1.50	4.2

*On-site backflows of harvested biomass to ecosystems, i.e., unused residues, harvest losses, feces of grazing animals, and roots killed during harvest.

出典: Helmut Haberl et.al., PNAS 104(31), 12942-12947(2007)

第2章 農林水産バイオマスと廃棄系バイオマス

1. 農林水産バイオマス (FAO 統計)

最新版 (2006 年) の FAO データベースから主要作物等の生産量を検索し、世界の農林水産物の生産量をまとめた。http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp

1) 全体

FAO の農業、畜産、林業、水産の生産統計から、集計されているすべての産物 (牛乳、ワイン、ビールなどの加工品も一部含む) の年間生産量をまとめると、約 330 億トン (重量) となる (表 1)。陸地植生物として、ワイン、ビールを除いた農林水産物と林産物を合計すると、246.6 億トン (重量) となる

表 1. 世界の農林水産物生産量 (2006 年:百万トン重量)

農作物	畜産物	森林産物	水産物	合計
8,370	8270	16,285	157	33,082

2) 農作物全般

表 2 に農作物のグループ別生産量をまとめて示した。

表 2. 農作物グループ別生産量 (2006)

種類	生産量(百万トン)
Beer and wine 類	193.0
Cereals 類	2,221.1
Fibres, vegetal origin 類	29.3
Fruits (exc melons) 類	526.5
Nuts 類	11.1
Oilcrops 類	743.5
Pulses 類	60.2
Roots and Tubers 類	736.7
Rubber, gums, waxes 類	9.9
Selected fodder crops 類	972.6
Spices 類	7.3
Stimulants 類	16.6
Sugarcrops 類	1,649.7
Sugars 類	155.4
Tobacco 類	6.7
Vegetable oils 類	127.1
Vegetables (inc melons) 類	903.4
計	8,370.2

3) 主要農作物の生産量

穀物、砂糖作物、イモ類、繊維作物、天然ゴム、油糧作物、豆類、野菜類の生産量を集計した。

① 穀物

大麦、トウモロコシ、米、小麦の 2006 年度の世界生産量は、それぞれ、139 百万トン、695 百万トン、635 百万トン、606 百万トンである。

表 3. 主要穀物の年間生産量

穀物の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Barley	6.13	16.95	22.44	89.05	4.07	138.64
Buckwheat	0.00	0.12	1.00	1.24	0.00	2.36
Maize	46.26	368.64	203.02	76.74	0.56	695.23
Millet	17.79	0.32	12.89	0.75	0.04	31.78
Mixed grain	0.00	0.29	0.01	4.04	0.00	4.33
Oats	0.23	6.21	1.63	14.38	0.66	23.10
Rice, paddy	21.13	33.35	576.52	3.46	0.15	634.61
Rye	0.04	0.52	1.11	11.57	0.02	13.26
Sorghum	26.11	18.02	10.69	0.66	1.00	56.49
Triticale	0.01	0.29	0.60	9.85	0.60	11.34
Wheat	25.10	107.21	272.19	191.38	10.08	605.95

② 砂糖作物

サトウキビおよび砂糖大根の 2006 年度の世界生産量は、それぞれ 1,392 百万トン、256 百万トンである。南北アメリカで生産されるサトウキビの生産量は、世界の 1/2 を占める。

表 4. 砂糖作物の年間生産量

砂糖作物の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Sugar beet	5.68	31.98	36.22	182.53	0.00	256.41
Sugar cane	92.54	688.29	569.85	0.06	41.62	1,392.37

③ イモ類

キャッサバ、ジャガイモ、サツマイモの 2006 年度の世界生産量は、226 百万トン、315 百万トン、123 百万トンである。

表5. イモ類の年間生産量

イモ類の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Cassava	122.09	37.04	67.01	0.00	0.20	226.34
Potatoes	16.45	40.72	129.62	126.51	1.79	315.10
Sweet potatoes	12.90	2.58	107.32	0.08	0.63	123.51
Taro (cocoyam)	9.55	0.03	1.92	0.00	0.37	11.87
Yams	49.60	1.23	0.23	0.00	0.34	51.40
Yautia (cocoyam)	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00	0.39

④ 繊維作物

綿及びジュートの2006年の世界生産量は、それぞれ24百万トン、3百万トンである。FAOで統計が取られていない他の非木材繊維(non-wood fiber)の生産量については別途報告する。

表6. 繊維作物の年間生産量

繊維作物(fiber crops)の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Cotton lint	1.78	6.24	15.77	0.45	0.60	24.84
Flax fibre and tow	0.01	0.00	0.72	0.24	0.00	0.97
Jute and Jute-like fibers	0.05	0.03	3.04	0.00	0.00	3.11
Sisal and other agave fibers	0.08	0.33	0.02	0.00	0.00	0.43

⑤ 天然ゴム

天然ゴムの2006年度の世界生産量は約10百万トンである。

表8. 天然ゴムの年間生産量

天然ゴムの生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Natural rubber	0.48	0.20	9.23	0.00	0.00	9.92

⑥ 豆類

ビーンズ、 Chickpea、ピーの2006年度の世界生産量は、それぞれ19.5百万トン、8.2百万トン、10.6百万トンである。

表 8. 豆類の年間生産量

豆類の生産量(2006年) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Bambara beans	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
Beans, dry	2.86	7.58	8.70	0.40	0.02	19.56
Broad beans, horse beans, dry	1.32	0.18	2.26	0.72	0.10	4.58
Chick peas	0.32	0.40	7.37	0.04	0.11	8.24
Cow peas, dry	4.76	0.06	0.14	0.03	0.00	4.99
Lentils	0.11	0.94	2.32	0.05	0.04	3.46
Lupins	0.03	0.08	0.00	0.14	0.17	0.43
Peas, dry	0.38	3.50	2.39	3.90	0.39	10.56
Pigeon peas	0.34	0.03	3.29	0.00	0.00	3.65
Vetches	0.09	0.09	0.18	0.74	0.00	1.10

⑦ 油糧作物

ココナッツ、グランドナッツ、オイルパーム、ナタネ、綿実、大豆の 2006 年度の世界生産量は、それぞれ 55 百万トン、44 百万トン、48 百万トン、176 百万トン、72 百万トン、222 百万トンである。米国の大豆生産量は世界の 85%を占める。

表 9. 油糧作物の年間生産量

油糧作物の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Castor oil seed	0.03	0.11	1.00	0.00	0.00	1.14
Coconuts	1.80	3.92	47.51	0.00	2.09	55.32
Copra	0.19	0.26	4.71	0.00	0.20	5.37
Cottonseed	2.89	9.18	30.67	0.60	0.84	44.17
Groundnuts, with shell	8.97	2.50	36.26	0.01	0.03	47.77
Linseed	0.16	1.39	0.76	0.24	0.01	2.57
Oil palm fruit	17.09	9.61	147.45	0.00	1.46	175.60
Oilseeds, nec	1.24	0.09	3.39	0.18	0.00	4.91
Olives	2.64	0.24	2.54	11.49	0.02	16.93
Palm kernels	1.69	0.60	8.26	0.00	0.10	10.64

Rapeseed	0.09	10.05	21.42	16.96	0.44	48.97
Safflower seed	0.01	0.18	0.36	0.00	0.04	0.58
Seed cotton	5.24	16.90	47.02	1.39	1.44	72.01
Sesame seed	0.98	0.15	2.21	0.00	0.00	3.34
Soybeans	1.42	190.09	26.33	3.61	0.06	221.50
Sunflower seed	0.87	5.34	5.32	19.71	0.10	31.33

⑧ 野菜類

キャッサバ、キュウリ、ナス、タマネギ、トマト、スイカの 2006 年度の世界の生産量は、それぞれ 69 百万トン、44 百万トン、32 百万トン、62 百万トン、126 百万トン、101 百万トンである。

表 10. 野菜類の年間生産量

野菜類の生産量(2006) 単位:百万トン						
	アフリカ	南北 アメリカ	アジア	欧州	オセアニア	世界合計
Artichokes	0.17	0.23	0.12	0.75	0.00	1.27
Asparagus	0.00	0.40	6.17	0.26	0.02	6.85
Beans, green	0.55	0.28	4.57	0.98	0.04	6.42
Cabbages and other brassicas	2.04	2.29	52.20	12.43	0.04	68.99
Carrots and turnips	1.23	3.43	12.80	8.99	0.38	26.83
Cauliflowers and broccoli	0.30	1.78	13.54	2.33	0.20	18.14
Chillies and peppers, green	2.47	3.19	17.06	3.15	0.05	25.92
Cucumbers and gherkins	1.16	2.03	35.40	5.27	0.02	43.89
Eggplants (aubergines)	1.50	0.16	29.36	0.90	0.00	31.93
Garlic	0.37	0.60	13.40	0.82	0.00	15.18
Leeks, other alliaceous veg	0.01	0.03	1.09	0.86	0.00	1.99
Leguminous vegetables, nec	0.39	0.32	0.38	0.21	0.00	1.30
Lettuce and chicory	0.27	5.27	13.86	3.55	0.17	23.13
Maize, green	1.46	5.65	0.86	0.86	0.38	9.20
Mushrooms and truffles	0.01	0.46	1.72	1.05	0.06	3.30
Okra	1.39	0.06	3.94	0.01	0.00	5.39
Onions (inc. shallots), green	0.49	0.32	2.29	0.30	0.17	3.56
Onions, dry	5.44	8.71	38.84	8.38	0.26	61.64

Other melons (inc.cantaloupes)	1.43	3.29	20.83	2.34	0.09	27.98
Peas, green	0.61	1.18	4.60	1.19	0.09	7.67
Pumpkins, squash and gourds	1.67	2.26	13.17	3.67	0.24	21.00
Spinach	0.08	0.46	12.66	0.58	0.01	13.78
String beans	0.16	1.79	0.29	0.41	0.00	2.65
Tomatoes	14.34	22.39	66.99	21.33	0.50	125.54
Watermelons	4.41	5.43	85.74	4.90	0.12	100.60

4) 主要農林産物の生産量

2006年の森林産物の生産量は163億トンで、工業用丸太材、一般丸太材、燃料木材が主要な林産物である。

表 11. グループ別林産物の生産量 (2006)

グループ	生産量(百万トン)
Fibreboard 類	67.5
Industrial Roundwood(C)類	1,070.9
Industrial Roundwood(NC)類	594.6
Industrial Roundwood 類	1,665.4
Other Indust Roundwd 類	145.3
Paper and Paperboard 類	365.1
Paper 類-Board Ex Newsprnt 類	326.8
Pulp for Paper 類	193.8
Pulpwood and Particles 類	0.0
Pulpwood, Round&Split 類	520.2
Roundwood (C)類	1,286.3
Roundwood (NC)類	2,249.3
Roundwood 類	3,535.6
Sawlogs and Veneer Logs 類	999.9
Sawnwood 類	424.8
Total Fibre Furnish 類	389.2
Wood Fuel 類	1,870.2
Wood Pulp Exc Mechanical 類	141.9
Wood Pulp 類	177.6
Wood-Based Panels 類	260.1
計	16,284.6

2. 非木材繊維品生産量

木材及び非木材繊維品 (non-wood fiber) の世界での生産量については、USDA の Rowell らの報告がある。この報告では、木材生産量が 1,750 百万トン (乾燥重量) であるのに対し、非木材繊維品生産量は 2,283 百万トン (乾燥重量) となっている (表 12)。 Rowell らは、これらの非木材繊維の繊維長、繊維径についても報告している (表 13)。

表 12. 主要な繊維製品生産量

Fiber Source	World (dry metric tons)
Wood	1,750,000,000
Straw (wheat, rice, oat, barley, rye, flax, grass)	1,145,000,000
Stalks (corn, sorghum, cotton)	970,000,000
Sugar cane bagasse	75,000,000
Reeds	30,000,000
Bamboo	30,000,000
Cotton staple	15,000,000
Core (jute, kenaf, hemp)	8,000,000
Papyrus	5,000,000
Bast (jute, kenaf, hemp)	2,900,000
Cotton linters	1,000,000
Esparto grass	500,000
Leaf (sisal, abaca, henequen)	480,000
Sabai grass	200,000
TOTAL	4,033,080,000

出典: RM. Rowell et.a., AL. Leao et.al.,(ed.)「Lignocellulosic-Plastics Composites」(1997)

表 13 . 主要非木材繊維の長さ と 径

Fiber type	Fiber dimension (mm)		
	Length	Average length	Width
Cotton	10 to 60	18	0.02
Flax	5 to 60	25 to 30	0.012 to 0.027
Hemp	5 to 55	20	0.025 to 0.050
Manila hemp	2.5 to 12	6.0	0.025 to 0.040
Bamboo	1.5 to 4	2.5	0.025 to 0.040
Esparto	0.5 to 2	1.5	0.013
Cereal straw	1 to 3.4	1.5	0.023
Jute	1.5 to 5	2.0	0.02
Deciduous wood	1 to 1.8	1.2	0.03
Coniferous wood	3.5 to 5	4.1	0.025

出典: RM. Rowell;「Composites from Agri-Based Resources」,Proceeding No. 7286, Forest Products Society (1996)

表 14. 非木材繊維品の米国及び世界の生産量（百万トン）

Rowell らの論文での非木材繊維の生産量に関するデータは、J. Atchison らの論文（1993）がベースとなっている。J. Atchison らは米国及び世界の「non-wood fiber」の生産量について詳細なデータを報告している（表 14）。それによれば、穀物ワラ類が世界で 1,255 百万トン、農作物残渣が 1,193 百万トン、栽培繊維作物が 14.5 百万トン、天然繊維植物が 65.7 百万トンと合計で、2,528 百万トンとしている。この中で、サトウキビバガスの生産量は 102.2 百万トン、竹の生産量は 30 百万トン（推定値）とされている。

なお、米国の非木材繊維品の生産量は、284 百万トンで世界の約 11%である。

3. 廃棄系バイオマスとエネルギーポテンシャル

地球温暖化問題と石油価格の高騰により、バイオマスエネルギーに関する関心は世界的に高まっている。特に廃棄物バイオマスとエネルギー作物の賦存量をベースとしたバイオマスエネルギーの賦存量については多くの検討がなされてきた。これまで報告されたデータをまとめてみた。

1) 世界のバイオマスエネルギー賦存量

バイオマスエネルギーの賦存量（供給可能量、ポテンシャル）についてはこれまでも幾つかの研究事例が見られる。バイオマスエネルギーの賦存量の考え方とデータを NEDO の資料（新エネルギー海外情報 2000 年 02 号 p 115）を中心に紹介する。

採取可能なバイオマス賦存量は、地球上における植物が光合成によって生産しているバイオマスの純 1 次生産量（光合成によって固定された全エネルギー量から植物の呼吸によって消費される量を差し引いた純生産）に等しい、とすることができる。そして、この自然植生の純 1 次生産量は、陸上の森林だけでも 250 億トン～350 億トン・C/年の生産量があるといわれており、この数値は人類の年間消費エネルギーの約 10 倍に相当するとされている。

しかしながら、この光合成により生産された 1 次バイオマスは、既に人類をはじめ様々な生物にとっての食料として利用されており、さらに人類が営む社会活動において、食料以外の用途として様々な形でバイオマスを利用している。従って、エネルギー源としての賦存量を評価・推定するに際しては、これら既存のバイオマス利用との競合を考慮する必要がある。

このような競合を考慮しながら、エネルギー源としてのバイオマス賦存量を評価する場合には、その対象は大きく 2 つに分けられる。1 つは、現時点において既に生産されながらも十分に利用されていない「廃棄物系バイオマス」、もう一つが現時点では十分な生産を

行っていない未利用地・低利用地をエネルギーのために使用し生産する「プランテーション系バイオマス」である。

バイオマスエネルギーの賦存量（あるいはポテンシャル）は、これまでもいくつかの推定例が見られるが、それらにおいても概ね廃棄物系、プランテーション系という分類がなされている。

① バイオマスエネルギーの現在の賦存量（2000年試算）

NEDO ではエネルギー源としてのバイオマスは廃棄物系とプランテーション系に分け、賦存量の試算した。廃棄物系バイオマスの推定では、バイオマス資源の発生源となる農産・林産物生産量並びに家畜頭数に対し、廃棄物発生率・残さ率等を仮定した上で積算する方法を用いた。FAO の統計と表 15 の廃棄物発生率から計算した。一方、燃料木材量は FAO の統計を利用しているが、エネルギープラントの賦存量については、現状の土地利用形態における「牧草地＋その他」の 10%がプランテーション用地に転用可能と仮定し、各地域の平均単位面積当りの生産量（単収）を乗して計算している。

また、エネルギーへの換算は、単位資源量当りのエネルギー量（GJ/t）を林産系廃棄物：15（GJ/t）、農業系廃棄物：12（GJ/t）、畜産系廃棄物：15（GJ/t）と仮定している。

表 15. 廃棄物の残渣率と発生率

対象バイオマス		残さ率・発生率の 考え方 (※)	残さ率・発生率 (t/t) (air-dry-ton)
林産系	丸太残余	丸太生産量×残さ率	丸太生産量 あたり発生量
	燃料木材残余	燃料木材生産量×残さ率	燃料木材生産量 あたり発生量
	黒液	パルプ生産量×発生率	木材パルプ生産量 あたり発生量
	用材くず	用材生産量×発生率	用材生産量 あたり発生量
農業系	穀物残余	穀物生産量×残さ率	穀物生産量 あたり発生量
	サトウキビ 残余	サトウキビ生産量×残さ率	サトウキビ生産量 あたり発生量
	バガス	サトウキビ生産量×発生率	サトウキビ生産量 あたり発生量
畜産系	牛糞	牛頭数×発生率	牛1頭 あたり発生量
	羊・山羊糞	羊・山羊頭数×発生率	羊・山羊1頭 あたり発生量
	豚糞	豚頭数×発生率	豚1頭 あたり発生量
	水牛・駱駝糞	水牛・駱駝頭数×発生率	水牛・駱駝1頭 あたり発生量
	鶏糞	鶏頭数×発生率	鶏1頭 あたり発生量

出所：林産系…“バイオマス・フローを考慮した世界土地利用エネルギーモデルの開発”（山本、山地、
電力中央研究所報告、Y96001、1996）⁷⁾等より作成
農業系、畜産系…“Renewable Energy”（T.B.Johansson et al,1993）¹⁾

これらの仮定を元に推計した結果、世界の廃棄系バイオマス量は 6,618 百万トン、プランテーションバイオマス量は 9,131 百万トン、燃料木材バイオマス量は 1,376 百万トンとしている（表 16）。エネルギー量に換算すると総計で約 300EJ（エクサジュール：×10¹⁸）と推定される（表 17）

表 16. 世界のバイオマス賦存量（単位：百万トン）

地域	廃棄系バイオマス量				プランテーション系		合計
	林産系	農業系	畜産系	小計	エネルギー作物	燃料木材	
アジア	391	1,247	1,034	2,672	2,364	662	5,698
オセアニア	29	54	77	160	885	7	1,052
ヨーロッパ	333	488	292	1,113	1,495	65	2,673
北米	517	433	147	1,097	1,293	75	2,465
南米	130	275	365	770	1,112	144	2,026
アフリカ	136	154	342	632	1,708	378	2,718
その他地域	19	90	65	174	275	45	494
合計	1,555	2,741	2,322	6,618	9,132	1376	17,126

出典：NEDO、新エネルギー海外情報 00-2 号

表 17. 世界のバイオマスエネルギー賦存量（単位：PJ）

	廃棄物系			プランテーション系		合計
	林産系	農業系	畜産系	エネルギー作物	燃料木材	
アジア	5,871	14,961	15,512	47,286	13,237	96,867
オセアニア	431	647	1,156	17,697	131	20,062
ヨーロッパ	5,001	5,854	4,379	29,905	1,302	46,441
北米	7,748	5,193	2,209	25,867	1,502	42,519
南米	1,946	3,301	5,473	22,243	2,888	35,851
アフリカ	2,035	1,844	5,126	34,153	7,563	50,721
その他地域	292	1,083	971	5,497	893	8,736
合計	23,326	32,883	34,826	182,649	27,518	301,202

出典：NEDO、新エネルギー海外情報 00-2 号

② 将来のバイオマスエネルギー賦存量

NEDO がまとめた将来（2020年～2100年）のバイオマスエネルギーの賦存量の主な推定事例を表 18 に示す。研究者等により前提条件が異なるため、結果にばらつきや幅は見られるが、将来的なポテンシャルとして概ね 200～300（EJ）程度と推定されている。

表 18. バイオマスエネルギーの賦存量の主な推定事例

研究者等（年）	結 果
RIGES ¹⁾ （Johanssonら）	バイオマスエネルギー供給量を 2025 年には 145EJ、2050 年には 206EJに。145EJの 55%はプランテーションから供給。
Larson ²⁾	2025 年の途上国におけるエネルギープランテーションによる供給可能量はアジア：31.2EJ、アフリカ：18.4EJ、ラテンアメリカ：22.3EJ。
土手ら ³⁾	2100 年のプランテーションによる供給可能量はシナリオに応じて 0～844（EJ）の幅で変動。
杉山ら ⁴⁾	2010 年～2020 年にはプランテーションにより 33.5EJのバイオマスエネルギーを供給。2100 年における供給可能量は、シナリオに応じて 0～353（EJ）の幅で変動。
山本ら ⁵⁾	2050 年にはエネルギー作物により 80EJ、バイオマス残余により 82EJを供給。2100 年にはそれぞれ 154EJ及び 113EJを供給。
WEC ⁶⁾	バイオマスエネルギー供給量を 1990 年の 47EJから 2020 年には 70EJに増進。うち、新型（商業用）バイオマスエネルギーを現在の 5EJから 25EJに。
Dessus et.al. ⁶⁾	バイオマスエネルギー供給量を 2020 年には 135EJとする。うち 51%は商業用森林から、17%は非商業用森林から（以上木材）、20%は廃棄物から、12%はプランテーションのエネルギー作物から供給。
EPA ⁶⁾	バイオマスエネルギー供給量を 2025 年には 136EJ、2050 年には 215EJに。

出典：新エネルギー海外情報 00-2 号

- 1) “Renewable Energy” (T.B.Johansson et al,1993)
- 2) “CO 2 Mitigation Potential of Biomass Energy Plantation in Developing Regions（平成 6 年度「地球再生計画」に関する調査報告書参考資料集）” (Larson,1995)
- 3) “森林系バイオマス・エネルギーの供給量予測” (土手、小木、資源と環境、Vol.6,No.6,1997)
- 4) 杉山大志、斎木博、渡部良朋、中園聡、藤野純一、電力中央研究所報告、Y95006(1995)
新エネルギー海外情報 00-2 号
- 5) “世界土地利用モデルによるバイオマスエネルギーポテンシャルの評価” (山本、山地、電力中央研究所報告、Y96002、1996)
- 6) “エネルギー・資源ハンドブック” (エネルギー資源学会編、P232、1997) より引用

同様に、東京大学の山本らも、1991 年～1999 年頃に発表されたデータから、2050 年～2100 年での将来のバイオマス賦存量（供給可能量）をまとめている（表 19）。いずれも、エネルギー作物あるいはバイオマス残産の推定値にバラツキが大きい。

一方、ブラジルの JR. Moreira は、2001 年～2003 年に発表された、世界のバイオマスエネルギー賦存量をまとめている（表 20）。2050 年に比べると、2100 年ではバイオマス

賦存量が、人口増大による食糧との競合や耕地面積の減少により、穀物、セルロース由来のバイオマスエネルギーが減少するとしている。

表 19. バイオマス供給可能量の予測値

	評価期間	年	地域	エネルギー作物 [EJ/年]	まき(薪) [EJ/年]	バイオマス残さ [EJ/年]	合計 [EJ/年]
Hall ^{a)}	1991	1911	82	-	-	87	-
Dessus, et al. ^{b)}	1985~2050	2050	10	15	65	26	106
Johansson, et al. ^{c)}	1985~2050	2050	10	128	10	68	206
Alcamo ^{d)}	1990~2100	2050	13	-	-	74	74
		2100		-	-	208	208
IPCC-BI ^{e)}	2025~2100	2050	7	135	-	48	183
		2100	-	229	-	96	325
Fischer, et al. ^{f)}	1990~2050	2050	11	147~207	91~110	132~135	370~453
GLUE-11 ^{g)}	1961~2100	2050	11	110	-	72	182
		2100		22	(378)	114	136

a) D. Hall (1991)

b) B. Dessus and F. Pharabod (1992)

c) T. Johansson, et al.: RIGES (Renewable-Intensive Global Energy Scenario) (1993)

d) J. Alcamo: CWS (Conventional Wisdom Scenario) (1994)

e) R. Watson, et al.: BI (Biomass-Intensive Variant) (1996)

f) G. Fischer and L. Schrattenholzer (2001), ここでの作物の供給可能量は余剰耕地によるものではなく草地によるもの。

g) H. Yamamoto, K. Yamaji and Fujino (1999), GLUEの新型燃料用丸太の供給可能量は理論的な可能性を示したもので試算値、またエネルギー作物のポテンシャルは計算条件のパラメーター設定に依存して大きく変化し得るものとの留保あり。

出典：バイオマスハンドブック、p346

表 20. 世界のバイオマス賦存量と液体燃料生産ポテンシャルの推定

Author(s)	Study publication date	Time Frame of estimates (and low / high for ranges)	Type of estimates (technical or economic potential, feedstock types included)	Raw biomass energy potential (exajoules per year)			Liquid biofuels energy potential after conversion (exajoules per year) ^a	Notes
				Crops (grains, sugars, cellulose)	Biomass waste (agricultural, forest, other)	Total		
IPCC Third Assessment Report: Mitigation	2001	2050	Technical	440	N/A	440	154	Declines due to increasing food requirements
		2100	Technical	310		310	109	
Fischer and Schrattenholzer (IIASA)	2001	2050, Low	Technical	240	130	370	130	Economic estimate for 2050 assumes continued technology improvements, cost reductions to ethanol
		2050, High	Technical	320	130	450	158	
		2050	Economic	A/NR	A/NR	150	53	
Yamamoto et al	2001	2050	"Practical" (lower than technical)	110	72	182	64	Assumes declining land availability due to population pressure
		2100		22	114	136	48	
Moreira	2002	2100	Technical (crop waste included in total estimate)	1301	N/A	1301	455	Emphasizes high efficiencies from coproduction of liquid biofuels and electricity
Lightfoot and Greene	2002	2100	Technical (just energy crops)	268	N/A	268	94	Looks only at dedicated energy crops, not food crops
Hoogwijk et al	2003	2050, Low	Technical	0	33	33	12	Wide range of input assumptions used
		2050, High	Technical	1054	76	1130	396	

^a Estimates with ^a were made by IEA, based on converting author's biomass energy estimate to liquid fuels at a 35% energy conversion rate, similar to rate assumed by Moreira, Lightfoot and Greene and others when co-generating with electricity, and assuming a slight improvement for 2050. Note that none of the liquid biofuels potential estimates account for the possibility that some biomass may be used for traditional purposes, which could "divert" up to 50 exajoules.

A/NR = assessed but not reported; N/A = not assessed

Source: Fulton and Howes, 2004

出典：Moreira, JR, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 11(2), 313-333(2006)

2) 米国のバイオマス賦存量

米国農務省 (USDA) とエネルギー省 (DOE) は、2005 年に共同で調査レポート「**Biomass as Feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry. The Technical Feasibility of a Billion-ton Annual Supply**」を作製している。この調査レポートの目的は、2030 年までに米国の石油消費量の 30% をバイオ燃料に代替するために必要なバイオマス量、約 10 億トンが、米国内で調達可能かどうか検討することであった。調査の結果、森林資源として 368 百万トン、農業資源として 933 百万トン、合計 13 億トンのバイオマス資源が調達可能であり、目標の 10 億トンを超過するバイオマスが入手可能であるとしている(図 1)。

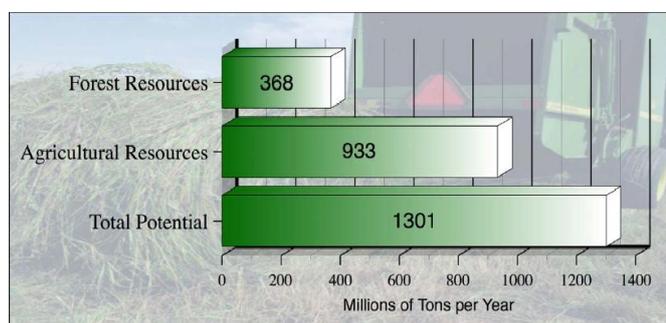


図 1. 米国バイオマス賦存量

森林地は、持続的に毎年約 370 百万トンのバイオマスを生産する可能性を持っている。その内訳は、伐採残渣、燃料木材、剪定残渣、加工残渣などで、各 40~70 百万トンで構成されている(図 2)。

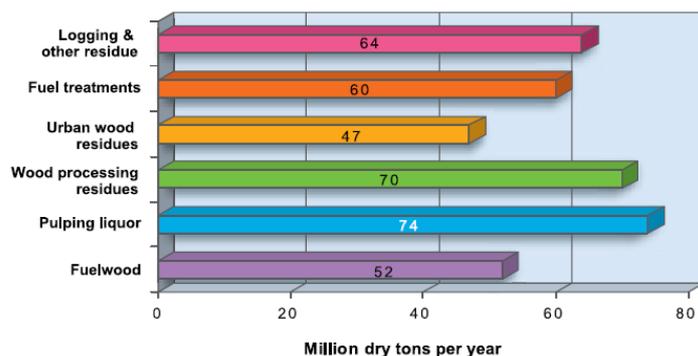


図 2. 森林バイオマスの賦存量

一方、農業用地からは、ほぼ 10 億トンの持続的なバイオマスが供給される。その内訳は、作物残渣が 446 百万トン、加工残渣が 87 百万トン、バイオ燃料用穀粒が 87 百万トンである(図 3)。

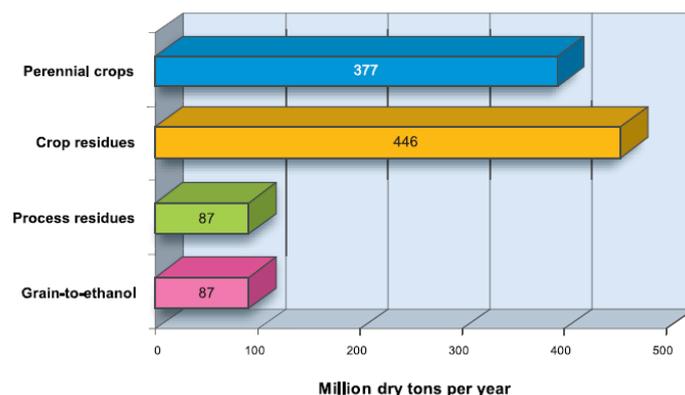


図3. 農業バイオマス賦存量の内訳

3) 欧州のバイオマス賦存量

欧州におけるバイオマスエネルギーの賦存量については、「Biofuels in the European Union/A Vision for 2030 And Beyond (2006)」において、2010年～2030年のEU25ヶ国の賦存量（バイオマス資源アベイラビリティ）が集計されている。それによると、2003年で69百万トン（石油換算）であった賦存量は、2030年には243～316百万トン（石油換算）に増大するとしている（表21）。

表21 バイオマス資源賦存量（EU25ヶ国）

Mtoe（百万トン石油換算）	Biomass consumption, 2003	Potential, 2010	Potential, 2020	Potential, 2030
Wood direct from forest (increment and residues)	67	43	39-45	39-72
Organic wastes, wood industry residues, agricultural and food processing residues, manure		100	100	102
Energy crops from agriculture	2	43-46	76-94	102-142
TOTAL	69	186-189	215-239	243-316

出典：Biofuels in the European Union/A Vision for 2030 And Beyond (2006)

一方、北欧のバイオ燃料研究機関が推計したEUでの農作物残渣量（エネルギー用ワラ類）は、2.5～3.5百万トンと報告されている（表22）。さらに、NEDOの報告によれば、2005年のEU主要国の固形バイオマス燃料の合計は、約38百万トン（石油換算）とされている（表23）。

表 22. 欧州の農作物バイオマス賦存量（ワラ類）

	年	2000 年	2015 年	2015 年	2015 年
	単位	現状	Reference	Environmental	Market
総ワラ類発生量	トン	6,484,000	5,857,000	4,840,000	6,758,001
エネルギー用ワラ類採集可能量	トン	2,663,000	2,445,000	1,414,000	3,494,000
	pj	37.4	34.3	19.8	49.0
エネルギー作物栽培可能面積	ha	186,000	168,800	160,000	85,000

出典：(SN10) Riso Energy Report2/ New and emerging bioenergy technologies

表 23. EU における固形バイオマス燃料の種類と生産量（2005 年：石油換算トン）

国名	丸太	ペレット	木質廃棄物			有機物				黒液	合計
			ウッドチップ	おが屑	その他	わら	作物残渣	動物	その他		
フランス***	7.419	-	1.135			-	0.314	-	-	0.801	9.669
スウェーデン	0.768	-	2.547			1.052				3.571	7.937
フィンランド	1.120	0.022	2.305			0.015				3.145	6.608
スペイン	2.729	0.001	0.305		0.139	0.056	0.460	0.000	0.381	0.104	4.176
オーストリア	1.514	0.579	0.141	-	0.399	0.002	-	0.005	0.298	0.569	3.507
ポルトガル	2.507	-	0.020	-	0.053	-	-	-	-	0.134	2.715
デンマーク**	0.583	0.078	0.161	-	-	0.441	-	-	-	-	1.264
エストニア	0.287	-	0.310			-	-	-	-	-	0.597
英国	0.204	-	0.081			0.304				-	0.589
ベルギー	0.192	-	0.134			0.020				0.041	0.387
アイルランド	0.043	0.000	0.123			-	-	0.050	-	-	0.217
ルクセンブルグ	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015
合計	17.382	0.681	7.854			3.399				8.364	37.681

*推計 **短期伐採林 0.155Mtoe を含む。***海外県を含む。

注記：ドイツとポーランドのデータは含まれない。したがって、この表は EU25 カ国の固形バイオマス由来の一次エネルギー生産のうち 64.2%を対象としている。

出典：NEDO 海外レポート：http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1007/1007-02.pdf

4) 東南アジアのバイオマス賦存量

日本の地球環境産業技術研究機構（RITE）は、平成 10～14 年度に実施した「バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査」で東南アジアにおけるバイオマスエネルギー賦存量を調査している。その結果、近隣アジア諸国で現在未利用のバイオマスエネルギーを合計すると、日本の 1 次エネルギー総供給量（約 23EJ/年）を上回る賦存量が存在するとしている(表 24)。

表 24. アジア地域のバイオマス賦存量（単位：EJ）

	廃棄物系				プランテーション系	合計
	林産系	農業系	畜産系	小計		
中国	1.7	10	6.2	18	16	35
インド	1.1	7.0	6.3	14	3.5	18
タイ	0.1	1.0	0.3	1.5	0.7	2.2
インドネシア	1.0	1.8	0.8	3.6	1.9	5.5
マレーシア	0.4	0.5	0.1	1.0	0.1	1.1
フィリピン	0.1	0.5	0.2	0.9	0.3	1.2
総計	4.5	21.2	14.0	39.7	22.8	42.6

出典：「バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査Ⅰ～Ⅲ」
 (財)地球環境産業技術研究機構、平成 11～13 年

また、RITEの調査では、廃棄物系バイオマスとエネルギープランテーションに分けて、それぞれのエネルギーポテンシャルを推定している。アジア主要国の農業系廃棄物のエネルギーポテンシャル（PJ）を表25に示した。この表に示したエネルギーポテンシャルは、農産物の生産量と廃棄物の発生比率、および廃棄物のエネルギー換算計数から計算された。表25から明らかかなように、アジア地域においては、稲作に伴う廃棄物のエネルギーポテンシャルが最も高く、小麦に由来するものがそれに次いでいる。地域別では、農業生産高が大きい中国、インドがアジア全体の67%を占める。中国の穀物の生産比率は、小麦、米、トウモロコシが26%、47%、22%となっており、米が多いものの特定の穀物に偏っていない。

この他、林産系廃棄物のポテンシャルを表26に示した。

表25. アジアの農業系廃棄物のエネルギー賦存量（単位：PJ）

種類	日本	中国	インドネシア	タイ	インド	その他 アジア地域
穀物	小麦	13	2,548	0	0	1,502
	米	286	4,541	1,056	479	2,841
	トウモロコシ	0	2,131	162	89	177
	その他	4	297	0	4	358
	小計	303	9,516	1,219	573	4,878
根菜作物	12	351	46	39	63	72
サトウキビ	収穫時残余	7	416	133	229	1,286
	バガス	4	223	71	122	689
	小計	11	638	205	351	1,975
合計	326	10,506	1,469	962	6,916	5,816

表26. アジアの林産系廃棄物のエネルギー賦存量（単位：PJ）

種 類		日 本	中 国	インドネシア	タイ	インド	その他 アジア地域
丸太	製材用・丸太用原木	112	432	233	0	131	357
	パルプ用・パーティ クルボード	39	55	83	0	9	25
	その他	3	290	23	20	39	131
	小 計	154	778	338	20	179	514
燃料木材		3	572	436	103	788	640
用材	合板	35	74	88	1	2	57
	製材品・枕木	199	247	66	3	160	209
	ベニア板（単板）	2	1	0	0	0	18
	小 計	236	322	155	4	162	285
黒液		169	32	43	7	18	23
合 計		562	1,704	972	134	1,147	1,462

なお、電力中央研究所では、統計データや人工衛星画像（リモートセンシング技術）を活用したバイオマス賦存量を推計している。各国の統計データに基づいてアジア地域 21カ国の地域別バイオマス賦存量を、未利用系を含めて推計し、そのデータを地理情報システム（GIS）を用いてマッピングした画像を、Google を活用して公開している。

<http://asia-biomass.com/>

5) 日本のバイオマス賦存量

日本のバイオマスの利・活用については「バイオマス・ニッポン総合戦略」を基本に実施されている。2002年の戦略策定時のバイオマス賦存量は213.8百万トンであった（図4）。2005年に「バイオマス・ニッポン総合戦略」は見直され、バイオマス賦存量も修正された（図5）。バイオマスの発生量及び賦存量、利用率（熱利用以外も含む）の現状を整理すると表27に示すようになる。2005年のバイオマス賦存量は213.3百万トンで、2002年と大きくは変化していない。

○ 2002年(戦略策定時)

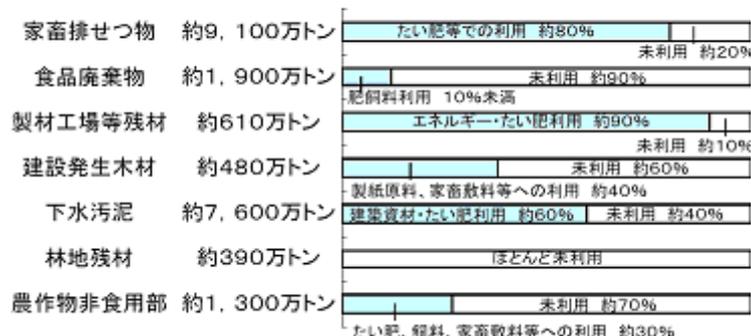


図4. 日本のバイオマス賦存量(2002年)

○ 2005年(現在)

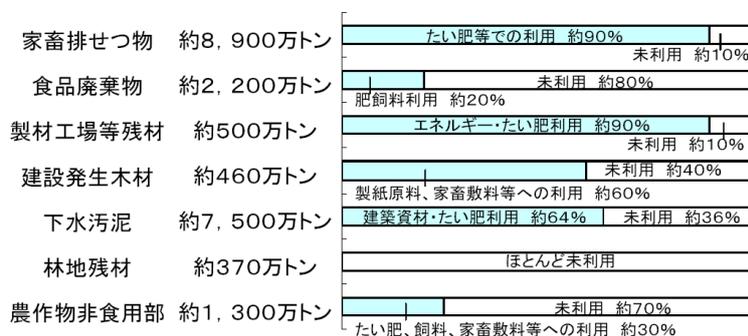


図 5. 日本のバイオマス賦存量(2005年)

バイオマス・ニッポン総合戦略においては、バイオマスの賦存量とその有効利用の2010年目標を次のように定めている。廃棄物系バイオマスの年間の賦存量は、湿重量約32,700万トン、乾燥重量約7,600万トン、エネルギー換算約1,270PJ(原油換算約3,280万KL)、炭素量換算約3,050万トンであり、2010年度において炭素量換算で80%以上の利活用を目指すとしている。

表 27. バイオマス賦存量と利用率(2005)

		発生量 [湿重量万t]	賦存量*1 [原油換算万kL]	炭素換算量*2 [万tC]	利用率
廃棄物系 バイオマス*3	家畜ふん尿	約8,900	約600	約530	約90%
	食品廃棄物	約2,200	約100	約90	約20%
	紙	約3,600	約1,400	約1,300	約60%
	黒液	約7,000	約470	約470	約100%
	下水汚泥	約7,500	約100	約80	約60%
	製材工場等残材	約500	約230	約220	約90%
	建設発生木材	約460	約210	約200	約60%
小計*4		約30,200	約3,110	約2,890	約7割
未利用 バイオマス	林地残材	約370	約170	約160	ほとんどない
	農作物非食用部	約1,300	約490	約470	約30%
	小計*4	約1,700	約660	約630	約2割
合計*4		約31,900	約3,770	約3,520	—

また、未利用バイオマスの年間の賦存量は、湿重量約1,700万トン、乾燥重量約1,500万トン、エネルギー換算約260PJ(原油換算約660万KL)、炭素量換算約640万トンであり、炭素量換算で2010年度において25%以上を利活用することを目標としている。

一方、電力中央研究所は、全国市町村別のバイオマス賦存量データとGIS(Geographical Information System、地理情報システム)データベースを組み合わせ、バイオマス賦存量と利用可能量を実際の地理と結びつけたシステムを構築し、地域別に5項目18種のバイ

バイオマス賦存量と利用可能量を表示している (<http://app1.infoc.nedo.go.jp/>)。この方法による日本全国の代表的なバイオマス種ごとの賦存量の集計結果を「バイオマス・ニッポン総合戦略 2005」のバイオマス賦存量と比較して表 28 に示した。

表 28. バイオマス・ニッポン総合戦略との比較(H18)

バイオマス・ニッポン総合戦略の賦存量との比較(H18)

バイオマス種	GIS 賦存量推計値(万トン)	新たなバイオマス・ニッポン 総合戦略の推計値(万トン)
林地残材	335	370
製材所廃材	1,040	500
果樹剪定枝	100	-
公園剪定枝	15	-
建築解体廃材	519	460
建築解体廃材	401	-
新・増築廃材	118	-
稲わら・もみ殻等	1,128	1,300
稲わら	920	-
もみ殻	126	-
麦わら	82	-
畜産廃棄物	7,381	8,900
乳用牛	2,099	-
肉用牛	1,854	-
養豚	2,251	-
排卵鶏	681	-
ブロイラー	495	-
食品廃棄物	2,242	2,200
植物性残渣	487	-
生活系厨芥類	1,109	-
計	23,383	13,730

一方、日本エネルギー学会が 2001 年に実施した調査では、予測賦存量は 1,547PJ、エネルギー利用可能量は 1,117PJ と報告されている (表 29)。バイオマスエネルギーの利用可能量は、石油換算で 2,903 万 KL に相当する。

表 29. バイオマス資源のエネルギー賦存量

	エネルギー量(PJ)	
	予測賦存量	エネルギー利用可能量
林地残材	93.3	66.6
製材廃材	120.4	50.1
建築廃材	111.2	106.7
未利用樹、ささ、竹	214	214
古紙	312.6	44

稲わら	116	77.4
もみ殻	25	7
家畜糞尿	182.7	182.7
食品販売廃棄物	32	32
食品加工廃棄物	218	218
廃食用油	16	12
厨芥ごみ(家庭)	25	25
下水汚泥	77.6	77.6
し尿	3.4	3.4
合計	1,547	1,117
原油換算(万 kl)	4,022	2,903

出典:平成 13 年度新エネルギー導入促進基礎調査
(バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査)報告書,
社団法人日本エネルギー学会,平成 14 年 5 月

また、エネルギー総合研究所の調査によれば、日本におけるバイオマスの賦存量は石油換算で約 1,286 万 kl、現状の利用可能量は約 569 万 kl と報告されている。表 30 にその集約結果を示す。

表 30. 日本におけるバイオマス賦存量と利用可能量

分類	バイオマス種	賦存量		利用可能量		バイオマス・ニッポン総合戦略による賦存量 ^(注) (万トン/年)
		万トン/年 ^{*1}	(原油換算) 万 kl/年 ^{*2}	万トン/年 ^{*1}	(原油換算) 万 kl/年 ^{*2}	
木質系 (1)	林地残材	157	58.7	10	3.7	370 (被害木、間伐材を含む)
木質系 (2)	製材所廃材	590	247.5	105	43.9	500
木質系 (3)	建築廃材	464	194.7	241	101.0	460
農業系	稲わら	915	232.1	685	173.7	1,200 (農業系全般 稲わら・ 麦・稲藁込み)
畜産系 (1)	家畜糞尿 (乳肉牛糞)	2,948	63.1	295	6.3	8,900 (全部の畜産系)
畜産系 (2)	家畜糞尿 (鶏糞・豚糞)	765	71.6	69	6.4	
畜産系 (3)	家畜糞尿 (鶏糞・ブロイラ)	495	144.3	45	13.0	
汚泥系	下水汚泥 (完全乾燥)	215	81.5	183	69.4	7,500 (濃縮汚泥ベース)
食品系 (1)	生活系厨芥類	1,055	93.1	1,052	92.8	2,200 (生活系+厨芥類+食品工場)
食品系 (2)	事業系厨芥類	640	56.5	443	39.1	
食用油	廃食用油	42	43.1	19	19.4	—
合計		—	1286.2	—	568.7	—

*1: 電中研データ

*2: エネルギー総合工学研究所計算値

注: 「バイオマスニッポン」(第4版)(2006.3)より

(出典: 各種データよりエネルギー総合工学研究所で作成)

更に、三菱総研は、日本のバイオマス賦存量とエタノール得量を 2002 年に調査している。日本でのバイオマスをすべて利用すると、約 1,000 万トンのバイオエタノールが製造可能である。1990 年時点での我が国のバイオエネルギー利用量は、紙パルプ産業における黒液・廃材利用とごみ発電を合わせ石油換算約 500 万トン (208PJ)、また、間伐材を除く残渣系バイオマスの供給総量は 1,547PJ と算出されている (表 31)。

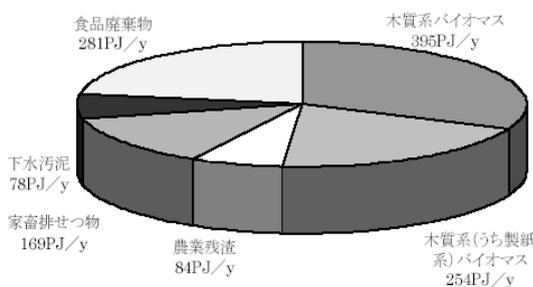
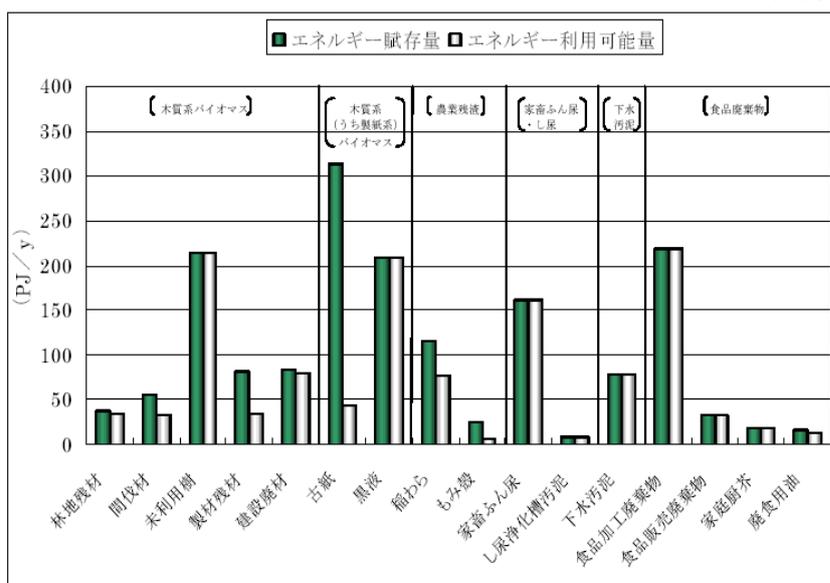
表 31. 日本のバイオマス賦存量とエタノール得量

資源	賦存量	利用可能量	エタノール得量*	バイオマス発生比率
	万トン/年	万トン/年	万トン/年	
古紙	1,991	280	99	0.65/紙
稲わら	1,015	678	194	1.40/米
もみ殻	219	61	13	
林地残材	214	196	59	0.89/木材
間伐材	323	187	56	
未利用樹	1,230	1,230	369	
製材残材	465	193	58	0.82/木材
建築残材	477	458	137	
合計			985	

㈱三菱総合研究所「平成14年度 新エネルギー等導入促進基礎調査

バイオマスエネルギー開発・利用戦略に関する調査研究」より

数値はPJ=ペタジュール (=10¹⁵J)
1PJ=2.6万kL(原油換算)



出典) 経済産業省委託調査 平成14年度 新エネルギー等導入促進基礎調査 バイオマスエネルギー開発・利用戦略に関する調査研究 (平成14年12月、㈱三菱総合研究所)

図 6. 日本のバイオマス賦存量とエネルギー可能量

この調査でのエネルギー賦存量、利用可能量はそれぞれ 1,667PJ/y（原油換算：4,334 万 kL）、1,261PJ/y（原油換算：3,279 万 kL）であり、これは我が国の 2000 年の一次エネルギー総供給 23,385PJ/y（原油換算：60,801 万 kL）の 7.1%、5.4%に相当する。賦存量は十分にあるといえる。利用可能量の内訳を見ると、木質系バイオマスが約 3 割と最も多く、次いで食品廃棄物、製紙系バイオマス（黒液含む）の順となっている。現状のエネルギー利用量は、黒液利用を含めても利用可能量の 13%、含まないと 4%ときわめて低調と言える。

なお、セルロースバイオマスに関する調査では、エネルギー賦存量で 925PJ、エネルギー利用可能量として 495PJ と報告がある（表 32）

表 32. セルロース系バイオマスの賦存量

バイオマス種 (カッコ内は含水率)	エネルギー賦存量		エネルギー利用可能量	
	重量	熱量換算(HHV)	重量	熱量換算(HHV)
【木質系バイオマス】 林地残材 (15%)	214万t/年	37PJ/年	196万t/年	34PJ/年
間伐材 (15%)	323万t/年	56PJ/年	187万t/年	33PJ/年
未利用樹 (15%)	1,230万t/年	214PJ/年	1,230万t/年	214PJ/年
製材残材 (15%)	465万t/年	81PJ/年	193万t/年	34PJ/年
建築廃材 (15%)	477万t/年	83PJ/年	296万t/年	52PJ/年
小 計			2,102万t/年	367PJ/年
【製紙系バイオマス】 古紙 (10%)	1,991万t/年	313PJ/年	280万t/年	44PJ/年
小 計			280万t/年	44PJ/年
【農業残渣】 稲わら (30%)	1,015万t/年	116PJ/年	678万t/年	77PJ/年
もみ殻 (30%)	219万t/年	25PJ/年	61万t/年	7PJ/年
小 計			739万t/年	84PJ/年
合 計	—	925PJ/年	—	495PJ/年

注1) 建築廃材は再生資源利用率38%(平成12年度建設副産物実態調査結果、国土交通省)を除いたものをエネルギー利用可能量とした。

注2) エネルギー賦存量: 国内で発生する資源全てを対象
エネルギー利用可能量: エネルギー賦存量から既にマテリアル利用分を除いたものを対象

注3) エネルギー利用可能量は発電や熱利用といったエタノール以外のエネルギー利用用途と競合する点に留意が必要である。

出典) 平成14年度新エネルギー等導入促進基礎調査「バイオマスエネルギー開発・利用戦略に関する調査研究」より抜粋

第3章 植物バイオマスの組成

植物バイオマスの成分表示については、リグノセルロース成分であるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの組成を示す場合と、バイオマスの構成多糖類の糖組成を示す場合がある。前者は植物バイオマスからバイオエタノールを生産する場合に、バイオマスの前処理工程、糖化工程、発酵工程の効率や収率を予測するための重要な指標となる。一方、後者は、バイオマスの化学的、物理的特性の指標となる。なお、セルロース量をグルコース量、ヘミセルロース量をキシラン量で代表させて表示している場合がある。

バイオマスのリグノセルロース組成及び糖組成のデータを、バイオマス及びバイオエタノール発酵関連の文献、インターネット情報から収集した。

1. 植物バイオマスのリグノセルロース組成

1) DOE のバイオマス組成データ

アメリカエネルギー省 (DOE) では、「バイオマスプログラム」のサイトで、バイオマスの組成と性質に関するデータベース、「Biomass Feedstock Composition and Property Database」を提供している。このデータベースでは、19種のバイオマスについて、37件のデータが収録されている。ほとんどのデータは、American Society for Testing and Materials (ASTM：米国材料試験協会)の分析法に基づく分析結果とされている。

ただ、これらのデータの出典は、1993年～1994年頃の各種レポートやドキュメントである。表1にデータベースの概要を示した。データベース全体を添付資料2として添付した。

表1. DOE バイオマス組成データベース (概要)

サンプル	品種	出典	リグノセルロース組成(%)		
			セルロース	ヘミセルロース	総リグニン
Black Locust	Robinia pseudoacacia	Iowa State University Ames, IA USA	40.38	17.58	28.55
Eucalyptus	Saligna	Bioenergy Development Corporation Kamae, HI USA	48.07	12.69	26.91
Hybrid	Caudina, DN-34	University of Minnesota Crookston, MN USA	41.05	17.03	24.28
	DN-34	USDA-FS North Central forestry Experiment Station, Rhinelander, WI Ashland, WI USA	40.25	21.98	23.74
	DN-182	USDA-FS North Central forestry Experiment Station, Rhinelander, WI Ashland, WI USA	42.18	21.29	23.34

	NC-5260	USDA-FS North Central forestry Experiment Station, Rhinelander, WI Ashland,WI USA	45.08	20.31	21.54
	DN-17	USDA-FS NSF Exp. Station, Rhinelander, WI Mondovi,WI USA	43.67	20.5	23.54
	DN-182	USDA-FS NSF Exp. Station, Rhinelander, WI Mondovi,WI USA	45.52	20.75	23.58
American Sycamore	Platanus occidentalis	Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge,TN USA	38.6	17.78	24.1
Sugarcane Bagasse	Gramineae Saccharum var. 65-7052	Hawaiian Cane and Sugar Paia,HI Maui USA	39.01	24.91	23.09
	Saccharum spp.	Hawaii Sugar Planters Association Kunia,HI Oahu USA	38.6	23	23.1
Sericea Lespedeza	Serala	University of Auburn Auburn,AL USA	38.29	16.66	24.08
Switchgrass	Alamo	Texas AandM Stephenville,TX USA	30.97	24.39	17.56
	Cave-in-Rock	Auburn University Auburn,AL USA	30.74	22.49	13.15
	Kanlow	Auburn University Auburn,AL USA	30.27	24.59	16.33
	Cave-in-Rock	Virginia Polytechnic University ,VA USA	31.6	27.89	19.98
	Cave-in-Rock high yield	USDA-ARS, Lincoln, NE Ames,IA USA	31.17	26.18	16.78
	EYxFF-H	USDA-ARS, Lincoln, NE Ames,IA USA	32.52	27.64	17.7
	Trailblazer	USDA-ARS, Lincoln, NE Ames,IA USA	32.06	26.24	18.14
	Blackwell	USDA-ARS, Lincoln, NE Mead,NE USA	33.08	25.25	17.54
	EYxFF-L	USDA-ARS, Lincoln, NE Mead,NE USA	32.58	26.06	17.5
	Trailblazer	USDA-ARS, Lincoln, NE Mead,NE USA	34.44	25.46	19.96

Big Bluestem	Genotype, Greene County, AL	Auburn University Auburn,AL USA	33.41	23.74	19.35
Tall Fescue	John Stone	Iowa State University Ames,IA USA	24.83	18.81	12.63
	KY31	Iowa State University Ames,IA USA	24.46	19.45	14.72
	Martin	Iowa State University Ames,IA USA	25.17	19.23	13.46
	John Stone	Iowa State University Ames,IA USA	24.89	18.3	10.88
Sweet Sorghum	Cultivar M81E	Iowa State University Ames,IA USA	22.48	13.81	11.34
Forage Sorghum	Sorghum-sudangrass hybrid FRR201	Iowa State University Ames,IA USA	34.01	16.5	16.09
Eastern Cottonwood (Populus Deltoides)	Stoneville #66	Westvaco Central Forest Research Center Wickliffe,KY USA	42.2	16.6	25.6
Monterey Pine (Pinus Radiata)		Wood Technology Div., Forest Research Inst. Rotorua North Island, New Zealand	41.7	20.5	25.9
Wheat Straw (Triticum aestivum)	Thunderbird	Colorado State University Fort Morgan,CO USA	32.64	22.63	16.85
Agave		Tequilla Brewing Mexico	30.69	16.91	16.87
yellow Poplar			42.06	18.93	23.35
Solka Floc			88.57	7.71	6.07
Cellulose sludge		Paper Manufacturing Chile	31.35	9.82	15.33

出典 : <http://www.eere.energy.gov/biomass/progs/search1.cgi>

2) 非木材繊維品 (non-wood fiber) のリグノセルロース組成

第2章で紹介した、非木材繊維品の生産量を報告している USDA の Rowell らは、これらの非木材繊維のリグノセルロース組成についても報告している。

表2. 非木材繊維の組成

Fiber type	セルロース	リグニン	ペントサン (ヘミセルロース)	灰分	シリカ
Stalk fiber	-----	-----	--- (%) ---	-----	-----
Rice	28 ~ 48	12 ~ 16	23 ~ 28	15 ~ 20	9 ~ 14
Wheat	29 ~ 51	16 ~ 21	26 ~ 32	4.5 ~ 9	3 ~ 7
Barley	31 ~ 45	14 ~ 15	24 ~ 29	5 ~ 7	3 ~ 6
Oat	31 ~ 48	16 ~ 19	27 ~ 38	6 ~ 8	4 ~ 6.5
Rye	33 ~ 50	16 ~ 19	27 ~ 30	2 ~ 5	0.5 ~ 4
Cane fiber					
Sugar	38 ~ 48	19 ~ 24	27 ~ 32	1.5 ~ 5	0.7 ~ 3.5
Bamboo	26 ~ 43	21 ~ 31	15 ~ 26	1.7 ~ 5	0.7
Grass fiber					
Esparto	33 ~ 38	17 ~ 19	27 ~ 32	6 ~ 8	--
sabai	--	22	24	6	--
Reed fiber					
<i>Phragmites communis</i>	44 ~ 46	22 ~ 24	20	3	2
Bast fiber					
Seed flax	43 ~ 47	21 ~ 23	24 ~ 26	5	--
Kenaf	45 ~ 57	15 ~ 19	22 ~ 23	2 ~ 5	--
Jute	45 ~ 53	21 ~ 26	18 ~ 21	0.5 ~ 2	--
Core fiber					
Kenaf	37 ~ 49	15 ~ 21	13 ~ 24	2 ~ 4	--
Jute	41 ~ 48	21 ~ 24	18 ~ 22	0.8	--
Leaf fiber					
Abaca (manila)	60	8 ~ 15	13	1.1	--
Sisal(abaca)	47 ~ 62	7 ~ 9	21 ~ 24	0.6 ~ 1	--
Seed hull fiber					
Cotton linter	80 ~ 85	--	--	0.8 ~ 2	--
Wood fiber					
Coniferous	40 ~ 45	26 ~ 34	7 ~ 14	<1	--
Deciduous	38 ~ 49	23 ~ 30	19 ~ 26	<1	--

出典: RM. Rowell;「Composites from Agri-Based Resources」,Proceeding No. 7286, Forest Products Society (1996)

3) 文献から収集したバイオマス組成

最近のバイオマス組成の情報をバイオエタノール関連文献、総説、インターネット情報から収集した。組成の表示方法の統一されていないため、全体の一覧表の作成は困難なため、林木、農作物・残渣、廃棄物、その他の種類別にまとめた。

① 林木

<ソフトウッド、ハードウッド>

	ソフトウッド	ハードウッド
セルロース(%)	41-50	39-53
ヘミセルロース(%)	11-33	19-36
リグニン(%)	19-30	17-24
リグニン H/G/S-ratio (%)	2-18/82-98/trace	0/22-66/44-86

出典:(11) H.B. Klinke et.al., Appl/Microbial. Biotechnol 66,10-26(2004)

<スギ、ブナ>

材の組成 (wt%)

木材	杉	ブナ
セルロース	52.8	56.6
ヘミセルロース	17.3	24.7
リグニン	31.4	21.3

出典:種田大介、化学装置,2005年3月号 p37-p41

<スギ、コジイ>

セルロース系バイオマスの成分組成			
	スギ	コジイ	建築 廃材
セルロース	37.0	40.4	42.6
ヘミセルロース	27.0	36.7	26.2
リグニン	34.0	22.9	28.1
灰分	0.6	0.8	0.5
アルコール・ ベンゼン可溶成分	3.8	2.0	4.2

出典:上野義基、化学工学、70(8) 407- 410 (2006)

<ポプラ、スズカケ、マツ>

名前	ポプラ Poplar	スズカケ Sycamore	マツ Pine
組成成分(/100g)			
セルロース	41.3	44.7	40.4
ヘミセルロース	32.9	29.4	24.9
リグニン	25.6	25.5	34.5
粗タンパク	2.1	1.7	0.7
灰分	1.0	0.8	0.5
計	102.9	102.1	101.0

出典:D.L. Klass, Biomass for renewable energy, fuel, and chemicals, Academic Press (1998)

<ブラックローカス、ハイブリッドポプラ、ユーカリ、マツ> (% dry basis)

原料	ハードウッド			ソフトウッド
	ブラックローカス	ハイブリッドポプラ	ユーカリ	マツ
セルロース	41.61	44.70	49.50	44.55
Glucan 6C	41.61	44.70	49.50	44.55
ヘミセルロース	17.66	18.55	13.07	21.90
Xylan 5C	13.86	14.56	10.73	6.30
Arabinan 5C	0.94	0.82	0.31	1.60
Galactan 6C	0.93	0.97	0.76	2.56
Mannan 6C	1.92	2.20	1.27	11.43
リグニン	26.70	26.44	27.71	27.67
灰分	2.15	1.71	1.26	0.32
Acids	4.57	1.48	4.19	2.67
Extractives	7.31	7.12	4.27	2.88
Heating value (GJ _{HHV} /tonne _{dry})	19.5	19.6	19.5	19.6

出典: (H359) C.N. Hamelinck et al., Biomass and Bioenergy 28,384-410(2005)

<マツ、ポプラ>

Feedstock (%)	Pine wood	Popular
Glucan (セルロース)	46.4	49.9
Xylan (ヘミセルロース)	8.8	17.4
リグニン	29.4	18.1

出典: (8) N. Mosier et al., Bioresource Technology 96, 673-686(2005)

<Hardwood (Eucalyptus) 、Softwood(Pinus radiata)>

植物(%)	Hardwood (Eucalyptus)	Softwood(Pinus radiata)
リグニン	20	28
セルロース	45	42
ヘミセルロース	30	27

Source: www.ethanolrfa.org and ref. 7.

出典: (SN08) K.A. Gray, International Sugar Journal 109(1299) 145-151(2007)

<スギチップ、バーク、ハードウッド>

components	Ceder tip-1	Ceder tip-2	C. bark	Hard wood
Acid insoluble リグニン	0.04	0.05	0.06	0.37
Acid soluble リグニン	31.61	25.31	34.08	23.9
ヘミセルロース	25.37	27.22	23.49	29.24
β -セルロース	0	0	0.05	0.06
α -セルロース	42.41	43.21	41.52	43.36
Benzen-ethanol soluble	0.57	4.22	0.81	2.36

出典 山田富明: 国内外のバイオエタノール製造技術の現状と展望

http://www.woodrecycle.gr.jp/H19_koen03.pdf

<オリーブ>

Raw Material Composition (% Dry Matter)

Composition (%)	Olive tree wood
セルロース as glucose	34.4
ヘミセルロース糖	20.3
Xylose	16
Mannose	1.4
Galactose	1
Arabinose	1.9
AIL	18
Acid-soluble リグニン (ASL)	2.4
Acetyl groups	1.8
Extractives	15.4
灰分	1.7

出典:(4) E.Ruiz et.al.,Applied Biochemistry and Biotechnology Vol. 129-132, 631-643(2006)

②農作物・残渣

<イナワラ、バガス>

セルロース系バイオマスの成分組成		
	イナワラ	バガス
セルロース	35.8	37.7
ヘミセルロース	31.9	35.3
リグニン	22.4	19.5
灰分	16.0	7.0
アルコール・ベンゼン可溶成分	4.4	5.0

出典：上野義基、化学工学、70(8) 407-410 (2006)

<オリーブ、ひまわり>

Raw Material Composition (% Dry Matter)

Composition (%)	Sunflower stalks
セルロース as glucose	33.8
ヘミセルロース糖	20.2
Xylose	16.1
Mannose	1.7
Galactose	1.4
Arabinose	1
AIL	14.6
Acid-soluble リグニン (ASL)	2.7
Acetyl groups	2.5
Extractives	6.9
灰分	9.6

出典：(4) E.Ruiz et.al., Applied Biochemistry and Biotechnology Vol. 129-132, 631-643(2006)

<スウィッチグラス>

Typical lignocellulosic biomass compositions (% dry basis)

Feedstock (%)	Switchgrass
セルロース	31.98
Glucan 6C	31.98
ヘミセルロース	25.19
Xylan 5C	21.09
Arabinan 5C	2.84
Galactan 6C	0.95
Mannan 6C	0.30
リグニン	18.13
灰分	5.95
Acids	1.21
Extractives	17.54
Heating value (GJ _{HHV} /tonne _{dry})	18.6

出典：(H359) C.N. Hamelinck et al., Biomass and Bioenergy 28,384-410(2005)

<バガス>

	Raw bagasse	A	B	C	D	E	F
Dry matter yield	100	80.0	60.2	62.5	57.3	56.8	50.5
NCWM	8.5	5.2	12.5	14.9	11.7	11.9	10.5
ヘミセルロース	31.1	27.4 (70.0)	5.8 (11.2)	9.5 (18.8)	4.1 (7.2)	10.9 (20.1)	3.6 (5.9)
セルロース	43.1	52.6 (98.0)	65.3 (91.1)	58.2 (84.2)	69.1 (92.1)	61.6 (80.9)	64.9 (76.0)
リグニン	11.4	11.3 (79.41)	10.2 (54.1)	10.8 (59.3)	9.5 (48.51)	11.2 (56.0)	13.3 (58.9)
灰分	5.5	2.5	5.1	4.2	4.4	4.0	4.2

出典:(T51) C. Martin et al., Enzyme and Microbial Technology 40,426-432(2007)

<草類 (Herbaceous plants)>

	Herbaceous plants
セルロース(%)	24-50
ヘミセルロース(%)	12-38
リグニン(%)	6-29
リグニン H/G/S-ratio (%)	5-26/27-54/23-67

出典:(11) H.B. Klinke et.al., Appl/Microbial. Biotechnol 66,10-26(2004)

<ワラ類：コーンストーク、大麦ストーク>

component	corn stalks (% dry weight)	barley straw (% dry weight)
Fines		
α-セルロース	83.4	86.2
ヘミセルロース s	13.2	5.9
kiason リグニン	8.4	4.2
灰分	1.6	4.0
total	99.6	100.3
potential reducing sugars from acid hydrolysis	97.7	99.9
ヘミセルロース substrate		
total sugars	66.4	51.5
proteins	6.3	16.0
soluble リグニン	4.4	4.0
灰分	9.3	13.2
furfural	0.9	0.2
unknown	12.7	15.1
concentration of dry maters (g/l)	29.2	42.2

出典:(T436) K. Belkacemi et.al., Ind. Eng. Chem. Res., 41,173-179 (2002)

<小麦ストロー>

Component	Dry solids (% w/w)
Crude protein	3.48 ± 0.09
Crude fat	0.47 ± 0.01
Crude fiber	45.85 ± 0.20
灰分	6.68 ± 0.01
セルロース	48.57 ± 0.30
ヘミセルロース	27.70 ± 0.12
リグニン	8.17 ± 0.90
Acid detergent fiber	58.86 ± 0.04
Neutral detergent fiber	86.56 ± 0.09

出典:(55) B.C. Saha et al., Process Biochemistry 40, 3693-3700(2005)

<小麦ストロー>

Feedstock (%)	Wheat straw
Glucan (セルロース)	38.2
Xylan (ヘミセルロース)	21.2
リグニン	23.4

出典:(8) N. Mosier et al., Bioresource Technology 96, 673-686(2005)

<コーンストーバー、コーンファイバー、小麦ストロー、スイッチグラス>

Feedstock	Corn stover	Corn fiber	Switch grass	Office paper
Glucan (セルロース)	37.5	14.28	31	68.6
Xylan (ヘミセルロース)	22.4	16.8	20.4	12.4
リグニン	17.6	8.4	17.6	11.3

出典:(8) N. Mosier et al., Bioresource Technology 96, 673-686(2005)

<ソルガム ブラン>

Component	Sorghum Bran (% db)
Carbohydrates	
Starch	29.7 ± 0.64
セルロース	10.9 ± 0.1
ヘミセルロース	17.5 ± 0.85
Acid detergent リグニン	0.7 ± 0.1
Crude fat	8.3 ± 0.4
Crude fiber	9.3 ± 0.3
Crude protein	10.3 ± 0.07
灰分	2.7 ± 0.02
Total	91%

出典:(63) D.Y. Corredor et.al., Cereal Chem. 84, 61-66(2007)

<アルファルファ、リード、スイッチグラス>

Species	Cell wall		セルロース		ヘミセルロース		リグニン	
Stage	Dietary	NDF	Glucose	ADF-ADL	Sugars	NDF-ADF	KL	ADL
	Fiber	(g/kg DM)	(g/kg DM)	(g/kg DM)	(g/kg DM)	(g/kg DM)	(g/kg DM)	(g/kg DM)
Alfalfa								
Bud	663	275	130	589	397	105	158	55
Full flower	722	669	306	444	122	144	175	71
Reed canarygrass								
Vegetative	511	541	209	287	175	244	109	2
Ripe seed	646	689	265	356	218	305	148	20
Switchgrass								
Pre-boot	657	669	273	337	235	318	133	12
Anthesis	694	669	283	340	245	301	154	23
Post-frost	789	733	322	383	279	311	173	34

aData are for alfalfa stems only; reed canarygrass and switchgrass data are for whole herbage. bSum of neutral sugars, uronic acids, and Klason リグニン from Uppsala dietary fiber analysis.

cNeutral detergent fiber, NDF; acid detergent fiber, ADF; acid detergent リグニン, ADL; from the detergent analysis system.

dヘミセルロース concentration was based on the sum of xylose + mannose + fructose for alfalfa; and the sum of xylose + arabinose + mannose + uronic

出典:(27) B.S. Dien et. al., /Biomass and Bioenergy 30, 880-891(2006)

<コーンファイバー、コーンストロー>

	Corn fiber	Stover
セルロース	12 to 18%	32 to 38%
ヘミセルロース	40 to 53%	28to32%
Lgnin (Phenolic)	0.1 to 1%	15to 17%
Starch	11 to 22%	non

出典:(SN07) BIO/Achieving Sustainable Production for Agricultural Biomass for Biorefinery Feedstock(2006)

<コーンストロー、スイッチグラス、小麦ストロー、稲ワラ、バガス>

植物(%)	Corn stover	Switch grass	Wheat straw	Rice straw	Sugarcane bagasse
リグニン	18	18	17	10	24
セルロース	35	31	33	39	43
ヘミセルロース	22	24	23	15	25

Source: www.ethanolrfa.org and ref. 7.

出典:(SN08)K.A. Gray, International Sugar Journal 109(1299) 145-151(2007)

③ 廃棄物

<エノキタケ 廃菌床> (発生量 300,000トン/年 長野県)

The components of waste medium for mushroom cultivation.

化学組成 (%)	Relative content (%)
灰分	7.0
Crude lipid	6.3
リグニン	19.2
セルロース	23.4
ヘミセルロース	36.8
Others	7.3
Total	100.0

出典 S,makishima et al., J.Appl.Glycosci.,53,261-266(2006)

<RDF>

バイオマスの タイプ	廃棄物
名前	RDF
組成成分	
セルロース	65.6
ヘミセルロース	11.2
リグニン	3.1
マニトール	-
アルギン	-
ラミナリン	-
フコイジン	-
粗タンパク	3.5
灰分	16.7
計	100.1

出典: D.L. Klass, Biomass for renewable energy, fuel, and Chemicals, Academic Press (1998)

<建築廃材>

セルロース系バイオマスの成分組成	
	建築廃材
セルロース	42.6
ヘミセルロース	26.2
リグニン	28.1
灰分	0.5
アルコール・ベンゼン可溶成分	4.2

出典: 上野義基、化学工学、70(8) 407- 410 (2006)

④ その他

<水性植物の組成 ホテイアオイ、ボタン浮草>

Components of water hyacinth and water lettuce

	Component	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	Crude protein	Starch	灰分
ratio (%) ^a							
Water hyacinth (ホテイアオイ)							
Leaves	74	18.1±0.0	25.0±1.4	13.3±1.6	13.6±0.2	7.2±0.2	16.5±0.7
Roots	26	29.8±1.5	28.6±0.5	8.6±1.4	8.8±0.5	0.1±0.1	15.6±0.5
Total		21.1	25.9	12.0	12.4	5.4	16.3
Water Lettuce (ボタン浮草)							
Leaves	85	18.7±0.3	17.9±0.7	6.2±0.6	17.1±1.8	11.1±0.2	23.0±0.9
Roots	15	30.2±0.4	8.3±0.6	11.2±0.5	11.2±1.3	0.2±0.1	24.4±0.2
Total		20.4	16.5	7.0	16.2	9.5	23.2

Analyses were done at least in triplicate. The average values and the standard deviation are shown.

The component values are expressed as mg per 100 mg dry biomass.

^a Component ratio of leaf and root parts per dry biomass.

出典：D.Mishima et.al., Bioresource Technology, 97, 2166-2172(2006)

<ジャイアントケルプ、ホテイアオイ>

バイオマスのタイプ	海洋	水生
名前	ジャイアントケルプ Giant kelp	ホテイアオイ Water hyacinth
組成成分		
セルロース	4.8	16.2
ヘミセルロース	-	55.5
リグニン	-	6.1
マニトール	18.7	-
アルギン	14.2	-
ラミナリン	0.7	-
フコイジン	0.2	-
粗タンパク	15.9	12.3
灰分	45.8	22.4
計	100.3	112.5

出典：D.L. Klass, Biomass for renewable energy, fuel, and chemicals, Academic Press (1998)

2. 植物バイオマスの糖組成

① 木材

<ドイツトウヒ (*Picea abies*) >

Compositon of Chipped Softwood, <i>Picea abies</i>	
Composition	Dry mater material (I) (%)
Glucan	46.5
Mannan	12.6
リグニン	27.8
Xylan	9.0
Galactan	3.9
Arabinan	1.1

出典: J. Soederstroem et. al., Applied Biochemistry and Biotechnology, 98-100,5-21(2002)

<ポプラ (Aspen Chips) >

Compound	C へミ cal composition (%)
Glucan	46 ± 2
Xylan	7.8 ± 0.3
Arabinan	0.48 ± 0.04
Glactan	0.30 ± 0.02
灰分	2.01 ± 0.01
リグニン	31 ± 1

出典: (18) I. De Bari et.al., Applied Biochemistry aod Biotechnology 113-116, 539-557 (2004)

<ポプラ>

constituent	native poplar wood (%)	SE poplar wood (1%)
リグニン	27.7	36.3
glucans	48.9	52.2
xylans	15.7	6.7
arabinans	0.3	0.1
galactans	0.3	0.3
mannans	1.0	1.2
灰分	1.2	2.5

出典: (329) M. Cantarella et.al., Biotechnol. Prog., VoL 20, 200-206(2004)

<ロッジポールマツ : 虫食い Lodgepole Pine (MBP-LPP) >

component	content
ash	0.26 ± 0.01
extractives (water followed by ethanol) Klason	4.66 ± 0.21
lignin	24.79 ± 0.09
acid-soluble lignin	0.29 ± 0.00
carbohydrate (as monosaccharide)	

glucose	50.46 ± 0.25
mannose	13.09 ± 0.24
xylose	7.21 ± 0.04
galactose	2.22 ± 0.01
arabinose	1.42 ± 0.00
carbohydrate (as polysacchadde)	
glucan	45.42 ± 0.22
mannan	11.78 ± 0.21
xvlan	6.34 ± 0.03
galactan	2.00 ± 0.01
arabinan	1.25 ± 0.00

Content reported as N (w w) in oven-dried MPB-LPP chips.

出典:(T34) X.Pan et.al., Ind. Eng. Chem. Res., Vol. 46, 2609–2617,(2007)

<トウヒ (Chipped Spruce) >

Components	Wood (wt.%)	Washed pretreatedcd material (wt %)	
		Batch I	Batch 2
Glucan	43	4%	4%
Mannan	12	0	0
Xylan	5.4	0	0
Galaetan	2.3	0	0
Lignin	27	47	45

The dry matter content of the wood raw material was 56%

出典:(T224) A. Rudolf et.al.,Enzyme and Microbial Technology 37,195–204 (2005)

<針葉樹、広葉樹>

成分		針葉樹	広葉樹
リグニン		27～33 %	18～24%
灰分		0 3%前後	0.3%前後
ウロン酸無水物		4%前後	4%前後
構成糖	ガラクトース	1%前後	4%前後
	グルコース	43～46 %	40～50 %
	マンノース	10%前後	2 %前後
	アラビノース	0.5～2.0%	0.5 %前後
	キシロース	5 ～10 %	12～25 %
構成多糖	セルロース	41～42 %	42～51 %
	アラビノグルクロノキシラン	7～14 %	—
	グルクロノキシラン	—	19～35 %
	グルコマンナン	12～18 %	3 ～4 %
	ペクチン, デンプンなど	1～3 %	1 ～4 %

出典 : (S16) 杉浦純、BIOINDUSTRY, 18(3),32-38(2001)

②農作物・残渣

<オオムギ藁>

Composition of barley

	Barley straw(g/100g)
Carbohydrate	
Glucan	36.8±0.3
Xylan	17.2±0.7
Galactan	2.2±0.0
Arabinan	5.3±0.0
Strarch as glucan	0.4±0.0
Acetate	2.4±0.1
Protein (6.2 x N)	3.9±0.1
Extractives	11.1±1.4
Ash	
Acid-insoluble	2.6±0.1
Acid-soluble	6.2±0.8
Lignin	
Acid-insoluble	12.2±0.1
Acid-soluble	2.2±0.3
Total	102.4±3.9

出典：M. Linde et ale, Enzyme and Microbial technology, 40,1100-1107(2007)

<コーンストーバー（米国産とイタリア産）>

Composition of corn stover (%)

Material	American	Italian
Glucan	36.1	36.8
Xylan	21.4	22.2
Arabinan	3.5	5.5
Galactan	2.5	2.9
Mannan	1.8	0.3
Lignin	17.2	21.2
Ash	7.1	6.5
Acetyl	3.2	1.7

出典：K. Ohgren et.al., Bioresource Technology, 98 2503-2510(2007)

<バガス>

Component	Quantity (g/100 g dry matter)
Glucan	40.19 ±0.16
Xylan	22.54±0.71
Galactan	1.40 ± 0.11
Arabinan	2.00 ± 0.15
Mannan	0.48 ± 0.11
Kiason Lignin	25.15 ± 0.76

出展:(38) M. Neureiter et.al., Applied Biochemistry and Biotechnology 98-100,49-58, (2002)

<ワタストーク>

Component	Percentage (%) ^a
Holocellulose	41.8
Glucan	31.1
Xylan	8.3
Arabinan	1.3
Galactan	1.1
Acid-insoluble lignin	27.9
Acid-soluble lignin	2.2
Extractives	9.0
Ash	6.0
Other	13.1

^a Composition percentages are on a dry-weight basis.

出典:(21) R.A. Silverstein et al., Bioresource Technology 98,3000-3011(2007)

<コーンストークとコーン葉>

Component	Corn leaf g/(g dry substrate)	Corn stalk g/(g dry substrate)
glucan	0.342	0.365
galactan	0.025	0.024
xylan	0.221	0.216
arabinan	0.035	0.032
mannan	0.018	0.017
ash	0.084	0.052
lignin	0.164	0.174

出典:(64) S.Donghai et. al.,Chinese J, Chem. Eng. 14(6) 796-801 (2006)

<野菜類 (Tomato ,Red pepper ,Pulse food,Artichoke ,Cardoon)>

Component (%w/w)	Tomato		Red pepper		Pulse food		Artichoke		Cardoon	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Moisture	74.36	1.36	83.10	3.02	67.51	2.34	83.98	0.91	93.64	0.28
Ash (DM)	3.77	0.04	9.41	0.09	2.73	0.09	6.77	0.05	20.43	0.28

Extractives	16.70	3.50	16.79	1.61	5.68	0.57	15.24	3.80	10.05	6.57
(EtOH) (DM)										
Proteins (DM)	17.35	0.56	15.40	0.18	23.24	0.16	11.41	0.55	13.41	0.76
Sucrose (DM)	4.18	1.41	7.17	0.64	0.79	0.36	2.77	0.30	2.68	0.04
Carbohydrates (DM)	17.37	0.94	19.69	3.84	49.23	5.88	58.56	1.19	18.11	1.86
Lignin (DM)	34.80	4.56	21.26	7.02	2.56	1.25	5.19	1.33	22.17	4.26
Uronic acids (DM)	5.50	1.10	4.50	0.20	2.90	0.60	5.40	1.00	4.60	0.60

(n = 3). S.D.: standard deviation; DM: dry matter

a) Sucrose determined in extractives soluble in water.

b) Carbohydrate content includes cellulose/starch/inulin and hemicellulose.

出典: (34) I. del Campo et al., *Industrial Crops and Products* 24, 214–221(2006)

<小麦デンプンファイバー>

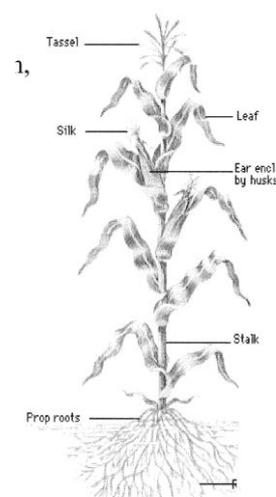
	g/100 g WSF
monosaccharides	
glucose	3.2
arabinose	0.7
galactose	0.1
xylose	1.3
mannose	0.2
starch	7.2
starch-free fibers	4.7
unknown solids	3.0
water	70.5

出典: (T326) b. Pallmarola-Adeados et al., *Biotechnol. Prog.*, 20, 474–479 (2004)

<コーンストローバー>

Glucan	36.1 %
Xylan	21.4 %
Arabinan	3.5 %
Mannan	1.8 %
Galactan	2.5 %
Lignin	17.2 %
Protein	4.0 %
Acetyl	3.2 %
Ash	7.1 %
Uronic Acid	3.6 %
Nonstructural Sugars	1.2 %

出典: B. Yang & C. E. Wyman et al., *Cellulosic Ethanol for Sustainable Transportation* (2006)



第4章 主要な穀物等の食品分析データ

文部科学省が発表している五訂増補日本食品標準成分表(2005)に基づいて、主要な食品の一般成分と植物繊維含量を抜粋して55ページ表2にまとめて示した。この成分表では、一般成分の炭水化物含量は、重量から水分、タンパク質、脂質、灰分を差し引いて算出したものである。なお、食物繊維は酵素-重量法(プロスキー変法)を用いて測定されている。

なお、海外も含めた食物成分表のアクセスサイトは以下の通りである。

1. 日本：五訂増補日本食品標準成分表

昭和25年(1950)に初めて作成され、昭和57年(1982)の四訂を経て、平成12年(2000)に五訂日本食品標準成分表が公表された。最新版は平成17年1月に公表された五訂増補日本食品標準成分表である。収載食品数は1,800点以上、成分項目は、タンパク質、脂質、炭水化物、ミネラル、ビタミンなど36項目が記載されており、栄養学の研究、病院、学校などの集団給食、食料計画、日常の食生活などに広く利用できる。本書の内容は食品成分データベースとしてデータベース化されており、インターネット上で無料アクセス可能である。

<検索サイト>

<http://fooddb.jp/> (食品名による検索サイト)

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm (審議会)

なお、脂肪酸組成に着目した「日本食品標準成分表・脂肪酸成分表編5訂増補」も発行されている。これは、「五訂増補日本食品標準成分表」に記載された食品の脂肪酸成分を記載したもので、構成は『五訂増補日本食品標準成分表』と同様であるが、本表は「第1表 脂肪酸組成表」、「第2表 脂肪酸成分表」からなっている。「第1表 脂肪酸組成表」は脂質1gあたりの脂肪酸総量、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸のmg数、ならびに総脂肪酸100gあたりの各脂肪酸のg数を記載し、「第2表 脂肪酸成分表」は可食部100gあたりの水分、脂質、脂肪酸総量、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、n-3系多価不飽和脂肪酸、n-6系多価不飽和脂肪酸のg数、ならびに各脂肪酸のmg数を記載している。本書の内容も食品成分データベースとしてデータベース化されており、インターネット上で無料アクセス可能である。

2. 海外の食品成分表

海外でも日本同様、いくつかの国が食品成分表データベースを無料公開している。無料アクセスできる主要な外国の食品成分表データベース配下の通り。

1) 米国

Search the USDA National Nutrient Database for Standard Reference (米国農務省)

収載食品数は 6,661 点。ベビーフードなどの成分値も調べることができる。

<検索サイト>

<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>

2) カナダ

CANADIAN NUTRIENT FILE, 2005 (カナダ厚生省)

<検索サイト>

http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/fiche-nutri-data/index_e.html

3) デンマーク

The Danish Food Composition Databank is on the Web - Now revision 6.0 (デンマーク

家庭消費者省)

<検索サイト>

http://www.foodcomp.dk/fcdb_default.asp

4) フィンランド

Fineli - Finnish Food Composition Database (フィンランド国立公衆衛生研究所)

<検索サイト>

<http://www.fineli.fi/index.php?lang=en>

5) 南アフリカ

The Nutritional Intervention Research Unit of the South African MRC

<検索サイト>

<http://www.mrc.ac.za/FoodComp/>

この他、世界の食品成分表一覧については FAO(国際連合食糧農業機関)が International Food Composition Tables Directory を作成している。各国で発行されている食品データベースについて FAO がまとめたもので、大陸別で、各大陸内の国名のアルファベット順にどの国がどのようなタイトルで食品成分表を刊行しているかを一覧することができる。On Line 検索はできないが、冊子を購入するための手引きとなる。

http://www.fao.org/infoods/index_en.stm

なお、日本の国立国会図書館は、米国、英国、ニュージーランドの食品成分表を所蔵し

ているが、完全にセットではそろっていない、あるいは旧版しか所蔵しておらず、最新版を完全セットで所蔵している国の成分表はない。

3. 廃棄系バイオマスの成分（参考）

アルコール発酵残渣、微細藻類、下水汚泥などの成分組成については、1999に美濃輪らの報告がある。コナラでの粗繊維含量が高いのは、リグニン含量も含めた数値であるためである。

表1. 代表的バイオマスの組成成分

バイオマス原料	(アルコール発酵残 さ)				デン プ ス ラ ッ ジ	(微細藻類)			ホテ イ ア オ イ	アオ コ	(樹 木)	下水 汚 泥
	イモ	大麦	米	ソバ		ドナ リエ ラ	ボツ リオ コッ カス	モル ティ エラ (菌 糸)			コナラ	
含水率 [%]	88.6	84.5	76.7	82.5	82.2	78.4	90	74.2	85.2	81.8	90.9	76.7
灰分 [%] ^{a)}	4.4	1.3	1.3	3.4	23	23.6	2	6.6	19.6	19.4	0.4	16.4
化学成分組成												
脂肪 [%]	1.8	7.1	8.3	22.5	0.7	20.5	>50 ^{d)}	39.6	2.5	2.9	10.60 ^{f)}	12.9
タンパク質 [%] ^{b)}	28.5	27.7	56.5	54.5	59.6	63.6	17.5 ^{e)})	20.1 ^{e)})	24.4	71	0.0 ^{e)}	42.3
粗繊維 [%] ^{b)}	11.9	10.3	2.1	4.1	5.4	1.2	-	-	20.6	5	65.4 ^{g)}	18.1
炭水化物 [%] ^{b)}	57.8	54.9	33	18.9	34.3	14.7	-	-	52.5	21.2	28.0 ^{h)}	26.7
元素組成												
C [%] ^{b)}	47.3	51.1	47.9	53.9	44.6	53.3	63.1	65	47.6	48.3	47.5	51.4
H [%] ^{b)}	7	7.6	6.7	8.3	7.2	5.2	11.7	10.3	6.1	6.2	5.6	7.9
N [%] ^{b)}	4.2	4	7.5	7.2	9	9.8	2.8	3.2	3.7	11.8	0	6.5
O ^{c)} [%] ^{b)}	41.5	37.4	37.9	30.5	48.2	31.7	25.2	21.5	42.1	45.5	46.9	40.7
H/C [mol/mol]	1.78	1.79	1.67	1.84	1.94	1.17	2.23	1.9	1.54	1.54	1.42	1.84

a) 乾重量基準, b) 有機物基準, c) 差より計算, d) ヘキサン抽出物, e) アルコールおよびベンゼン抽出物, f) 計算値, g) セルロース+リグニン, h) ヘミセルロース

出典: 美濃輪智朗他、バイオマス廃棄物および未利用バイオマスの油化反応、石油化学会誌、41(1) 11-21 (1999)

表 2. 代表的食品の成分分析表

食品番号 Item No.	食 品 名 Food and description		廃棄率	可食部 100g 当たり										備 考	
				エネルギー Energy	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	食 物 繊 維 (炭水化物のうち) Dietary fibers					
										水溶性	不溶性	総量			
				%	Kcal	KJ	(g)					(g)			
<穀類>	CEREALS														
01005	おおむぎ Barely	七分つき押麦 Under-milled Pressed grain, raw	0	341	1427	14.0	10.9	2.1	72.1	0.9	6.3	4.0	10.3	歩留り: 玄麦 皮 60 ~ 65%、裸 玄麦 65 ~ 70% ⁴⁾	
01012	こむぎ Wheat 国産	[玄穀] [Whole grain] 普通	0	337	1410	12.5	10.6	3.1	72.2	1.6	0.7	10.1	10.8		
01013	Domestic 輸入	Medium,raw 軟質	0	348	1456	10.0	10.1	3.3	75.2	1.4	1.4	9.8	11.2		
01014	Imported 輸入	Soft,raw 硬質	0	334	1397	13.0	13.0	3.0	69.4	1.6	1.5	9.9	11.4		
01080	こめ [水稻穀粒] [Paddy rice grain]	Rice 玄米 Brown rice,raw	0	350	1464	15.5	6.8	2.7	73.8	1.2	0.7	2.3	3.0		
01083	[水稻穀粒] [Paddy rice grain]	精白米 Well-milled rice,raw	0	356	1490	15.5	6.1	0.9	77.1	0.4	Tr	0.5	0.5	輸入を 含む 歩留り ²⁾ : 90 ~ 92%	
01131	とうもろこし Corn	玄穀 Whole grain,raw	0	350	1464	14.5	8.6	5.0	70.6	1.3	0.6	8.4	9.0		
01142	ライむぎ Rye	全粒粉 Whole flour	0	334	1397	12.5	12.7	2.7	70.7	1.4	3.2	10.1	13.3		

<いも類> <POTATOES>

02006	さつまいも Sweet potatoes	塊根、生 Tuberous root,raw	10 *	132 **	552	66.1	1.2	0.2	31.5	1.0	0.5	1.8	2.3	* 表層 及 両端。 * 皮 表 2% ** 推 定値 輸入 を 含む * 表層 * 表層 * 表 層、 ひ根 びり 及 切り 口
02010	さといも satoimo	球茎、生 Corm,raw	15 *	58	243	84.1	1.5	0.1	13.1	1.2	0.8	1.5	2.3	
02017	じゃがいも Potatoes	塊茎、生 Tuber,raw	10 *	76	318	79.8	1.6	0.1	17.6	0.9	0.6	0.7	1.3	
02023	ながいも Nagaimo	塊根、生 Tuberous root,raw	10 *	65	272	82.6	2.2	0.3	13.9	1.0	0.2	0.8	1.0	
<豆類>														
04001	あずき Adzuki beans	全粒、乾 Whole,dried,raw	0	339	1418	15.5	20.3	2.2	58.7	3.3	1.2	16.6	17.8	
04007	いんげんまめ Kidney beans	全粒、乾 Whole,dried,raw	0	333	1393	16.5	19.9	2.2	57.8	3.6	3.3	16.0	19.3	
04012	えんどう Peas	全粒、乾 Whole,dried,raw	0	352	1473	13.4	21.7	2.3	60.4	2.2	1.2	16.2	17.4	
04019	そらまめ Broad beans	全粒、乾 Whole,dried,raw	0	348	1456	13.3	26.0	2	55.9	2.8	1.3	8.0	9.3	
04023	だいず Soybeans	[全粒・全粒 製品] [Whole beans and its products]												
04023	全粒 beans	国産、乾 Whole Domestic,dried, raw	0	417	1745	12.5	35.3	19. 0	28.2	5.0	1.8	15.3	17.1	黒大 豆(黒 豆)を 含む
04025	全粒 beans	米国産、 乾 Whole U.S.A.,dried,raw	0	433	1812	11.7	33.0	21. 7	28.8	4.8	0.9	15.0	15.9	

04027	全粒 Whole beans	ブラジル 産、乾 Brazil,dried,raw	0	451	1887	8.3	33.6	22.6	30.7	4.8	1.0	16.3	17.3	*液汁 を 除 いた もの
-------	----------------------	---------------------------------	---	-----	------	-----	------	------	------	-----	-----	-------------	------	---------------------------

<だいず製品>														
04032	[豆腐・油揚げ 類] [Tofu and Abura-age]	木綿豆腐 Momen-tofu ¹⁾	0	72	301	86.8	6.6	4.2	1.6	0.8	0.1	0.3	0.4	
04033	[豆腐・油揚げ 類] [Tofu and Abura-age]	絹ごし豆腐 Kinugoshi-tofu ²⁾	0	56	234	89.4	4.9	3.0	2.0	0.7	0.1	0.2	0.3	
04046	[納豆類] [Natto]	糸引き納豆 Itohiki-natto ¹⁰⁾	0	200	837	59.5	16.5	10.0	12.1	1.9	2.3	4.4	6.7	
04050	おから Okara ¹⁾	旧来製法 Traditional product	0	89	372	81.1	4.8	3.6	9.7	0.8	0.3	9.4	9.7	
04051	おから Okara ¹⁾	新製法 Modern product	0	111	464	75.5	6.1	3.6	13.8	1.0	0.4	11.1	11.5	
04055	大豆たんぱく Soy protein	粒状大豆 たんぱく Textured type	0	360	1,506	7.8	46.3	3.0	36.7	6.2	5.9	11.9	17.8	

<うどん・そうめん類>														
01038	[Japanese noodles] うどん Udon	生 Wet form,raw	0	270	1,130	33.5	6.1	0.6	56.8	3.0	0.5	0.7	1.2	
01047	中華めん Chinese noodles	生 Wet form,raw	0	281	1,176	33.0	8.6	1.2	55.7	1.5	0.7	1.4	2.1	
01063	マカロニ・ スパゲティ Macaroni and spaghetti	乾 Dry form,raw	0	378	1,582	12.0	13.0	2.2	72.2	0.6	0.7	2.0	2.7	

<でん粉類>														
(Starches)														
02028		キャッサバで ん粉 Cassava starch	0	346	1,448	14.2	0.1	0.2	85.3	0.2	(0)	(0)	(0)	別名: タピオ カ輸 入 品
02030		米でん粉 Rice starch	0	366	1,531	9.7	0.2	0.7	89.3	0.1	(0)	(0)	(0)	
02031		小麦でん粉 Wheat	0	351	1,469	13.1	0.2	0.5	86.0	0.2	(0)	(0)	(0)	

02032		starch サゴでん粉 Sago starch	0	349	1,460	13.4	0.1	0.2	86.1	0.2	(0)	(0)	(0)	輸 入 品 別名： か ん し ょ (甘 藷) で ん 粉
02033		さつまいもで ん粉 Sweet potato starch	0	332	1,389	17.5	0.1	0.2	82.0	0.2	(0)	(0)	(0)	別名： ば れ い し ょ (馬 鈴 薯) で ん 粉、 か た く り 粉 別名： コー ン スター チ
02034		じゃがいもで ん粉 Potato starch	0	330	1,381	18.0	0.1	0.1	81.6	0.2	(0)	(0)	(0)	別名： コー ン スター チ
02035		とうもろこしで ん粉 Corn starch	0	354	1,481	12.8	0.1	0.7	86.3	0.1	(0)	(0)	(0)	
01122	そば粉 Buckwheat flour	全層粉 Straight	0	361	1,510	13.5	12.0	3.1	69.6	1.8	0.8	3.5	4.3	表 層 粉 の 一 部 を 除 いた もの

本表中の記号 Symbols in the tables

(0) : 推定値 O Estimated zero Tr : 微量 Trace

Tr : 推定値 微量 Estimated trace : 未測定 Not analyzed