

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てめられており、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、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 / 5 0 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 2 0”を提案する。20 年後（2 0 3 0 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目指す。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。

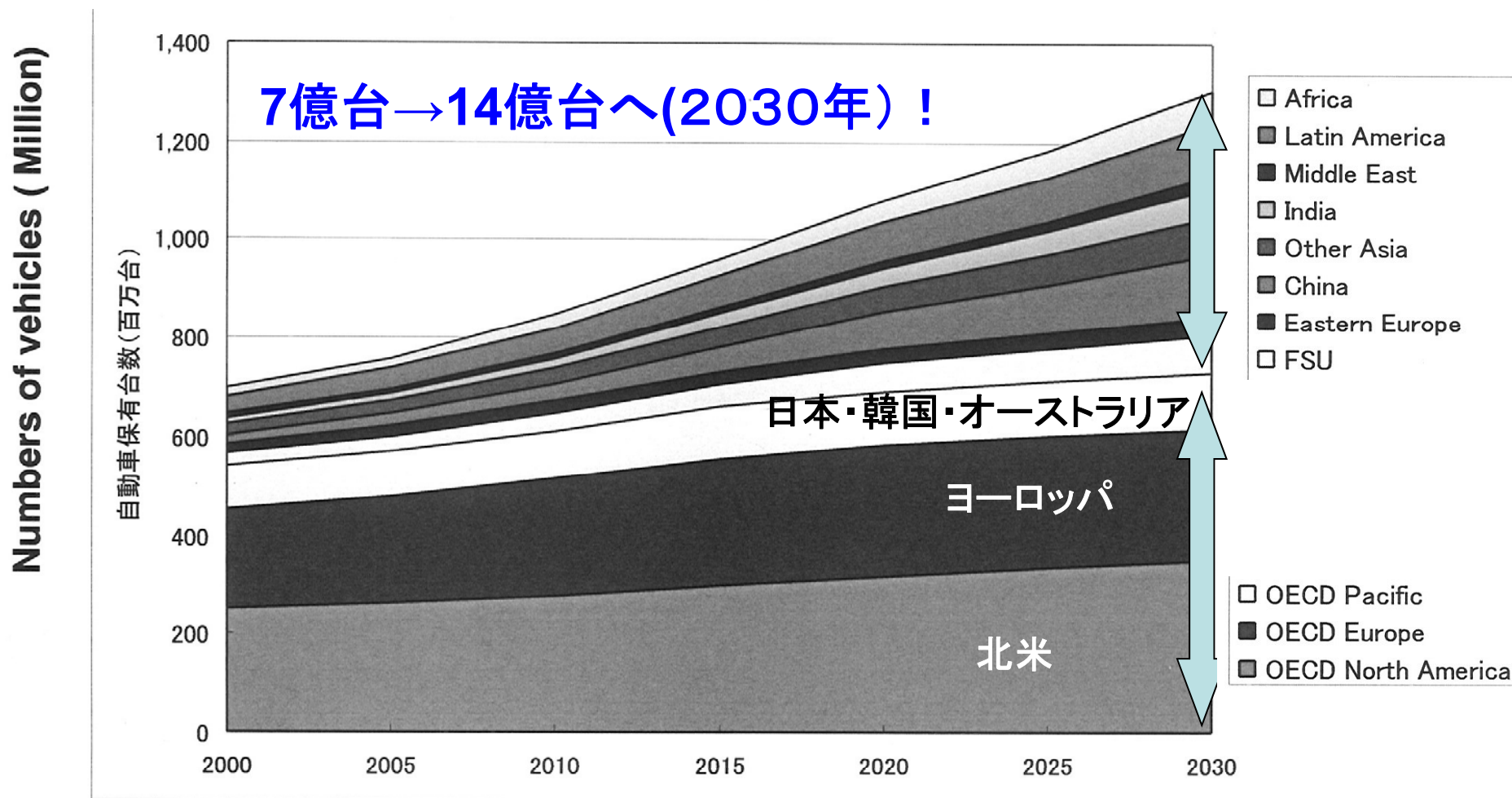


委員会用データ・資料

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。

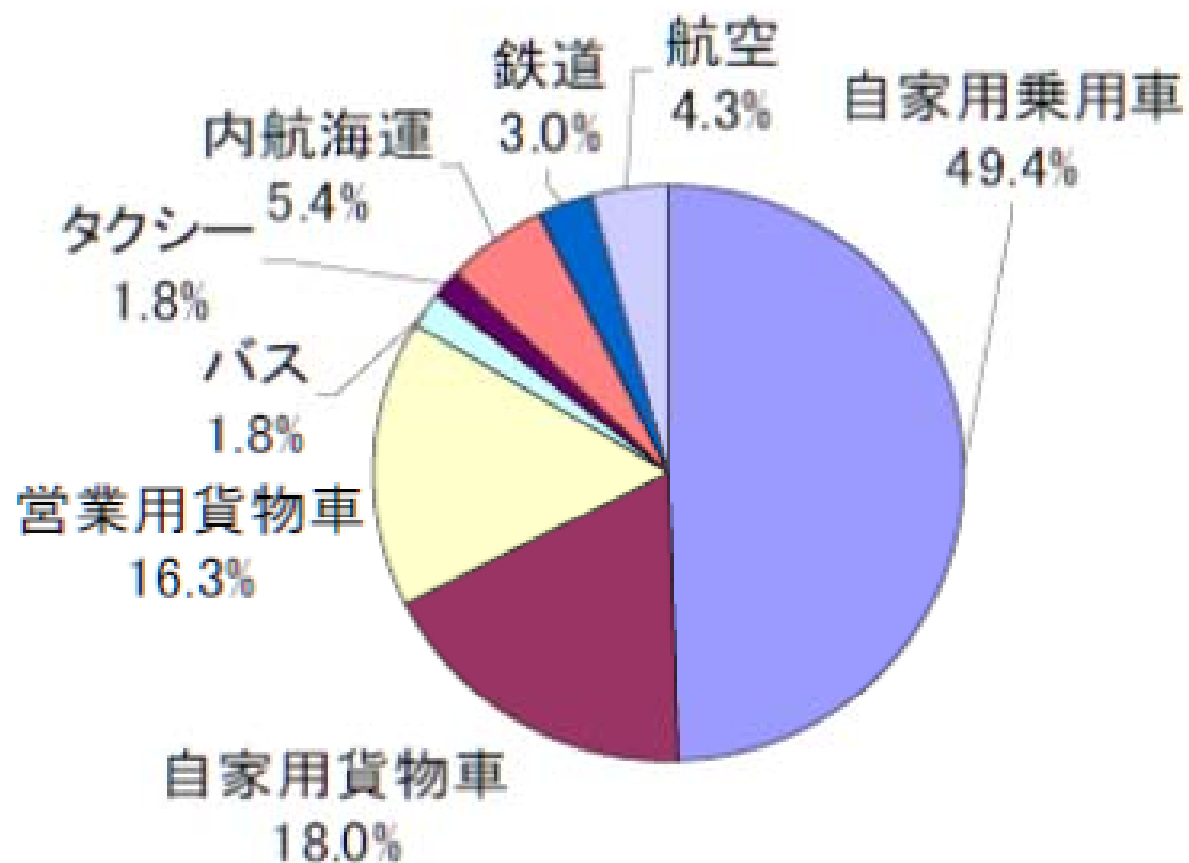
単位; 百万ト CO₂

年度	2002	2003	2003/1990 (伸率)
産業部門 (CO ₂ 排出量に占める割合)	467※ (37.5%)	478 (37.9%)	+0.3%
運輸部門 (CO ₂ 排出量に占める割合)	262※ (21.0%)	260 (20.7%)	+19.8%
業務その他部門 (CO ₂ 排出量に占める割合)	197 (15.8%)	196 (15.6%)	+36.1%
家庭部門 (CO ₂ 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

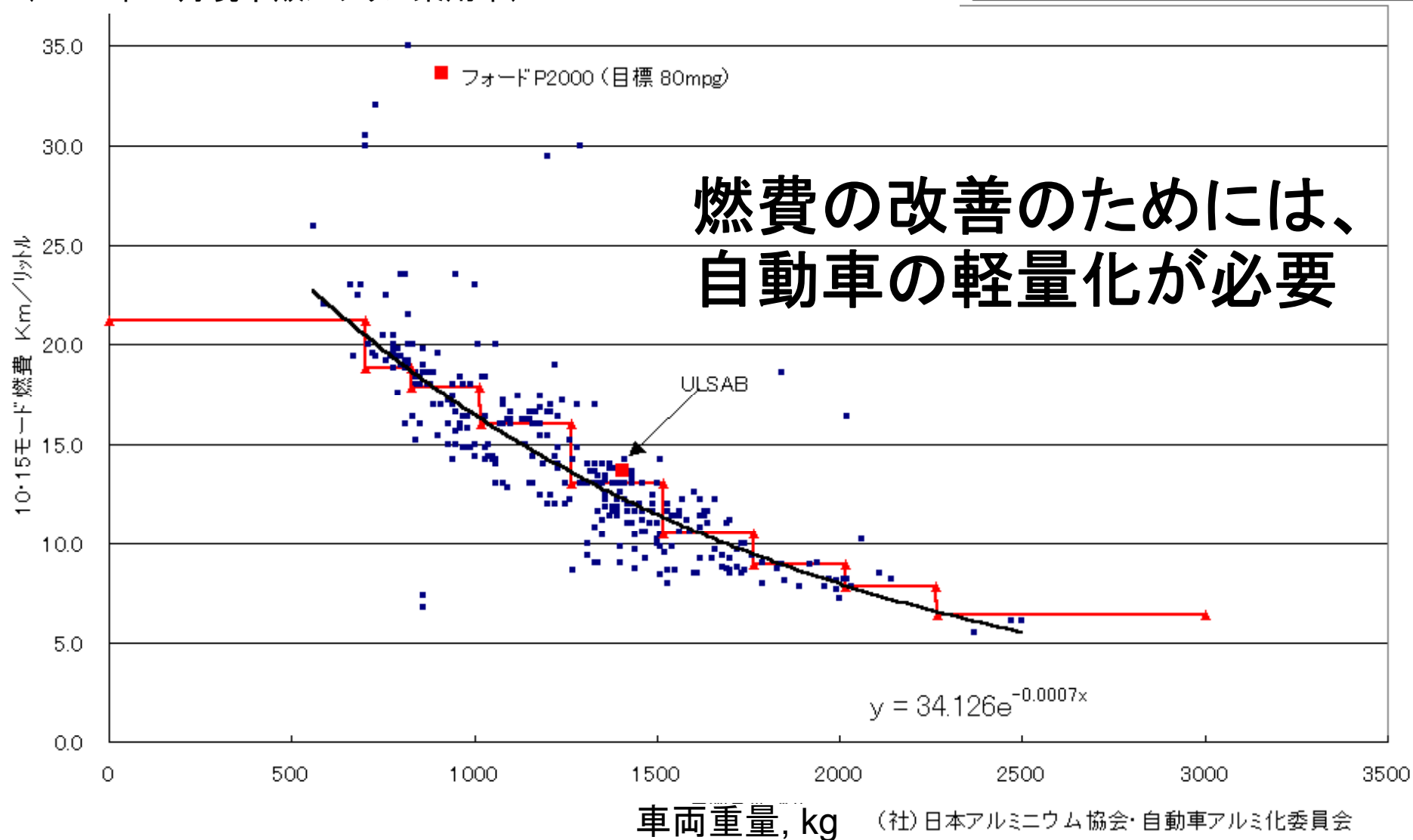


2003 年度

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

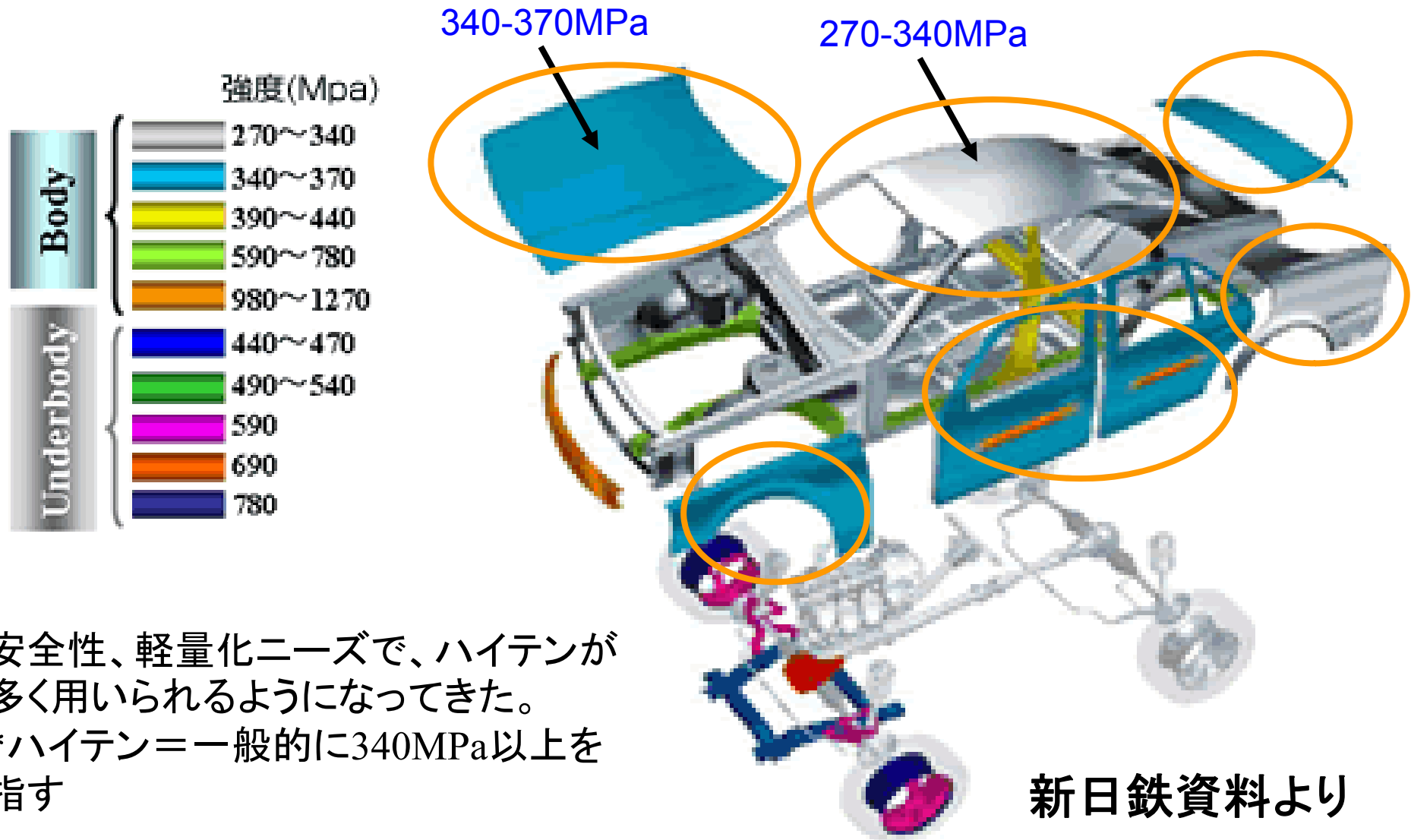
炭酸ガス削減を目的とした 自動車部材の軽量化

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

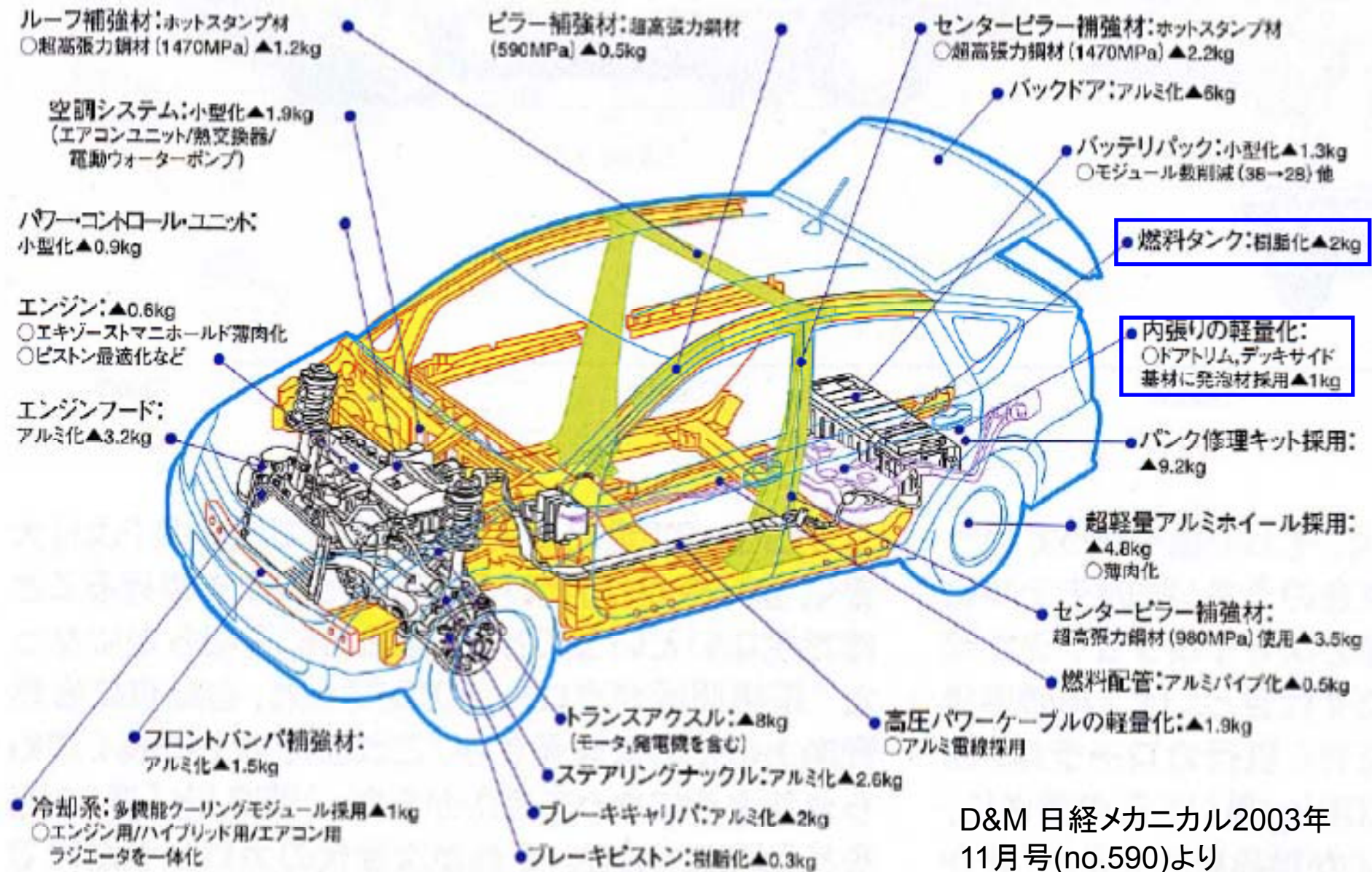
メーカー	車種	排気量 (CC)	車重 (kg)	燃費 (km/L)	主なアルミ化部位	備考
ベンツ	C200	1795	1490	11.2	フェンダー	
	C250	2496	1550	9.5	フェンダー	
	C300 BLUETECH HYBRID	2996	1570	9.5	フード、フェンダー、ドア、バックドア	
	E320 CDI ステーションワゴン	2986	1770	—	フード、フェンダー	
	E350	3497	1690	8.6	フード、フロントフェンダー、バックドア	
	V350	3724	2110	7.1	フェンダー	
	SL550	5461	2060	6.7	フード、フェンダー、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

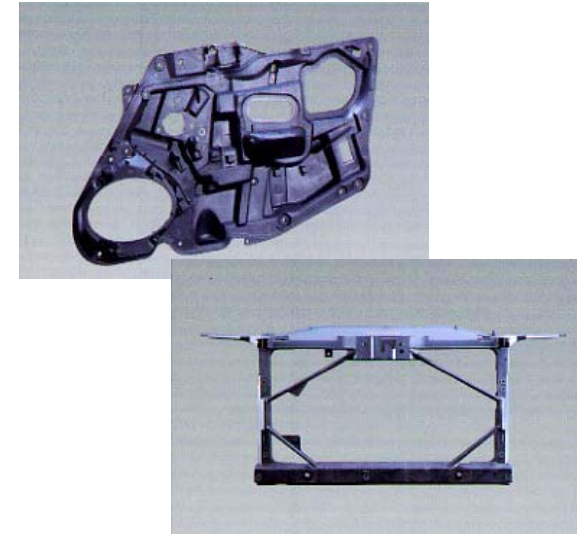
金属材料から樹脂材料への置き換え

- 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>

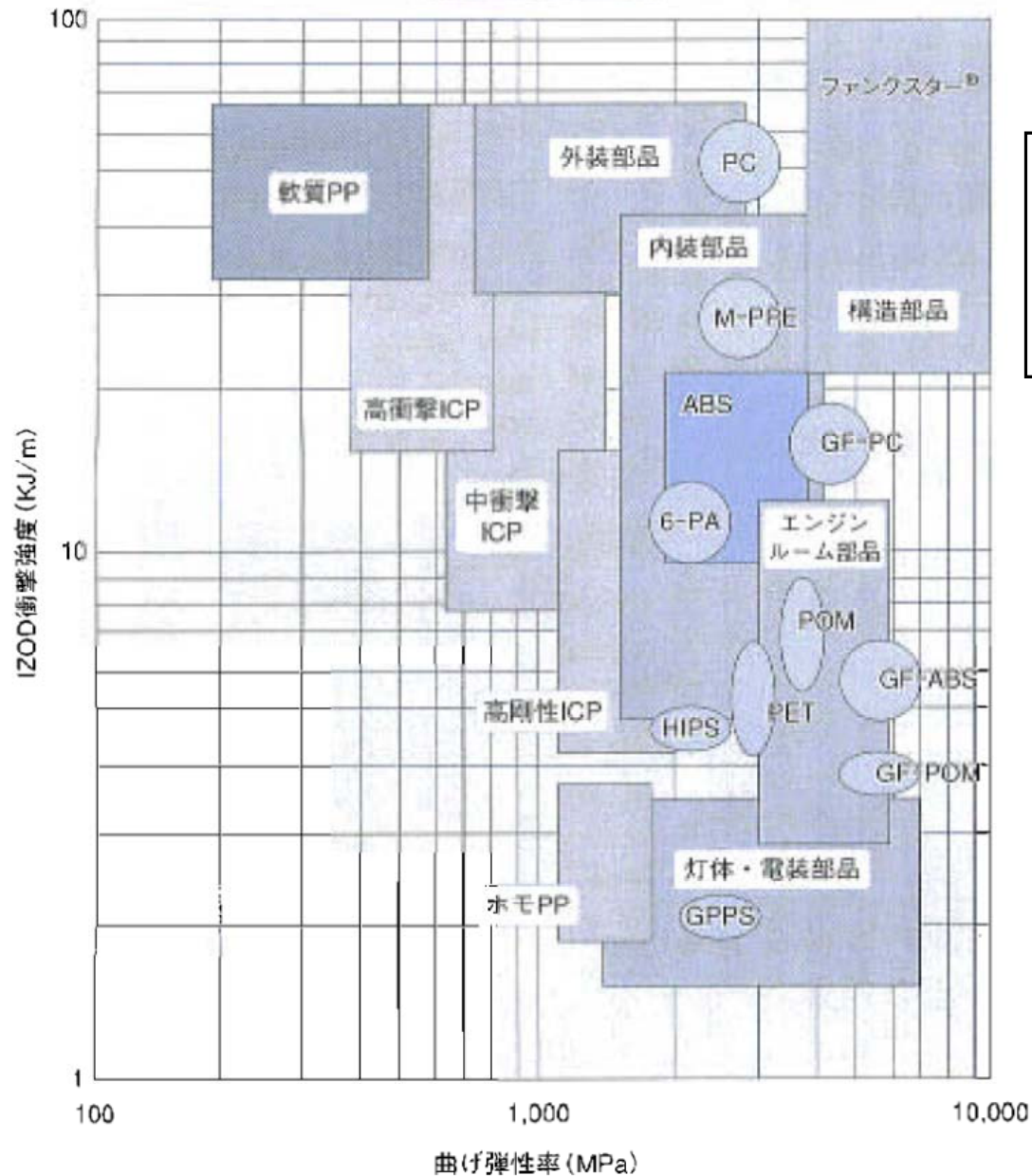
1. 衝撃吸収エネルギーが小さい(鋼鉄に比較して) → マクロ構造制御、ナノコンポジット
2. CFRP(エポキシ樹脂)の材料コスト:5000円/kg → 安価なバイオフィラー
3. GF強化樹脂の難リサイクル性 → 脱ガラス繊維:高弾性・低熱膨張バイオフィラー

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℃	○ mp:660℃	○ 熱硬化性	△:mp:170℃ 熱可塑性	△mp:260℃ 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

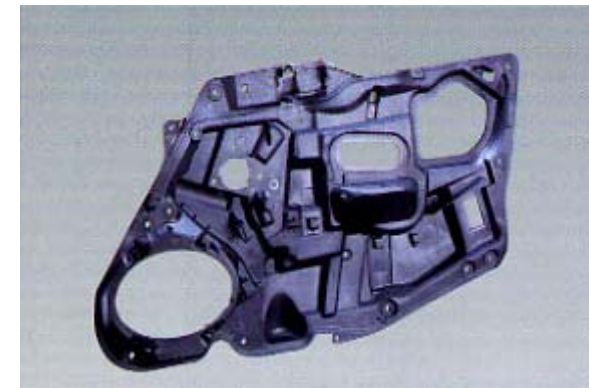
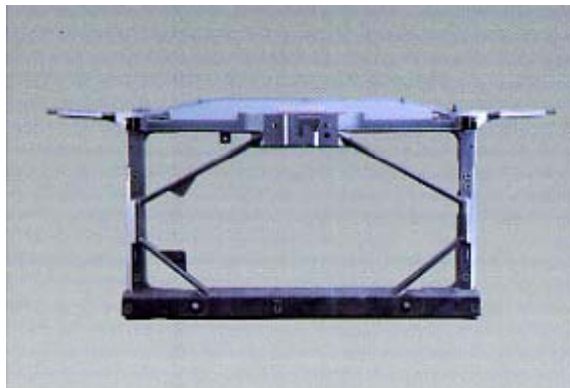
藤田祐二、未来材料、第5巻(10)

プラスチック材料の今後の方向性

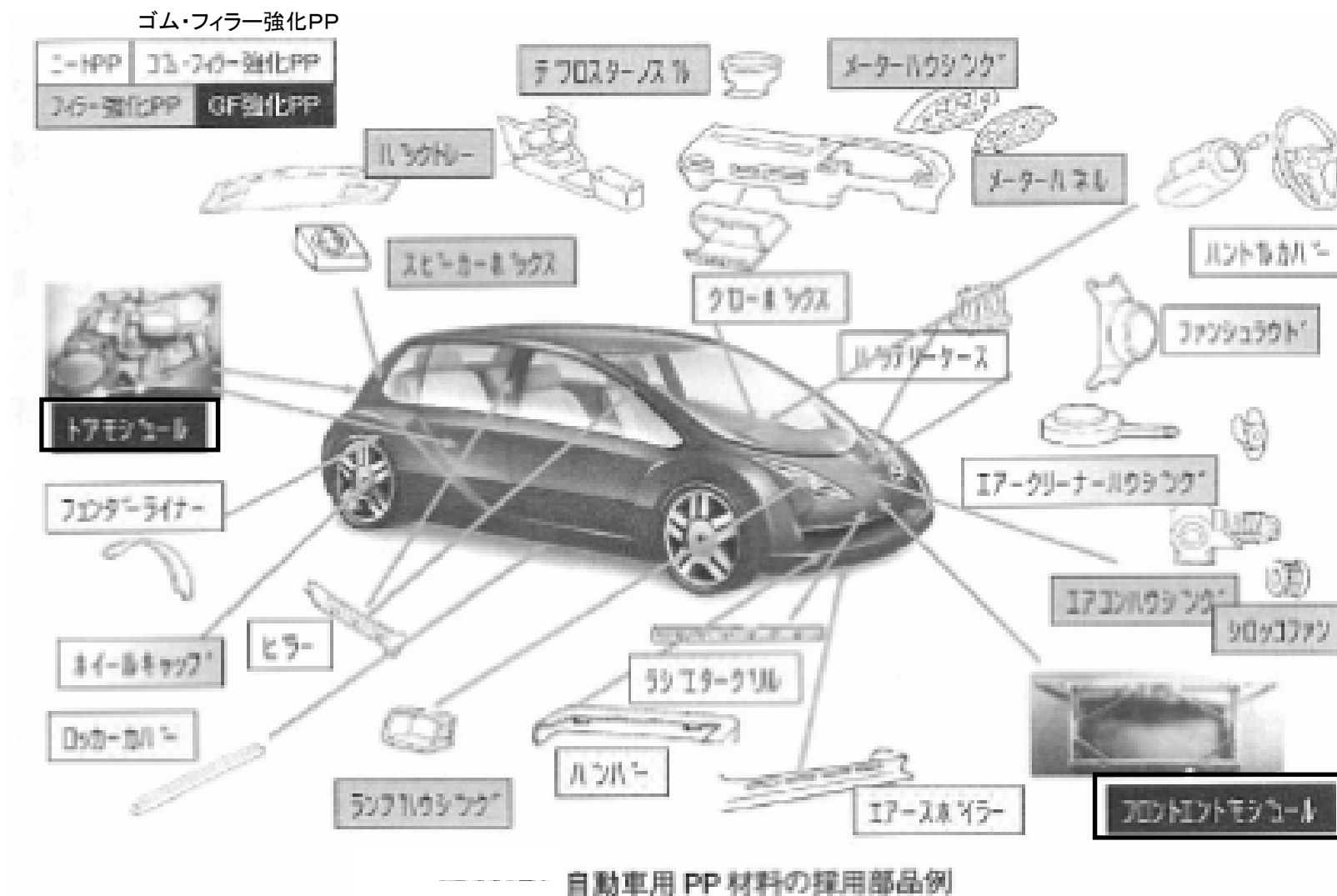
プラスチックはモジュール化による製造コスト削減、軽量化にメリット。2001年では重量で8.2%を占める。

今後の汎用性樹脂利用の方向は：

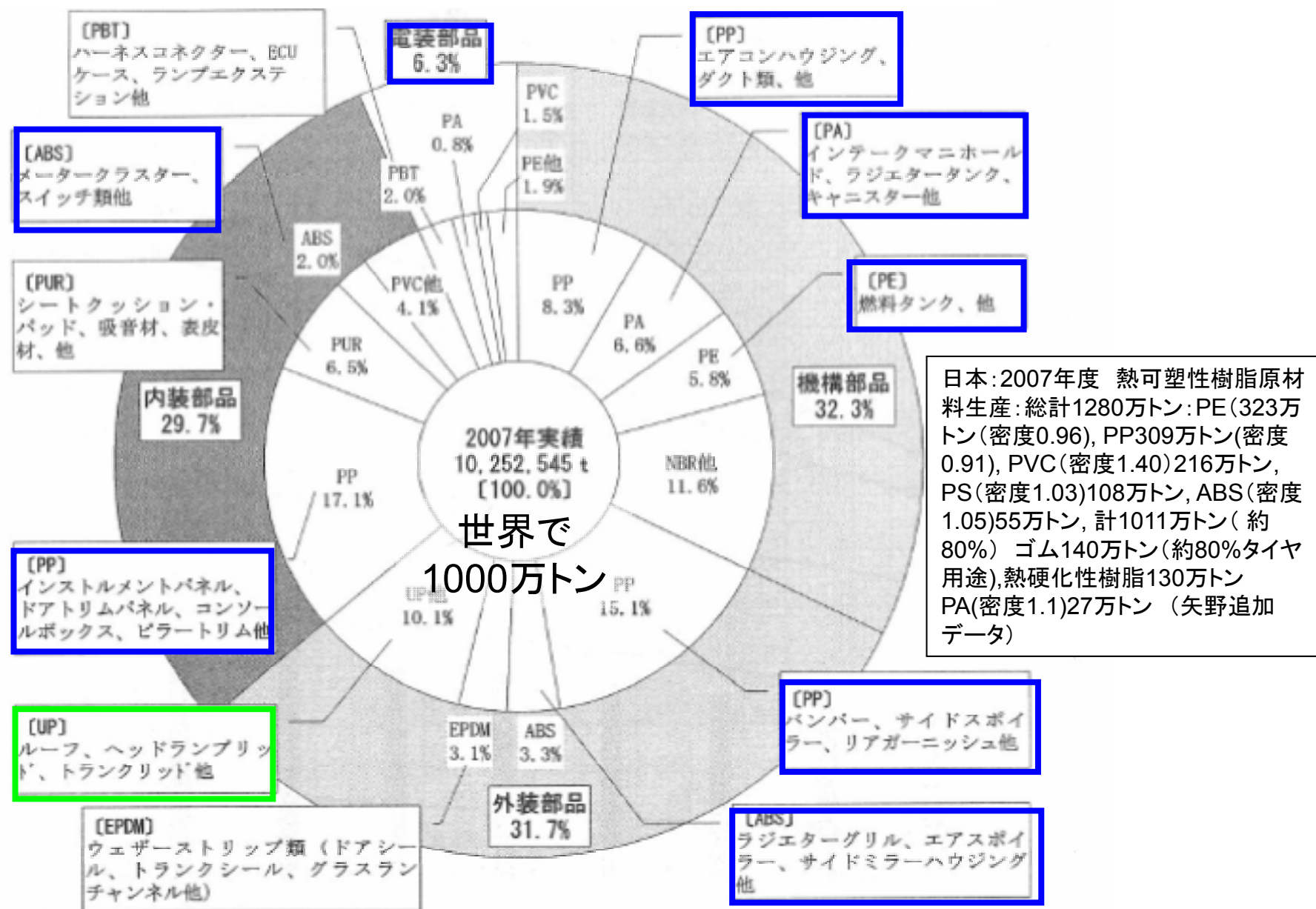
- PP率はさらに増加（構造が単純、安くて使い出がよい）。バリエーションも増える。
- PE：燃料タンク。分子量：低分子から超高分子量
- ABS：メッキしやすい。汎用性樹脂としてはポリカ相当をねらうが、配合の結果、ポリカ相当のコストになるのであれば、ポリカの方を使う。
- 塩ビ：ヨーロッパの規制。世界的には塩ビの生産量が増えている。硬質から軟質まで。日本は逆。バイオ塩ビの市場投入も計画されている。
- 樹脂の種類は減っていても、コンパウンドの種類は増える。添加剤のバリエーション。



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

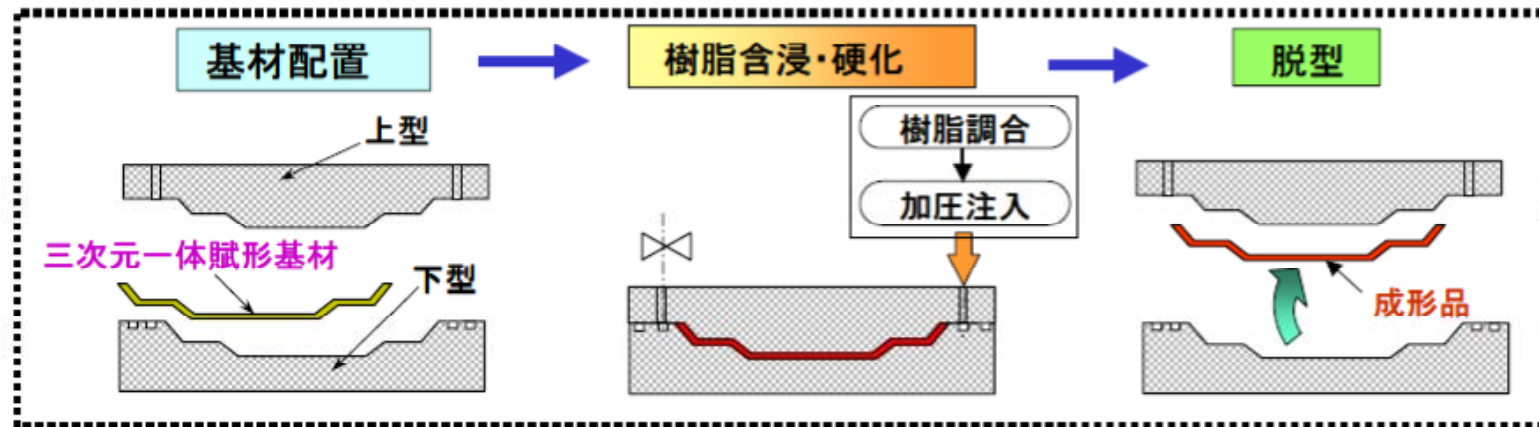
CFRP材の成形時間(NEDO開発技術)

目標 成形サイクル10分以下

<成形サイクル比較>



<超ハイスサイクル一体成形プロセスイメージ>



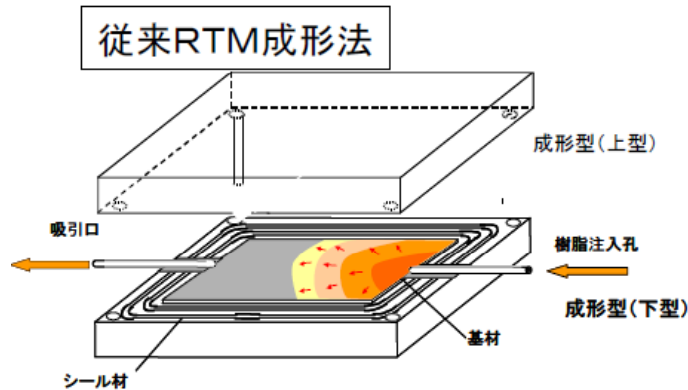
➡ ラインタクトタイムは1分/台, 10分ではまだ不十分

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

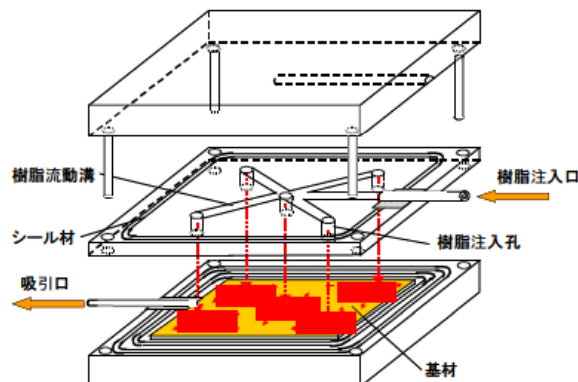


◆ 基材の**面方向**に樹脂を含浸させる

- ・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しやすい

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

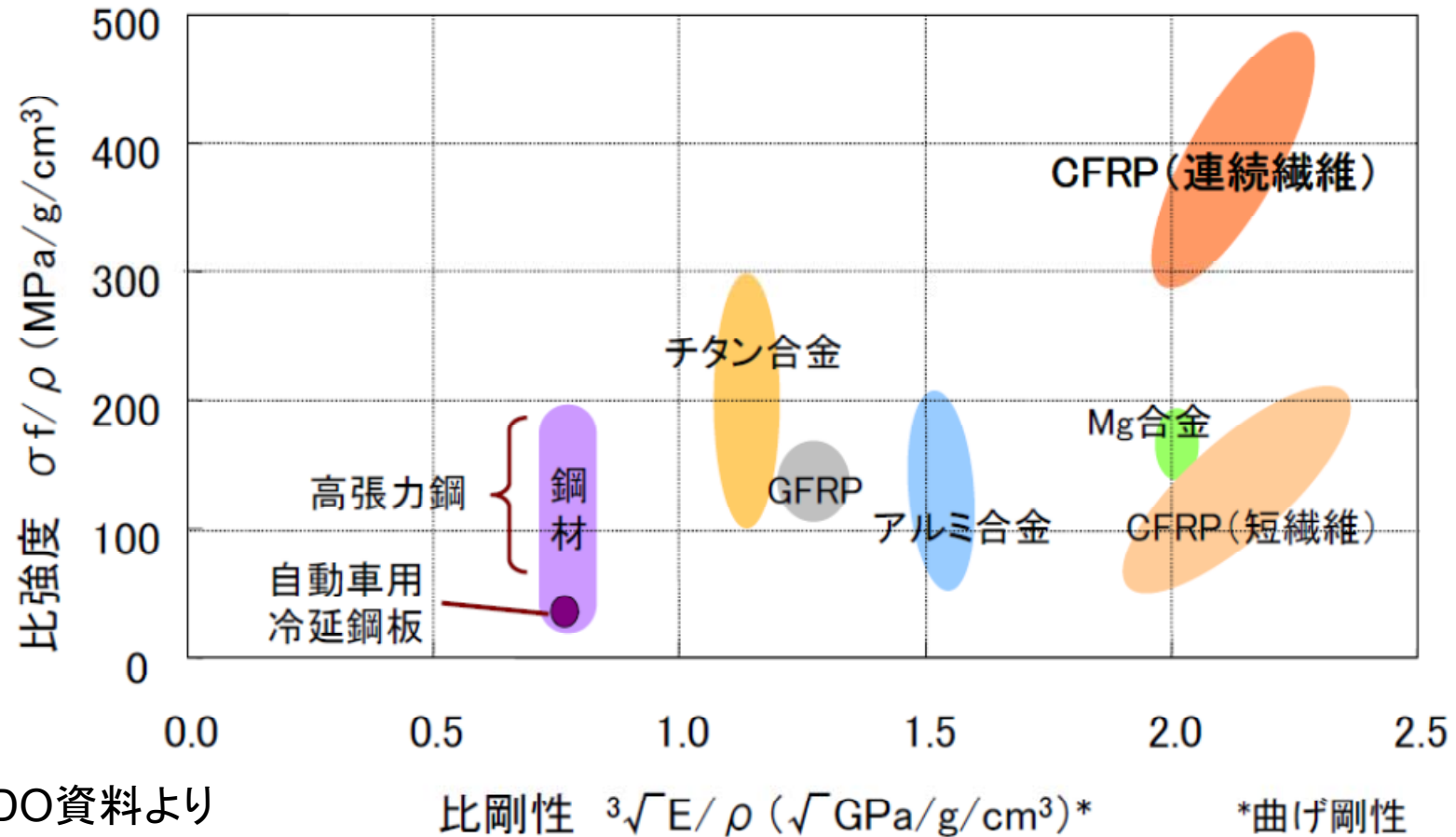
目標樹脂含浸時間: 2.5分

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



NEDO資料より



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)

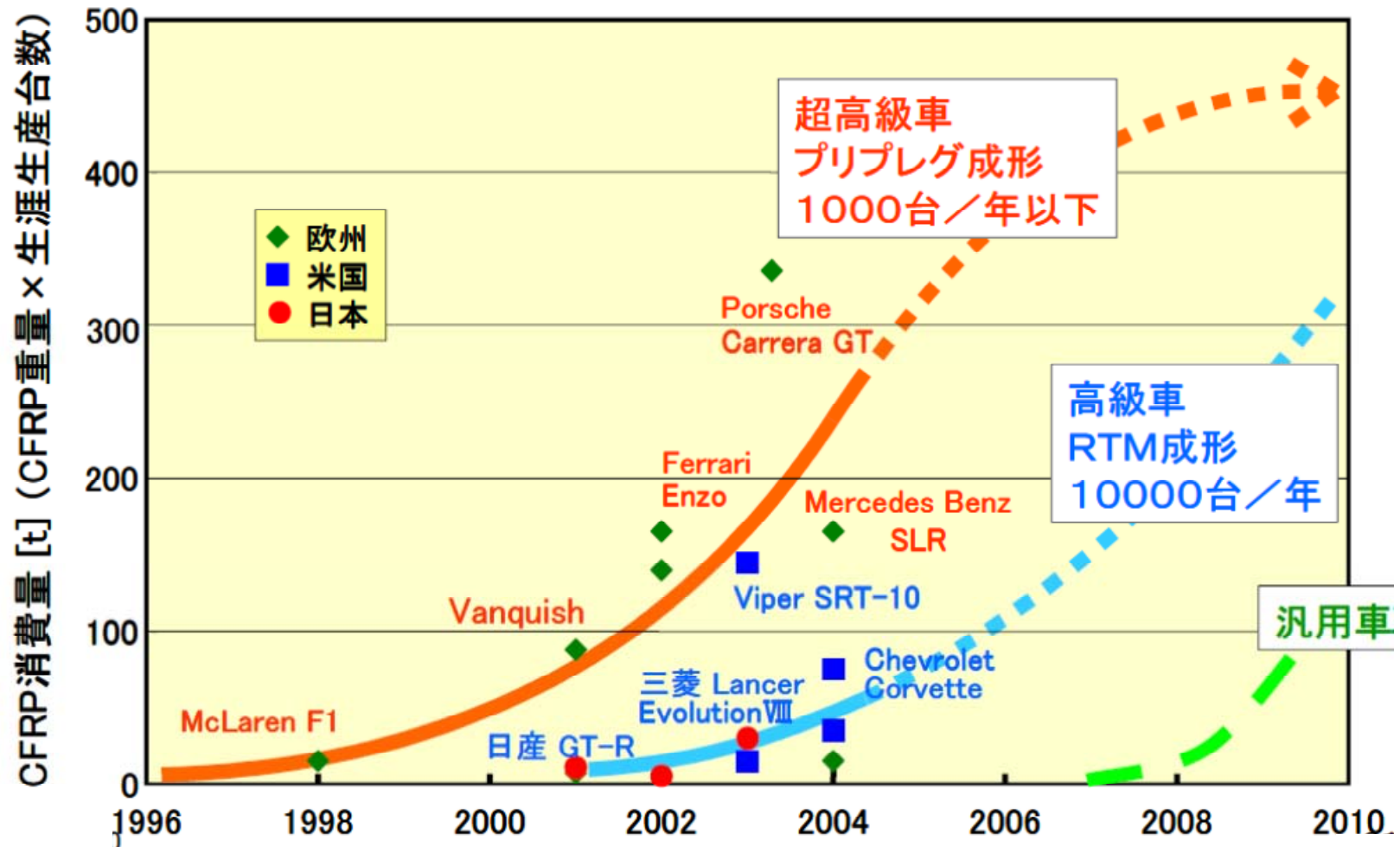


日産フェアレディZ全車標準
(2002年8月上市)



マツダRX-8MT車標準(2003年)

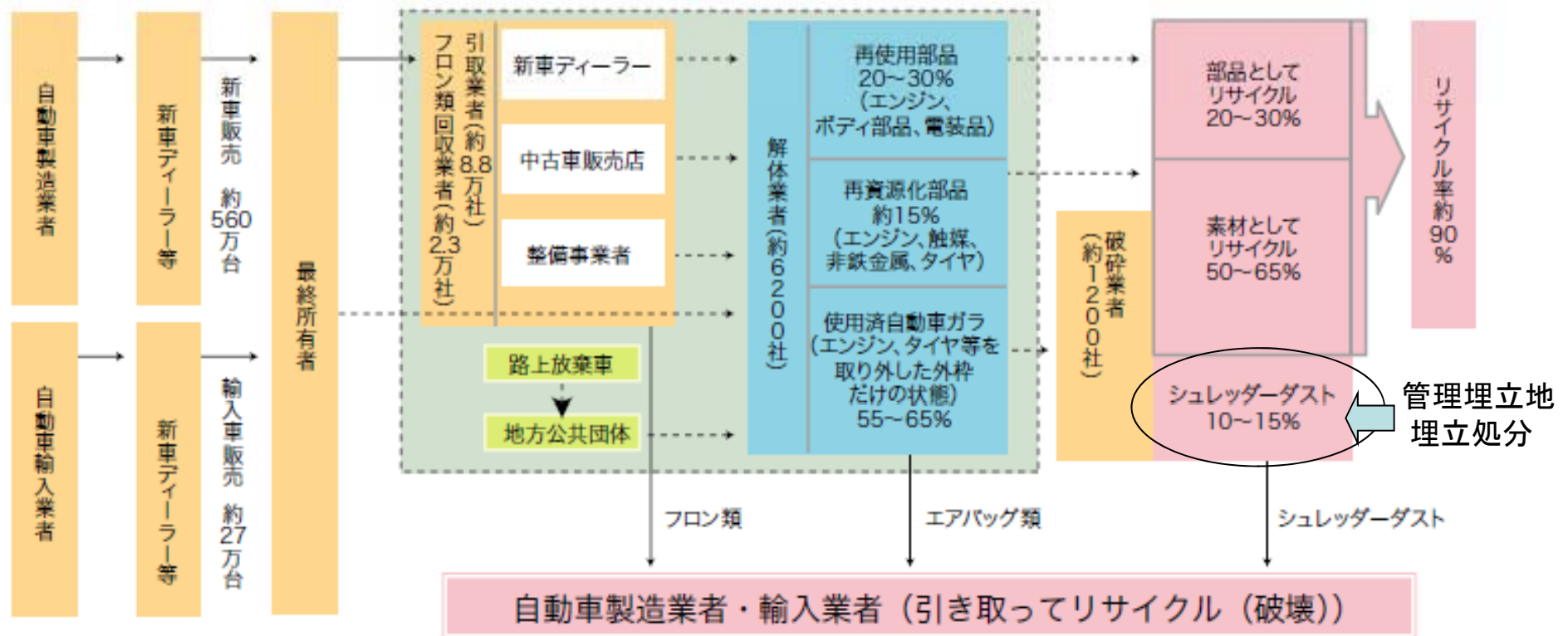
CFRP自動車部材の開発状況



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。

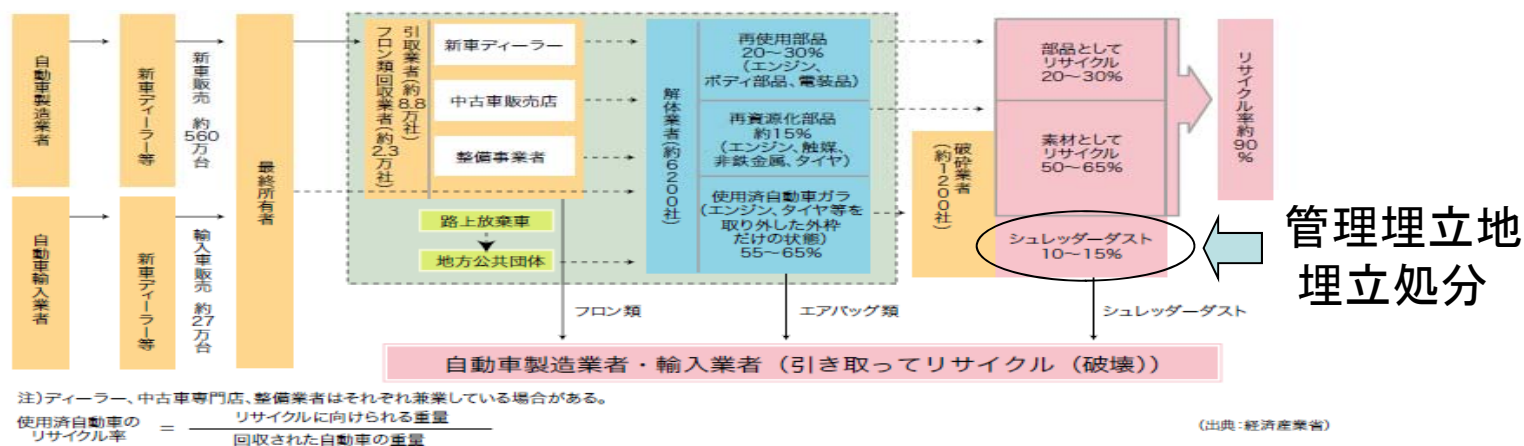
$$\text{使用済自動車のリサイクル率} = \frac{\text{リサイクルに向けられる重量}}{\text{回収された自動車の重量}}$$

(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。

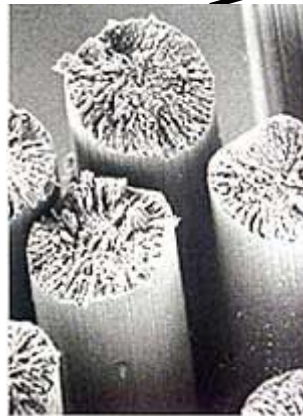
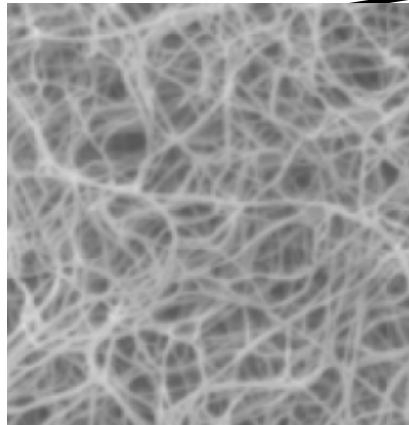
自燃性はなく, 400℃以上ならば, 燃料とともに徐々に燃えるが火源を除去すると消える。

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・低熱膨張バイオフィラーに期待

2. CFRPの利用: プロペラシャフトへの利用に実績。

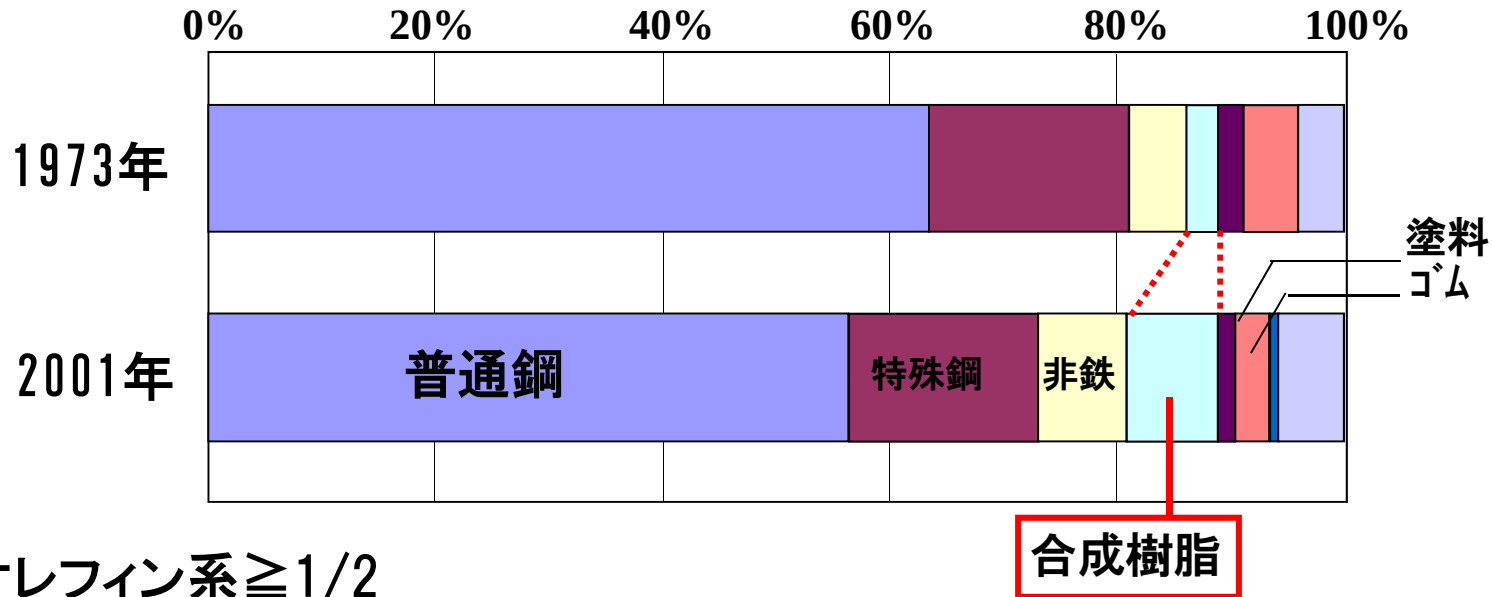
CFRP(エポキシ樹脂)の材料コスト: 5000円/kg。原材料費の更なる低コスト化は難しい。コストを下げるにはプロセス開発が不可欠。→ 成型時間の短縮。

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

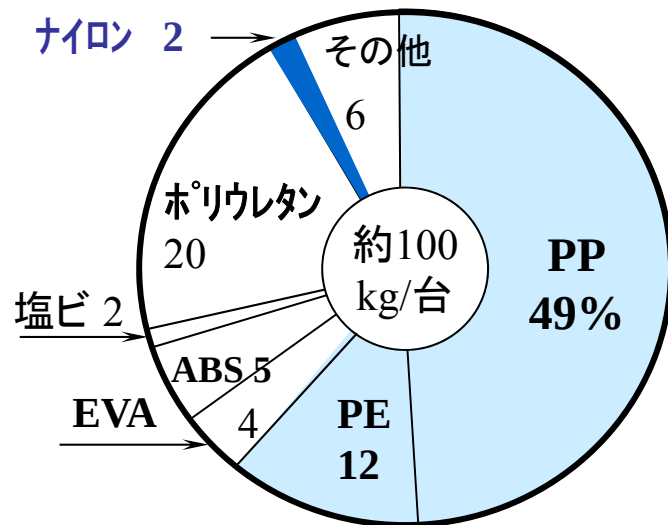
石油ベース樹脂からバイオプラスチックへ

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. 1 8	8. 3	7, 0 0 0
トウモロコシ	0. 3 6	1. 5	4, 0 0 0
小麦	0. 5 0	1. 2	1, 1 5 0
テンサイ	0. 6 0	1. 9	4, 2 0 0

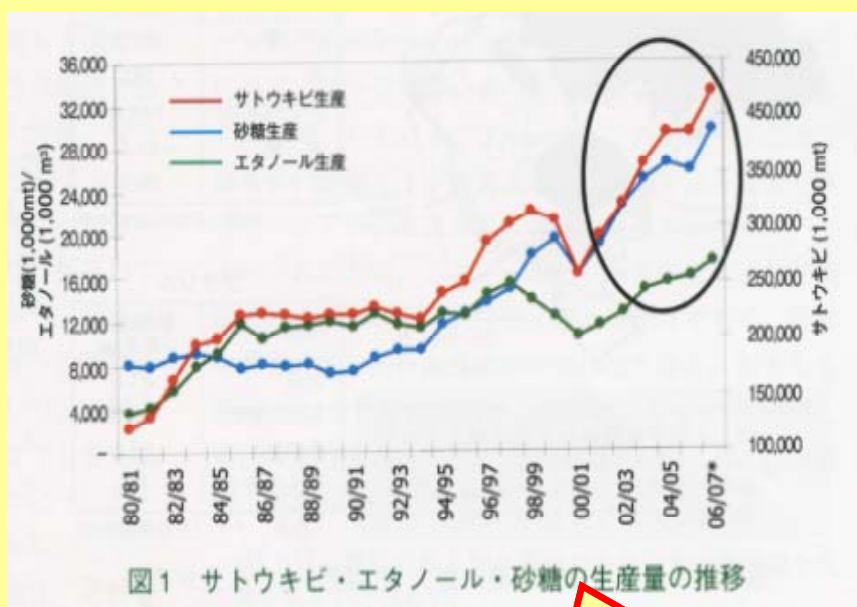
(出典：ペトロブラス資料)

⇒ 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



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

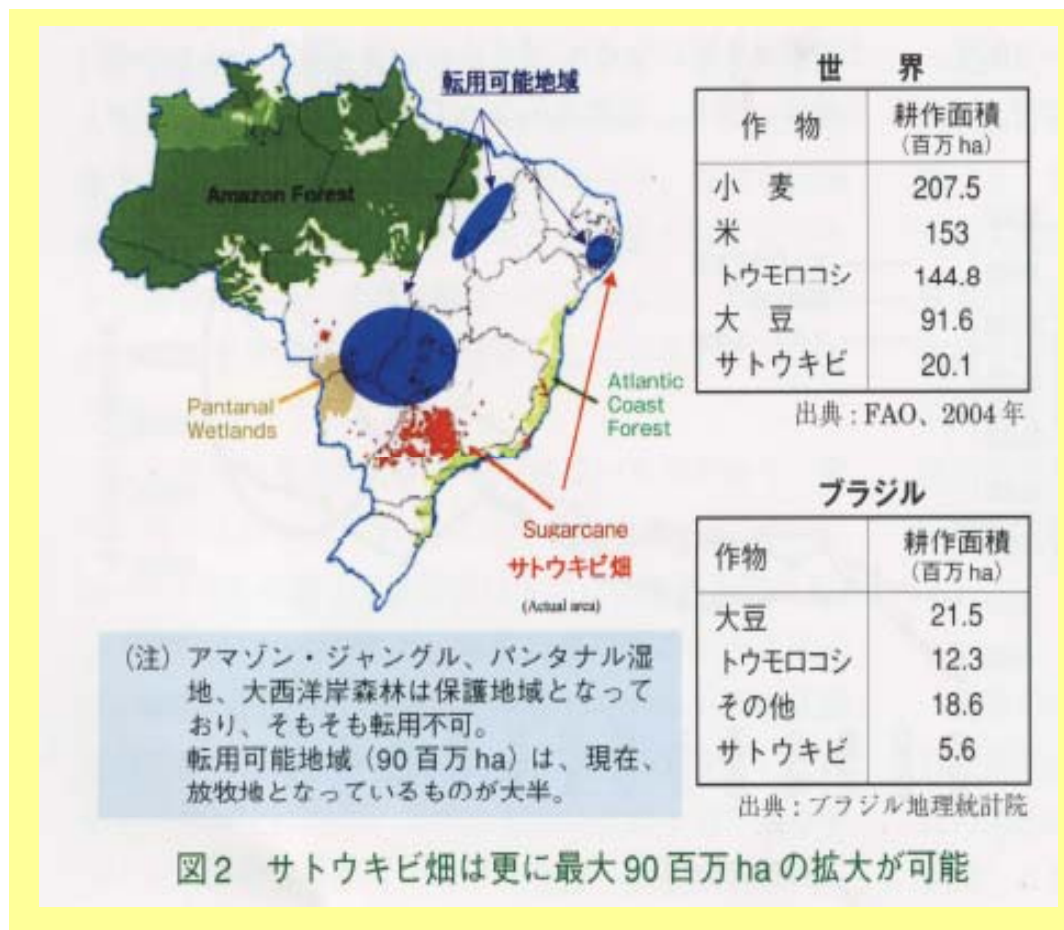
内、輸出分: 3.5 百万KL

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%)

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

JBA 大島氏提供資料

事例データー 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, ソルバー(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。

2007年

PLA:
0.75万トン

BM系コンパウンド:
1.1万トン

CA: 11万トン

13.0 万トン

－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)

2010～2011年

BioPE:
5.0万トン

CA: 15.2万トン

PLA:
1.50万トン

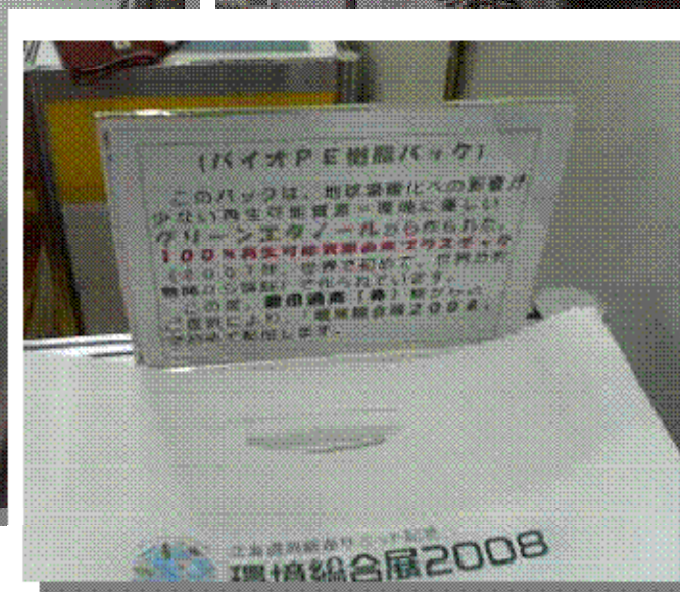
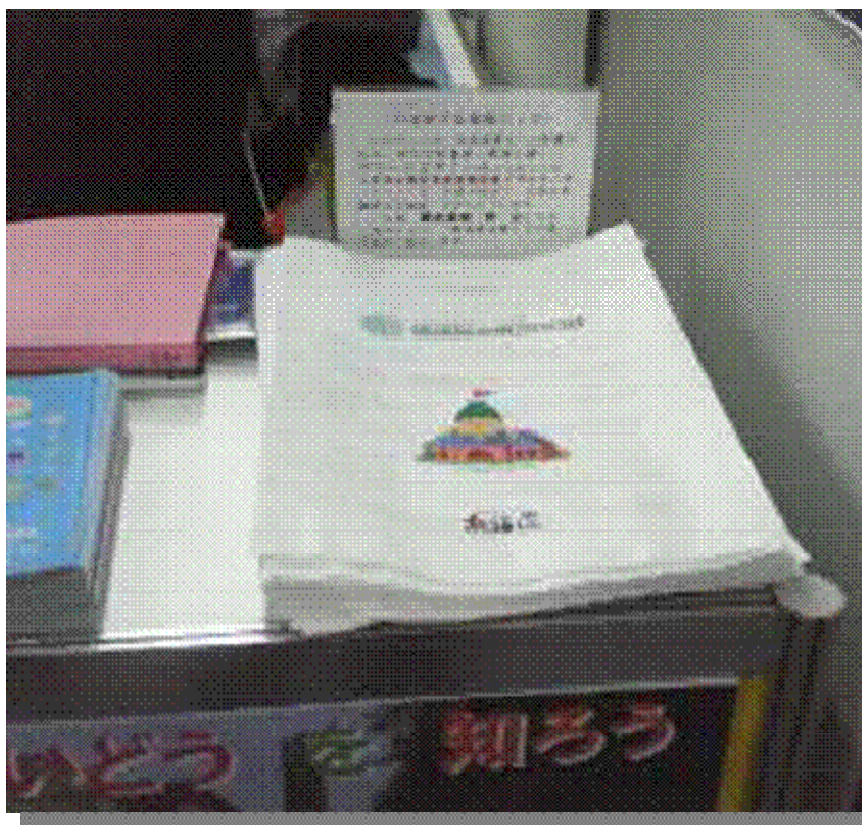
BM系コンパウンド:
1.75万トン

24.5 万トン

BM系資材の市場(予測)

JBA 大島氏提供資料

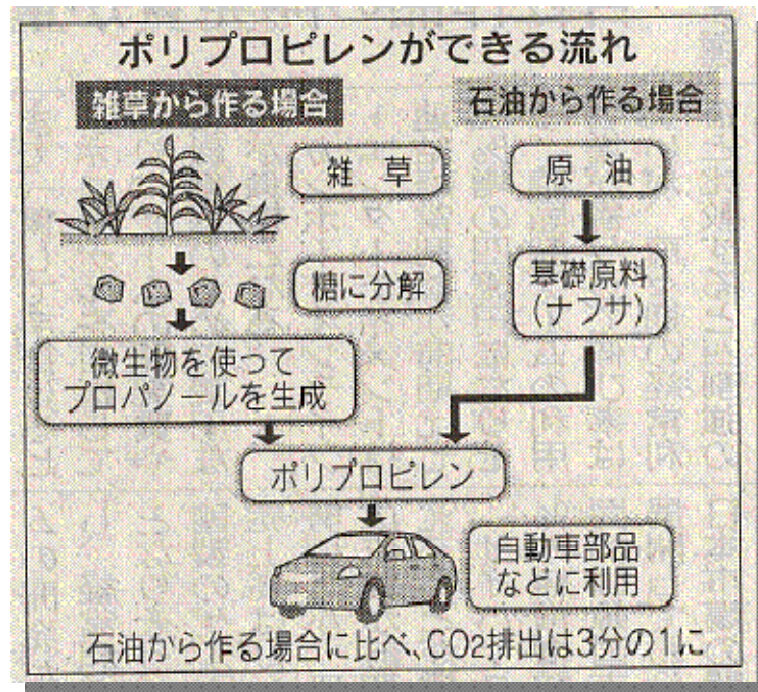
- as of May 14th 2008 by K.O



“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

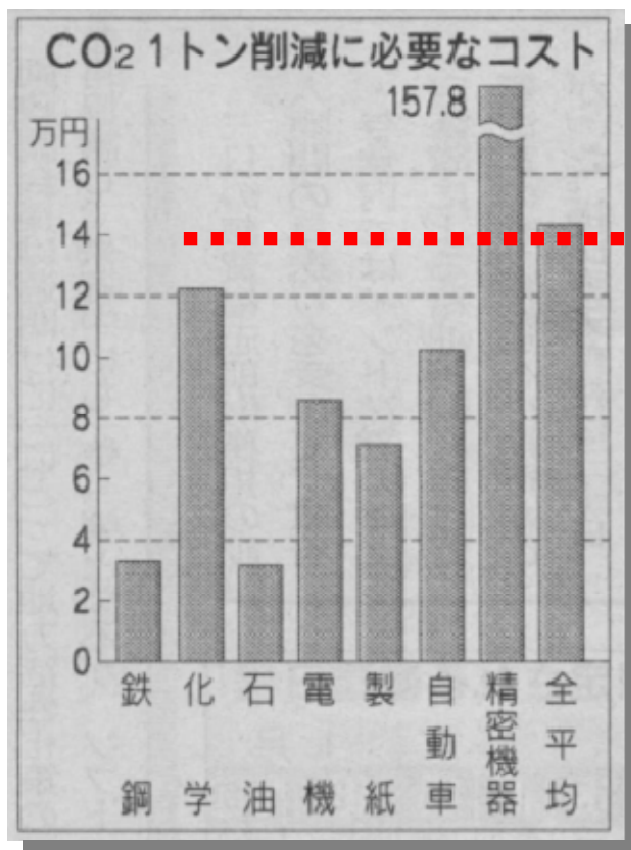


1. ソフトバイオマスから：
—RITE／Hondaプロセス
2. 要素技術：
バイオプロパノール
⇒(脱水)⇒ プロピレン
⇒(重合)⇒ ポリプロピレン
3. CO₂排出：石油由来の30%
4. 3－4年後の実用化を目指す。

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:

$$\begin{aligned} &\div 14 \text{万円} / \text{t} - \blacktriangle \text{CO}_2 \\ &= 140 \text{円} / \text{kg} - \blacktriangle \text{CO}_2 \end{aligned}$$

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

(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。

事例:
鶏卵パック、
トマトパック

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・ミクロ・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

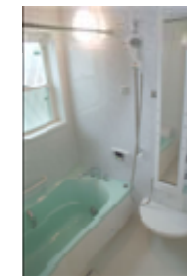
$$k_{\text{eff}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

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。

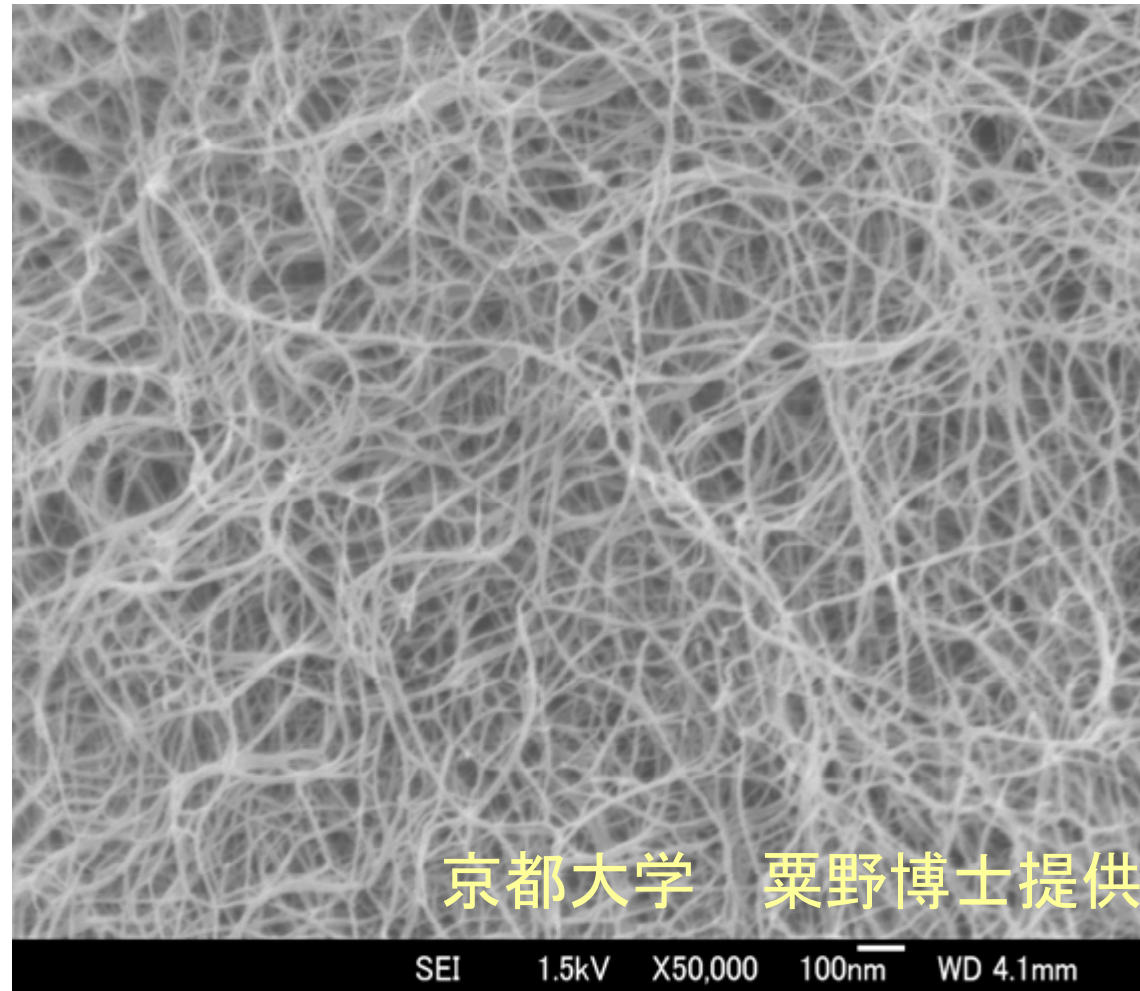


植物バイオマス：太陽の光によって、水と炭酸ガスから作り出される地球上最大の有機物質！



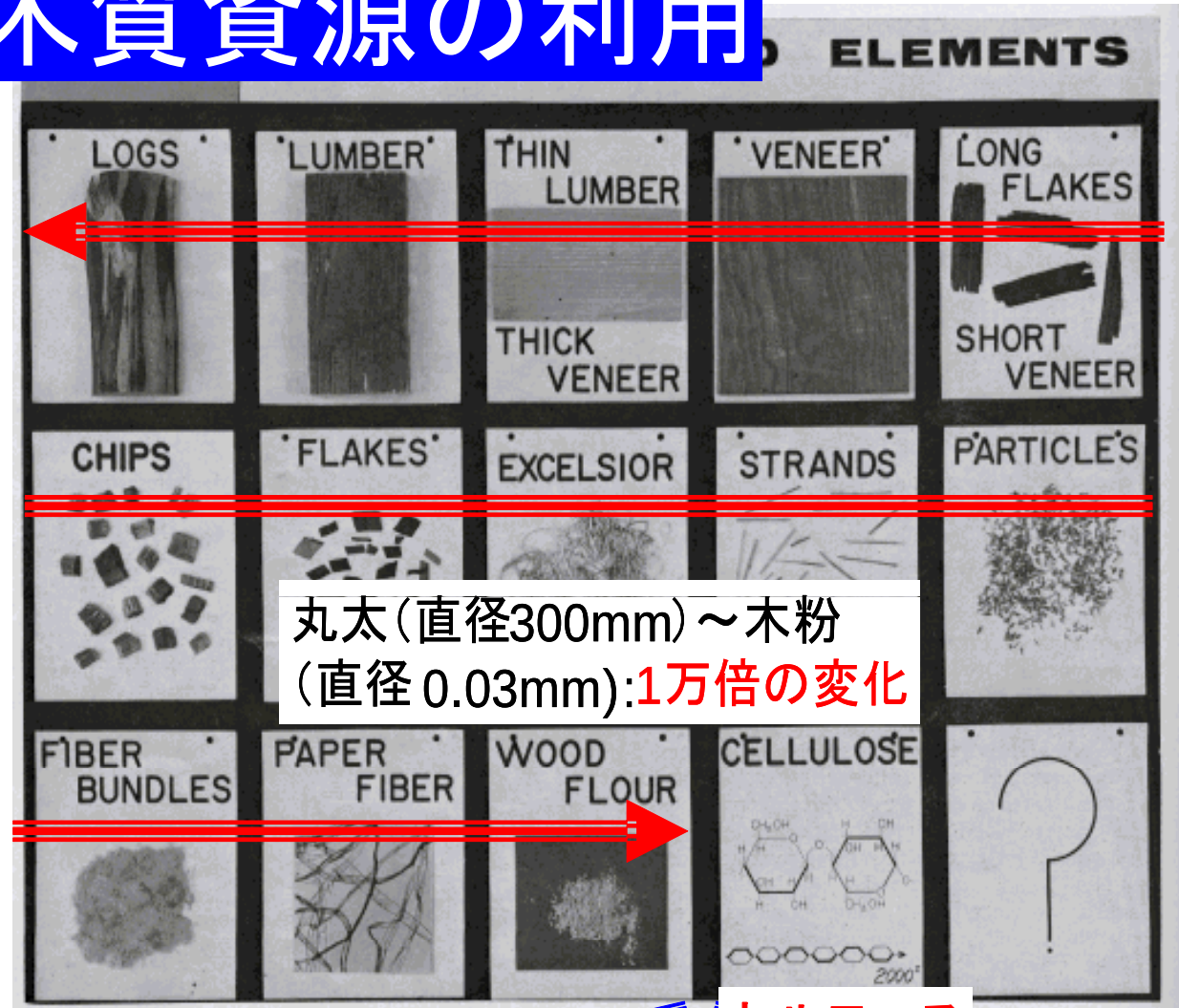
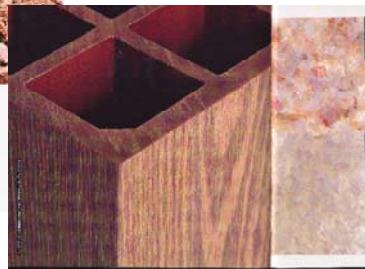
植物バイオマス：1兆8千億トン 石油：1千500億トン

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

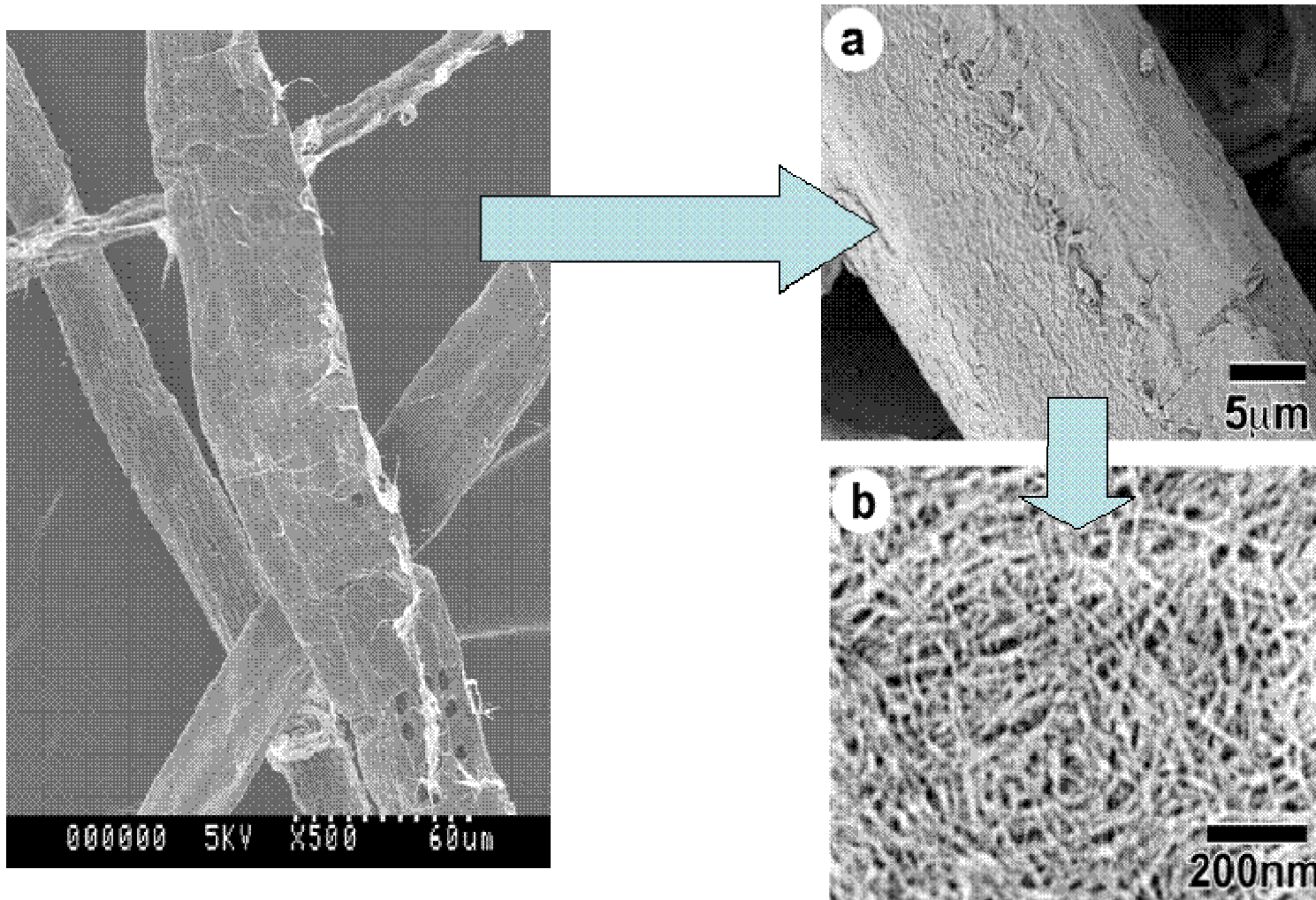


丸太(直径300mm)～木粉
(直径 0.03mm):1万倍の変化

セルロース

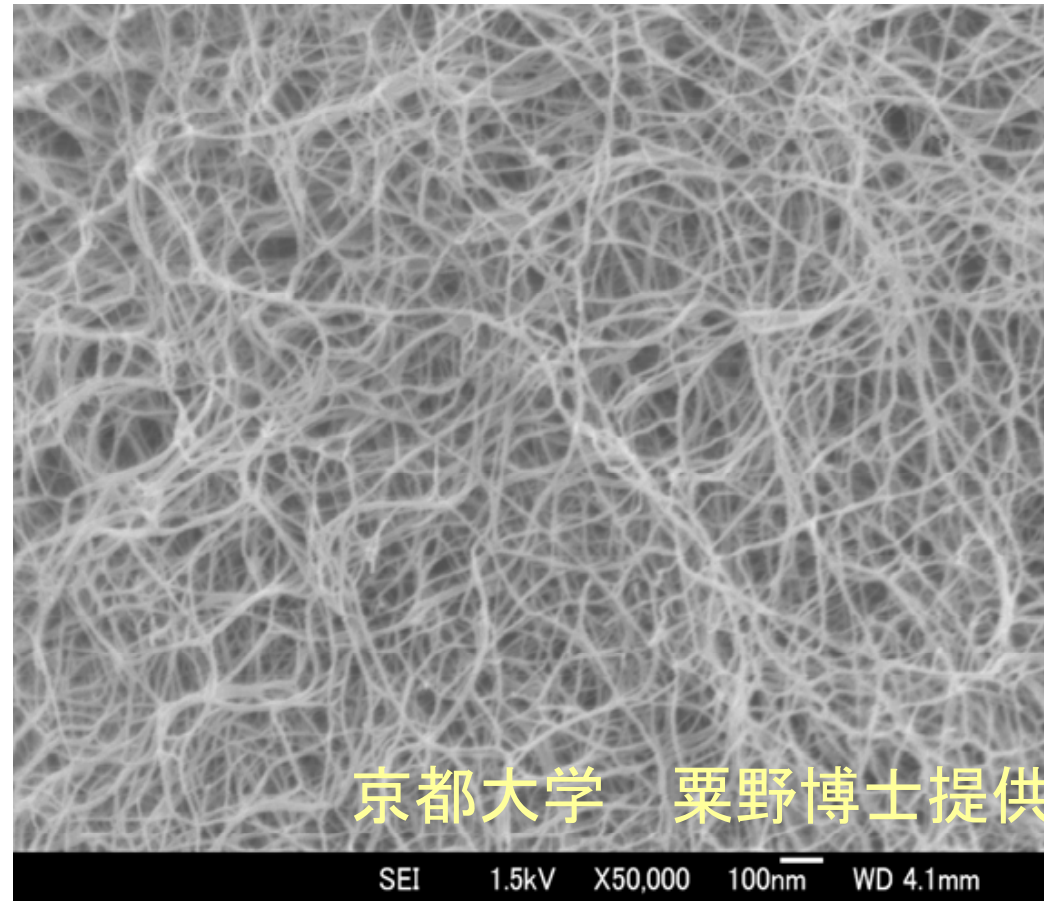
木粉(直径30,000nm)～マイクロフィブリル(4nm)

木材繊維（パルプ）の観察



巾15nmの均一ナノファイバー！

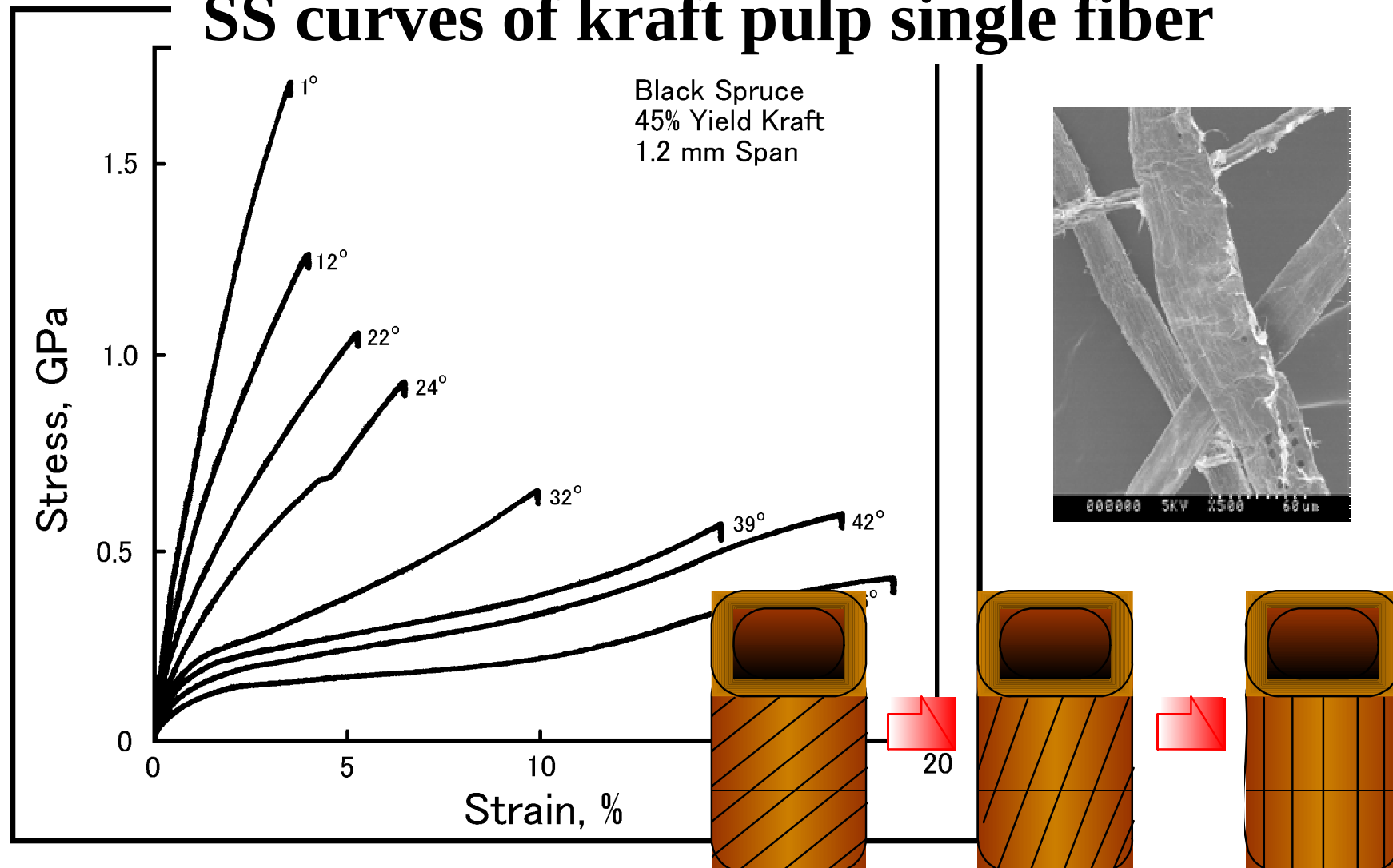
木材細胞壁中のセルロースナノファイバー



- ✓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

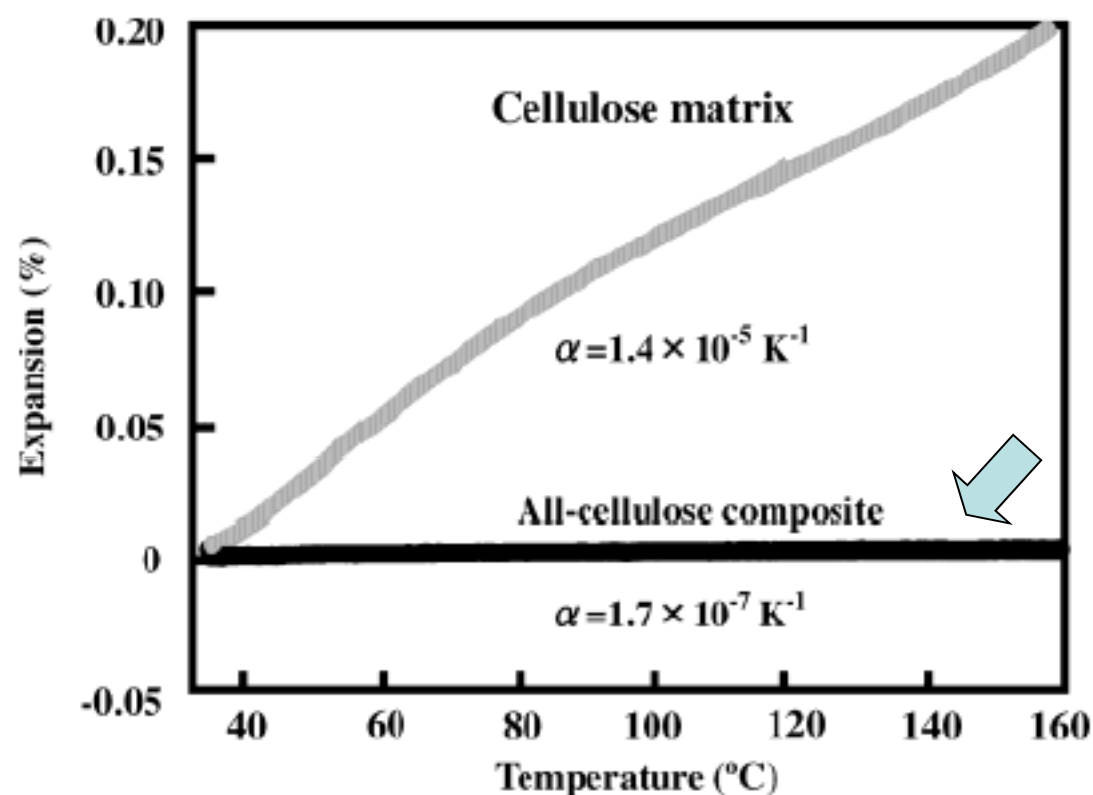
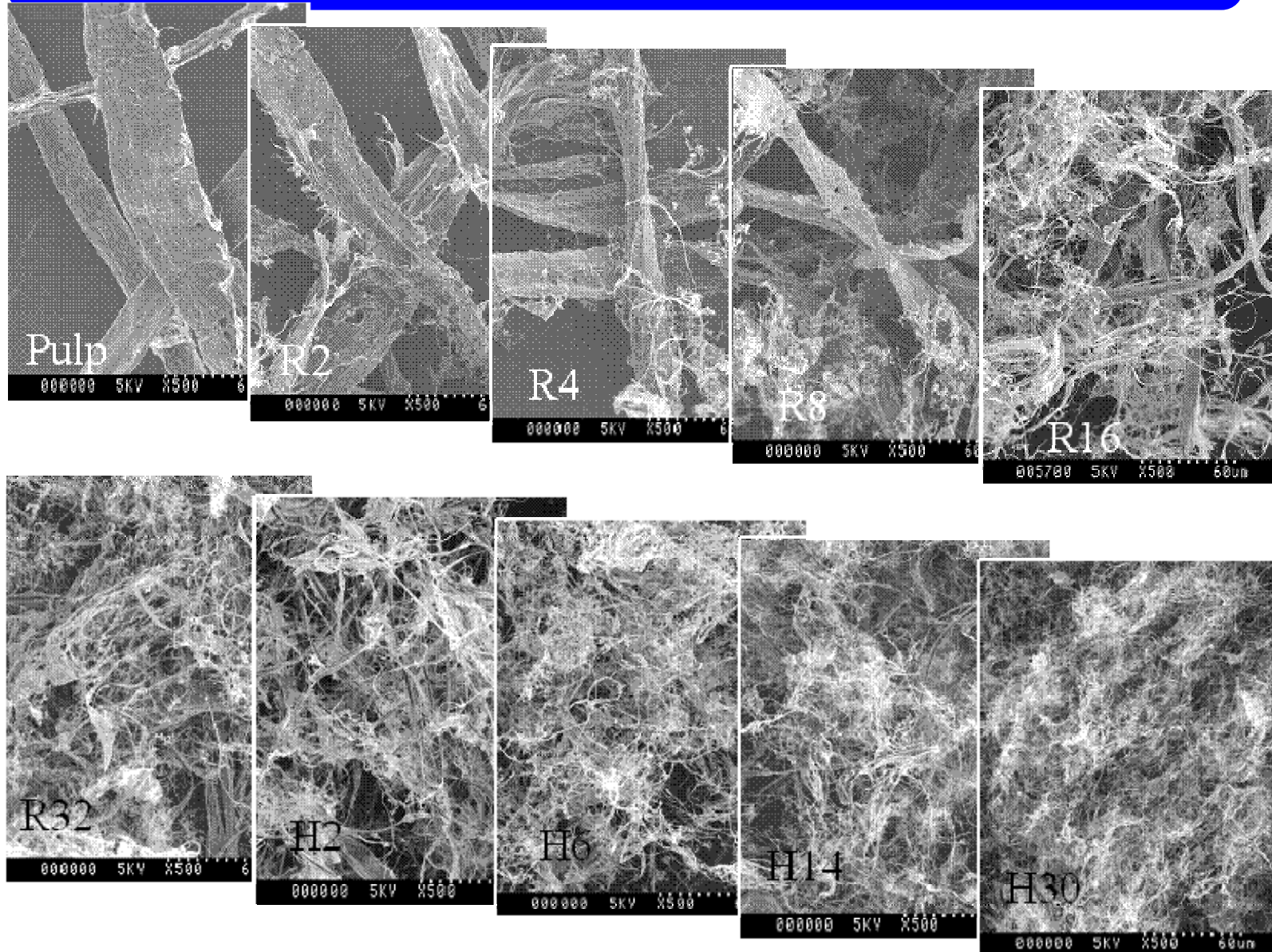
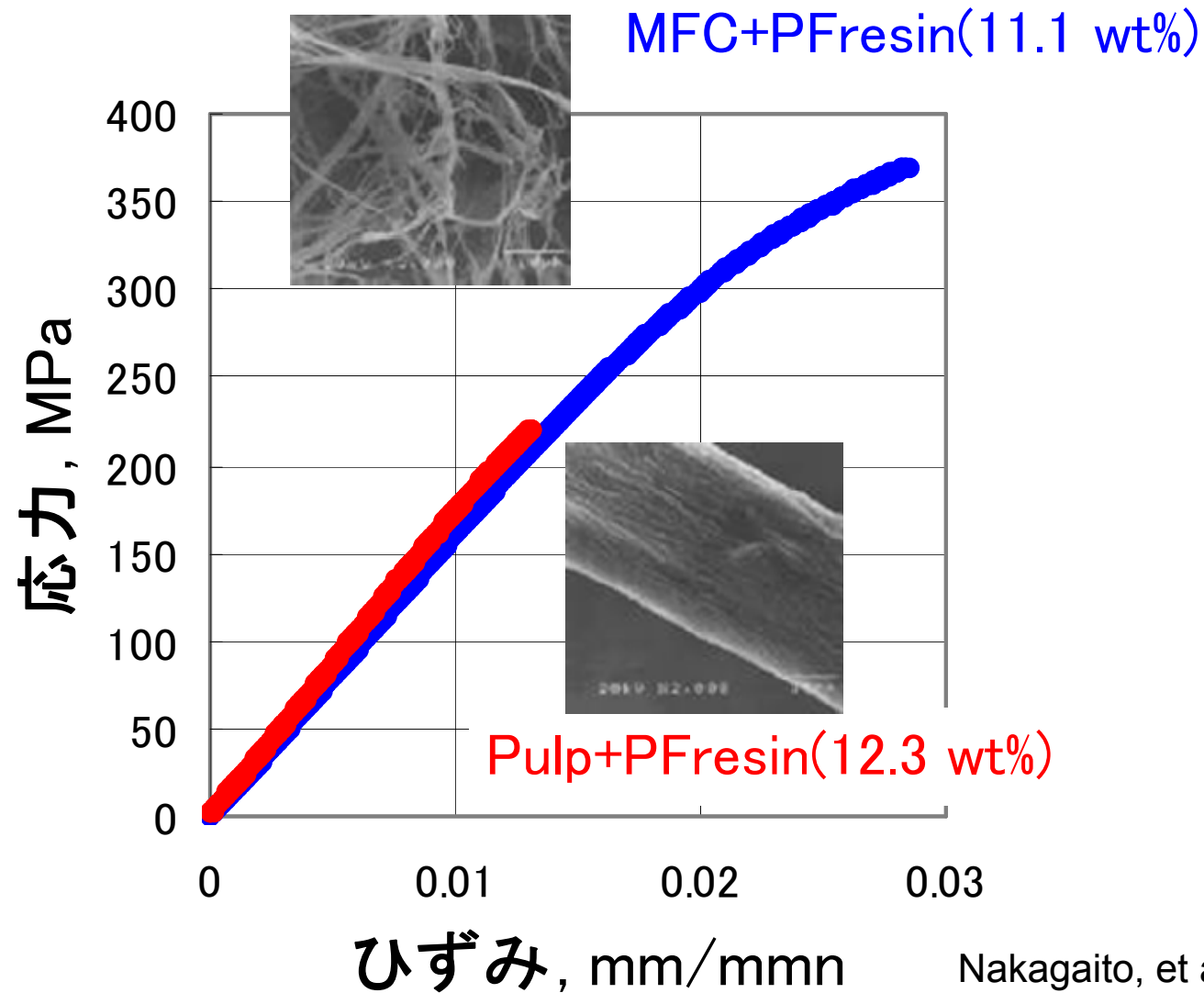
Macromolecules **2004**, *37*, 7683–7687**Takashi Nishino,* Ikuyo Matsuda, and Koichi Hirao***Department of Chemical Science and Engineering, Faculty of Engineering, Kobe University, Rokko, Nada, Kobe 657-8501, Japan*

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

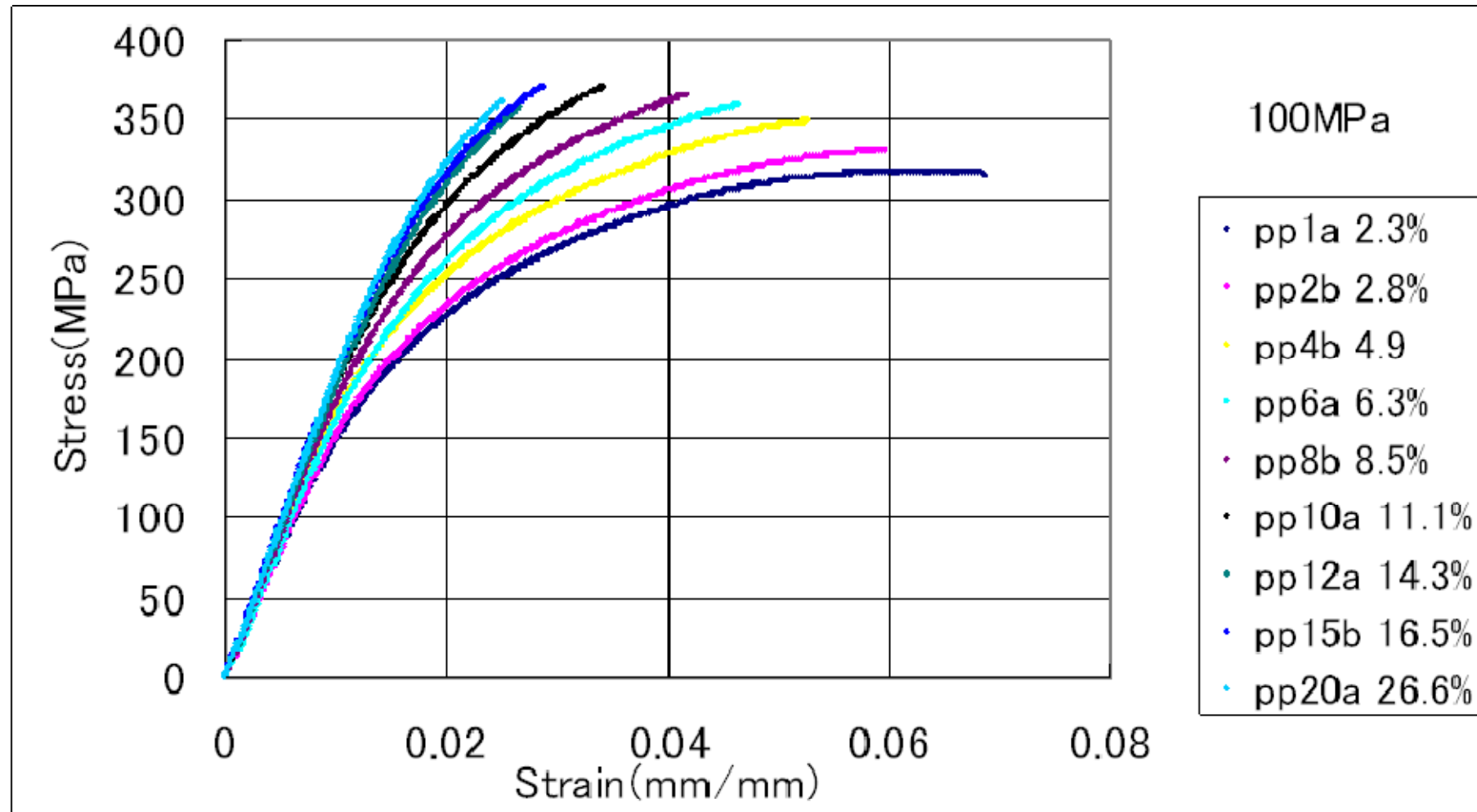
パルプ(紙)をさらにほぐすと……

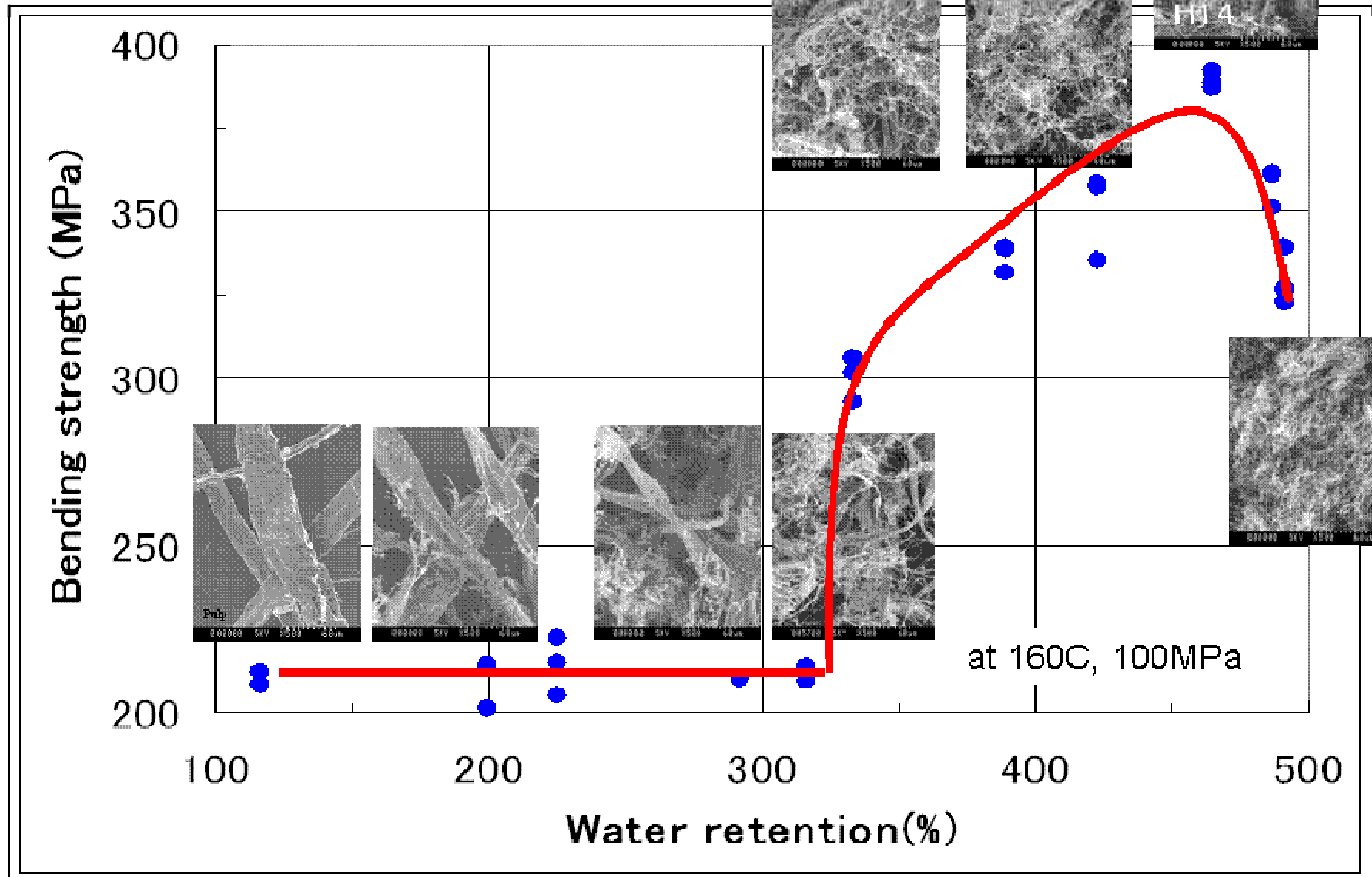


フェノール樹脂複合MFC材料

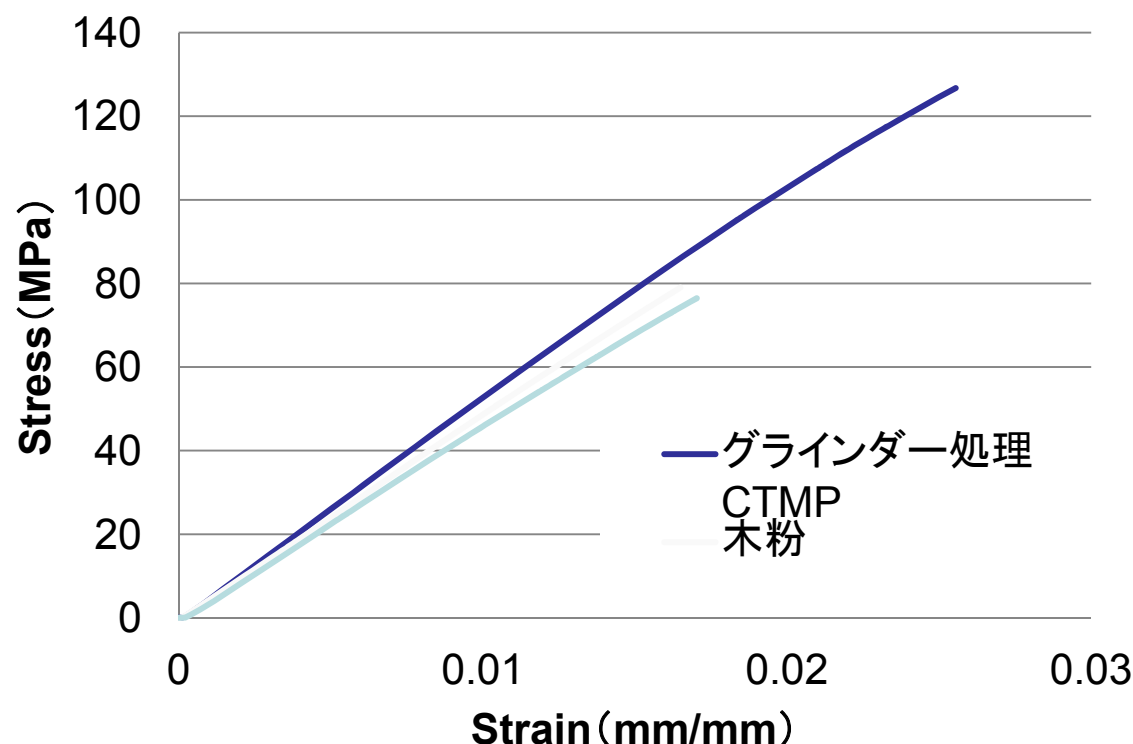


フェノール樹脂複合MFC材料





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	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

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成形し、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成形すれば、その曲げ強度は50~60MPa程度になると推察される。

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)

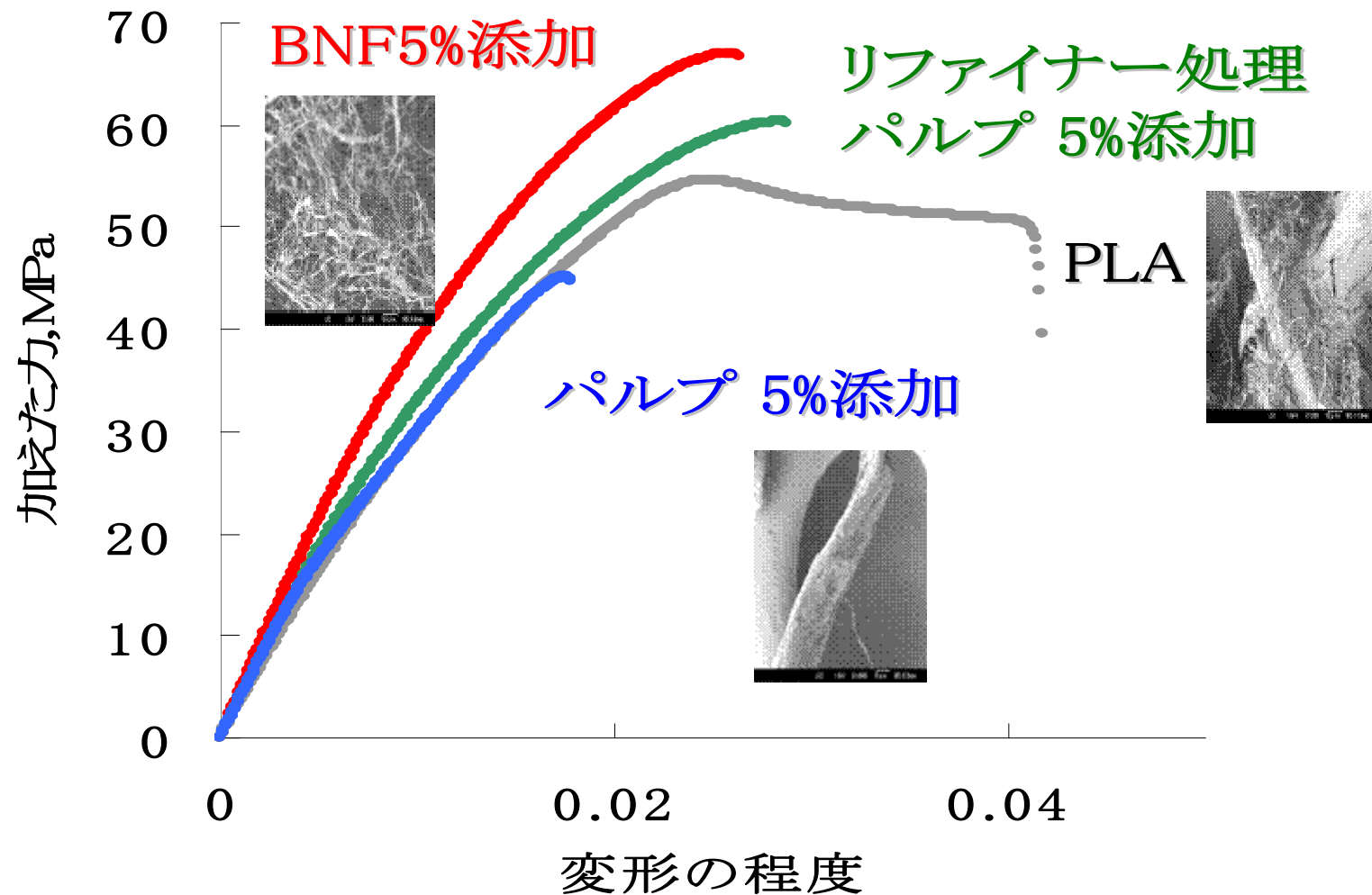
5%MFC添加で

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

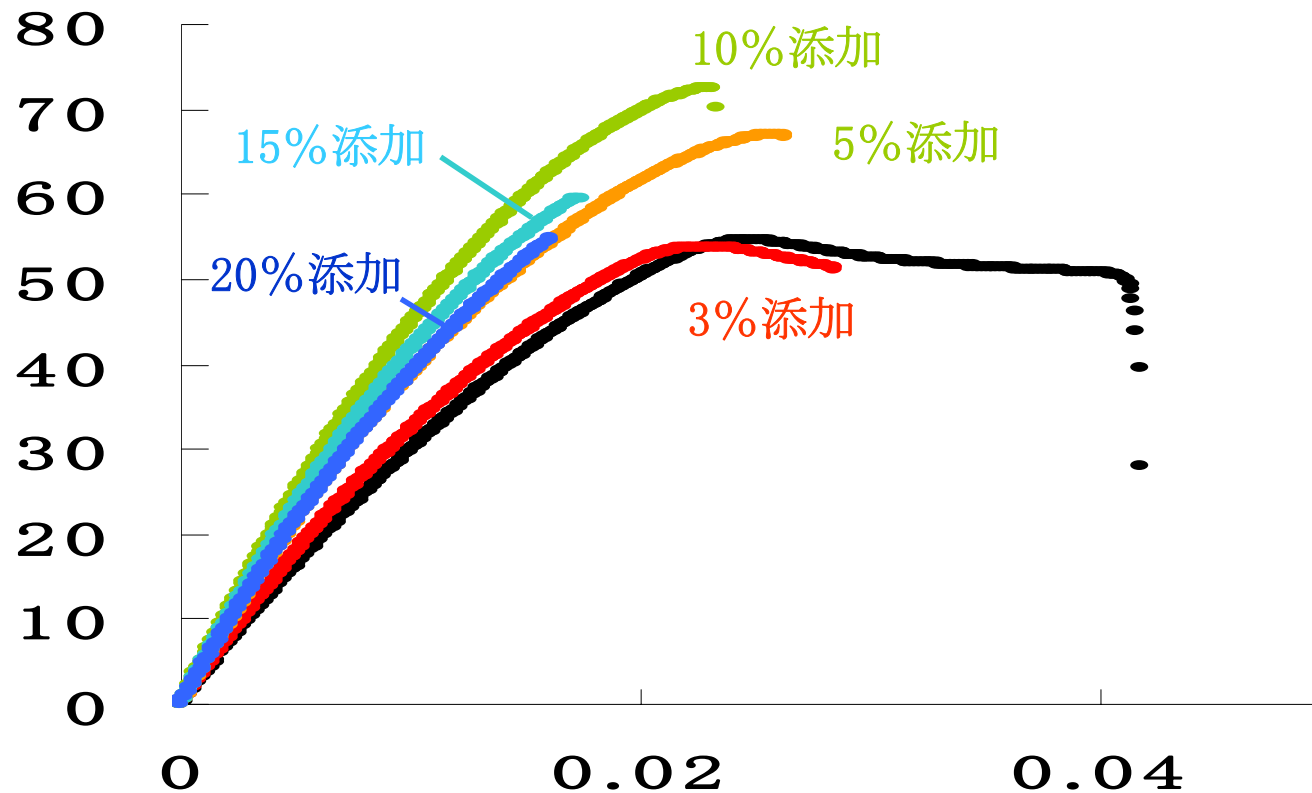


Fig. MFC添加量と機械特性

	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

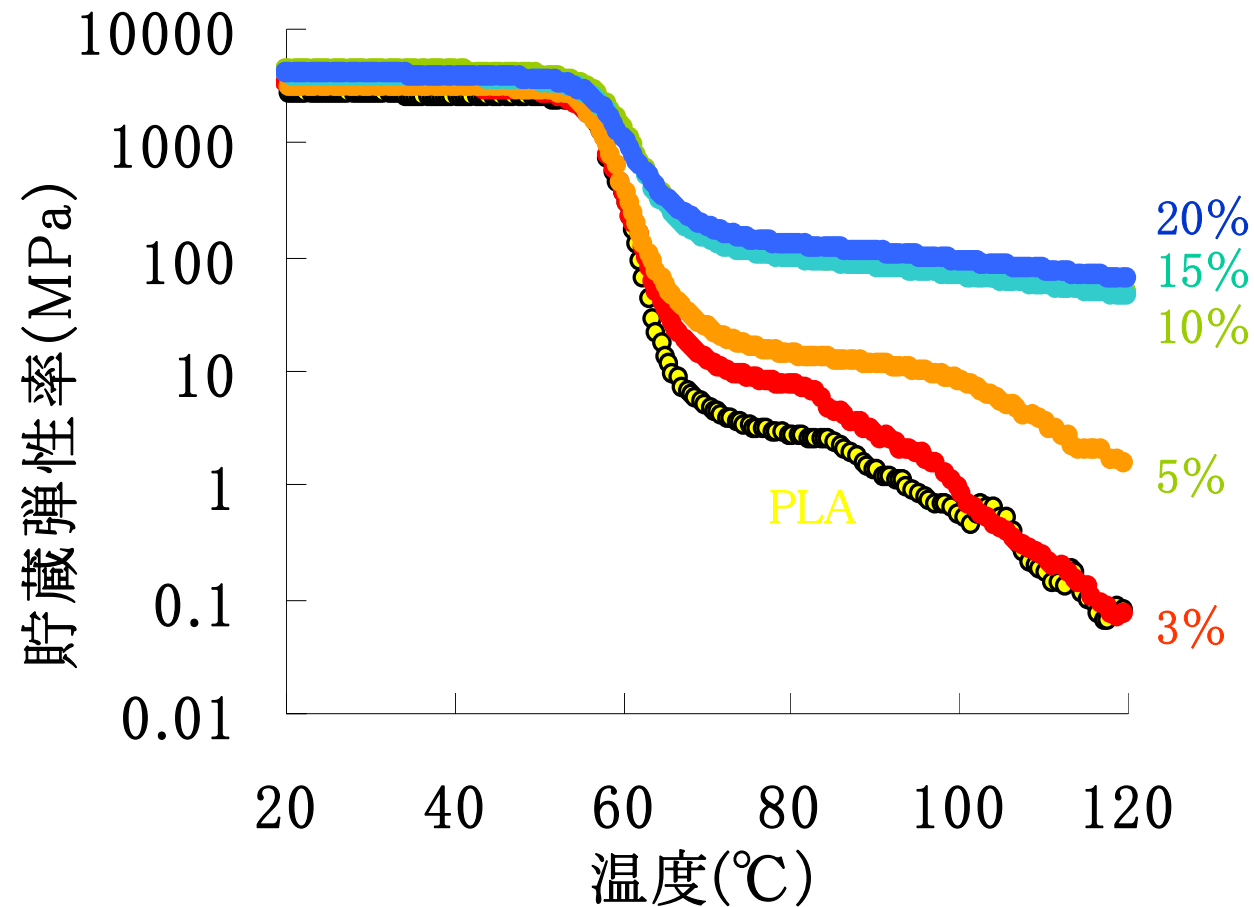


Fig. コンポジットの繊維量と貯蔵弾性率の温度依存性

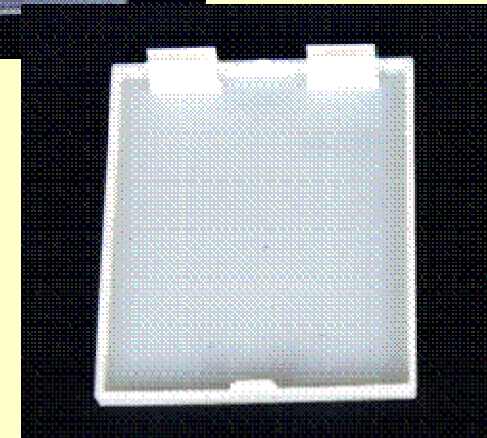
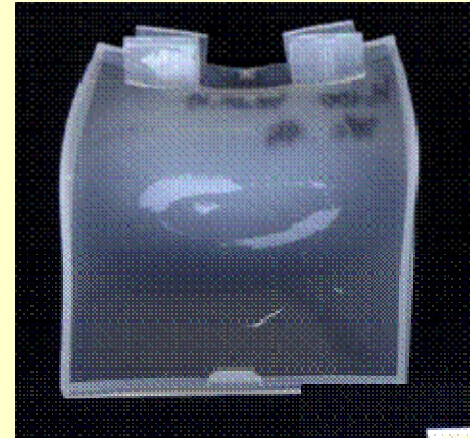
10%のMFC添加により高温域の弾性率がおおよそ2オーダー向上

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

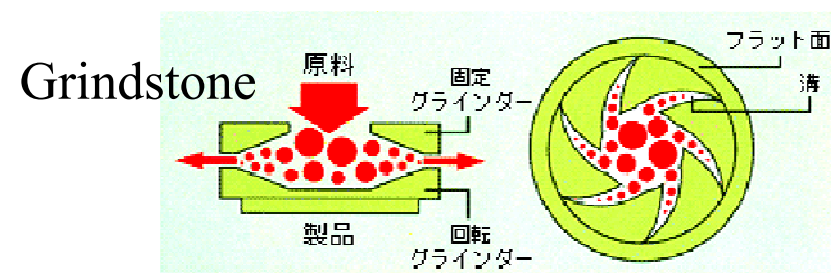


グラインダー



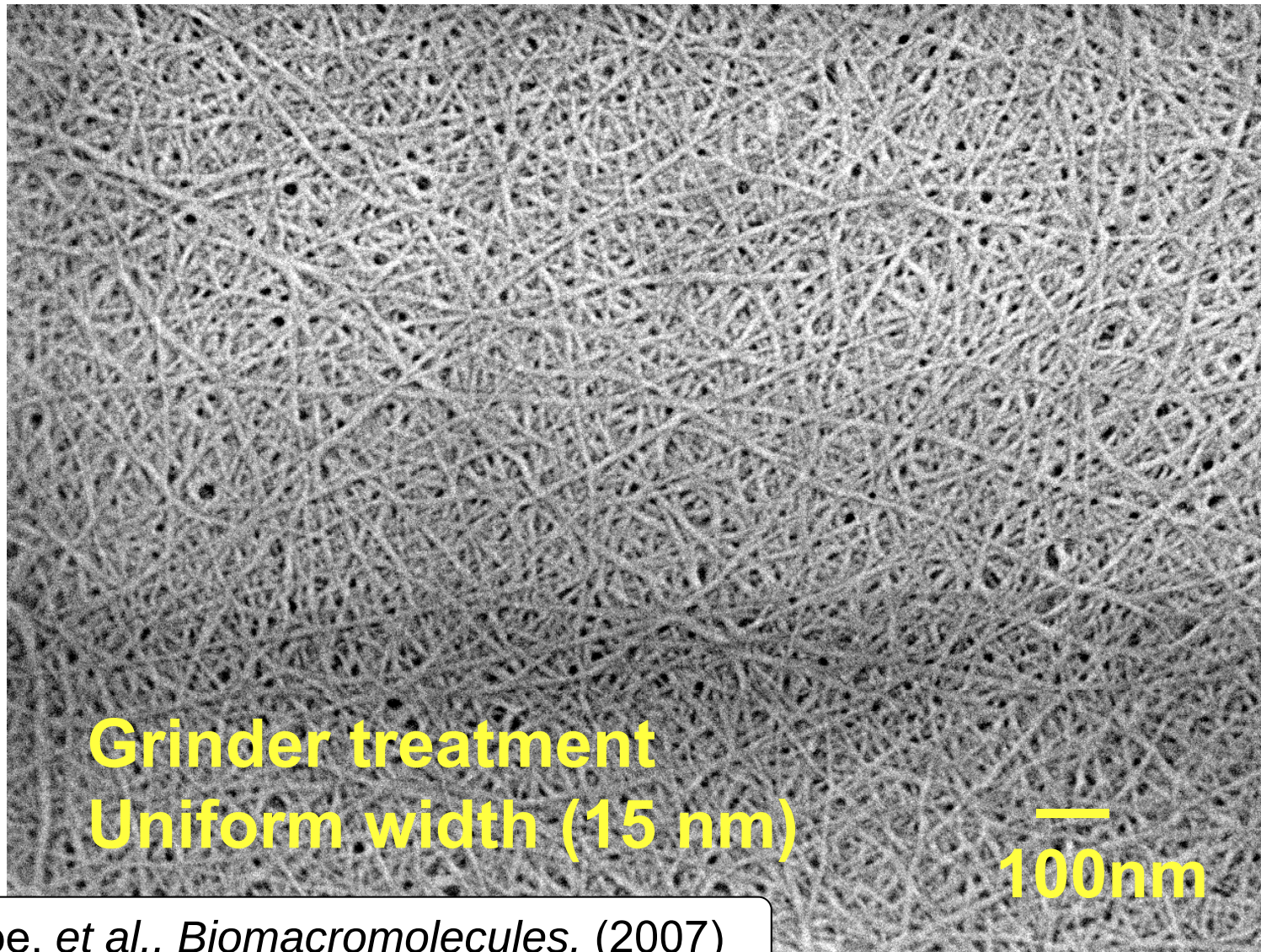
砥石

↓
2% Pulp Slurry

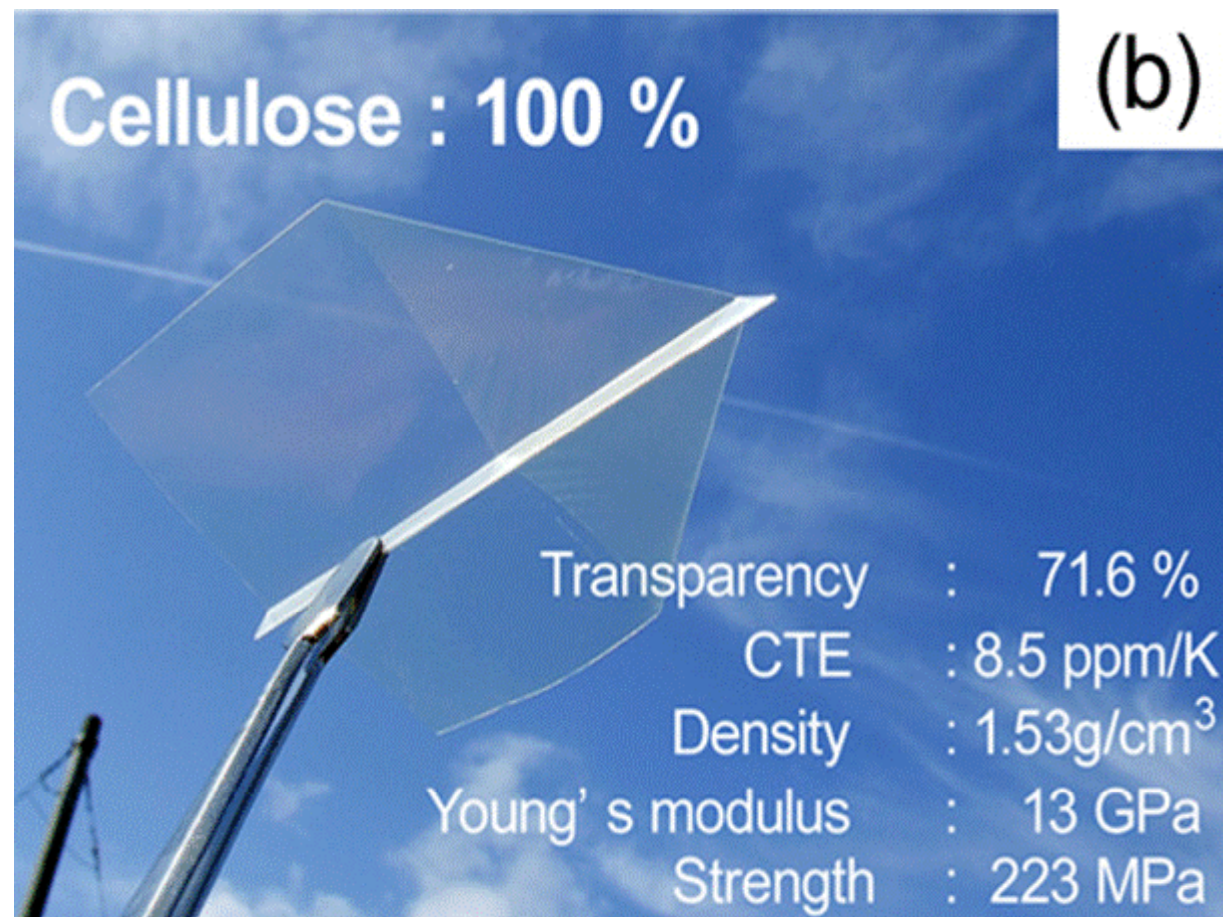


T.Taniguchi, K.Okamura, Polymer Int., **47**(3), 291(**1998**).

Nanofibers extracted from wood cell wall

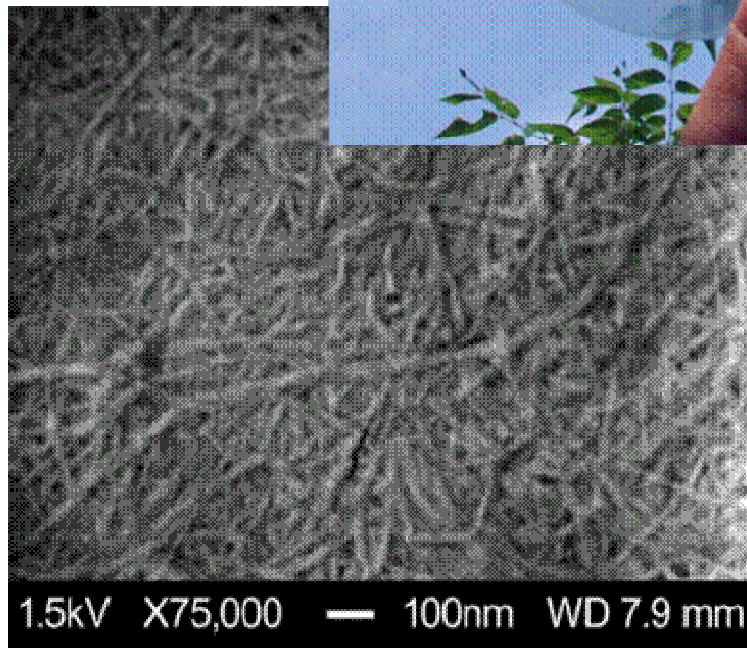
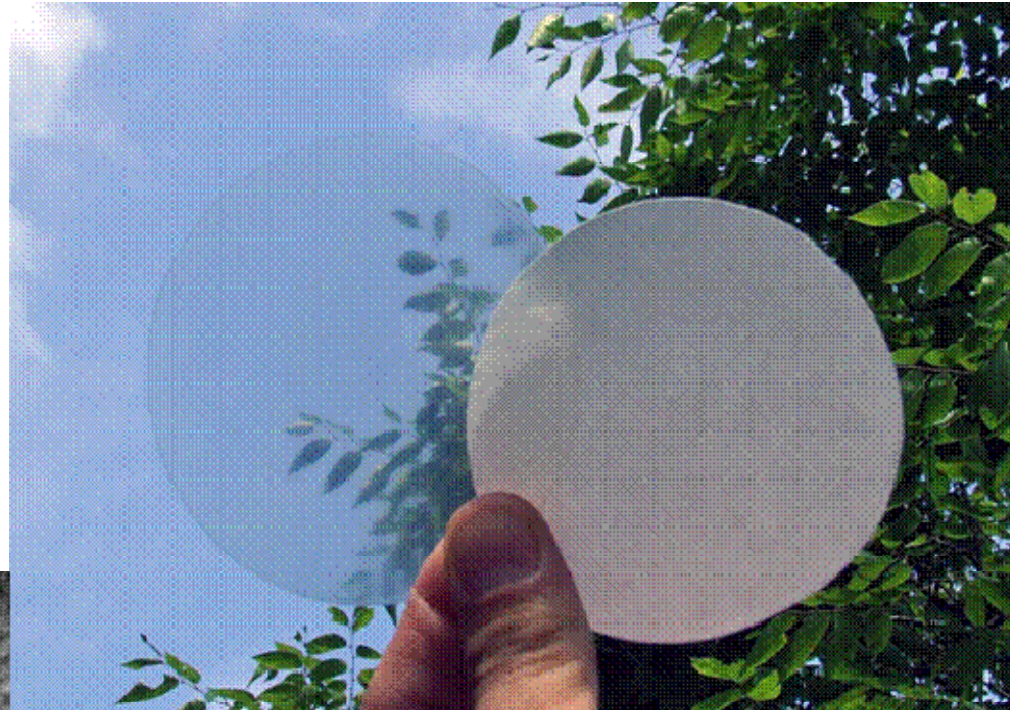


折り畳める低熱膨張透明材料

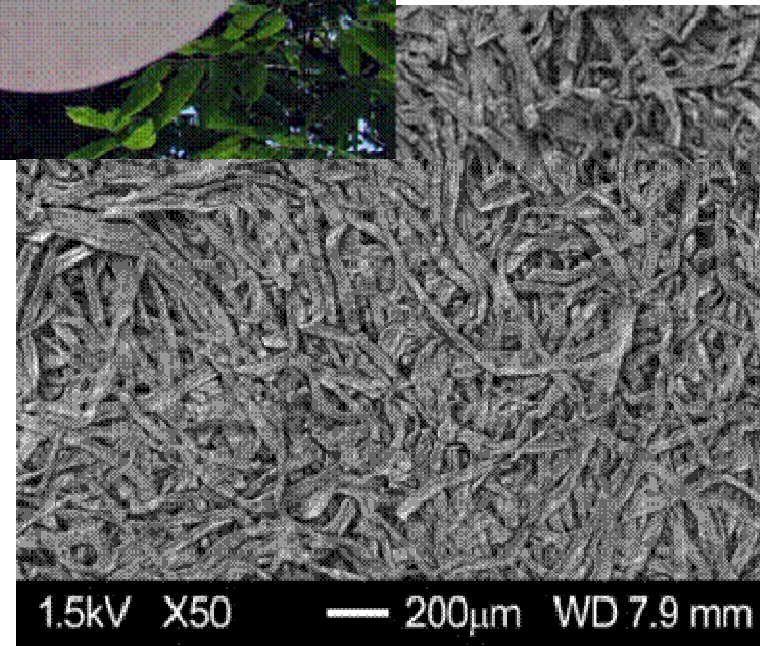


100%セルロースナノファイバー材料

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



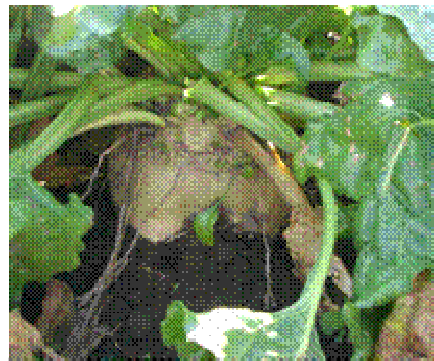
砂糖キビ



キャッサバ



砂糖ダイコン

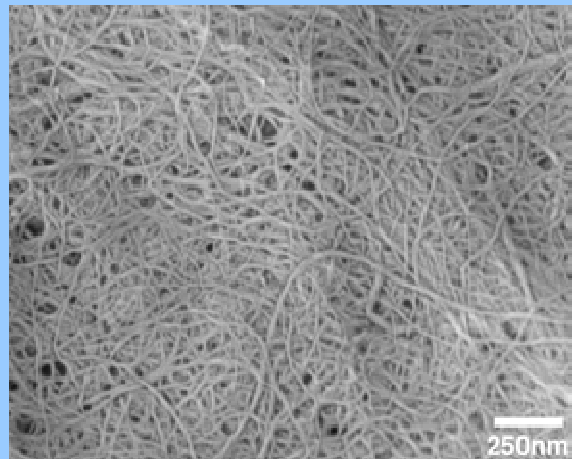


ジャガイモ

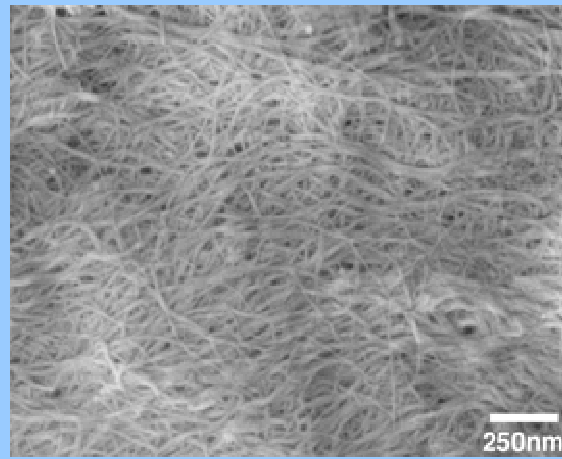


様々なバイオマスからのナノファイバー (K. Abe, 2007)

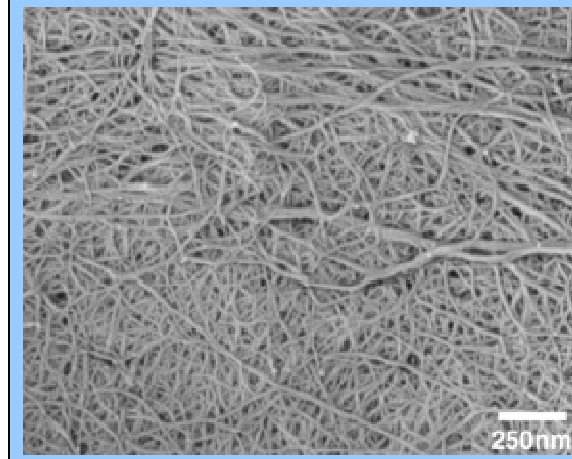
木材:ダグラスファー



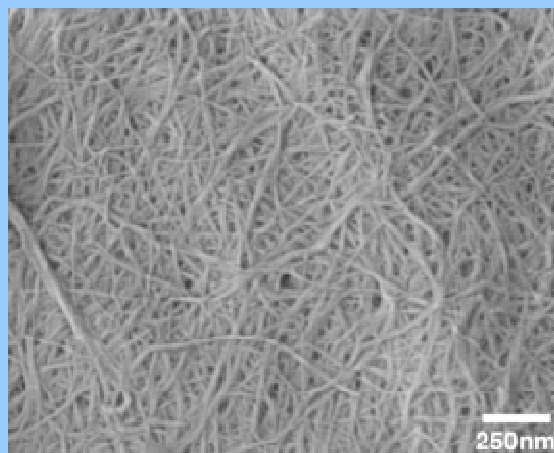
稲ワラ



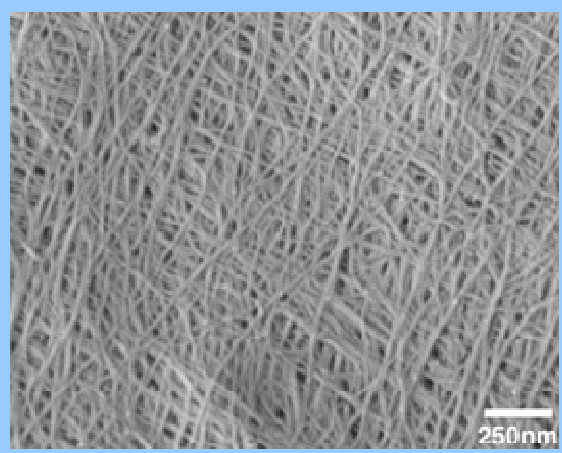
砂糖キビ絞りかす(バガス)



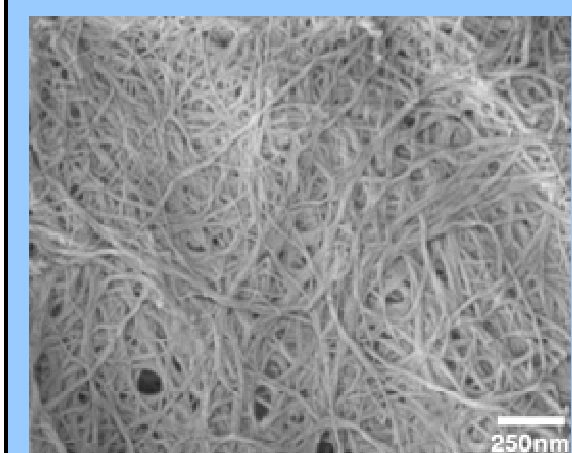
砂糖ダイコン絞りかす



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。

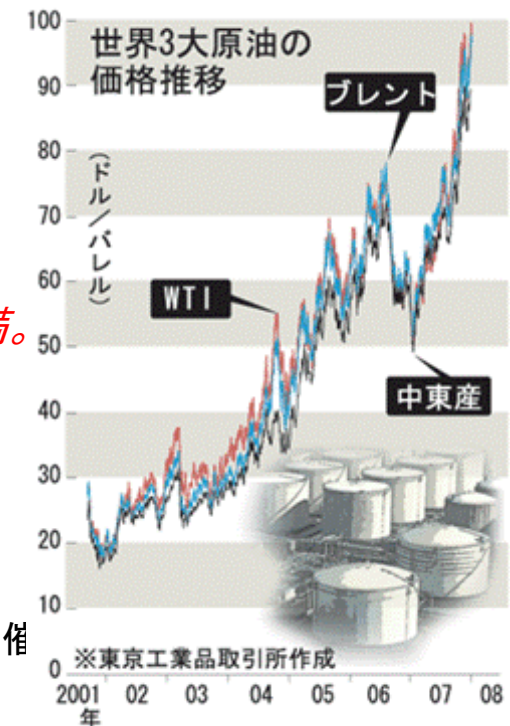
講演6件の内5件がナノコンポジットに関する研究。

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: NANOFOREST」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)。**

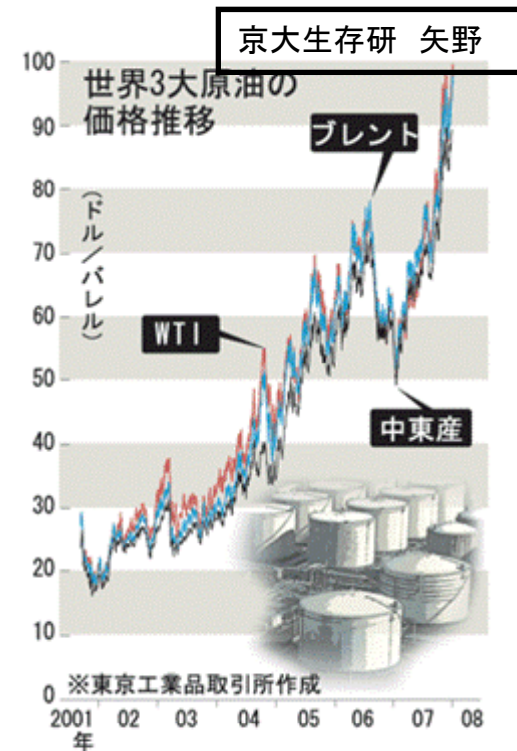
日本は5グループ(京大・矢野G, 東大・磯貝教授G, 同大・藤井教授G, 九大・近藤教授G, 阪大・宇山教授G)

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・ナノウィスカー材料研究

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う。

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・カウンスルに約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・カウンス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・カウンスル <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/](http://www.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/>

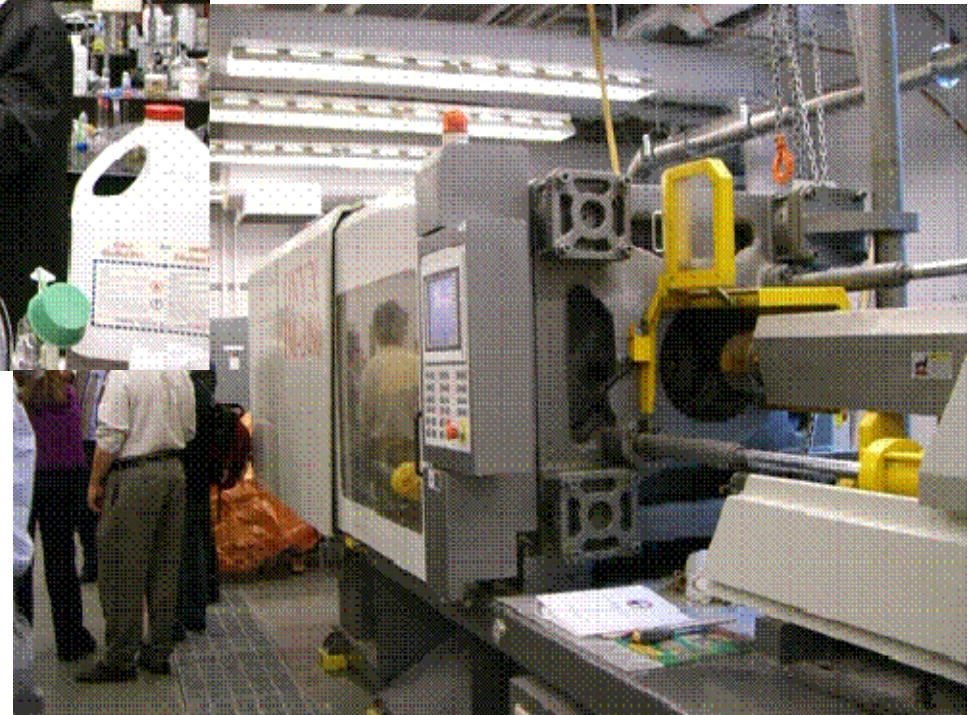
4 Woodbridge Group 本社: オンタリオ州ミシサガ <http://www.woodbridgegroup.com/>

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/>

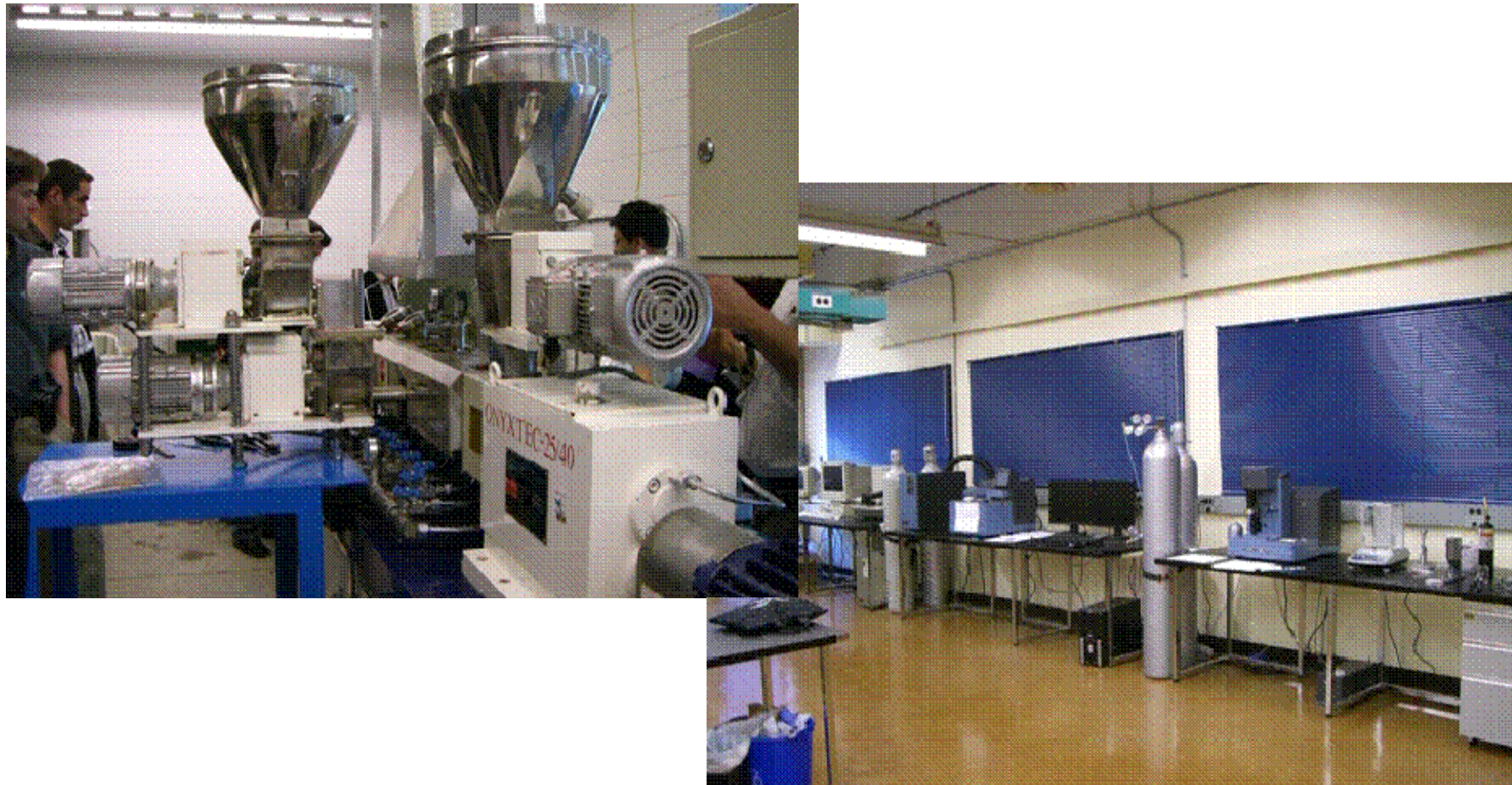
7 Natural Fiber Reinforced Plastics

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

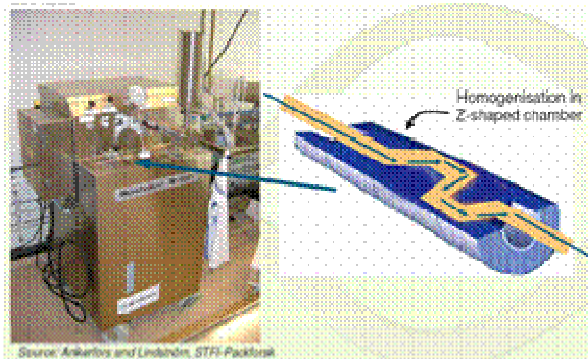
SP4: High Performance Nanocomposites
Prof. Lars Berglund, KTH

SP5: Functional Materials
Prof. Olli Ikkala, HUT

SP6: Superhydrophobic Materials
Prof. Lars Wågberg, KTH

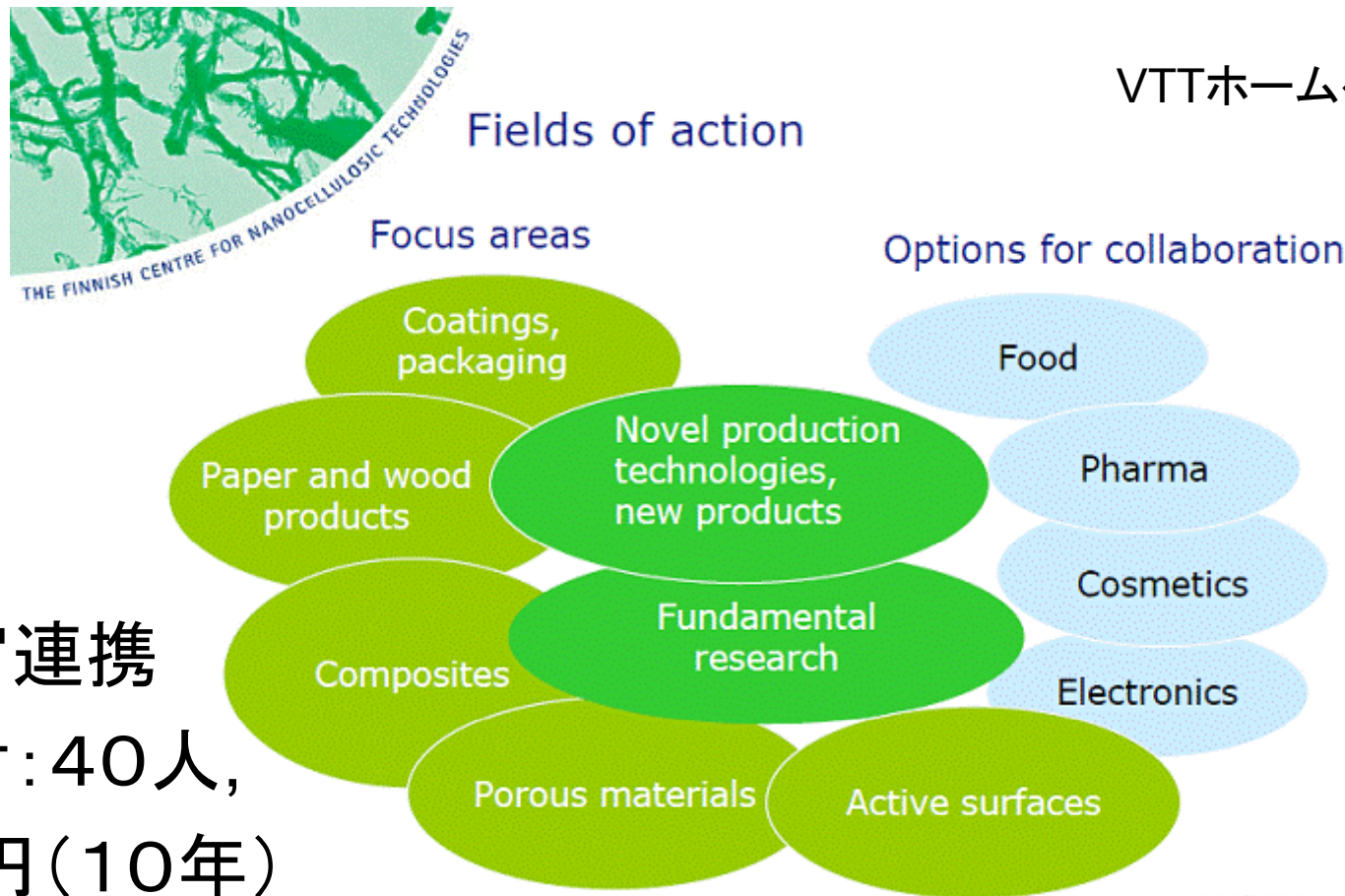
本プロジェクトは、スウェーデンとフィンランドが共同で行っている木質科学研究プログラム(2003年-2006年, 2千万ユーロ: 30億円)の中のプロジェクトである。研究期間は2004年1月～06年12月まで。予算は184万ユーロ(約2億8千万円)。

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

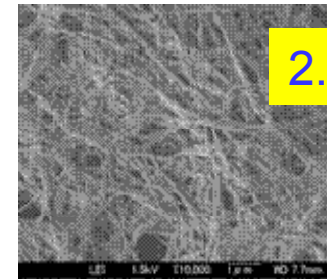
バイオテクノロジー、酵素科学、高分子精密合成、繊維科学、木材成分化学、複合材料科学を融合して、セルロースナノファイバーを骨格物質に、木材の形態変換による高機能新素材の開発を目指す。

NEDO大学発事業創出プロジェクト H19-(H21)

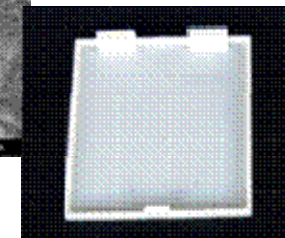
目的

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

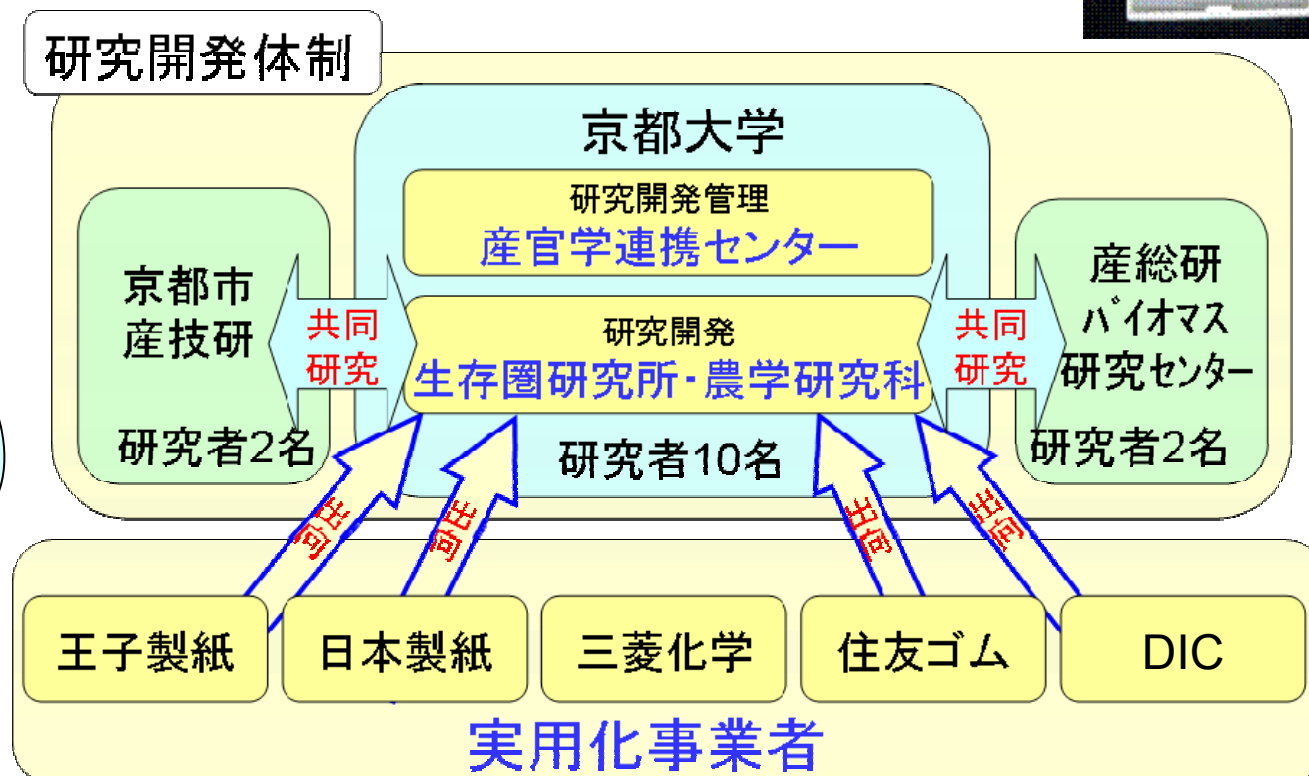


2.複合化技術の開発



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

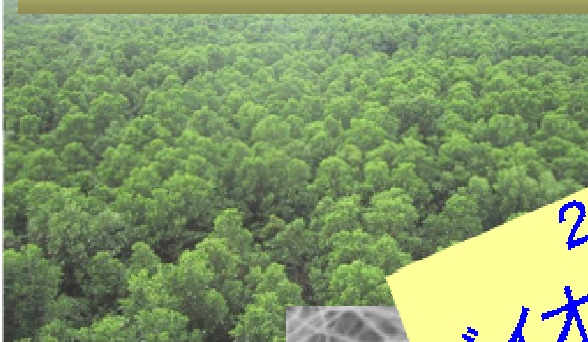


20世紀型
化石資源依存産業

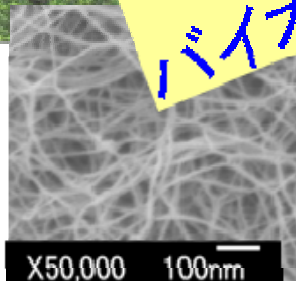
化学産業



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

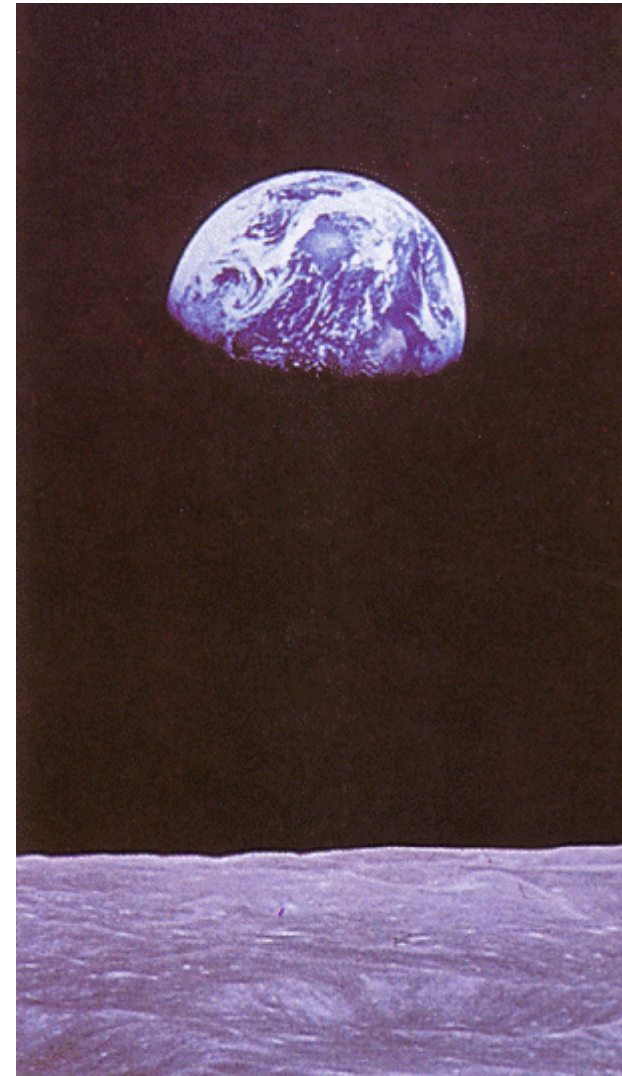
自動車

: 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を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を開発の視野に入れ、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	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。 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>

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	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。 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。
⑤ 6年目以降の進め方	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>