

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
(京大大学生存圏研究所 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)

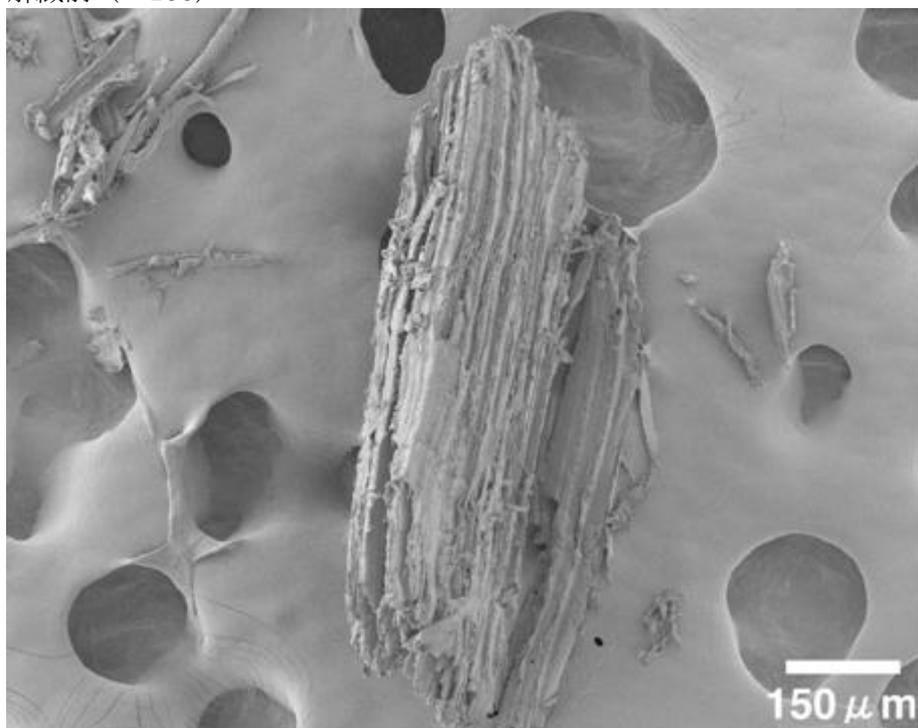
アビセル (微結晶セルロース)

ナノファイバー製造の基本的な方法

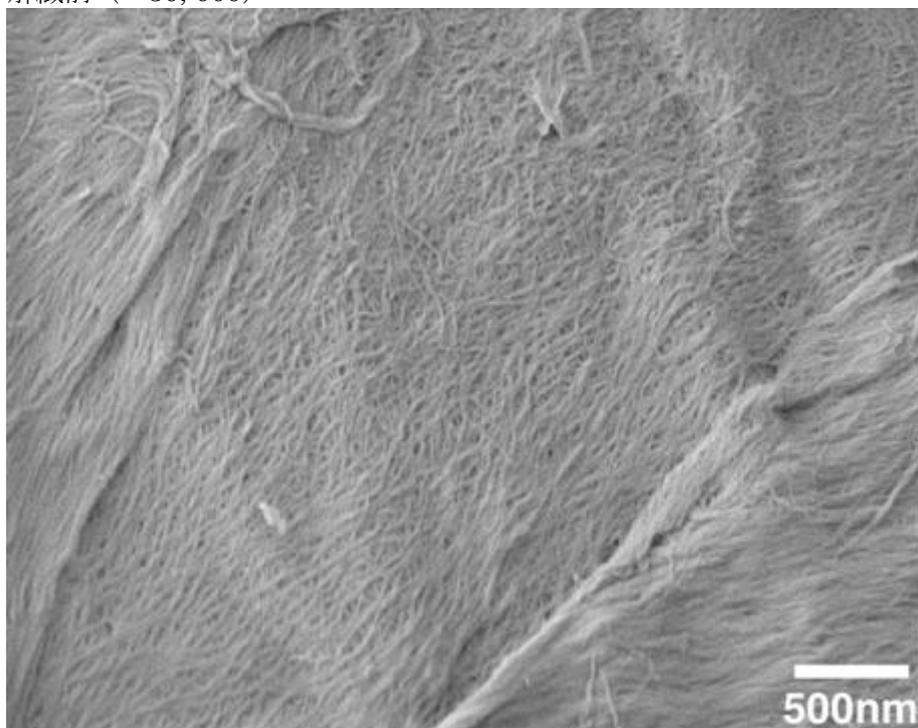
1. 脱脂 (トルエン : エタノール=1:2、6 時間)
2. 亜塩素酸塩処理 (70-80℃、1 時間、原料に応じて 1-5 回繰り返し行う)
3. アルカリ処理 (2-4wt%水酸化カリウム、室温で一晩および 90℃、2 時間)
4. 原料に応じて 3、4 を繰り返し行う。
5. 精製試料を 1wt%水懸濁液に調製し、グラインダーによる解繊処理 (基本的には 1 回)

針葉樹 (ラジアータパイン)

解繊前 (×100)

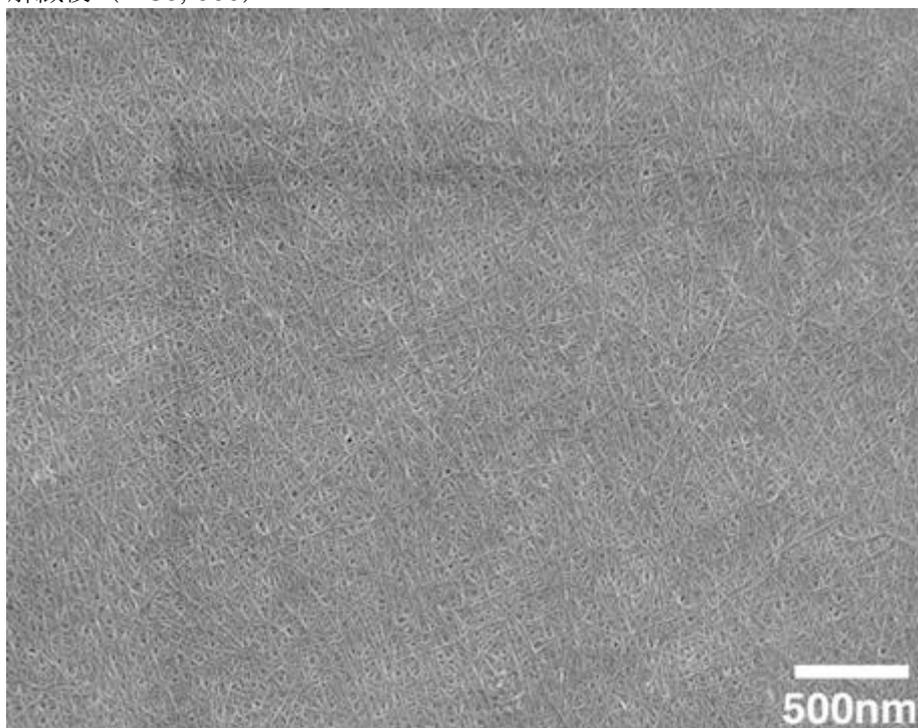


解繊前 (×30,000)

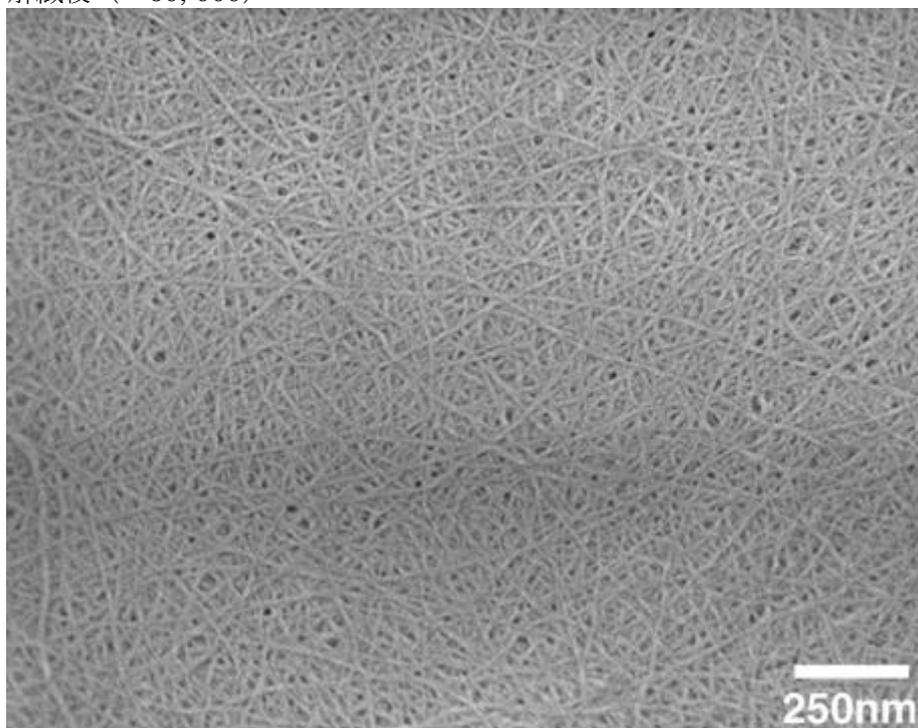


針葉樹 (ラジアータパイン)

解繊後 (×30,000)

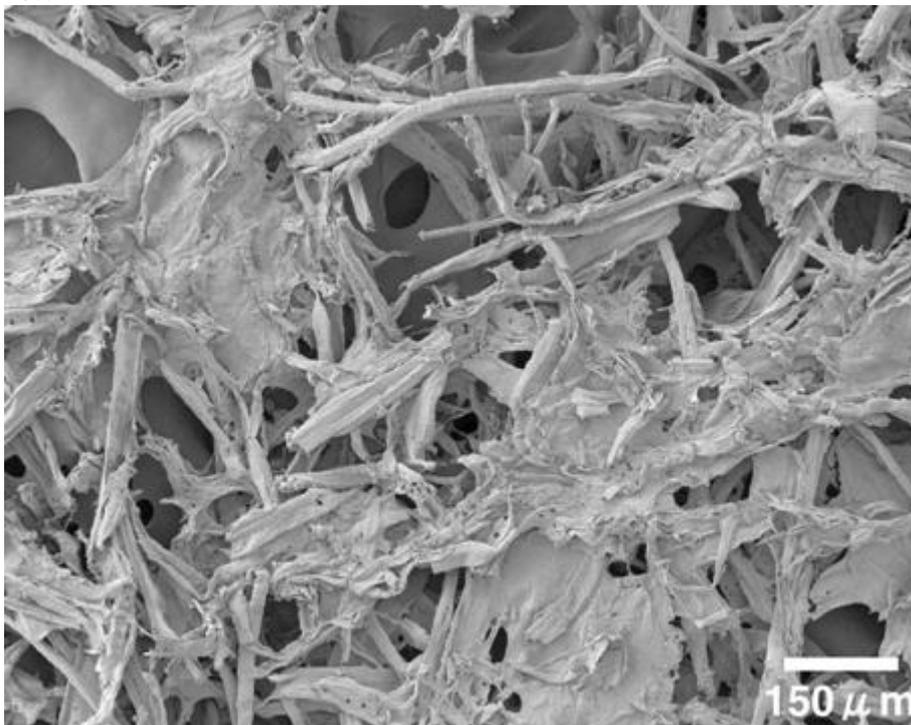


解繊後 (×60,000)

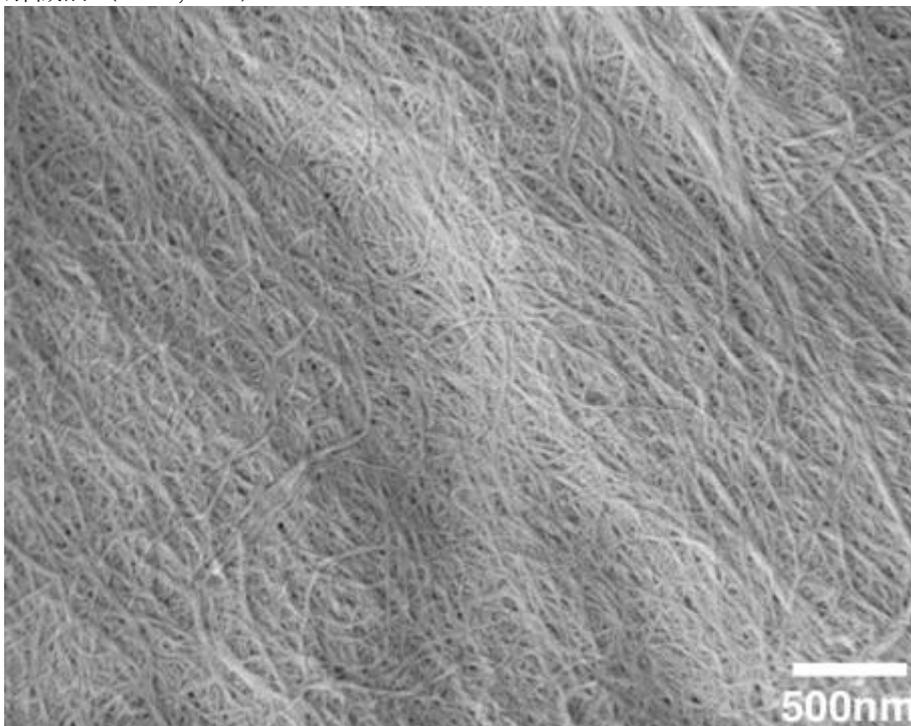


針葉樹 (ダグラスファー)

解繊前 (×100)

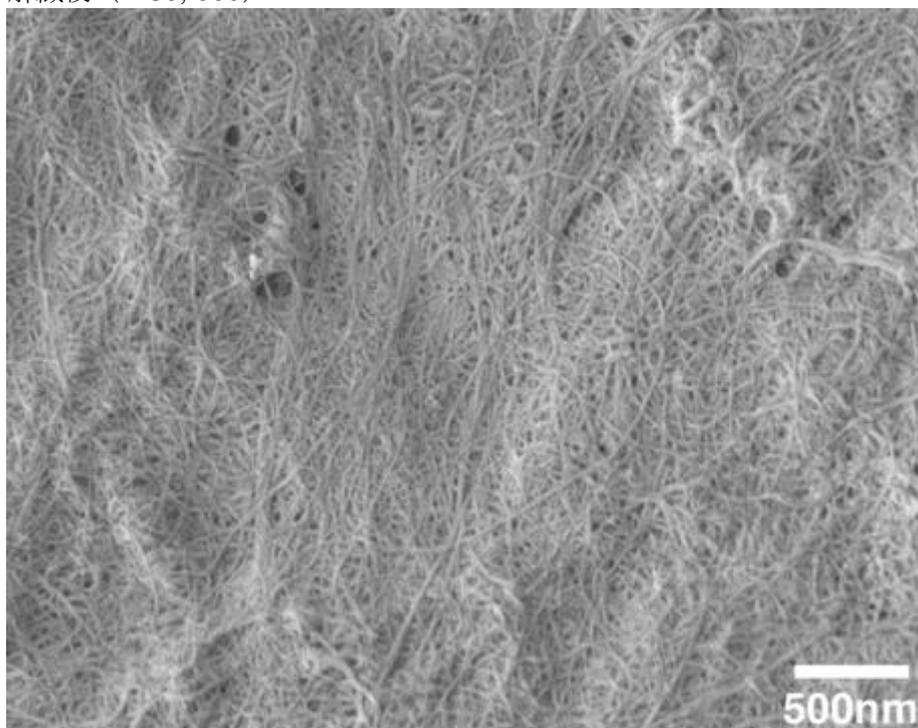


解繊前 (×30,000)

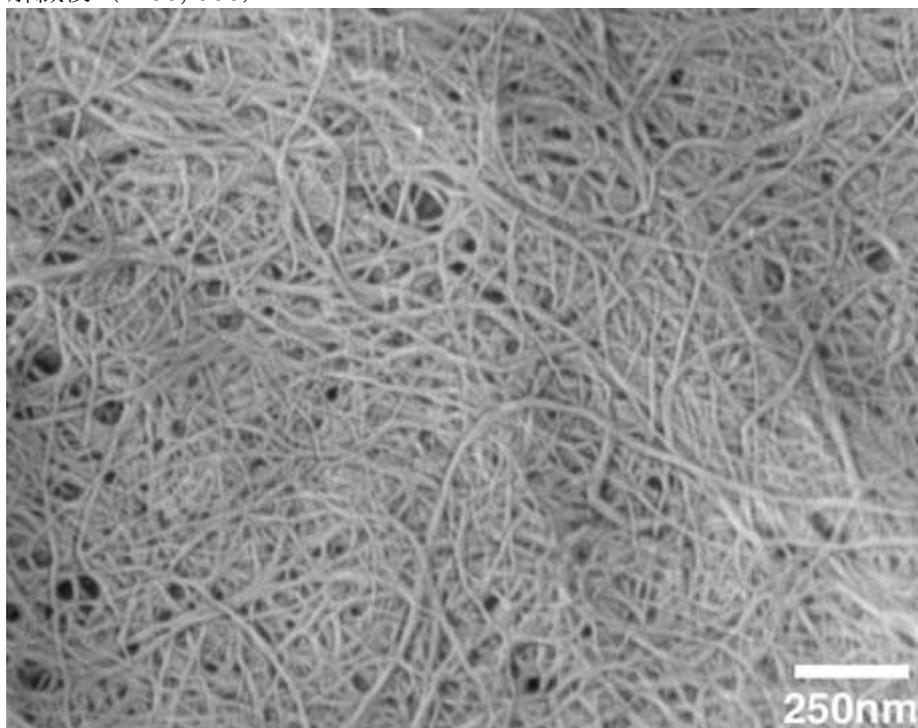


針葉樹 (ダグラスファー)

解繊後 (×30,000)

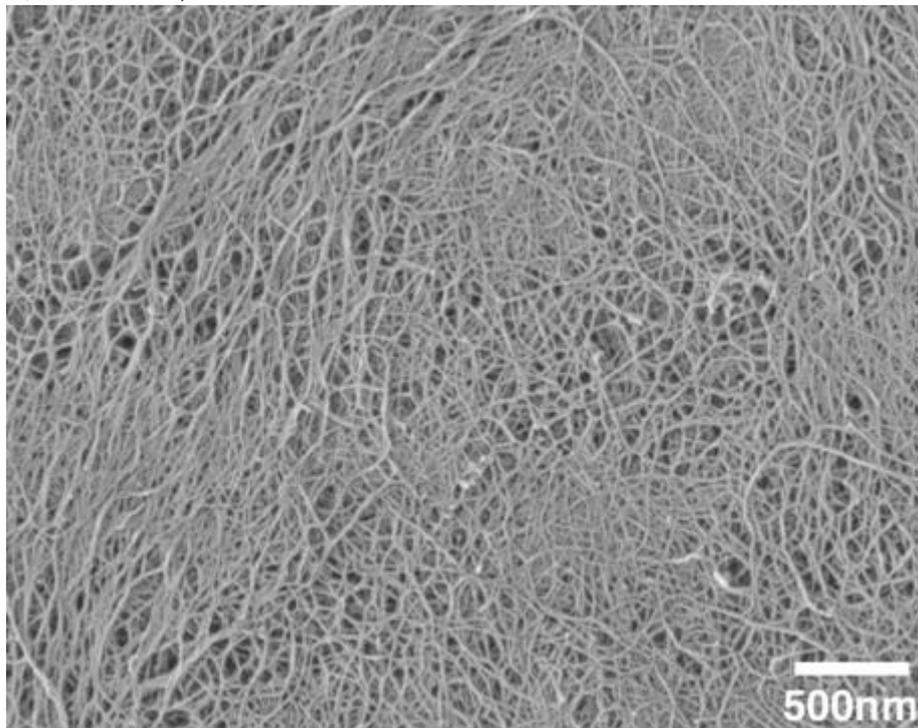


解繊後 (×60,000)



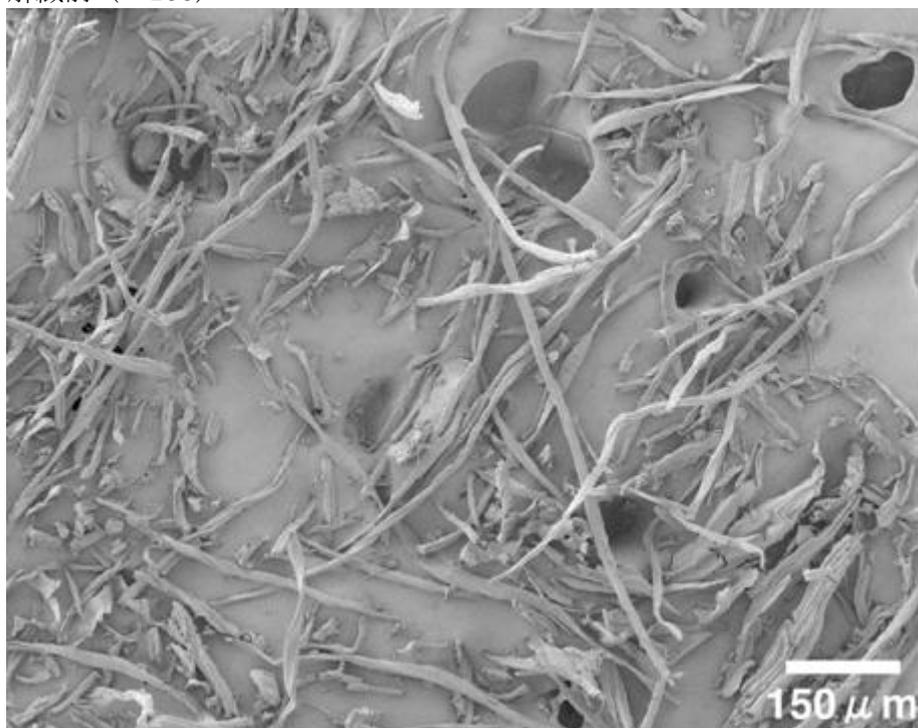
針葉樹 (ダグラスファー)

解繊後 (×30,000、フリーズドライ)

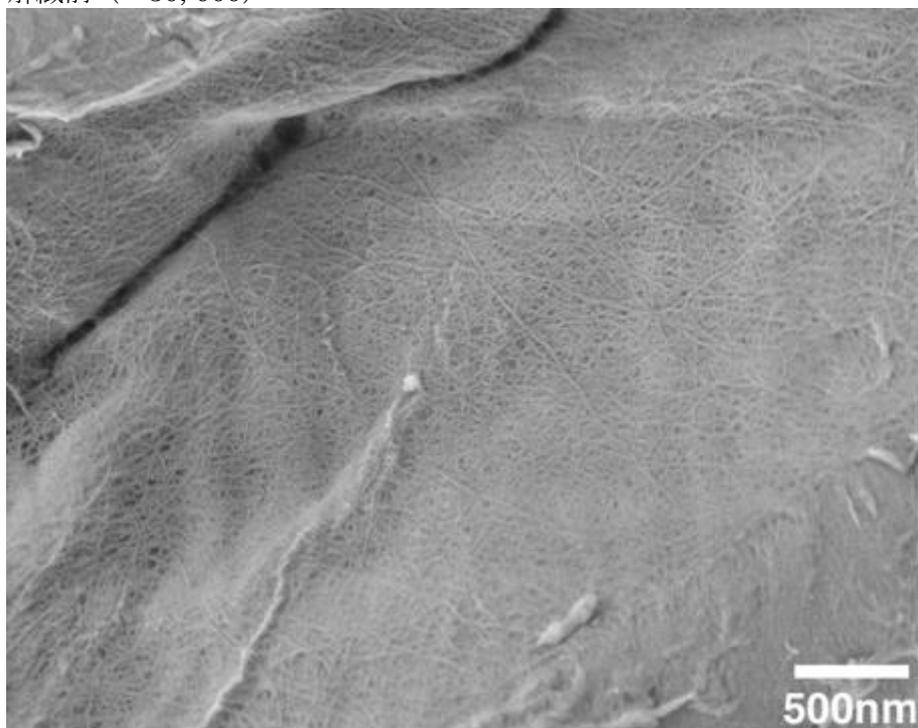


広葉樹 (ブナ)

解繊前 (×100)

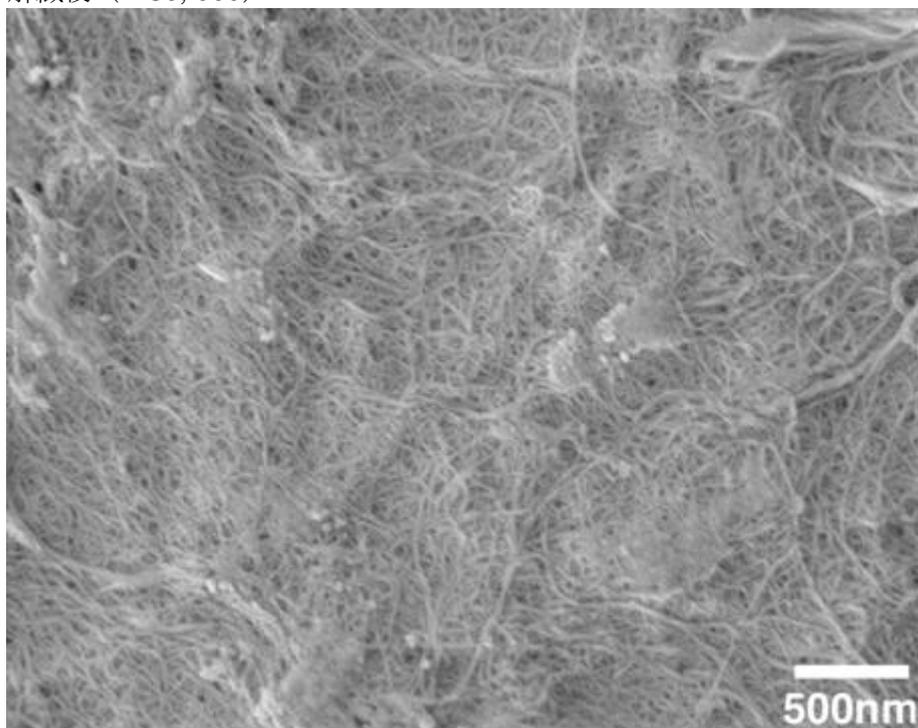


解繊前 (×30,000)

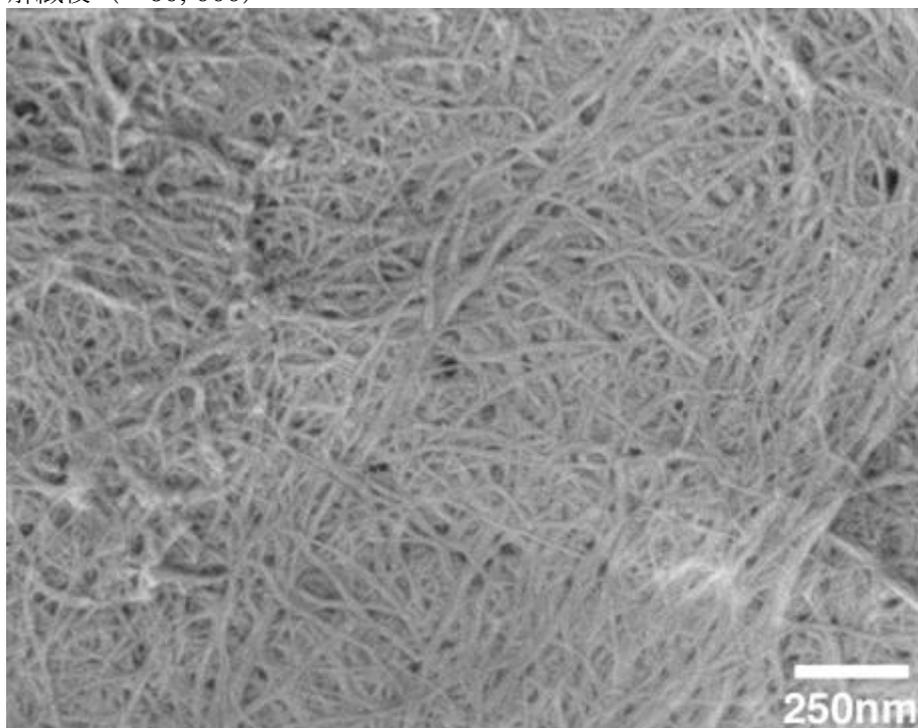


広葉樹 (ブナ)

解繊後 (×30,000)

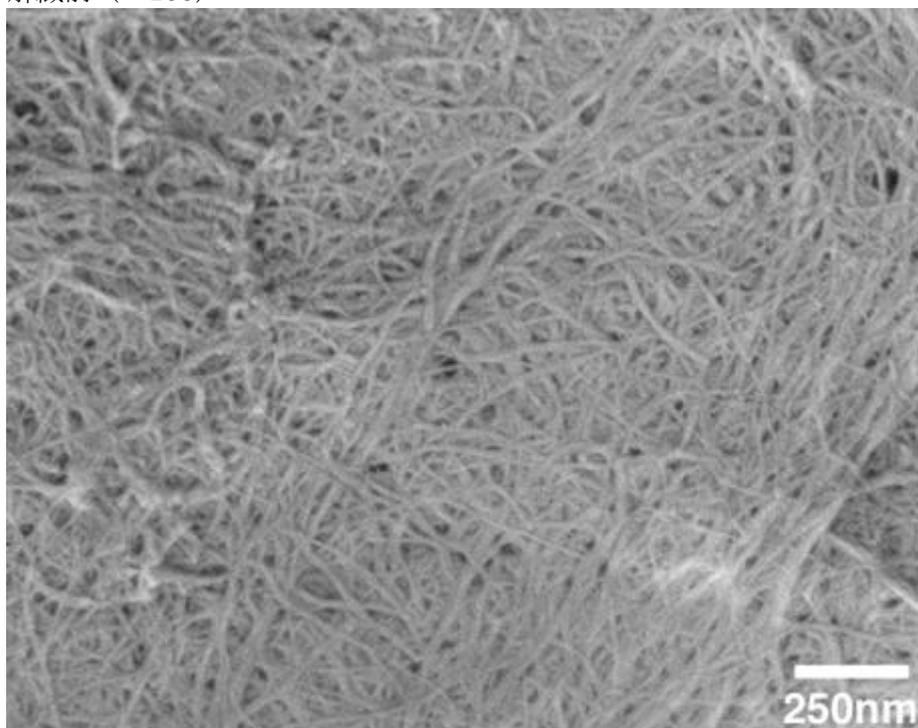


解繊後 (×60,000)

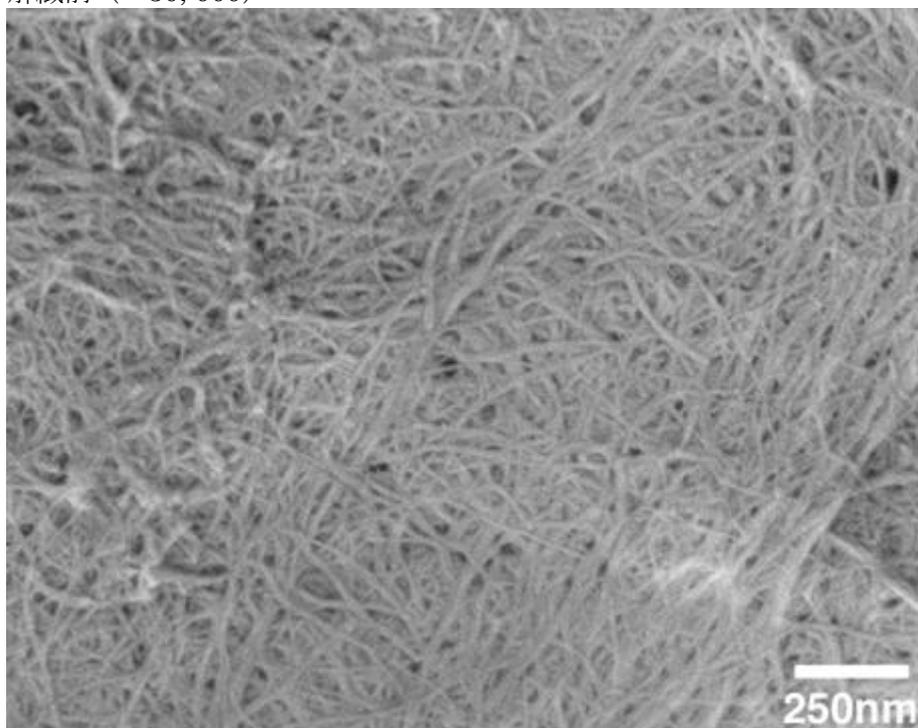


稲ワラ

解繊前 (×100)

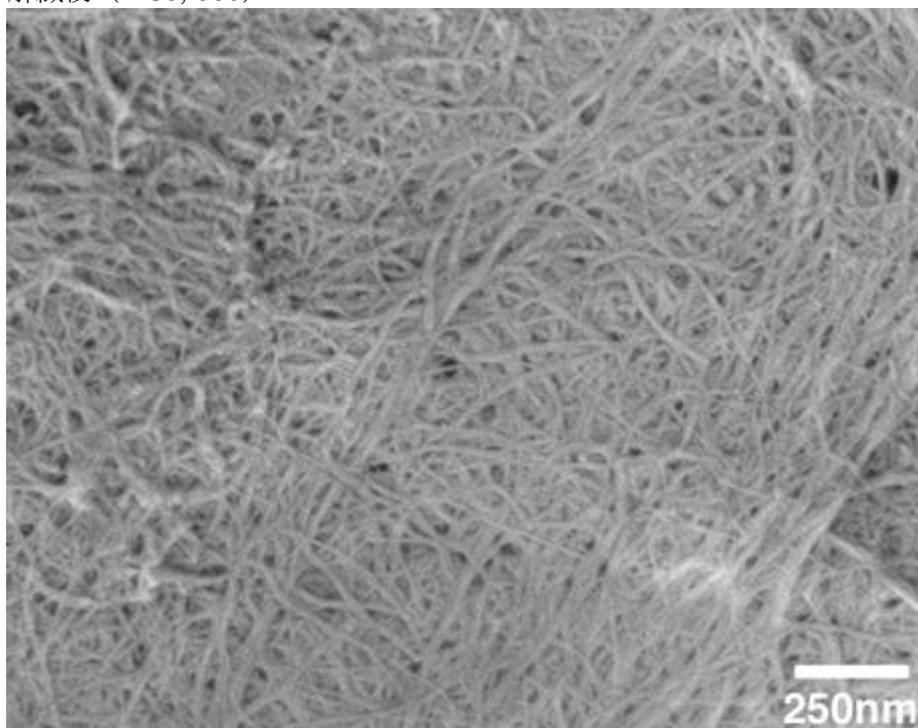


解繊前 (×30,000)

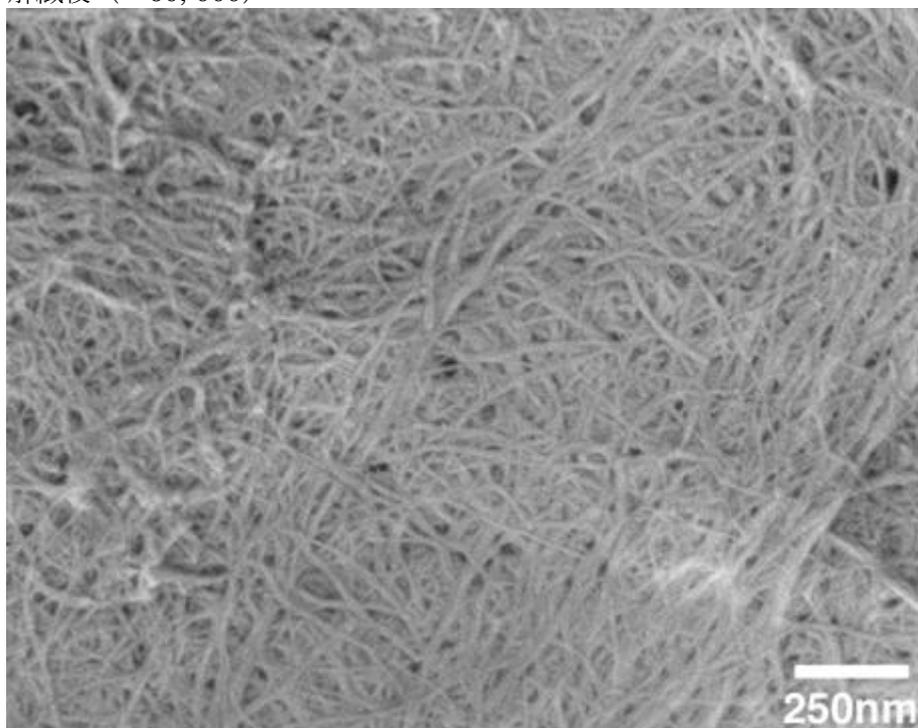


稲ワラ

解繊後 (×30,000)

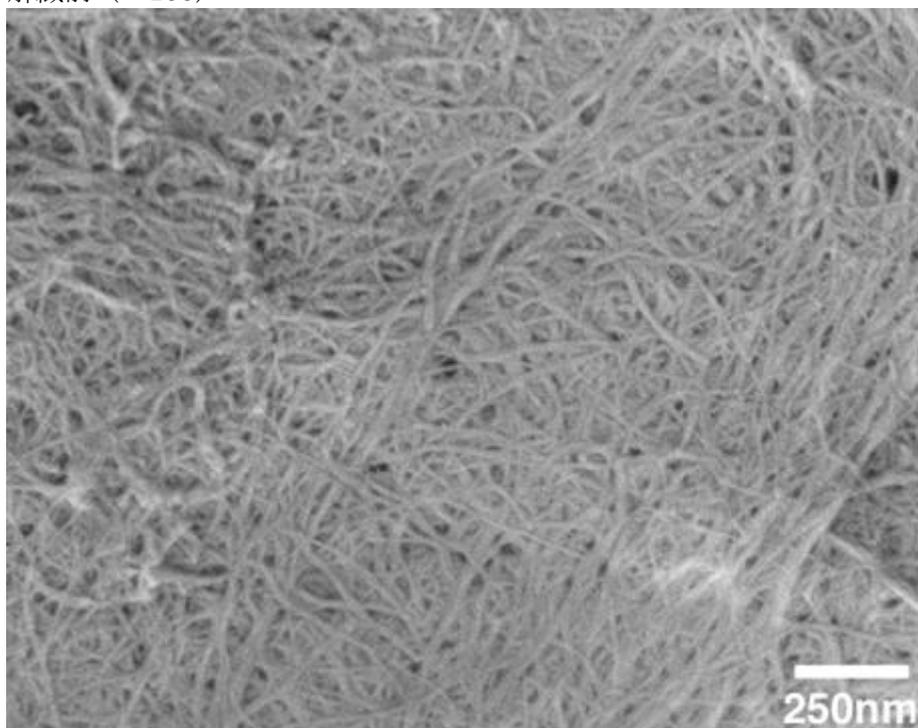


解繊後 (×60,000)

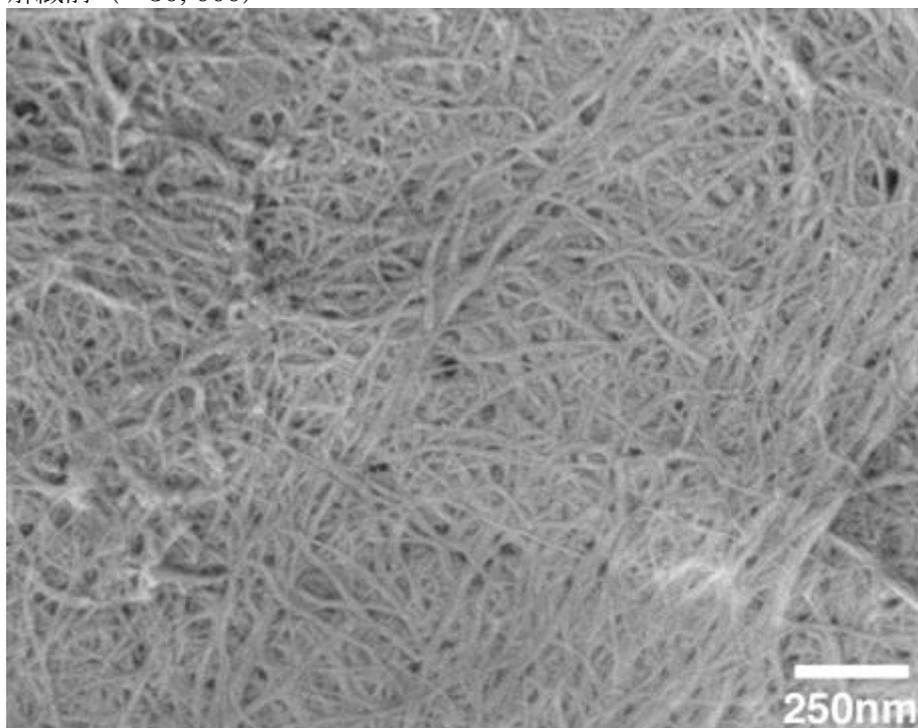


バガス (サトウキビ搾りかす)

解繊前 (×100)

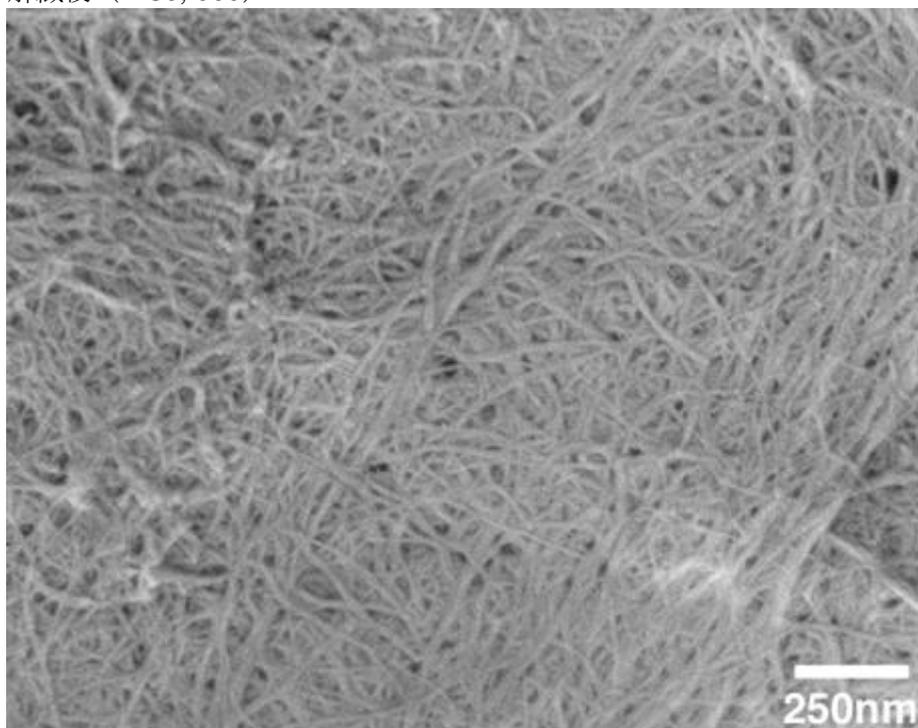


解繊前 (×30,000)

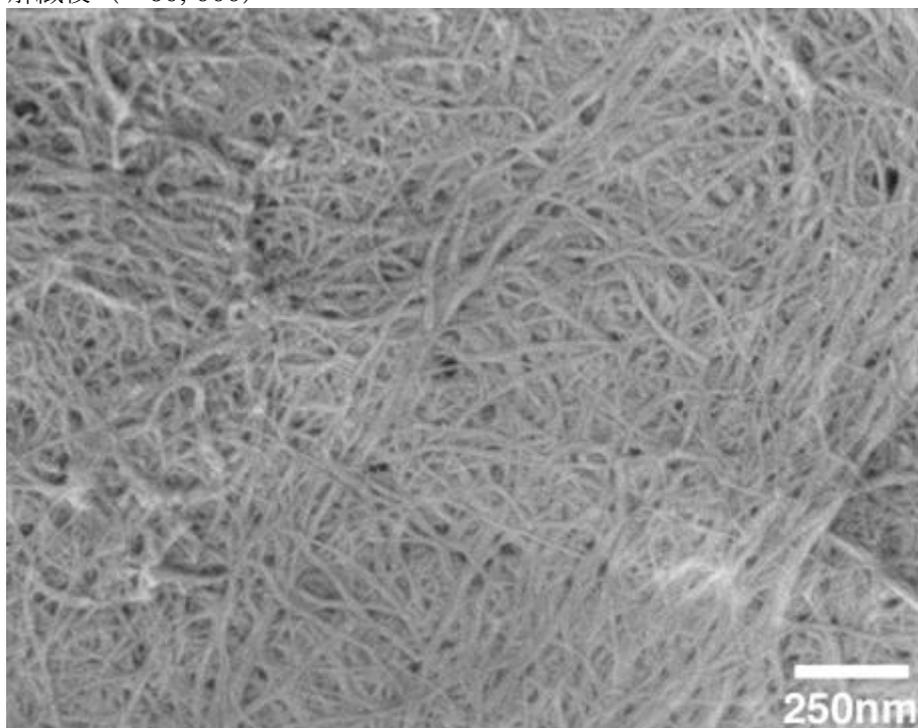


バガス (サトウキビ搾りかす)

解繊後 (×30,000)

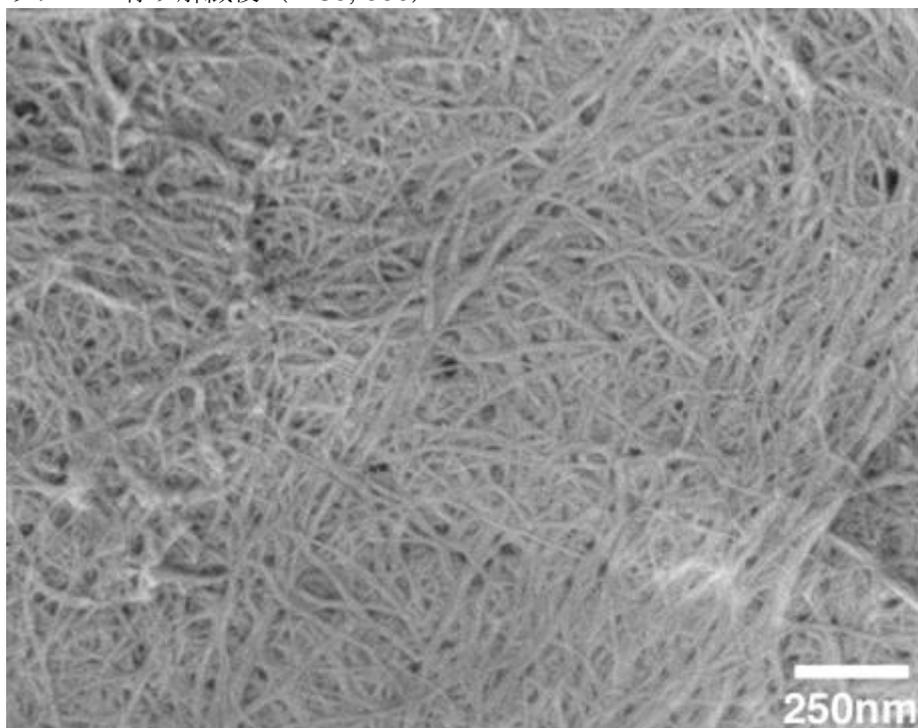


解繊後 (×60,000)

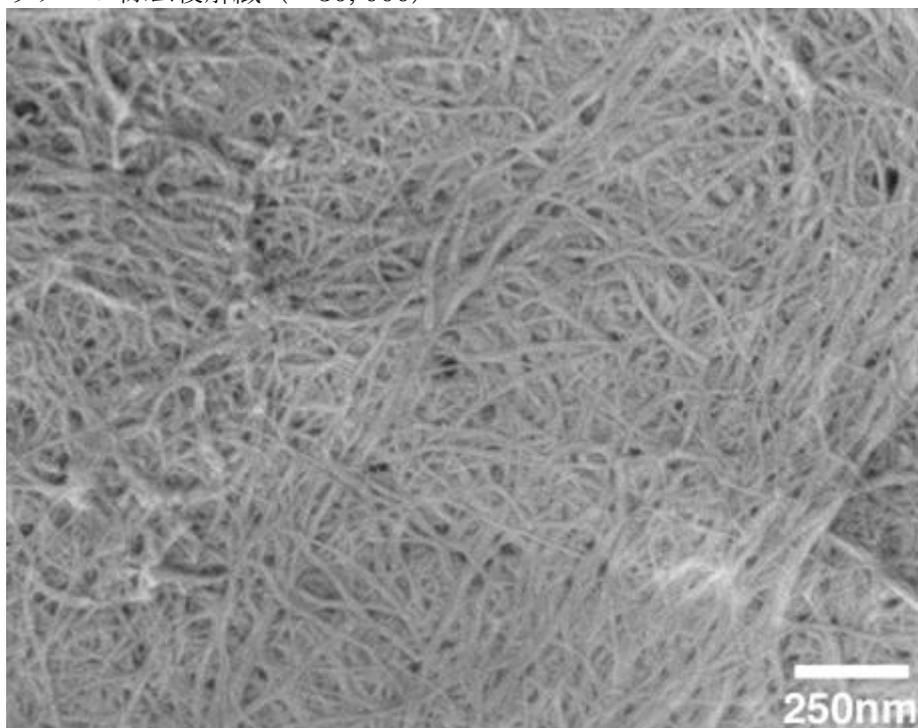


竹

リグニン有り解繊後 (×30,000)

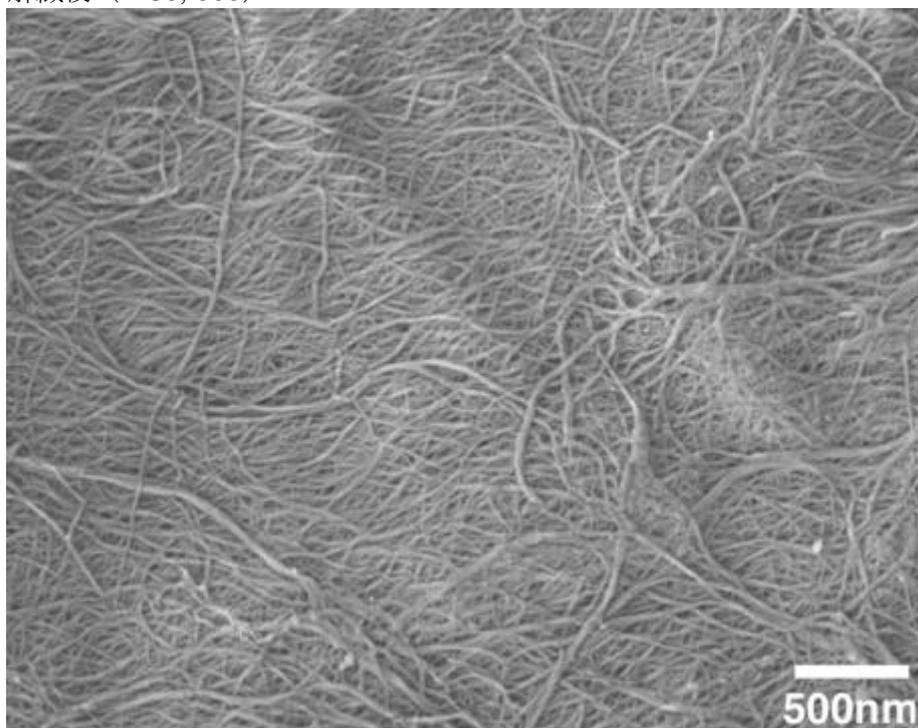


リグニン除去後解繊 (×30,000)



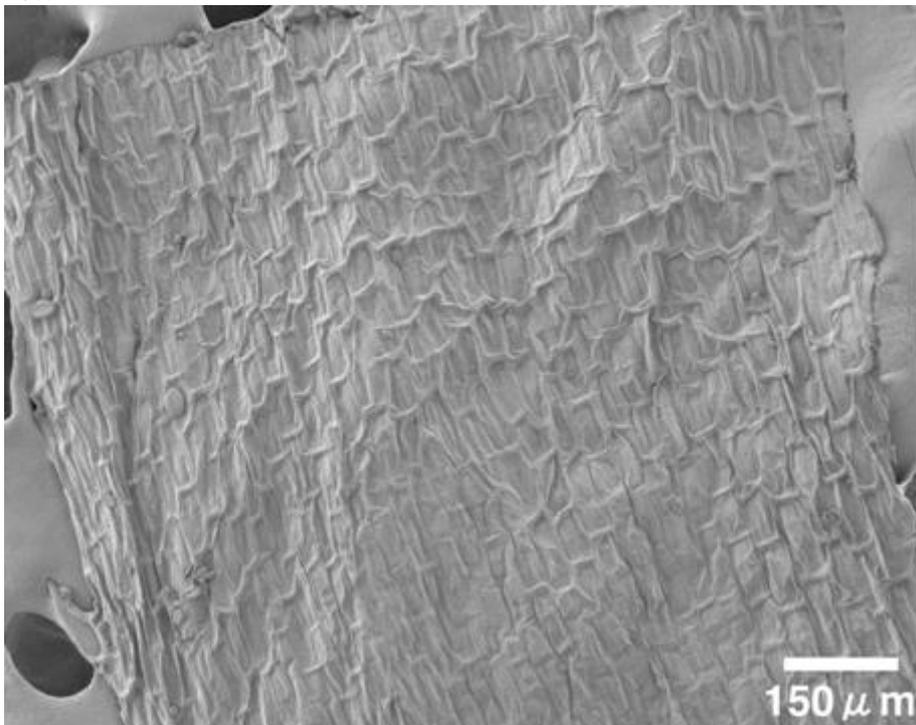
タケノコ

解繊後 (×30,000)

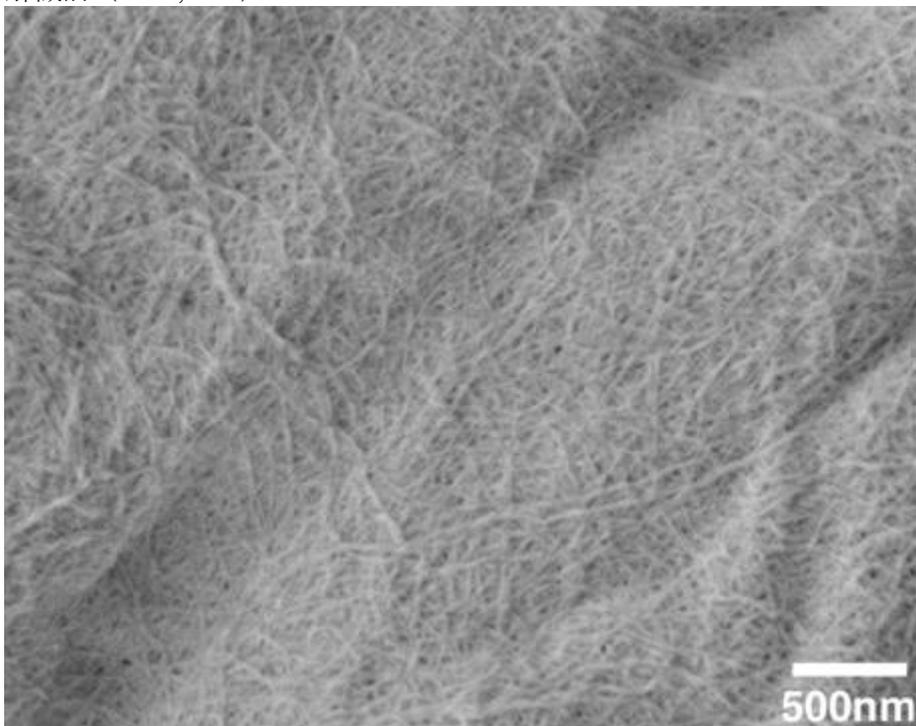


オオカナダモ

解繊前 (×100)

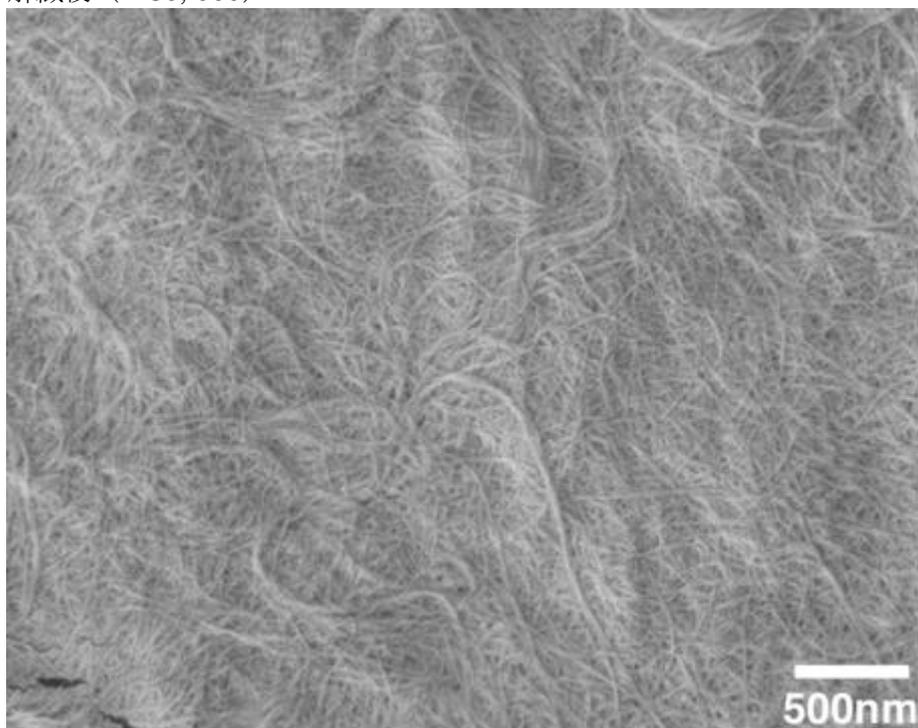


解繊前 (×30,000)

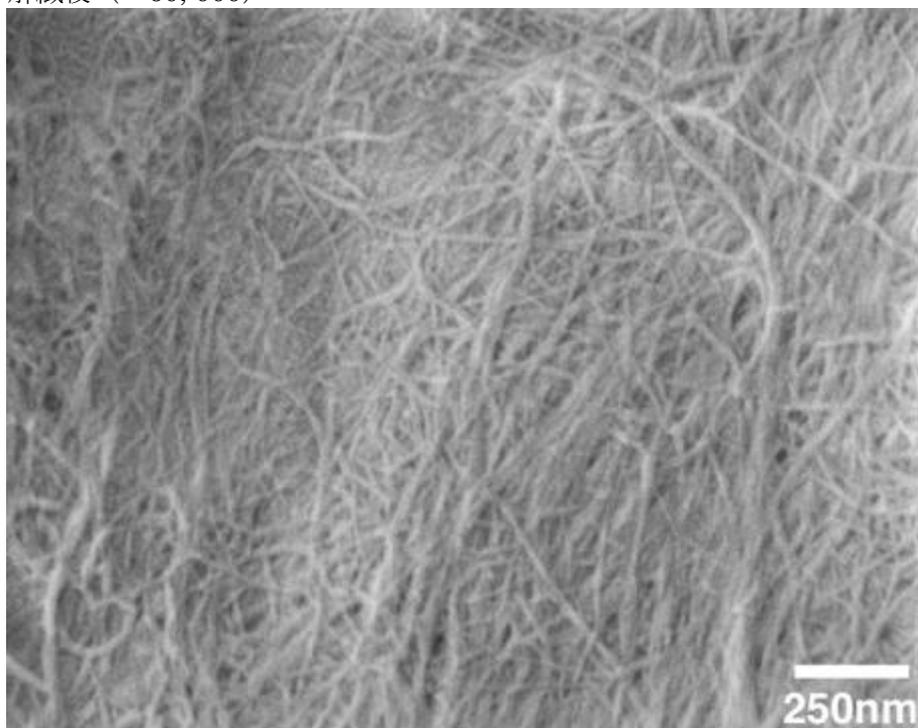


オオカナダモ

解繊後 (×30,000)

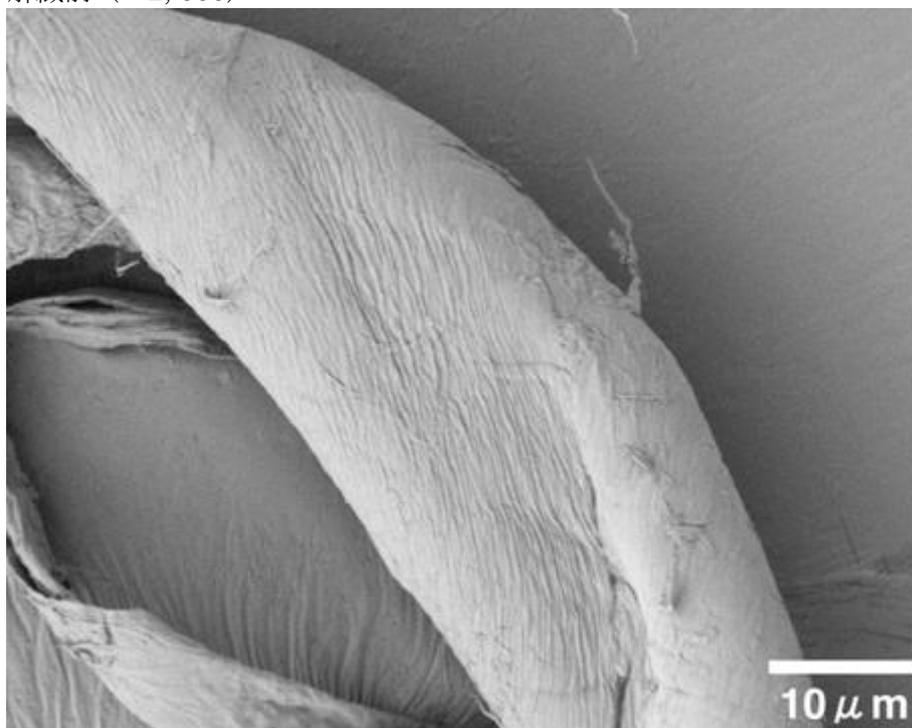


解繊後 (×60,000)

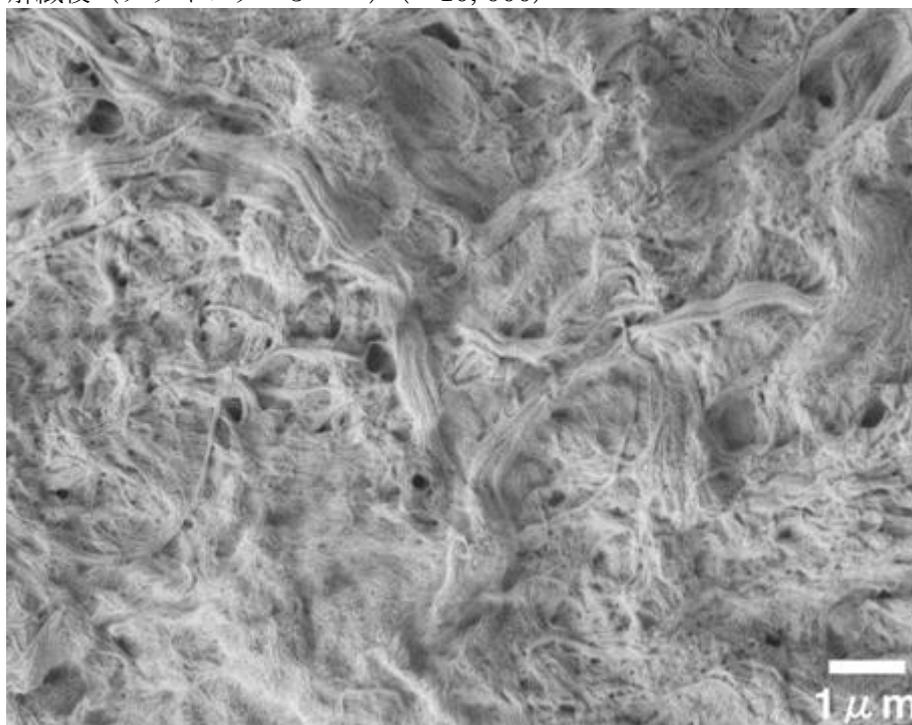


コットンリンター

解繊前 (×2,000)

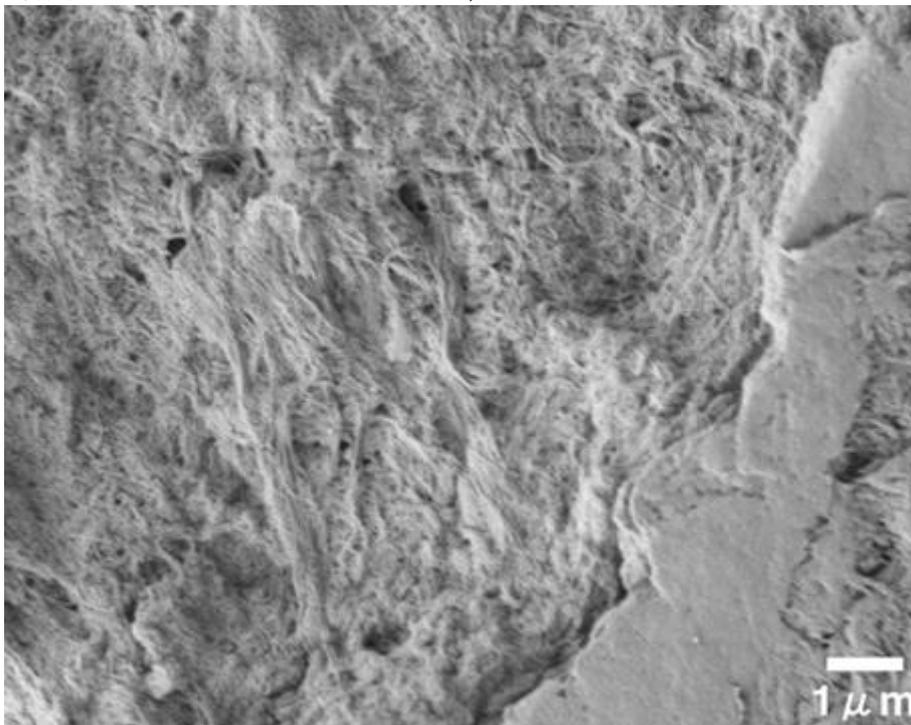


解繊後 (グラインダー3 パス) (×10,000)

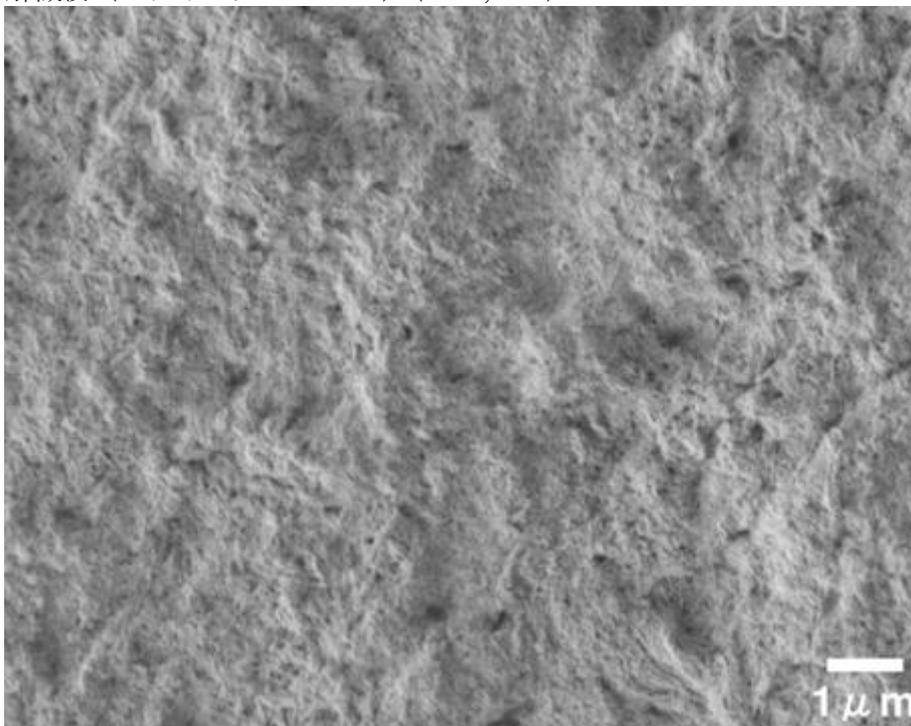


コットンリスター

解繊後 (グラインダー6 パス) ($\times 10,000$)

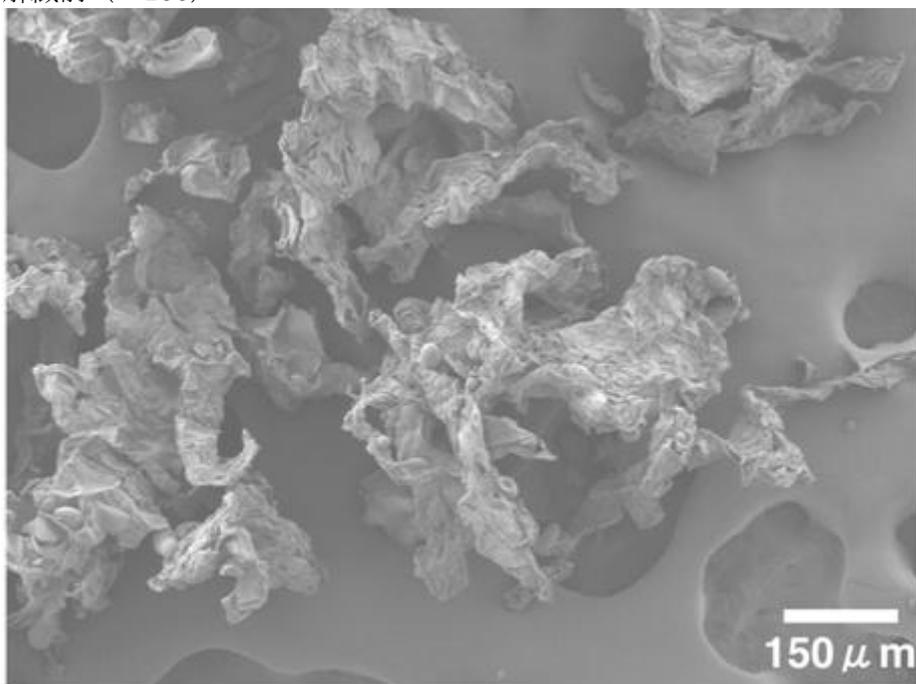


解繊後 (グラインダー10 パス) ($\times 10,000$)

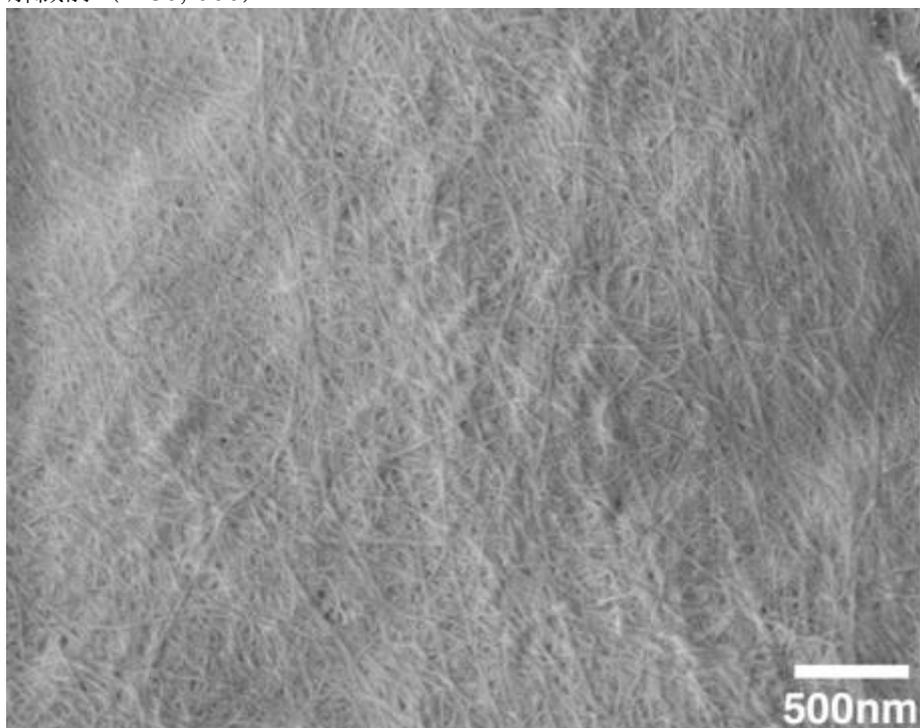


乾燥ポテトパルプ

解繊前 (×100)

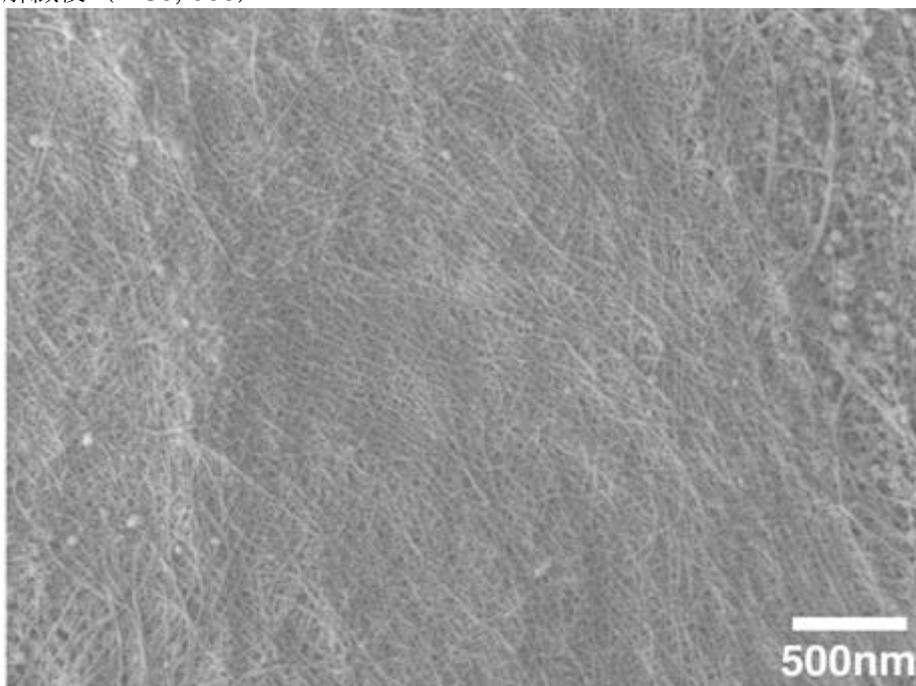


解繊前 (×30,000)

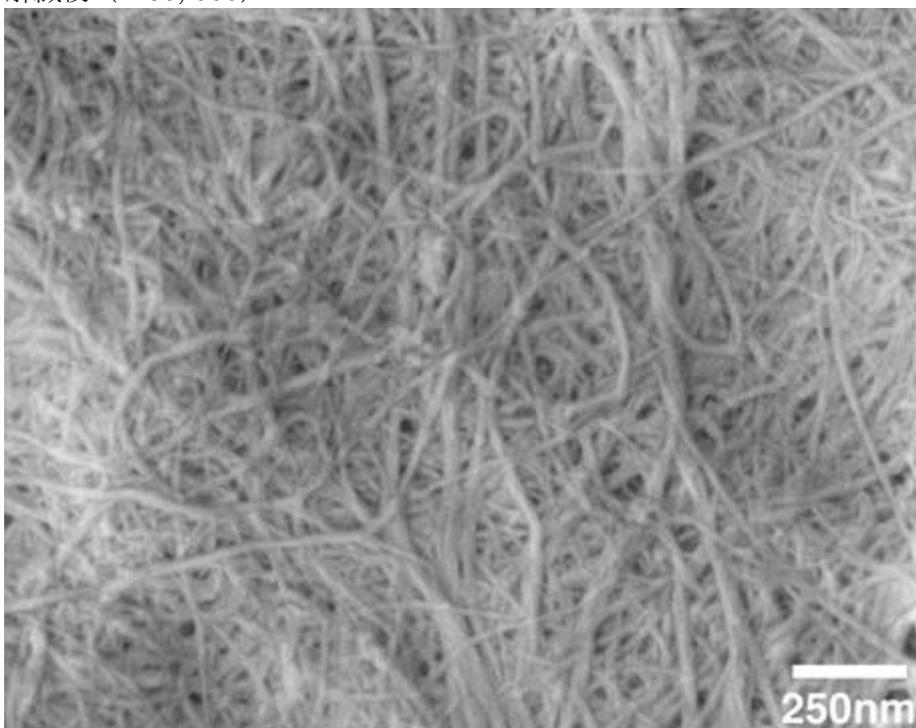


乾燥ポテトパルプ

解繊後 (×30,000)

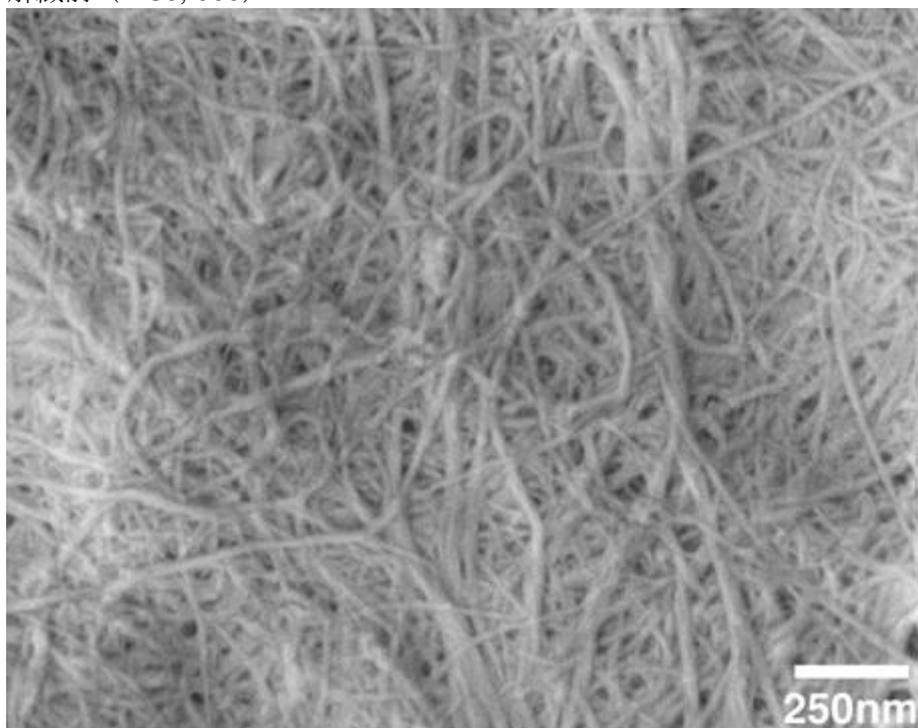


解繊後 (×60,000)

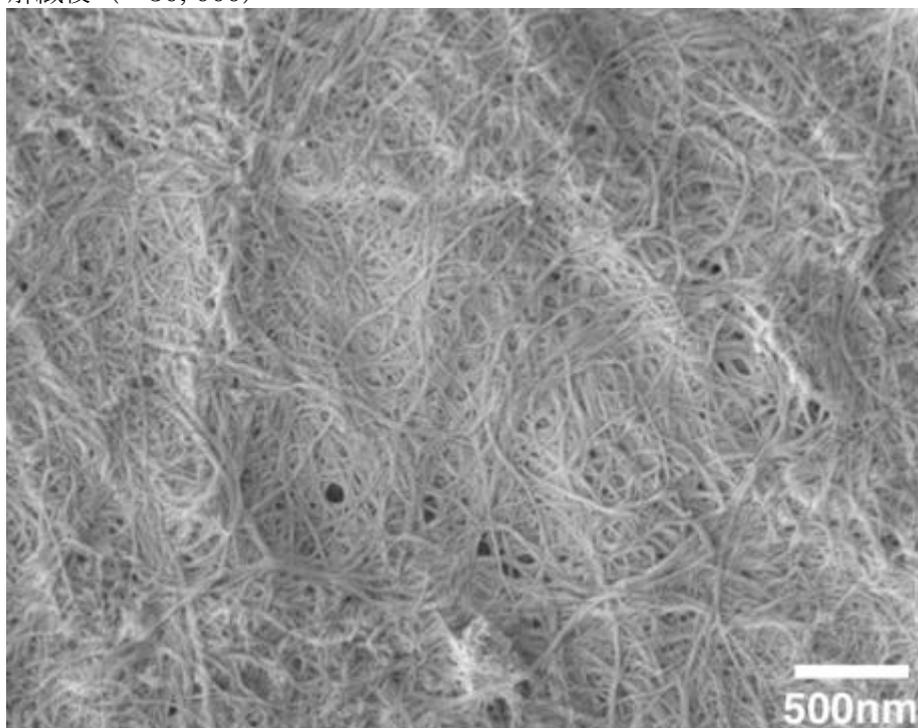


未乾燥ポテトパルプ

解繊前 (×30,000)

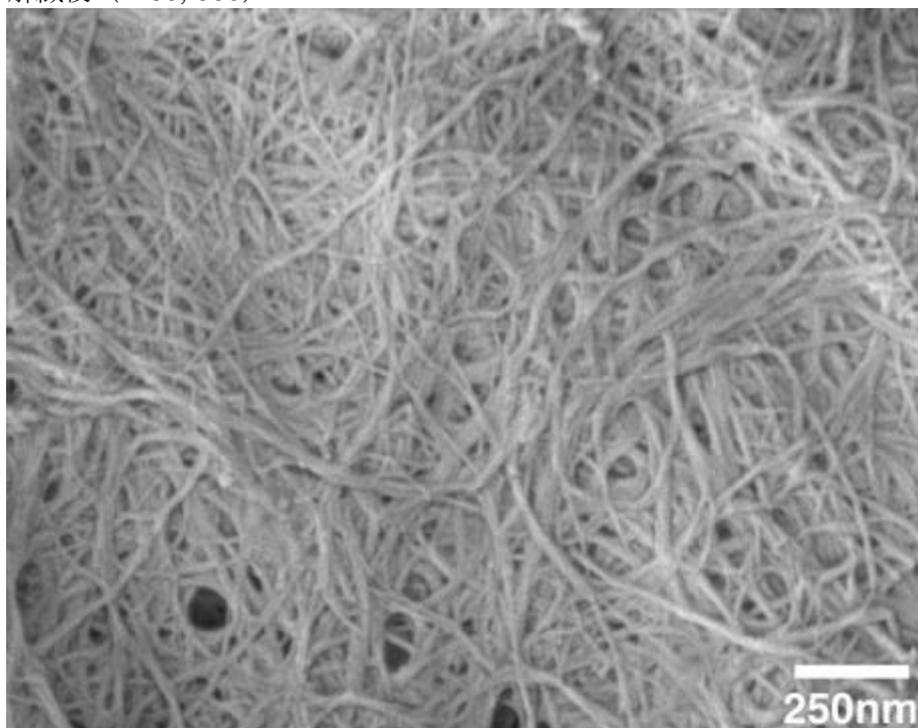


解繊後 (×30,000)



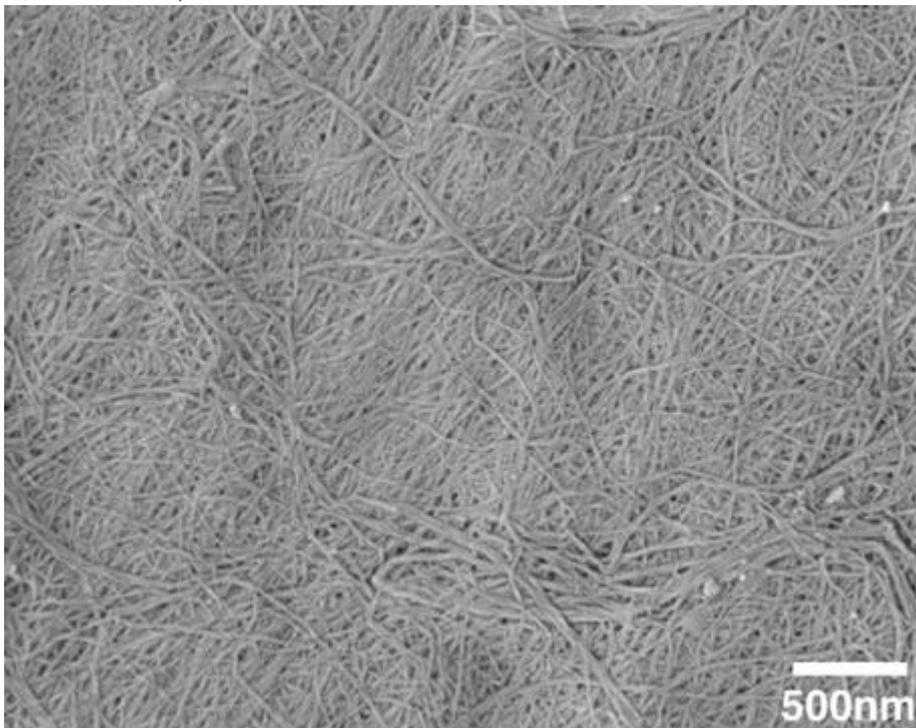
未乾燥ポテトパルプ

解繊後 (×60,000)

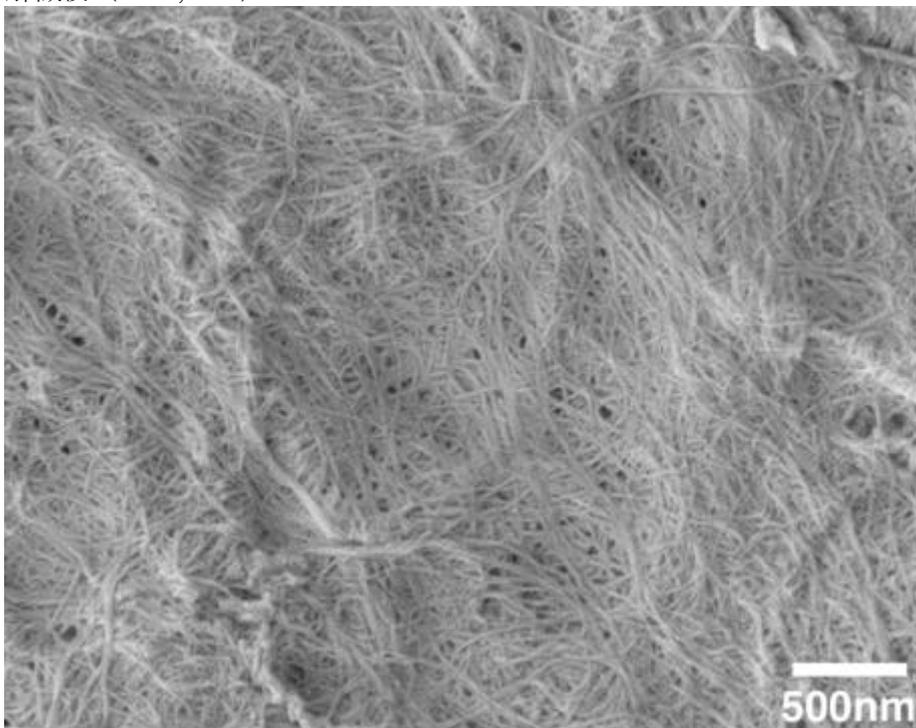


乾燥シュガービートパルプ

解繊前 (×30,000)

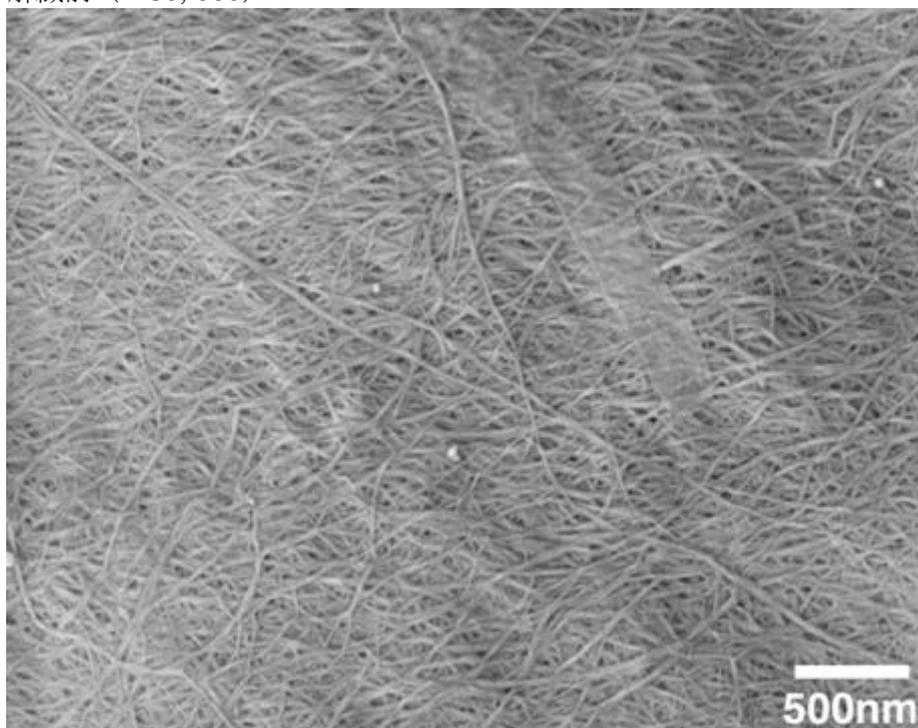


解繊後 (×30,000)

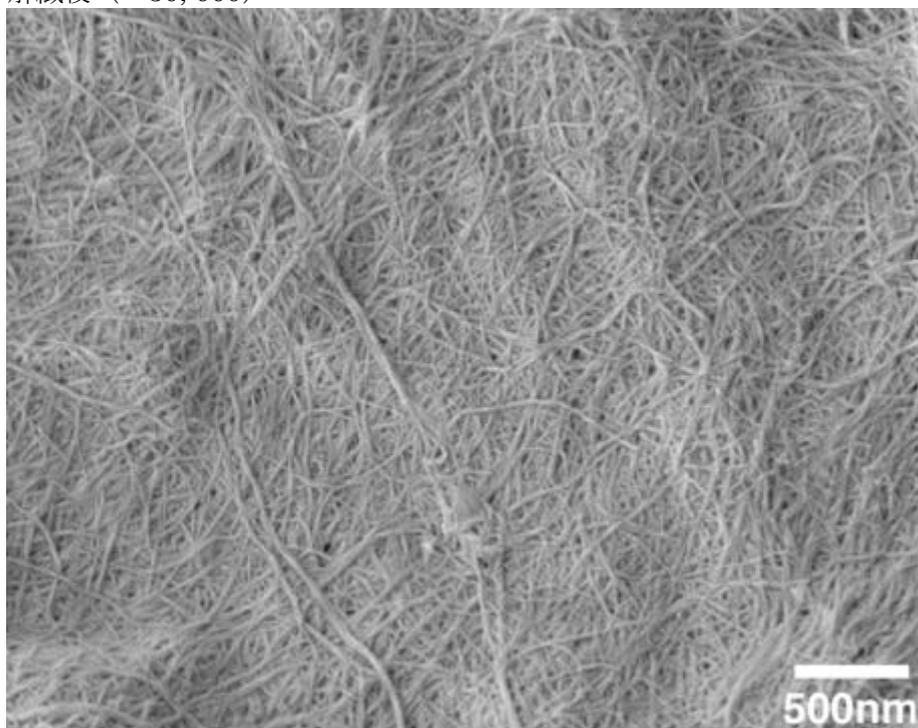


未乾燥シュガービートパルプ

解繊前 (×30,000)

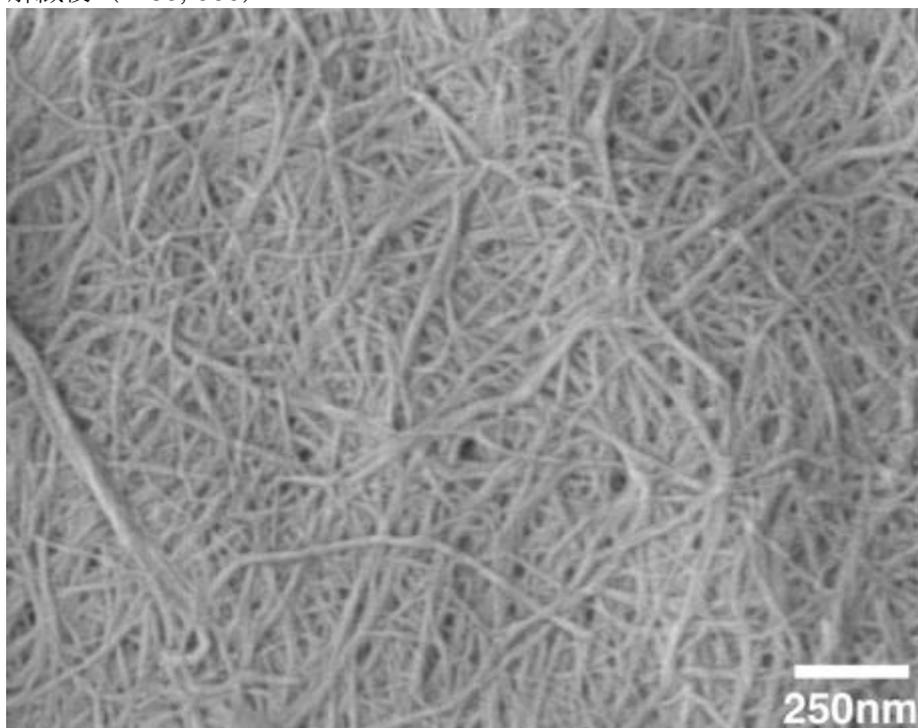


解繊後 (×30,000)



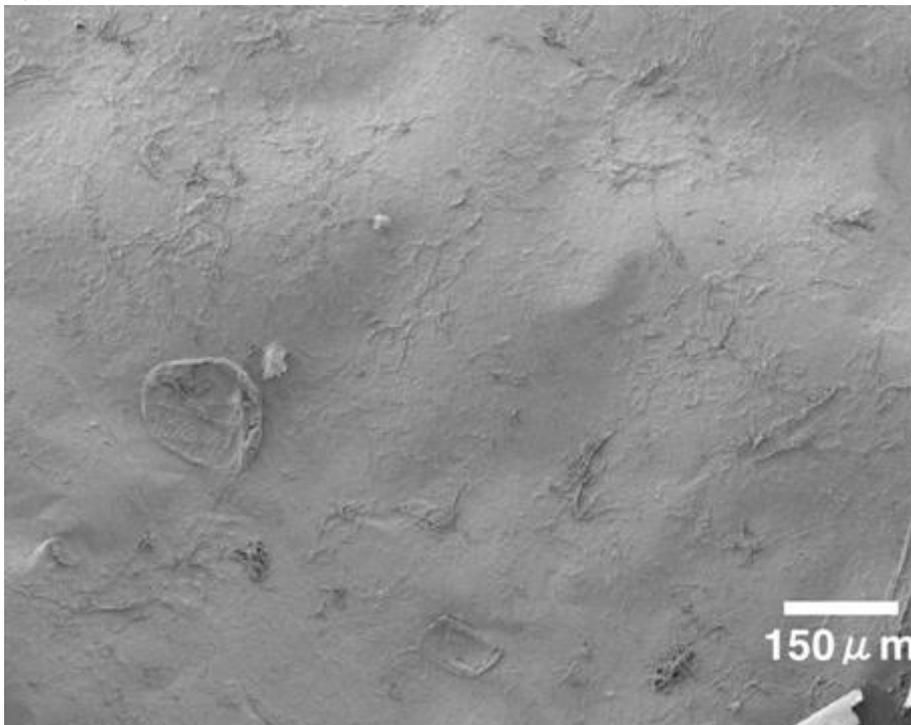
未乾燥シュガービート

解繊後 (×60,000)

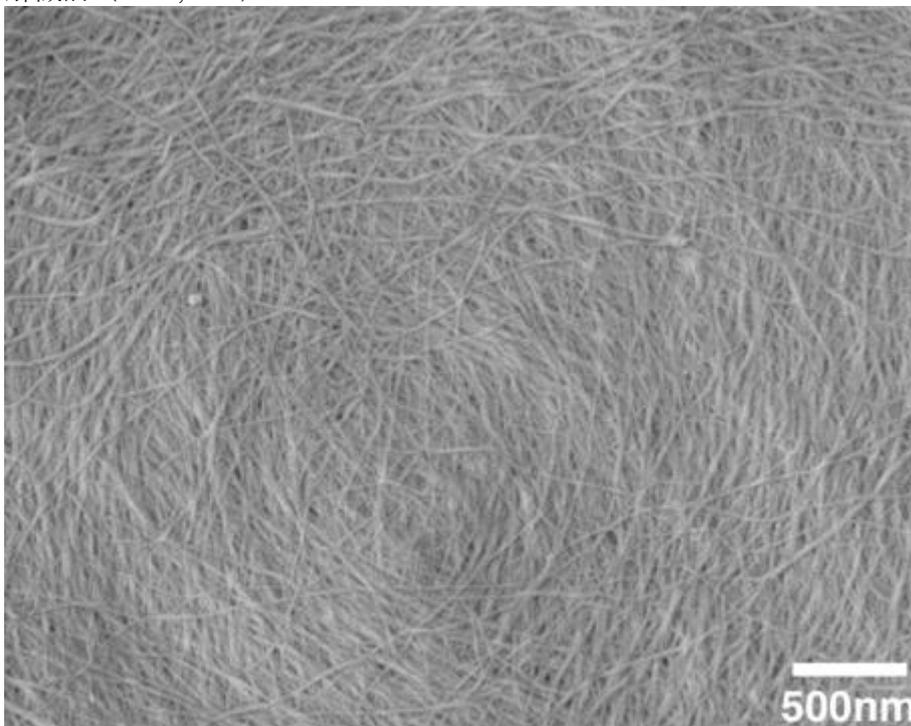


乾燥キャッサバ

解繊前 (×100)

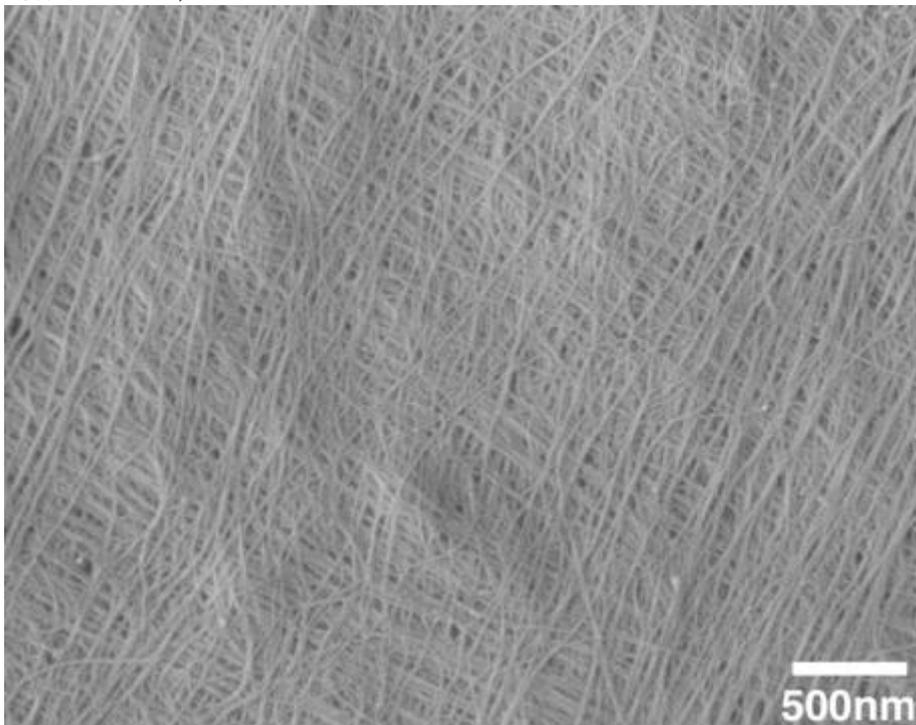


解繊前 (×30,000)

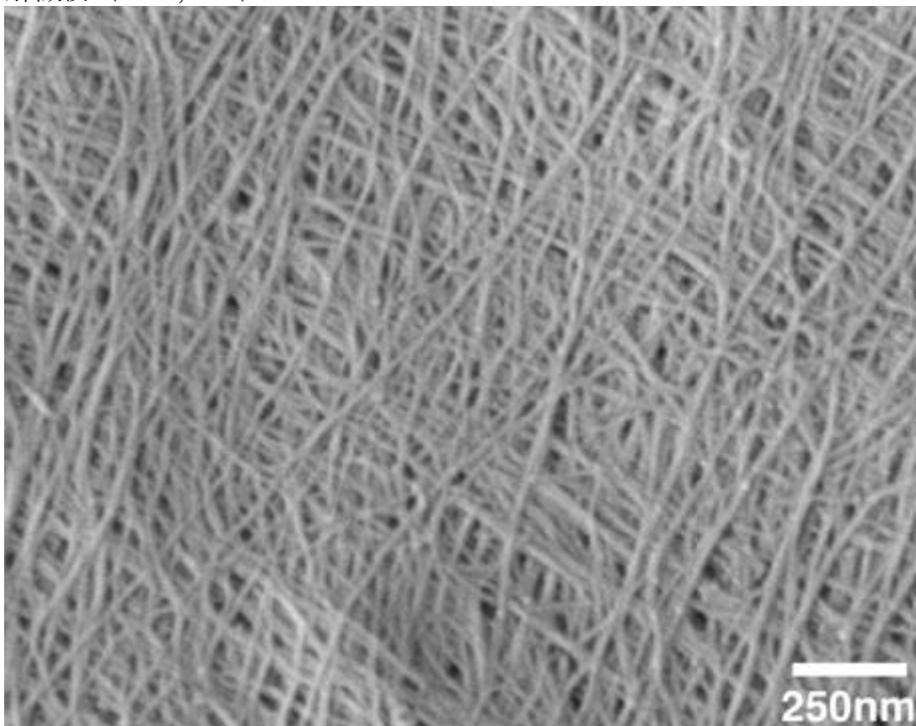


乾燥キャッサバ

解繊後 (×30,000)

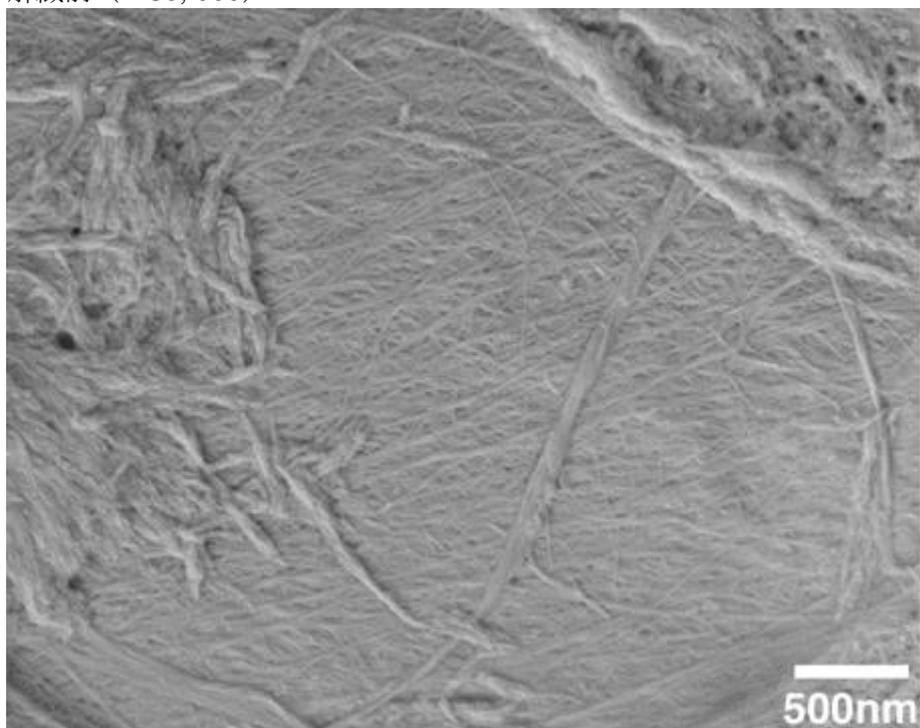


解繊後 (×60,000)

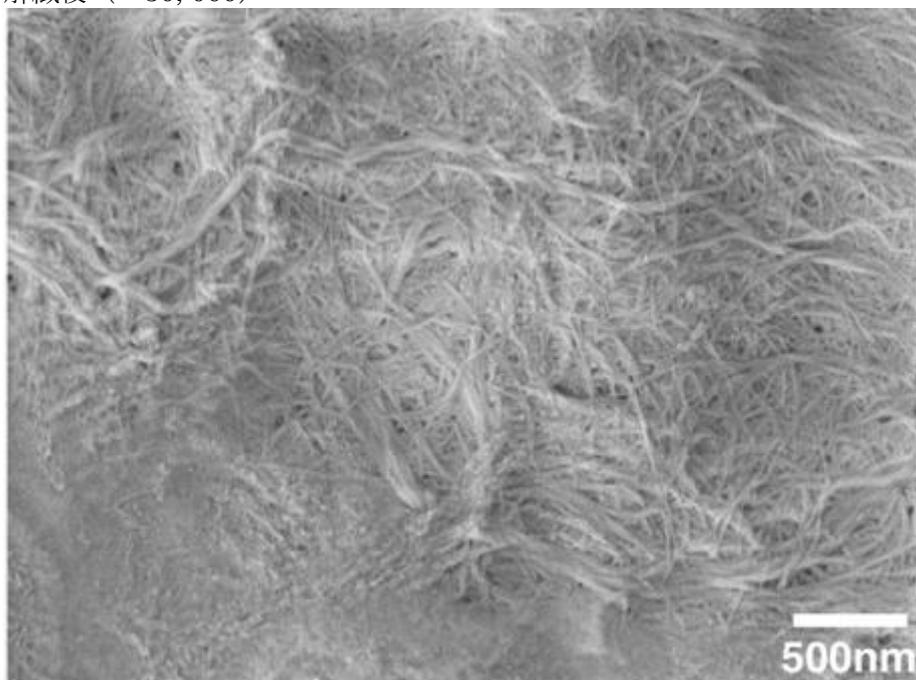


未乾燥焼酎かす

解繊前 (×30,000)

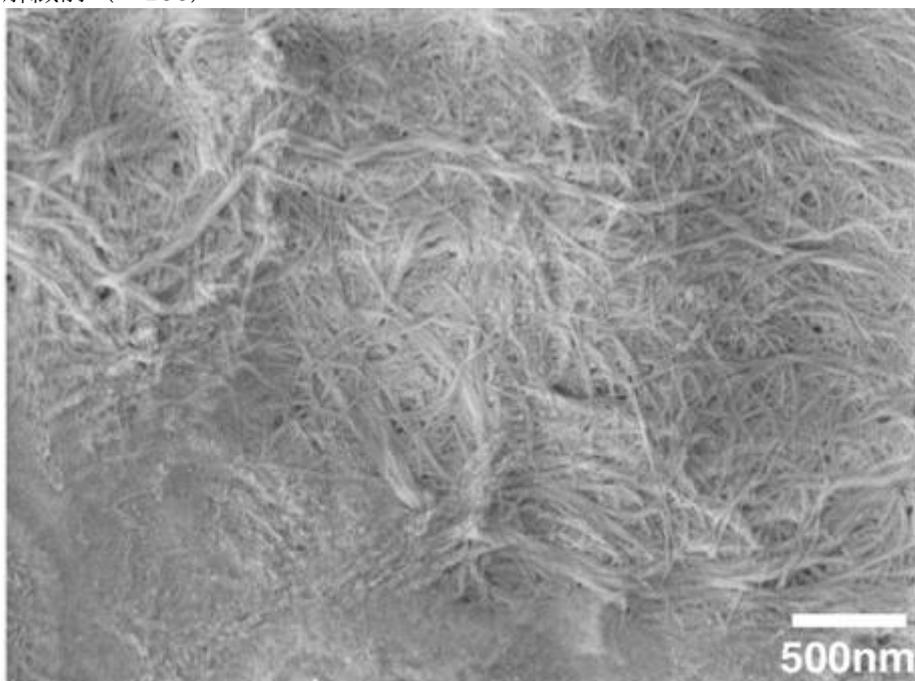


解繊後 (×30,000)

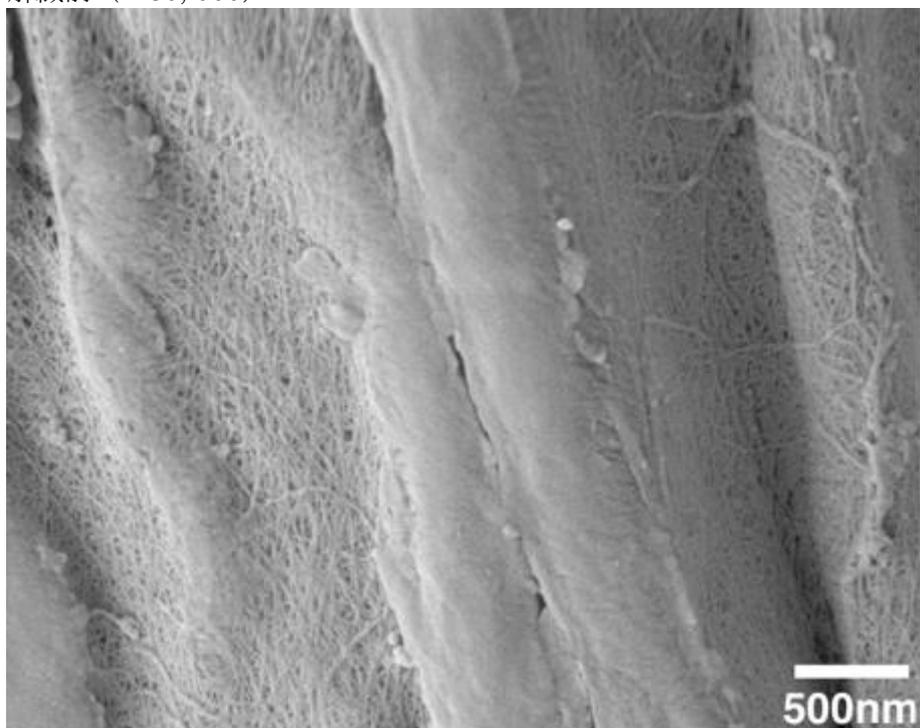


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 3-4%)

解繊前 (×100)

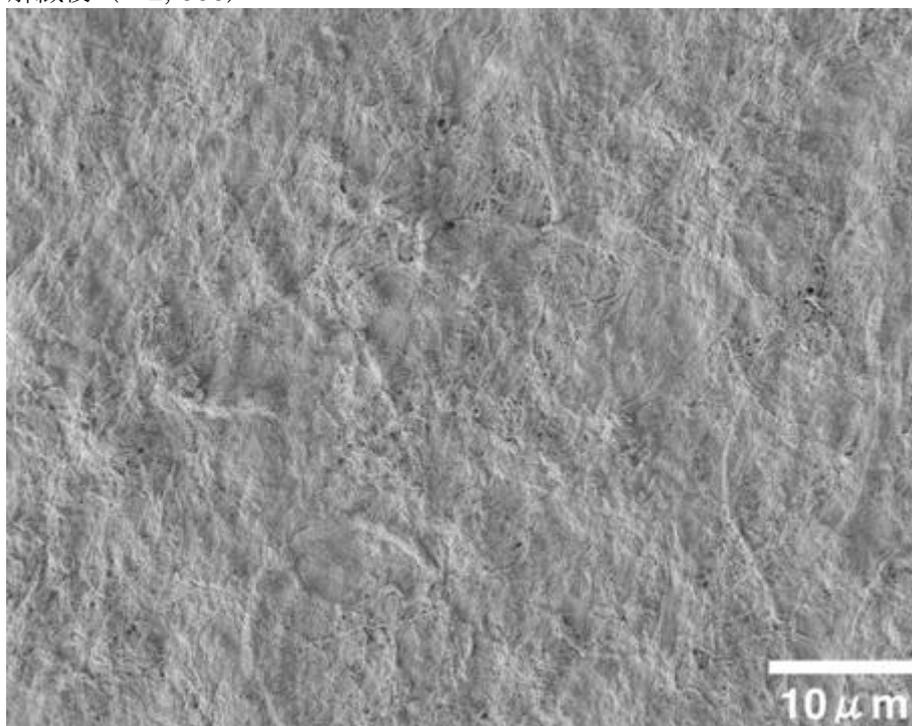


解繊前 (×30,000)

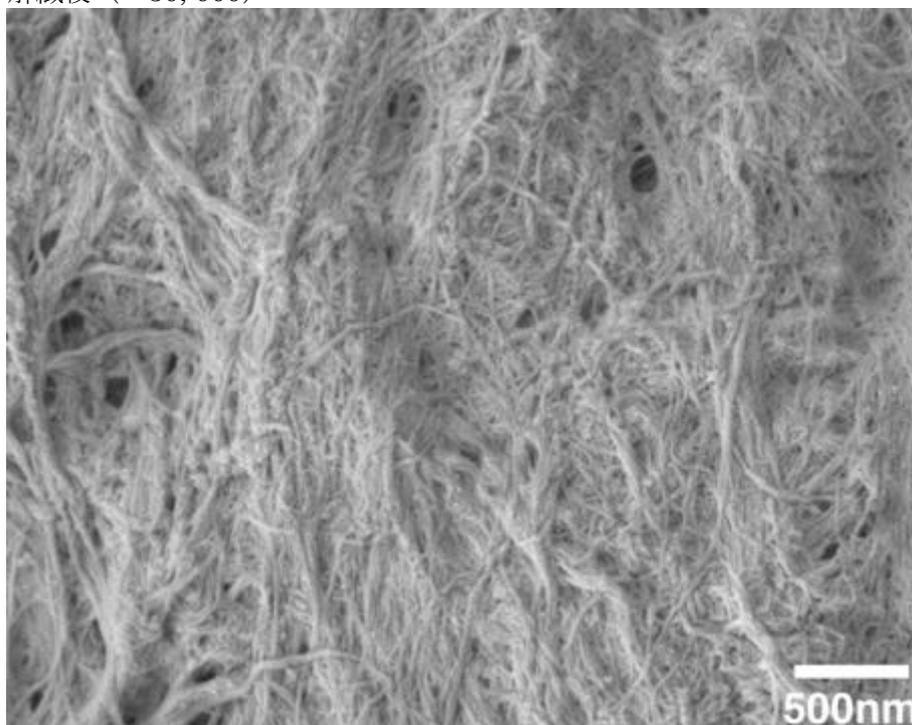


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 3-4%)

解繊後 (×2,000)

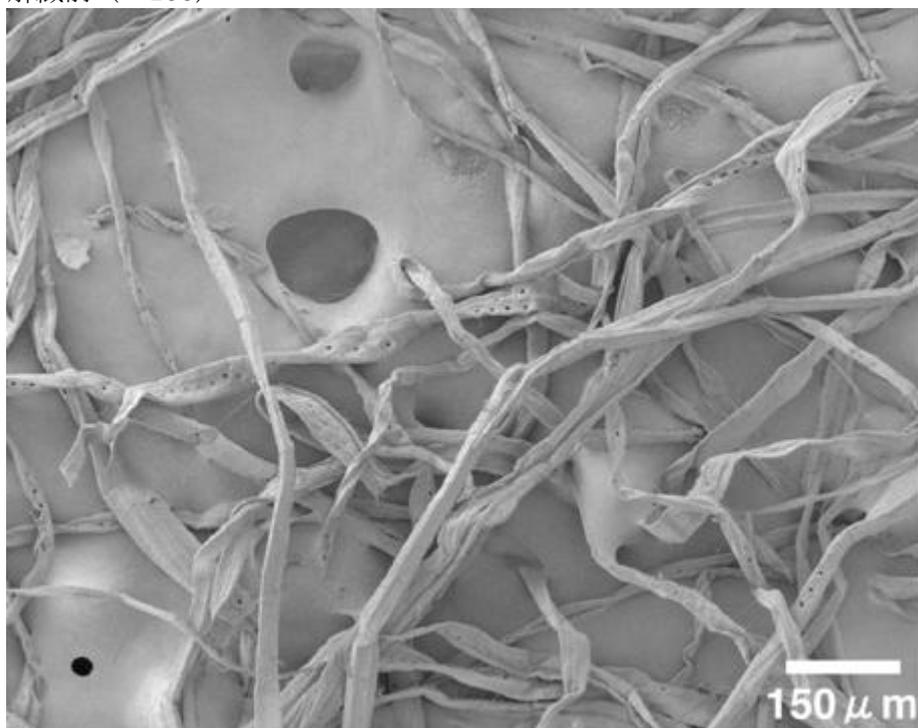


解繊後 (×30,000)

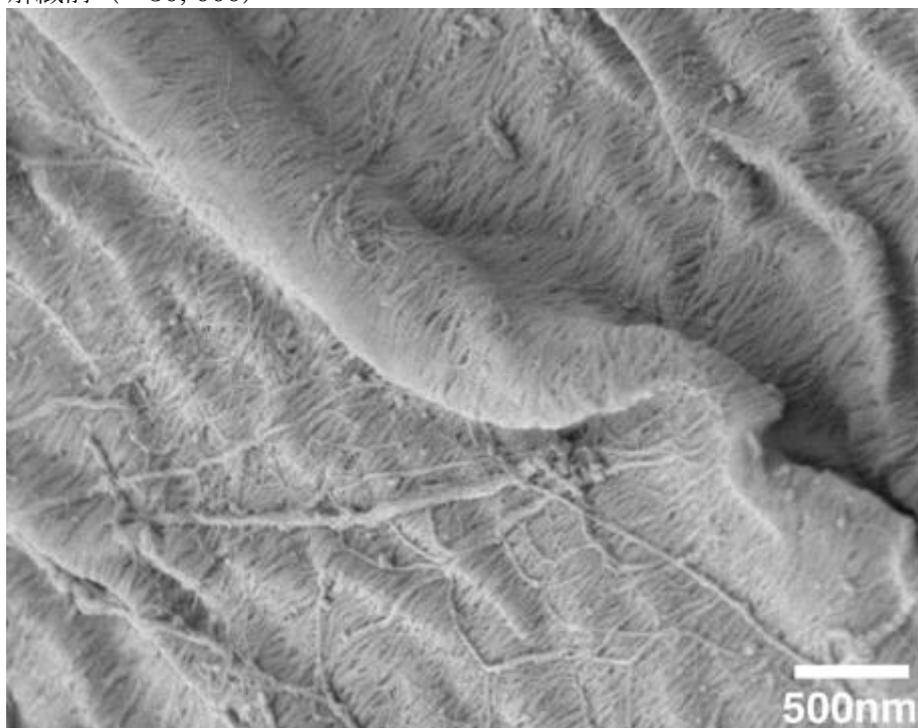


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 6-7%)

解繊前 (×100)

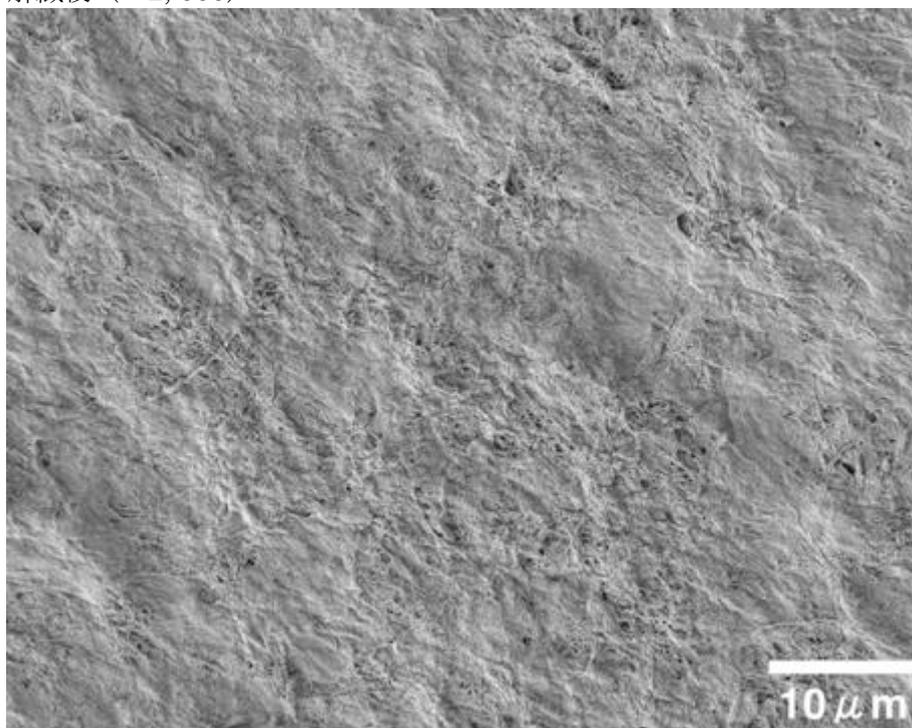


解繊前 (×30,000)

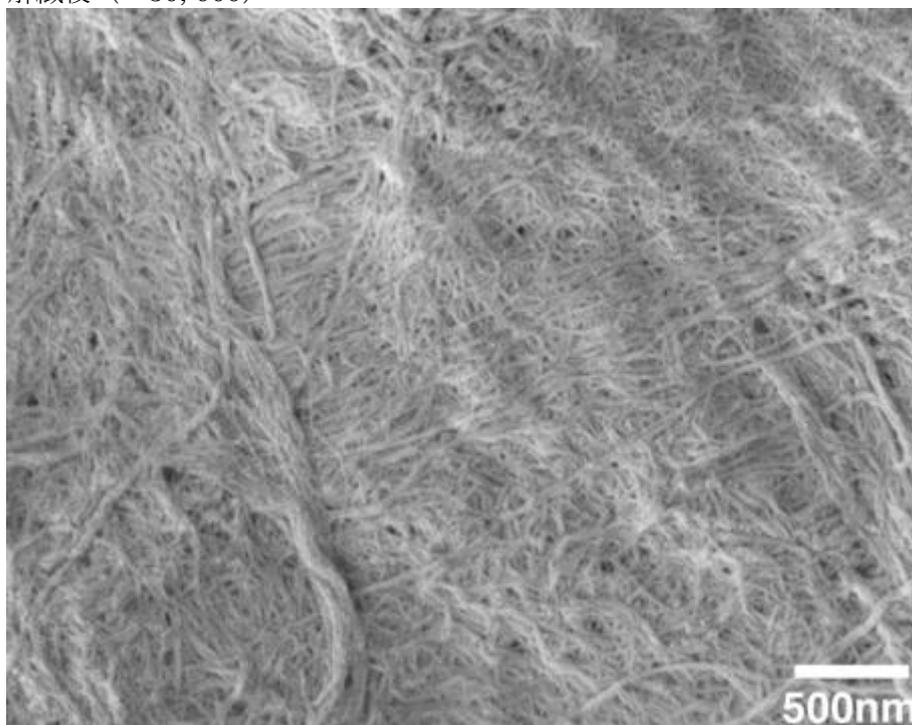


未乾燥クラフトパルプ (リグニン 6-7%)

解繊後 (×2,000)

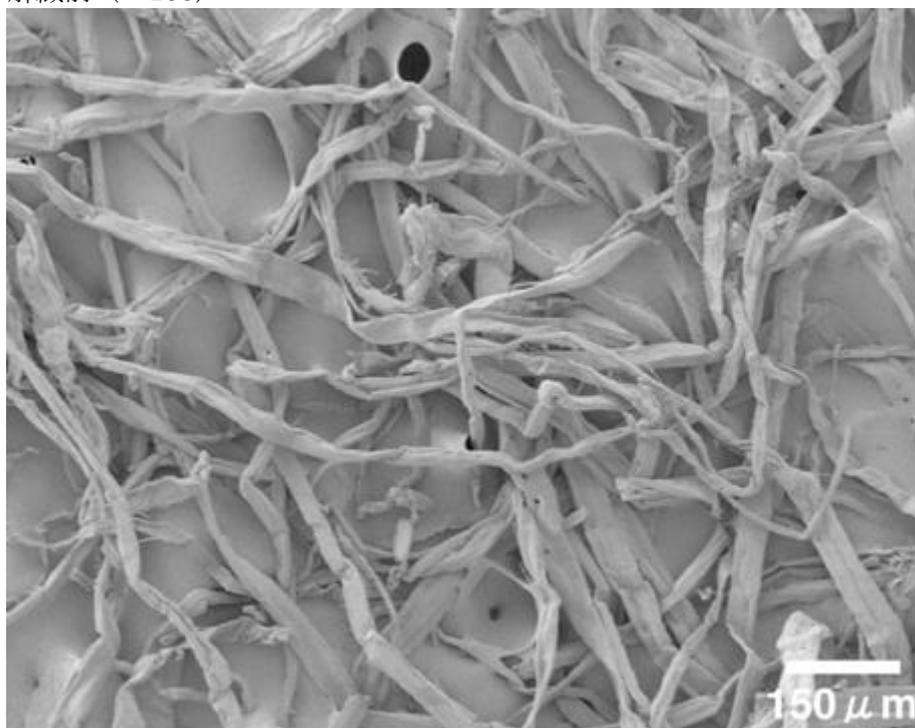


解繊後 (×30,000)

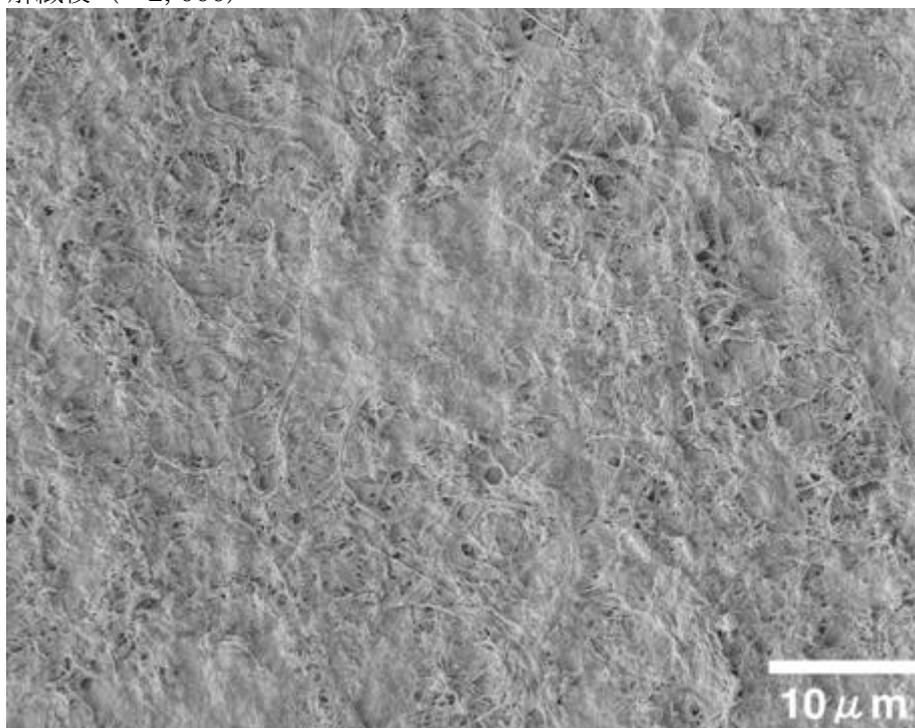


未乾燥サルファイトパルプ (1. 蒸解処理)

解繊前 (×100)

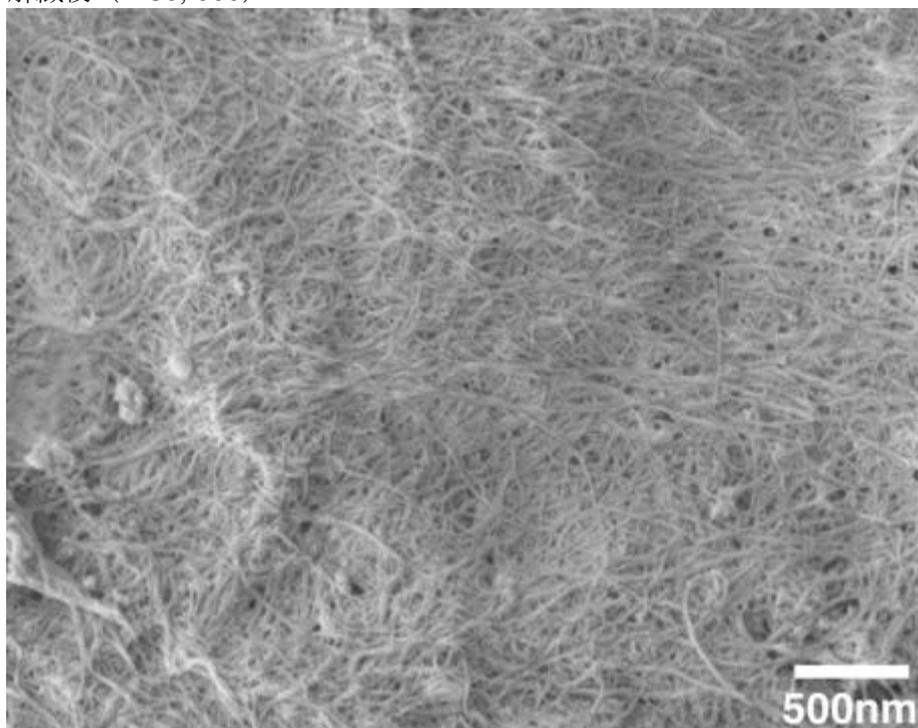


解繊後 (×2,000)



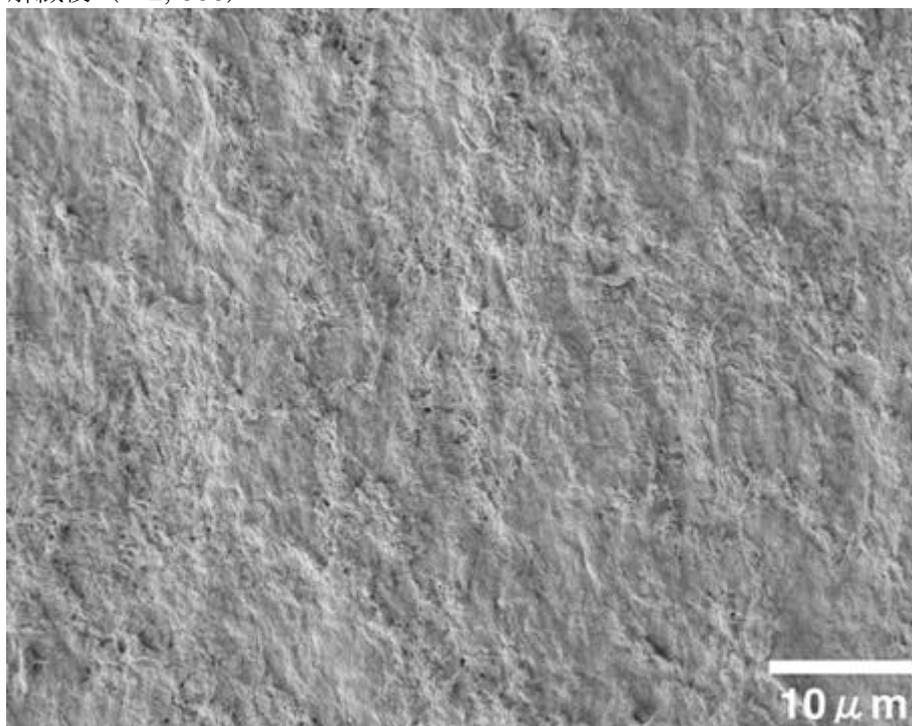
未乾燥サルファイトパルプ (1. 蒸解処理)

解繊後 (×30,000)

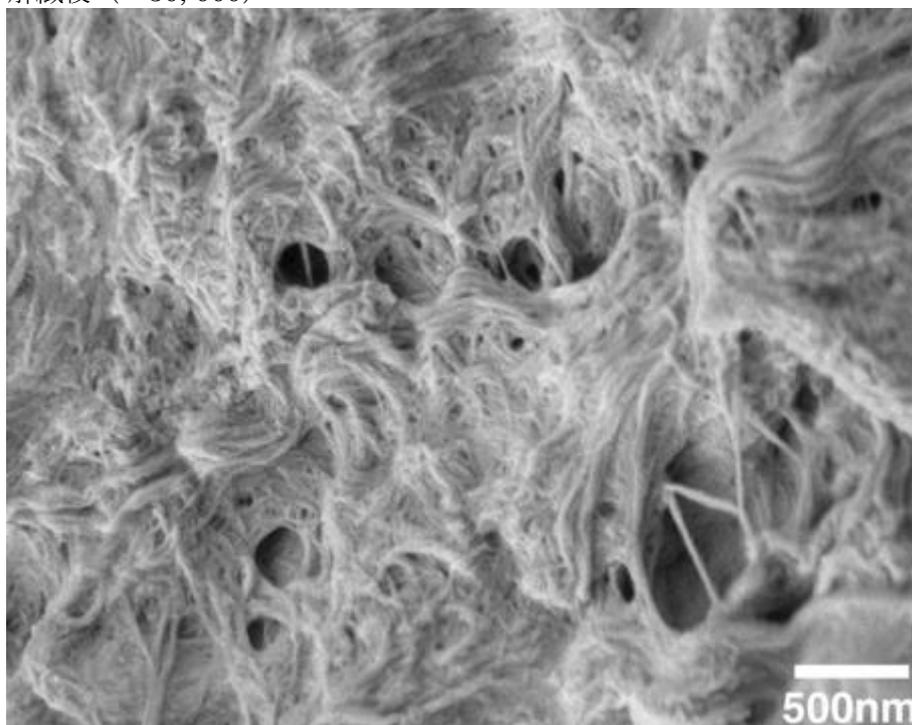


未乾燥サルファイトパルプ (2. アルカリ処理)

解繊後 (×2,000)

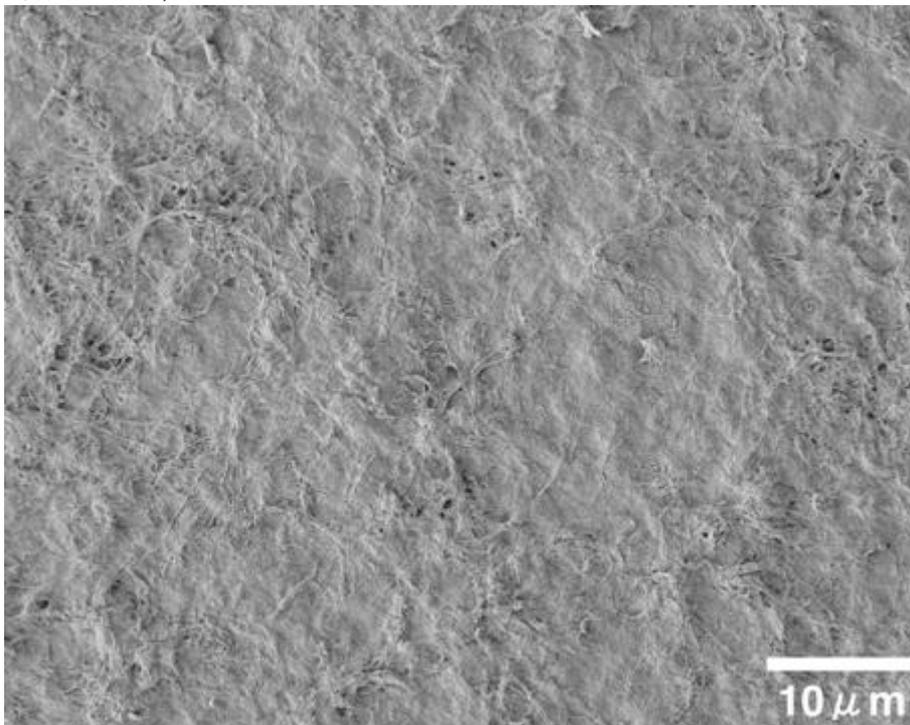


解繊後 (×30,000)

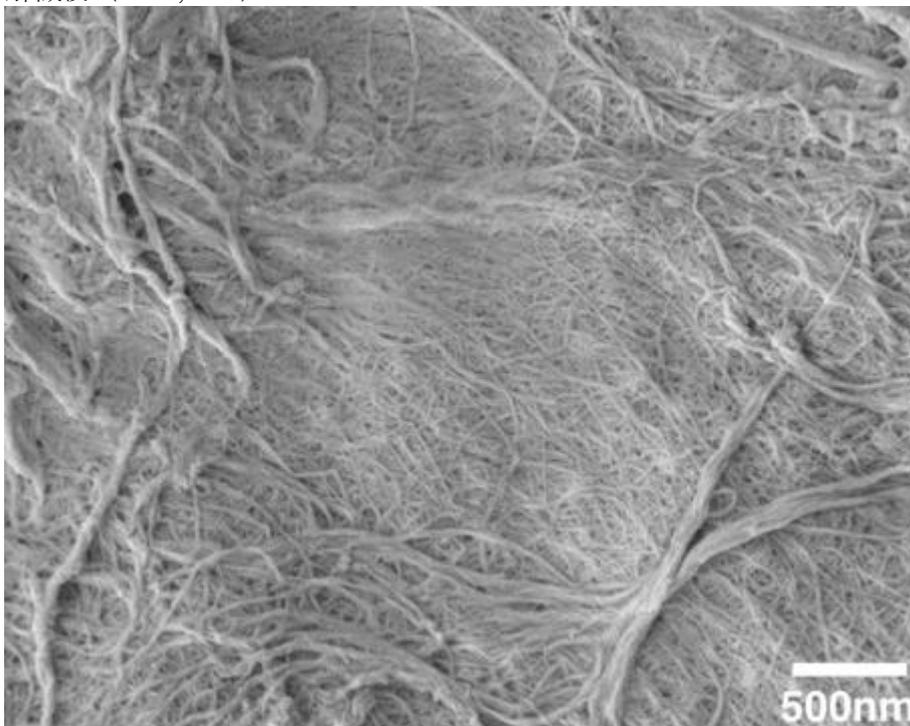


未乾燥サルファイトパルプ (3. 漂白処理)

解繊後 (×2,000)

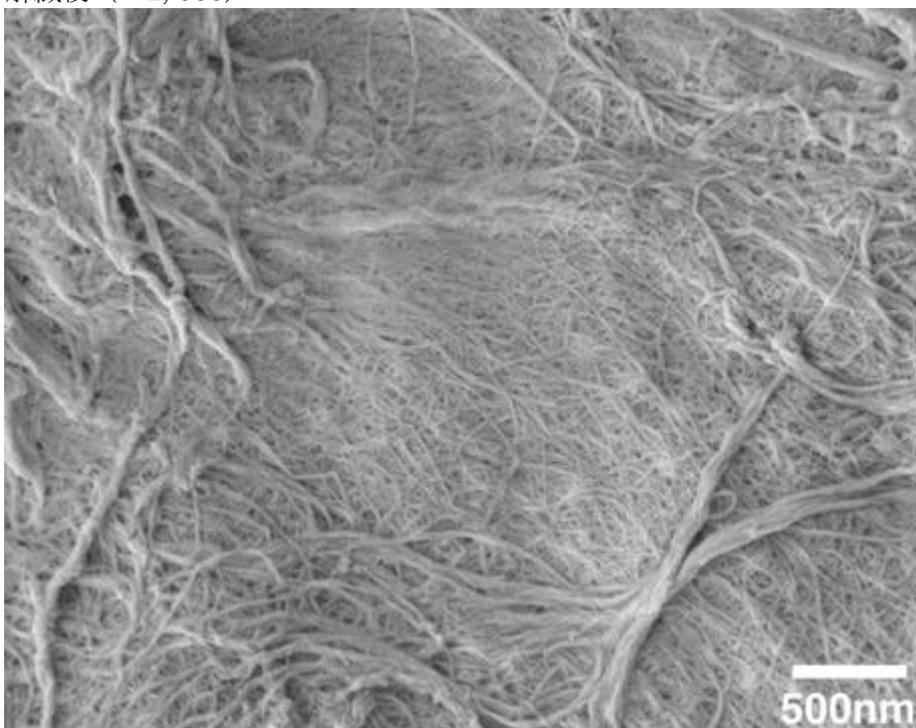


解繊後 (×30,000)

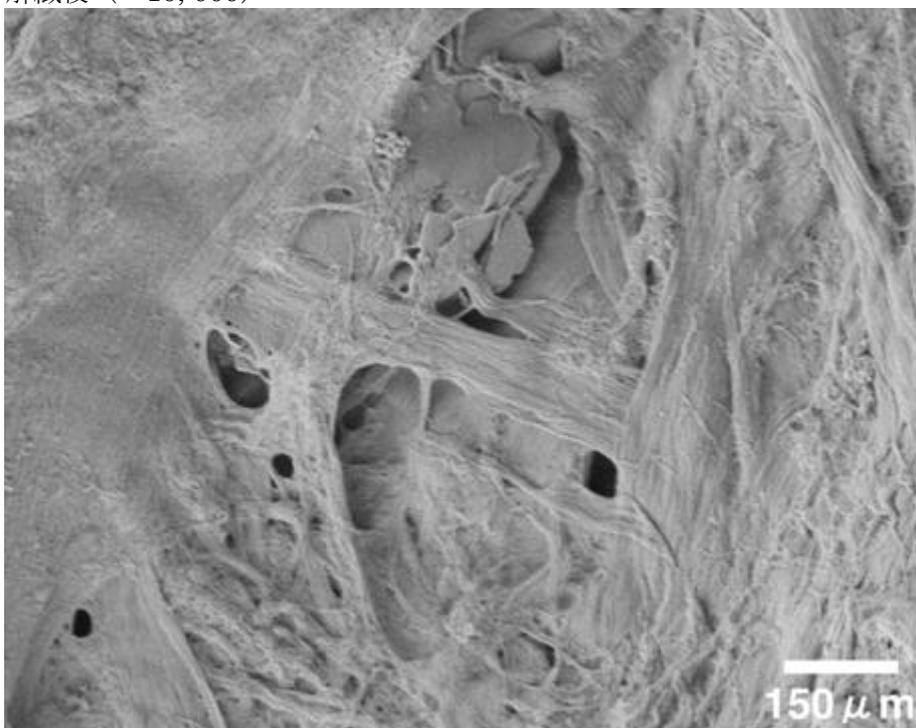


乾燥サーモメカニカルパルプ (未漂白)

解繊後 (×2,000)

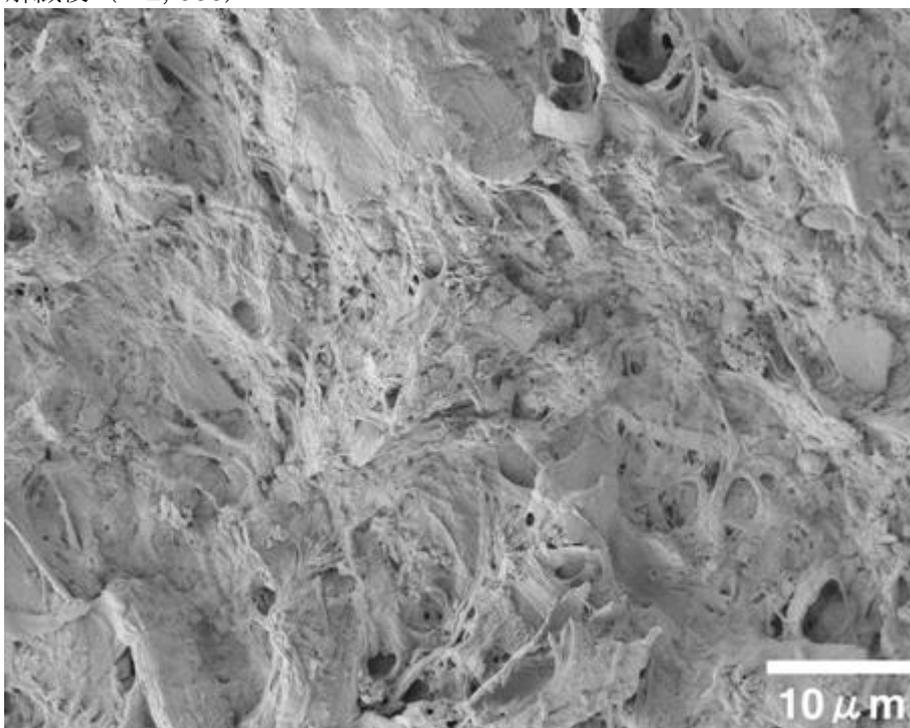


解繊後 (×10,000)

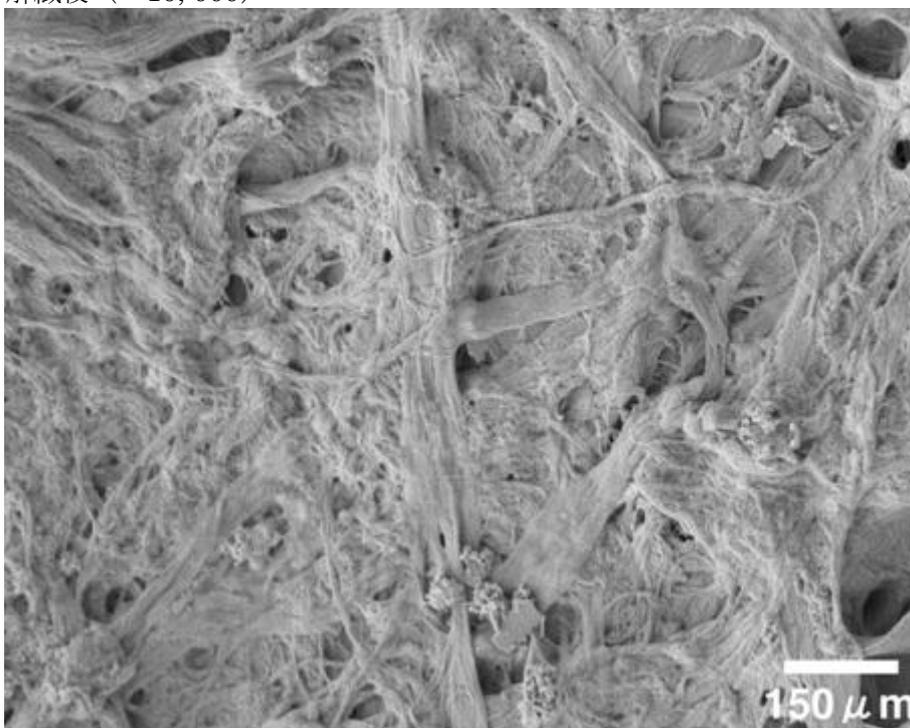


乾燥サーモメカニカルパルプ (半晒し)

解繊後 (×2,000)

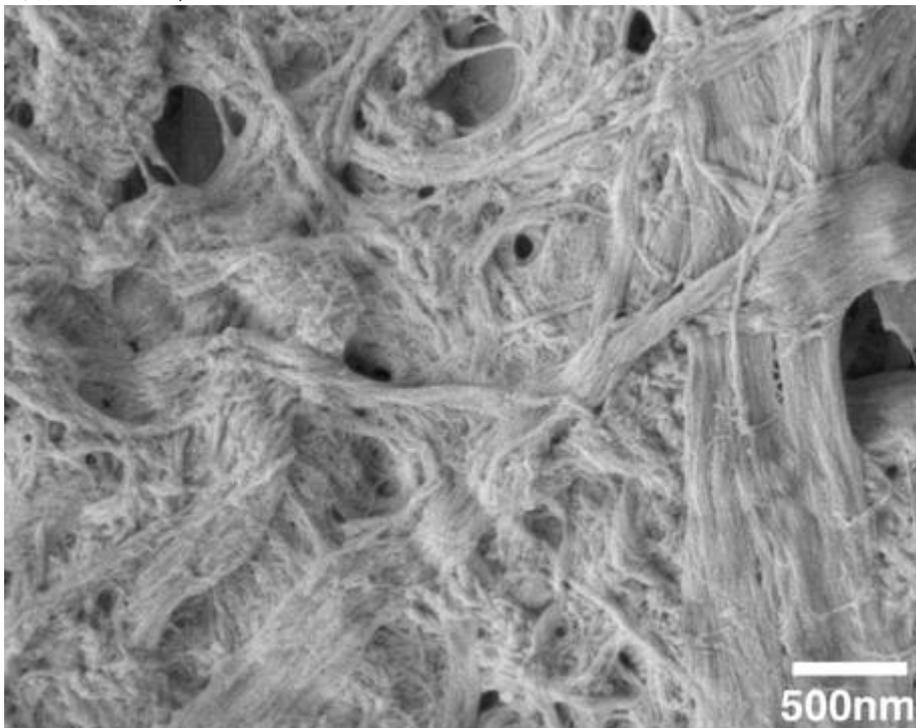


解繊後 (×10,000)



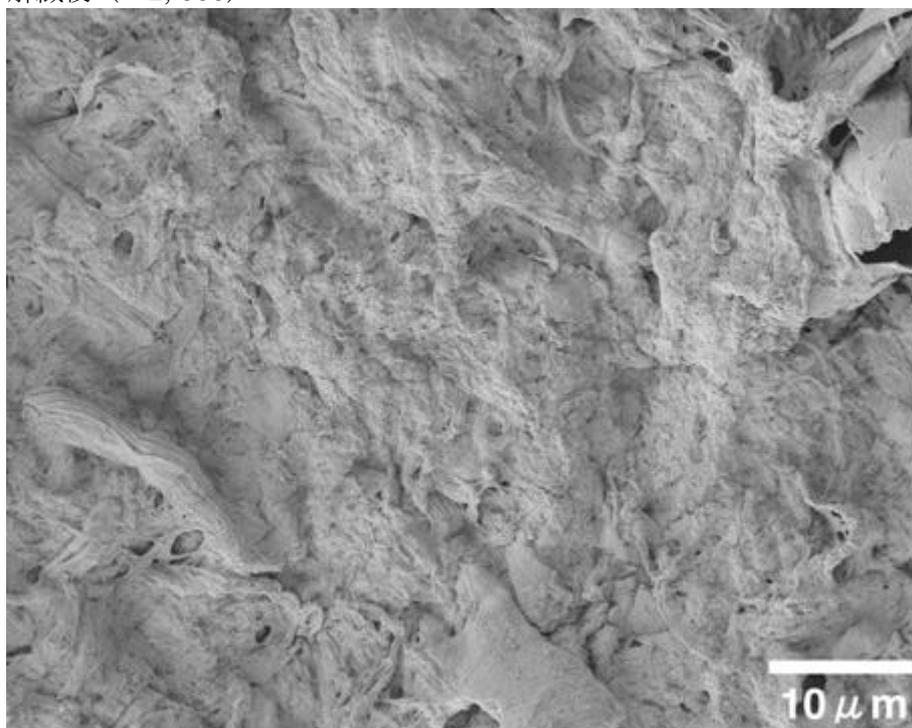
乾燥サーモメカニカルパルプ (半晒し)

解繊後 (×30,000)

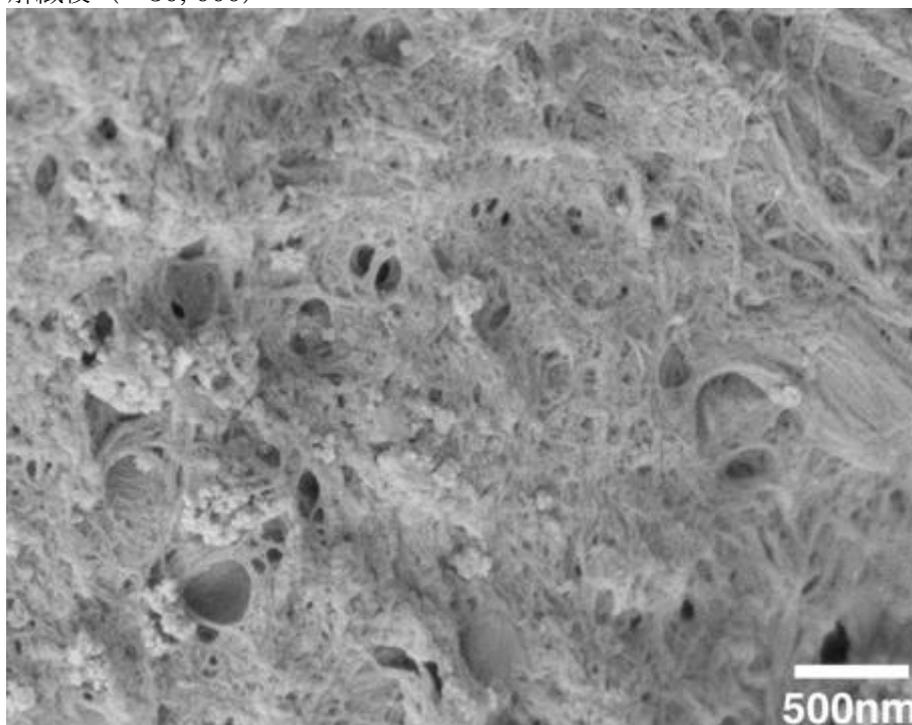


乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後 (×2,000)

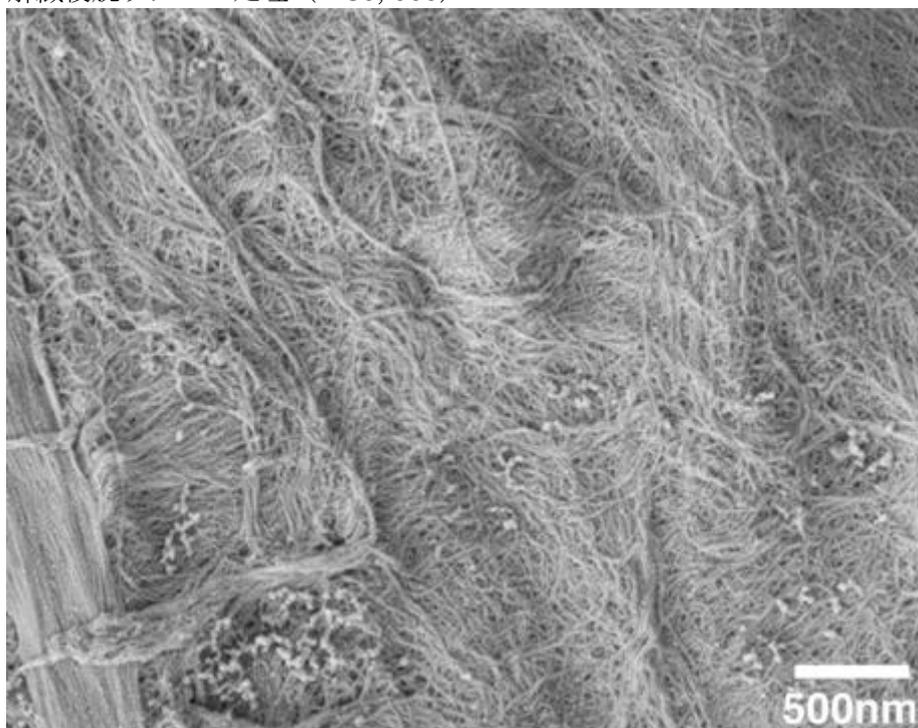


解繊後 (×30,000)



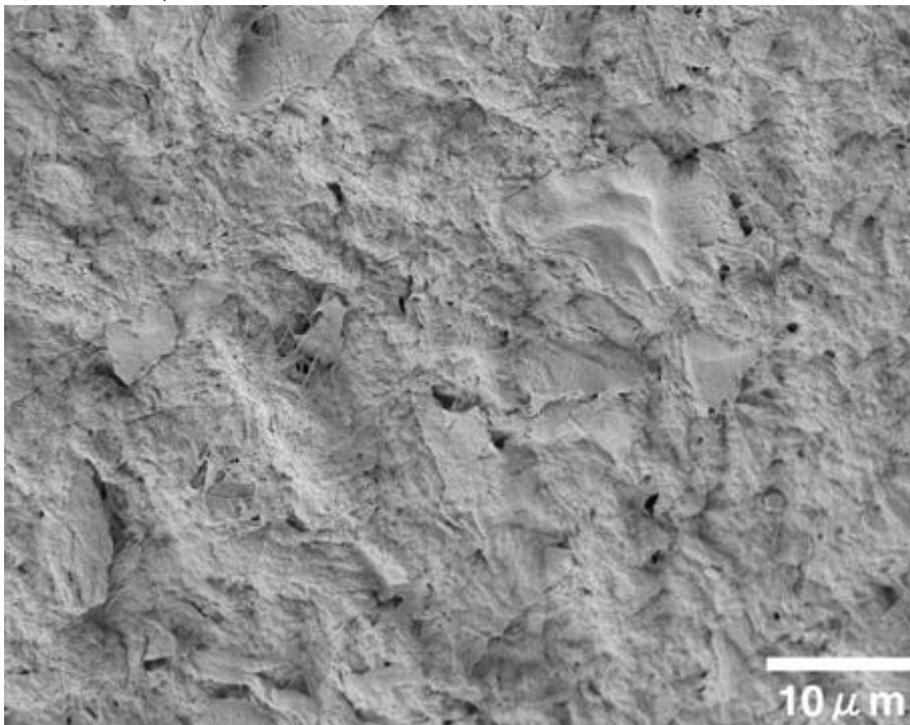
乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後脱リグニン処理 (×30,000)

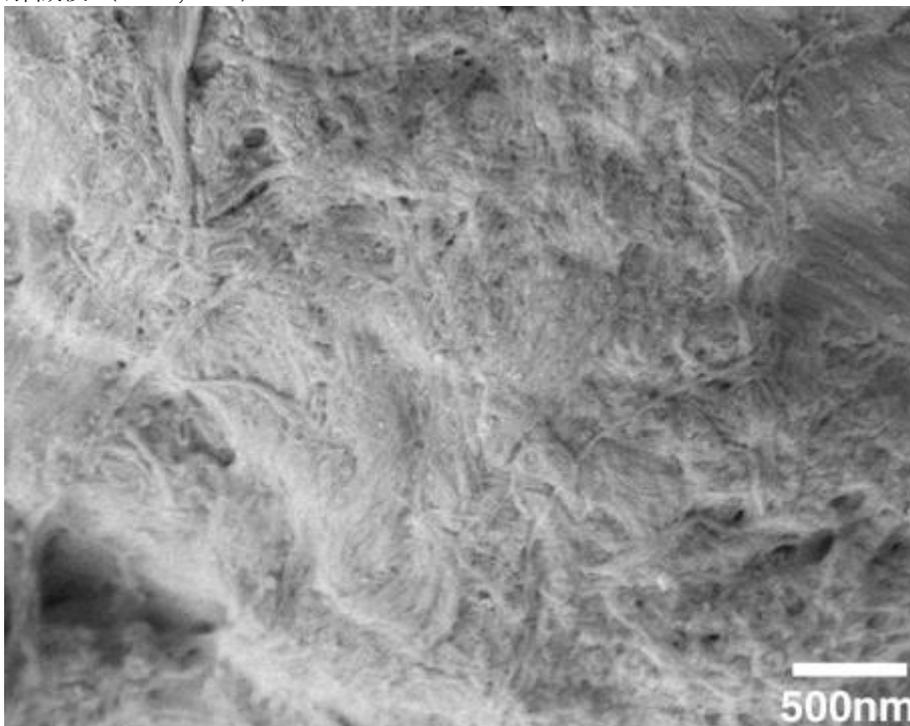


未乾燥ケミサーモメカカルパルプ

解繊後 (×2,000)

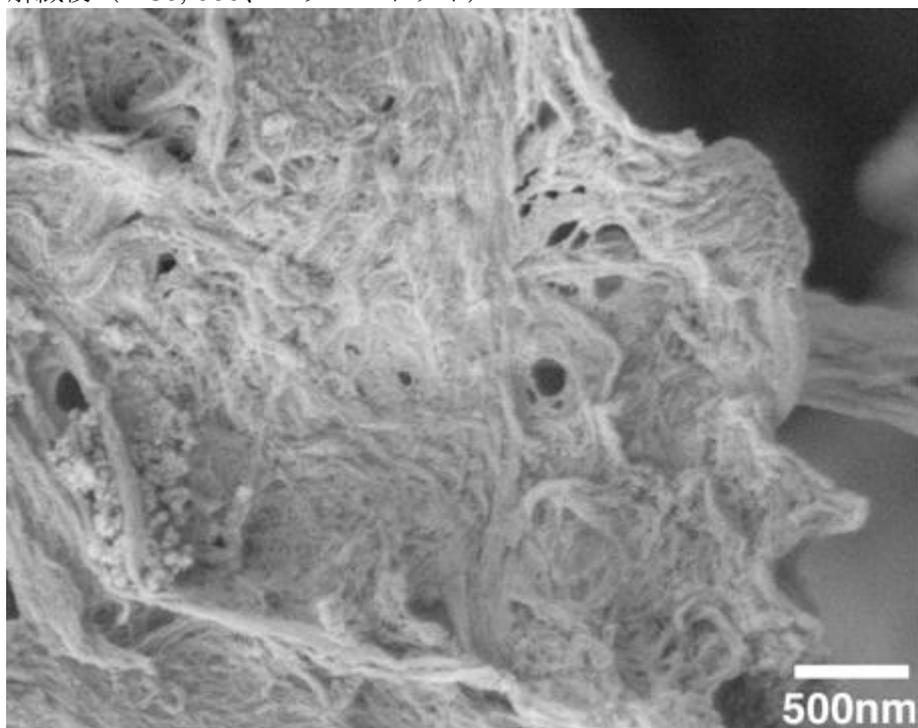


解繊後 (×30,000)



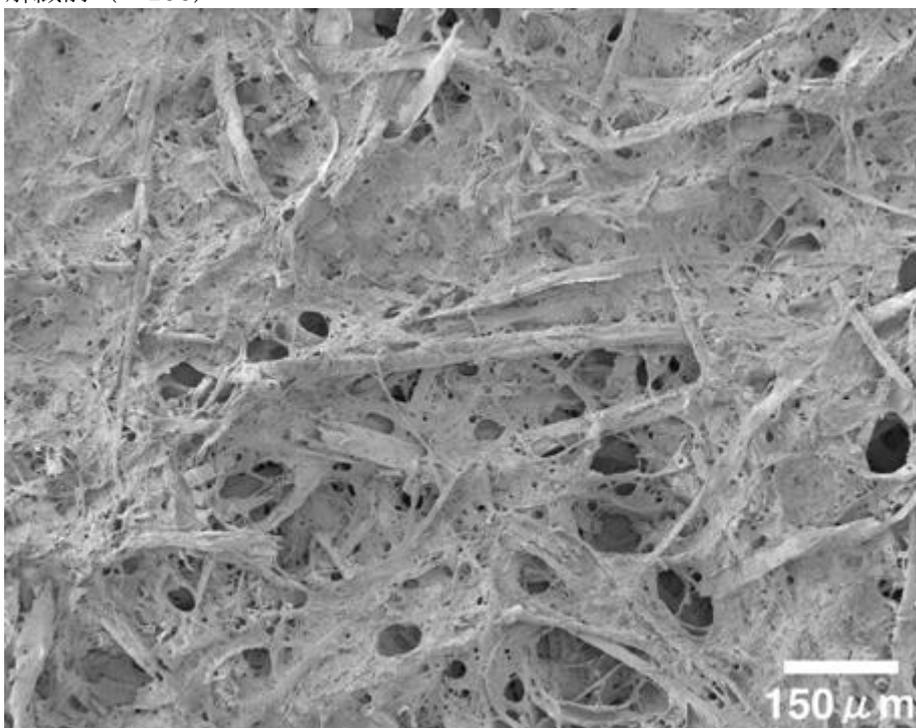
未乾燥ケミサーモメカニカルパルプ

解繊後（×30,000、フリーズドライ）

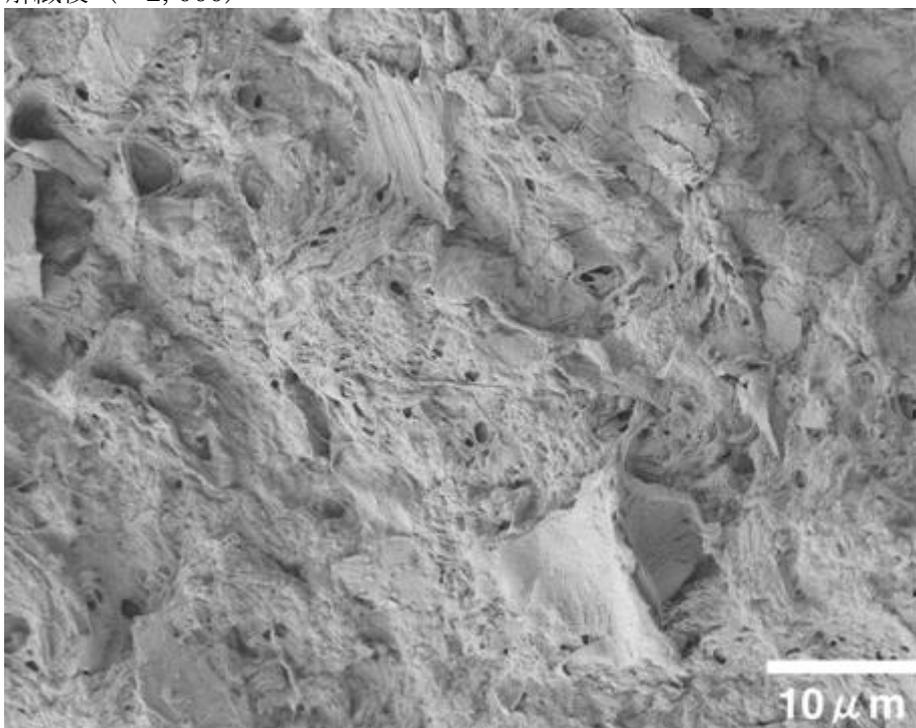


グラインドパルプ (未漂白)

解繊前 (×100)

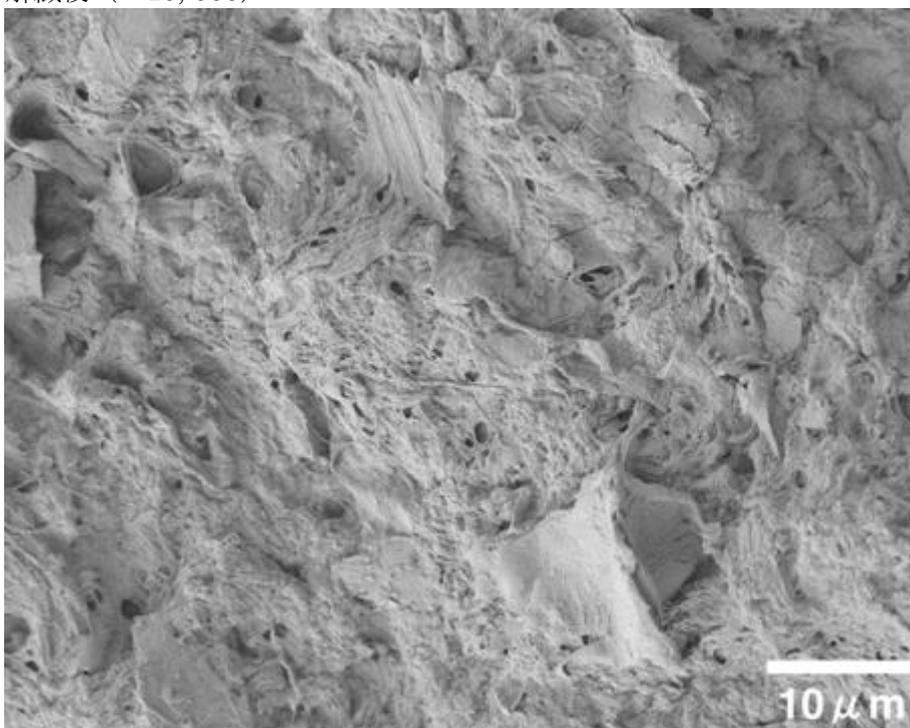


解繊後 (×2,000)



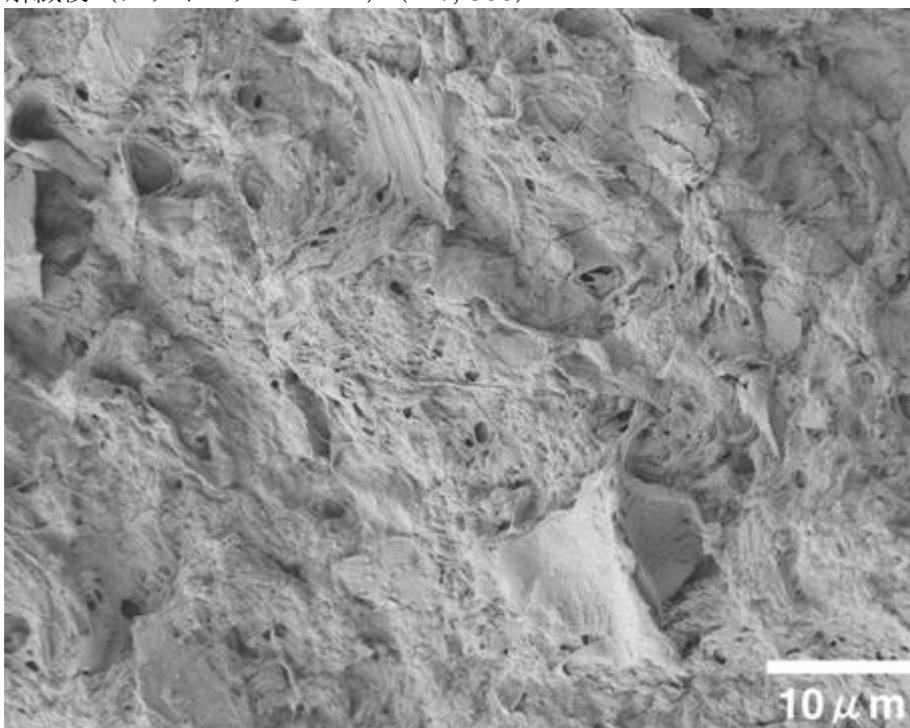
グラインドパルプ (未漂白)

解繊後 (×10,000)

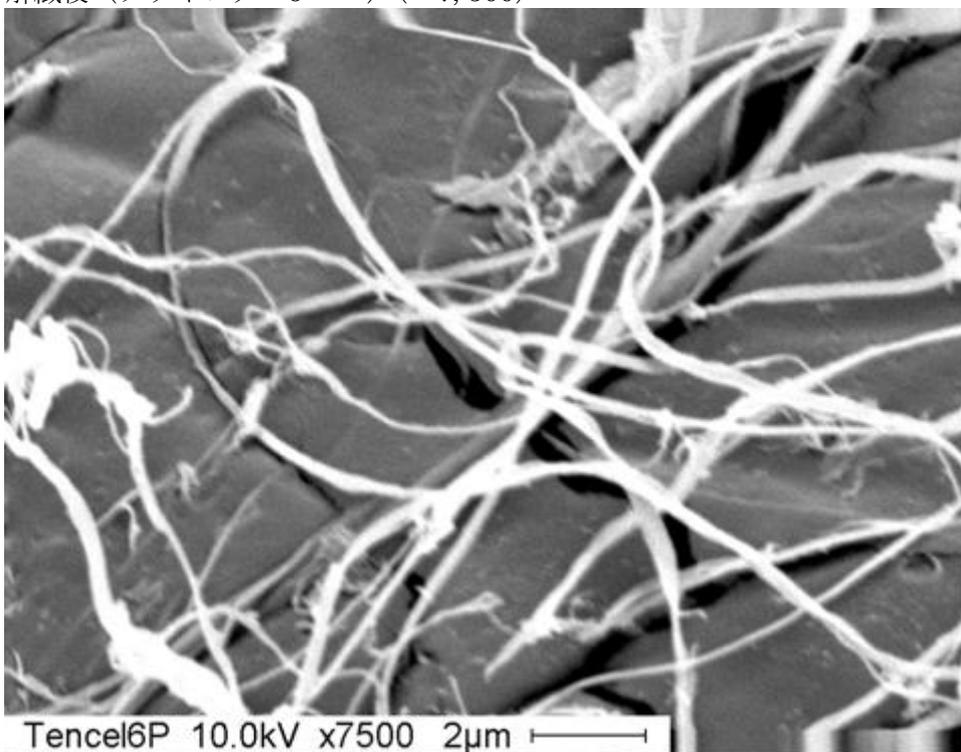


テンセル

解繊後（グラインダー3パス）（×7,500）

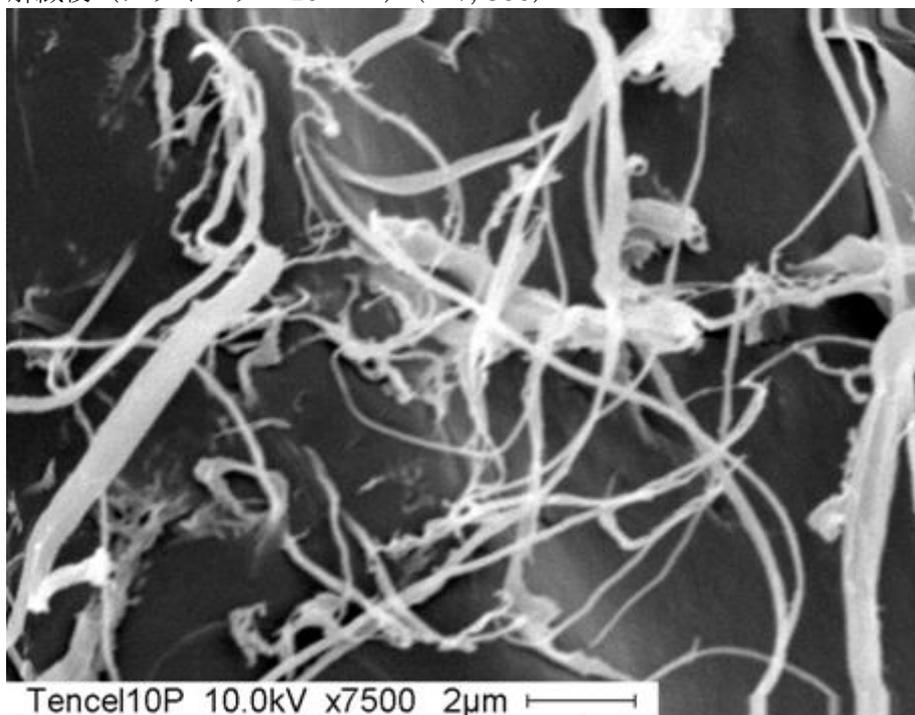


解繊後（グラインダー6パス）（×7,500）



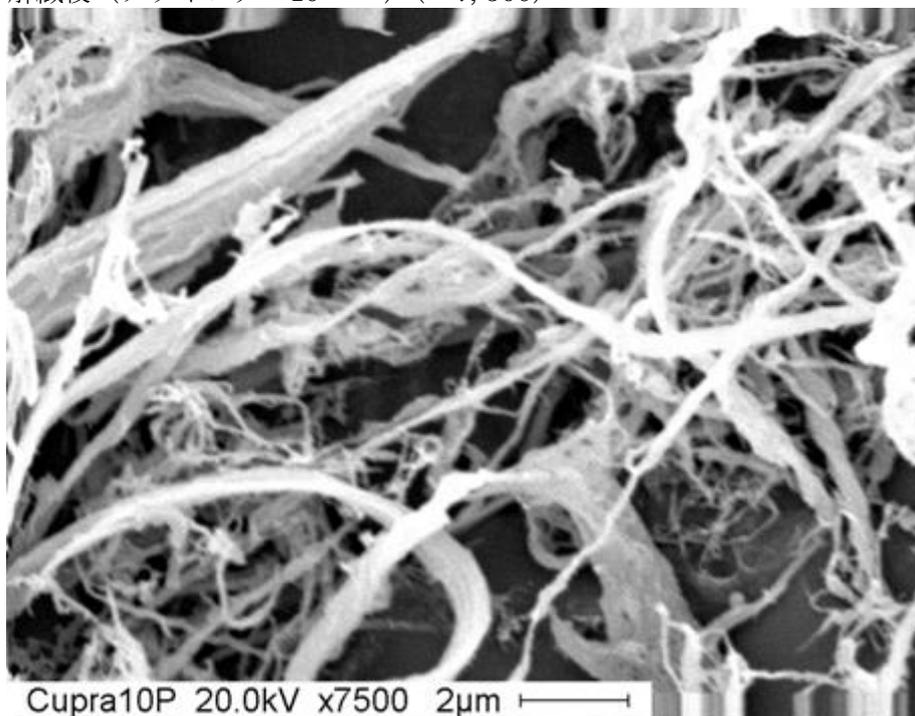
テンセル

解繊後（グラインダー10パス）（×7,500）



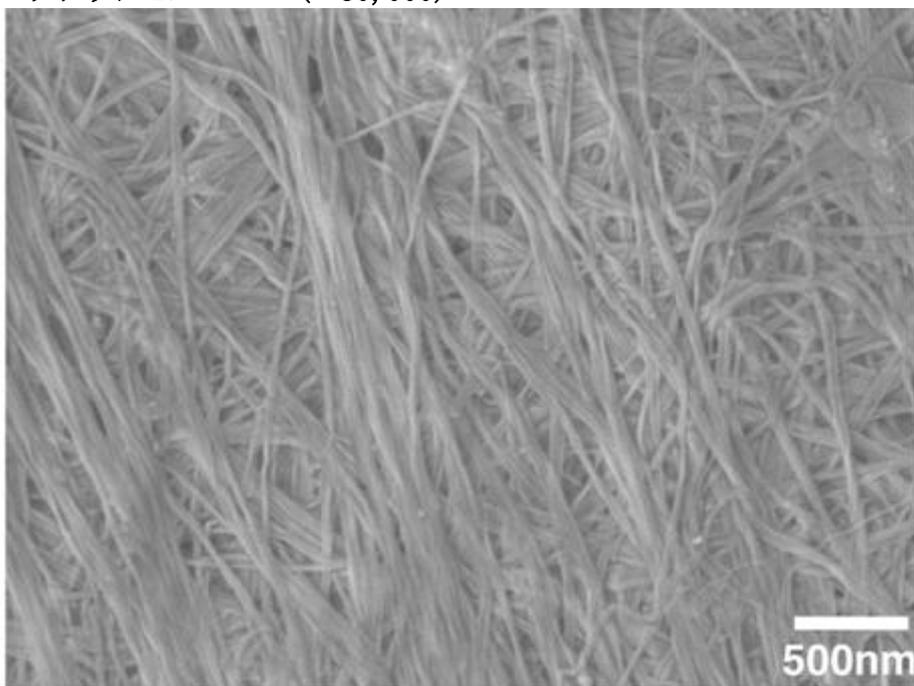
キュプラ

解繊後（グラインダー10パス）（×7,500）

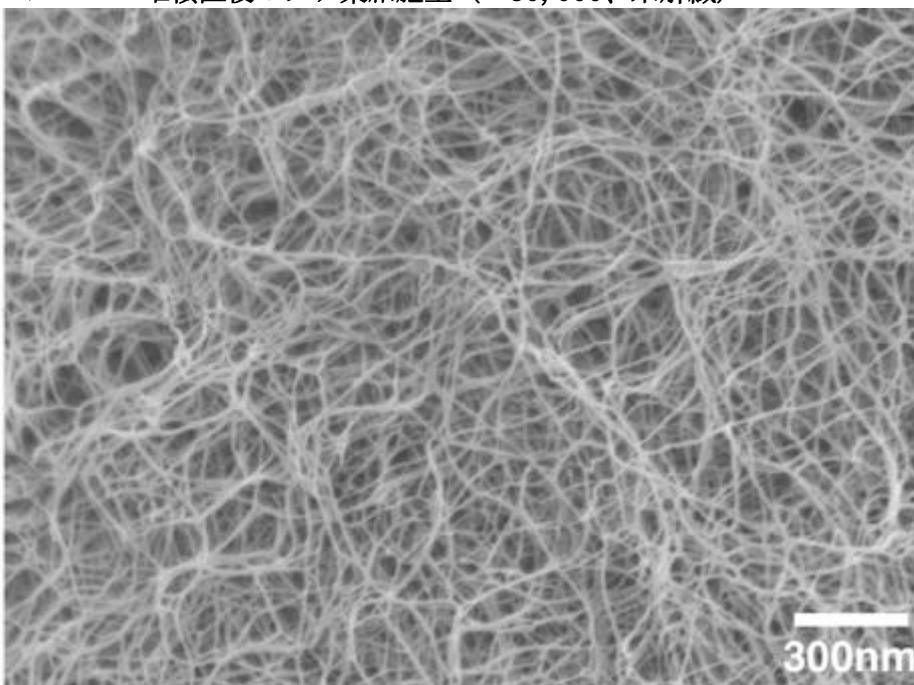


参考写真

バクテリアセルロース (×30,000)

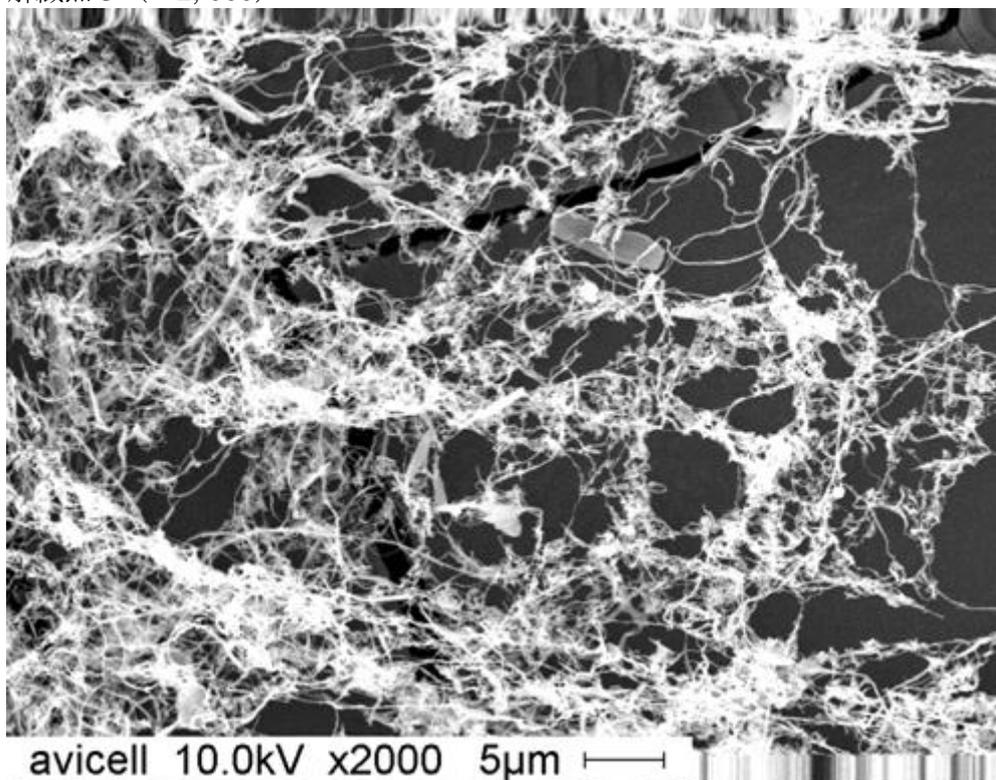


セルロース堆積直後のブナ柔細胞壁 (×50,000、未解繊)

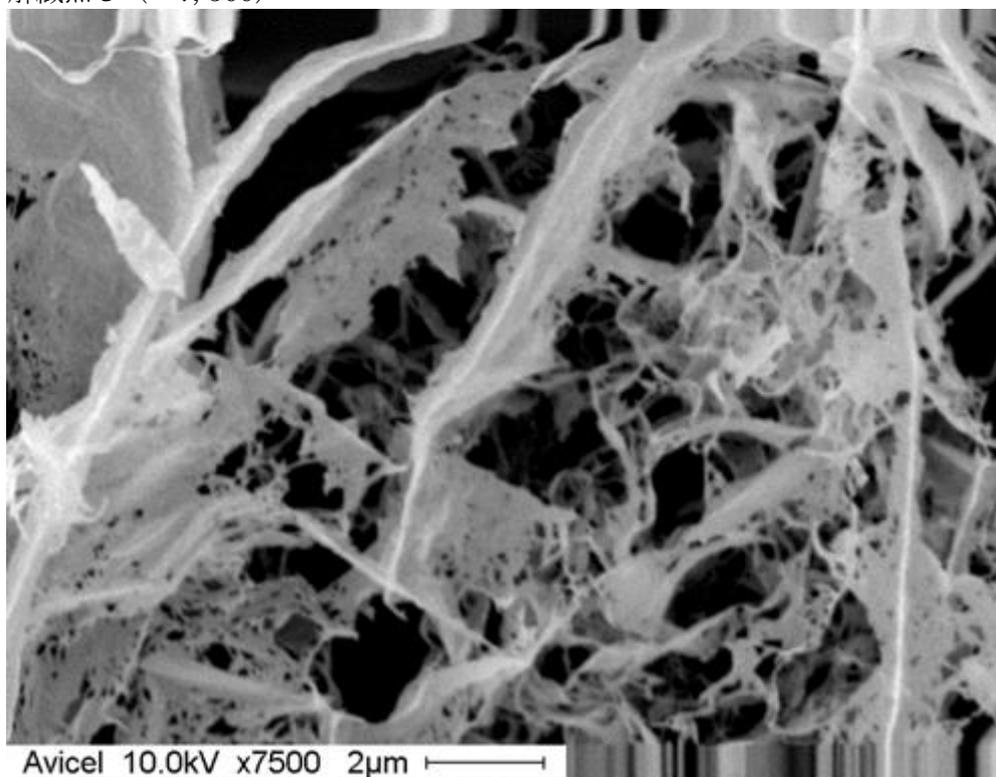


アビセル (微結晶セルロース)

解繊無し (×2,000)

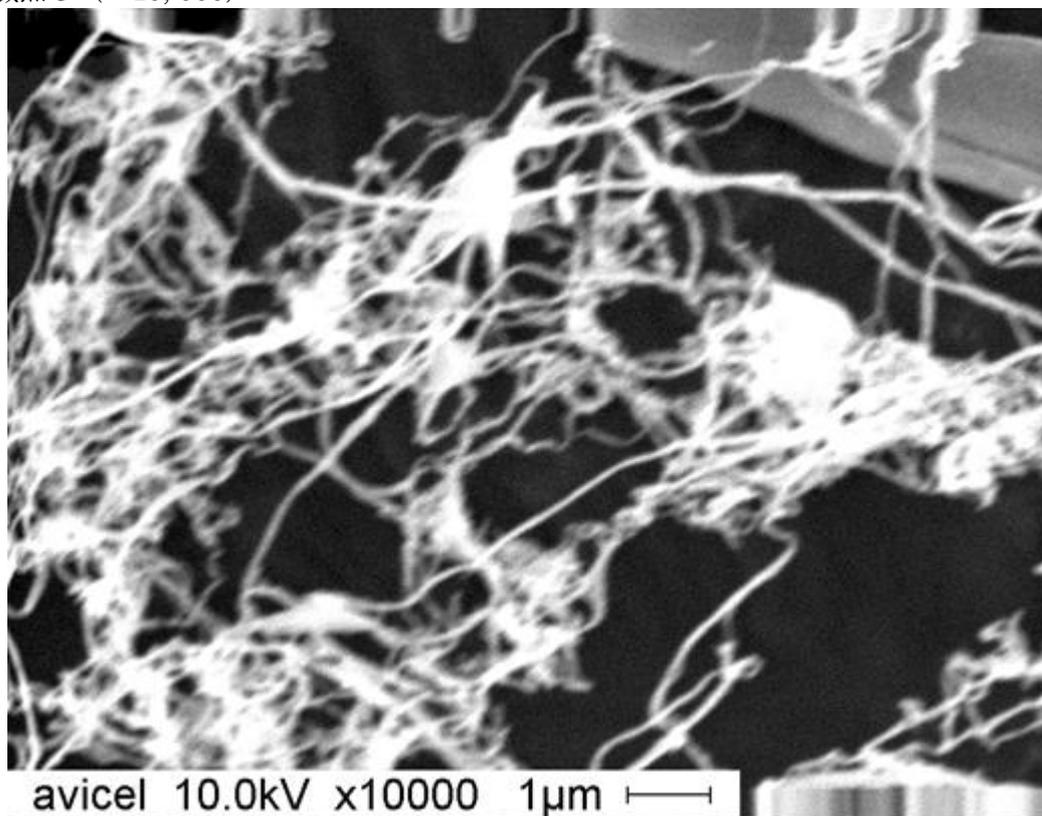


解繊無し (×7,500)



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。

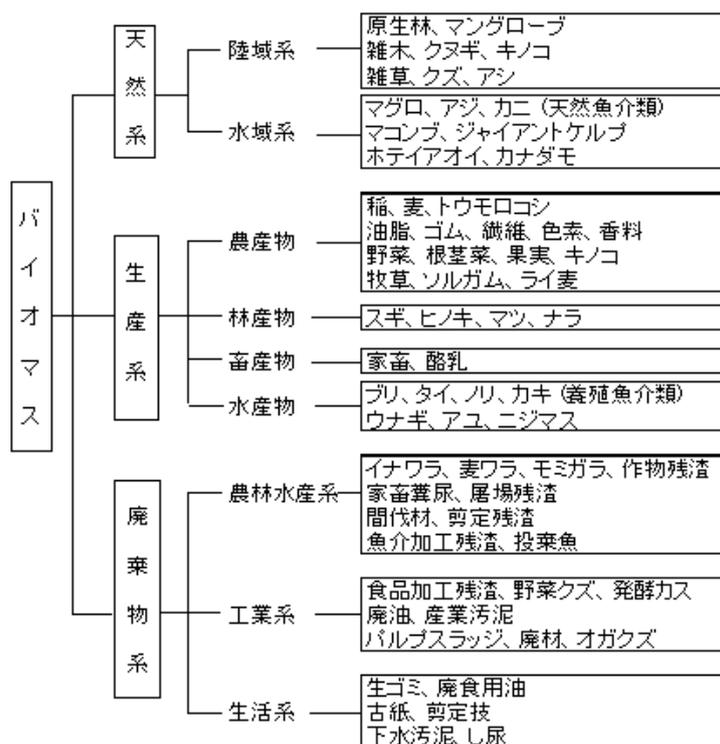


図1. バイオマス資源の分類

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 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	単位面積当たりの純一次生産 g/m ² /年		世界の純一次生産 10 ⁸ t/年		単位面積当たりの生物量 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			IGBP ^c	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

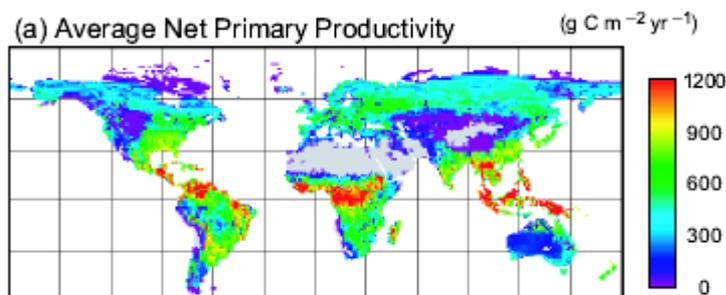


図 1. 1979 -2001 の平均一次生産量の分布。

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では絞りきれなかった。「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や径

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	0.639
	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	0.250
	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	1.180
	用材くず	用材生産量×発生率	用材生産量 あたり発生量	0.818
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	1.30
	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	0.28
	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	0.15
畜産系	牛糞	牛頭数×発生率	牛1頭 あたり発生量	1.10
	羊・山羊糞	羊・山羊頭数×発生率	羊・山羊1頭 あたり発生量	0.18
	豚糞	豚頭数×発生率	豚1頭 あたり発生量	0.22
	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	1.46
	鶏糞	鶏頭数×発生率	鶏1頭 あたり発生量	0.037

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)
- 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
Alcama ^{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. Alcama: 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 2050, High 2050	Technical	240	130	370	130	Economic estimate for 2050 assumes continued technology improvements, cost reductions to ethanol
			Technical	320	130	450	158	
			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)。

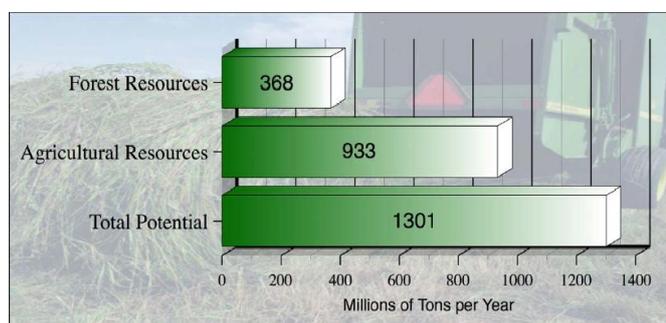


図 1. 米国バイオマス賦存量

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)。

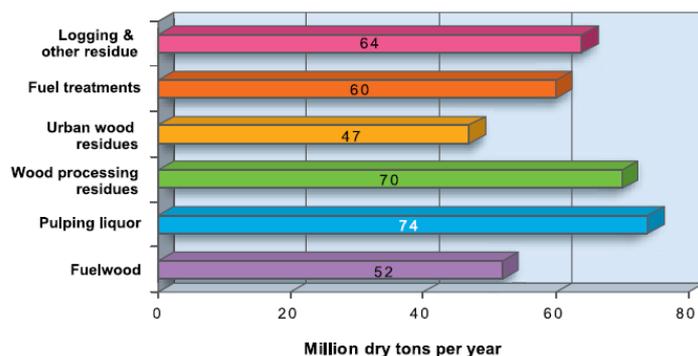


図 2. 森林バイオマスの賦存量

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)。

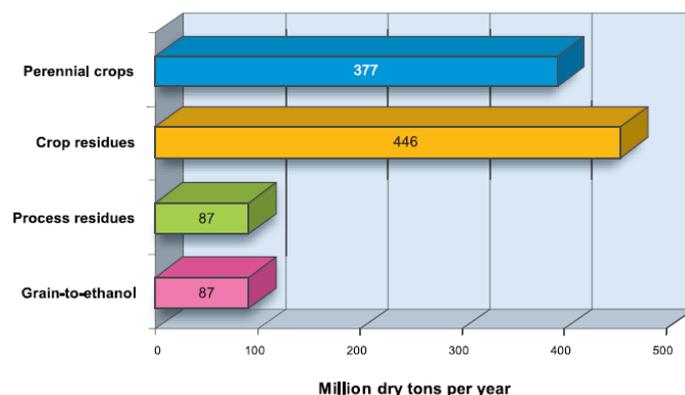


図3. 農業バイオマス賦存量の内訳

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)

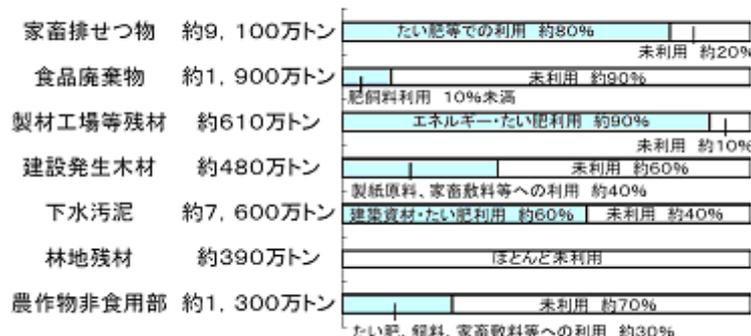


図4. 日本のバイオマス賦存量(2002年)

○ 2005年(現在)

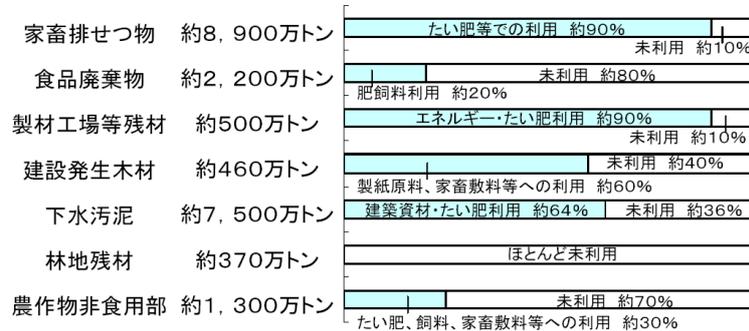


図 5. 日本のバイオマス賦存量(2005年)

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る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

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・稲殻込み)
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)。

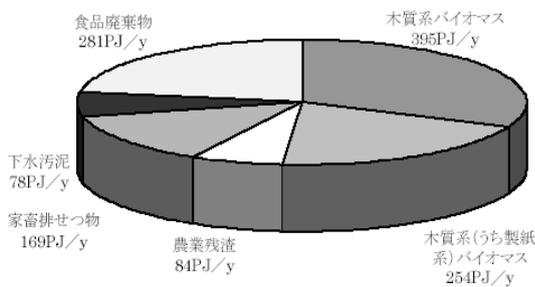
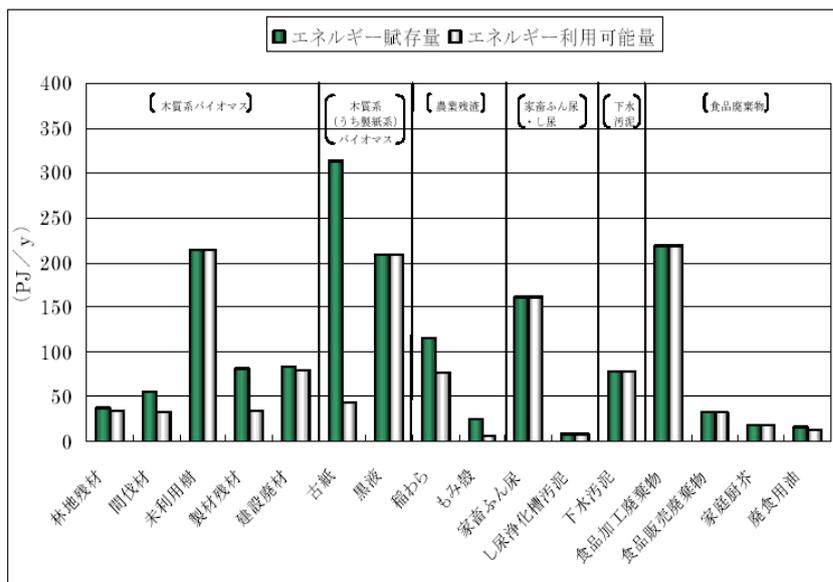
表 31. 日本のバイオマス賦存量とエタノール得量

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)

<スイッチグラス>

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)						
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>

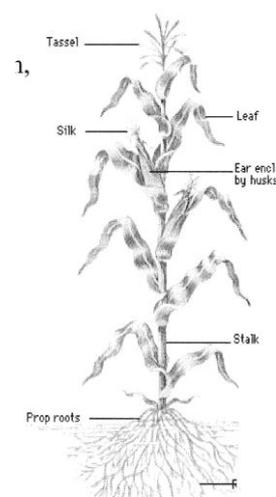
	g/100 g WSF
monosaccharides	
glucose	3.2
arabinose	0.7
galactose	0.1
xylose	1.3
mannose	0.2
starch	7.2
starch-free fibers	4.7
unknown solids	3.0
water	70.5

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	Hard,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