

# 実用化に進み始めた セルロースナノファイバー

セルロースナノファイバーの研究開発は、応用製品の開発と CNF 製造のコストダウン、複合材料の製造技術開発への継続的な技術開発が並行して行われている。今後は、特定の製品のスペックを明確化した製品開発が重要になる。

2022年1月



**株式会社 旭リサーチセンター**

シニア・フェロー 松村 晴雄

## まとめ

◆CNFに関する特許公報発行数は、世界全体では、2015年に142件であったが、2016年には187件、2017年には297件、2018年には355件と右肩上がりに特許公報発行数が増加し、その後は350件強前後で推移している。

(P. 1)

◆出願人の国籍別の特許公報発行数は、日本と中国の出願人の特許公報発行数が多い。日本は2019年に件数が減少したが、2020年には再度増加している。これに対して中国は、2019年以降3年連続で減少傾向にある。

(P. 2)

◆最も特許公報発行数の多い企業は、王子ホールディングスであり、日本製紙と大王製紙がこれに次いでいる。また、中国、台湾の大学の発行数も多い。日本の大学では、信州大学と東京大学が多い。

(P. 3)

◆日本の出願人に関しては、2018年以降は40機関前後の新規参入がみられ、80%程度が企業である。中国の場合は、2018年まで新規参入者数が増加したが、それ以降は減少傾向にあり、2020年には51機関になった。中国では、研究機関が50%程度である。

(P. 4～5)

◆日本の特許公報発行数は、企業の発行数が90%程度を占めており、産学、産産の件数もみられる。中国の特許公報発行数は、大学などの研究機関の発行数が60%程度を占めている。

(P. 6～7)

◆日本では、ナノファイバーの製造に関するものと、材料・部材に関するもの、製品への応用に関する特許公報発行数がほぼ同数で推移している。中国の場合は、ナノファイバーの製造に関するものの約2倍が材料・部材に関するものであり、さらにその2倍が製品への応用に関するものである。

(P. 8～9)

◆日本の特許公報におけるCNFの特性とその応用分野との関係をみると、吸着性・増粘性を活かした塗料・接着剤などの応用分野が最も多い。吸着性・増粘性に関しては、化粧品、日用品、医薬・医療への応用も多い。機械的特性については、紙、日用品、塗料・接着剤などへの応用が多い。

(P. 10～13)

◆機械的特性を材料・部材に利用しようとするものが多いが、特定の応用分野に限定していない材料・部材開発が多いことがわかった。

(P. 13)

◆中国の特許公報におけるCNFの特性とその応用分野との関係をみると、医薬・医療への応用が多く、生体適合性や吸着性・増粘性、機械的特性が活かされている。中国のほうで、さまざまな分野へCNFを応用しようとしていることがわかる。

(P. 14)

◆日本の特許公報におけるCNFの使用形態と応用分野の関係をみると、塗料・接着剤などは、混合物として作成、保存され、乾燥して被膜となることに対応している。また複合体やフィルム・シートの形態での応用が幅広く検討されていることもわかる。

(P. 16)

◆中国の特許公報におけるCNFの使用形態と応用分野の関係をみると、混合物、被膜として塗料・接着剤など広い応用範囲で検討がなされている。混合物として医薬・医療、食品に使用する特許公報発行数も多い。ウェブ・不織布などの形態での応用も多数なされている。

(P. 16～17)

◆日本に出願された特許公報に記載されたCNFの機能と応用分野の関係をみると、吸着性・増粘性と機械的特性を活かした塗料・接着剤に関するものが多いが、機械的特性と吸着性・増粘性を活かした日用品に関するものも多い。また、機械的特性、耐熱性を活かした自動車分野への応用に関するものも多い。吸着性・増粘性を活かした化粧品、医薬・医療、食品への応用も多い。

(P. 19～20)

◆日本に出願された特許公報に記載されたCNFの使用形態と応用分野の関係をみると、混合物、分散体の形での塗料・接着剤に関するものが多い。また、複合体と混合物として使用する日用品に関するものが多い。さらに、複合体を自動車、機械、電機、電気電子に応用するものも多い。

(P. 21)

◆CNFの特性に関する業種別の特許公報発行数をみると、パルプ・紙は、機械的特性に関するものが最も多く、吸着性、透明性に関するものがこれに次いでいた。化学も機械的特性に関するものが最も多く、吸着性に関するものがこれに次いでおり、軽量化や耐熱性なども多かった。

(P. 22～23)

◆CNFの使用形態に関する業種別の特許公報発行数をみると、化学は、複合体に関する特許公報発行数が最も多く、混合物に関するものがこれに次いでいる。パルプ・紙は、分散体に関するものが最も多いが、フィルム・シートに関するものも多い。

(P. 24～25)

◆CNFの生産に関する各社のニュースリリースによれば、日本製紙は、2013年に実証設備を稼働させ、2017年には商業プラントを稼働させている。中越パルプ工業も、2016年に実証設備を稼働させ、2019年には商業プラントを稼働させた。その他、大王製紙や王子ホールディングスなどの製紙会社がCNFのサンプル提供を行っている。

(P. 26～27)

◆CNFを用いた材料開発については、王子ホールディングスが、透明連続シートの生産設備を導入し、生産を開始している。また、中越パルプ工業や日本製紙は、CNF強化樹脂を開発している。GSアライアンスや花王も樹脂複合材料を開発している。

(P. 28～29)

◆CNFを用いた製品開発については、第一工業製薬と三菱鉛筆と共同で、ゲルインクボールペンのインクを実用化している。そのほか、ランニングシューズなど、スポーツ用品の商品化もなされている。また、大きな市場が期待されるものとしては、2019年10月に住友ゴム工業が、低燃費タイヤを発売した。

(P. 30～32)

◆世界のCNFの市場規模は、2020年で300億円であり、2025年には700億円、2028年には、1,389億円になると予測されている。

(P. 33)

◆CNFの製造コストは、2021年で10,000円/kg弱であり、2030年には、7,000円程度になると推定される。

(P. 34～35)

◆材料開発のノウハウは十分蓄積されてきており、今後は、ユーザーとスペックのすり合わせを行い、それに必要最小限の性能をもった材料を開発するなど、製品としてのコストパフォーマンスを明確にすることが必要なのではないか。

(P. 36)

## 目 次

1	特許から見た世界の CNF の開発状況	1
1.1	CNF に関する特許公報発行件数の推移	1
1.2	CNF に関する特許公報発行数の多い企業、研究機関	3
1.3	新規参入の状況	4
1.4	出願人の属性	6
1.5	CNF の機能、使用形態と応用分野	8
2	日本へ出願された特許公報から見た CNF の応用分野	19
2.1	機能と応用分野の関係	19
2.2	出願人の業種別に見た CNF の応用分野	22
3	CNF の製品化の推移	26
3.1	CNF の生産に関する各社のニュースリリース	26
3.2	CNF の材料開発に関する各社のニュースリリース	28
3.3	CNF を用いた製品開発に関する各社のニュースリリース	30
4	CNF の市場規模予測と CNF の製造コスト	33
4.1	世界の CNF の市場規模予測	33
4.2	CNF の製造コストの見通し	34
4.3	CNF の製造コストの見通しから見た製品開発の進め方	36
5	まとめ	37
6	参考資料	38

# 1 特許から見た世界の CNF の開発状況

## 1.1 CNF に関する特許公報発行件数の推移

セルロースナノファイバー（CNF）は、2014 年に公表された「日本再興戦略」改訂 2014-未来への挑戦-にも取り上げられた新素材であり、軽くて強度が高いという特徴を持つ、この特性を活かして、自動車の軽量化複合材の開発などが期待されている。

CNF に関する特許について、欧州特許庁の特許データベース「Espacenet」を用いて、「cellulose nanofiber」、「cellulose microfibril」、「cellulose nanocrystal」、「cellulose whisker」、「cellulose nano fiber」、「fine cellulose」というキーワードを Title や Abstract に含むものを検索した。特許出願番号をチェックして、重複を除いたのち、発明の名称と要約を精査し、CNF に関係のないものを除いた（例えば、cellulose と carbon nanotube を含むものなど）。

図 1 に CNF に関する特許公報発行数の推移を示す。世界全体では、2015 年に 142 件が発行されたが、2016 年には 187 件、2017 年には 297 件、2018 年には 355 件と右肩上がりに特許公報発行数が増加し、その後は 350 件強前後で推移していることがわかった。

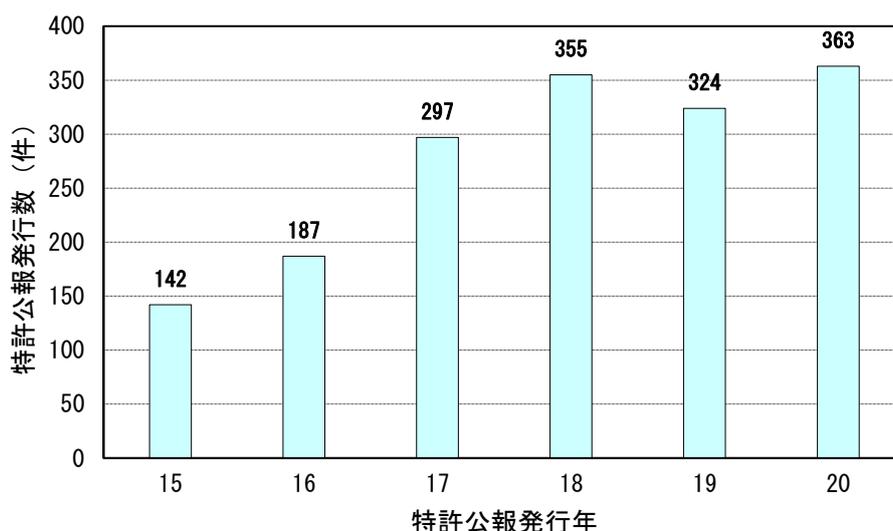


図 1 CNF に関する世界の特許公報発行数の推移

図2に出願人の国籍別の特許公報発行数の推移を示す。日本と中国の出願人の特許公報発行数が多く、韓国の出願人の件数がこれに次いでいる。日本は2019年に件数が減少したが、2020年には再度増加している。これに対して中国は、2019年以降3年連続で減少傾向にある。

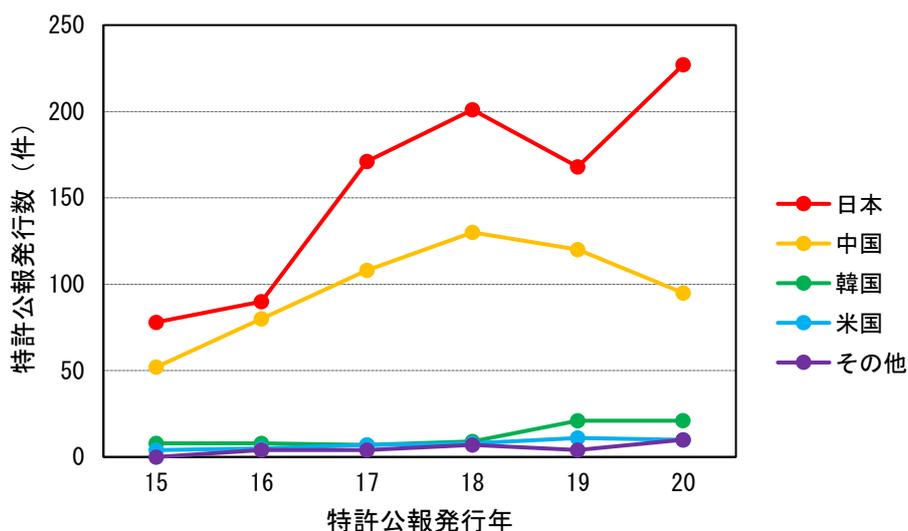


図2 出願人の国籍別のCNFに関する特許公報数の推移

以上、CNFに関する特許公報発行数は、2015年から2018年にかけて増加し、その後も日本の発行数は増加しているが、中国の特許公報発行数が2018年以降減少しているために、年間350件程度で推移している。また、CNFに関する特許公報発行数は日本と中国で大半を占めていることがわかった。

## 1.2 CNFに関する特許公報発行数の多い企業、研究機関

表1にCNFに関する特許公報発行数の多い企業、研究機関を示す。王子ホールディングスが最も多く、2015年から2020年に合計300件の特許公報が発行されている。これに次いで、日本製紙と大王製紙という日本の製紙会社の発行数が多い。日本の企業としては、凸版印刷、第一工業製薬などの発行数も多い。中国、台湾の大学の発行数も多い。日本の大学では、信州大学と東京大学が多い。

表1 特許公報発行数の多い企業、研究機関

	特許公報発行年	15	16	17	18	19	20	計
	出願人	特許公報発行数（件）						
1	王子ホールディングス	19	16	66	54	54	91	300
2	日本製紙	5	11	28	28	28	28	128
3	大王製紙	2	6	11	33	13	14	79
4	凸版印刷	6	3	3	4	2	8	26
5	第一工業製薬	1	7	7	6	2	1	24
6	華南理工大学（中国）	0	2	4	9	5	3	23
7	DIC	15	5	2	0	0	0	22
	南京林業大学（中国）	4	5	3	6	4	0	22
9	国立東華大学（台湾）	0	0	6	3	5	2	16
10	太平洋セメント	0	4	5	2	2	2	15
11	信州大学	1	3	2	4	3	1	14
	東京大学	1	2	3	2	3	3	14
13	旭化成	1	1	2	1	2	6	13
	日信工業	1	2	5	4	1	0	13
	江南大学（中国）	1	3	3	2	1	3	13
16	中越パルプ工業	1	2	0	4	1	4	12
	武漢理工大学（中国）	0	0	3	3	5	1	12

### 1.3 新規参入の状況

CNF に関する特許公報がその年に初めて発行された日本の出願人数の推移を図 3 に示す。2015 年以前にすでに発行されていたかどうかを確認していないが、概ねその年の新規参入者数とみなすことができると考えた。2018 年以降は 40 機関前後の新規参入がみられる。

出願人を大学や国の研究機関などの「学」と企業の「産」に分けると、日本の場合、80%程度が企業による新規参入であることがわかる。

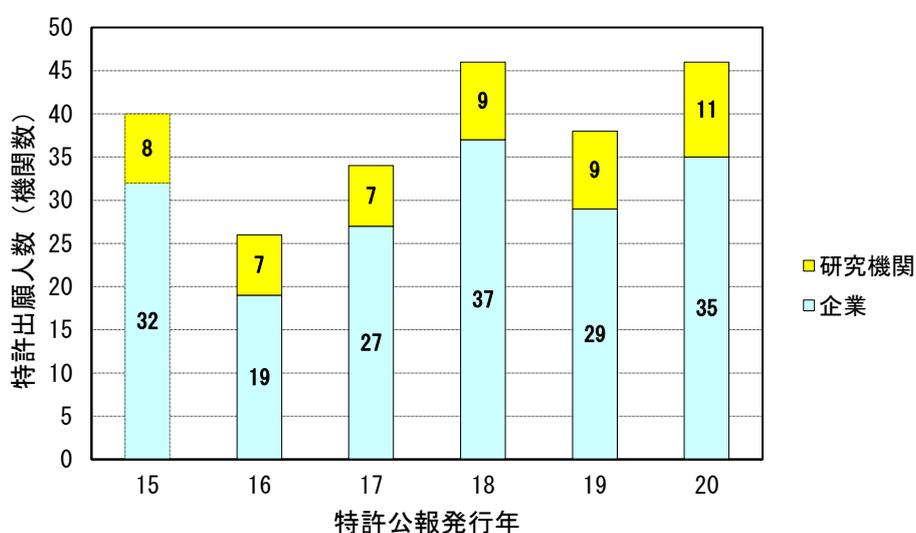


図 3 CNF に関する特許がその年に初めて発行された日本の出願人数の推移

CNF に関する特許がその年に初めて発行された中国の出願人数の推移を図 4 に示す。2018 年まで新規参入者数が増加し、2018 年には 78 機関の新規参入がみられたが、それ以降は減少傾向にあり、2020 年には 51 機関の新規参入になった。

図 4 からは、日本と異なり、中国では、研究機関の新規参入が 50%程度を占めていることがわかる。

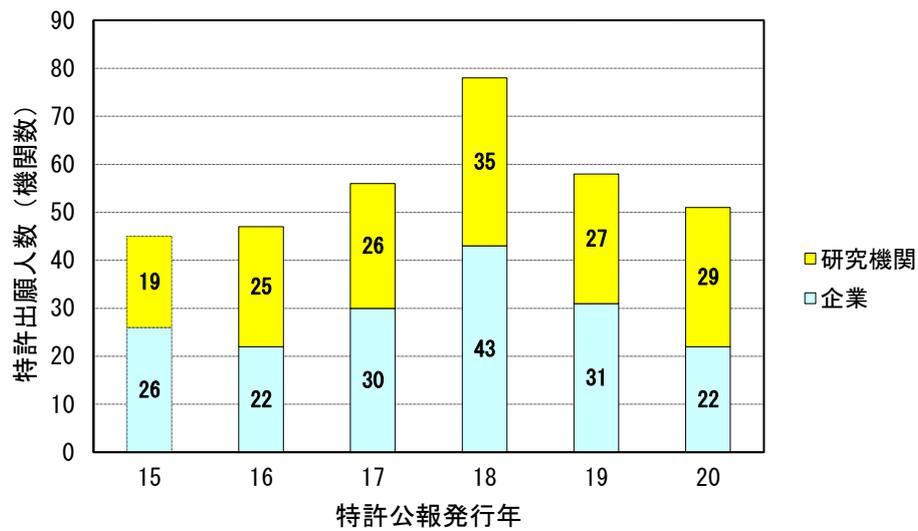


図4 CNFに関する特許がその年に初めて発行された中国の出願人数の推移

以上、日本では、CNFの研究開発に新規に参入する企業、研究機関が年間40前後で推移し、そのうち80%程度が企業による新規参入であることがわかる。これに対して、中国では2018年をピークとして新規参入が減少しており、特に企業の新規参入が減少している。

## 1.4 出願人の属性

出願人を大学などの研究機関「学」と企業の「産」に分類し、共同出願の場合は、「産学」、「産産」として出願人の属性による CNF 関連特許公報発行数の推移をみた。なお、静岡県などの「官」や「学学」なども見られたが、発行数が少ないので図示しなかった。

日本の特許公報発行数の推移を図 5 に示す。産の発行数が 90%程度を占めており、産学、産産の件数も少ないながらみられることがわかる。

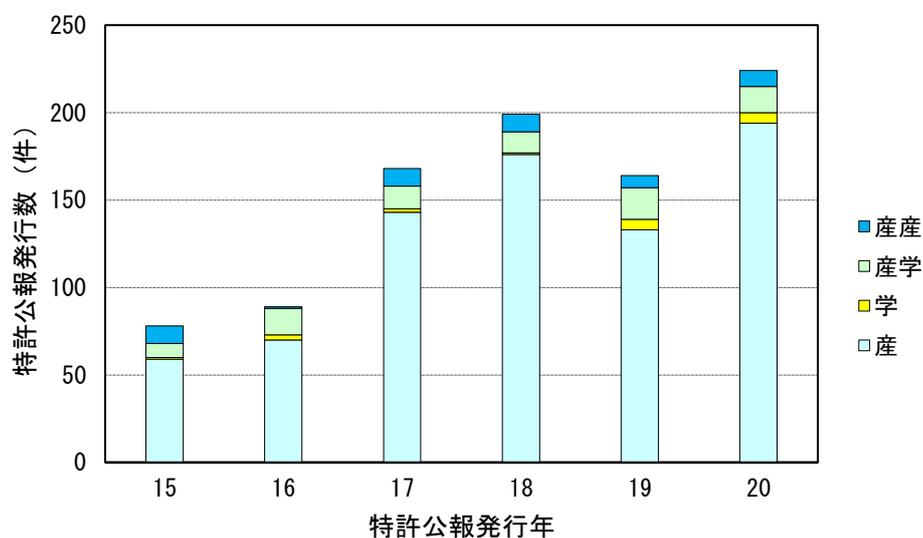


図 5 CNF に関する日本の特許出願人の属性別特許公報発行数の推移

中国の出願人の属性別の特許公報発行数の推移を図 6 に示す。日本とは違い、学の発行数が 60%程度を占めている。中国でも産学、産産の件数も少ないながらみられる。

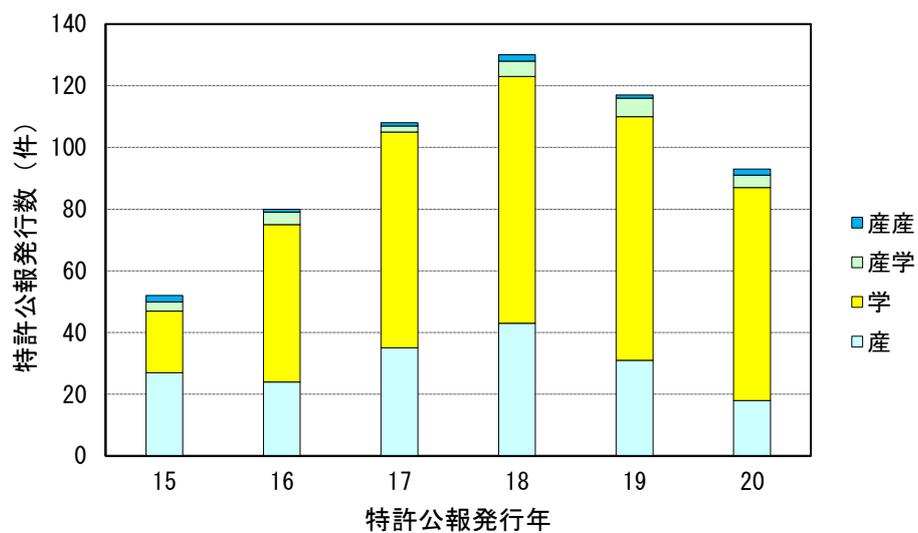


図6 CNFに関する中国の特許出願人の属性別特許公報発行数の推移

## 1.5 CNFの機能、使用形態と応用分野

CNFに関する特許公報を、①ナノファイバーの製造に関するものと②材料・部材に関するもの、③製品への応用に関するものに分類して、特許公報発行数の推移を整理した。日本の出願人の特許公報発行数の推移を図7に示す。日本の場合は、ナノファイバーの製造に関するものと、材料・部材に関するもの、製品への応用に関する特許公報発行数がほぼ同数で推移していることがわかる。

中国の出願人の特許公報発行数の推移を図8に示す。中国の場合は、ナノファイバーの製造に関するものの約2倍が材料・部材に関するものであり、さらにその2倍が製品への応用に関するものである。

日本では、CNFの製品への応用も検討されているが、その基礎となるCNFの製造技術や材料開発に関しても継続的に研究されている。これに対して、中国では、応用分野に言及しているものが多く、中国では、CNFをいかに製品化するかということに注力されているようである。

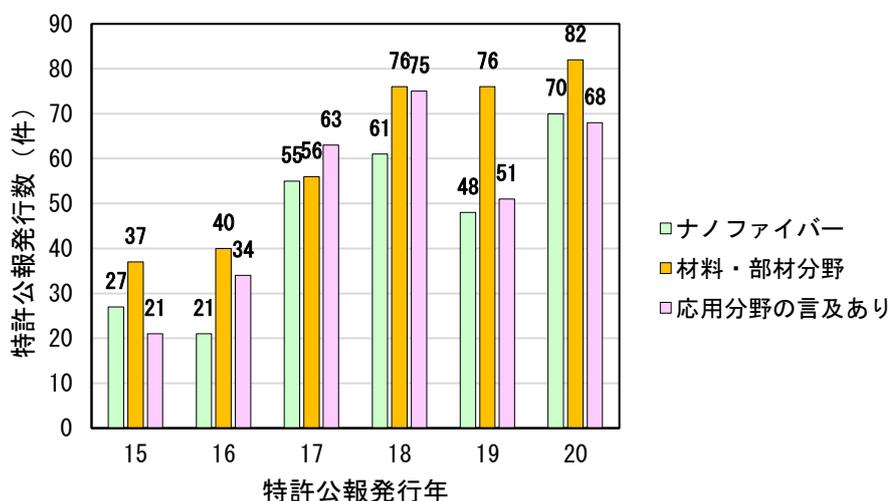


図7 日本のCNFの分野別特許公報発行数の推移

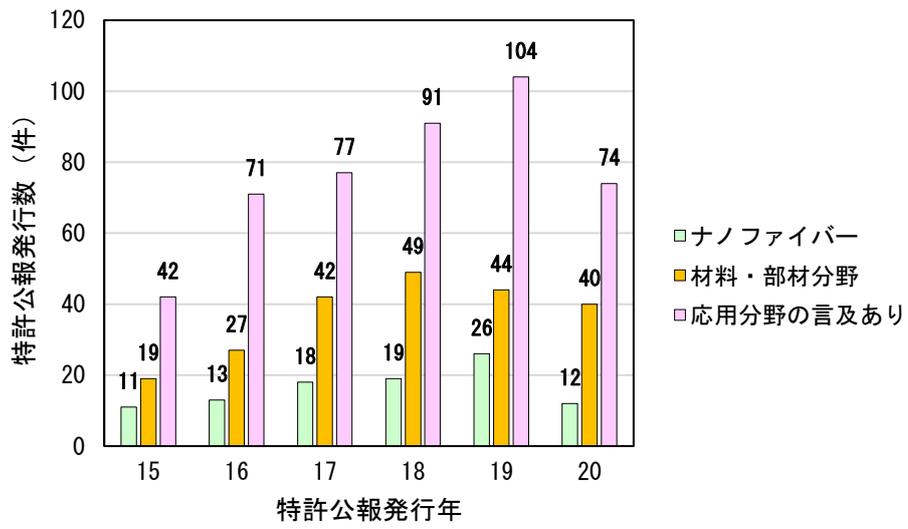


図 8 中国の CNF の分野別特許公報発行数の推移

CNF に関する特許公報の Title と Abstract に記載されている内容をもとに、特許公報を「使用形態別」、「利用している特性別」、「言及されている応用分野別」に分類した。応用分野については、表 2 に示す通り、自動車、タイヤなどに小分類した。

さらに使用形態を複合体やマスターバッチなどに小分類した。特性についても、機械的特性や軽量化などに小分類した。

表 2 に CNF に関する特許公報の分類を示す。

表 2 CNF に関する特許公報の分類

大分類	小分類	内容
使用形態	複合体	プラスチックやゴムとの複合体（コンポジット）
	マスターバッチ	CNF を樹脂に高濃度に分散させ、複合体製造の原料にするもの
	フィルム・シート	CNF のシートやフィルムとして使用されたもの
	積層体	他の材料と積層されたもの
	塗膜	材料の表面に塗布されたり、コーティングされたりしたもの
	分散体	CNF の製造方法や表面修飾など分散体として使用されるもの
	凝集体・乾燥体	CNF の凝集体や乾燥体
	ウェブ・不織布	CNF のウェブや不織布として使用されるもの
	多孔体	多数の孔が開いたもの
	混合物	食品やコンクリートなどに混合されたもの
	繊維	繊維の形で使用されるもの
	その他	炭素繊維などのテンプレートとして使用されたもの
特性	機械的特性	破壊強度やヤング率などの機械的特性を活かしたもの
	軽量化	部材などの軽量化に利用されたもの
	耐熱性	耐熱性を活かしたもの
	寸法安定性	寸法安定性を活かしたもの
	柔軟性	フレキシブルシートなど柔軟性を活かしたもの
	透明性	CNF に特有の特徴の一つである透明性を活かしたもの
	耐水性・耐油性	耐水性や耐油性、耐薬品性などを活かしたもの
	生体適合性	生体適合性を活かしたもの
	生分解性	生分解性を活かしたもの
	電気的特性	電気抵抗など電気的特性を活かしたもの
	吸着性・増粘性	CNF の広い表面積を活かして吸着性や増粘性を活かしたもの
	ガスバリア性	CNF に特有の特徴の一つであるガスバリア性を活かしたもの
	透過性	フィルターやセパレータのように透過性を活かしたもの
	密着性	他の材料との密着性を活かしたもの
	チクソ性	チクソトロピー性を利用したコンクリートの流し込みなど
応用分野	自動車	ダッシュボードや内装材などの自動車産業分野
	タイヤ	自動車などのタイヤ分野
	機械	ギヤなどの機械部品、ベルトコンベアーなどの機械分野
	電機	スピーカー、照明などの電気機器
	電気電子	電子基板などの電気電子分野
	電池・蓄電	リチウムイオン電池やコンデンサーなどの電池分野
	光学	透明シートなど光学部材などの光学分野

塗料・接着剤など	塗料や接着剤などの工業分野
フィルター	エアフィルターなどのフィルター分野
建築	建材やなどの建築分野
土木	道路や土壌改良などの土木分野
印刷	印画紙や、インクジェットのインクなどの印刷分野
紙	強化紙や段ボールなどの紙分野
包装材	食品包装などの包装材分野
日用品	衛生用品やカトラリー、スポーツ用品品などの日用品分野
食品	チョコレートなどの食品分野
医薬・医療	医薬品や医療機器などの医薬・医療分野
ヘルスケア	マスクや抗菌シートなどのヘルスケア分野
化粧品	スキンケア用のスプレーなどの化粧品分野
農業	マルチシートや苗ポットなどの農業分野
環境浄化	重金属の除去や工業廃水の処理などの環境浄化分野
材料・部材	特定の分野に限定されない材料・部材分野
ナノファイバー	特定の分野に限定されないナノファイバー分野

日本の特許公報における CNF の特性とその応用分野との関係を図 9 のバブル図に示す。応用分野については、特定の応用を目的とした特許公報と、特定の応用ではないが、材料などの複数の応用可能性について言及した特許公報があったが、区別をせずに記載ごとに集計した。バブルの大きさは、特許公報発行数に比例している。

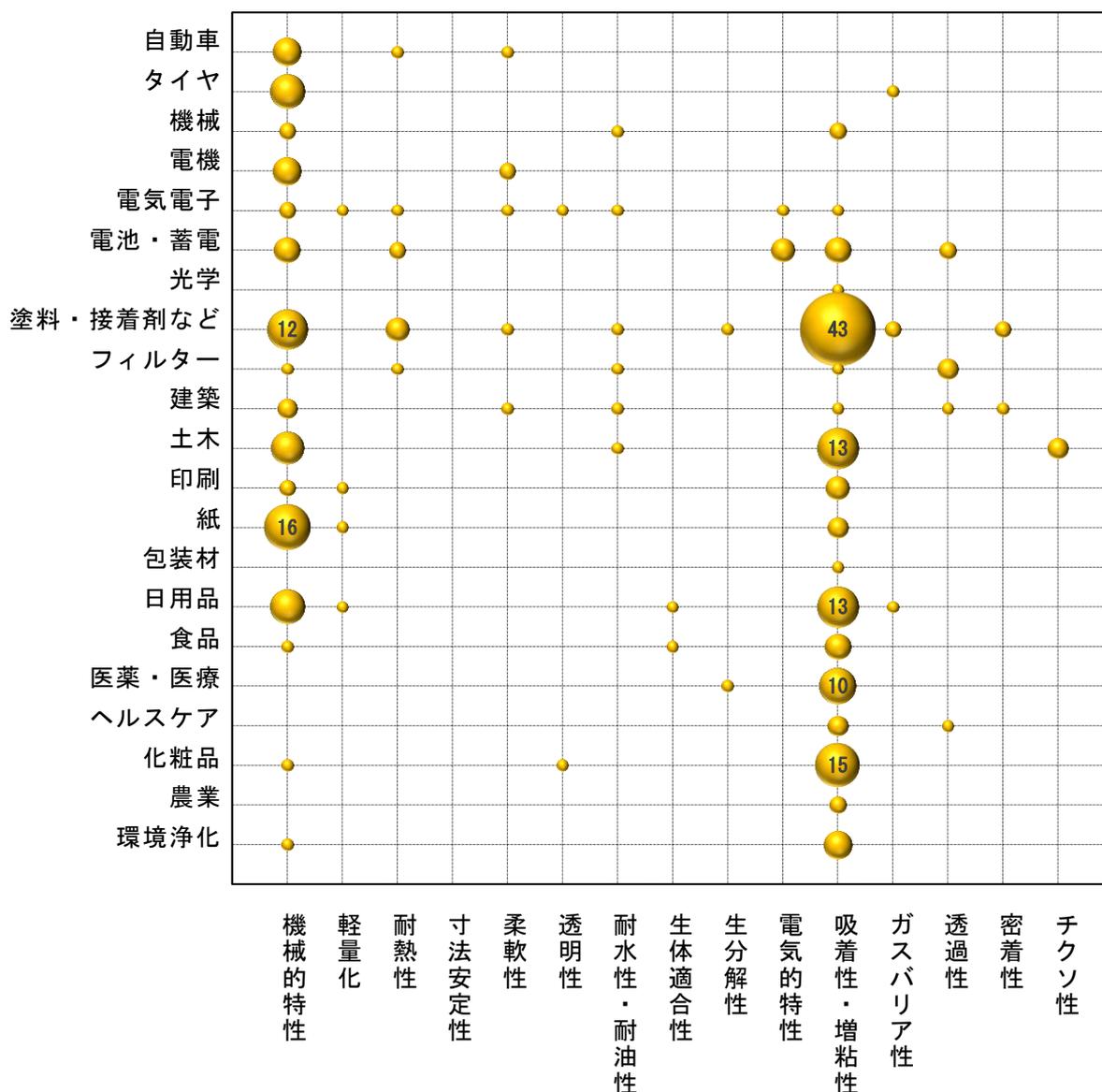


図9 CNFの特性と応用分野の関係（日本）

2015年～2020年に発行されたもの

数字は特許公報数（10以上を表示した）

最も大きいバブルは、吸着性・増粘性を活かした塗料・接着剤などの応用分野であり、43件である。吸着性・増粘性に関しては、化粧品、日用品、医薬・医療への応用も多い。

機械的特性についても応用分野が広く、紙、日用品、塗料・接着剤などへの応用が多い。自動車、タイヤに関しても機械的特性を活かすものが多いが、特許公報の発行数は、あまり多くない。

特定の分野への応用に記載のない、ナノファイバーの製造方法に関するものと、材料・部材について、どの特性を活かそうとしているかの関係を図 10 に示す。機械的特性を材料・部材に利用しようとするものが 145 件と多い。図 9 に示した、吸着性・増粘性を活かした塗料・接着剤の 43 件と比較して 3 倍であり、特定の応用分野に絞れていない材料・部材開発が多いことがわかった。ただし、特許の場合、権利の範囲を広く取得しようとする傾向があり、あえて、特定の用途を記載しない場合もある。

ナノファイバーについては、製造時の黄変などをおさえて、透明性を活かそうとするものが 34 件と多い。

日本の場合は、機械的特性と吸着性・増粘性を活かそうとするものが大半を占めており、その他の特性を活かそうとするものは少ないという特徴がみられた。

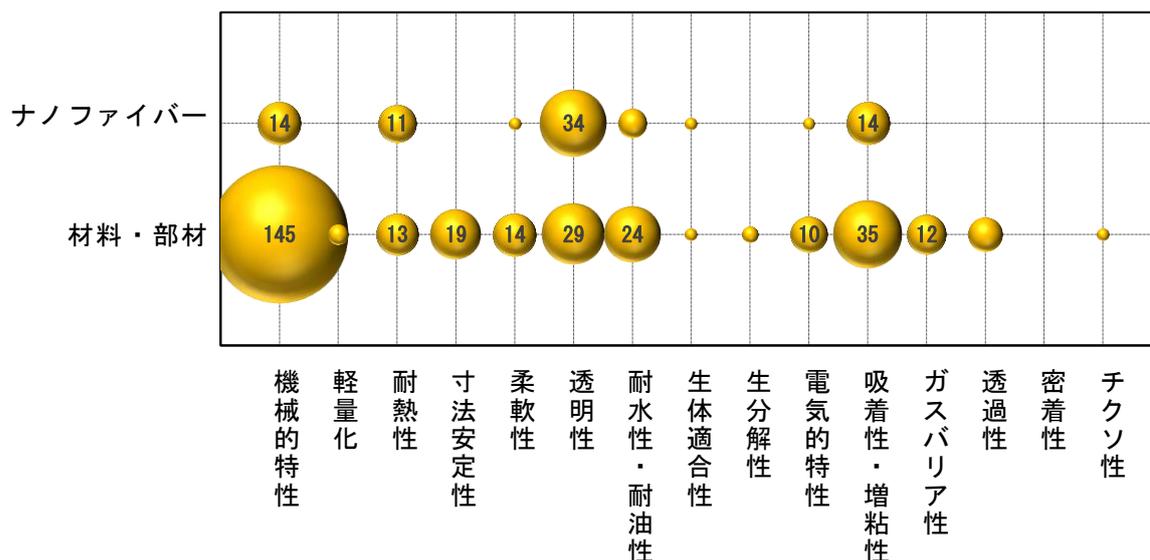


図 10 CNF の特性とナノファイバー製造技術、材料・部材の関係 (日本)

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数 (10 以上を表示した)

中国の特許公報における CNF の特性とその応用分野との関係を図 11 のバブル図に示す。中国では、医薬・医療への応用が多く、生体適合性や吸着性・増粘性、機械的特性が活かされている。中国でも、日本と同様に、吸着性・増粘性を塗料・接着剤などに応用するものが多い。また、一見して、日本よりもバブルの数が多く、さまざまな分野へ CNF を応用しようとしていることがわかる。

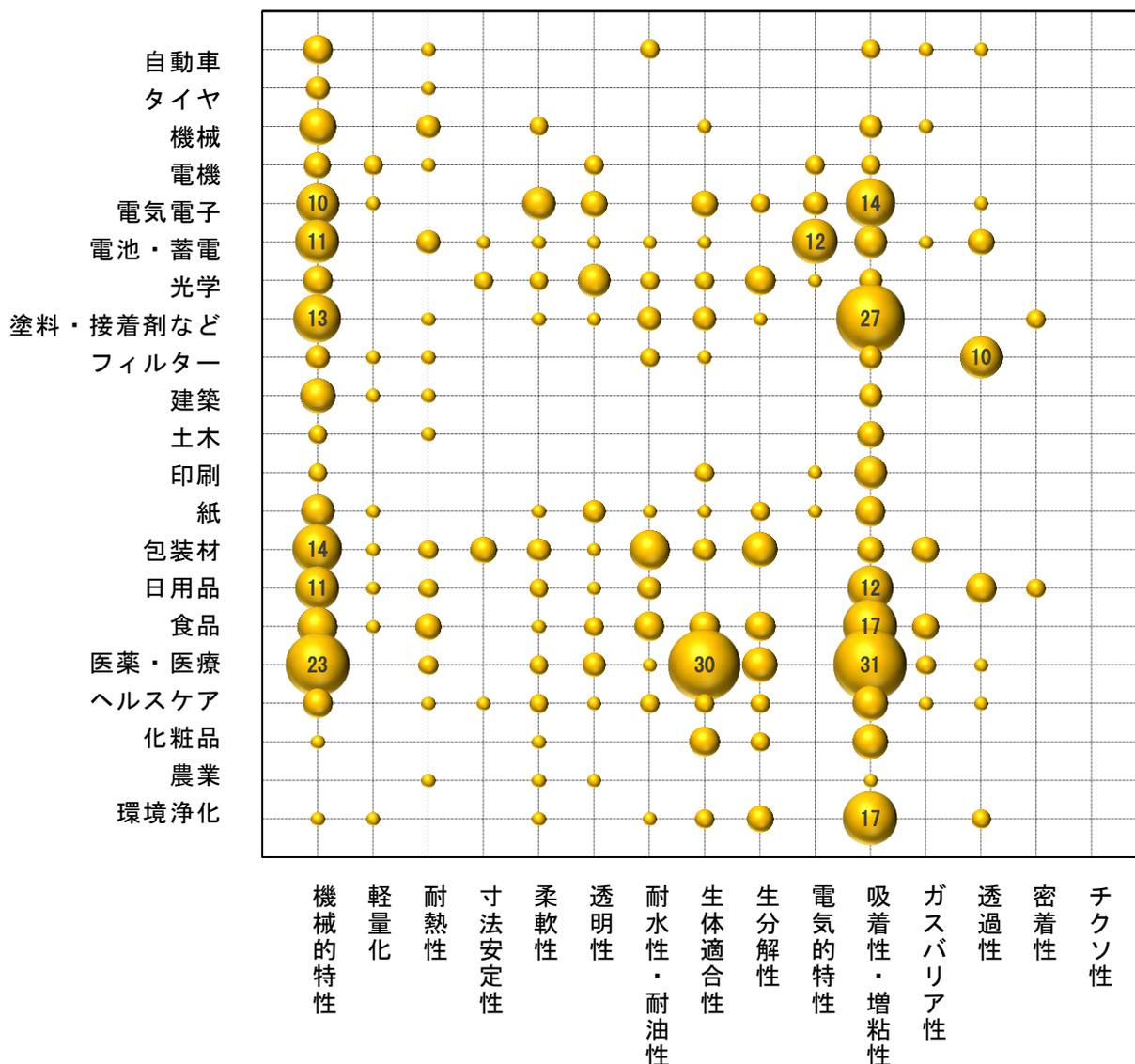


図 11 CNF の特性と応用分野の関係（中国）

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（10 以上を表示した）

中国の CNF の特性とナノファイバー製造技術、材料・部材の関係を図 12 に示す。機械的特性を材料・部材に利用しようとするものが 103 件と多い。中国も日本と同様、特定の応用分野に絞れていない材料・部材開発が多いことがわかった。

ナノファイバーについては、吸着性・増粘性を活かそうとするものが 13 件、機械的特性に関するものが 12 件と多かった。

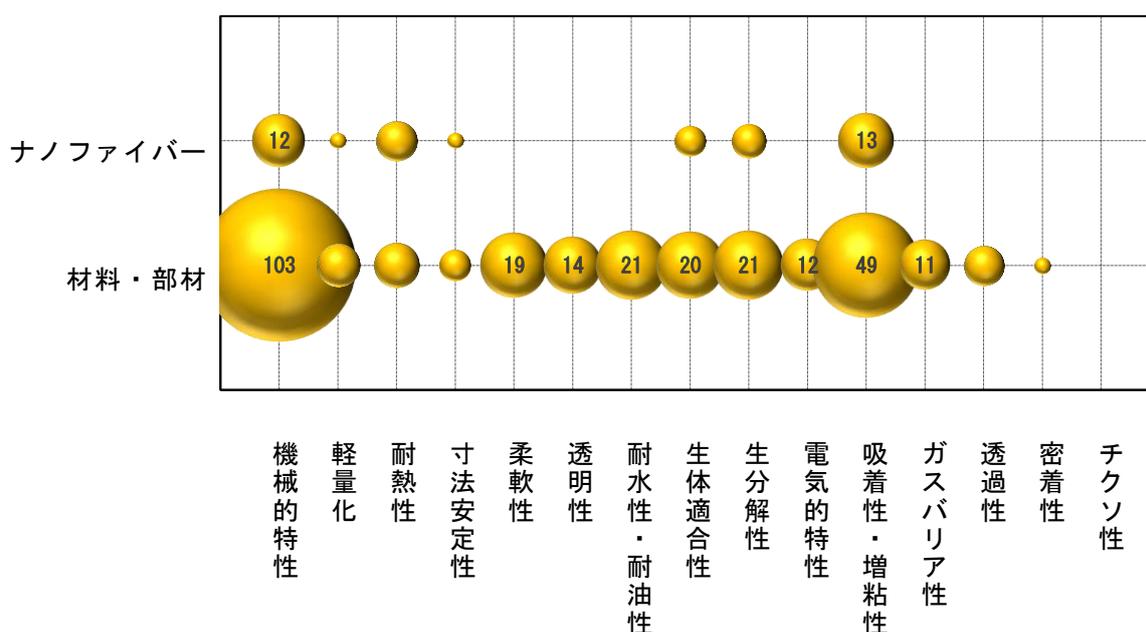


図 12 CNF の特性とナノファイバー製造技術、材料・部材の関係（中国）

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（10 以上を表示した）

図 13 に、日本の特許公報における CNF の使用形態と応用分野の関係を示す。塗料・接着剤などは、混合物として作成、保存され、乾燥して被膜となることに対応している。土木ではコンクリートとの混合物での使用が多い。電池・蓄電では、炭素電極のプリカーサーとしての応用がみられた。

複合体やフィルム・シートの形態での応用が幅広く検討されていることもわかる。

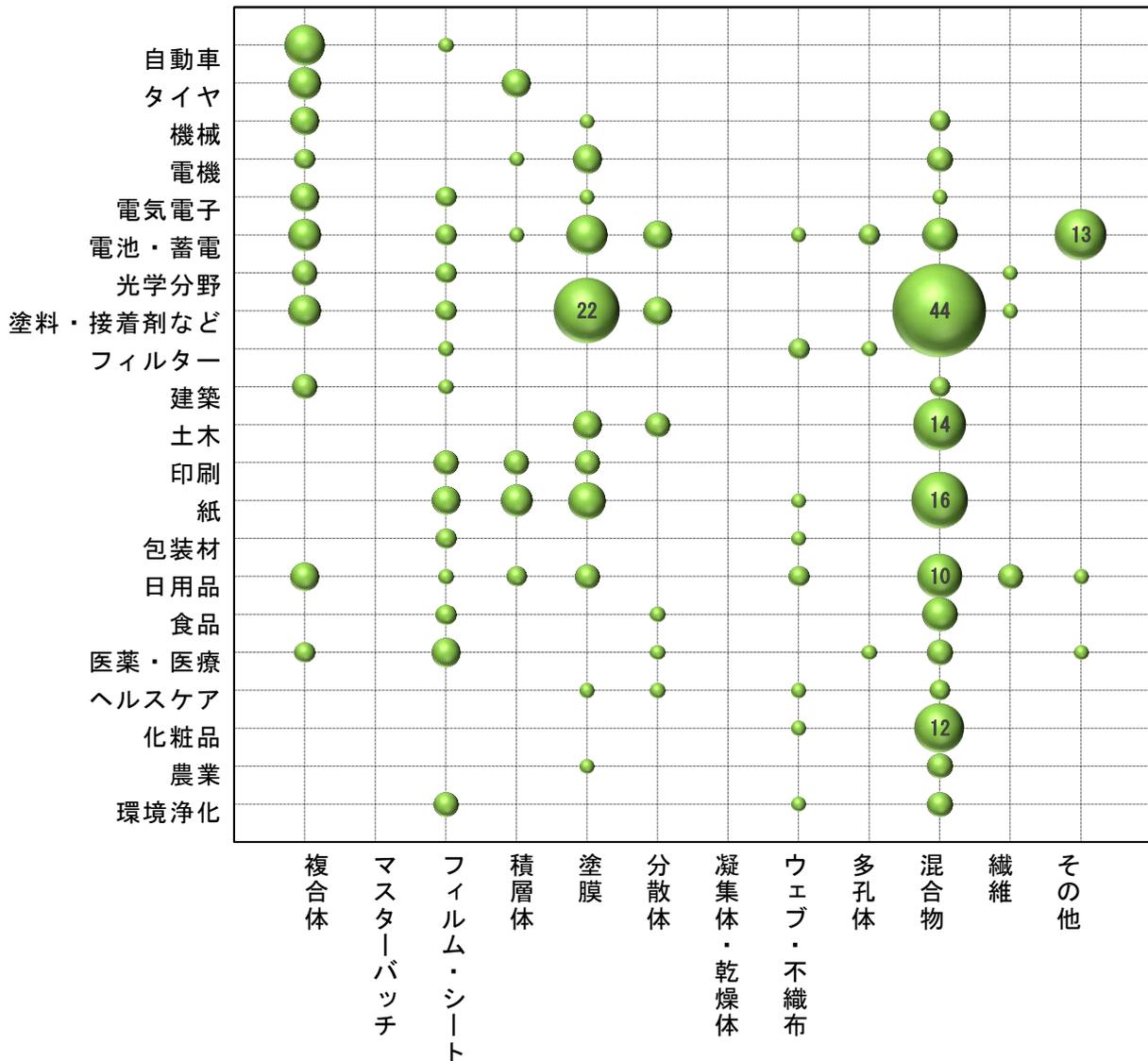


図 13 CNF の使用形態と応用分野の関係（日本）

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（10 以上を表示した）

図 14 に、中国の特許公報における CNF の使用形態と応用分野の関係を示す。日本と同様、混合物、被膜として塗料・接着剤など広い応用範囲で検討がなされている。ただし、日本と違い、混合物として医薬・医療、食品に使用する特許公報発行数が多い。

複合体としても、医薬・医療、電池・蓄電を始めとした多数の応用が検討されている。フィルム・シートの状態では電池・蓄電分野のセパレータなどの応用が多い。日本と異なり、ウェブ・不織布などの形態での応用も多数なされている。

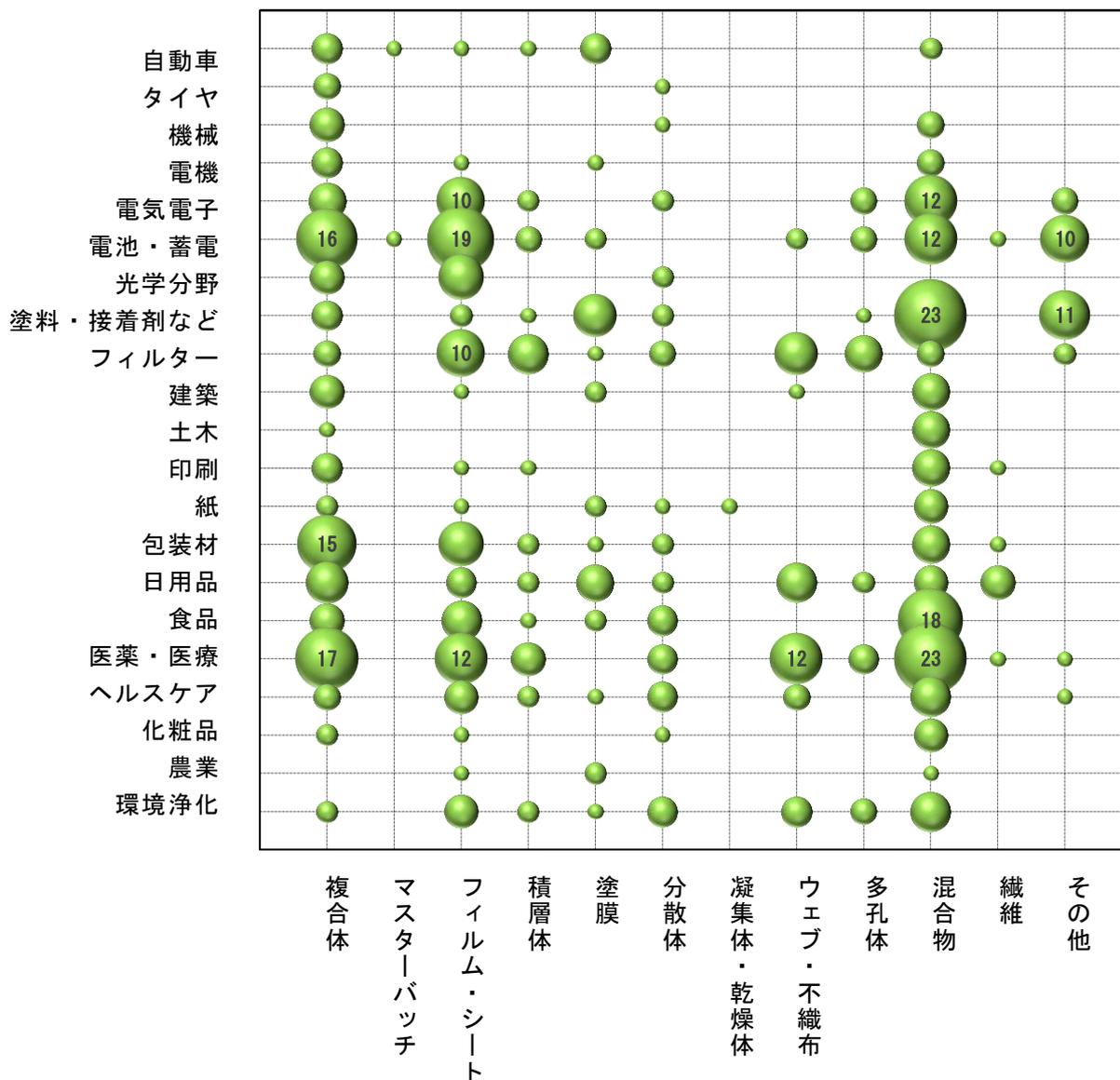


図 14 CNF の使用形態と応用分野の関係（中国）

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（10 以上を表示した）

以上、日本の企業、研究機関では、ナノファイバー製造技術と材料部材開発、応用の3者が並行して行われていることがわかった。ただし、特定の応用分野に限定していない材料・部材開発が多いことがわかった。

中国では、機械的特性や CNF の吸着性・増粘性を活かした応用が検討されており、日本よりも広い範囲の応用が試みられている。特に医薬・医療分野への応用も日本よりも盛んにおこなわれていることがわかった。

## 2 日本へ出願された特許公報から見た CNF の応用分野

### 2.1 機能と応用分野の関係

日本へ出願された特許公報は、【要約】のほかに【技術分野】、【発明が解決しようとする課題】、【課題を解決するための手段】、【発明の効果】、【産業上の利用可能性】という項目が記載されているものがある。必ずしもすべての特許公報がこれらを記載しているとは限らないが、要約以外の部分に応用に関する記載がある。

これらの記載には、例えば、「リチウムイオン蓄電池に関するものである」といったように、目的物が記載されているものがある。一方、「複合材料に関するものである。これは自動車の内装材として使用できる」といった記載もある。さらには、「紙に関するものである。これは食品の包装用に使用できる」という記載もある。

これらの CNF の応用に関する記載に表 3 に示すように重みづけを行った。すなわち特定の目的物を開発しようとするものは 1 点とし、例示であるものは 0.5 点とした。更に例示でも直接の例示ではなく、ある分野における製品の例示の場合には、分野は 0.2 点とした。

こうすることにより、要約に記載されている以外の CNF の応用に関する可能性に関しての情報を収集することができた。

表 3 CNF の応用に関する記載に基づく重みづけ

記載例	応用分野	重みづけ (点)
リチウムイオン蓄電池に関するものである	電池・蓄電	1
複合材料に関するものである。これは自動車の内装材として使用できる	複合材料	1
	自動車	0.5
紙に関するものである。これは食品の包装用に使用できる	紙	1
	包装材	0.5
	食品	0.2

図 14 に日本に出願された特許公報に記載された CNF の機能と応用分野を示す。図 9 と比較してバブルの数が多いことがわかる。これは、特定の応用分野に絞られていない材料・部材開発に関する特許公報であっても、応用分野がある程度想定されているこ

とを示している。

図9と同様、吸着性・増粘性と機械的特性を活かした塗料・接着剤に関するものが多い。図15では、機械的特性と吸着性・増粘性を活かした日用品に関するものが多いことがわかる。また、機械的特性、耐熱性を活かした自動車分野への応用に関するものも多い。吸着性・増粘性を活かした化粧品、医薬・医療、食品への応用も多い。

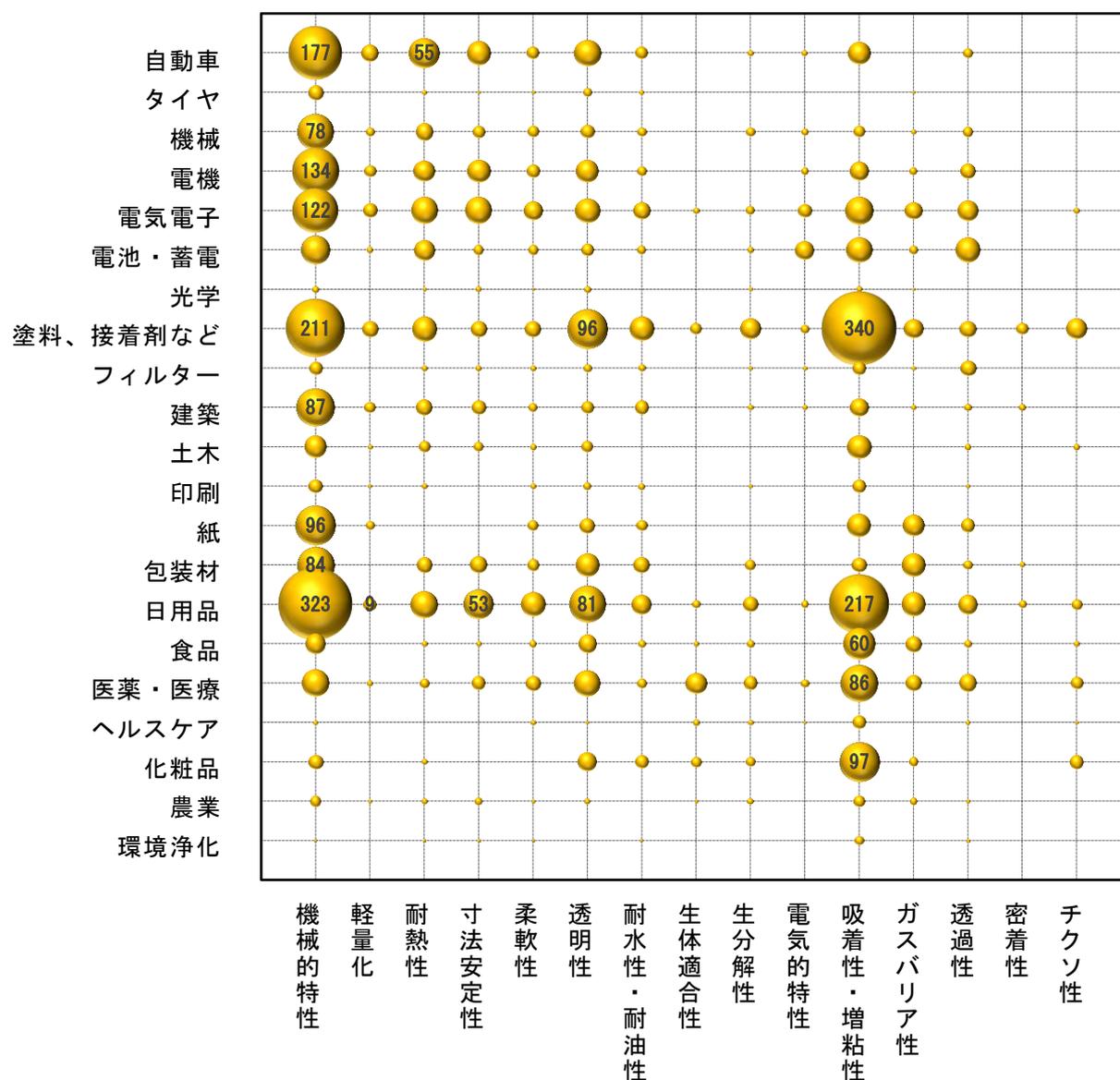


図15 日本に出願された特許公報に記載された CNF の機能と応用分野

2015年～2020年に発行されたもの

数字は特許公報数（50以上を表示した）

図 16 に日本に出願された特許公報に記載された CNF の使用形態と応用分野を示す。混合物、分散体の形での塗料・接着剤に関するものが多いことがわかる。また、複合体と混合物として使用する日用品に関するものが多い。さらに、複合体を自動車、機械、電機、電気電子に应用するものも多い。

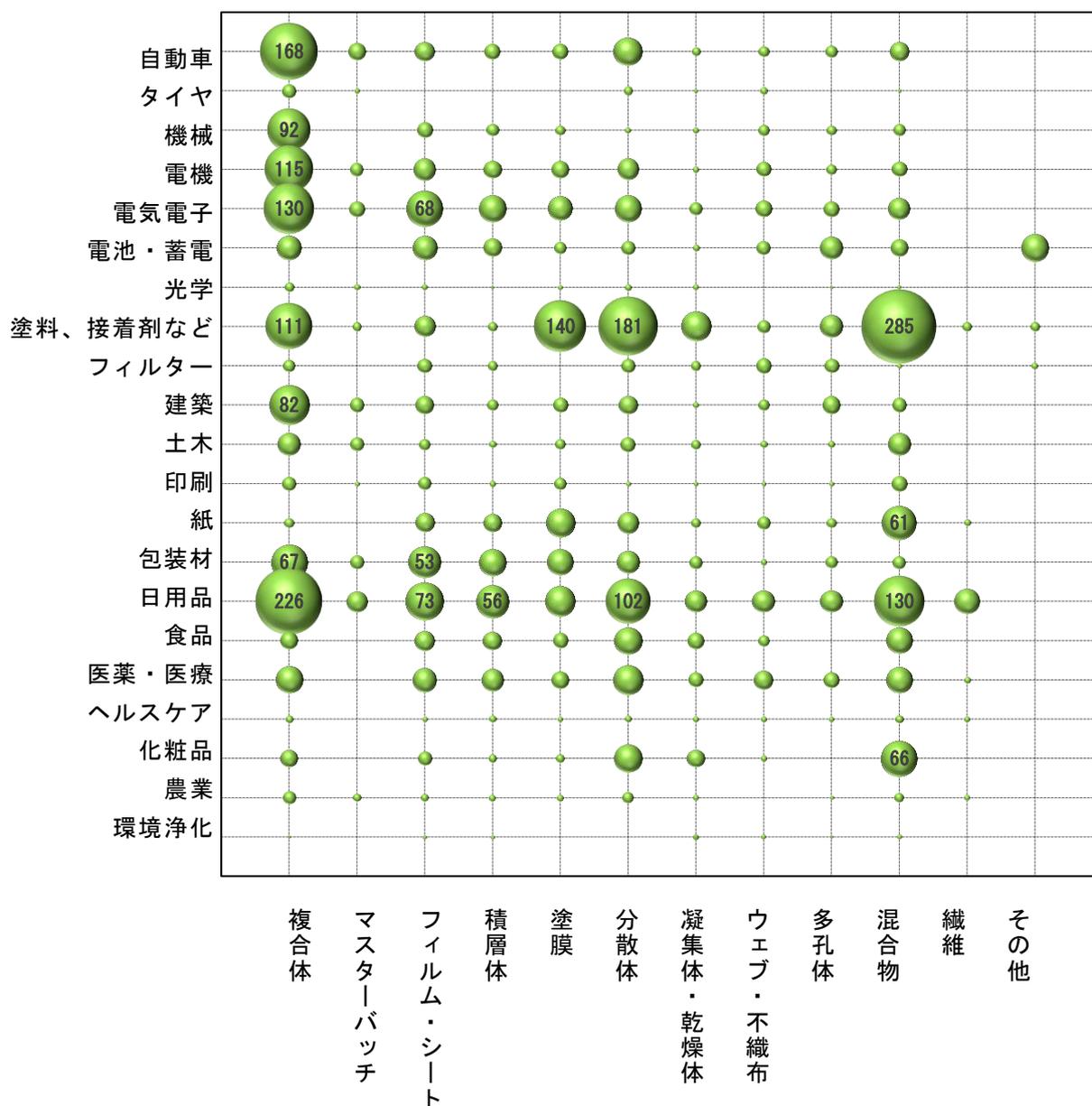


図 16 日本に出願された特許公報に記載された CNF の使用形態と応用分野

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（50 以上を表示した）

## 2.2 出願人の業種別に見た CNF の応用分野

CNF に関する出願人の業種を 10 に分類し、特許公報発行数を集計した結果を図 17 に示す。パルプ・紙に分類される企業の特許公報発行数が 516 件と最も多く、化学がこれに次いで 365 件、大学や国の研究機関などの「学」が 147 件であった。特許公報発行数の多い上位 3 者を材料メーカーと学が占めている。CNF のユーザーの業種からの特許公報発行数はあまり多くない。

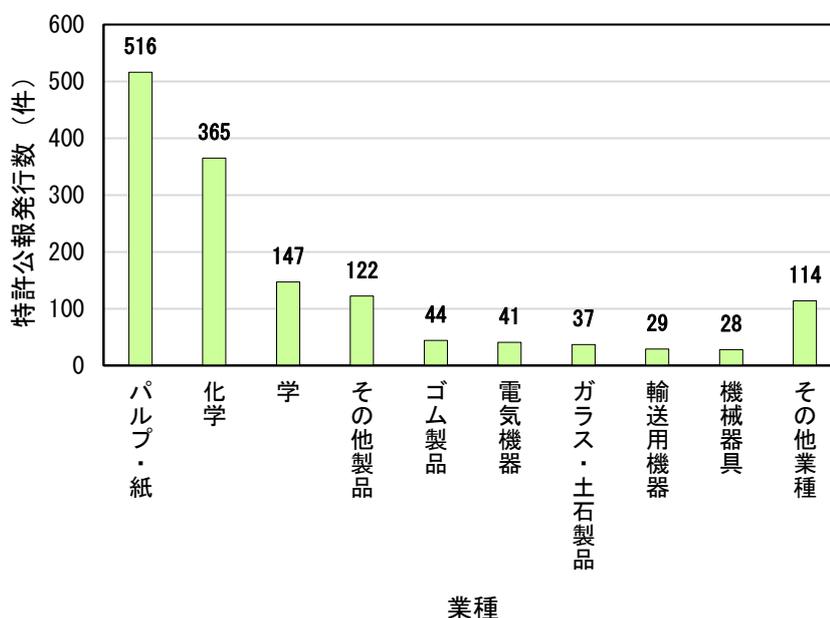


図 17 業種別の特許公報発行数

図 18 に CNF の特性に関する業種別の特許公報発行数を示す。パルプ・紙は、機械的特性に関するものが最も多く、吸着性、透明性に関するものがこれに次いでいた。透明性に関しては、CNF の製造時に黄変させないといった内容がみられた。

化学も機械的特性に関するものが最も多く、吸着性に関するものがこれに次いでいた。化学では軽量化や耐熱性など輸送機器用の材料に関するものも多かった。

輸送機器などのその他の業種も機械的特性と吸着性に関する特許公報発行数が多かった。

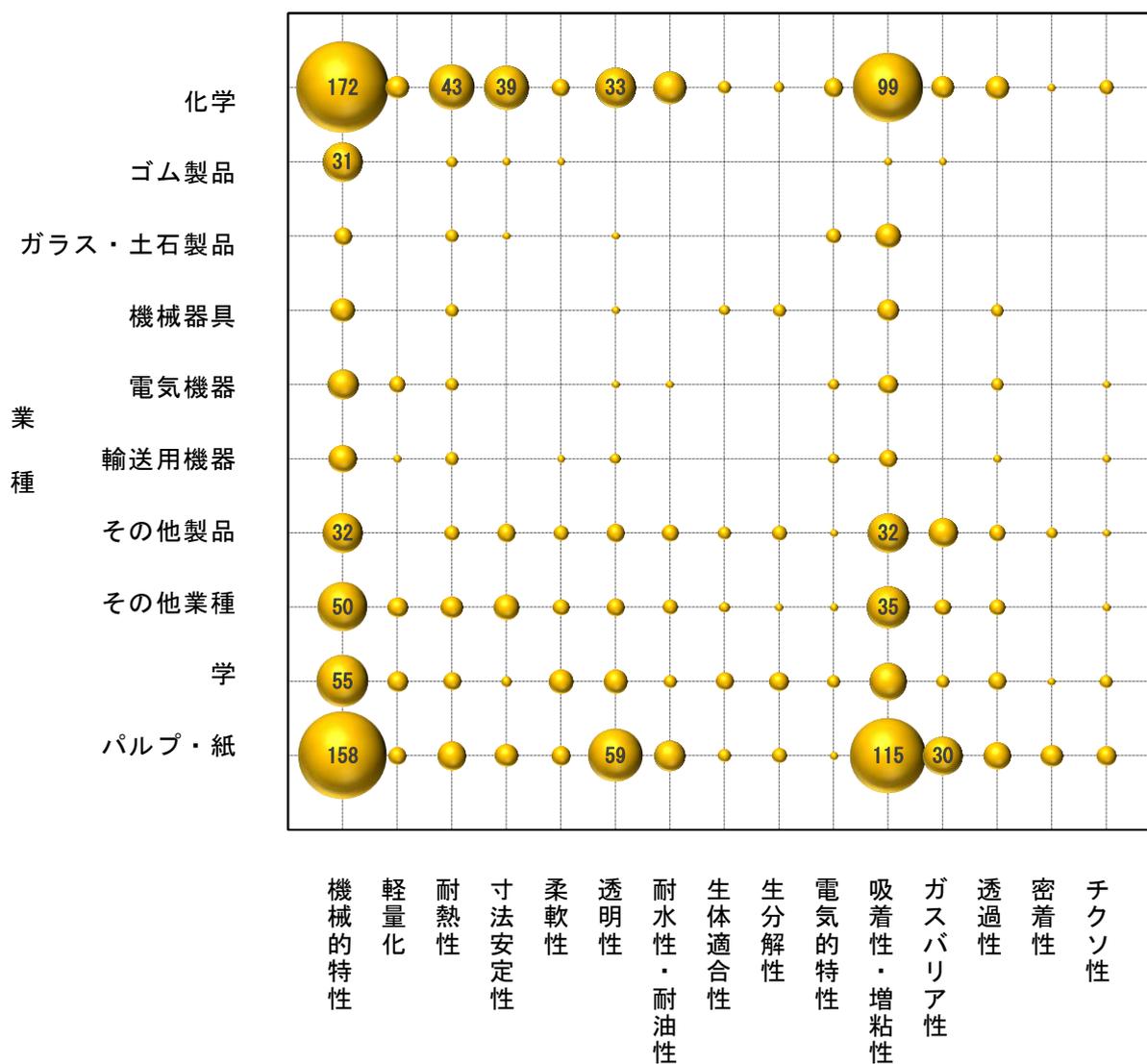


図 18 CNF の特性に関する業種別の特許公報発行数

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（30 以上を表示した）

図 19 に CNF の使用形態に関する業種別の特許公報発行数を示す。

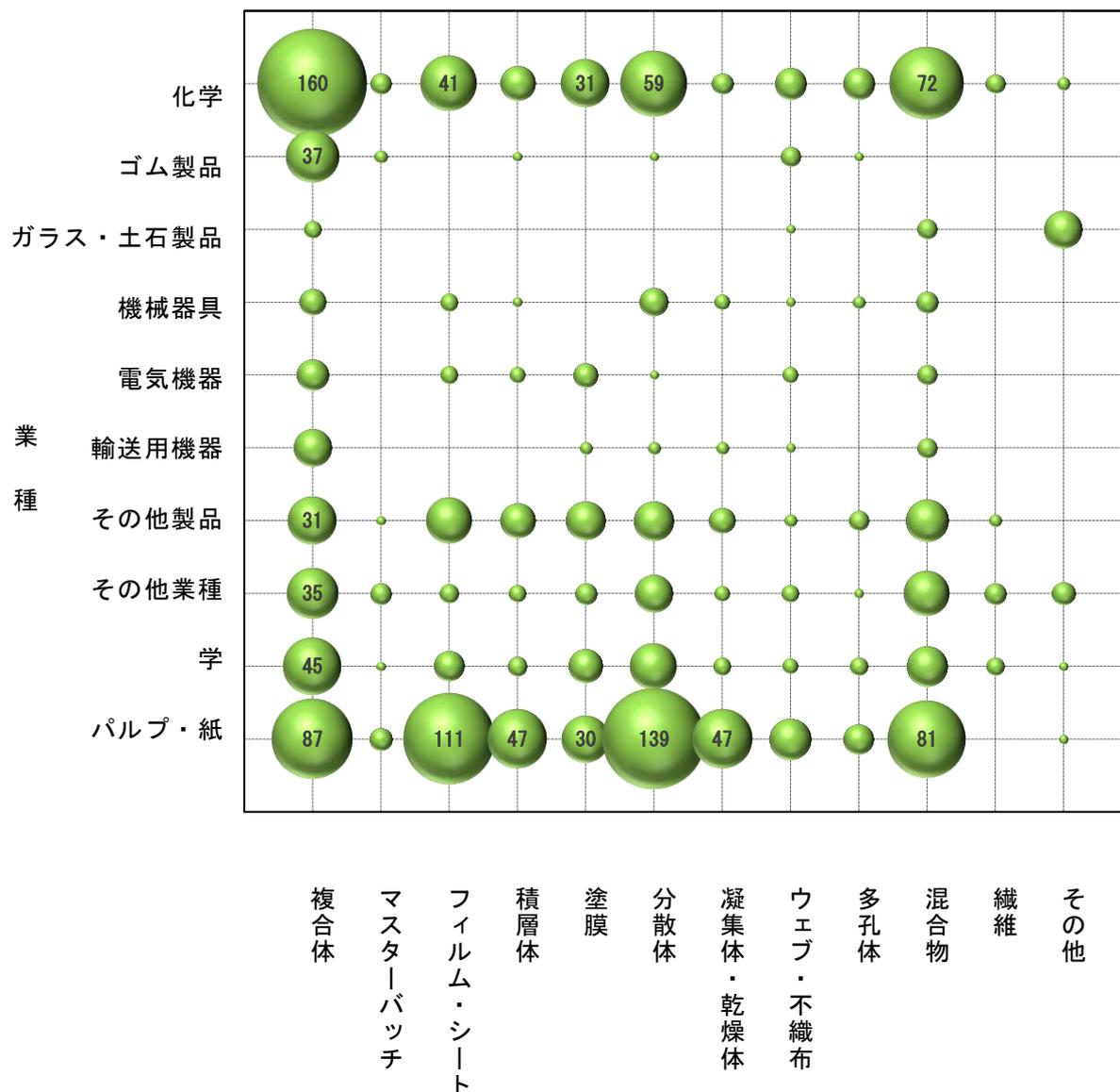


図 19 CNF の形態に関する業種別の特許公報発行数

2015 年～2020 年に発行されたもの

数字は特許公報数（30 以上を表示した）

化学は、複合体に関する特許公報発行数が最も多く、材料開発を中心に行っていることがわかる。また、混合物に関するものがこれに次いでおり、塗料・接着剤への応用

も検討されていることがわかる。さらに分散体に関するものも多く、化学でも自ら CNF を製造しようとしていることがわかる。

パルプ・紙は、分散体に関するものが最も多く、CNF の製造方法の開発を中心に研究開発が行われていることがわかる。また、CNF のフィルム・シートに関するものが多い。後述するが（表 4）、王子ホールディングスは、CNF の透明連続シートの生産設備を稼働させている。複合体に関するものも多く、パルプ・紙でも自ら強化樹脂の検討を行っている。また、混合物も多いが、これは、化粧品や土木などに関するものである。

### 3 CNF の製品化の推移

CNF に関する特許公報数の多い企業や、インターネットのニュース検索の結果をもとに、CNF に関する各社のニュースリリースを収集・整理した。

#### 3.1 CNF の生産に関する各社のニュースリリース

表 4 に CNF の生産に関する各社のニュースリリースを整理して示した。日本製紙は、2013 年に実証設備を稼働させ、2017 年には商業プラントを稼働させるなど、CNF の生産を着実に進めている。中越パルプ工業も、2016 年に実証設備を稼働させ、2019 年には商業プラントを稼働させるなど、CNF の生産を積極的に進めている。

その他、大王製紙や王子ホールディングスなどの製紙会社が CNF のサンプル提供を行っている。また、スギノマシンや星光 PMC など CNF のサンプル提供を行っている。

表4 CNFの生産に関する各社のニュースリリース

企業名	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
日本製紙	実証設備稼働			商業プラント建設	商業プラント稼働		品質マネジメントシステムの認証取得		
第一工業製薬		実証設備稼働							
大王製紙				実証設備稼働		サンプル提供開始			
中越パルプ工業	サンプル提供開始			実証設備建設	用途開発		商業プラント建設	マスターバッチ販売開始	
王子ホールディングス			サンプル提供開始		実証設備稼働				
星光PMC		サンプル提供開始				実証設備稼働			
スギノマシン						サンプル提供開始		サンプル提供開始	
丸住製紙							サンプル提供開始	実証設備建設	
横河電機									サンプル提供開始
レンゴー						製造方法開発			
GSアライアンス								製造方法開発	
東亜合成								製造方法開発	

### 3.2 CNF の材料開発に関する各社のニュースリリース

表5に CNF を用いた材料開発の例を示す。王子ホールディングスは、透明連続シート<sup>1</sup>の生産設備を導入し、生産を開始している。

中越パルプ工業や日本製紙は、CNF 強化樹脂を開発している。GS アライアンスや花王も樹脂複合材料を開発している。

一方、パナソニックは、CNF を 70%の高濃度で樹脂に混ぜ込む複合加工技術と、成形加工技術を開発している。これは石油由来の樹脂の使用量を少なくすることで、環境にやさしい材料を提供しようとするものである。

表5 CNF を用いた材料開発の例

日時	会社	内容
2013年3月	王子ホールディングス	東雲研究センター（東京都江東区）に CNF の連続シート <sup>1</sup> 化設備を設置。サンプル提供を開始。
2015年1月	中越パルプ工業	竹の CNF が高分散したポリプロピレン複合材料 <sup>2</sup> の開発に成功。
2016年10月	大王製紙	CNF 高配合の成形体の開発に成功。
2016年10月	王子ホールディングス	CNF の透明連続シート <sup>1</sup> の生産設備を導入。
2016年12月	日本製紙	CNF 強化樹脂 <sup>3</sup> の実証生産設備を富士工場（静岡県富士市）に設置。2017年6月に稼働予定。年間10トン以上生産。
2017年5月	王子ホールディングス	CNF 透明シート <sup>1</sup> の製造に成功。サンプル提供を開始。
2017年6月	GS アライアンス	CNF のマスターバッチ <sup>4</sup> を供給。
2017年7月	大王製紙	CNF 高配合の成形体 <sup>5</sup> の開発に成功。8月より、サンプル提供を開始。
2017年10月	王子ホールディングス	CNF 連続透明シート <sup>1</sup> を開発、製造。サンプル提供を開始。
2018年3月	王子ホールディングス	ポリカーボネート樹脂と CNF を組み合わせた複合材 <sup>6</sup> を開発。
2018年4月	GS アライアンス	CNF を各種熱可塑性樹脂に混合した複合体マスターバッチ <sup>4</sup> を供給。
2018年9月	トクラス	CNF を含むウッドプラスチックコンポジット <sup>7</sup> を開発。サンプル提供を開始。
2018年10月	大王製紙	CNF とポリプロピレン樹脂を複合化した「セルローズ複合樹脂ペレット」 <sup>8</sup> のサンプルを供給開始。
2019年3月	北越コーポレーション	CNF と炭素繊維を融合させた複合素材 <sup>9</sup> を開発。
2019年4月	GS アライアンス	CNF とプラスチックを複合化した材料 <sup>10</sup> を開発。サンプル提供を開始。
2019年4月	GS アライアンス	CNF を複合化させた生分解性プラスチックカラーマスターバッチ <sup>11</sup> を開発。
2019年5月	王子ホールディングス	ウシオ電機と共同で CNF 透明シート <sup>1</sup> 上への微細パターンニングに成功。
2019年7月	パナソニック	CNF を 55%以上の濃度で樹脂に混ぜ込むことが可能となる複合加工技術 <sup>12</sup> を開発。

2019年8月	GS アライアンス	ポリ乳酸などの各種生分解性樹脂とセルロースナノファイバーを複合した材料でフィルム、シートを試作、サンプル販売を開始。
2020年1月	スギノマシン	タカギセイコー、富山県立大学と共同で CNF を利用した樹脂複合材料を開発。
2020年1月	GS アライアンス	射出成形機で大量生産が可能なポリ乳酸をベースとした生分解性樹脂を開発。
2020年6月	花王	改質 CNF 配合高機能樹脂の提供を開始。
2020年8月	中越パルプ工業	CNF の複合樹脂ペレット・マスターバッチ品の販売を開始。
2020年8月	大王製紙	セルロース濃度を 55%にまで高めた CNF 複合樹脂の開発に成功。
2021年3月	GS アライアンス	バイオマスポリエチレンなどと CNF の複合樹脂を作成。
2021年2月	パナソニック	CNF を 70%の高濃度で樹脂に混ぜ込む複合加工技術と、成形加工技術を開発。

### 3.3 CNF を用いた製品開発に関する各社のニュースリリース

表6に CNF を用いた製品開発の例を示す。第一工業製薬は、増粘剤を開発するとともに、チクソ性を活かして、三菱鉛筆と共同で、ゲルインクボールペンのインクを実用化している。そのほか、増粘性を活かした和菓子なども販売されている。ランニングシューズや卓球のラケットなどスポーツ用品での商品化もなされている。

以上の実用化例は、規模が小さいが、大きな市場が期待されるものとしては、2019年10月に住友ゴム工業が、低燃費タイヤを発売した例が挙げられる。

日本では、あまり話題になっていない例としては、2018年3月の大王製紙と三井住友建設が共同で CNF を用いたコンクリートの実用化に向けた研究開発や、2019年2月の王子ホールディングスとタケ・サイトの生コンクリート圧送先行剤への適用がある。米国やカナダでは、橋梁などの補強に CNF 含有セメントがすでに実用化されており、大きな市場になると予測されている。

2021年には、大王製紙がバス用のフロントバンパーを実装し、自動車用途での実用化も始まった。

表6 CNF を用いた製品開発の例

日時	会社	内容
2013年12月	第一工業製薬	セルロースシングルナノファイバー（CSNF）からなる <b>増粘剤</b> を開発し、製造・販売を開始。
2015年4月	日本製紙	機能性シートの実用化に成功。日本製紙クレシアが <b>ヘルスケア製品</b> への展開を図る。
2015年8月	王子ホールディングス	日光ケミカルズと CNF の <b>化粧品原料</b> としての開発を、共同で行うことに合意。
2015年9月	第一工業製薬	三菱鉛筆により、 <b>ゲルインクボールペン</b> のインクに増粘剤として採用された。
2015年9月	日本製紙	CNF 消臭機能を持つシートの実用化に成功。日本製紙クレシアが、大人用 <b>紙おむつ</b> に採用。10月1日より全国で発売開始。
2016年10月	凸版印刷	CNF をコーティングした紙器として、酸素バリア性を持つ食品向け <b>紙カップ</b> を開発。2017年3月よりサンプル出荷を開始。
2016年11月	三菱鉛筆	CNF をインクの粘度調整剤として実用化。 <b>ゲルインクボールペン</b> を全国で発売。
2016年11月	王子ホールディングス	<b>増粘剤</b> 用の CNF を開発し、販売開始。
2016年11月	大王製紙	千葉工業大学と共同で CNF を利用した多孔質の <b>人工骨補填材</b> の開発に成功。
2017年3月	大王製紙	CNF を <b>トイレ用ペーパークリーナー</b> に配合したトイレおそうじシートを2017年4月1日より新発売。

2017年4月	スギノマシン	岡山県工業技術センターと共同で、CNFに、シングルナノサイズの金属微粒子を均一に分散させた <b>複合体</b> を開発。
2017年5月	太陽ホールディングス	CNF <b>電子部品用絶縁材料</b> に使用する技術を開発。
2017年6月	王子ホールディングス	CNFの増粘剤が、一般消費者向け <b>カーケミカル用品</b> の原材料として採用された。5月末より提供を開始。
2017年8月	三菱鉛筆	CNFをインクの粘度調整剤として実用化した <b>ゲルインクボールペン</b> の光沢のあるグラデーションを施した軸色を9月15日に数量限定で発売。
2017年8月	大王製紙	CNFを配合した <b>トイレクリーナー</b> を2017年10月1日よりリニューアル発売。
2017年11月	日本製紙	明治大学名誉教授宮腰哲雄氏、漆芸家石井昭氏と共同で、CNF添加の <b>漆塗料</b> を開発。
2018年3月	大王製紙	三井住友建設と共同でCNFを用いた <b>コンクリート</b> の実用化に向けた研究開発の取り組みに着手。
2018年2月	スギノマシン	CNF粉末化した、 <b>補強用フィラー</b> 向けのドライパウダーを開発。
2018年6月	星光PMC	CNF複合材料がアシックスの <b>ランニングシューズ</b> のミッドソール部材の原材料の一部に採用された。
2018年7月	パナソニック	コードレススティック <b>掃除機</b> 2機種を8月30日に発売。軽量化技術としてCNF樹脂を開発。
2018年8月	星光PMC	CNF複合材料がシックス様の <b>ランニングシューズ</b> のミッドソール部材の原材料の一部として採用された。2例目。
2018年12月	日本製紙	菓子メーカー、田子の月の <b>どら焼き</b> に、CNFが採用された。
2018年12月	日本製紙	RBP開発した <b>化粧水</b> に、CNFを提供。
2019年2月	王子ホールディングス	タケ・サイトの <b>生コンクリート圧送先行剤</b> にCNFが1月より採用された。
2019年3月	GSアライアンス	ポリ乳酸とCNFを複合化させた生分解性の材料を用いて、射出成形によりスプーン、ナイフ、フォークの <b>カトラリー</b> を試作した。
2019年4月	王子ホールディングス	日光ケミカルズと <b>化粧品</b> 原料向けにCNFの共同開発を進め、製品化した。
2019年4月	日本製紙	CNFが、島根県出雲市の老舗「有限会社坂根屋」の主な <b>お菓子の</b> ラインアップに採用された。
2019年6月	大王製紙	愛媛県と共同でCNFを用いた <b>陶磁器などの塗料</b> の実用化に向けた研究開発の取り組みに着手。
2019年6月	大王製紙	タマスと共同で、 <b>卓球ラケット</b> の部材として用いる開発に成功。
2019年10月	住友ゴム工業	低燃費タイヤを12月1日から発売。日本製紙のCNFを <b>タイヤ</b> に採用。
2020年2月	王子ホールディングス	CNFシートが、ダーカーの <b>卓球ラケット</b> 用素材に採用が決定。
2020年2月	大王製紙	タマスが2020年4月に国内および海外で発売を予定している <b>卓球ラケット</b> の部材として、CNF成形体が採用された。
2020年3月	日本製紙	CNFをコーティングした原紙が、凸版印刷の飲料向け <b>紙製バリアカップ</b> に採用された。2020年4月よりサンプル出荷を開始。
2020年9月	パナソニック	高濃度CNF成形材料を応用した <b>リユースカップ</b> による飲食サブスクリプションモデルの実証実験を行う。
2020年10月	丸富製紙	CNFを実用化した <b>芯なしトイレトーパー</b> の販売を開始。
2020年11月	第一工業製薬	CNF、八光産業のグラスライニング用途に採用された。
2020年11月	中越パルプ工業	CNFが、松尾ハンダ製造の <b>ソルダペースト</b> の添加剤として採用された。
2021年2月	玄々化学工業	CNFを配合した <b>下塗り塗料</b> を新発売。
2021年2月	中越パルプ工業	CNFが、スピングルカンパニー製 <b>スニーカー</b> のラバーソールの添加剤として採用された。

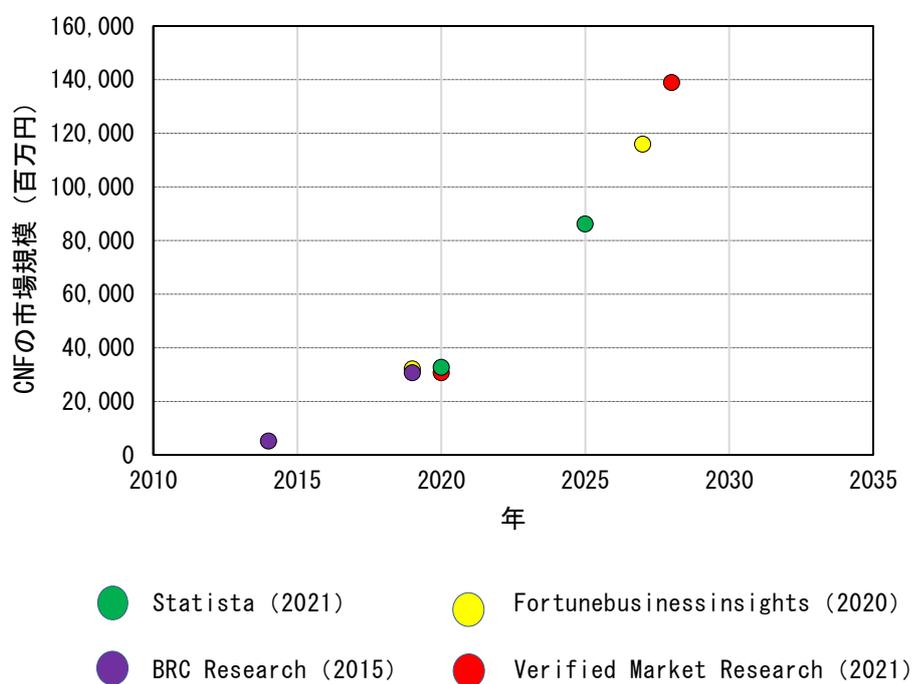
2021年2月	愛媛製紙	愛媛県・アイテックなどと共同で、柑橘果皮からできた <b>化粧品原料</b> を開発。販売開始。
2021年3月	パナソニック	アサヒビールと <b>飲料容器</b> をリニューアル。CNFの使用比率を55%から70%まで引き上げ、1個あたりのプラスチック使用量を従来より33%削減。
2021年10月	大王製紙	CNFを用いてバス用 <b>フロントバンパー</b> をヤマセイと共同で製作。道後プリンスホテルグループが導入した観光ツアーバスに実装。

なお、国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）は、これまで CNF に関する研究開発プロジェクトを、行ってきたが、現在は、「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（2020年度～2024年度）という助成制度を実施している。参考資料に示した通り、各社の製品開発の研究開発資金を助成し、実用化を促進するものである。

## 4 CNF の市場規模予測と製造コスト

### 4.1 世界の CNF の市場規模予測

図 20 に、世界の CNF の市場規模（予測）を示す。偶然かもしれないが、4 社の予測は、ほぼ一つの曲線に乗っている。これによると、2020 年の世界の CNF の市場規模は、300 億円であり、2025 年には 700 億円、2028 年には、1,389 億円になると予測されている。



出所は参考資料を参照

図 20 世界の CNF の市場規模（予測）

## 4.2 CNFの製造コストの見通し

平成25年度製造基盤技術実態等調査（製紙産業の将来展望と課題に関する調査）報告書（三菱化学テクノリサーチ、2014年）では、2020年に向けて用途開発が進み、需要の拡大とともに生産設備のスケールアップが実施され、CNFの生産量が1,000トンで、価格が1,000円/kgを切れるようになると期待されていた。さらに、2030年には、生産量が数十万トンで、価格が数百円代となり、自動車部材や情報電子材料、包装材料、建築材料、食品用増粘剤、高機能性フィルターなどの多くの用途に汎用的に採用されることにより1兆円規模の新しい市場が創造されることを、達成すべき目標として設定していた。

しかし、2019年10月に仙台で開催されたTAPPI（Technical Association of the Pulp and Paper Industry）の第62回2019年年次大会にセルロースナノクリスタル（CNC）商品の説明ブースを設置していたカナダの会社の説明員に直接質問したところ、「現在、1kg当たり10,000円のCNCが、2019年末に増設が完了すれば、7,000円/kgぐらいになる。しかし、それ以上大量生産できたとしても、5,000円/kg程度までしか下がらないだろう」という答えであった。

CNFの製造コスト、販売価格のデータは、収集できていないが、矢野経済研究所の二つの調査報告書には、CNFの世界の出荷額と生産量が示されており、これをもとに価格を推定できる。表7と表8に示した通り、2021年で10,000円/kg弱となり、先ほどのカナダの企業の説明員の値と一致する。さらに2030年には、5,900円～8,600円と算出され、この値も、カナダの会社の説明員の見解とほぼ同等である。

表7 セルロースナノファイバーの出荷額、生産量と価格

	出荷額（百万円）	生産量（t）	価格（円/kg）
2021年（見込み）	5,375	57～60	94,300～89,600
2025年（予測）	10,160	350	29,000
2030年（予測）	25,800	3,000	8,600

注：価格は下記資料を基に旭リサーチセンターが算出したもの。

出所：矢野経済プレスリリース：[https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2714](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2714)  
矢野経済研究所「セルロースナノファイバー世界市場に関する調査（2021年）」  
2021年5月13日発表

表8 セルロースナノファイバーの出荷額、生産量と価格

	出荷額（百万円）	生産量（t）	価格（円/kg）
2020年（見込み）	6,840	57	120,000
2025年（予測）	13,000	400	32,500
2030年（予測）	20,500	3,500	5,900

注：価格は下記資料を基に旭リサーチセンターが算出したもの。

出所：矢野経済プレスリリース：[https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2412](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2412)

矢野経済研究所「セルロースナノファイバー世界市場に関する調査（2020年）」

2020年4月7日発表

#### 4.3 CNFの製造コストの見通しから見た製品開発の進め方

今後、自動車部材や情報電子材料などの多くの用途に汎用的に採用されることが期待されるが、その実現のためには、大幅なコストダウンができる革新的な CNF の製造技術の開発が必要と思われる。一方、化粧品など CNF の使用量は少量でも高付加価値製品であるために高価な CNF でも採用できるなど、使える範囲から製品化していくことで、需要が増え、結果的にコストダウンにつながるということもあるだろう。

また、特許や論文などでは、樹脂を強化するために CNF を 10%程度添加するケースが多いが、もっと添加量が少なくても強化の効果がある例がある。スギノマシンが新エネルギー・産業技術総合開発機構と共同で 2018 年 2 月 8 日にニュースリリースしたものによると、「(前略)本開発品をポリプロピレン (PP) 樹脂に添加し複合化したところ、わずか 1 wt%という少量添加にもかかわらず、樹脂の引張り伸びと破断時の引張り応力が、未添加のものに比べ大幅に向上しました。(後略)」という記載があった。これがスギノマシンの水中対向法という製造方法で作られた CNF に特有のものかどうかは、判然としないが、添加量が低くても樹脂の強化を可能とすることができるかもしれない。

また、樹脂や紙に表面に CNF (と樹脂) をコーティングすることで強化できるという特許公報も複数ある。

CNF の特許には、用途を特定せず、強化樹脂を開発したというものが多い。一方、「自動車のパワーステアリング用のギヤに用いる」といった用途が特定されているものもある。材料開発のノウハウは十分蓄積されてきており、今後は、ユーザーとスペックのすり合わせを行い、それに必要最小限の性能をもった材料を開発するなど、製品としてのコストパフォーマンスを明確にすることが必要なのではないかと。

## 5 まとめ

世界の CNF の市場規模は、2025 年には 700 億円、2028 年には、1,389 億円になると予測されている。しかし、CNF の製造コストは、2021 年で 10,000 円/kg 弱であり、2030 年でも、7,000 円/kg 程度になると推定される。

特許公報発行数をみると、日本では、ナノファイバーの製造に関するものと、材料・部材に関するもの、製品への応用に関する特許公報発行数がほぼ同数で推移している。CNF の機械的特性を材料・部材に利用しようとするものが多いが、特定の応用分野に限定しない材料・部材開発が多い。

すでに、日本製紙や中越パルプ工業は、CNF 生産のための商業プラントを稼働させており、大王製紙や王子ホールディングスなどの製紙会社が CNF のサンプル提供を行っている。

CNF を用いた製品開発については、ゲルインクボールペンのインクやランニングシューズやなどのスポーツ用品が商品化されている。また、大きな市場が期待されるものとしては、2019 年 10 月に住友ゴム工業が、低燃費タイヤを発売した。

材料開発のノウハウは十分蓄積されてきており、今後は、ユーザーとスペックのすり合わせを行い、それに必要最小限の性能をもった材料を開発するなど、製品としてのコストパフォーマンスを明確にすることが必要ではないか。

## 6 参考資料

Statista (2021) : Global market value of nanocellulose 2020 & 2025

<https://www.statista.com/statistics/1192542/global-nanocellulose-market-size/>

Fortunebusinessinsights (2020)

<https://www.fortunebusinessinsights.com/nanocellulose-market-104565>

BRC Research (2015) : Global Nanocellulose Market Size By Type, By Application, By Geographic Scope And Forecast

<https://www.bcresearch.com/partners/verified-market-research/global-nanocellulose-market.html>

Verified Market Research (2021) : Nanocellulose Market” By Type (Nanocrystalline Cellulose, Cellulose nanofiber and Micro fibrillated), By Application (Pulp & Paper, Biomedical & Pharmaceutical, Packaging), and By Geography)

<https://www.verifiedmarketresearch.com/product/nanocellulose-technology-market/>

参考資料：「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー（CNF）関連技術開発」事業（NEDO）採択テーマ（2020年8月）

研究開発項目	採択テーマ名	実施予定先
(1) 「革新的 CNF 製造プロセス技術の開発」 (助成事業)	疎水化 TOCN（TEMPO 酸化セルロースナノファイバー）および樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	花王
	CNF／塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	大洋塩ビ、プラス・テク
	CNF 強化樹脂（PA6、PP）の低コスト製造プロセス技術の開発	日本製紙、宇部興産
	伝動ベルトをターゲットとした CNF 複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発	東ソー、バンドー化学
	革新的 CNF 複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発	大王製紙、芝浦機械
	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	星光 PMC
	ウォータージェット技術を用いた革新的 CNF 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	スギノマシン
(2) 「CNF 利用技術の開発」 (2-1) 「量産効果が期待される CNF 利用技術の開発」 (助成事業)	CNF 技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	大建工業、利昌工業
	自動車部品実装に向けた CNF 複合材料開発、成形・加工技術開発	ダイキョーニシカワ
	革新的ガス吸着再生 CNF 複合フィルタを用いた多機能型デシカントフィルタシステムの開発	進和テック
	炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および商品適用検証	パナソニック
(2) 「CNF 利用技術の開発」 (2-2) 「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」 (委託事業)	CNF 配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発	住友ゴム工業、日本製紙
	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	産業技術総合研究所 福井大学

出所：国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）

[https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100169.html](https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100169.html)

<本レポートのキーワード>

セルロースナノファイバー、CNF、特許公報、強化樹脂、世界市場、製造コスト、価格

(注) 本レポートは、ARCのWEBサイト (<https://arc.asahi-kasei.co.jp/>) から検索できます。

このレポートの担当

シニア・フェロー 松村 晴雄

お問い合わせ先：

E-mail [matsumura.hd@om.asahi-kasei.co.jp](mailto:matsumura.hd@om.asahi-kasei.co.jp)