

技術ロードマップに関する調査報告書 概要

平成21年3月

東京工業大学

ナノファイバーイノベーション創出NEDO特別講座

目次

1. 調査の概要	1
(1) 調査目的	1
(2) 調査方法	2
(3) 調査期間	2
(4) 構成委員	3
2. ファイバー分野のマップアンケート結果.....	4
(1) ファイバー分野マップ俯瞰図	4
(2) ファイバー未来年表	8
(3) ハイテクファイバーの分類.....	10
(4) 21世紀のファイバー技術の展開図	11

1. 調査の概要

(1) 調査目的

2000年代以降より、欧・米の有名大学、特に英・ケンブリッジ大学、独・マールブルグ大学や米国のマサチューセッツ工科大学(MIT)、コーネル大学などの有名大学は、繊維(以下「ファイバー」と略記する)の先進材料としての革新的効果にいち早く着目し、次世代を睨んだ省エネ、軽量化及び環境対策に戦略上重要な次世代材料と位置づけて開発を目指している。重要なのは、学問がものづくりに結びつけた視点に置いた産学連携を実施していることである。しかも、急速に位置付けて布石を始めており、その知を活かし、高性能や高機能のファイバーなどに特化した活発な研究をベンチャー企業と連携して実施している。

一方、我が国においては、1990年代頃には、ファイバーの全生産量を始め、ファイバー技術開発において『新合繊』の開発が世界の頂点に達した頃から汎用衣料分野の生産がアジアに移行するに伴い、短篇急にファイバーを狭義に解釈して繊維学部を改組した大学もあれば、日本のポテンシャルの高さを見直し発展させ①地球規模の環境問題、②資源の枯渇、③化石エネルギーの供給制約、④世界的な人口爆発の状況下で、⑤真にサステナブルな社会を構築する産業分野までを視野に入れたファイバーの持つポテンシャルの高さを認識して拡大している幾つかの大学もある。この為に、過去の栄光体験に捕らわれるのではなく、大学のファイバーに関連した研究者らの柔軟な頭で、将来の①最先端のファイバー科学・技術を創造と②それをファイバー産業に結び付けて、③新しいファイバーニューフロンティアを切り拓く事、つまり「ファイバー分野の科学と技術の近い将来から遠い将来に対して、知の創造の議論を通して『日本のファイバー産業の基礎を築く』こと」が出来る。

これまでの歴史が証明するとおり、科学技術の発見・発明は、柔軟な若い頭脳から生まれているし、それが広範な「知」に出会うことによって様々な価値を生んできた。情報が瞬時に世界を駆け巡るグローバル化時代を迎え、研究、開発、市場化といった各局面を同時に見据えながらダイナミックに行動することが求められている。この機会に潜在的に培ってきたファイバーテクノロジーのポテンシャルの高さを見直して、日本が従来から蓄積してきた大学の知を活かし、発展させることが我が国のファイバー技術力の強化のために必要であり、また、そのことは我が国の国益に適うものであると考えている。

そこで、本調査は大学の優秀な若手の知を活用し、企業が興味を持つような部材開発・用途開発のための技術シーズを吸い上げることを目的として、次世代(今後15年以降)のファイバー産業を牽引するに相応しい高機能ファイバーや高性能ファイバーとなる重要な技術を盛り込んだ新ファイバー産業創造を視野に入れた技術ロードマップの策定を行う。

なお、マップ策定の際には経済産業省のファイバー分野の技術戦略マップと連携し、ニーズとシーズが合致するような内容とする。また、技術ロードマップから重要な技術シーズを吸い上げ、可能な限りファイバー分野のローリングに反映することを予定している。

本調査は、経済産業省繊維課及びNEDOのご支援のもと、主に社団法人繊維学会、ナノファイバー学会の関係者、大学及び国立研究機関の研究者等に絶大なご協力を得た成果であり、茲に関係者に深甚なる謝意を表す。

(2) 調査方法

○国内有識者のアンケート調査

大学、国立研究機関、国内の有識者（約120名）に対するアンケート調査を実施する。（アンケート調査の実施予定期間：11月中旬～1月下旬）

○アンケート結果の取り纏めと技術シーズの整理・俯瞰

上記のアンケート結果の取り纏めを行い、併せて集まった技術シーズを整理・俯瞰する。

○アンケートは、(株)矢野経済研究所の協力で実施した。

(3) 調査期間

平成20年11月8日～平成21年3月16日

(4) 構成委員

<委員長>

谷岡 明彦 東京工業大学大学院理工学研究科教授

<委員長代理>

本宮 達也 テクノ戦略研究所代表

<委員>

奥林 里子 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科准教授

小山 俊樹 信州大学繊維学部准教授

齋藤 継之 東京大学大学院農学生命科学研究科助教

田中 敬二 九州大学大学院工学研究院応用化学部門教授

戸木田雅利 東京工業大学大学院理工学研究科准教授

久田 研次 福井大学工学部工学研究科准教授

松葉 豪 京都大学化学研究所助教

松本 英俊 東京工業大学大学院理工学研究科特任准教授

<オブザーバー>

松尾 武志 経済産業省製造産業局繊維課繊維企画官

櫻井 孝史 経済産業省製造産業局繊維課課長補佐

落合美奈子 経済産業省製造産業局繊維課化合繊維技術係長

松本 麻衣 経済産業省製造産業局繊維課化合繊維技術係

山森 義之 NEDOナノテクノロジー・材料技術開発部主査

2. ファイバー分野のマップアンケート結果

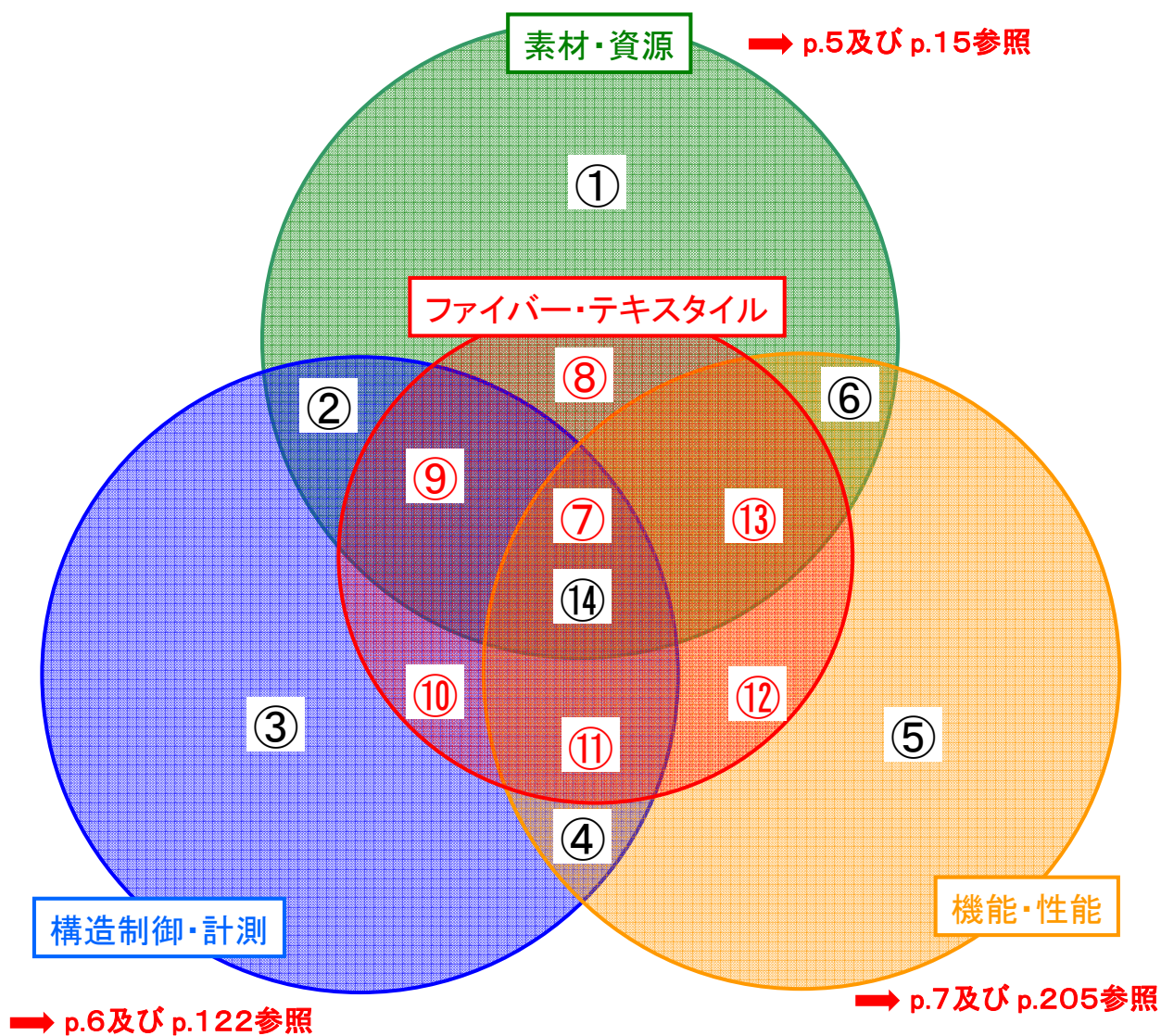
(1) ファイバー分野マップ俯瞰図

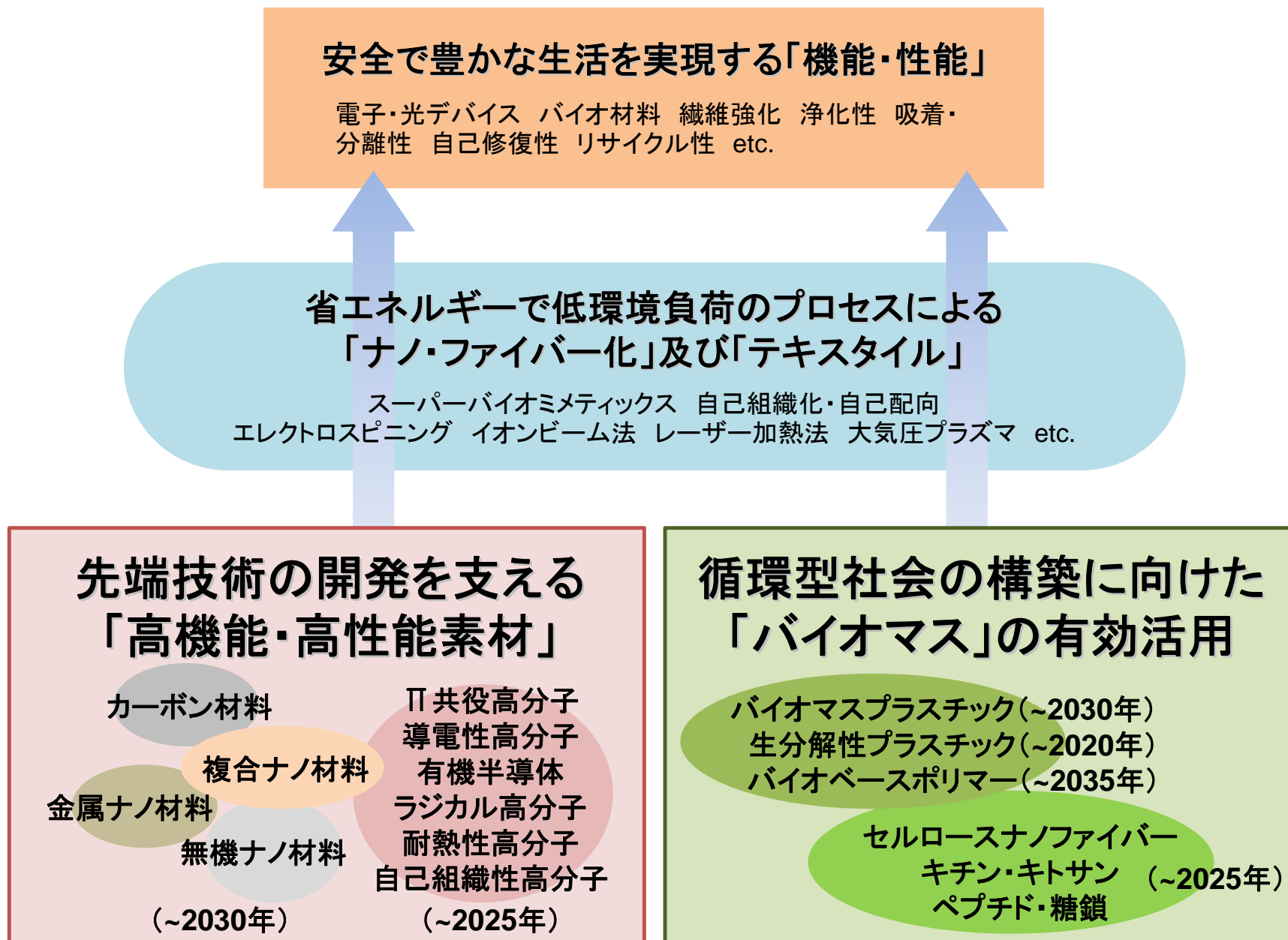
【全体俯瞰図】

今回収集した専門家 100 名のアンケートに提示された技術シーズを、「素材・資源」「構造制御・計測」「機能・性能」の3分野に分類した。更に、下図 アンケートデータ俯瞰図の通り、アンケートに記載された技術シーズを①～⑭に更に細分化している。

「素材・資源」「構造制御・計測」「機能・性能」分野それぞれの融合部分に加え、「ファイバー・テキスタイル」への繋がりが顕著に見られる技術シーズについては、俯瞰図中央の「ファイバー・テキスタイル」にも分類することができる。

次ページより、3分野それぞれの詳細な俯瞰図を提示する。





ファイバーの「完全な」構造制御法の確立 (Phase2)(2020-35)

ナノ～マクロにいたる既存のポリマーを超えた
空間制御(～2035)

ハイブリッド化(～2035)

ナノプリント(～2035)

自己組織化及び自己配向性(ナノファイバー)(～2035)

コンピュータシミュレーション(～2035)

新規構造解析・計測技術の 開発と発展(Phase 1): 2020まで重点的に

カーボンファイバー
天然ファイバー
ハイブリッドファイバー
プラズマを用いた改質
新規合成法の開発

新しい素材からの
アプローチ
(2010-35)

大型装置の利用
新規測定装置の開発
表面物性制御
内部構造制御
コンピュータの利用

ファンダメンタルからの
アプローチ
(2010-35)

触媒・化学性能の付加
難燃性繊維
繊維センサー
光機能繊維
吸着・透過性の制御

新しい機能からの
アプローチ
(2010-35)

ファイバーの近未来機能化

passive function

(5~25年後)

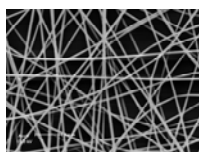
高効率エネルギー変換

電気化学・光電変換・熱電変換素子、
導電性・半導体ファイバー、



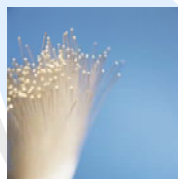
再生医療

細胞スキャフォールド



情報伝達

光ファイバー



環境調和

バイオベース

非でんぷん系バイオマス、
セルロース



active function

(15~30年後)

高度再生医療

人工神経



セキュアファイバー

外部刺激応答ファイバー、
センサーファイバー



自己機能調整・修復

自己配向ファイバー、
マイクロ・ナノバブル発生
発電ファイバー

表面・界面 改質・修飾

グラフト、
微粒子・分子導入



自己組織化 ハイブリッド

磁性、難燃性、吸着性

fundamental science & technology

(現在~10年後)

(2) ファイバー未来年表

アンケートデータを基に重要と考えられるキーワードを抽出及び一覧化し、更に各技術シーズの開発ロードマップを分野ごとに整理した。

ファイバー未来年表 1

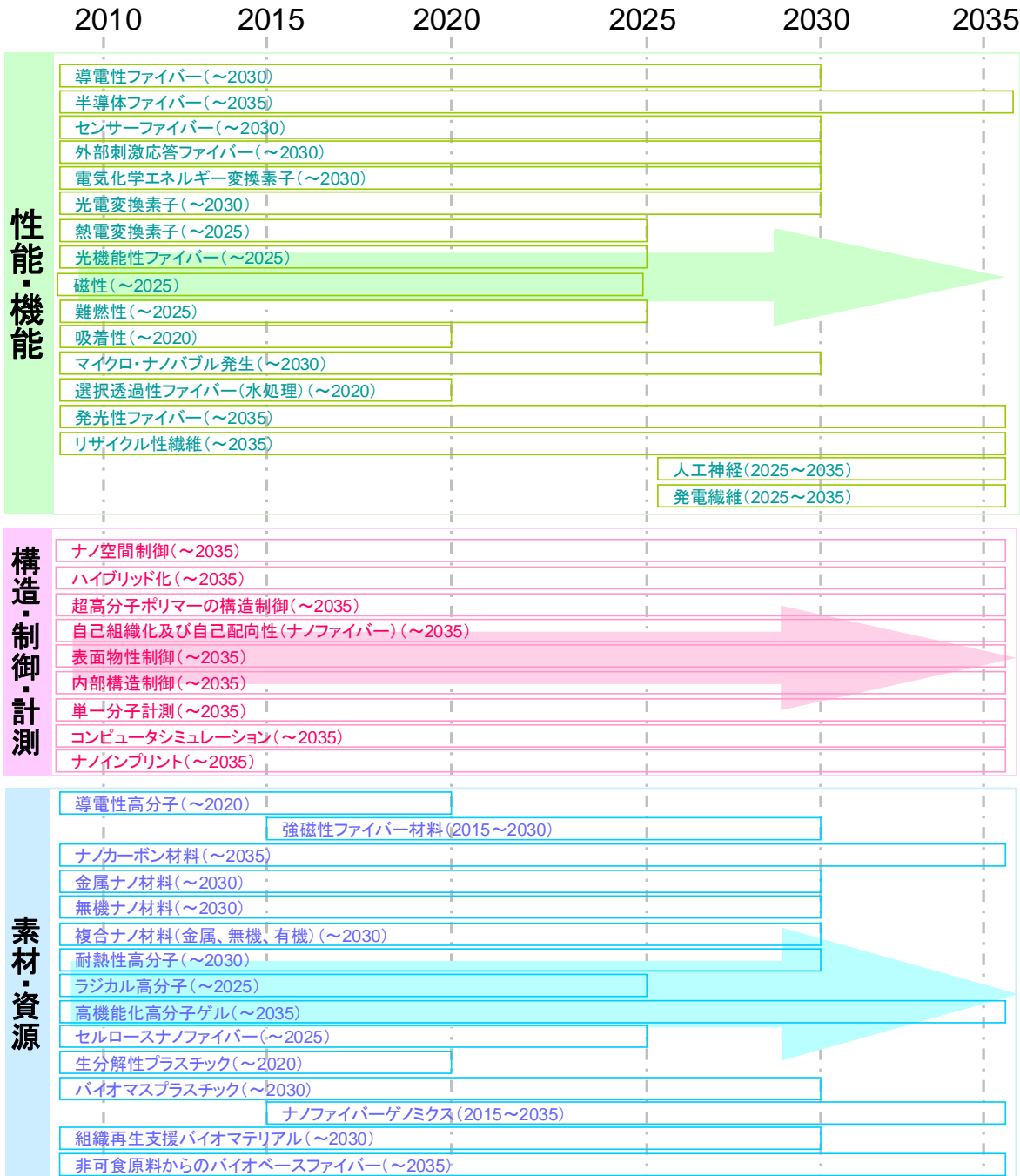
ー 21世紀へのアカデミックロードマップー

開花待つ新シーズ



本図の中のキーワードは専門家約100名へのアンケートを基に重要と考えられるキーワードを抽出し、一覧化したものである。

尚、下記3分野に分類したが、本来各技術シーズは分野を跨る融合技術である場合が多い。今回は紙面の都合上3分野に分類している。

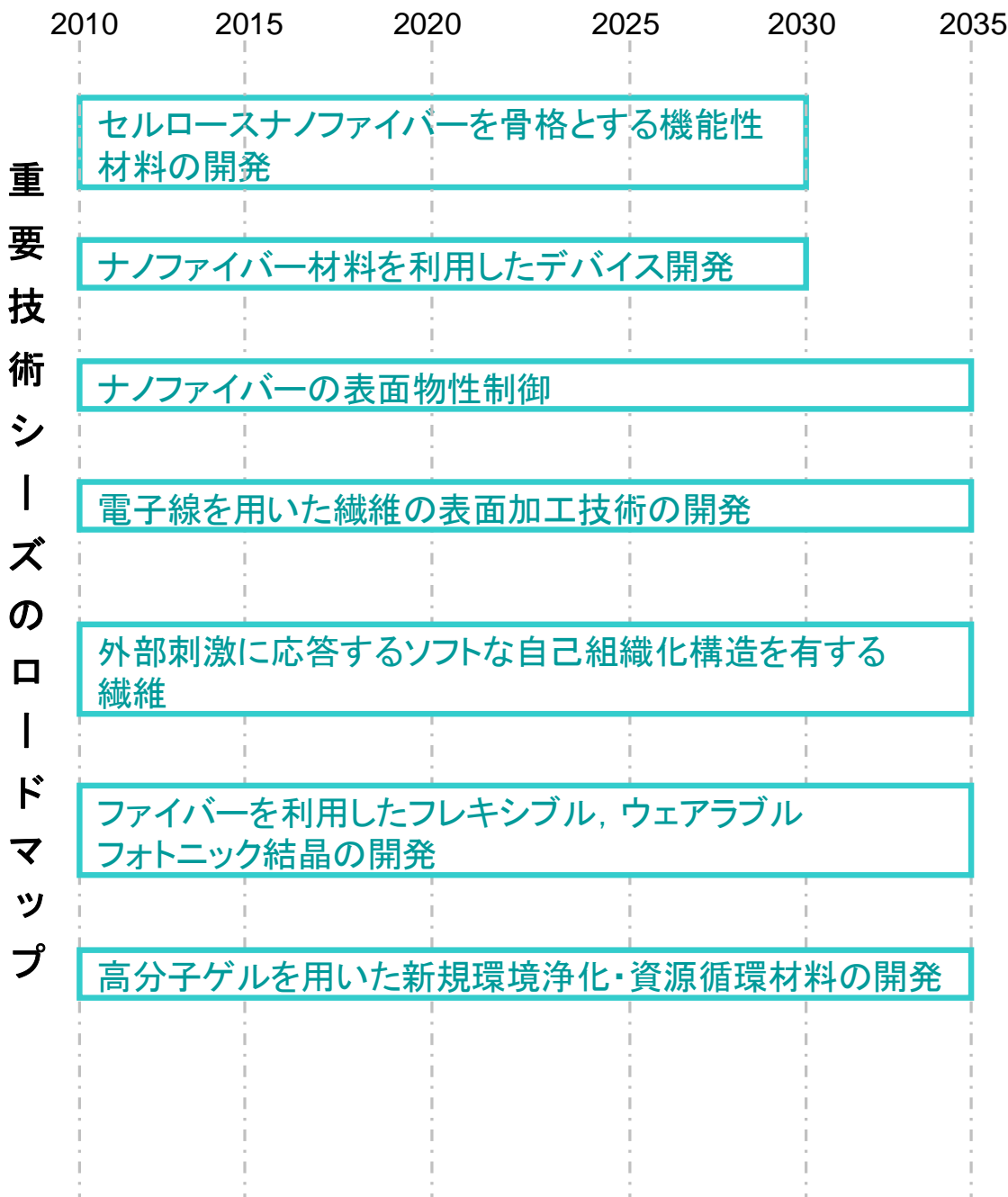


アンケートデータの中から、構成委員より、特に重要であると提言された研究テーマのロードマップは以下の通りである。

ファイバー未来年表 2

ー 21世紀へのアカデミックロードマップー

開花待つ新シーズ



(3) ハイテクファイバーの分類

ハイテクファイバー

High Technologyで作られたファイバーで、次を満足するファイバー、
即ち、①従来のファイバーより格段に優れたファイバー、
②これまでになかった新しいファイバーなどの総称

高性能ファイバー

高性能ファイバーは、特性に応じ高弾性、高強度、耐衝撃、耐熱、耐光(候)、耐薬品、耐磨耗などあり。特に、ファイバー材料の力学性能の強度や弾性率は、その構成する高分子が理論的に発揮する値が計算できる。スーパーファイバーは強度(≥20cN/dtex)弾性率(≥500cN/dtex)を同時に満足させたもの。主に産業用資材分野の用途が多い。

例：パラ系アラミドファイバー、PBOファイバー、炭素ファイバー等

高機能ファイバー

ニーズに応じた特殊な働きを新たに付与したファイバー。
衣料用、産業用あり
例：光ファイバー、消臭ファイバー、中空ファイバー、インテリジェントファイバー等

高感性ファイバー

その時代の一人一人の価値観(欲しいと思う気持ち)にあった商品をハイテク技術又は伝統技術を使って提供する。或いはそういう商品を五感に訴える新機能を提供する
五感ファイバー、光干渉ファイバー等

出典：本宮達也著ハイテク繊維の世界(日刊工業新聞社1999年)一部改変

T,Hongu,G.O.Phillips ; NEW FIBERS, Woodhead Publishing Limited(1997)

T.Hongu,G.O.Phillips and M.Takigami ; New Millennium, Fibers,Woodhead Publishing Limited(2005)

(4) 21世紀のファイバー技術の展開図



図1. 21世紀のファイバー技術の展望

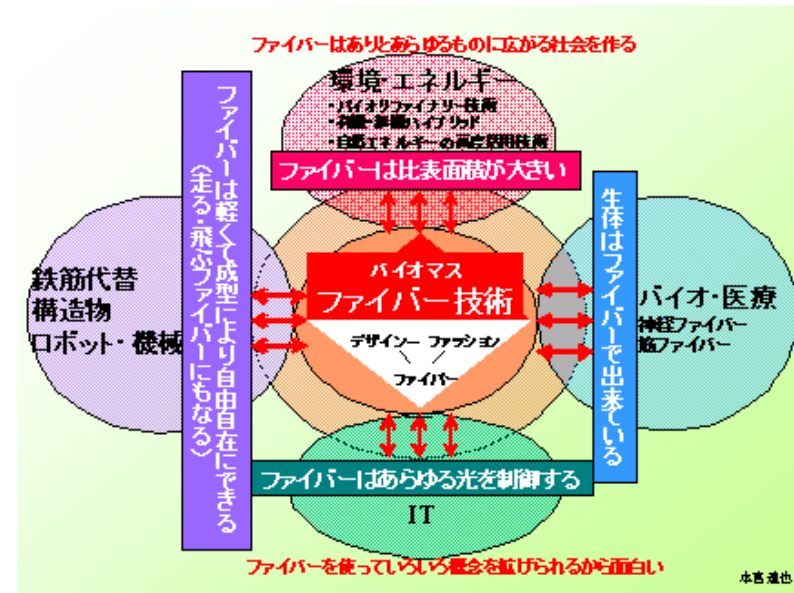


図2. イノベーションにおけるサスティナブルなファイバー産業の実現 (エコイノベーション)

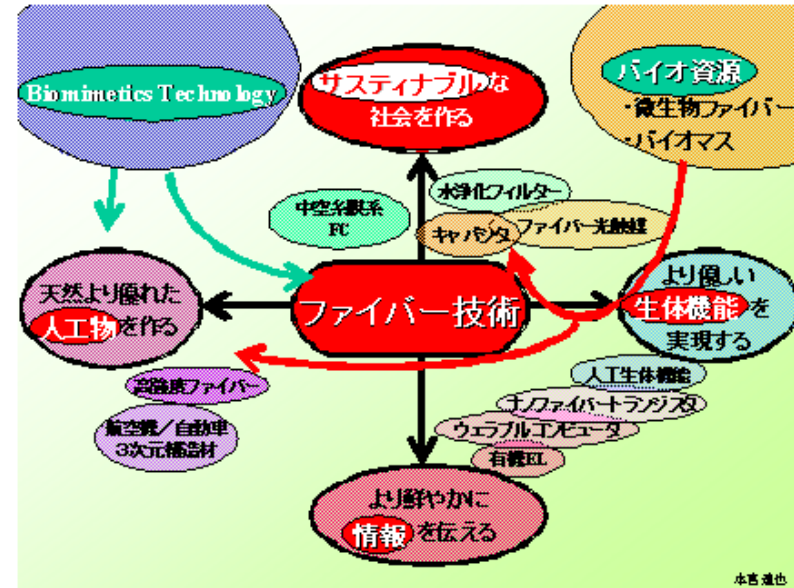


図3. ファイバー×something new 未来技術マップ