

俯瞰ワークショップ報告書
ナノテクノロジー・材料分野
全体会議
「研究開発力強化に向けた施策間連携」

2016年8月22日（月）開催



国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

エグゼクティブサマリー

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）が平成 28 年 8 月 22 日に開催した『俯瞰ワークショップ（WS）ナノテクノロジー・材料分野全体会議「研究開発力強化に向けた施策間連携」』に関するものである。

CRDS では、ナノテクノロジー・材料分野の俯瞰報告書を 2 年毎に発行しており、前回は平成 27 年 4 月に「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野（2015 年）」（CRDS-FY2015-FR-05）を発行した。これに続く 2017 年版を検討するに当たり、材料設計・制御、ELSI/EHS、社会インフラ、ナノエレクトロニクス、バイオナノテクノロジーの 5 つの領域に焦点を当てた活動を行ってきた。今回、ナノテク・材料分野全体の将来を展望するための全体会議として「研究開発力強化に向けた施策間連携」を取り上げ、ナノテクノロジー・材料分野の基盤技術の研究開発力を向上させ、常に世界最高レベルに保ち、そこから実用化・産業化につながるイノベーションを創出できる環境の構築に必要な研究開発拠点・施策間の連携や府省間の連携について議論するために、このワークショップを開催した。主要施策の概要、今後の施策間連携に対する産業界からの要望、第 5 期科学技術基本計画と科学技術イノベーション戦略 2016 におけるナノテクノロジー・材料分野の位置づけに関する話題提供と、これらを踏まえた施策間連携、府省間連携に関する総合討論を行った。

ワークショップの趣旨説明では、産業構造の大きな変革が予想されるこれからの IoT 時代、AI 時代における日本のナノテクノロジー・材料分野の研究開発力に関する危機感、研究施策・拠点の活動の強化、施策間・拠点間および産業界との連携に関する CRDS の方策案などを紹介した。

主要施策の概要では、①ナノテクノロジープラットフォーム、②東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）、③情報統合型物質・材料イニシアティブ（MI²I）ハブ拠点、④TIA、の 4 つにおける理想の姿、現状、課題などが紹介された。①では、様々な形態の利用で利用者（大学：6 割、企業：4 割）が徐々に増加し、年間約 3000 件におよぶ利用があること、技術支援のあり方や人材育成などの運営上の課題が示された。②では、数学と材料科学の融合の促進、若手研究者への独立環境の提供、MI²I、NIMS、AIST 等との協働や国際的ネットワーク形成などが紹介された。③では、MI²I と AIMR、元素戦略、人工知能、SIP、超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクトなどとの施策間の連携、日本の研究拠点の実験装置から出てくるデータや論文データの収集方法や産業界が蓄積しているデータの活用方法などの課題が示された。④では、大学間や研究機関間をつなぐ仕組みの必要性、TIA の各機関長同士の信頼関係が醸成され協力し合うようになってきたこと、TIA 中核 5 機関の連携基盤の強化のための新たな探索推進事業「かけはし」の創設、大型施設の整備・維持に関する課題などが紹介された。

今後の施策間連携に対する産業界からの要望では、①技術革新による先端材料の持続的創出、②産学連携の課題が紹介された。①では、企業の材料の価値を見抜いた経営の強固な意思や政府の継続的な支援などによる継続的な研究開発の重要性、日本人の気質を活かした日本流のイノベーションの創出の必要性などが示された。②では、COCN における産学連携関連の調査から、大学も企業も共同研究の成果には満足であるが実際に事業に結

びついたものが少ないこと、人材の流動化ができていないこと、産学協働を進めるために学協会が大学と企業の間を取り持つことの重要性などが指摘された。

ナノテクノロジー・材料分野の基盤力強化に向けてでは、第5期科学技術基本計画と科学技術イノベーション総合戦略2016の中でのナノテクノロジー・材料分野の位置づけ、「Society5.0」や社会・経済的課題の解決に向けて必要となる技術、ナノテクノロジー・材料分野の戦略策定に向けた課題意識、省庁間やCRDSとNEDO-TSCとのシンクタンク間の連携や協調を進めていく必要性、などが示された。

総合討論では、上記の話題提供の内容と、文部科学省および経済産業省からの府省連携の現状と長期的な拠点や施策の継続に関する課題、形式的でない実質的な府省の連携の仕組みなどに関する話題提供を受けて、①先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方、②組織間、施策間、機関間、府省間、現場の連携について議論した。その結果、以下のような方向性が示された。

- (1) 先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方
 - ・ 関係する様々な分野全体をきちんと俯瞰し、国としての狙うところを決めて戦略を練り、これに基づいて関係府省が施策を出すシステムティックな仕組みを作る。
 - ・ 内閣府、文科省、経産省など府省の人が入れ替わっても、俯瞰活動を基に先回りして戦略を考え、責任を持って施策・拠点を発展させる仕組みが必要である。
 - ・ 国の施策として施設・設備の整備やプロジェクトの立案をするときには、将来の施設・設備の更新や維持運営まで考えた一貫した戦略を考え、状況の変化に合わせた柔軟な戦略変更をする必要がある。
 - ・ 大型の研究施設や研究拠点の長期的な維持運営には、運営側と利用側だけの議論にならないように、日本としてどうすべきか上位の視点で考え、関係者で共有する必要がある。
- (2) 施策間連携、機関間連携、府省間連携、現場の連携
 - ・ 内閣府（CSTI）が司令塔となり、長期的な視点で、様々な事柄に対して意見交換・議論しながら、戦略を考えていく場を作り活動を継続していく必要がある。ここでは、ニーズや最先端の技術の把握、ベンチマークを行い、府省が腹を割って戦略を議論することが重要になる。
 - ・ 府省間の連携として形式的でなく実質的なものにするためには、大学、国研、企業の研究者がアンダーワンルーフの形で集まり、一体的にマネジメントできるようにする必要がある。
 - ・ 研究現場での実質的な連携を促進するためには、明確なゴールを設定し、連携のモチベーションやインセンティブを付与することが重要である。

これらの結果は、CRDSでさらに検討を加えて2016年度末に発行予定の「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野（2017年）」に反映させるとともに、今後のナノテクノロジー・材料分野の推進策の検討に活用していく予定である。

目 次

エグゼクティブサマリー

1. ワークショップの趣旨説明	曽根 純一、馬場 寿夫（JST-CRDS）	1
2. 主要施策の概要		8
2.1 ナノテクノロジープラットフォームの理想と現実	田沼 繁夫（物質・材料研究機構）	8
2.2 数学と材料科学の連携もたらす未来 —東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）における実験—	小谷 元子（東北大学）	14
2.3 MI ² 1ハブ拠点の理想と現実	伊藤 聡（JST）	20
2.4 TIA の理想と現実	岩田 普（産業技術総合研究所）	27
3. 今後の施策間連携に対する産業界からの要望		33
3.1 産学官連携への期待	山根 深一（東レ）	33
3.2 十分に手は打たれ、施策漬けの産学連携について、更なる追加の施策検討	小豆畑 茂（COCN）	39
4. ナノテクノロジー・材料分野の基盤力強化に向けて	千嶋 博（内閣府）	42
5. 総合討論	ファシリテーター：永野 智己（JST-CRDS）	45
付録		56
付録1 開催趣旨・プログラム		56
付録2 参加者一覧		58

1. ワークショップの趣旨説明

曽根 純一、馬場 寿夫（科学技術振興機構 研究開発戦略センター）

日本のナノテクノロジー・材料分野の研究開発力に関して図 1-1 に示すような危機感を持っている。言うまでもなく、アメリカは ICT 分野の圧倒的な覇者になっている。AI の分野においては、非常に先駆的な取り組みをしており、例えばグーグルのアルファ碁 (Alpha 碁) はまさに驚くべき能力を我々に見せつけてくれたし、量子コンピュータのような新しいコンセプトも積極的に取り入れようとしている。今、まさにサイバーとリアルの世界が融合するサイバー・フィジカル・システム (CPS) の時代に入りつつあるが、ここでは、グーグル、アマゾンなどのグローバルな IT 企業が車やロボットなどハードの領域に参入してきている。例えば、アマゾンはドローンなどを使った新しい配達手段を取り込もうとしており、テスラも基本的には IT をベースにして、車、蓄電池といったビジネスを根底から変えようとしている。アメリカは、今、ものづくり産業が IT 化して、雇用の問題もあって海外の工場を国内へ戻そうとしている。こういう中で、日本はどこで戦っていったらいいのか、どこで勝っていくのか、真剣に考えないといけない段階に来ている。

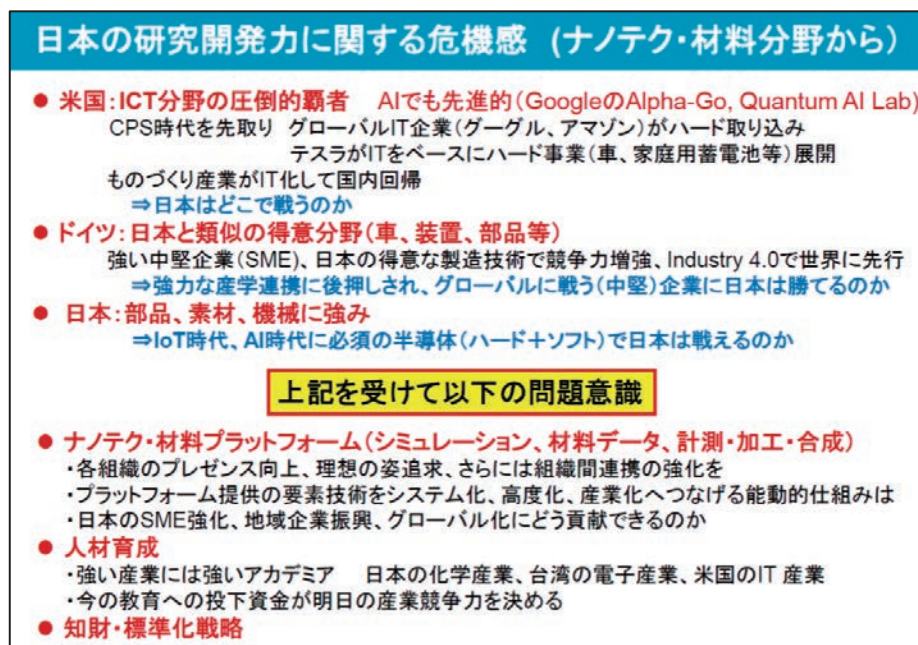


図 1-1 日本の研究開発力に関する危機感

また、ドイツが着実に、頑固なまでに彼らの強みのものづくり力を強化している。彼らは日本と類似の「車」「装置」「部品」などの得意分野を持っている。日本と大きく違うのは、ブランド力を持ちグローバルに展開している中小企業 (SME) が多く存在する点である。彼らは基本的に B to B ビジネスなのでわれわれの目には触れにくいだが、確実に力を付け、世界に展開しようとしている。気が付いてみると、日本が得意だった製造技術、例えばレーザー加工などはドイツに敵わなくなっている。

さらに、インダストリー 4.0 という新しいコンセプトも打ち出してきている。製造プロセスに ICT を活用することは、新幹線、製鉄工場、半導体工場などに見られたように日本の得意領域だったはずである。ところが、ドイツがこの新しいコンセプトで世界を席卷しようとしている。しかもドイツの中小企業はフラウンホーファー研究機構(Fraunhofer-Gesellschaft) などを中心とする圧倒的な産学連携で後押しされて、グローバルなマーケットに戦いに出ている。このようなフィールドで、日本の個々の中小企業が孤立無援でバラバラに戦うのではとても勝ち目はない。

日本は、「部品」「素材」「機械」で強みを持っているが、産業構造の大きな変革が予想されるこれからの IoT 時代、AI 時代に戦えるのか。誰がその果実を刈り取るのか。このままでいくと、全部負けてしまうのではないかという危機感がある。特に、IoT、AI で重要になってくるのはセンシングやコンピューティングといった機能であり、その役割を担っているのは半導体である。最近、ソフトバンクグループの孫正義社長が IoT 時代に向けて英国の ARM 社を買収し、半導体技術が注目されるようになったが、「現状で日本は本当に戦えるのか」といった危機感を持っている。

このような状況を受けて、次のような問題意識を持っている。我々はシミュレーション、材料データ、計測加工、合成といったところでプラットフォームを形成しているが、これのあるべき姿を議論したい。また、要素技術をシステム化、高度化、さらに産業化につなげる能動的な仕組み、府省連携の仕組みをつくっていく必要がある。SME の強化、地域の振興、グローバル化にどう対応するのも考える必要がある。人材の育成も重要である。根なし草でプカッと産業だけが栄えるということはありませんので、強い産業には必ず強いアカデミーがその下支えをしている。例えば、先日、材料設計・制御のワークショップを開催したときに、化学関係の層の厚さに圧倒されたが、アカデミアから人材を育成・供給することで日本の化学産業が強くなっている。台湾では、一番優秀な学生はマイクロエレクトロニクスに行く。アメリカの IT 業界については言うまでもない。逆に言えば、今の教育で、どこにどれだけのお金を投資しているかが、明日の産業競争力、国力に直接につながってくるのではないのかと思っている。知財、標準化の問題も非常に重要である。本ワークショップでは、このような問題意識の下で議論したい。

次に、もう少し詳しく開催趣旨を説明する。今回の俯瞰ワークショップは、2 年毎に大きな改定をしている「俯瞰報告書」に活かすということの一つの目的にしている。ただし、参加者には、この「俯瞰報告書」への反映だけではなく、日本全体について考えて「何をすべきか」ということに関して議論してほしい。また、図 1-2 はナノテク材料関係の俯瞰図であるが、本日の議論内容は、右側にある共通支援策に関係するものでもあり、これらを念頭において議論してほしい。

今回議論したいのは、日本としてナノテクノロジー・材料分野のイノベーションプラットフォームの構築に向けて、どのようにしていくべきかである。「計測」「加工」「合成」を行う従来の拠点に、最近出てきた「シミュレーション」や「データ活用」の拠点を融合・連携して研究を進めていく必要があると考えており、具体的にどのような形でやれば良いかなど議論してほしい。



図 1-2 ナノテクノロジー・材料分野の俯瞰図（2015年版）

このようなことを進める上で、府省の連携が非常に重要だと思っている。産学間連携の研究開発を進める上で、府省が連携して効果的・効率的な施策を作ることが必要だが、どのような仕組みでやれば良いかなどについても議論してほしい。

次に世界の共用施設・研究拠点について簡単に紹介する。ナノテクノロジー・材料関係の共用施設は日本だけではなく世界中にあり、盛んに活用されている。アメリカでは、NNI（National Nanotechnology Initiative）を中心に、これまではNNIN（National Nanotechnology Infrastructure Network）、最近ではNNCI（National Nanotechnology Coordinated Infrastructure）という組織として、ナノテクノロジー・材料関係の基盤力を高める活動が行われている。また、欧州でも Horizon 2020 をはじめ様々な施策があり、基盤力の強化を図っている。中国、韓国も同様な形でインフラ整備が進められている。

日本では「ナノテクノロジー・プラットフォーム」という形で、共用施設の利用が進められている。また、つくばのTIAではナノテクノロジー・ナノエレクトロニクス関係を中心に、これからはバイオなど研究領域を広げて産学官連携の活動を進めている。さらに、最近では、材料の研究開発において数理科学あるいはデータ科学などを利用して開発のスピードアップを図る試みがなされており、その拠点として情報統合型物質・材料研究拠点（MI²I）や、東北大学の原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）がある。

図 1-3 は先に述べた「イノベーションプラットフォームの確立」に向けての簡単な説明図である。従来からある「計測」「加工」「合成」といった研究開発拠点に加えて、最近のシミュレーション・計算科学、材料データなどを上手く活用して、これらを連携させながら材料開発を加速していく必要があると考えている。また、これを進める上で重要と考えられる事柄を図の下の方に並べて記載している。

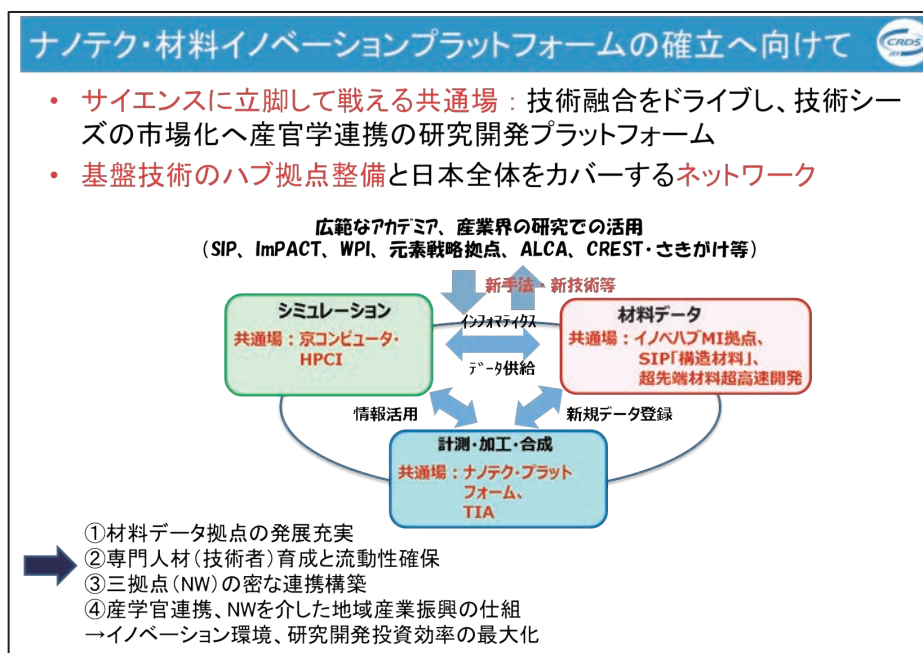


図 1-3 ナノテク・材料イノベーションプラットフォームの確立に向けて

ワークショップを開催するにあたり、招聘者の方々に事前に日本の研究拠点や施策、拠点間・施策間の連携、府省の連携などについてヒアリングをしたので、その主な意見を以下に示す。

○研究施策・拠点の現状の課題

- ・短期的な施策で終わると、自律的で継続的な運営が困難
- ・最新の設備の運転資金の確保が困難
- ・組織のビジビリティが低い
- ・企業が参加したいと考える魅力的なテーマが少ない

○施策間、拠点間および産業界との連携

- ・施策・拠点の連携の掛け声はあるが、実効的・効果的な連携が困難
- ・出口目標を明確にし、目的毎に拠点を連携させるような体制を設計することが必要
(エネルギー基本計画の 2030 年目標など)
- ・技術面だけでなく制度面など全体を見た出口設計が必要

○関係府省・機関の連携

- ・関係府省が定期的な議論を行う場が必要
- ・人が代わっても仕組みとして議論を続けることが必要
- ・学術的な視点と、産業の視点を持つ JST-CRDS と NEDO-TSC の連携が必要

○海外に学ぶところ

- ・知的財産を蓄積し、中立な立場で共同研究を実施
- ・海外の研究拠点はそこに行けば必要なものが何かある（と見せている）
- ・オリジナリティのある技術を継承し、そこを中心に展開
- ・国際標準化、リスク評価・管理・コミュニケーションをビジネスにつなげる活動

次に、研究開発力の強化に向けた海外の動向について紹介する。冒頭で述べたように海

外の動向を見ていると「危機感」がある。海外はかなり積極的に様々なことをやっている。日本としても海外の事例も参考にしながら、対応を考えていく必要がある。

図 1-4 に示すように、アメリカではナノテク関係の省庁が集う NNI を中心に、NNCI という共用インフラの整備、ナノエレクトロニクス関係の様々な研究拠点、知識インフラという形でのデータベースの充実などが図られている。



図 1-4 米国の研究開発力強化に向けた活動

このような活動に加え、米国から学ぶべきと思われるのは、NNI として関係省庁 (28 機関) が毎月会議を行っていることである。ここでは、情報交換だけでなく、重要事項について話し合っ決定している。例えば、図 1-4 の下部中央に示している Nanotechnology Signature Initiative はアメリカとして「強化すべき領域」ということで決めているものであり、これを数年で更新して重要なものを決めていく、ということもやられている。

欧州については、今年の 5 月に開催された第 12 回国際ナノテクノロジー会議 (INC12) の情報を基に紹介する。図 1-5 に示すように、ナノエレクトロニクス関係では、LSI のデザイン (回路設計) やデバイス開発、デバイス試作を行うためのインフラとして、ASCENT (Access to European Nanoelectronics Network) という組織がつくられており、14nm 世代の最先端のプロセスが利用できるようになっている。また、EARTO (European Association of Research and Technology Organization) という組織を作り、地域クラスターや研究組織間の連携を進めようとしている。IMEC や MINATEC などこの組織に入っている。産学官の連携としては、ECSEL (Electronic Components and System for European Leadership) というプログラムで、特に IoT を中心として、産業界がリードして研究開発から応用・ビジネスまでを視野に入れて進めようとしている。このように、様々な視点で研究開発力を強化していこうとしている。



図 1-5 欧州の研究開発力強化に向けた活動

こういった海外の状況を踏まえて、わが国として何をすべきか CRDS で検討したものを「施策間連携強化の方策」として以下に示す。

○研究施策・拠点の活動の強化

- ・日本の科学技術にとって重要な基盤技術に対し、巨額の運転資金がかかる設備をすべて自前で持とうとせず、ネットワーク型の共用設備として利用する（府省連携によるインフラ整備、支援体制が不可欠）。
- ・特許やノウハウの将来の展開も含めて構想するとともに、社会の変化にフレキシブルに対応できる体制とする。
- ・チャレンジ目標に対して、リスクとベネフィット（人材育成、科学的進展、技術の進歩など）を明確にする。
- ・新たなシーズ技術開発に向け、異分野融合などの取り組みを府省連携、施策間連携、セクター間連携で誘導する。

○施策間、拠点間および産業界との連携

- ・将来のビジョンを産学官が共同して構築し、必要となる事柄を共有する。
- ・将来の社会・産業システムに向けて、必要な技術や制度の全体像を明確化し、連携するそれぞれの拠点の役割を明確化する。
- ・アカデミアは新たな科学技術の芽に対して、その可能性をわかり易く説明する。

○関係府省・機関の定期的な議論の場の構築

- ・社会問題の解決やチャレンジする目標（エネルギー問題、健康で自律した生活支援など）を議論し、日本としてのチャレンジ目標の共有化を図る。
- ・次の施策に活かすため、ナノテク・材料分野に限らず、あらゆる科学技術分野の最先端および話題になっている科学技術の理解を深め、その可能性を議論する。

最初の「研究施策・拠点の活動の強化」に関しては、様々な設備が必要になってくるが、

各拠点で同様な設備を複数持つというのは非常にもったいないので、ネットワーク型の共用設備として皆で使っていく形が必要と思われる。そのためには府省が連携したインフラ整備、および作ったあとの支援体制が重要である。

拠点で蓄積された特許やノウハウなどは、あるプロジェクトが終わってしまうと大体は散逸してしまうのであるが、将来を考えたときには、ある程度を拠点に残し、それを将来に渡って有効に活用していくことも必要である。

日本としての「チャレンジ目標」をつくる必要があると考えている。大きな目標を持って、関係する府省が連携してそれに取り組んでいくということが大事である。そこにはリスクやベネフィットについても様々考えなくてはいけないが、それらを明らかにしながら連携していくことが必要である。

研究開発や産業の「活力を高める」ためには、シーズ技術が非常に大事な要素だと思う。新しいシーズ技術が出てこない、産業も活性化していかない。新しいシーズを生み出すためには、異分野の融合など新たな取り組みをして新たな領域を切り拓いていくことが必要である。ここにも府省の連携や施策間連携・セクター間連携が重要になる。

次は「拠点間および産業界との連携」についてである。これには、将来のビジョンを産学官で共有し、それに向けて皆が協力して取り組むことが必要である。ただし、将来のビジョンを実現するには決して科学技術だけでは実現できないので、仕組みや制度など必要となるものの全体像を明確化して、「どこについて連携するか」、「拠点の役割としてどこが担うのか」などをしっかり決めていく必要がある。

アカデミアは産業界に対して、あるいは政府の機関に対して、「今、科学技術として何が注目されているか」、「それが将来的にどのような可能性を持っているか」ということを、分かり易く説明する必要がある。単に「面白い」というだけではなくて、それがどのように社会に役立つか、仮説や期待でもよいので、それを掲げながら説明していくことが重要である。

最後に「関係府省、機関の定期的な議論の場の構築」を挙げている。これは、アメリカのNNIのように定期的に意見交換する場が非常に重要だと思っているためである。例えば、チャレンジ目標のようなものの情報を共有して、各府省や各機関がどのようにやれば良いかを話し合ってもらおう。また、「最近の注目される科学技術」を政府へ伝え、「どのような可能性があるのか」「そこにどのような施策を打てば良いのか」など、多様な視点で議論してもらいたい。

以上がCRDSで事前検討したものであるが、これだけでは十分でなく、内容をもっと深く詰める必要がある。これからの討論で様々な意見をお願いしたい。

2. 主要施策の概要

2.1 ナノテクノロジープラットフォームの理想と現実

田沼 繁夫（物質・材料研究機構）

【プラットフォームの概要】

ナノテクノロジープラットフォームは、ナノテクノロジーに関する最先端の研究設備とその活用のノウハウ、装置、技術を有する大学・研究機構が連携して、全国的な共用体制を構築するものである。物質材料・デバイス開発に必要なナノテクノロジー、すなわち「①微細構造解析技術」「②微細加工技術」「③分子・物質合成技術」に対応する3つのプラットフォームを形成し、産学官に対して最先端の計測・評価、加工、物質合成の環境を提供するとともに、高度な支援技術と知を提供する。そのために、(1) 一体的な運営方針のもと、(2) 産業界をはじめとした潜在ユーザーのニーズを集約・分析するとともに、研究開発現場の技術課題に対して総合的なソリューションを提供する。そして、(3) 設備・施設の共用を通じた交流や知能集約によって、産学官の連携、異分野融合、人材育成を推進する。事業計画期間は10年で、文部科学省が平成24年度に開始した。図2-1-1に示すように、三つのプラットフォームと全体を調整するセンター機関があり、参画機関としては26法人、組織としては40組織を擁している。これによって全国サービスを行っている。

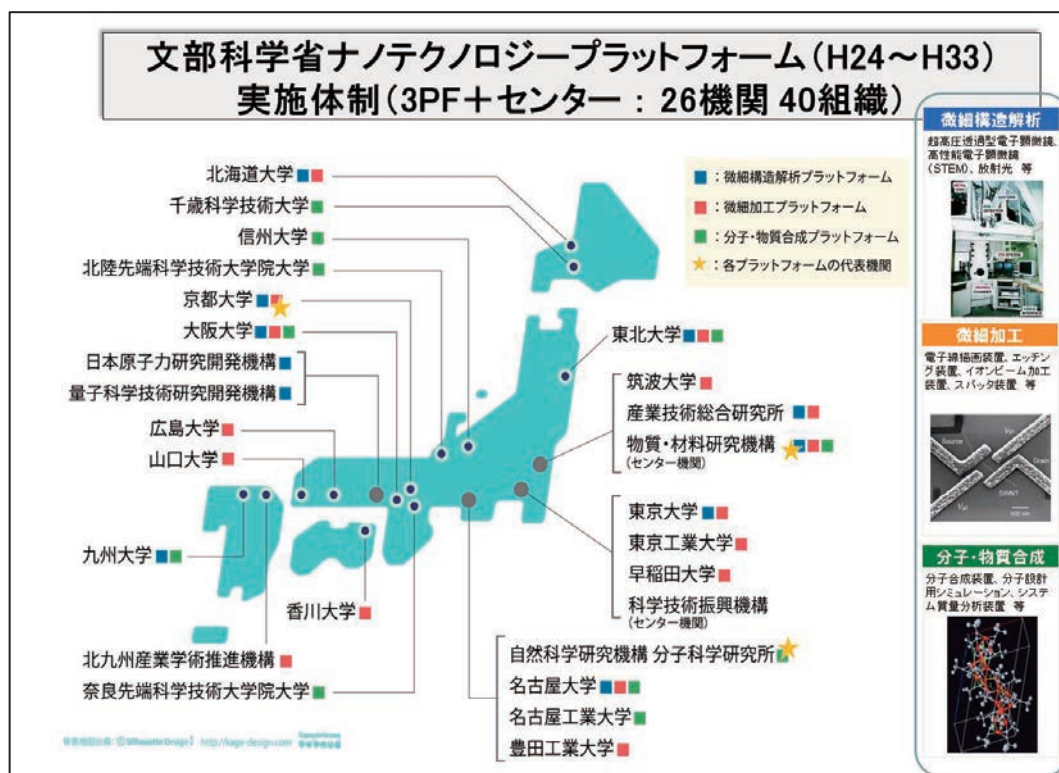


図 2-1-1 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム実施体制

ナノテクノロジープラットフォームにより、ハードの面ではヒト・モノ（機器）の技術プラットフォームを整備し、ソフトの面で全国のネットワークが構築されたら何がよくなるのだろうか。図2-1-2にこのプラットフォームのねらいを示す。簡単にいえば、研究者・

技術者が必要なときに必要なだけの最先端装置を使うことができ、高度な知にアクセスすることができる。これが一番大事で、さらに機関や分野を超えた研究交流が促進できる。また、常に良い状態にある装置を利用することができ、これにより、自前で装置を保有・維持する場合と比較して、コスト負担がかなり軽減される。総じていえば、研究開発投資の効率が上がる。

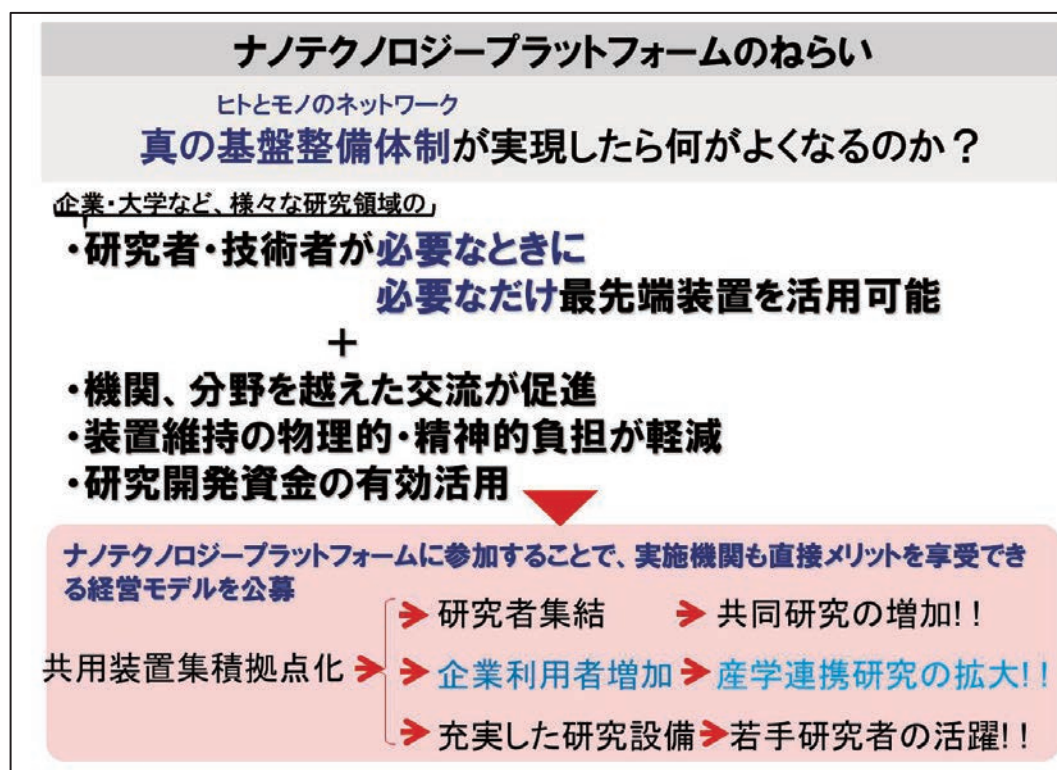


図 2-1-2 ナノテクノロジープラットフォームのねらい

前述は利用者側の視点だが、プラットフォームのサービスを提供する側にも良いことがある。研究者・技術者が様々な課題を持ち込むことで、新たな課題発見があり、また人が課題とともに集まることから、新たな共同研究へと発展する。企業利用者が増加すれば、産学連携が進み、事業化・産業化・社会還元へと一歩近づくことで、提供側としては社会貢献の意味合いを持つ。さらに、充実した研究設備を持つことによって若手研究者、若手技術者の活躍の舞台ができるので、人材育成にも繋がる。

実際にどのように利用されているのかについて簡単に述べる。平成 26 年度の利用が 2,800 件であり、このうち装置の利用がほぼ半分、共同研究の形態が 16 ～ 17%。残りが装置を使うとともにエンジニア、研究者等に技術補助を受けながら実験を行う技術補助や技術代行である。利用者の割合を見ると、大学が約 6 割、企業が 4 割近くとなっている。利用件数も徐々に伸びており、平成 26 年度の 2,800 件に対し、平成 27 年度は 3,000 件に近づいている。

【施策・拠点運営において重視すべき点】

施策・拠点運営において重視すべき点の第一は、拠点や法人内での取り組みと参加拠点

全体のネットワーク機能のバランスである。ナノプラでは、三つのプラットフォームの実施機関 26 が全国に散らばっており、これらを集約した形でプラットフォームの 3 代表機関と一つのセンター機関がある。したがって、これらのバランスをとることが重要である。すなわち、各法人がバラバラになってもいけないし、ネットワーク機能があまり強く出過ぎてしまって各法人の自由度を下げてはいけない。各法人の特徴を活かしつつ、相互協力ができる体制が望ましい。

第 2 は「支援に携わる人材の適切な評価と育成」である。「評価」という言葉を嫌う人も多いが、「評価」および「評価軸」をしっかりと作らないと、「支援技術者」の育成も処遇も難しい。また、運営という観点からは、装置のオペレーターとしての技術者、高度な専門技術者、研究者の人員のバランスが重要であり、どちらに偏ってしまってもなかなか良い運営はできない。評価・評価軸はこのバランスをとる上でも重要である。

また、「支援に携わる技術者の専門性の向上」には、必要な技術レベルを明示し、その習得（教育）プログラムが不可欠である。しかし、実際には教育プログラムができていないのが現状である。また、忘れがちであるが、研究支援の現場におけるマネジメント教育も重要である。一般には、研究者が支援現場のマネジメントをすることが多いが、支援技術者の中から高度なマネージャーを育てないと、将来的な自立的な運用は困難である。

第 3 は、施設共用において共用サービスすることと、技術開発のバランスである。やはり共用サービスだけでは優秀な技術者が育たない。サービス業務と技術開発の二つのバランスが大事である。すなわち、「技術開発」と「施設共用」というのは車の両輪であり、施設共用に携わる技術者が共用サービス提供と新しい技術開発を同時に行える体制の構築が必要であり、これが保障されないとなかなか良い形に運営できない。

第 4 は、「外部（組織）との連携」である。技術交流を始めとして、いろいろな交流機会をつくることが重要である。どうしても技術者は自身の専門こだわることが多いので、その専門を超えたところで技術を伸ばすことにためらいがちである。しかし、支援組織マネジメントには広い知識が要求されるので、専門外の知識吸収は非常に重要である。この習得を保障するシステムとしてもこの連携は重要である。

【ナノテックプラットフォームにおける運営上の成果】

運営上の顕著な成果は、「加工、合成、計測」の三つの分野で高度な技術をもつプラットフォームを形成し、全国どこでもこれらの分野でユーザーが自由に利用できるシステムを構築したことである。運営上の成果を支えた要件としては、「外部利用 30%以上」という目標を掲げたことである。「外部利用を増やしたい」という方針をはっきりさせる効果があり、企業や法人からの利用促進に繋がった。さらに、地域に連携マネージャーを設置し、その地域における積極的な新規ユーザー開拓を行ったことも大きい。また、センター機関を置くことにより、専門分野や異分野間の交流、研究支援となる相談窓口を強化した。

支援技術者・スタッフに対するインセンティブとしては、優れた支援成果の表彰や技術スタッフへの職能名称付与を行った。後者は、専門技術者、高度専門技術者、エキスパートという 3 段階の職名となっている。また、成果の一つとして、セイフティーネットワー

クの機能もある。この、プラットフォームが形成されたことにより、東日本大震災、熊本震災の発生時に、実際にセーフティネットの役割を果たした。

【運営上の課題】

強固な専門プラットフォームをつくったのは良いが、プラットフォーム間の交流が希薄化している点もある。また、施設・設備の共用は進んだが、その支援技術開発や標準化が進んでいるとは言い難い。特に、その体制整備が十分ではない。支援技術者の育成プログラムに関しても課題が残されている。現状では研究者と支援技術者が一緒に組むことによって OJT で教育しているが、これだけでは見通しの良い教育は難しい。オペレーターと技術のエキスパートをどのように教育するかをもう 1 度考え直す必要がある。従来のような技術スタッフ交流とか学生研修レベルでは、オペレーターの技術は上がっても、エキスパートの技術を上げることは難しい。もう一つの問題点は、先に述べたように、明確な評価軸が設定されていないことである。評価指標として、支援件数が何件という定量的な目標はあるが、これを超えたところにある課題に対する評価軸を策定して、きちんと波及効果を含めたアウトカムをどうやって見積もるかが明確ではない。装置・技術の共用という文化を創造するのであれば、新しい価値の創造としてしっかりと評価軸をつくる必要がある。この他に、長期的に見たときの効率化の問題がある。「装置共用」が短期的な視点ではなく長期になったときに、どのような形になるかを、もう一度考える必要がある。

別の観点として、共用に携わる研究者の評価の課題もある。「プラットフォームで装置共用をやっても、研究に比べて支援に対する評価が低い」という声が大きい。この対処は難しいが、先に述べたように、支援業務は技術者だけでは難しく、研究者の関与が重要であるので、支援に携わる研究者の評価が高くなる方策を検討する必要がある。

さらに、検討すべき課題として、様々なデータの取り扱いがある。著作権、データ所有権などの明確化が不十分で、データベースとして活用が難しいところがある。

将来の課題としては他の拠点との連携がある。第 1 の対象は、MI²I との協調である。ナノプラの成果をデータとして将来に残すためには、連携は不可欠である。その際に、データの所有権やデータ取得の対象となった材料の情報をどう集めるかというのが問題になっている。もう一つの連携対象である TIA に関しては、装置共用では協力の枠組みができている。

最後に、国際連携に関しては重要案件であり、学生研修や支援者交流では成果が上がっているが、特に装置共用の観点から国際連携はどのように行うべきか考えを明確にする必要がある。

【質疑応答】

Q：プラットフォームを上手く使うと、小さな企業でも大企業と同じことができるのではないか。これを活用すれば、先端の技術が手に入って先端のものが開発できる。ところが、おそらく中小企業（SME）の人はナノプラに対する敷居が高いのではないのか。あるいは情報が入っていないのかもしれないし、コミュニケーションを取るのも難しいのではないか。ナノプラの活用はSMEを活性化する強力な手立てになると思うが、何か上手い手はないか。

A：大企業との付き合いは上手くいっており、共同研究も進んでいる。一方、中小企業の場合には、ベンチャー志向の企業とは上手くいくが、従来型の中小企業だと上手く行かない。これは後者は直接的なソリューションを求めるためであろう。「これの原因だけを知りたい」という場合が多く、そのような個別案件に答えるのは難しい場合が多い。技術相談の窓口は日本全国にあり、地域連携マネージャーが中小企業を回っているので、ナノプラ利用自体の敷居は下がりつつある。中小企業の持っている問題意識を、我々の方でなんとか計測、加工、合成といった実行可能なレベルまで落とし、付き合っていくことが課題であろう。これには、時間と費用が掛かるが、「試行的利用」という枠を作り、中小企業に優先的に割り振るようにして利用機会を増やすようにしている。

Q：事業者負担、受益者負担をどこまで求めていくかも課題かと思う。ナノプラの活用を進めていけばいくほど負担も増えていくと思うが、費用負担をどの程度求めていくべきか、考えがあれば教えてほしい。

A：非常に難しい問題であり、プラットフォームの中でも意見は分かれている。将来的に自立を考えるのであれば、利用料金を現状の3倍程度に上げる必要がある。現状では中小企業を如何に呼び込むかが課題であり、申請者の費用負担のない「試行的利用」を行っている。役に立つことが分かってから利用に対しては負担をしてもらう。この「試行的利用」については、タイプ1から3があり、大よそ10万円から50万円程度を補助している。注ぎ込んでいるノウハウの価値はそれ以上にある。装置使用を目的としてナノプラ利用を始めたとしても、中小企業に使ってもらいたいのは研究者や技術者の持っているノウハウである。費用負担をどこまで求めるかは難しいが、「装置と技術」のセットであることを評価して、費用負担を考えてほしい。

C：「誰が負担するのか」ということについて、当事者から補足する。プラットフォームを運営するために、施策として年間17億程度の予算を投じている。この施策を担当・参画している法人自体が負担している部分もある。公費と各法人の負担分は半々くらいになっている。その他に利用者からのいわゆる受益者負担分の利用料がある。このバランスをどの程度にするのが望ましいかは、いつも議論している。この仕組みの価値を最大限に活用する利用者の中には、「これだけのものが使える、これだけの技術者と一緒にできるのだったら、多少高くてももっと使う」という企業もあれば、「会社としては、ここを使うお金すら厳しい」という企業もある。このため、40の組織の結果を見ると、かなり多様な状況になっている。非常にアグレッシブな価格設定をしているプラットフォームもあれば、最初のハードルを下げるために非常に低い価格設定をしているところもあり、今後のナノプラの中長期の目標をどうするか、議論しなければいけない状況にある。

- Q：ナノテクノロジープラットフォームは運営上何が問題で、それをどうやって解決しようしているのか。
- A：本プロジェクト最大の「売り」は、「ヒト」「モノ」「カネ」の基盤整備をし、研究者・技術者が自前の装置・技術を持っていなくても研究できる体制を構築することである。したがって、運営上の問題は、整備したプラットフォームを如何にして多くのユーザーに使ってもらうかである。
- C：「このようなものができるから、使ったほうが便利」という言い方にする方が良い。これまでに多くの様々な成果が出されていると思うので、「この装置があって初めてできた」、「この装置を使うと、このような研究開発ができる」などのような形で、まとめたほうが良いと思う。どうやったらこのプラットフォームの良さがわかってもらえるか、という課題であれば、成果をどんどん発表すれば良い。
- A：宣伝には非常に注力している。例えば、ナノテク関連の展示会で展示したり、シンポジウムを開催したりしている。また、学会にも積極的に展示している。企業に対しても出前説明会をやっている。多くの企業に出向き、ナノプラの特長、使い方などの説明を行っている。
- C：企業の人から同業他社の人に伝わるような仕組みが必要であろう。

2.2 数学と材料科学の連携のもたらす未来

—東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）における実験—

小谷 元子（東北大学）

世界トップレベル研究拠点形成（WPI）プログラムに参画した運営と成果、そして今後の課題について話したい。WPIの目指す形は、10年前の「公募のときの必要事項」に良くまとめられている（図2-2-1）。WPIの目的は、世界から「目に見える」研究所をつくることであり、いわゆる研究プロジェクトとは異なる。そのためにどのような要素が必要であるかが公募前に議論されたと聞いている。たとえば、クリティカル・マスが必要であること、国際化の進展、運営の面ではボトムアップではなくトップダウンであること、特に機構長の裁量・権限などが重要とされた。また、実施期間は10年間であるが、ホスト機関はWPIを組織の中期的な計画に位置づけて、終了後も維持することが明示されていた。

- 世界トップレベル研究拠点形成（WPI）プログラム 公募時の必須事項**
- 中長期的な計画への位置づけ
 - 実施期間（10年間）
 - 研究：新領域の開拓
 - 組織：PI 10～20名、1～2割は外国人、過半数が世界トップレベル研究者
 - 総勢（若手研究者、研究支援者、事務）200名、うち3割は外国人
 - ホスト機関のコミットメント
 - リソース供与（研究者による競争的研究費獲得、現物供与（人件費部分負担・スペースの提供）
 - 拠点運営の独立性を担保
 - 他部局との調整を支援
 - 制度の柔軟な運営に協力
 - インフラ
 - 最大限の支援
 - 終了後：世界トップレベル研究拠点であり続けられる

図2-2-1 世界トップレベル研究拠点形成（WPI）プログラム 公募時の必須事項

この10年間で、WPIの5拠点からは多くの成果が出ている。WPIの4つのミッション「トップレベルサイエンス」「異分野融合」「国際化」「システム改革」のすべてにおいて革新的に取り組んだ。例えば研究面ではトップ1%論文の割合ではMITやCALTECH、ハーバード大学に匹敵する業績となっている。また、国際化も非常に進んでいて、どの拠点も40%～50%が外国人であり、これは通常の日本の大学では到底考えられない。また、融合研究によって新しい研究領域を開拓してきた。

東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）は10年前に、東北大学の強みである材料科学、物理、化学、工学を統合して新しい材料科学をつくることを提案しWPI拠点の一つに採択された（図2-2-2）。「融合」によって東北大学の強みを活かした新しい材料科学をつくることを目指したが、融合を実現するのは簡単ではなかった。しかし、2011年から2012年頃に2つの要因により、これが急速に実現するようになった。1つは建物ができることにある。箱物と言われるが、バーチャルな集団ではなく、実際に日常的に顔を合わせることにによる一体感形成の効果は大きい。真の意味での新しい研究領域を産み出すためには、その核となる場所としてこの箱が必要だったと思う。もう1つは「数学」

という視点を入れたことである（図 2-2-3）。数学そのものが本当に効いたかどうかは分からないが、研究所としてターゲットをしっかりと決めたということが大きかったと思う。また、AIMR では国際連携と若手研究者の育成に力を入れてきた。

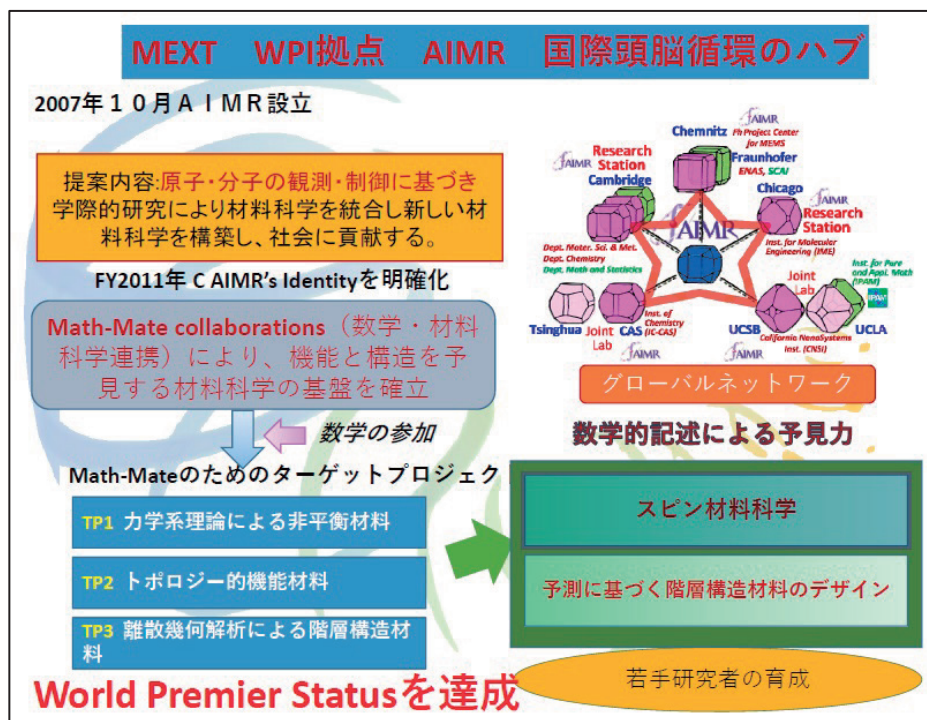


図 2-2-2 東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）

数学＋材料科学

無秩序を測る

液体
ガラス

**更にその中に
階層構造を見出す**

Hierarchical structures of amorphous solids characterized by persistent homology
Yasuaki Hiraoaka, Takenobu Nakamura, Akihiko Hirata, Emerson G. Escobar, Kaname Matsue, and Yasumasa Nishiura
PNAS 2016

Description of medium-range order in amorphous structures by persistent homology
Nakamura, Y. Hiraoaka, A. Hirata, E.G. Escobar, K. Matsue and Y. Nishiura
(<http://arxiv.org/abs/1501.03611>).

堅さを定義する

Stereoisomerism, crystal structures and dynamics of belt-shaped cyclonaphthylenes
Zhe Sun, Takuya Suenaga, Parantap Sarkar, Sota Sato, Motoko Kotani and Hiroyuki Isobe
PNAS 2016

モノグラフ・シリーズ
“SpringerBriefs in the Mathematics of Materials”
刊行（編集責任 小谷元子）

図 2-2-3 AIMR 数学＋材料科学の成果の一部

ターゲットプロジェクトについて説明する。2011年に「数学が加わり融合を圧倒的に加速したい」と考えた。1年間かけて研究所全体で議論をして何をやればよいか考えた。「材料科学における課題は何か」を明らかにし、それと相性の良い数学を特定した。さらに、拠点の研究の強みを活かすよう十分に考え、あまり狭すぎないが明確な方向性を示す3つのターゲットを2012年に策定した（図2-2-2）。このターゲットに関して、拠点の中での様々な議論の場を設けたり、フュージョンリサーチ提案というシーズマネーをつけたり、様々なことを行った。特に、若手の研究者に独立環境を与えたことが成功の1つの鍵であったと思う。

AIMRでは図2-2-3に示すようないろいろな面白い研究ができた。「数学」と「材料科学」の融合研究は世界で初めてAIMRが始めたこともあり、様々なところから興味が示されている。Springerから「Springer Briefs in the Mathematics of Materials」というモノグラフシリーズを出版することを頼まれたり、様々な国際研究集会でプレナリーやキーノートスピーカーを頼まれたりしている。特に、ビックデータ社会の材料開発において、いずれは人工知能や情報科学の力だけで材料開発が可能になるかもしれないが、現状では人間の直観を機械が扱えるデータにするためのよい記述子、モデル化、数値化、可視化が必要で、それには数学が必要になる。それが提供できる数学と材料科学の融合研究所は世界でもAIMRの他に類を見ず、AIMRは大きな役割を果たすことができると思う。

事前にいただいた課題に対して回答する。まず、MPIやNIMS、AIST等との協働についてであるが、現在、研究者のレベルではこれらと連携して上手くやっていると言える。ただ、拠点長としては、世界から目に見えるトップレベル研究所としてのプレゼンスを示した上での連携であるべきと考えている。そのためには、役割分担の明確化と知財成果の取り扱いが重要になる。たとえばAISTと東北大の間では、ジョイントラボラトリとして、オープンイノベーションラボラトリがこの7月に立ち上がった。これは役割分担が非常に明確で、WPIで築いたトップレベルサイエンスをトップレベルイノベーションに繋げるために、産総研の持っている橋渡し機能を利用して社会実装するものである。また、人事交流をするための制度も必要である。産学連携も、個々の研究者レベルの共同研究だけでなく、拠点としてももう少し大きな枠組みでの産業界との連携を進めたいと考えている。

国際的ネットワーク形成においてもWPIは成果を上げてきたが、今年がプログラム期間10年目で間もなく終了となる。AIMRでは海外のサテライトやジョイントラボを立ち上げたが、海外との共同研究は仕組みも予算も違うので、立ち上げまで3年程度かかりようやく活動を開始したところである。ただちに非常に質の高い国際共同研究で成果がでた。WPI終了後、これらをいかに維持していくかが重要である。海外との共同研究のためのマッチングファンドはいくつかあるが、日本側のファンドと海外のファンドにはズレがあり、情報も欠けていて、なかなか上手く活用できない。マッチングファンドが上手くセットされると、海外との連携・共同研究が実質的に進められる可能性がある。

現状、AIMRは大学の研究推進・国際化・システム改革に貢献したと考えている。大学全体の競争的資金の6%～8%をAIMRが獲得しており、AIMRの継続を大学が認めている。しかし、AIMRのコア部分は大学がしっかり確保するとしても、WPIの特徴である「若

手」や「国際」という、コアでない部分の維持は難しく、大きな課題となっている。

また、新領域研究についても、提案時には挑戦的・野心的であると評価された「数学と「材料科学の連携」において、ある程度萌芽的な成功を得た。今後、これをどうやって展開していくのか難しい問題と言える。異分野融合を促進するため、丁度よい広がり戦略性を持ったターゲットの設定や、それを若手が自由に展開できるような場を形成してきた。まだ萌芽段階であるので、公的に支援していかないと、領域として育っていかないと考える。その先に、本当の意味での学術として定着するためには、研究会や大学自体の努力が必要と思う。

どのフェーズを支援するか？ トポロジカル絶縁体の例

- A I M R 機構長を引き受けた**2011年**に数学・材料連携の挑戦課題の一つとした
 - 固体物理では**2008年**ごろから注目されていた
 - 数学ではまだ知られていなかった
 - 数学的構造が明確で、数学者にもアプローチしやすい
 - 結晶系から無秩序系への拡張のための数学的道具（非可換幾何）があり、数学的にも魅力的であった
- Math.Sci.Net. （数学の文献データベース）
 - 最初の論文**2009年**、**2011年**当時 10報程度
 - 現在 80報 （数理物理のみ）
 - 世界の代表的研究所の多くで重点領域にとりあげ集中ワークショップが開催されている（過去2年間）

工学的展開（デバイス応用）、数理的展開（広範な材料系、形状の可能性探索）

図 2-2-4 どのフェーズを支援するか？ トポロジカル絶縁体の例

1つ問題提起をしたい。研究の助成を行う機関として JST、JSPS、NEDO などあるが、これらが研究のどのフェーズを支援すべきか、ということである。例としてトポロジカル絶縁体を取り上げる（図 2-2-4）。2011 年に数学・材料連携のターゲットプロジェクトを設定する際に、良いテーマについて材料研究者に尋ねたところ、「トポロジカル絶縁体というのが面白いのではないか」と言われた。話を聞いてこれは絶対成功すると直感した。なぜなら、数学的な構造が明確で、数学者にアプローチしやすい。さらに、最先端の数学を本質的に用いるため、数学者が関わらないとできない発展がいくつもあることが明確で、数学的に非常に実りのある分野である。ところが、その段階では数学の文献データベースには関連する論文が 10 報しか掲載されていなかった。しかも、その 10 報は数学の論文というよりも物理寄りで、数学者が読み砕くのはまだまだ難しい内容だった。それが今では 80 報になっている。80 報というのはそんなに大きくはないかも知れないが、数学の歩みから見ると非常に急速に発展している分野だと言える。より重要なサインとして、昨年あたりから世界の代表的研究所の多くでトポジカル相、トポジカル物質関係のワークショップが多く開催されている。つまり、世界中の数学者がこれを面白いと思い始めた

いうことである。

では、どの段階でトポジカル絶縁体の研究を支援すれば良かったのか。果実を収穫する時期になってから支援をするのであれば、それは「今」である。しかし、もし論文が10報程度しかないときに支援を受けることができれば、世界を圧倒的にリードすることができる。客観的データは全く存在しないが、研究者の直観で、確実にこれは当たると分かったと研究シーズをどのように支援するのか。客観的データの存在しない時期には支援をせずに、収穫時がきてから支援する場合には、世界との競争に勝たなければいけないので、非常に短期間で成果を上げないと実りを得ることはできない。

AIMRは数学と材料の融合を図ってきたが、日本では「数学と〇〇」と言うと、皆に難しいと言われてしまう。しかし、日本における数学のイメージと、海外、特に米国における数学者のイメージは全く違っている。米国のベストジョブのランキングは2010年くらいからずっとトップは数学者である。数学が産業界で広く使われている。こうした世界の動向をどうやってファンディングに反映していくかというのも大きな課題であると思う。

【質疑応答】

Q：大きな成果が動き出しているとはいえ、AIMRはまだ道半ばのように思われる。もともとWPIというプログラムは10年という年限が最初から決まっていた、いずれ国の予算としては切れるので大学がサポートすることになっていた。しかし、若手や国際共同研究に開かれた拠点を今以上に発展させようと思うと、更に予算が必要になる。このあたりのマネジメントが不在なのではないか。これは大学のマネジメントの問題か、それとも、そもそもプログラムを軟着陸させる上で、文科省のプログラム設計に問題があったのか。

A：WPIができた10年前の大学と、今の大学では全く戦略性が違っている。これからWPIの10年間は始まるのであれば、戦略性をもって軟着陸を上手にマネジメントできると思うが、10年前の大学には、それを考える枠組みがなかった。おそらく次の5年で、そういう仕組みがたやすくなるのではないかと。また、組織としてどうやって維持するかという問題と、新しく生まれた研究をどうやって発展させるかという2つの問題があり分けて考える必要がある。後者（研究）については必ずしもWPIによる支援が必要ではない。面白い研究萌芽が出てきた場合に、JST等で戦略テーマに取り上げることにはできないだろうか。せっかく発芽した面白いテーマなので、拠点の枠を超え全国の研究者が参画する大きな領域にしたいという気持ちがある。このような場合、どの段階から支援をするのが良いのか。日本は実績がない研究に対して支援が得にくい国だという印象を持っている。真に新しい挑戦への支援を考えるきっかけになって欲しいと思う。

Q：どのフェーズで支援すべきかという問題に加えて、どの規模で支援すべきかという規模感の問題もあると思う。支援する側からすると、面白そうだが実績の少ないテーマにいきなり大きな支援をするのは難しいところがある。例えば、トライアルファンドのようなものや、ステージゲートのものがある。そのような仕組みができるのが良いのか、それとも世界に勝つために、博打のように大きく支援することが必要なのか。

A：トポロジカル絶縁体の話であれば、大きな支援がなくともシーズマネー程度でよく、むしろ国から認知されたプロジェクトが立ち上がるということが効果的であろう。

2011 年当時、私は WPI プログラムの下で、世界に先駆けてワークショップを開催できたので、数学を使ったトポロジカル物質の研究に関してはそれなりに世界から認知されるようになった。この場合は小さいお金があれば十分だと思う。一方で、世界が面白さを認識し工学展開などがはっきり見えてきている段階では、大きな予算がつくと世界に勝てるように思う。

Q：この分野は物理としても非常に新しい分野である。相対論を入れた量子力学の新しい展開で、物理としても非常に難しいステージの理論が展開されている。数学者もかなり物理の方に入り込んで来ないと、コラボレーションによって世界を席巻するアプローチというのは難しいのではないかと思われるが、数学者はどのくらいの覚悟で異分野に入り込んでくるのか。

A：世界的には、数学と他分野の関係のありかたが 21 世紀に入って大きく変わってきている。それ以前は、数学は純粋数学に特化していて、他分野との交わりをもたないのが普通だったが、21 世紀に入って世界中で他分野との連携への興味が盛り上がった。日本も遅ればせながら、2006 年くらいから同様の動きが始まっている。特に、JST の CREST・さきがけ数学領域ができたことで、他分野と交わることで、数学を発展させたいという若手がどんどん育っている。また、数学自体も現実の世界に合う複雑な現象が扱えるように発達してきており、数学者側に現実の問題から発想を得たいという思いが育ってきている。

Q：材料科学に数学を活用するということは画期的ではあるが、あまり出口寄りになってしまうと、純粋数学の側からすると、実学あるいはすぐ応用が可能なものだけになってしまうのではないかと懸念があるのではないか。その辺のバランスについてはどのように考えているのか。

A：意外と企業の方が数学に興味を持っており、私共のところに来て、是非数学手法を使いたいと多くの共同研究のオファーを受けている。数学者の方でもモチベーションが変わってきている。例えば、素粒子や宇宙のような理想状態を扱う物理から刺激を受けて数学が発展するというシナリオが 20 世紀までだとすると、今はより複雑な物性物理や材料、工業的な課題・社会課題から刺激を受けて新しい数学を発展させようという気持ちが強い。21 世紀に入って急激にそのようなことを扱う数学が発展し始めたことで、それを応用できるニーズが社会にあるのか、どのように数学を展開したらよいか知りたいと思っている数学者が出てきている。

2.3 MI²I ハブ拠点の理想と現実

伊藤 聡 (JST)

データ科学をベースとする材料研究であるマテリアルズインフォマティクスのプロジェクト「情報統合型物質・材料イニシアティブ (MI²I: “Material research by Information Integration” Initiative)」のプログラスマネージャーを務めている。

図 2-3-1 はその体制と実施内容である。NIMS をハブ拠点としており、MatNavi という材料系データベースを元に、統計あるいは機械学習に関するソフトウェア群により出口につなぐ仕組みである。図 2-3-1 の赤点線枠がデータプラットフォームであり、磁性材料、電池材料、および熱電材料といった NIMS が強い研究領域が当面の課題である。さらに産業界との繋がりとして新しい社会的課題を取り上げたいと思っている。この事業は昨年に始まり 19 年度までである。終了後にプラットフォームが整備される予定であるが、どのデータとどのツールを使うと何ができるのかというシナリオを作りたい。イノベーションハブ構築支援事業として、ハブ機能、そこに人を集める仕組みを作る。マテリアルズインフォマティクスは新興分野であり専門家はほとんどいないが、産業界から期待されており、具体的に何ができるのかということを実証しなければならない段階である。

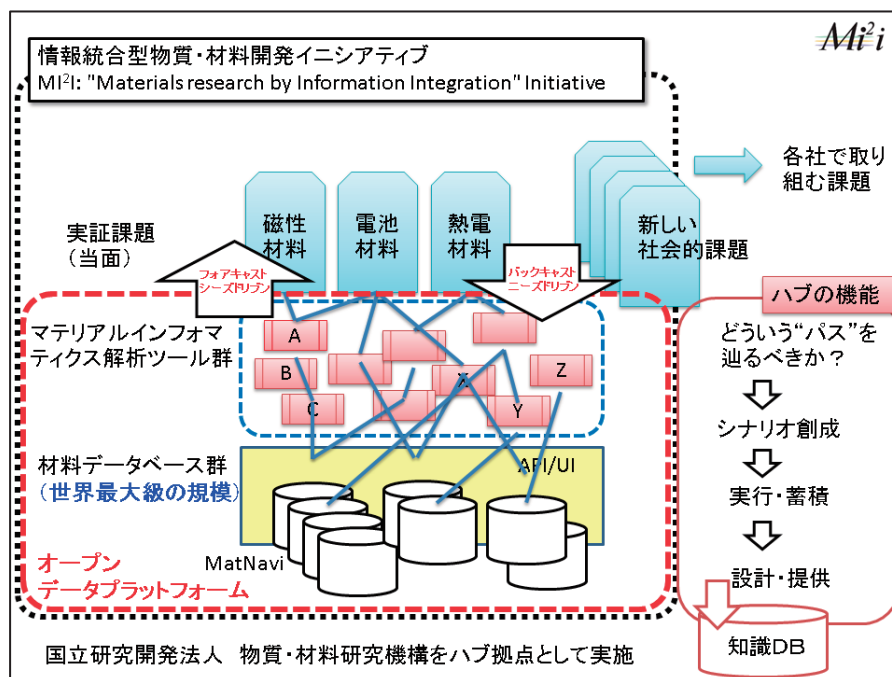


図 2-3-1 情報統合型物質材料開発イニシアティブ

そこで、幅広く色々な方々が参加できる仕組みを考えている (図 2-3-2)。1つ目は、この MI²I の拠点事業に直接参加する集中研方式で 100 人程度が集まっている。プロジェクトを急速に立ち上げるために殆どがアカデミアからの参加になった。2つ目は、産業界の課題に直接対応する共同研究契約型で実際に 1 社と実施している。3つ目はコンソーシアム型で、原則として誰でも入れるが情報はコンソーシアム外に出さないという条件でハブ

機能のトライアルユース (trial use) をしてもらう。コンソーシアムには現時点で 32 社が参加している。

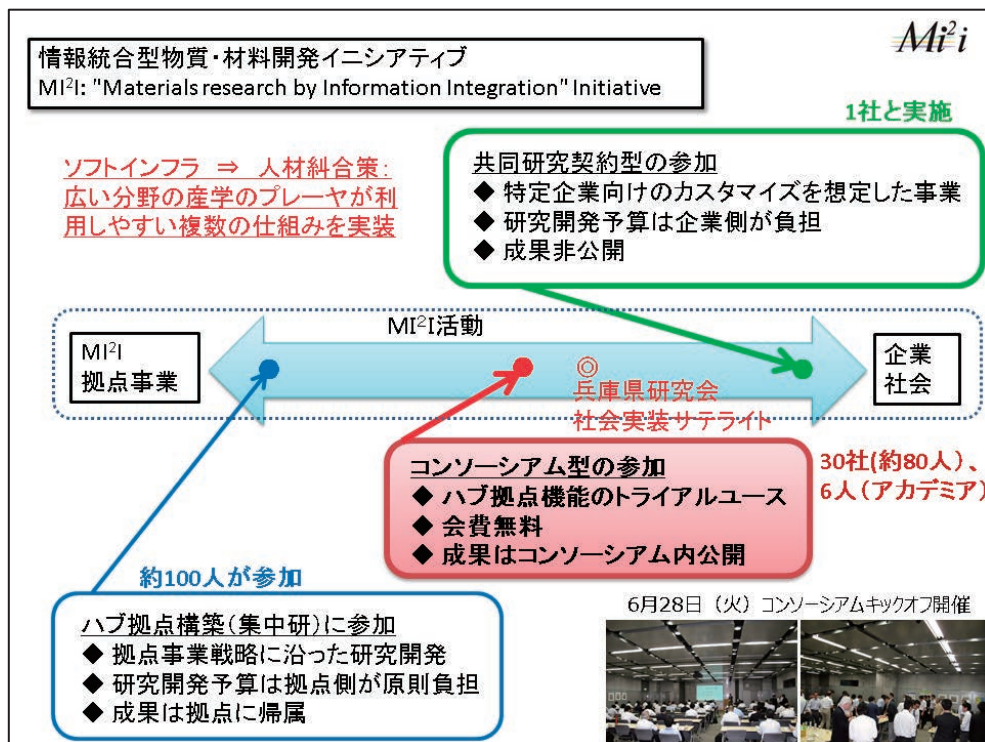


図 2-3-2 MI²I の人材糾合策

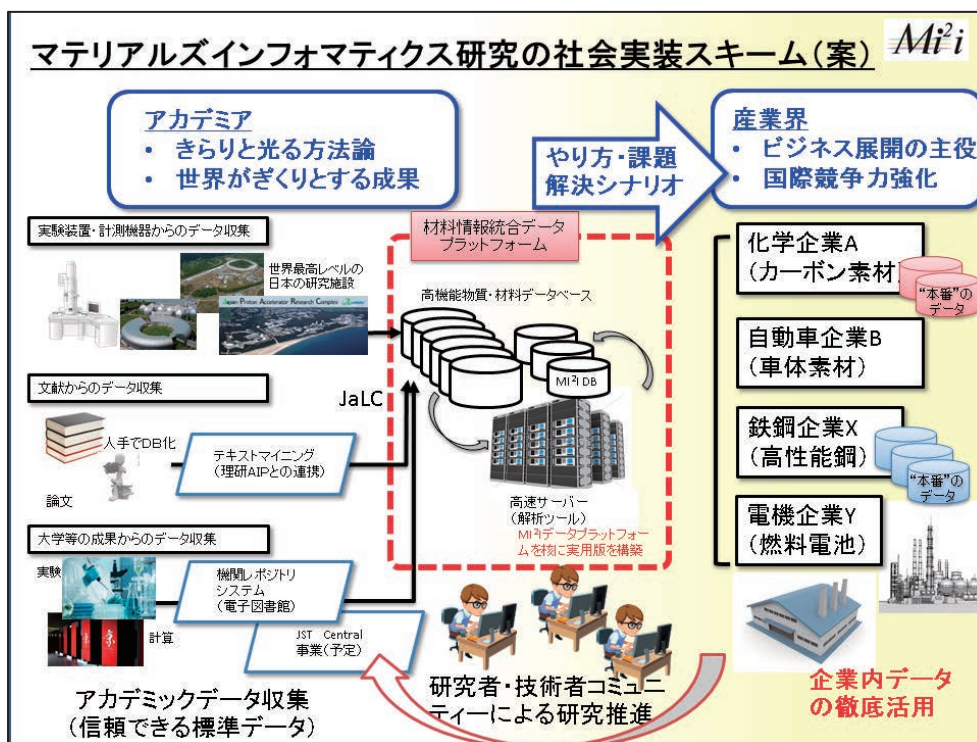


図 2-3-3 マテリアルズインフォマティクス研究の社会実装スキーム (案)

図 2-3-3 にマテリアルズインフォマティクス研究の社会実装スキーム案を示す。拠点の理想という意味で纏めた図である。MI²I を核とした本格的なマテリアルズインフォマティクス研究の時期は 2020 年以降になるが、材料情報統合データプラットフォームのようなものをつくり、MI²I で研究・開発したデータベースやソフトウェア等が動いている。

この構想の実現においての大きな課題はどうデータを取り込むかということであり、現在、少しずつ手を打っている。1 つは、日本が持っている最先端の機器、SPRING-8、理研の NMR、J-PARC、ナノテクプラットフォームなどから出るデータあるいは、実験装置、電顕等から出るデータを引っ張ってこれられないかということである。次に、MatNavi では文献から人がキュレーションしてデータベース化しているが、すでに限界に来ている。例えば、高分子データベース PolyInfo についてシニアが 1 人でやっているが、論文が出るよりもキュレーションのほうが遅く溜まるばかりという状況である。それを避けるために、テキストマイニング技術の利用を理研の AIP (Advanced Integrated Intelligence Platform) と連携することを考えている。その場合、問題になるのはデータの質であるが、これはテキストマイニング分野における新しい研究テーマでもある。さらに、実験や計算機から出るデータについては、JST が機関リポジトリ (電子図書館) に JaLC (DOI 登録機関) 経由で入れることを検討しており、その利用について関係機関と相談を始めたところである。

アカデミアがきらりと光る方法論や世界が驚く成果を出すことは大事だが、それを生かすのは産業界であり、そのデータの扱いについては議論がある。例えば、ある企業はカーボン素材について 40 ～ 50 年の膨大なデータがあり、またある鉄鋼企業には 100 年を超える歴史があるが、そういうデータをこのデータプラットフォームに持ってくる事は実際には不可能である。マテリアルズインフォマティクス拠点での「やり方」や「課題解決シナリオ」を受けて、産業界側で本番のデータを使って色々な開発をする。その結果、特許や論文等のデータになって回って来るという大きな循環になると考える。

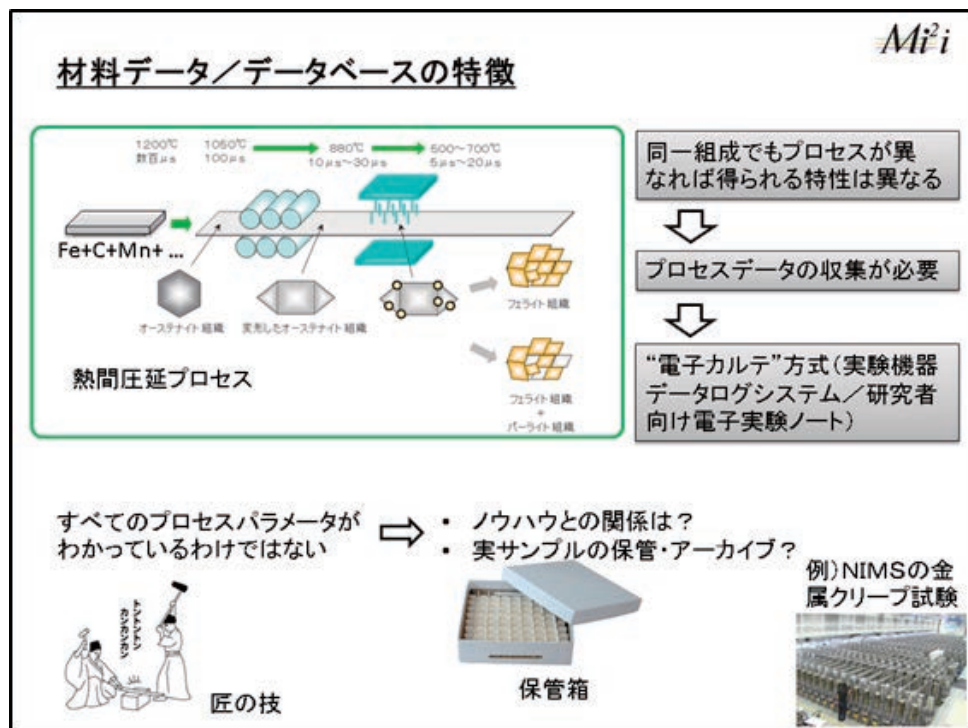


図 2-3-4 材料データ／データベースの特徴

以上を前提として課題を挙げる。まず材料データベースにはバイオデータベースと異なる問題点がある。材料は同一組成であってもプロセスが異なれば特性は異なる。たとえば図 2-3-4 の鉄の熱間圧延プロセスでは高炉から出てくる銑鉄を叩いて延ばして冷やすだけで、フェライト相とパーライト相の比率を変え、特性の違う鉄鋼を作り分けている。したがって材料データにはプロセスデータも収集する必要がある。現在、NIMS では“材料の電子カルテ方式”を考えている。実験装置にはデータログシステムがついており、例えば電頭では加速電圧やサンプル作成者を入れるようになっている。これを使いやすくすれば装置からデータが取れる。研究者も今までの紙ノートが電子ノートになっていくので、連携すればかなりカバーできるはずである。

ただ、研究者もプロセスパラメーターの全部はわからず、例えば刀鍛冶の匠の技のようなノウハウはデータとして入れられないという問題があり、実サンプルを残さなければならないことも考えられる。NIMS の金属クリープ試験においては、切断面写真や分析データに加え、試験試料サンプルも保存している。今は分析できなくても、将来の技術では分析できる可能性がある。ただ、保存での表面酸化や吸着などの問題はある。

マテリアルズインフォマティクス MI²I における諸課題を以下に述べる。まず直近の課題として、以下がある。

- ・データ収集のインセンティブの問題がある。データを収集し、それをデータベースへ提供する人にとっては、多くの場合、出し損になる。どうインセンティブを作るのかという問題。
- ・データ共有のオープン・クローズドポリシー、これは一体誰がきちんと決めるのか。ファンデングした人（機関）が一方的にポリシーを作るとすると研究者は嫌がる。

- ・データ品質の問題。テキストマイニングのような AI 技術を使うと、人間のキュレーションよりも質が落ちる。品質保証をどうするか。
- ・産業界の所有するデータについては他と切り分ける。
- ・標準化の問題。データのフォーマットではなくメタデータ、あるいはデータ交換方式の標準化が必要である。

次に少し先の話として、以下がある。

- ・MI²I という事業ではハブ拠点を作るが、拠点を作る事業にもかかわらず、有期限事業である。有期限でデータプラットフォームなどを作った場合、事業終了後どう維持・運営するか。
- ・データサイエンティストの育成方法。キュレーターのキャリアパスをどうするか。
- ・他省でも起きている色々な関連事業との問題をどうするか。
- ・法的な問題（後述）
- ・国際連携と協調。レポジトリシステムがヨーロッパ、アメリカで次々に作られているが、同じものを日本でレポジトリしても意味がない。ゲノムと同じようにミラーリングするか、あるいは日本は独自のものを作るのか。

インセンティブに関しては、NICT（情報通信研究機構）の村山氏は論文だけではなくデータも研究成果として評価すれば良いのではないかと提案している。これは日本の評価系を変える事になる。オーストラリアでは、データの提供・利用が研究評価につながり、さらに業績・予算獲得につながるというエコシステムが作られつつあると聞いている。日本でもそうした仕組みを作らないとデータは集まらないのではないかと。

拠点機能の継続性に関する問題を以下に示す。

- ・超々プロジェクトや SIP などの類似事業が進行中であるが、それぞれがマテリアルズインフォマティクスの拠点機能を担うべきなのか？必ずしも NIMS でなくともいいが、マテリアルズインフォマティクスの拠点機能を日本に残すべきであって、かつその拠点を長期にわたって維持・運用する仕組みが必要である。
- ・データプラットフォームの維持や開発については、基礎・基盤に関する部分と、特定用途向けあるいは利用者向けに分けて考え、それぞれに適した予算措置をすることが必要である。システム全体を利用者からの負担金で運用するという事は不可能であり、国が持つべきところ（基礎・基盤部分）と利用者負担してもらうところ（特定用途向け、利便性向上のサービス）を分けた議論が必要である。
- ・運用については、予算も含めて回るようになれば民間に委託するのも選択肢の 1 つである。

図 2-3-5 はやや古いが各府省における諸施策の連携に関するものであり、MI²I、AIMR、元素戦略、人工知能、SIP、超超プロジェクトが動いている。また、要素的な研究事業として、常行さがけが昨年、雨宮 CREST・さがけが今年から立ち上がっている。このような関係全体を見てうまく調整していく必要がある。必ずしも完全にデマケする必要はないが、重要なものが落ちていたり、大きな重複があったりするのは問題で

ある。

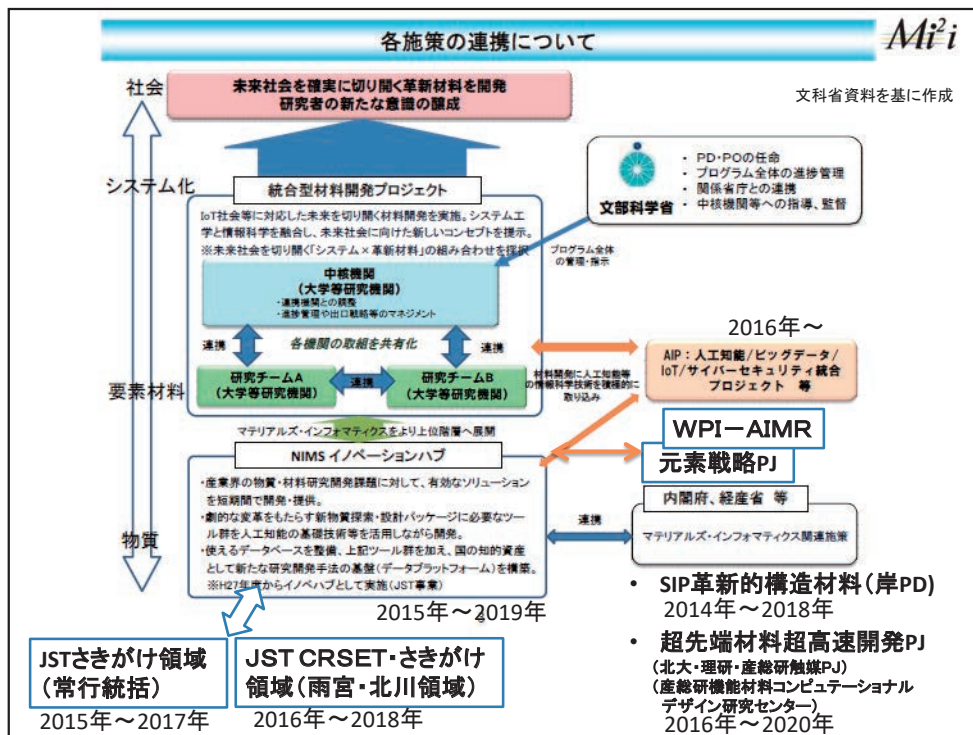


図 2-3-5 各施策の連携について

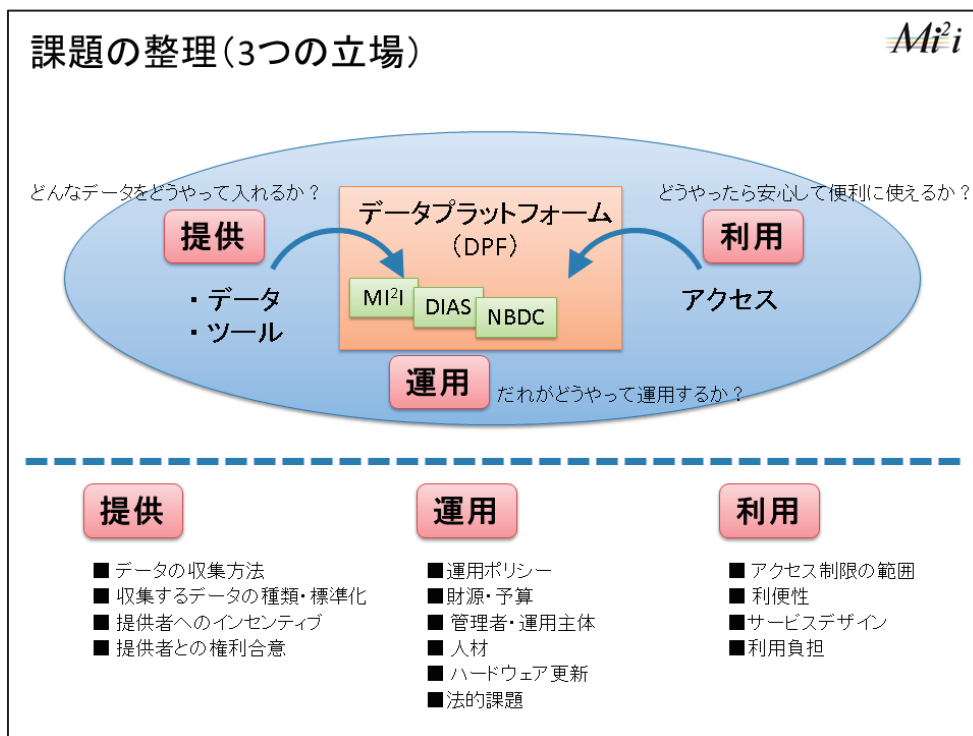


図 2-3-6 課題の整理

最後に、法的問題について述べる。1つは知財権である。今はデータベース権というものはないが、今後どうするのか。テキストマイニングでの著作権をどうするのか。ライセンスは、今はCC-BYライセンス（表示）が中心だが、今後もそれでいいのか。次に、輸出管理の問題として、保管する情報が外為法の対象になっている場合に手続き（許可申請）が必要である。法令遵守は確実に行わなければならないが、昨今のICT技術の普及によって、法制度が現実には追いつかない事態も想定される。今後、データはクラウドシステムでの管理・運用が当然となることを踏まえた法制度の在り方と、現行法制度で許容されるデータプラットフォームの在り方の検討を急ぐべきである。

図2-3-6に課題を纏めた。データプラットフォームに関しては提供する側、データ提供の問題、運用する上での問題、利用する側の問題があり、MPIだけではなく、気象データやバイオデータなど他でもほぼ同じ問題が起こっているだろうと考える。

【質疑応答】

Q：サンプルをアーカイブしてリバースエンジニアリングでプロセスノウハウを埋めるアプローチは面白いが、重たい課題でもある。1つの材料でも複合領域がある場合、どう扱うのか。非常に期待するところであり、具体的な案があれば教えて欲しい。

A：まだ具体的なものはない。参考として、岩石学では岩石表面を磨き、顕微鏡で鉱物結晶を調べ、マントル中の冷却プロセスを追うことができる。鉄鋼100年間のデータから、高炉の中で何が起こったかわかるのではないかとこの程度のアイディアである。

C：企業でもプロセスからのデータの吸い上げを考えている。単に多数のセンサーを置くのではなく、データを取るべき鍵になる部分が示唆できるようになると良い。

Q：テキストを読み込む話は、世界中で同じことをやっている可能性が高い。バイオでは国際的な役割分担の話が出ているようだが、材料分野では始まっているのか。

A：材料分野のテキストマイニングは海外でも進んでいない。バイオは進んでおり、英国マンチェスターではテキストマイニングでデータベース化していると聞いている。バイオはゲノムをデータベース化するが、材料では誘電体や半導体などと対象領域を決める必要がある。そういうデータベースについてはまだ聞いていない。なお、海外の同様のプロジェクトについてだが、米国MGIは言われるほど進んでいない。日本は元々データベースが強く、さらに数学者や数理科学者が参加しているという強みがある。韓国と中国は後発ながら大きな予算を投入しており要注意。欧州は従来型の計算科学的アプローチでレポジトリシステムを作っており、我々が同じようなものを作っても意味がないので、シェアすべきである。

Q：国際協力が不可欠と思うが、国際標準化の動きはどうか。

A：材料の国際標準化に関しては長い歴史があり、ちょうど今VAMASの総会をメキシコでやっている。ただ、標準化でのデータベースフォーマットの議論は延々と続いて纏まらない。むしろ最近はメタデータなどをきちんと標準化し、利用・参照する際、検索機能を使ってメタデータで引っ掛けられるようにするという考え方である。そこを一次データベースとして取っておき、AIの技術を使って、構造化された二次データベースをそれぞれの拠点で作ってあげれば良いと考える。

2.4 TIA の理想と現実

岩田 普（産業技術総合研究所）

TIA の事務局を担当しているが、本日は TIA の活動を通して、拠点に対する個人的な考えを紹介したい。

国内外のイノベーションを推進するための社会的仕組みを構築するには 2 つのことが必要だと考えている。一つは「技術の銀行」の設立である。意味するところは、技術を経済活動に組み込む仕組みを構築することである。オープンイノベーションは、技術が経済に乗った後、市場にあり、技術をうまく活用するためには銀行が必要ではないか。そこでは社会に認知された仕組み及び産業界との相互信頼関係が出来ることが重要である。

もう 1 つは「EU のような仕組み」を作ることである。つまり組織同士をつなぐ何かが必要になる。例えば、大学間や研究機関間をつなぐ仕組みである。上に被さる組織があると権力闘争が生じるので、あくまで横並びにつなぐ仕組みとする。EU がどこまでうまく機能しているかは分からないが、このような仕組みを作れるのは、やはりヨーロッパならではと思う。その仕組みの中で、中長期的なビジョンを共有して拠点を育成する。10 年弱 TIA に関わってきて、このような仕組みがつくばにも欲しいと強く思っている。

TIA の理想的な運営方法として目指してきたのは、米国の COE（Center of Excellence）に選ばれている大学の中にあるセンターの様なものである。

TIA における成功例としては、SiC を使ったパワー半導体とカーボンナノチューブの事業化を挙げることができる。それらの成功の要因は、20 年以上の長期に亘る研究の成果、補正予算のタイミングが合い大型の施設が整備できたこと、それを運営する組織がうまく機能したこと、パートナーの企業がしっかり付いていたことである。これらが整って初めて本当に事業まで結びついたと言える。TIA で苦しんでいる例としてはナノエレクトロニクスが挙げられる。要因としては、国内企業の事業撤退、リストラ、それに代わる新たな研究開発の仕組みが構築できていないことである。

TIA の連携に関しては、その中核機関の連携の促進を心がけてきた。また、参画機関の機関長や理事による定期的な議論を実施してきた。当初は異なる機関の長同士の信頼関係を築くことが難しかったが、時間の経過とともに、信頼関係が醸成され、互いに協力し合うようになってきたのは、TIA の最大の成果の一つだと思っている。

ナノテクと異分野の融合技術開発の促進にも努力してきた。実際、連携企画の会議を定例でやっており、その中で様々な議論をしている。もう 1 つは、連携を促進するための「かけはし」という事業である。これは文科省・経産省の支援を得て始めたもので、まだ非常に小さい動きではあるが、こういう中で融合が進むと期待される。

大型施設の整備・維持は非常に大変である。大型設備の導入・更新は、補正予算に依存しており、いつ下りてくるか分からない。正に宝くじに当たるようなことを期待しながらやっているのも、非常に難しいところがある。また、交付金による高額維持費負担も大き

な課題である。

国際連携については、連携による分担は必須の方向である。今まで TIA では、ヨーロッパの IMEC やアメリカの Albany と技術交流をしてきており、互いの信頼関係は築けてきた。お互いの気心がわかってきて、ようやく具体的な連携に入ろうとしているところである。素地が整ったので、今後はどう具体化するかが課題である。例えば JST の事業などで、そのような枠組みを作っていただけるとありがたいと思っている。

関係省庁、産業界に期待していることは、オープンイノベーションの枠組み作り、信頼関係の構築を一緒にやることである。文科省、経産省、国交省など、できれば府省連携によって、互いに協力しながら TAI の拠点化の推進を実施してもらえると有り難い。

JST・CRDS に認識して欲しいこととしては、共用施設利用法「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」の正確な理解である。文科省の大型施設は、この法律で支えられている。一方、TIA のスーパークリーンルームも大型の施設であるが、法律の後ろ立てがないので、不便なことも生じている。技術はどんどん変化するので、法律化するとともにフレキシビリティも確保することが必要である。

以上述べたことを少し具体的な話としてとして補足する。米国の COE を拠点モデルケースにした理由は、米国の大学にとってこの機能が非常に重要だからである。実際、アメリカの大学に入る予算と外部からの寄付の 7 割が COE に入ると聞いている。そこでは産業界、科学界、両方の人たちが集まって共同で研究をしている。機能としては、産業界からの風を入れる役割と、大学の持っている要素技術を産業界に融合する 2 つの機能がある。TIA としてもこのような機能を果たすべきと考えている。

TIA は現在第 2 期に入っているが、そこで目指すものを図 2-4-1 に示す。意図としては、まず左上の知の創造・強化の部分に新しい玉を入れ込む。それをうまく回すお盆を作り、そのマネジメントをしっかりとやっていき、最後に右側の産業化（モノとサービスの融合）へ向けてうまく押し出していくという考え方である。TIA の体制の特徴はマネジメントグループ（MG）で、その中に国研の研究者、企業の研究者が入り、その領域の具体的な将来像まで含んで議論をする。

TIA の施設は、図 2-4-2 に示すように、スーパークリーンルーム（SCR）のナノエレクトロニクスライン、SiC パワエレクトロニクスライン、MEMS ライン、カーボンナノチューブ大量生産実験プラント、NIMS のナノグリーン棟、そして H22 年度の補正事業で作られた TIA 連携棟などである。

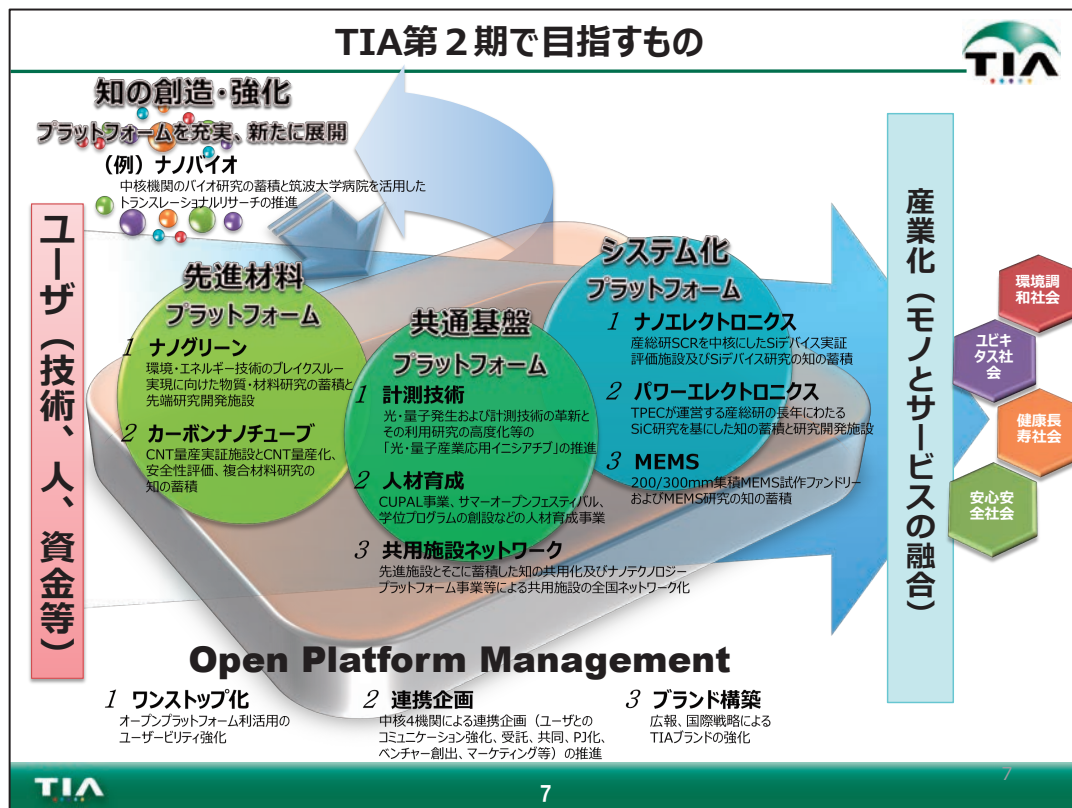


図 2-4-1 TIA 第2期で目指すもの



図 2-4-2 TIA の主要研究施設

もう1つの成功例がCNTである。これも11月に日本ゼオンが事業プラントを稼働させた。これも20数年を要したが、つくばで芽生えた技術が本当に事業になった点で、TIAの成功例の一つである。

一番難しいのが、図 2-4-3 に示すスーパークリーンルームである。ナノエレの拠点であり、シリコンの 300 ミリのウェハプロセスラインであるが、現在 CMOS と新材料の融合をコンセプトに新しい方向に向けて走り出しているものの、実際の運営には苦労している。成果としては非常に良いものが出ているし、将来のネタもあると思うが、何と言っても現在の半導体企業の 300 ミリの活用が縮小しているため、この SCR の運営は非常に厳しい状況にある。

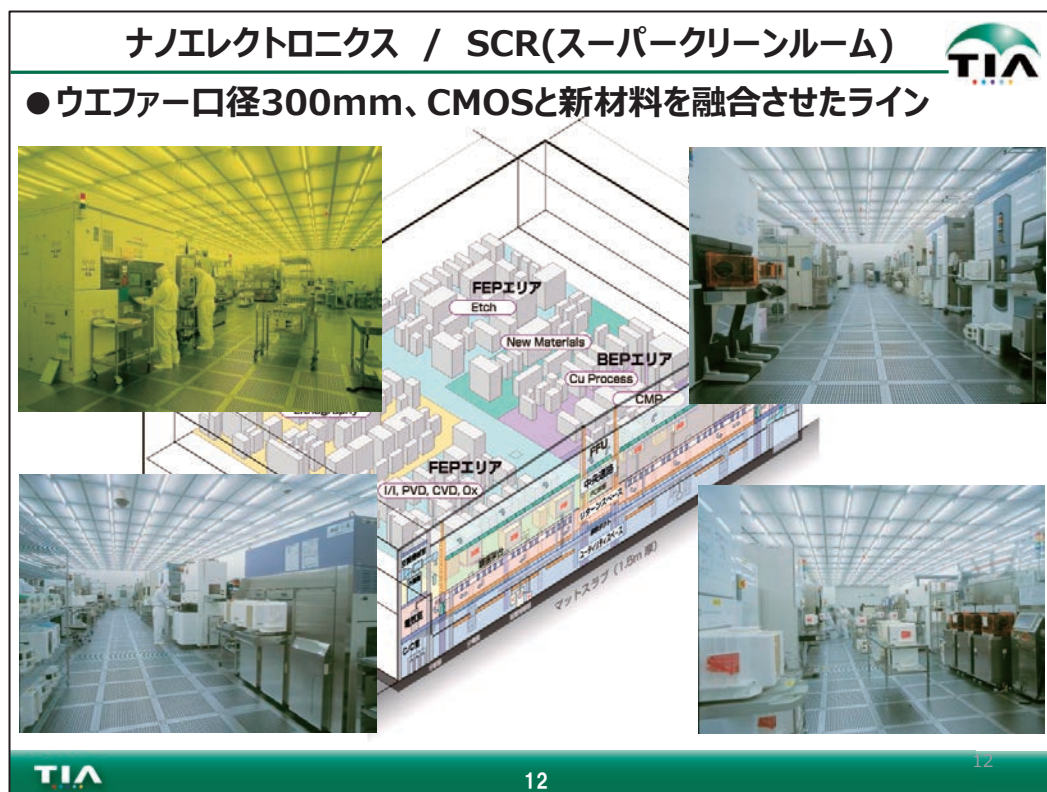


図 2-4-3 ナノエレクトロニクスの特長 SCR

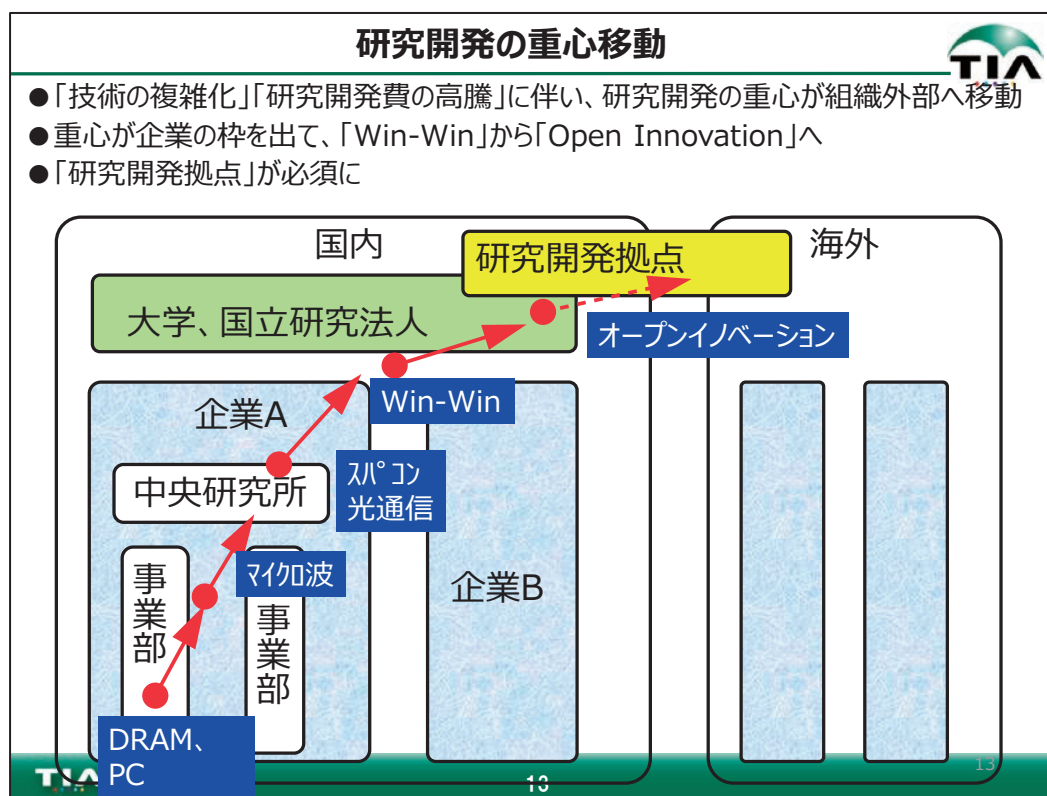


図 2-4-4 ある企業における研究開発の重心移動の例

最後に、研究開発の重心移動に関しての私のイメージを簡単に紹介したい。図 2-4-4 はある半導体企業の例であるが、会社の隆盛期には DRAM やパソコンが売れ、これは事業部が単独で非常に積極的にやっていた。その後、徐々に中央研究所の立ち位置が重要になってきて、それが事業部間を超えた連携、具体的にはスパコンや光通信の開発につながった。その後、今度は企業間を超えた Win-Win の関係が始まり、企業間の連携が必要になってきて、このあたりから企業は少しずつ苦しくなってきた。現在では、オープンイノベーションの時代になり、大学・国研が非常に重要になってきている。最終的には、研究開発拠点が技術を融合する中核となってきたと思っている。イノベーションのサイクルに関しては、DRAM の時代は事業部から直接市場を見て回していけば良かったが、今は、事業部からスタートして国や拠点を使得、その後市場に回るということを繰り返していく必要が出てきた。ここでは、経済ルールに則り、技術の銀行が仲介してどんどん市場で回していくことが必要ではないか。私たち当事者だけではどうしようもなく、多くの人が一緒になって社会制度としてやっていかないと技術が回らなくなっているのが現状だと強く感じている。

図 2-4-5 は「かけはし」の紹介である。各機関から約 1500 万円、5 機関で 8000 万円ほど集めて、一緒にチームを作ってやっていく。そのチームは、今後、企業と一緒にやりたり競争的資金を取りに行く。そういうものを 30 テーマほど選んでやっているが、非常に積極的に連携が進んできており、今後に期待するところ大である。

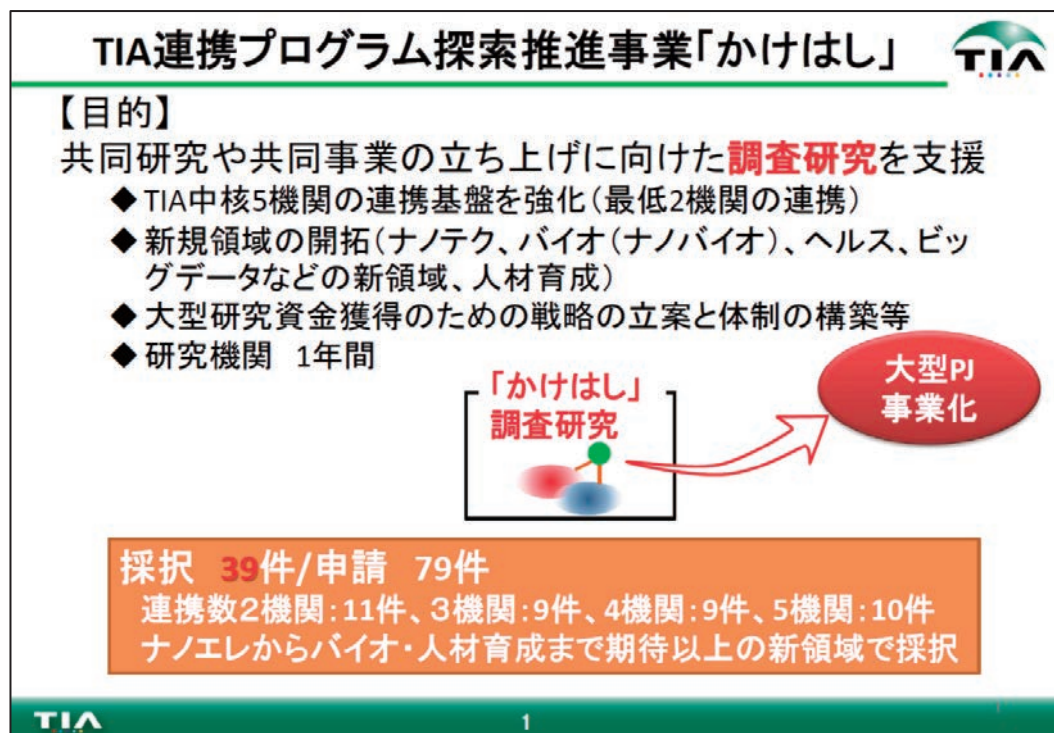


図 2-4-5 TIA 連携プログラム「かけはし」

【質疑応答】

- Q：最後の「かけはし」の仕組みにおいて、テーマ数が多くて予算の問題があると思うが、今後どのような展開を考えているのか。
- A：この事業自身は3年から5年を考慮しており文科省の支援を期待している。その期間まず募集を続けて、毎年このような形でやっていきたい。目標は、それぞれのチームが企業連携をしたり、競争的資金を取ってくることであり、正のフィードバックが回っていくことを期待している。
- Q：この「かけはし」は比較的初期段階の研究が多いものになるのか。
- A：フェーズは特に決めていないが、結果として初期段階なものが多くなった。ただ、将来の企業との連携も想定しているので、テーマによっては、実用化に近いものもある。企業に直接売り込みに行くことも考えている。
- Q：技術の銀行は海外にはあるのか。例えばシリコンバレーなど。
- A：シリコンバレーが技術の銀行になっているとは思わない。経済的な社会は出来たが、銀行は出来ていないと思う。銀行が出来る前の経済状態がシリコンバレーではなかろうか。今後、経済的な仕組みとして、銀行を作るべきと思っている。

3. 今後の施策間連携に対する産業界からの要望

3.1 産学官連携への期待

山根 深一（東レ）

企業で生み出されたイノベーションについて紹介する。様々な意味で「イノベーション」という言葉が使われているが、「国の産業競争力を強化するもの」がイノベーションの目的だと考える。ナノテク材料分野、素材産業について、その国際競争力ポジションを図 3-1-1 のように個人的には考えている。自動車は次世代のニーズがあり、炭素繊維は航空機産業と連携している。繊維は中国という大きな市場があるが横ばいである。一方、エレクトロニクスや、IoT（Internet of Things）や MI（Materials informatics）、基礎化学品や機能性化学品は下降気味ではないか。

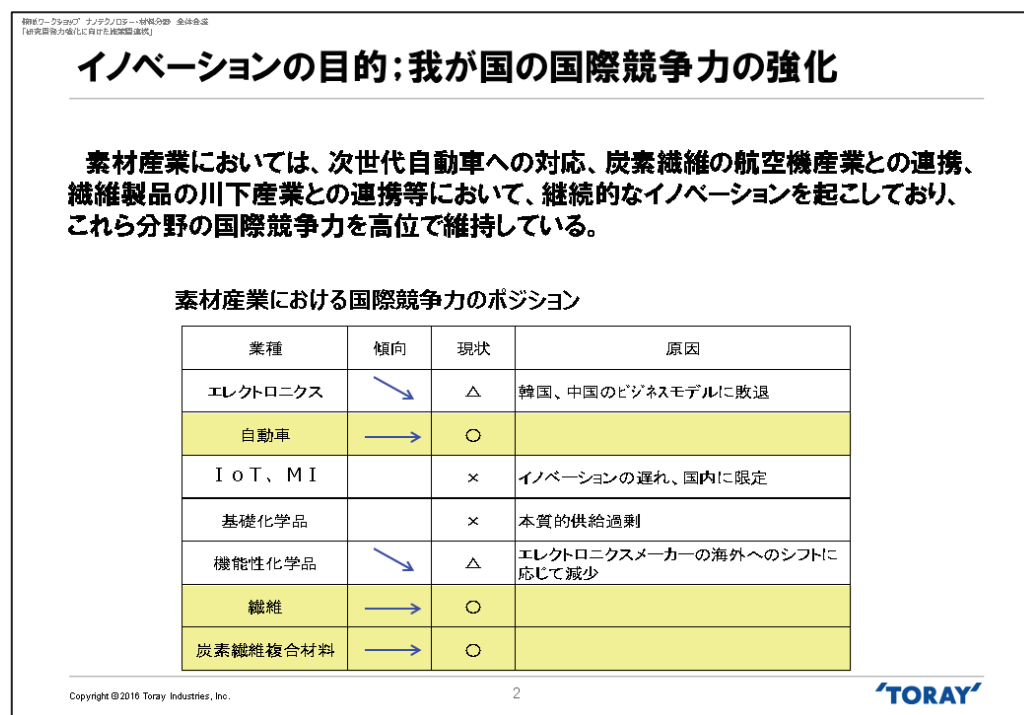


図 3-1-1 イノベーションの目的：我が国の国際競争力の強化

炭素繊維複合材料の研究開発経緯について話す。図 3-1-2 に示すように、元々は大阪工業技術試験所で進藤先生が PAN 系炭素繊維の原理を 1961 年に見出し、そこから共同研究を始め 50 年以上地道に研究を続けてきた。最初は儲からず殆ど売上げのない状況だったが、釣り竿やゴルフクラブの売上げで事業を続けた。その後、飛行機に使われ、飛行機の一次構造材に使われ、ボーイング 787 のオールコンポジットに使われて伸びてきた。

この間に研究はずっと「ともかく欠損を無くす」ことをやってきた。地味な作業だが、ミクロンサイズ欠損を無くし強度を上げ、次はサブミクロン欠損を無くしてさらに強度を上げ、今はナノサイズ欠損が対象である。これが企業で言う研究開発である。一方、モノ作りの構造も変わってきた。従来は機体メーカーが「このような材料が欲しい」と言った

ものを材料メーカーが用意するという構造だったが、今は機体メーカーと材料メーカーが一緒になって新素材の特徴を引き出す設計や製法を追及する形に変わって来た。図 3-1-3 に示すように、時間はかかったが継続してやってきた日本の炭素繊維メーカー 3 社が全世界の 7 割のシェアを取るという状況になっている。

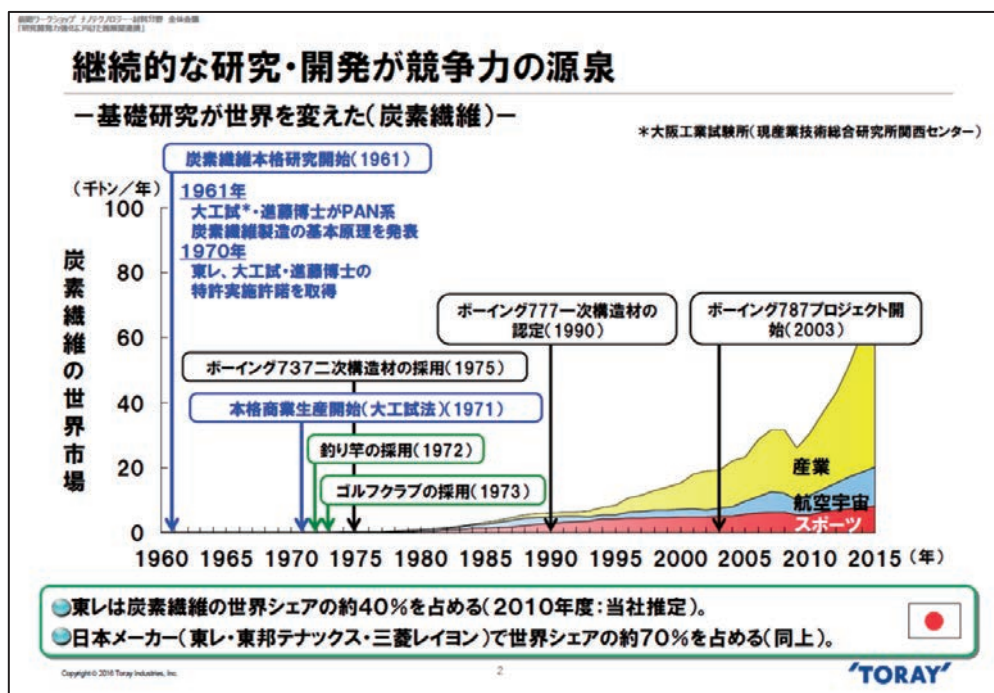


図 3-1-2 継続的な研究開発が競争力の源泉

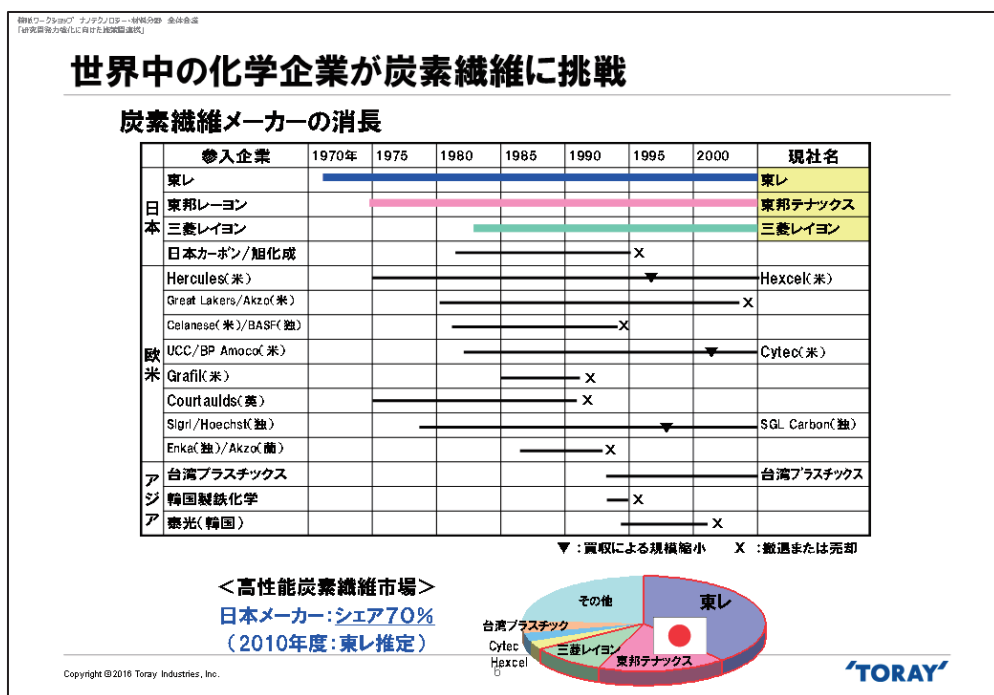


図 3-1-3 世界中の化学企業が炭素繊維に挑戦

図 3-1-4 に炭素繊維の長期開発に会社として投資を続けてこられた理由を 4 つ挙げた。1 つ目は素材価値を見抜く力で、炭素繊維の構造に着目し研究開発を継続した。2 つ目は、PAN のアクリル原糸から複合材料まで垂直統合でやってきたこと。3 つ目は生産技術で、製品をいかに高品質で高生産性で作るかという点。航空機メーカーからの「高度で良いもの」との要求にタイムリーに対応して一緒に考えることができた。4 つ目は、国家プロジェクト等により政府からの継続的な支援が研究開発に対して得られたことである。本日、継続的な支援の必要性について多くの議論が出ているが、素材産業にとって継続的な支援があることは重要である。長く続けることで製品化が可能となり、さらに市場展開することができるようになる。

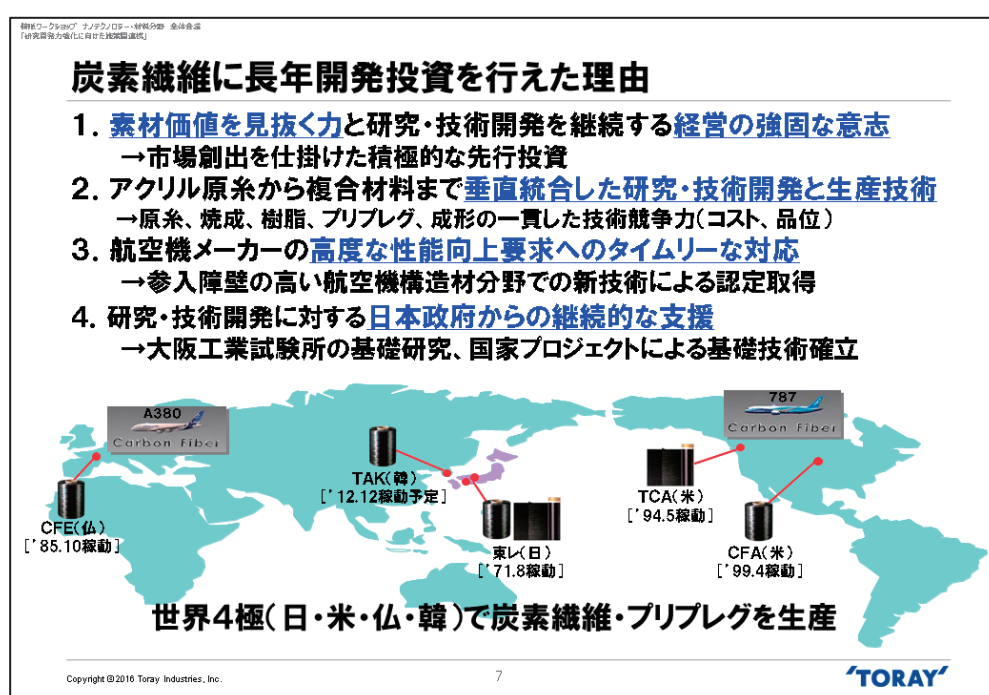


図 3-1-4 炭素繊維に長年開発投資を行えた理由

図 3-1-5 はビジネスモデルでもある持続的成長を可能にするサイクルである。製品を赤部分の最先端のものと、緑部分のコモディティ化しているものとに分ける。現在の先端材料が 5 年後にコモディティ化したら海外に出し、その利益を研究開発に充て次の先端材料を創る、というサイクルを繰り返す。段々と面積は広がり、市場は拡大するというやり方である。例えば、一般の繊維事業では、コモディティ化したものは中国に持って行く、最先端繊維では、ユニクロとヒートテックを創って国内で売る。やがてヒートテックもコモディティ化したら次の大きな市場に持って行く。常に開発に注力するところと、売り上げを伸ばすところを、考えて進む形になっている。

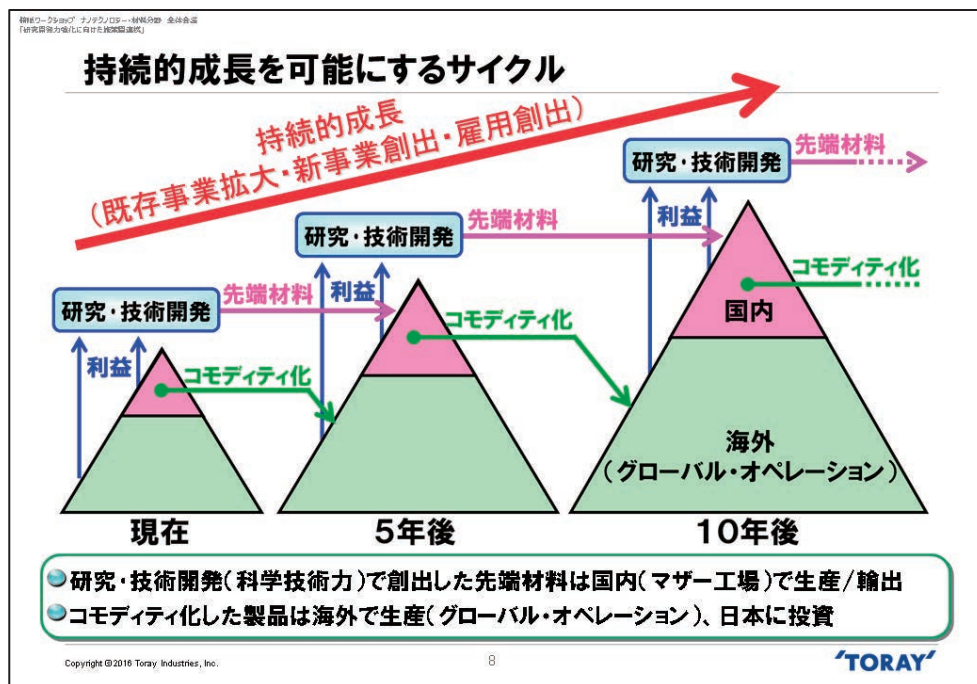


図 3-1-5 持続的成長を可能にするサイクル

「日本流のイノベーション」という観点で東レのやり方を図 3-1-6 に示した。日本人は伝統を重んじて勤勉で、粘り強い継続力を持っており、海外から輸入した技術を自分で創意工夫をする R&D の力もある。和を大事にする総合力もある。異文化融合、技術融合もできるし、質素倣約というコスト意識もある。

日本流のイノベーションで製造業の強化をする。まず既存産業の中の内なるフロンティアを開拓する。超継続ということで、炭素繊維のように長期視点の研究や、技術開発を軸にして経営などパイプラインマネジメントをしていかなければならない。また、自由裁量の部分をきちんと持たせて、加点主義で、専門職をきちんと処遇する。極限追及で炭素繊維の欠損を無くしたように、極限までやるとイノベーションが起こると考える。組織は研究や技術の部署が事業部毎に分かれてない横串組織である。先端材料や技術を他の分野にすぐ展開でき、重要な課題に全事業分野の基盤を活用できる機能を持たせている。また、技術融合を目指した異文化融合も大切である。

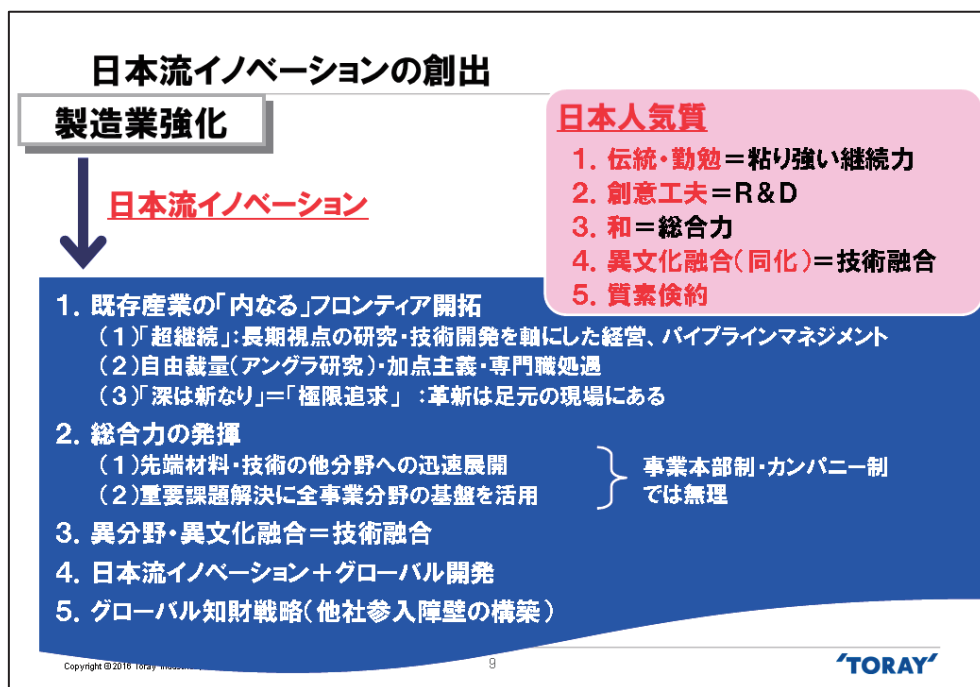


図 3-1-6 日本流イノベーションの創出

纏めると、技術革新による先端材料の持続的創出には 3 つのポイントがある。まず技術は極限を追及し、ユニークな特性を生み出し、組み合わせて複合化させることなどの工夫が必要である。また、ビジネスモデルでは、どこまで国内で、どこから海外でやるか決め、垂直連携でつくる必要がある。さらに、最近は顧客満足度が大事であり、これに社会要請などを踏まえ、そういう人材を育てていくことが大事である。

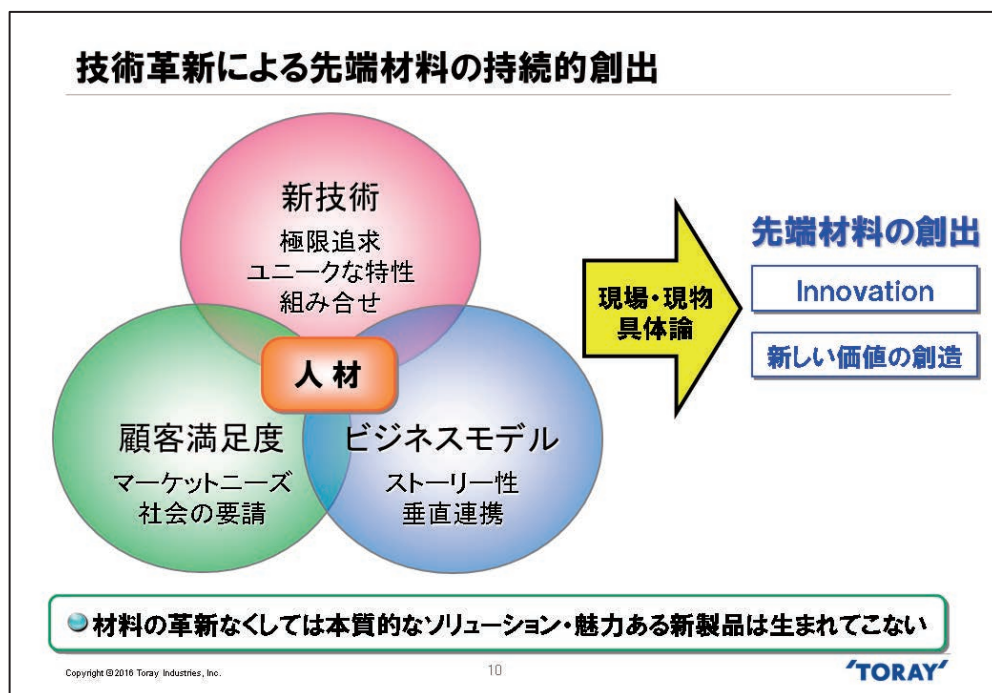


図 3-1-7 技術革新による先端材料の持続的創出

【質疑応答】

Q：図 3-1-5 の持続的成長において、三角形の拡大を担保しているものは何だと考えるか。

A：どうビジネスを読むかということである。繊維製品に関しては中国という大きな市場があり、狙うべきニーズがあった。これに対してディストラクティブなイノベーションの場合は自ら市場を拡大することが必要だが、素材産業にとっては既存産業の存在が前提となる。消費者に近い繊維の場合と先端素材の場合とでは、事業のフェーズが異なり三角形の大きさが異なる。

Q：高度化していく研究開発課題において、同業他社と広く共通するものを学や国立研究機関などと協力して取り組むというアプローチは今後あり得るか。

A：例えば、炭素繊維においては日本の 3 社各々が独自の強い技術を持ち均衡が取れているため新たな市場に進攻する場合においても相互に配置が決まっている。「日本の炭素繊維複合材料の振興」に役立たせるための国家プロジェクトの共通課題を各社で分担してやるという場合はある。

Q：長期間かかる技術開発について、国が 30 年間や 40 年間ずっと継続的に支援するのは難しい。国の予算は基本的に単年度主義であり、NEDO プロジェクトにしても 5 年などが原則だが、どう長期的な開発に活用するのがいいのか。

A：仕組みとして難しいということは承知している。研究を引っ張るプロジェクトリーダーではなく、プロジェクトをマネジメントするビジネスのできるプロジェクトマネージャーが中心になって国へのアプローチや、他企業へのアプローチや、枠組み作りについてコンタクトするのが良い。全体として長期間に亘って旗を振る人間が必要である。

Q：エレクトロニクスが落ち込んでも、機能性化学品は日本が強いと思っていたが、生産が海外にシフトして弱体化しているということか。

A：韓国などもシェアを伸ばしている中で、相対的に国内が落ちてきているということ。

3.2 十分に手は打たれ、施策漬けの産学連携について、更なる追加の施策検討

小豆畑 茂 (COCN)

COCN の実行委員をしているが、今年 5 月ころから産学連携関連の調査プロジェクトの検討を開始し、その結果を何らかの施策に反映しようと考えている。

背景の一つは「日本再興戦略 2016」で、ここでは「2015 年までに企業から大学、国立、研究開発法人への投資を 3 倍増とすることを目指す」とある。また第 5 期科学技術基本計画には、「大学および国立、研究開発法人における企業からの共同研究の受け入れ金額を 2020 年までに 5 割増額となることを目指す」と記載されている。さらに榊原経団連会長は「2014 年度で 610 億円の投資を 2025 年までには 3 倍にしたい」と述べている。

一方、現状は、企業から大学に行っている研究費が 2014 年度 416 億円で、共同研究 1 件当たり平均 216 万円、6 年間で平均を取ると毎年 20 億円程度伸びている。このまま行くと 10 年間で 200 億円増加するので、目標の 5 割増にはなる。ただ、科学技術基本計画では、5 年以内に 5 割増にすると謳っているので、これには少し不足である。さらなる加速施策が必要と思う。

過去の実績調査の報告書やその中に記載されている企業や大学に対するアンケートから読み取れることは以下ようになる。

まず、企業がフロントランナーの気概がなく、先端的な仕事をする気がないのではないかという指摘が、以前の報告書にあった。しかし最近の様子を見ると、気概はあり、実際、先進性の高いテーマに関する共同研究開発は非常に多く出ている。つまり、独創性追求の気概は企業の中には生まれていると考えられる。次に成果の満足度と事業成果を見ると、大学の先生も企業の担当者も共同研究の成果には満足であるが、実際に事業に結びついたものはほとんどないのが現実である。大学は本来基礎研究の支援を期待しており、超長期的な深い研究が信条であるので、企業がどこまでその基礎研究に投資できるかが問われている。この問題は、多くの成果が出てくれば、研究の量と成果の関係が明らかになり、いずれ解決されると思われる。

次に海外への投資であるが、大学の先生の中には「日本の企業は海外にばかり研究費を出し、国内には出していないのではないかと考える人もいる。これは間違いである。実際は日本の大学への投資が圧倒的に多い。問題は、小粒の研究費が多くの大学にばら撒かれているところにあり、それらは大学側で学会出張費などに自由に使えるため、大学側の望むところでもある。

日本企業の海外の大学への投資額は、確かに日本に比べると高い。米国では MIT やスタンフォード大は私立であり、先生の人件費などのオーバーヘッドがあるので、額は大きくなる。ただ、高い割には成果がないとも言われている。これは国内企業の投資目的が技術開発、技術成果だけではないことも一因である。国内企業に海外の研究機関のマネジメントをする力が育っていないのかもしれない。

国内では、最近政府機関の施策もいくつか打たれている。例えば、SIP や ImPACT、COI など、産学競争プラットフォーム構築により、多くの研究費を使える仕組みができている。これらを如何に有効に活用するかが課題である。

今の最大の問題は人材の流動化ができていないことである。産学共同研究をやろうとしても、企業のニーズと大学のシーズのミスマッチが起こり、本当の共同作業が出来ていない。マーケティングとは、やりたい人たちがやりたいものを探し出すのが本来の姿であり、それには人材の流動化が必須である。人材流動化は日本の社会的な課題で、いずれは解決されることを期待したい。実際、最近では日本の企業は多くの外国人を雇用するようになってきた。半分ほどが外国籍の社員という会社も多く出てきている。それに伴い、終身雇用の制度がくずれ人材流動化が活発になると思われる。

大学の経営者に関しては、国立大学の経営ではなく、大学の研究室として独立の経営手腕が発揮できる人が望まれる。この領域でも様々な手は打たれていると聞いている。

全く名前の出てこないのが学協会である。学協会の活用は報告書のどこにも記載されていない。この問題を調査テーマにすべく、いくつかの学協会と話しを開始した。

科学技術基本計画の第5章に「人材、知、資金が結集する場の形成」と書いてあるが、学協会は、人材と知は結集しているものの金がない。ここに企業が金を投資できるような仕組みができ、非競争領域の技術の議論などが出来ると良い。学協会は非常に帰属意識が少ない集団なので難しいかもしれないが、少し検討してみようと考えている。

学協会は、もともと産学の研究者、技術者の集まりで、情報交換の場が既に構築されている。しかも、企業出身の学協会の会長、あるいは理事は、大体執行役員や経営のトップ層の人材が就任している。しかし、知識と情報は、講演会や雑誌等の伝達媒体を通じて会員が共用するだけで終わっており、具体的に社会にどうやって活用するかに関して学協会はあまり積極的に関与していない。論文を書いたり雑誌に発表して終わるケースが多い。これではまずいと思われる。自然科学系、理学系の学会はさておき、工学系の学協会は産学競争のプラットフォームとして創生されたもので、原点に立ち返り、学会をオープンイノベーションの推進母体の一つにできないか検討したい。

学協会には、法人会員と一般の会員がいるが、所属別では、法人側と大学の教官側に分かれる。その間に産学連携推進部みたいなものを作り、そこがリーダーシップをとり、企業、法人会員が学会で扱ってもらうテーマを考える。それを提案し、実行するかどうかをその連携推進部で考えることにしてはどうか。

連携テーマの選択は非常に難しい。最先端のテーマがベストであるが、場合によっては人材育成や絶滅危惧技術の保存などのテーマであっても良いと思う。例えば歯車を研究開発している大学の先生は今やほとんどいないが、歯車は自動車部品で非常に重要なコア部品である。それをやっている企業の古参のベテラン研究者が技術屋を育成する時代になってきている。ただ、文部科学省・JST も大学の先生も、「そのような技術を開発しても良い論文は書けない」と考え、研究費が付かない。このような技術こそ、企業が自ら研究費

を出して大学にやってもらう場を作る必要があるのではないかと。

産学協同テーマが決まったら、参加する企業と実行してくれる先生を募集しチーム編成を行う。契約の問題は連携推進部で考え、テーマは実際大学でやってもらい、そのフォローアップ、成果のフォローは法人側がやる。このような提案を検討したい。

学協会の経営課題としては会員の大幅な減少がある。機械学会では、4万6千人程度いたのが3万6千人程度になっており、20年間で1万人、毎年500人程度減少した。他の学会でも同様な傾向にあると思われる。法人会員に至っては、リーマンショック時に急減して、それ以来回復していない。要するに、会員を辞めても何の痛痒も感じない。寄付に近いような法人会費になっているので、一端やめたら二度と戻らないわけである。一般に法人会員費は高く、個人会員1万人くらいに相当するので、学会の運営には大切なお金である。ただ、その割には法人に対する恩恵が少なく、いずれ法人会員もいなくなる可能性がある。学協会の会長も、1年や2年で交代するので、責任感もない。学協会の維持は今後の大きな課題である。

オープンイノベーションの場になるのが工学系学協会の設立時の理念であり、産学連携はこの実践のために、また法人会員減少の防止策としても、学協会の推進すべき秘策と考えている。この実効性について、ここ半年か1年くらい検討してみたいと思っている。

【質疑応答】

C：産学の連携について、例えば日本の産業界と数学の結びつきは希薄なので、数年前から日本数学会が主催して研究開発型の企業と大学院生の出会いの場を作っている。また、スタディーグループというものを、ここ何年か開催している。これは、企業がスコープにしても良い段階での数学的課題を持参し、1週間チームを作って議論をする場を設定するものである。特に若い学生に参加を促している。

Q：学協会関係の記載は、省庁（内閣府、文科省、経産省）の資料の中にほとんどないが、何故か。

A：敢えて抜いている訳ではない。学協会の活用は重要であると思う。今後全体のネットワークを構築していく上でも、学協会は母体の一つになり得る。学協会の課題は、会員数の減少と細分化が進みすぎていることである。逆に学協会のパワーをうまく活用できれば政策に反映可能と思う。

C：学協会に対して政府に方針を提言するような働きかけを行ったことがあるが、事務局がその様な機能を持っていないので難しい。業界団体はそのような動きをしているが、残念ながら学協会に興味を示さないのが現状である。日本学術会議の動きにも期待したい。

A：学協会には優秀な人材が多数参画している。産官学の交流の場でも有り、その成果物を活用しない手はない。現在、このような考えに賛同する学協会をいくつか訪問し、意見交換をしており、半年後くらいに何らかの調査報告書を作成したい。

4. ナノテクノロジー・材料分野の基盤力強化に向けて

千嶋 博（内閣府）

私がいる総合科学技術・イノベーション会議は、様々な省庁にまたがっている科学技術政策の旗振り役を担っている。そのため、内閣府としては最先端の研究等の活動をしているところから一歩引いたところで産学官の活動を見て、「日本としてどちらに行くべきか」、あるいは「無駄な投資はしていないか」などをチェックするとともに、科学技術基本計画や科学技術イノベーション総合戦略という形でまとめて、世の中に発信している。

ここでは、最新の第5期科学技術基本計画と科学技術イノベーション総合戦略2016、その中でのナノテクノロジー・材料分野の位置づけ、さらに基本計画と総合戦略の中でビジョンとして掲げている「Society5.0」や、社会・経済的課題の解決に向けて必要となるこの分野の技術について述べ、最後に、戦略を来年、再来年と策定していくにあたっての課題について紹介する。

総合科学技術・イノベーション会議は科学技術イノベーション施策の司令塔として、7名の総理・関係閣僚と小谷先生を含めた8名の有識者議員という布陣で活動している。オールジャパンの視点から科学技術政策の企画立案と総合調整を担っている。1995年に科学技術基本法ができ、5か年計画で、第1期から第4期まで進められ、この1月に第5期の科学技術基本計画が策定された。第1期は、政府の投資を拡充しようとした5年間であり、第2期、第3期はそれを戦略的に重点化し、第4期は課題の解決という視点でまとめられた。第5期はさらに一歩進んで、未来予測あるいはビジョンを立て、バックキャストする形で戦略を作っているのが特徴となっている。

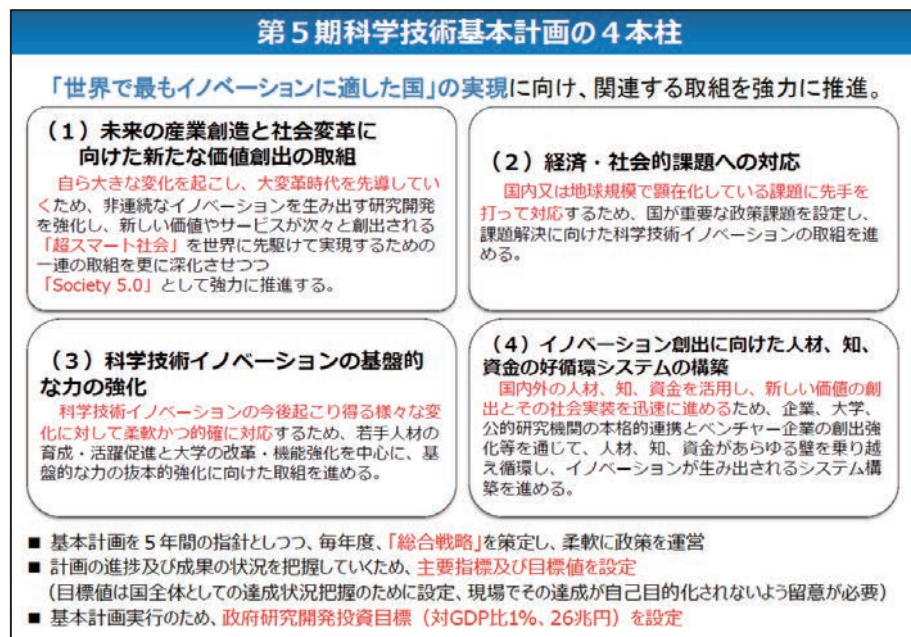


図 4-1 第5期科学技術基本計画の4本柱

図 4-1 に示すように、第 5 期の基本計画では世界で最もイノベーションに適した国の実現に向けて、4 本柱の構成となっている。一つ目は未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取り組みとして、大変革時代の到来という認識を軸に「超スマート社会 (Society5.0)」というビジョンを掲げている。2 つ目はエネルギー問題や健康医療問題などの大きな社会問題への対応である。3 つ目はこの大変革時代のどんな変化にも柔軟に対応するための基礎研究をはじめとする基盤的な力の強化である。この中で、若手人材の活躍促進や大学改革なども挙げている。4 つ目はイノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築であり、主にオープンイノベーションについて記されている。

「Society5.0」というのは、人類が経験してきた社会の形である狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く 5 番目の社会という意味で使われている。そこでは、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させて、経済的発展と社会的課題の解決を両立させ、人間中心の社会を実現する、としている。分かり易い例を挙げると、自動車が工業社会で実現されたものだとすると、カーナビが GPS からの位置情報を基に自分の位置を求めて誘導するのが情報社会ということになる。この先は自動運転になると考えられるが、ここでは車や人の様々な情報や、交通信号の情報などを一度サイバー空間に上げ、運転を最適化する情報を車にフィードバックする。このような自動運転が Society5.0 の例と考えると、分かり易いのではないかと思います。

その中で、ナノテクノロジー・材料の位置づけを図 4-2 に示す。この図では、ドーナツ状の円盤の上に様々な代表的な応用システムが書かれているが、それらがその下にある様々なデータベースをシェアすることで連携している。ナノテクノロジー・材料技術は中央の柱の部分にあり、これらのシステムを下支えする基盤技術として位置づけられている。

総合戦略 2016 においても同様であり、フィジカル空間を実現する基盤技術としてナノテクノロジー・材料の様々な技術が非常に重要な技術として位置づけられている。

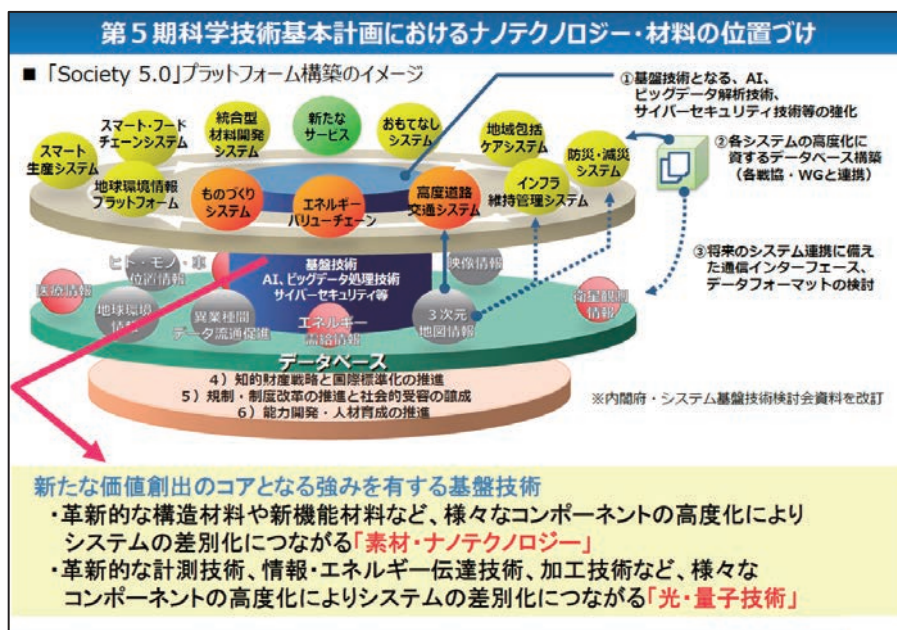


図 4-2 第 5 期科学技術基本計画におけるナノテクノロジー・材料の位置づけ

したがって、今後、ナノテクノロジーや材料の戦略をどのように進めていくか考えることが重要である。この技術分野は非常にブロードな領域で重要だと言われているので、逆に何が重要なのか、何が求められているのかということは、基盤技術側の人たちだけで議論していてもうまくいかない。そのため、図 4-2 のドーナツの上側の応用システム側の人たちとうまく連携して、きちんとニーズを把握した上で戦略を決めていくというのが課題になる。

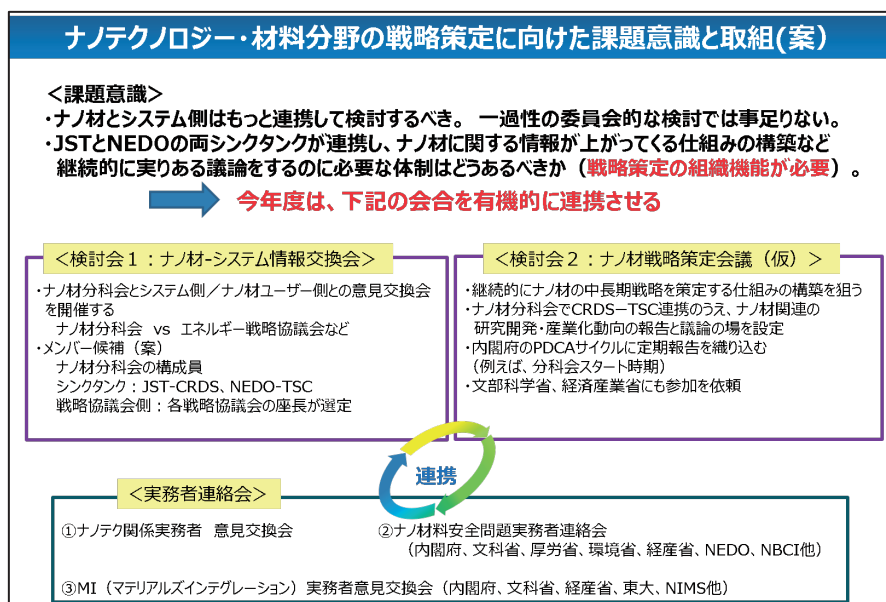


図 4-3 ナノテクノロジー・材料分野の戦略策定に向けた課題意識と取組

まとめとして、図 4-3 にナノテクノロジー・材料分野の戦略策定に向けた課題意識と取り組みを示す。今後、変化が加速していく世の中の動きをきちんと把握して、戦略を策定する仕組みが必要なため、省庁間および CRDS や NEDO-TSC といったシンクタンク間の連携や協調を進めていく必要がある。このため、次の戦略策定に向けて、内閣府主導でこれら関係省庁や様々な機能を持つ機関の人たちを集めて、定期的に議論する場を作りたいと思っている。

5. 総合討論

ファシリテータ：永野 智己（JST-CRDS）

【話題提供1】 西條 正明（文部科学省）

総合討論ということで、「先端研究開発インフラの将来戦略」、「部分最適から全体最適へ、施策間・機関間連携をドライブする方法」、「ナノテク・材料関係政策の府省間・省庁間の強力な協力」という3つのテーマについて話題提供をするが、まず一番身近なところである「府省間・省庁間の強力な協力」について述べる。この連携には階層があると思う。一つは、プロジェクトレベルでの連携、例えば文科省施策と経産省施策の連携で、もう一つは、政策を立案するレベルでの連携、つまり、高いレベルの連携というものである。

一つ目のプロジェクトレベルでの連携については、以前は原子力関係などで経産省とぶつかることもあったが、最近はプロジェクトレベルでは文科省と経産省はかなり協力してやっている。最初は予算獲得のための形式的な連携から始まった、との印象もあるが、元素戦略やALCAプロジェクト、最近のMI²Iと超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト（超超プロジェクト）の協力などにしても、きちんと中身を把握し現場が動きやすくなるような、実質的な連携がかなり進みつつあると思う。

ただし、多少の問題はある。スタート時は新しいことを始めるので熱心だが、段々と形式化してしまう傾向もある。担当が替わっていくと、連携のための会議も、会議のための会議となってしまうところもある。我々役人は2～3年で交代してしまうので、人に依存しない仕組み・システムをどのように作るのかが課題と思っている。これは特に継続的な視点において重要だと思う。

政策立案レベルでの連携については、個人的には全体を俯瞰してやるという仕組みがまだできていないと思う。文科省内でも、「分野をきちんと俯瞰して見る」ということはなかなかできていないのが実情。これは仕組みの問題もある。文部科学省の前身であった科学技術庁では、見積もり調整方針という仕組みを持っていて、様々な部署に対して、どんな分野をやっているか予算に絡めて聞く権限があった。しかし、今は内閣府にこのような権限が移ったため、省内においては自分が持っているプログラムのプロジェクトしか見ないような形になっている。これは非常に大きな問題であり、現在材料の分野においては、そのような仕組みを内部に再構築し、文科省の全体を見まわせるようにしたいと思っている。

例えば、ナノ・材参事官付が持っている予算としては、内局では50億円程度しかなく、NIMSを合わせても200億円以下である。ところが、文科省全体で材料関係を全部集めてくると800～900億円ある。その中で自分たちが持っているものだけを見ていると、点しか見えず、全体の主要な部分が見えない。

全体を見た上で、「どこが必要だ」という議論がきちんとできるようにしないといけない。文科省の中だけでなく、さらに上のレベルでしっかりと議論ができる場としては、内閣府ナノテクノロジー・材料分科会の塚本主査の下ということになると思う。そのような仕組みに我々もしっかり参加し、今後の成長分野としてどこを狙っていき、どのようなプログラムを設置していくべきか、まさに国としての戦略を考える必要がある。

プログラムを立てた後の連携は重要であるが、それよりも前に、全体俯瞰をした上で、戦略を練り、これに基づき、どこに文科省あるいは経産省がプロジェクトを打っていくか、どういう仕組みで打っていくかを議論すべきだと思っている。

2 番目の「部分最適から全体最適へ、施策間・機関間連携をドライブする方法」に関しても、やはりまずは全体を俯瞰することからはじめる必要があると思う。これは CRDS や NEDO-TSC で取り組んでいるが、これをベースに、これから何処を狙っていくか、どのような提案をしていくべきかという institutional research 的なところが日本は弱いため、その仕組みづくりもやって行かなければならない。

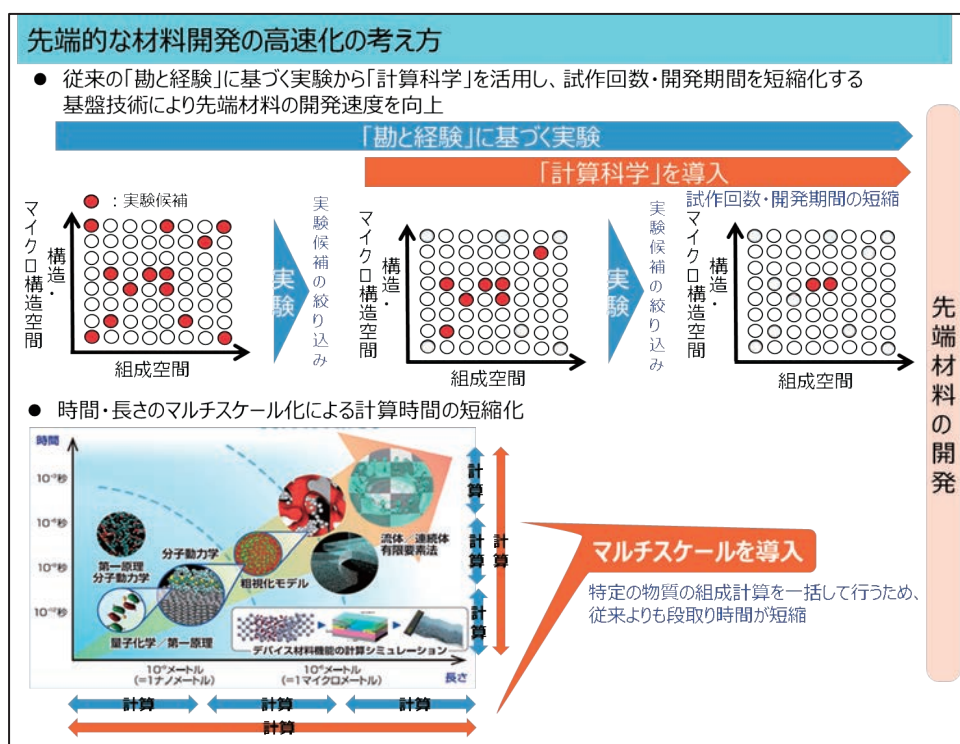
この 10 月から NIMS も特定国立研究開発法人になるので、CRDS などと協力して、そのような提案力を付けられるような仕組み作りを考えていく必要があると思っている。その際に、機関間の連携は非常に重要と考えており、そのためのネットワーク作りが重要。このネットワークに参加しているメンバーを含めて、どこが重要かということを議論できる仕組みをしっかりと作る必要がある。

また、NIMS を中核にして何かをやるとなると、NIMS に資金を投入するだけではないか、と言われるが、そうではなく、あくまで NIMS はサポート機関として、ネットワークに参加している皆さんが使い易い仕組みで、国全体として盛り上げていくことを考えていく必要があると思っている。

さらに、「先端研究開発インフラの将来戦略」や拠点間の連携など拠点の問題に関しては、我々も問題意識を持っている。特に、長期的な拠点のあり方を考えた時に、最初は国として例えば委託事業や補助事業で拠点として作ったものを、5 年や 10 年という限られた時間の中で、それをいかに継続的なものにしていくかというのは、非常に大きな問題である。これは予算の制度・仕組みに依存するものでもある。単に委託事業だけでやっている、例えば 5 年経ったら金の切れ目が縁の切れ目になり、せっかく構築した拠点も無くなってしまう。これに対して、5 年、10 年という中で、将来のビジョンとして継続的なものに責任を持って、組織の中に取り込んで行くように仕向けていくことが重要である。例えば、NIMS が MPI のようなプロジェクトを、プロジェクトの進捗に合わせてデータプラットフォームのような形でしっかりと NIMS 内部に取り込んでいけば、継続な取組ができると思う。もちろん、中に取り込むためには、交付金化していく仕組みを作っていかなければならない。これは橋本理事長も非常に問題意識を持っている。これは材料分野だけに限る話ではなく、全ての拠点に当てはまると思う。また、従事する研究者もそれに合った形に切り替えていく必要がある。今は外部から来たお金で、外の人を雇っているが、その事業が終わったらその人たちはいなくなる仕組みになっている。これをしっかりと内製化できる長期的な仕組みを作っていくことが重要だと思う。

NIMS でも MPI をはじめとするサイバーな基盤と、フィジカルな基盤とをどのように組み合わせ、長期的に維持していくかが課題になっている。国のお金が全部ではないが、国として支えなければいけないところと、産業界から持ってくるところの分けをしながら、長期的にできる形で作っていくところが課題と思っている。

日本は機能性材料の分野では非常に高い世界シェアを占めているが、途上国の激しい追い上げにあり、特許数では日本の地位が低下してきているという現状にある。そのような中で、AIを活用しながら材料探索のスピードを上げるために、計算科学とプロセス・生産技術、および計測技術とを一体的にやるものである。これにより、開発期間を 1/20 に縮めることを目的に、今年度から開始して 6 年間のプロジェクトとして実施する。図 5-1 がそのイメージである。従来、候補となる材料について全て手作業で分析してきたところを、AI を使って絞り込んだ上で、その候補について解析をしていくとともに、マルチスケールの解析を導入することで、組成から材料まで一体的に開発していこうとするものである。



産総研と、東レや昭和電工など材料メーカー16社からなる技術研究組合とが共同研究契約をして、集中研を設置し、大学等の参加も得ながら、一緒になって進めていこうとしている。産総研や大学等においては、マルチスケール計算のシミュレータを作ったり、高速かつハイスループット試作装置を作ったりし、企業のほうでは、それを使って実際の材料開発を通じて検証をした上でデータを集めていく、という役割分担でやっていく。図5-2には開発をする材料の例を挙げている。

想定される研究開発成果			
● 将来の事業化に向けて、有望な先端材料の研究開発に取り組む。			
事業化に向けて想定される研究開発の成果			
エネルギー変換材料	誘電材料	超高性能ポリマー	超高性能触媒 (機能性化成品)
多層有機素材のキャリア輸送設計技術の開発	有機・無機ハイブリッド3次元エレクトロニクス部材の設計技術の開発	多成分組成の機能性ナノ高分子構造素材の機能性設計技術の開発	自在合成を可能にするフローリアクターの総合的な触媒-流体界面設計技術の開発
コニカミノルタ 東ソー	村田製作所 新日鉄住金化学 パナソニック	日立化成、DIC カネカ、東レ 積水化成品 出光興産、JSR	昭和電工 日本触媒 横浜ゴム 宇部興産
例.有機太陽電池	例.コンデンサ	例.異方性フィルム材料	例.高機能樹脂
			

図 5-2 想定される研究開発成果

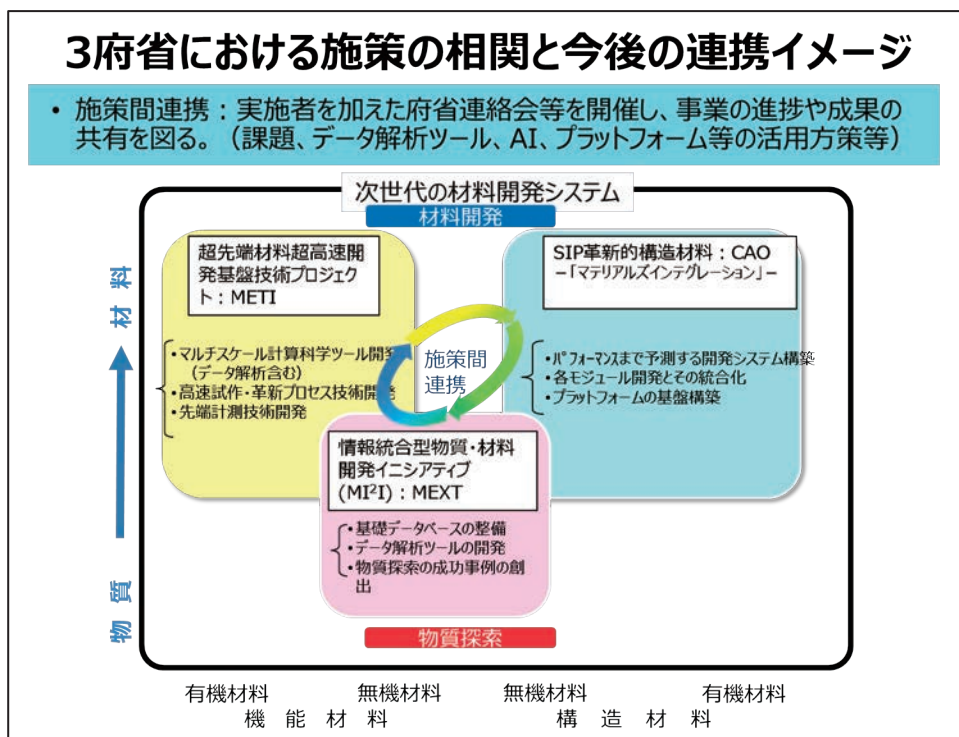


図 5-3 3 府省における施策の相関と今後の連携イメージ

文科省の MI²I では物性のデータベース、内閣府の SIP 構造材料では無機材料を中心とした技術開発をやっているが、こちらは有機材料をターゲットしている。先行している SIP の知見、MI²I のデータベースを生かしながら有機材料の開発を進めていこうとしており、図 5-3 に示すような 3 府省連携してやっていく構想になっている。

具体的な連携策については、これから主要連携会を開催するなどして考えていく予定であるが、データの共有が大きな課題になってくると思っている。

超超プロジェクトの紹介は以上とし、今回の論点について話しをしたい。

「施設の先端設備の共有」ということが挙がっていたが、役所の実務者の立場からすると、非常に悩ましい問題だと考えている。西條参事官からも話しがあったが、役所の予算制度とその後の実際の拠点の維持管理は合わない部分があると考えている。補正予算で施設や設備を整備すると、その後にナショナルプロジェクトの要求をして、5 年ほどは活用できるが、それが終わった後は、プロジェクト予算は付けられなくなってくる。ナショナルプロジェクトとしては、5 年後にそれが実用化して、場合によっては企業がその施設や設備を買取って、実証していくという構想になっている。しかし、5 年後にすぐに実用化にすることはなかなかないので、もし産総研が持っている、産総研がその設備を維持管理していかないといけないので、運営費交付金による産総研の負担が大きくなる。TIA の岩田事務局長からも成功事例、失敗事例の話があったが、その教訓からすると、ナショナルプロジェクトはまず国が企画して、産総研がマッチしていくという形になっている。施設や設備を作る時から、維持運営までの一貫した戦略を考える必要があるが、予算が取れる時に設備を作って何年かは支えても、その後のビジョンがないという状況になっていることもある。このようなところをあらかじめ考えられるようにすることが今後の課題と考えている。

府省連携に関しては、これまでも経済産業省、文部科学省と様々な形でプロジェクト毎に連携してきている。特にエネルギー分野に関しては、合同検討会という形で、5～6 年にわたって文部科学省との間で基礎研究から実用化まで一緒になってやっている。

その中で、個別のプロジェクトについては連携が深まってきているものもあるが、形式的な連携からなかなか抜けだせていないものもある。より連携を深めていくためには、小谷先生から紹介のあった OIL (オープンイノベーションラボトリ) という仕組みがある。実際に大学の研究者と産総研の研究者や、企業の研究者がアンダーワンループで集まって、一緒になって研究をし、OIL の場合は経産省からは産総研の運営費交付金として出しているが、そのチーム長が一体的に研究をマネジメントできるようにしている。今はより深い省庁連携をしていくためには、どういうことができるかを考えている状況である。

【討議】

1) 先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方

(拠点における設備・装置の管理と利用環境)

- ・先端研究開発のインフラの場合、時間とともに装置が古くなるため、どの分野の装置を残して、どの分野の装置をリプレイスするか、ユーザを巻き込んで議論し、決定するシステム作りが必要である。
- ・若い人が自分で競争的資金を獲得する場合には、まず自分のアイデアを予備的に確かめる場が必要である。AIMR では小さな共通機器室を作り、装置の使い方を相談できる研究者（メンター）も付けて、若い人がそこで自分の実験ができるようにした。このようなものがあると、現在の研究と離れた研究もしくは異分野融合の研究がしやすくなる。今後どのように維持していくかが課題である。

(マテリアルズ・インフォマティクスの研究体制)

- ・マテリアルズ・インフォマティクスの様々な仕組みを回すためには、データの収集、分類、価値付加、共有（キュレーション）などの業務をする人に対して、従来のアカデミアに対する評価方法とは違い、インセンティブを持って働いてもらえる評価方法が必要である。
- ・超超プロジェクトや SIP では、分野を指定し、その中で実験とシミュレーションが一緒に行われている。一方、MI²I は分野を指定せずに実験やシミュレーションのデータを集める必要があるため、2つのプロジェクトとの連携をこれからも進めていく。また、ナノテクノロジープラットフォームや J-PARC、SPring-8、理研 NMR 施設などとの連携、材料の境界がぼやけてきている中でバイオ関係の材料の取り扱いなども検討する必要がある。

(研究拠点の役割)

- ・大型の研究施設や拠点は、本来は国が勝つためのカードのはずであり、それをどう使うかという議論をすべきである。それぞれの拠点が維持できるかどうかという個々の問題に矮小化したり、自分が管理するお金と関係無くなると、勝手にやっていけというような他人事になったりしてはいけない。TIA などの拠点は日本の拠点であって、皆が勝つために使っていくという視点での議論が必要である。
- ・拠点を運営する人と使う人の 2 者間での議論はいつまで経っても解決しない。ひとつ上のレイヤーで、その拠点を有効に使うというトップダウンのディシジョンがあり、皆がそれを共有する必要がある。
- ・素材が今まで強かった理由を極めて単純化して考えると、車や家電などの世界一うるさい川下産業があったことと、日本では長期的 R&D ができたことである。過剰品質を求められ、それが大きな技術を作ってきた。また、日本の経営は株式の持ち合いで、うるさい株主がいなかった。このような視点で見ると、拠点の様々な問題をいかに長期的に考えられるかが重要であり、10 年、20 年、と長期に引っ張っていけるだけの施策を考えないといけない。
- ・Society5.0 で考えている 11 個のシステム側に無理難題を言わせ、素材屋がそれについていくという構造を機能的に作る必要がある。

- ・今回紹介された各拠点、プラットフォーム機能は、少なくともこれをキープ、あるいは成長・発展させていくという方策を考えないといけない。また、それぞれの拠点・プラットフォーム機能間の連携にも取り組んでいかないとはいけない。

(長期的な研究開発の必要性)

- ・多くの官僚は2年に1回替わっていくため、施策を最後まで見届けたり、勝つまでやり続けたりすることはできない。また、人が替わる度に、新しい施策や物珍しいものに走り、継続性を担保できていない。このため、運営面できちんと5年、10年とフォローすることが重要である。施策や研究拠点が10年経った時に、次にどうするかまで考えているような人が必要である。プログラムマネジャー（PM）を置く考えもあるが、長期間見てもらう仕組みと、役所の関係をどう作っていくかは大きな課題である。
- ・研究開発を長期的に継続して行うことに関しては、毎年目玉を出さないと予算が確保できないところもある。現実問題として予算が増えない中で、全体の評価をきちんとやって、削るところは削った上でどのような新しいものをやるのかしっかりと考えていく必要がある。
- ・長期的に見ていく仕組みは必要であり、長期ビジョンができて目指すところの合意が取れていれば、役人もそれに沿った形の予算要求ができる。

(CRDS、NEDO-TSC、業界団体、学会での長期戦略策定)

- ・CRDSとNEDO-TSCは省庁との関係が近く、お金に縛られる部分はあるかもしれないが、自分たちの独自の戦略を言い続けられるところに期待している。
- ・CRDSは先をいかに考えておくかが重要である。例えば、科学技術基本計画の第4期の時には、第5期のことを考えていないといけない。今は、第5期の中身を詰めるより、第6期のことを考え始めておく必要がある。
- ・また、文科省や内閣府の人が入れ替わっても、それを担保して先々を考えておく必要がある。例えば、10年続いている元素戦略やその他の材料関係の取り組みでは、やっとそのようなことができるようになってきた。俯瞰活動を基にして先回りして戦略を作っておきたい。
- ・業界団体や学会は、長期ビジョンや信念を持って、将来はこういべきと言える人を育てていく活動が必要である。今はそのような人間が必要だという認識を広め、守ってあげることが必要である。

(継続するプロジェクトテーマの選択と施設の維持)

- ・やめないで続けているテーマが多すぎる。使うお金に限りがあるので選択しないといけない。また、全部継続している限りは日本の特徴が出ない。アメリカの真似をしているだけでは駄目で、日本はどうやって生きていくのかという観点でテーマを選ぶ必要がある。
- ・本気でやる大学の人たちを見極めることが大事であり、失敗もあることを皆が認め、厳しく評価をしないとはいけない。
- ・大学は皆で同じテーマをやるのではなくて、きちんと競争する必要がある。アメリカ

では税金で行った成果は税金を払った人たちが共有でき、他の大学の先生が同じテーマをやることはない。日本でも、同様なことをやれば、失敗を共有してバラエティのある研究開発ができるはずである。

- ・残すテーマとやめるテーマをそれなりに考えて英断する仕組みをきちんと作らないと駄目である。プロジェクトの終わり頃に、プロジェクトを始めた人が評価しないといけない。地位や所属が変わっても、何らかの形で関与するような仕組みを作れば良い。

(プロジェクトの作り方)

- ・日本は失敗した時のペナルティがあまりにも大きすぎて、新しいことがやり難く、多様性も生まれない。例えば、非常にハイリスクな施策を作る場合に、成功率 10% (10 件採択したら 1 件は成功する) で良いという前提でやれば、その施策を作った人にとってはマイナスにならない。
- ・ハイリスク、ハイインパクトという意味で、失敗も前提に入れた上で、ImPACT でやっているような仕組みを考える必要がある。小規模な試しのものをやり、その成果に基づいて大きくやる方法も考えられ、段階的な方式を入れていかないといけない。あるレベルに達したときに、これに掛けるという見極めも仕組みとして考えなければいけない。
- ・本当に良いものでうまく進んでいるプロジェクトは、期限が来てもそのまま延長すれば良いと思うが、新しさが見えないので現状では予算が付かず、仕組みがうまくできていない。
- ・プロジェクトの評価は人が判断しているので、全て 100 点を取ろうと完璧性を求める必要はない。もし間違った判断でやめさせたら、やはりやるべきとして復活すれば良く、このような柔軟性が必要である。

2) 組織間、施策間、機関間、府省間、現場の連携

(連携のためのインセンティブ付与)

- ・連携するのは良いことだと誰でも思っているが、現場としては自分一人でやる方が楽であり、面倒な人と一緒にやりたくないという思いもある。このため、何かインセンティブがないと、実質的な連携は生まれない。
- ・海外は積極的に相手の力を利用しようと前向きに進めている。企業の合併の場合も、アメリカ企業だと一番良い時に合併する。一方、日本の場合は、悪くなってどうしようもなくなって背水の陣で合併する。もっと成果を上げたいのであれば、連携すべきである。
- ・明確なゴールを設定して、面倒だが誰かと組まないといけないというモチベーションをどう作るのが重要である。
- ・競争相手が誰なのかを良く考えるべきである。国内の研究所や大学が本当にまとまって戦わないと海外に勝てないという意識を持たせることが重要である。

(連携のための議論の場の形成)

- ・諸外国と競っていくのにはどういう仕組みにすればよいか、相手をベンチマークして議論する必要がある。

- ・競争相手がどこで日本としてどこに注力していくかなどの検討は内閣府の役目だと思うられるが、現状はそのような議論を進める組織になっていない。このため、長期的な視点で、様々な事柄に対し意見交換・議論をしながら戦略を考えていく場を作る必要がある。
- ・学術の世界では、日本の研究者は最初からグローバルであり、世界のステージで戦っている。日本の大学は、10年ほど前までは、大学をマネジメントするという観点は全くなかったが、最近になってベンチマークをし、個々の大学の個性を生かしてどのように戦っていくか考え始めた。
- ・国際的な共同研究は問題ないが、組織間連携になったとたんに、制度が違うのをすり合わせるなど、研究ではないところで時間を多く使う必要があり大変面倒である。今はこのようなマネジメントの部分が欠けている。
- ・これから内閣府が議論の場を作っていくと思われるが、様々な立場や組織の人が集まり、長期に亘って議論していく時に、気づいたら開かれなくなっていたということがないようにする必要がある。
- ・今後、戦略を練っていく時には3つ大きな活動がある。①ニーズをきちんと把握すること、②長期的な戦略に関して、最先端の技術を把握している CRDS などとベンチマークも含め定期的に議論すること、③省庁間で腹を割って議論ができる場を定期的に持つことである。
- ・全体を俯瞰してこれから日本としてどこで闘っていけば良いかを議論するところが欠けている。きちんと俯瞰をして先を見通した上で、どういった領域をやっていくか、その時に文科省、経産省、他府省がどこにどのように資金投入するのか、などを議論していく必要がある。
- ・CRDS や NEDO-TSC でこれから狙っていくべき領域を提言し、それぞれの府省でこれらを基にした政策の検討などは行っているが、日本全体として狙うところを決め、そこに文科省、経産省などがファンディングをするようなシステムティックな仕組みを作っていく必要がある。
- ・CRDS では、基本的に日本としてどう勝っていくのか考えている。海外の動向や最先端の科学の状況、地殻変動が起きそうな領域などを把握し、どのように産業競争力を付けていくのか、学会やアカデミアをどのように底上げしていくのかなどを考えて、提言を出している。CRDS の提言は、国際的に日本がどう戦っていくのかという意識の下にあり、その方法を考える上で、施策間連携や拠点間連携の課題がある。
- ・NEDO-TSC は、産業界にどのように寄与していくかを考え。市場や産業側の戦略を立てる役割である。AI や IoT が主流になってくると、ドイツやアメリカの動きから日本は非常に危機感があり TSC の戦略としても、ナノテクノロジーに力を入れる必要があり、ますます連携が重要になると考えている。
- ・官公庁においても、戦う相手や領域が今の組織に合わなければ、柔軟に改変すれば良い。極端に言えば、施策間連携、研究機関間連携と言うだけでなく、一緒にしたほうが良い場合は一緒にすることも考えるべきである。

(連携の成功例と新たな動き)

- ・一つの成功例は実験系のインフラであるナノテクノロジープラットフォームである。

ここまで来るには、ナノテクノロジーネットワークやその前の時代のものも含めて、10年以上かかっているが、この中で様々なことを学び、今でも進化しているプログラムとなっている。

- ・今では国の機関も企業も自前主義をやっている余裕は無くなり、ようやく真の連携が芽生えてきている。例えば、今回の補正予算で東京大学の施設を産総研が建てるなど、リソースを相互の組織、省庁で共有していこうという動きが出てきている。
- ・内閣府や CSTI がリソース配分で組織・省庁を超えて司令塔として機能し、このような動きを加速させていくことが求められている。

【まとめ】

総合討論では、文部科学省および経済産業省の現状紹介と合わせて、(1) 先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方、(2) 施策間連携、機関間連携、府省間連携、現場の連携、について議論した。その結果、以下のような現状の課題に対して、課題の解決の方向性が示された。

○現状の問題

- ・先端研究開発用の共通インフラ・装置の長期的な視点での維持管理が難しい。
- ・多くの官僚は2年に1回替わっていくため、施策を最後まで見届けられない。
- ・人が替わる度に、予算獲得に有利な新しい施策や物珍しいものに走り、施策の継続性を担保できていない。
- ・研究プロジェクトで失敗があることも考慮した仕組みになっていない。
- ・現場でも連携は良いと思っているが、自分一人でやる方が楽であり、インセンティブの無い状況では面倒と思うだけである。
- ・組織間連携をやるときに、制度上の違いをすり合わせるなど、研究ではないところのマネジメントが欠けている。また、組織間連携を先導する人材の育成もできていない。
- ・ナノテクノロジー・材料分野全体を俯瞰してこれから日本としてどこで闘っていけば良いか関係府省・機関で議論する場が欠けている。

○解決の方向性

- (1) 先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方
 - ・関係する様々な分野全体をきちんと俯瞰し、国としての狙うところを決めて戦略を練り、これに基づいて関係府省が施策を出すシステムティックな仕組みを作る。
 - ・内閣府、文科省、経産省など府省の人が入れ替わっても、俯瞰活動を基に先回りして戦略を考え、責任を持って施策・拠点を発展させる仕組みが必要である。
 - ・国の施策として施設・設備の整備やプロジェクトの立案をするときには、将来の施設・設備の更新や維持運営まで考えた一貫した戦略を考え、状況の変化に合わせた柔軟な戦略変更をする必要がある。
 - ・大型の研究施設や研究拠点の長期的な維持運営には、運営側と利用側だけの議論にならないように、日本としてどうすべきか上位の視点で考え、関係者で共有する必要がある。
 - ・施策や研究拠点の継続については、欧米の真似ではなく、日本がどのように生きてい

くかの視点で考え、残すものとやめるものを英断する仕組みを作る必要がある。

- ・若手研究者が自分のアイデアを予備的に確認したり、現在の研究領域と離れた研究や異分野融合の研究ができるように、研究拠点において装置の使い方や研究の相談ができるメンターを付けることも、拠点の成長や研究者の成長にとって重要である。

(2) 施策間連携、機関間連携、府省間連携、現場の連携

- ・内閣府（CSTI）が司令塔となり、長期的な視点で、様々な事柄に対して意見交換・議論しながら、戦略を考えていく場を作り活動を継続していく必要がある。ここでは、ニーズや最先端の技術の把握、ベンチマークを行い、府省が腹を割って戦略を議論することが重要になる。
- ・府省間の連携として形式的でなく実質的なものにするためには、大学、国研、企業の研究者がアンダーワンループの形で集まり、一体的にマネジメントできるようにする必要がある。
- ・研究現場での実質的な連携を促進するためには、明確なゴールを設定し、連携のモチベーションやインセンティブを付与することが重要である。

●施策および施策間連携における問題

- ・共通研究開発インフラ・装置の長期的な視点での維持・更新管理が困難
- ・施策を策定する行政官の任期が短く、長期的な責任体制が担保されない
- ・新しい施策や物珍しいものが予算獲得に有利になり、真に重要な施策が発展しない
- ・研究プロジェクトの失敗や戦略変更を考慮した仕組みが欠如
- ・インセンティブの無い状況では現場の連携促進は困難、むしろ疲弊
- ・組織間連携を進めるための研究以外のマネジメントの欠如、先導する人材が希少
- ・ナノテクノロジー・材料全体を俯瞰し関係府省・機関間で議論する継続的な場の欠如

方向性

☆先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方

- ・関連分野を俯瞰した戦略づくりと、関係府省が共同して大きな施策を構築していくシステムティックな仕組み作り
- ・行政官が入れ替わっても、責任を継承し施策・拠点を発展させる仕組み
- ・将来を考慮した、施設・設備の更新戦略やプロジェクト立案、柔軟な戦略変更
- ・大型研究施設・研究拠点の運営における、上位視点での方針策定と、関係者間の共有

☆施策間連携、機関間連携、府省間連携、現場の連携

- ・CSTIが司令塔となり、長期的な視点で、関係府省が意見交換・議論して戦略を構築・実現していく場の継続
- ・府省間の連携を実質的なものにするため、現場では大学、国研、企業の研究者がアンダーワンループの形で参画し、一体的にマネジメントする仕組み
- ・研究現場での実質的な連携を促進するための共通ゴールの設定、連携のモチベーション・インセンティブの設計・付与

図 5-4 施策間連携の課題と今後の方向性

付 録

付録 1：開催趣旨・プログラム

開催趣旨

ナノテクノロジー・材料分野は物理学、化学、生物学を横断し、原子分子レベルでの観測や構造形成・機能発現などを通して、物質科学や材料技術、デバイス技術などを進展させ、さらには異分野の融合を促進しつつ進化する技術分野です。このため、新しい科学技術や新たな産業の創出ばかりでなく、グローバル課題の解決あるいは「社会的期待」に迅速に応える「課題解決型」を支える科学技術基盤の一つとして位置づけられます。CRDSでは昨年、ナノテクノロジー・材料分野における世界各国の国家計画、投資戦略、研究ポテンシャル、技術進化そして企業化動向、重要な研究開発領域を含むナノテクノロジー分野全体の俯瞰の結果を記載した俯瞰報告書（CRDS-FY2015-FR-05）を発行しました。この俯瞰報告書は、CRDSが政策立案コミュニティおよび研究開発コミュニティとの継続的な対話を通じて把握した研究開発の大きな流れを、研究開発戦略立案の基礎資料とすることを目的として、CRDSの視点からまとめたものになりますが、作成の過程では、内外の多くの専門家との議論や分析が土台となります。各分野における研究開発の方向性や主要な研究開発領域、さらに国際的なわが国のポジションを把握するのに役立つものとして、また、複数分野にまたがる新しい切り口からの研究開発戦略を立案することにも役立つことを期待しています。当該分野の動向を深く知りたいと考える政策決定者、行政官、企業人、大学・独法関係者、また、研究者にとっても、自身の専門分野を超えた範囲の状況を知る上で有益な資料となることを期待して発行しています。

既発行済のナノテクノロジー・材料分野の俯瞰報告書では、41の重要領域について研究開発状況や国際比較を取り纏めています。さらなる調査・検討が必要な領域や、基盤的な技術のために複数の領域に分かれた記述となり、その領域全体について今後国としてどうすべきか、まだ十分に把握・検討できていないものもあります。このため、さらに調査が必要な5つの領域に注目し、昨年度から今年度にかけてナノテクノロジー・材料分野の俯瞰をさらに充実させます。これらの結果は、2016年度に発行する俯瞰報告書に反映する予定であり、CRDSにおける戦略立案および各界における施策立案等に活用していただくことを念頭に置いています。これまでに材料設計・制御、ナノテクノロジーのELSI/EHS、社会インフラ、ナノエレクトロニクス、バイオナノテクノロジーの5領域の調査を行い、それぞれでワークショップを開催してきました。さらに今回、ナノテク・材料分野全体の将来を展望するための全体会議として、「研究開発力強化に向けた施策間連携」を取り上げ、ワークショップを開催します。

このワークショップでは、俯瞰報告書2015で提案している、ナノテクノロジー・材料基盤技術を常に世界最高レベルに保ち、アカデミア、産業界が共にいつでも先端基盤技術にアクセス可能とし、そこから実用化・産業化につながるイノベーションを創出できる環境を日本全体にわたって構築する「ナノテクノロジー・材料イノベーションプラットフォームの確立」に向けて、計測・加工・合成、シミュレーション、データ活用の機能を有するそれぞれの拠点や施策を密に結び、連携を強化するネットワークの構築をどのように行うか、現状の課題・強化策も含めて議論し、具体的な方策を導くことを目的にしています。

また、産学官連携、人材育成、リスク評価・管理・コミュニケーションなども含めた効果的・効率的な施策策定のための府省の連携に関しても議論します。

プログラム（敬称略）

開催日時：2016年8月22日（月）13:00～18:00

開催会場：JST 東京本部別館 2 階会議室 A-1

司 会 馬場 寿夫（JST-CRDS）

13:00～13:05 開会挨拶 曾根 純一（JST-CRDS）

13:05～13:30 ワークショップの趣旨説明（海外施策動向、日本の課題など）
馬場 寿夫（JST-CRDS）

13:30～15:20 主要施策の概要

13:30～13:55 ナノテクノロジープラットフォームの理想と現実

田沼 繁夫（物質・材料研究機構）

13:55～14:20 数学と材料科学の連携のもとらす未来 — 東北大学原子分子材料
科学高等研究機構（AIMR）における実験

小谷 元子（東北大学）

14:30～14:55 MI²I ハブ拠点の理想と現実

伊藤 聡（JST）

14:55～15:20 TIA の理想と現実

岩田 普（産業技術総合研究所）

15:20～16:00 今後の施策間連携に対する産業界からの要望

15:20～15:40 産学官連携への期待 山根 深一（東レ）

15:40～16:00 十分に手は打たれ、施策漬けの産学連携について、更なる追加の
施策検討 小豆畑 茂（COCN）

16:00～16:10 ナノテクノロジー・材料分野の基盤力強化に向けて

千嶋 博（内閣府）

16:20～17:55 総合討論 ファシリテーター：永野 智己（JST-CRDS）

・話題提供：1. 西條 正明（文部科学省）

2. 植木 健司（経済産業省）

・論点：

1. 先端研究開発インフラの将来戦略、成長する研究開発施設・拠点の在り方
2. 部分最適から全体最適へ、施策間・機関間連携をドライブする方策
3. ナノテク・材料関連政策の府省間・省庁間の強力な協力

17:55～18:00 閉会

曾根 純一（JST-CRDS）

付録 2：参加者一覧

招聘識者

(発表者)

- ・伊藤 聡 科学技術振興機構イノベーション拠点推進部
イノベーションハブグループ PM
- ・岩田 普 産業技術総合研究所 TIA 推進センター 審議役
- ・小谷 元子 東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 機構長
- ・田沼 繁夫 物質・材料研究機構 ナノテクノロジープラットフォームセンター
副センター長
- ・山根 深一 東レ株式会社 研究・開発企画部 担当部長
- ・小豆畑 茂 産業競争力懇談会 (COCN) 実行委員、日立製作所 フェロー

(コメンテータ)

- ・塚本 建次 昭和電工株式会社 技術顧問

(府省)

- ・千嶋 博 内閣府総合科学技術・イノベーション会議事務局
産業技術・ナノテクノロジーグループ 政策企画調査官
- ・植木 健司 経済産業省産業技術環境局 研究開発課 企画官
- ・西條 正明 文部科学省研究振興局 参事官 (ナノテクノロジー・物質・材料担当)

JST-CRDS ナノテクノロジー・材料ユニット

- ・曾根 純一 上席フェロー
- ・永野 智己 フェロー・ユニットリーダー
- ・荒岡 礼 フェロー
- ・河村誠一郎 フェロー・エキスパート
- ・末村 耕二 フェロー
- ・中山 智弘 フェロー、CRDS 企画運営室室長
- ・馬場 寿夫 フェロー
- ・宮下 哲 フェロー
- ・伊藤 聡 特任フェロー (再掲)
- ・清水 敏美 特任フェロー、産業技術総合研究所 フェロー
- ・田中 秀治 特任フェロー、東北大学大学院工学研究科 教授

関係府省・機関等

- ・柘植 丈治 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議事務局
産業技術・ナノテクノロジーグループ 上席科学技術政策フェロー
- ・横田 毅 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議事務局
産業技術・ナノテクノロジーグループ 上席政策調査員
- ・夏目 穰 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議事務局
産業技術・ナノテクノロジーグループ 政策調査員

- ・佐藤 俊介 文部科学省研究振興局
参事官（ナノテクノロジー・物質・材料担当）付 係長
- ・西村 慎也 文部科学省研究振興局
参事官（ナノテクノロジー・物質・材料担当）付 調査員
- ・森田 孝治 文部科学省研究振興局
参事官（ナノテクノロジー・物質・材料担当）付 調査員
- ・田中 丈士 経済産業省産業技術環境局 研究開発課 研究開発専門職
- ・西村 睦 物質・材料研究機構 経営企画部門 部門長
- ・北澤 英明 物質・材料研究機構 経営戦略室 調査役
- ・川喜多磨美子 物質・材料研究機構 経営戦略室 主任エンジニア
- ・成毛 治朗 新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター
ナノテクノロジー・材料ユニット 主任研究員
- ・井上 貴仁 新エネルギー・産業技術総合開発機構 材料・ナノテクノロジー部
主任研究員
- ・北川 和也 新エネルギー・産業技術総合開発機構 材料・ナノテクノロジー部
主任
- ・國谷 昌浩 新エネルギー・産業技術総合開発機構 材料・ナノテクノロジー部
主査

JST

- ・有本 建男 CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット 上席フェロー
- ・伊藤 哲也 CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット フェロー
- ・中川 尚志 CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット フェロー
- ・島津 博基 CRDS 環境・エネルギーユニット フェロー
- ・落合 幸徳 イノベーション拠点推進部 イノベーションハブグループ
プログラムオフィサー
- ・川原 隆幸 産学連携展開部 研究支援グループ
イノベーション推進マネージャー
- ・鈴木 真之 戦略研究推進部 研究評価グループ 主任調査員
- ・上田 幸弘 戦略研究推進部 ACCEL グループ 主任調査員

■ワークショップ企画・報告書編纂メンバー■

曾根 純一	上席フェロー
永野 智己	フェロー／ユニットリーダー
荒岡 礼	フェロー
河村誠一郎	フェロー／エキスパート
佐藤 勝昭	フェロー
末村 耕二	フェロー
中山 智弘	フェロー／エキスパート
馬場 寿夫	フェロー
宮下 哲	フェロー
伊藤 聡	特任フェロー
魚崎 浩平	特任フェロー
清水 敏美	特任フェロー
竹村 誠洋	特任フェロー
田中 一宜	特任フェロー
田中 秀治	特任フェロー
塚崎 敦	特任フェロー
馬場 嘉信	特任フェロー
村井 眞二	特任フェロー

CRDS-FY2016-WR-08

俯瞰ワークショップ報告書

ナノテクノロジー・材料分野
全体会議「研究開発力強化に向けた施策間連携」

平成 29 年 2 月

ISBN 978-4-88890-533-6

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ナノテクノロジー・材料ユニット
Nanotechnology/Materials Unit, Center for Research and Development Strategy,
Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7
電 話 03-5214-7481
ファックス 03-5214-7385
<http://www.jst.go.jp/crds/index.html>
©2017 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission. Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

