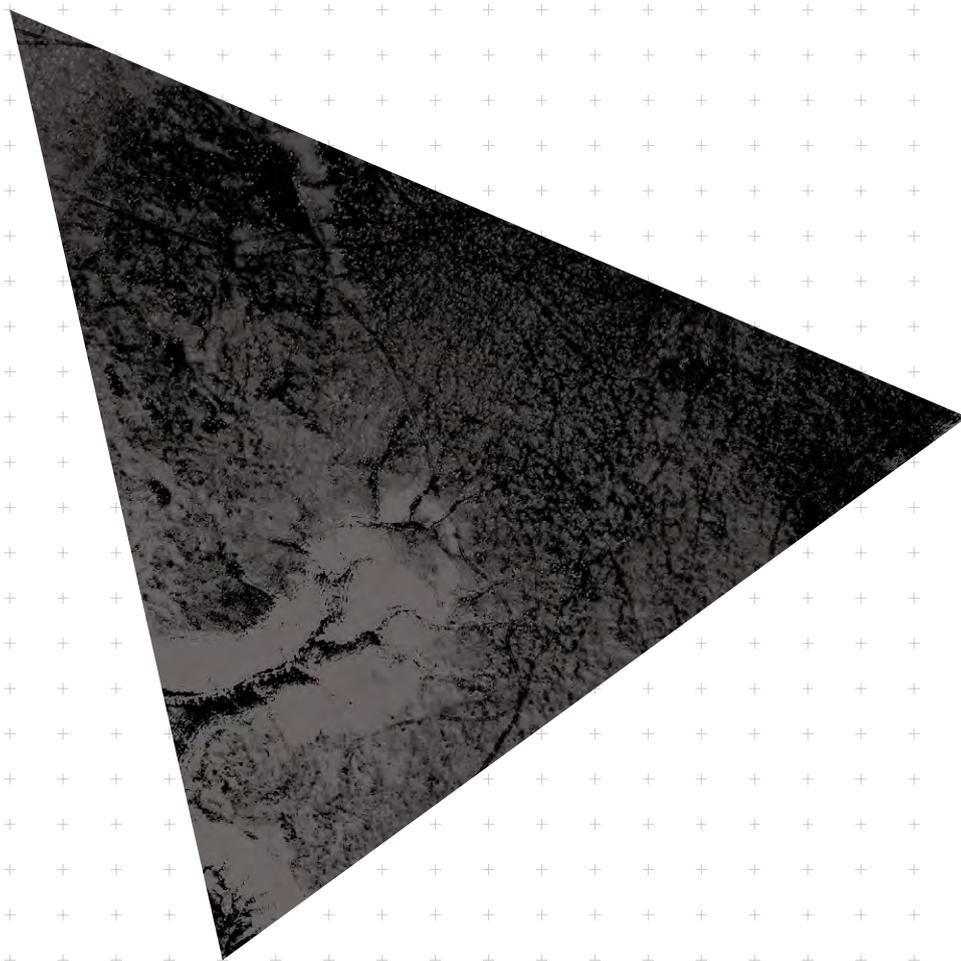


科学技術未来戦略ワークショップ報告書

研究の創造性と協働を促進する 先端研究基盤

2025年10月29日開催



エグゼクティブサマリー

本報告書は、科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST-CRDS）が2025年10月29日に開催した科学技術未来戦略ワークショップ「研究の創造性と協働を促進する先端研究基盤」の内容をまとめたものである。

第7期科学技術・イノベーション基本計画の検討が進む中、わが国の科学技術・イノベーションエコシステムを持続的に機能させるためには、産学官連携に加え、大学・国研等アカデミアの研究基盤の強化が不可欠である。本ワークショップでは、研究の創造性と協働を促進する先端研究基盤の在り方を、産学連携による先端機器開発・整備、共用拠点などの「場」の形成、研究基盤の構想から更新までを見据えた長期的マネジメント、人材育成や制度改革、AI for Science 時代に対応するデータ基盤整備など、多角的観点から議論した。これらを踏まえ、①研究基盤の変化・進化を前提として設計すること、②研究基盤を支える「場」に求められる機能とは何か、の二つを中心に議論し、以下のような多様な知見と今後の方向性への示唆を得た。

■ 研究基盤を「進化する構造」としてデザインする必要性

- ・世界の研究進展からの設備更新の遅れや、技術人材等の不足、分散的な設備管理などに起因する構造的課題を踏まえ、研究基盤を固定的・画一的なものではなく、将来へ向けた変化・進化を取り込むものとしてデザインし、刷新することが不可欠である。
- ・“AI for Science” や研究の自動化・自律化など、科学の在り方そのものに関わる変革が起きつつある中、主要国では研究基盤の迅速な整備・更新が行われている。世界的な研究環境の変化を前にして、日本の研究基盤改革のスピード不足を克服する長期（10～20年）的な計画・戦略の構築と実行が必要である。

■ 「場」としての研究基盤に求められる機能の高度化

- ・先端機器開発と共用基盤とを連動させ、産学の連携による新たな用途開発や、新技術を研究現場への実装につなげる実機・実技術の試作（ β 機開発等）を促す仕組みと体制が求められる。
- ・全国レベルのデータ基盤を構築し、研究データの創出とその利活用に関する基本的な枠組みとネットワーク・管理体制を整備することが不可欠である。特定の分野で先行する諸制度・プログラムの経験や機能を活かすことが重要となる。

■ 産学連携を軸とした持続的な研究基盤のエコシステム構築

- ・研究力強化に欠かせない新領域開拓に挑戦する研究者や、新たな研究ニーズが集まる共用基盤の構築を起点とした、新技術の用途開発と、技術を実装・具現化することによる市場展開を組み合わせた、新たな価値の循環が必要である。研究力強化に必要な新たなツール群を生み・試す場としての共用と、それをいち早く形にして先端研究に活用するとともに、その技術を企業が世界展開していくことによる正の循環が作用するエコシステム構築が課題である。

■ 技術人材・研究支援人材の高度化とキャリア設計

- ・技術継承や新技術、AI for Science 時代の研究環境に対応していくためには、技術人材や研究支援人材の量的不足に対する制度的脆弱性が制約となっている。キャリアパス形成・育成プログラムを担う、産学が連携する持続的な組織と仕組みの整備が不可欠である。

■ 若手研究者や研究室立ち上げ時の迅速化と共用基盤の価値

- ・共用基盤を良好な状態にし続けることで、研究室単位で個別に高額の設備を導入せずとも、研究を迅速

に開始できる。特に研究者の異動の際や若手研究者の研究の立ち上がりを加速できるものとし、国際水準の研究環境を備えることが重要である。

以上を踏まえ、本報告書がわが国の向こう10～20年を見据えた研究基盤のあるべき姿の具現化・刷新へ向けて、さらなる関係者間の議論を促すとともに、共通認識の形成と具体的な制度設計の一助となることを期待したい。

目次

1	趣旨説明		
		永野 智己 (JST-CRDS)	1
	挨拶	井上 諭一 (内閣府)	4
		馬場 大輔 (文部科学省)	4
2	話題提供		5
	2.1	イノベーション創出に向けた新しい産学協創と大学の役割 染谷 隆夫 (東京大学、理化学研究所、JST-CRDS)	5
	2.2	先端研究基盤と産学連携の目指すべき姿 竹山 春子 (早稲田大学)	10
	2.3	新たな先端研究基盤技術の創出・実装の課題 長我部 信行 (日立ハイテク、JST 未来社会創造事業)	14
	2.4	大学における先端研究基盤構築の課題 江端 新吾 (東京科学大学)	20
	2.5	研究設備インフラと研究データインフラの全国展開 藤ヶ谷 剛彦 (九州大学、文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ)	26
3	総合討論		34
	3.1	研究基盤の刷新に向けて 馬場 大輔 (文部科学省)	34
	3.2	総合討論 ファシリテーター 永野 智己 (JST-CRDS)	43
付録	ワークショップ開催概要		50

1 | 趣旨説明

永野 智己（JST 研究開発戦略センター）

令和8年度より開始予定の、第7期科学技術・イノベーション基本計画策定へ向けた政府における検討が進む中、わが国における科学技術・イノベーションのエコシステムがよりよく機能していくためには、産学官の連携と共に、大学・国研等の研究力強化が待ったなしの状況にある。本ワークショップでは、日本の研究力強化を支え、研究の創造性と協働を促進する先端研究基盤・研究インフラ（以下、研究基盤）の刷新の在り方や課題を議論する。

なかでも、産学連携による先端研究機器の開発や整備、アカデミアにおける共用拠点等の場の形成を通じた研究基盤環境の効果的な構築、研究基盤の構想から開発・整備、更新等を見据えた長期プランによるマネジメント、研究基盤がより持続的に進化・成長していくために必要となる、新たな変化への備えを見据えた中長期戦略の作成など、多岐にわたる観点を扱う必要がある。同時に、研究基盤をより持続的で効果的なものとして整備・運用していくためには、専門技術を有する人材の育成・確保や、そのために必要な制度・組織改革、環境構築、主要機器状況の全国的な可視化を含む情報・データ基盤の整備、「AI for Science」時代への変化・対応力の強化などが必要となる。

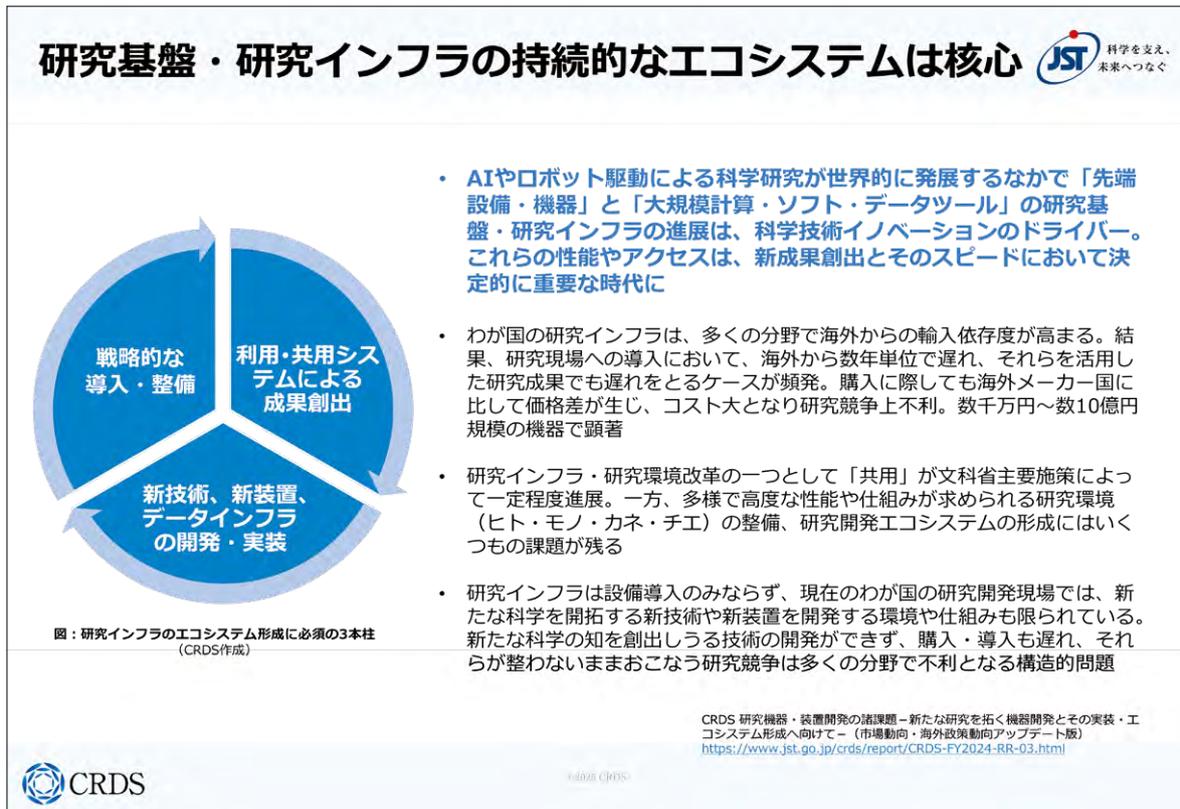


図1-1 研究基盤・研究インフラの持続的なエコシステムは核心

これまででもJST研究開発戦略センター（CRDS）では、調査報告書「研究基盤・研究インフラのエコシステム形成に向けて—日本・欧州における研究機器の開発、調達、利用促進、共用—（2025年3月）」や「研

究機器・装置開発の諸課題—新たな研究を拓く機器開発とその実装・エコシステム形成へ向けて—（2024年7月）」等の発行を通じて、国内外動向の調査・分析をもとに研究基盤に関する主要論点や課題・方向性を提示してきた。CRDSでは現在、先端技術開発と連動した共用のエコシステム形成の概念として図1-1に示すような概念を提示している。共用システムと中長期的に連動する産学連携の技術開発により、新たな研究を開く装置・技術が、新たな研究ニーズが集まる共用の場に導入されていくエコシステムである。諸外国でも、研究環境を充実させることに大きな力を入れている。それぞれの規模に応じた「整備、開発、共用」のスキームが整えられており、例えばEUでは、中長期のロードマップにもとづく計画策定を、産業界とアカデミアが政策サイドと協力して行うかたちを長年かけて構築してきた。こうした動向を的確に把握しながら、日本の実情・実態を踏まえつつも、国際的に競争力のある研究基盤のかたちを見出していくことが求められる。

今年度、文部科学省における研究開発基盤部会および同部会先端研究開発基盤強化委員会において「研究の創造性・効率性の最大化のための先端研究基盤の刷新に向けた今後の方針」（令和7年7月10日）が公表された。こうした一連の経緯を背景とし、今後の研究基盤を構想・具体化するうえでの主要課題への認識を深め、方向性を見定めることが本ワークショップの目的である。このような基本趣旨のもと、わが国の向こう10-20年を見据えた研究基盤のあるべき姿の具現化へ向けた一助とさせていただくべく、皆様の最新のご知見とご経験にもとづく忌憚ないご意見・ご議論を賜りたい。

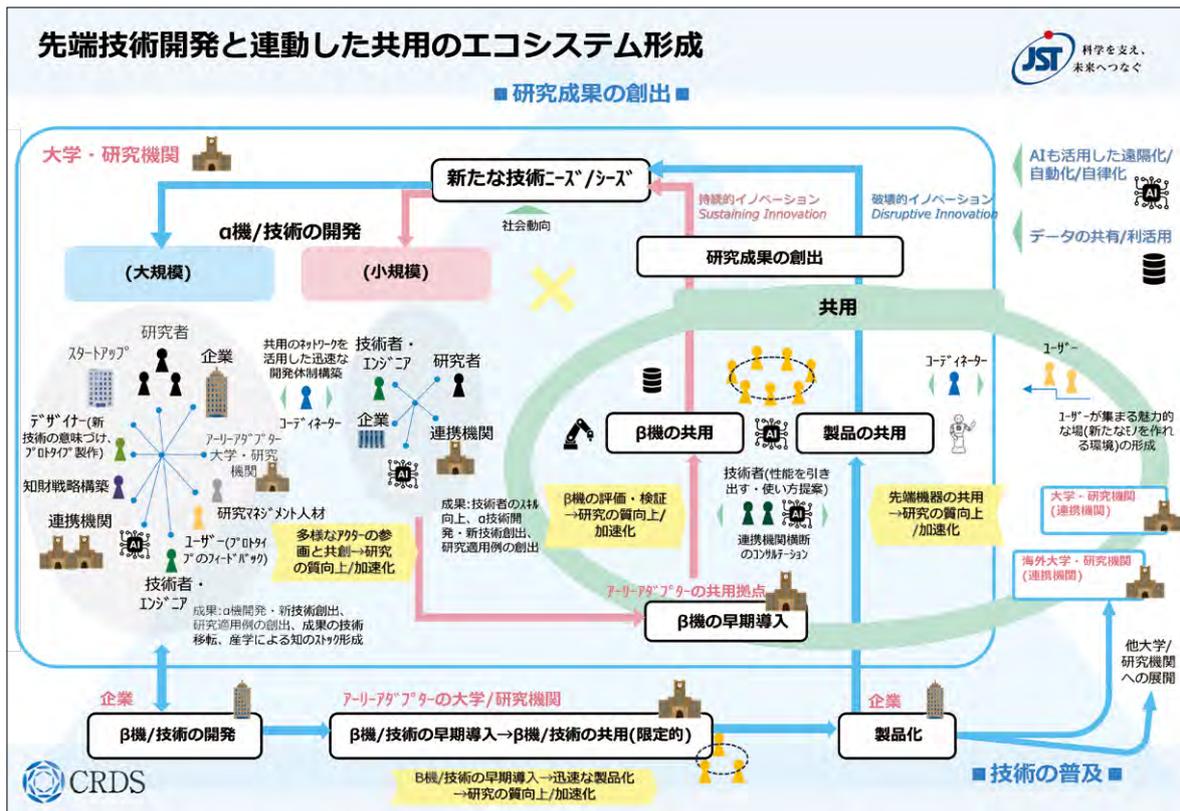


図1-2 先端技術開発と連動した共用のエコシステム形成

研究基盤・研究インフラによる研究力強化（国際議論動向）

科学を支え、
未来へつなぐ

国際研究インフラ会議（ICRI2024） 声明文「ブリスベン声明」 2024年12月5日

声明文要旨

- ✓ 研究インフラはあらゆる分野、国、地域、地球規模にわたる資産であり、グローバル課題への取り組みに力を発揮する
- ✓ 知のフロンティアを押し広げ、科学における未解決問題を克服する
- ✓ 人の健康、動物、環境変化の関係を探索するため、異なる学問分野やコミュニティを統合することが研究がインフラを介して可能になる
- ✓ 地域・社会との関わりを深め、社会と科学・開発の距離を縮めるための優れた場
- ✓ 研究を商業的または社会的な文脈でも実施できるようにし、成果の実用化を支援、社会への知識インパクトを最大化することに資する
- ✓ 増加するデータの管理、デジタル研究スキルの開発、適切なアクセスをユーザーへ提供することを可能にする。研究インフラを通じ一貫したデータ管理と共有のプロトコルを適用し、データを相互運用することを可能にする

ICRI2024「Brisbane Statement」
<https://icri2024.au/>

OECD-GSF「ナショナルリサーチインフラの運用と利用の最適化」研究インフラに関する8つの提言（2020）

提言項目	
1. ユーザー構造の最適化	ユーザーバランス・ユーザーポートフォリオ、テーマ受け入れバランス。アクセスメカニズム最適化
2. ロードマップ策定	国や拠点レベルで、研究インフラのライフサイクル設計・ロードマップを持つ。構築から、運営、リニューアル、閉鎖（処分・売却等）までの全期間を想定したロードマップ
3. コストモデルとプライシング	インフラ構築・運営に要する全コストとその関係における利用料プライシングを可視化
4. インフラのポートフォリオ	国レベルや、機関間の研究インフラ、研究インフラ運営主体、新導入する装置・設備や除外する対象について、外部環境の変化や利用ニーズの柔軟な反映方策を持つ
5. データインフラ連携	データの取得・蓄積・活用ツールマネジメント、FAIRデータの展開
6. 研究インフラの国際化	海外ユーザーの獲得、国内研究インフラと海外研究インフラ間での連携や分担
7. モニタリング・評価方法設計	研究成果だけで評価するのではなく、エコシステム形成など多様なモニタリング・評価
8. 持続成長・発展メカニズム構築	インフラ構築・運営を担う法人、ユーザー含むステークホルダー・組織の持続成長・発展メカニズムをインストール

【日本語版訳版】OECD ナショナル研究インフラの運用・利用の最適化
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2020-XR-03.html>

図 1-3 研究基盤・研究インフラによる研究力強化（国際議論動向）

研究基盤・研究インフラのエコシステム形成における課題

科学を支え、
未来へつなぐ

Beyond Disciplines（分野横断報告書）
2025年3月 CRDS-FY2024-RR-11
研究基盤・研究インフラのエコシステム形成に向けて
—日本・欧州における研究機器の開発、調達、利用促進、共用—

● 点線は特に深い検討が必要と考えられる課題

エコシステム形成における8つの課題

- ① ユーザーの新技術活用力の低下（広く認められた製品・サービスばかりを 선호する傾向）
- ② 未解決科学課題と、それにアプローチする新技術アイデアとが邂逅する場、機能の不足
- ③ アイデアの潜在価値・可能性を評価する主体がない（領域の細分化・責任組織不在）
- ④ 挑戦的でリスクの高い新技術・装置開発に取り組み難い（資金・環境・人材評価）
- ⑤ 具現化・カタチにする環境の不足
- ⑥ リスクの高い開発に挑む企業（大企業、SUとも）が乏しい・国際競争力の不足
- ⑦ 先端装置・新装置のUX開発・デザイン力に劣る
- ⑧ 初期市場形成のメカニズムにおいて産学官の相互作用施策に劣る

図 1-4 研究基盤・研究インフラのエコシステム形成における課題

井上 諭一（内閣府科学技術・イノベーション推進事務局 統括官）

本日は皆様にお集まりいただき、わが国において先端的な研究基盤をどう構築していくかについて、非常に重要なディスカッションが行われることを大変嬉しく思う。今、政府部内においても関係者の心が徐々に一つになってきていると感じており、ようやくここまで醸成されてきたとの想いがある。日本の研究力が低下してきているといわれて久しいが、まさに付け焼き刃の打ち手ではなく、科学技術研究を行っていくシステムそのものを大きく転換させていくタイミングにある。

その際、先端研究機器群をどう整備するのか、それに付随する人材の問題をどうするのか、そしてファンディングの在り方との関係が重要になってくる。まずはこれらを成し遂げていく上で最初の大きな鍵となるのが、先端研究機器の基盤をどのように日本全体として構築していくかの方向作りにある。文部科学省では現在、「先端研究基盤刷新事業（EPOCH）」の構想が進んでいる。非常にハードルの高いチャレンジになるだろうが、研究現場の皆様と一緒に考えながら、産官学の心をはっきりと一つに集めていきたい。今回のワークショップの場を通じて、益々その心一つに集め、しっかりと土台が築かれていくことを期待している。

馬場 大輔（文部科学省科学技術・学術政策局 参事官（研究環境担当））

今回のワークショップは、この夏に参事官として着任以来、最先端・最前線で取り組んでおられる方々と研究基盤を議論する機会を持つべく、CRDSと一緒に企画を進めてきた。本日、それが具体化することを嬉しく思う。令和8年度から開始する第7期科学技術・イノベーション基本計画の検討が進む中、5年ごとの国としての大きな方針を定めるタイミングでもあり、日本の研究環境を魅力的にできるかどうか非常に大事になってくると考えている。

これまで、研究基盤に関わる政策を担当する機会が数度あった。文部科学省のナノテクノロジープラットフォーム（現在のマテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）の前身）を15年前に立ち上げた際には、日本全体として研究基盤をどう構築すべきか、前身の事業の成果や材料分野の強みも踏まえて、制度を設計した。また、ライフサイエンス課では、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）の創設に合わせて「創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム（BINDS）」を、府省を越えて構築することにも取り組んだ。その後も、大学研究基盤整備課において、大学共同利用機関や共同利用・共同研究拠点の整備にも携わり、大学研究力強化室では、大学として組織的な研究力をどう強化していくのか、常に課題意識を持ってきた。これらの施策や組織も踏まえて、国として研究基盤をどう維持・発展させていくべきかをしっかりと考えたい。

国際競争が激化する中で、日本が科学技術研究で戦っていくには、研究開発費を「フロー」ではなく、研究基盤を「アセット」として積み上げていくことが重要となる。若手研究者やスタートアップ等の企業を含めた全国の研究者が挑戦できる魅力的な研究環境を築く、そして海外の機関や人材を含めて巻き込むことで、さらなる投資を呼び込むことにも繋げられるのではないかと考えている。

今回のワークショップの目的は、行政が机上の空論に基づく議論に陥らず、お集まりいただいている方々、それぞれの分野、立ち位置での多くの先進的な取組を、互いに共有いただいた上で、一緒に将来像を構想していくことにある。現在、EPOCHという新たな施策を来年度の概算要求に計上しているところであるが、実際にどう具現化していくべきか、産業界とアカデミアの相互作用と相乗効果を生むためにも、ぜひ知恵をお借りしたい。後半の総合討論を含めて、率直なご批判とご意見をいただけるようお願いしたい。

2 | 話題提供

2.1 イノベーション創出に向けた新しい産学協創と大学の役割

染谷 隆夫（東京大学、理化学研究所、JST 研究開発戦略センター）

私の所属は東京大学および理化学研究所だが、今日はJST/CRDSの特任フェローの立場でお話をさせていただきます。

初めに、東京大学における財務状況から紹介したい。東京大学は大変恵まれた研究環境だが、何かいつも現場では苦しさがある。それはなぜであろうか。平成29年度の予算総額は2,300億円程であったものが、令和4年度には2,700億と、約400億円増加している。それにも関わらず、なぜ苦しさは抜けないのか。実は平成29年度の人件費と物件費はそれぞれ42%、47%と、総額の半分程度である。これが令和4年度までの400億円の増加分を見ると、実に人件費が20%、物件費が60%となっている。予算増加分400億円の64%が物件費に充てられており、人件費の3倍となっている。日本ではどうして人に投資できないのか。これではグローバルタレントの獲得競争に勝てないのではないか。

では、どうしてこのようなことになっているのか。企業の場合は、売り上げが増加してコストを上回るとその差が利益になり、拮抗する点が損益分岐点となる。国の場合は、特に国立大学法人においては、売り上げに相当する予算規模が増加するとその分コストを上げることにより、損益分岐点が上がる。これは単一年度会計、損益均衡の原則によるものであり、税金系の場合こうならないといけないのかもしれないが、今、大学において予算は多元化しており、必ずしもこの流儀でなくてもよい予算もあるだろう。それにも関わらず、全てこの形になっている。つまり、売上高＝コストであり利益はゼロである。しかしながら、自由裁量で色々な活動の幅を広げていくためには、利益（＝自律的に用途を決められる予算）を生み出すようなことをしなければならない。これは従来のコストベースのプライシングから、バリューベースのプライシングへ移行する必要があることを意味する。

近年、サイエンスとビジネスが近接化しており、これが双方に大きな影響を与えている。この構造を見ると、実は研究力と、研究によって生み出した成果を社会に実装する力、さらにそれをマネタイズする力、これらが掛け算となり、期待収益が上がり再投資へと回っていく。従来、ここで生み出された民間における収益は、マネタイズ力の部分、例えば広告を打ったりブランド力を強化したりして製品が売れるようになることを強化していた。しかし実はそこだけではなく、社会実装力、あるいはもはや基礎研究力、これは量子技術分野等の場合は非常に端的に現われているが、ここに関わっている。このループが回らなければ基礎科学でも勝てないという状況が起こっている。

サイエンスとビジネスの近接化

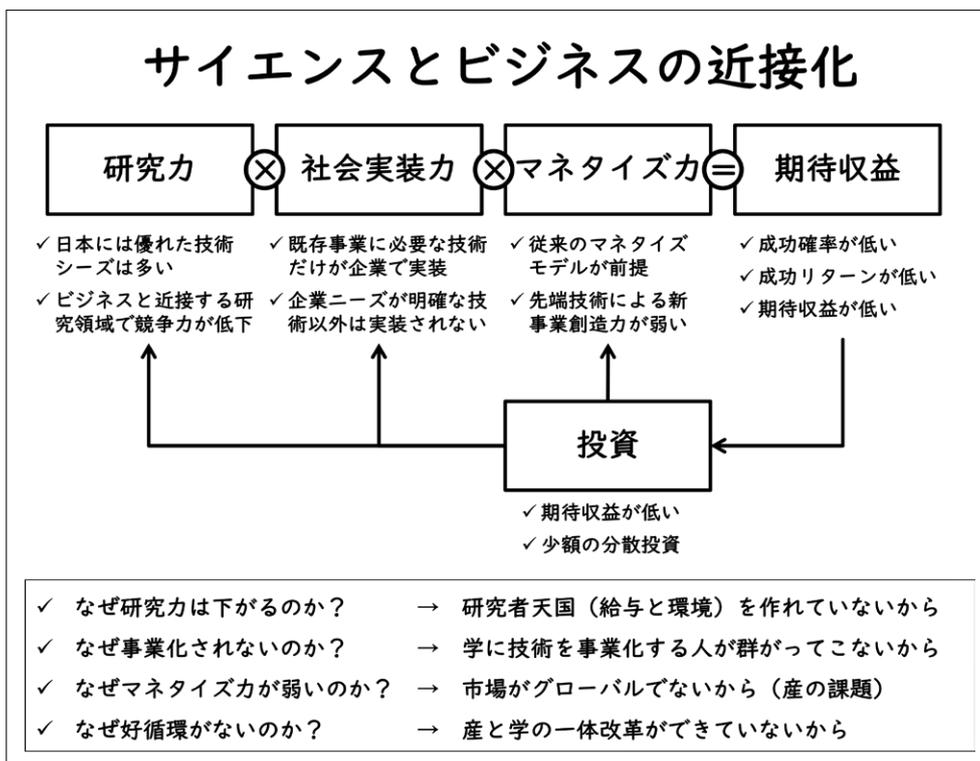


図2-1-1 サイエンスとビジネスの近接化

では、なぜ研究力が上がらないのか、事業化されないのか、マネタイズ力が弱いのか。あるいは、この好循環が回らないのかをもう少し分析して考えてみたい。「ビジネスと近接する研究領域は、ビジネスの流儀で」と図2-1-2に記載しているが、やはり、サイエンスとビジネスが近接しているなか、アカデミアにはビジネスの流儀をあまり持ち込まないでほしいと思われる方もいるかもしれない。しかし、分野によっては、これを受け入れ、変わっていかないといけないだろう。その流儀というのは、利益を生み出す仕組み、つまり、コストベースからバリューベースのプライシングへ移行し、利益を増やす体制を整え、適切にガバナンスすることである。そこへ向けた改革を行うためには、やはり大学におけるガバナンス改革は重要である。

研究力強化は循環によってもたらされるため、どこから説明を始めるかに関係なく見ていただきたい。分かりやすさの観点から図2-1-2中下側の「トップ研究者の獲得」から見ていく。いうまでもなく研究はグローバル・ワンリーグであるから、世界で勝つためには、日本人だけでなく世界のトップ研究者に来てもらう、それが第一歩である。しかし今、世界のトップ研究者の待遇は非常に上がっており、トップ研究者として見合うだけの活躍をしてもらうためには、トップ研究者の生産性、活動やポテンシャルが最大限になるよう、研究環境を整える必要がある。これにより優れた研究成果が生まれ、社会実装力とマネタイズ力によって期待収益が上がり、資金が環流し、人への投資につながって循環する。このようなことを考えた時、今の大学に大きく欠けているものは、やはり企画部門・マネジメント部門がないことである。専門化・組織化された研究支援部門がない、あるいは営業・マーケティング部門がない。つまり、研究者のポテンシャルが最大限発揮されるための研究環境づくりは、研究者である必要はなく、大学においてこういうところをうまく進めていく人材の組織化が重要になる。このループを回していくに当たっての一つの大きな課題だろう。

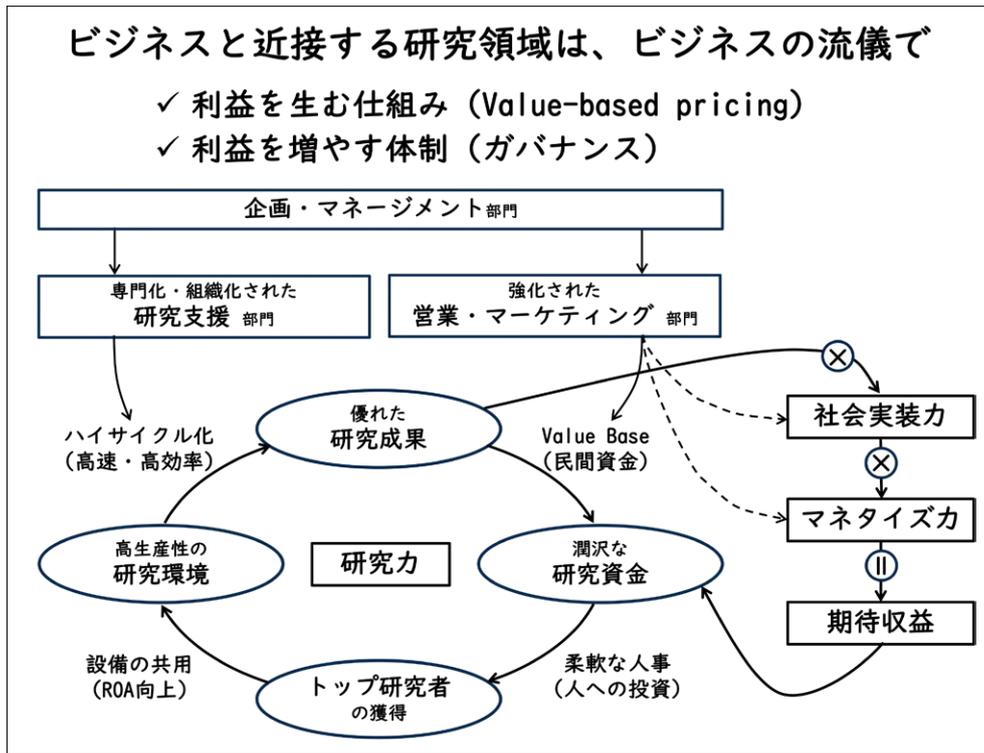


図2-1-2 ビジネスと近接する研究領域は、ビジネスの流儀で

このような状況分析を背景として、今後の方向性を述べたい。1点目は、大学が抱える問題のほとんどは、法規制ではなく大学の慣例によるということを理解した上で、今後の方策を考える必要があることである。2点目は、産におけるマネタイズ力がアップした後に、学への資金循環がなければ、イノベーション創出力は強化されない。そのため、このような問題は大学だけで話していても解決できない。産と学の会話を通じ、一体的な改革を行うことが不可欠である。3点目は、投資領域の同定よりも、グローバルに勝つための環境の整備が最優先という点である。政府の審議会等では、次はどの領域に投資するかという領域同定に係る検討が多い。領域同定の重要性を否定するわけではないが、それと同時に、やはり同定した後にきちんと勝つための環境を整えていくことが最優先である。

実際に今般のノーベル賞では、2人の日本人研究者が授賞された。日本はシーズを生み出すことは決して苦手ではないが、産業界へ橋渡しをして競争が進み、大型化し、最後に負ける。最後に負けるならばスタート地点を早くすれば良いとの意見もあるが、そこは早く始めており、良いシーズもあるものの、最後に社会実装ができない、マネタイズできない。これにより基礎研究への資金循環が生まれていないのではないかと考え整えていく必要がある。

政策の方向性について

- ✓ 大学が抱える問題のほとんどは、法規制ではなく、学内の慣例によることを理解した上で、政策を検討する必要がある。
- ✓ 産におけるマネタイズ力をアップした後に、学への資金循環がなければ、イノベーション創出力は強化されない。そのため、産と学の「一体改革」が不可欠。
- ✓ 投資領域の同定よりも、グローバルに競争に勝てる環境の整備が最優先。

サイエンスとビジネスが近接化する中、グローバル競争を勝ち抜くには？

1. 世界からトップタレントを呼び寄せるにはどうしたらよいか？
2. 日本の低い生産性をどうしたら高められるか？
3. そのための経営（人事と財務）の自由度をどうやって上げられるか？

- 提言1 グローバルで優秀な研究者を獲得する力
 提言2 優秀な研究者の研究の価値を最大化する力
 提言3 それらを実現する財源と組織力

3

図2-1-3 政策の方向性について

図の枠内に書いているが、1. サイエンスとビジネスが近接化するなか、グローバル競争を勝ち抜き、世界からトップタレントを呼び寄せるにはどうしたら良いか、そのような環境をどう整えられるかを考える必要がある。2. トップタレントはもちろんだが、1人いれば良いというわけではなく、学際化している領域をチームとして考えていく必要がある。この時、日本の低い労働生産性（優れた研究を生み出す生産性が低いこと）をどうしたら高められるか。3. そのための経営。人事と財務の二つが企業においては柱になるが、この自由度をどのように上げられるか。この3つを考えていく必要があり、今後考えていくに当たっての提言を述べたい。

提言の1つ目として、グローバルで優秀な研究者を獲得する力をアップする政策として、やはり日本の人事制度などがグローバルスタンダードに合っていないことへ取り組む必要がある。これを整えなければ、海外から来たトップ研究者がすぐに研究や生活を立ち上げられない。雇用条件だけでなく、様々な形で人事制度をグローバルスタンダードに合うものにしていく必要がある。

提言の2つ目は、サイエンスとビジネスの近接化が急速に進む中、世界では設備が集約化され、研究を支援する人材が組織化され、専門化が進んでいる。さらにそれを進化させ、実験環境への投資が進み、研究がスピードアップしている。研究の自動・自律化が進み、DXが進み、さらに今はAIによって、大幅なコストダウン、スピードアップが進んでいる。日本においては、残念ながら未だ研究室ベースの設備投資と、大学院生を主体とする人ベースでの実験が多い。グローバル競争を勝ち抜くためには、グローバルレベルの研究支援体制を構築して科学技術を進めていく必要がある。ここが本ワークショップの議論の本題である研究基盤、機器の共用化である。ただ、機器の共用化は1カ所に設備を集めることが目的なのではなく、やはり個々の研究者の持つポテンシャルを最大限に生かしていく、さらには効率化を進めていく、あるいはそういうところにノウハウを集積化していくことが必要だろう。日本型は、研究室に研究者と設備、オペレーターが配置され、横でノウハウが共有されない。これがアメリカ型では、横で全部まとめている。設備もまとまり、オペレーターも組織化される。こういう実験をやりたいと研究者が来た時に、このようにすれぱうまくいく、こういうことはうまくいかないといったことの知見とノウハウが集積化していく。そのため、圧倒的な効率化が期待できる。

ここまでくると研究を効率よく進めるための「工場」に近いようなセンスである。そうした環境では、研究者がトップにいるよりも、工場長のような人材が運営していく方が研究者のポテンシャルが最大限に発揮されるのではないか。機器を時間貸しする組織ではなく、ソリューションを提供するような場であり、むしろこれは研究のサービス化ともいえる。これをAIと融合させることで、日本の科学技術力をアップさせていくことが重要である。

提言の3つ目は、このような研究領域を支える財源と組織力をアップさせていくことである。ビジネスと近接化する研究領域が、グローバルで拡大して重要になっているなか、未だ大学は従来のアカデミックな流儀によってこれに全部対応しようとしている。ビジネスと近接化し、ビジネスの流儀でやらなくては勝てない領域においては、やはりそこは折り合いをつけ、効率化とスピードアップを進めていく必要があるだろう。そういう仕組みを整え、パフォーマンスを最大化する大学経営を後押しする、こういう科学技術政策を是非期待したい。

【質疑応答】

C：大学が企業からバリューベースで資金を獲得する、そこを大学は企業に対してもう少しアピールすることが必要。企業側も、大学に対する姿勢を改めることが必要だろう。一部の限られた大学だけがバリューベースに移行するのではなく、多くの大学がそのような形で進めていなければいけないのではないか。企業も海外の機関にはバリューベースで資金を拠出している。

A：前提として、全ての研究が稼ぐことを目的に研究しているわけではなく、全ての研究が稼げるようになることを目指しているわけでもない。しかし、非常に価値を生んでいる研究者すら、安売りをしている状況がある。コストベースでは利益が加わっていないため、大学からすれば考えた知に対する対価がゼロ、つまり知の安売りではなく、知がゼロのように扱われている。この点については、価値を生んでいる研究に相応の対価を支払っていただく仕組みが必要だろう。米国の例では、優れた価値を生んでいる研究者には十分なサポートがある。これは研究者側だけでなく企業側にもメリットがある。企業は拠出した資金がどのような価値を生んだかを分かりやすく伝える、営業、企画・マーケティングがうまく橋渡しできている。そのため、大学は不満をいうだけでなく、そのようなサービス機能、営業機能を強化し、橋渡しをすることによって、大学と企業双方の満足度が高まっていくだろう。

Q：トップタレントを呼び寄せて生産性を高める環境をつくるということについて、人事と財務の自由度を広げていくとの話があった。研究者を支える人材として事務職員もいれば技術職員もいる。海外では、これがプロフェッショナルスタッフとアカデミックスタッフという括りになり、アカデミックスタッフをプロフェッショナルスタッフが支えていく構図がある。日本の大学では、研究者の生産性を上げるために支援人材をどのくらいの割合にしたらよいか、研究者の数を減らして支援者の数を増やせば生産性は向上するのか。学内でガバナンス力を高め、人事と財務を考えようとした時に、何を拠り所にして改革をしていくかが非常に難しい。

A：本質的に最も重要な問題である。今、AI等によって大学の仕組みを効率化し得る転換期でもある。アメリカの大学では、学生がスタートアップを起こすための場を提供する等、効率化と変化がある。これは一例に過ぎないが、現状のまま拡大するというよりも時代に即したあり方へ変えていく必要がある。また、大学の成長が停滞している時には、「こちらを増やすとこちらを減らさなければならない」といった議論になりやすいが、そうではなく、ビジネスとサイエンスが近接する領域をうまく好循環させさえすれば、大学は成長する。成長するということは、必要なリソースを必要なところから獲得し、さらにそこが拡大する好循環を生み出せる可能性があるということである。「大学にこういう流儀を持ち込むのはよくない」、「人を増やす領域はお金を生むところだけでいいのか」といった議論から抜け出せないと、この好循環が生み出せず、結局人も移せない。好循環を生み出すところの成長を大学が受け入れる、ここが非常に大事である。

2.2 先端研究基盤と産学連携の目指すべき姿

竹山 春子（早稲田大学）

現在、大学からの多様なサポートを受けながら研究および産学連携活動を進めている。この実践を踏まえ、先端研究基盤と産学連携のこれからのあり方について述べたい。

早稲田大学は、コアファシリティの整備を中心に、研究基盤への投資を積極的に進めている。研究には、ハイエンド機器と汎用機器の両方が不可欠であり、それぞれに対応したセンターや設備が配置されている。また、これらを活用するための技術人材も充実している。

国立大学で勤務していた経験と比較して特に印象的な点は、早稲田大学に100名を超える技術職員が在籍していることである。国立大学では研究室単位で技術職員が配置されることが多いが、私立大学でこれほど体系的に技術職員が組織化されている例は多くない。

さらに、博士号取得者や、私たちの研究室で博士号を取得したのち技術職員として活躍するケースもある。研究者だけではなく、高度な技術サポートを専門とする人材が体系的に育成されている点は、早稲田大学の大きな強みと言える。

2
話題提供

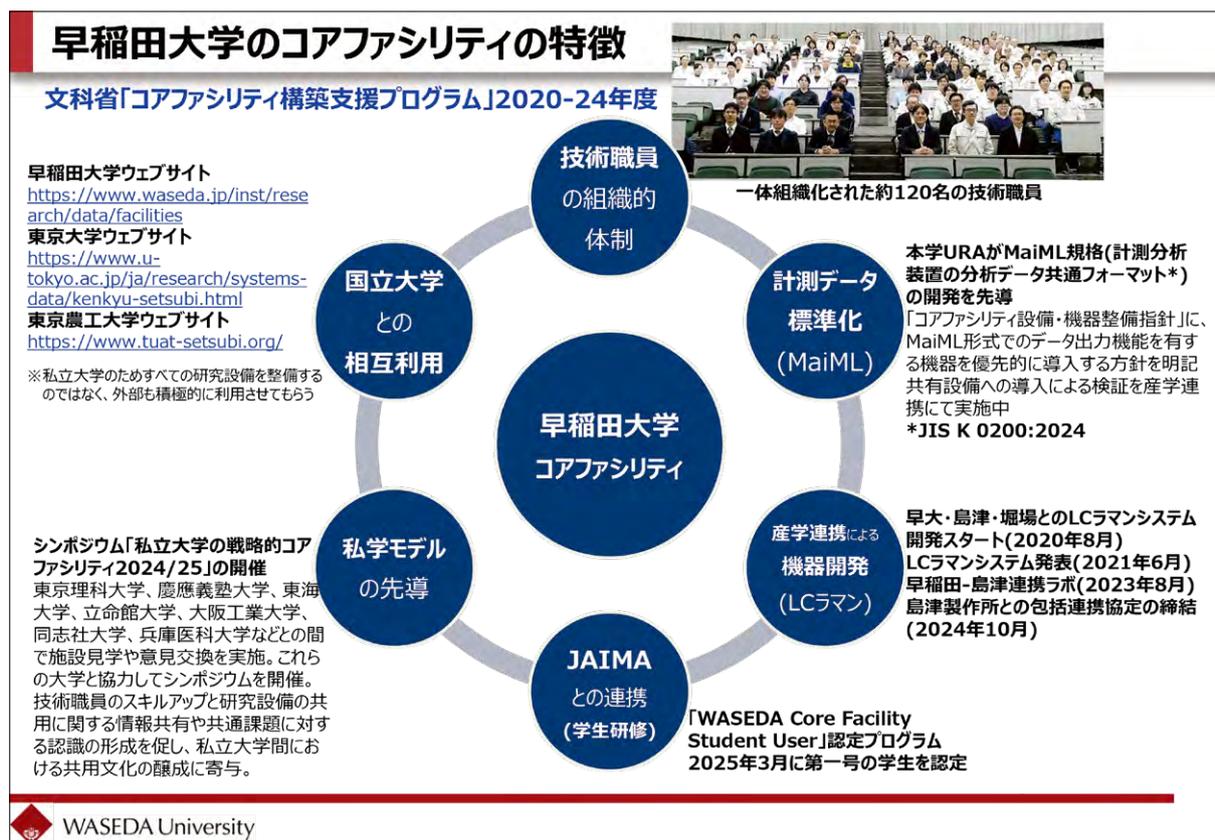


図2-2-1 早稲田大学のコアファシリティの特徴

早稲田大学は、AMEDの創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム（BINDS）に3期連続で採択されている。昨年夏から本格稼働した空間オミックス解析拠点「CESOAR」は、BINDSの支援を活用して多数のハイエンド機器を導入し、医学系・ライフサイエンス系研究の最先端ビッグデータを生み出す拠点となっている。

私たちはBINDSの枠組みの中で、研究支援を行いながら共同研究にも主体的に参画している。研究相談

には多様な分野の研究者が訪れ、大学院生やポスドクも交えたディスカッションにより研究デザインの高度化を図っている。

空間オミックスはここ10年で国際的に急速に発展した技術であるが、その主要機器や解析プラットフォームの多くはアメリカ製である。機器だけでなく、関連する解析プラットフォーム（データベース、ソフトウェア、解析標準など）も海外主導で整備が進む。国際競争の激しい領域であり、日本独自の開発力が弱まりつつある現状には危機感を抱いている。

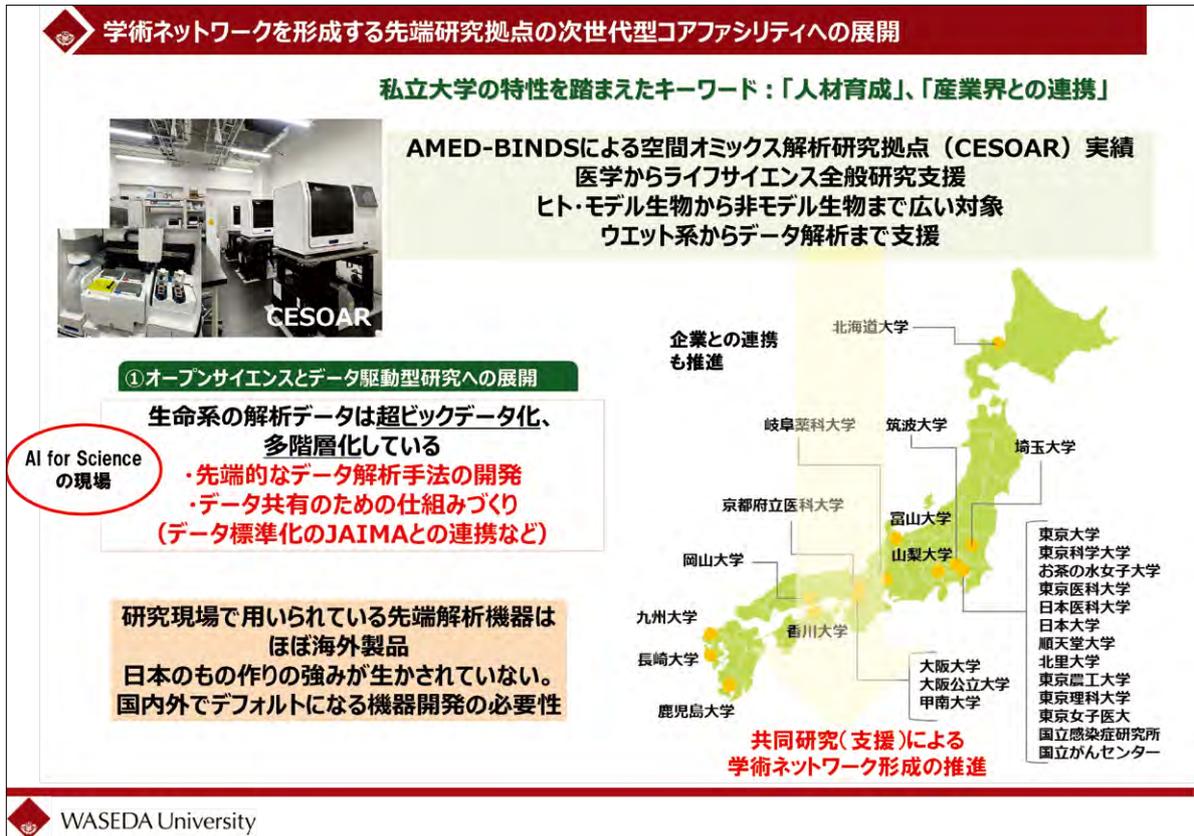


図 2-2-2 学術ネットワークを形成する先端研究拠点の次世代型コアファシリティへの展開

空間オミックス解析は、細胞1個から膨大な情報を取得し、AI for Scienceと組み合わせると新たな知識を生み出す時代に入っている。しかし、シーケンサーなど主要機器の多くは海外製で、日本国内での機器開発は停滞している。

そのような状況に対し、私たちは大学発の技術シーズを企業と共同で装置化し、世界市場に展開することを目指している。すでに私たちの研究室からはベンチャー企業「ビットバイオーム」が生まれている。メタローム解析の課題を解決するため、ラマン分光を組み合わせた新技術の開発も進めている。

また、島津製作所、堀場製作所と共同で、液体クロマトグラフィー（LC）とラマン分光を統合した新しい分析機器を開発中である。これは既存市場にない装置であり、アカデミアのデータ解析システムと組み合わせることで、新しい分析手法として世界市場への展開が期待される。

産学連携の強化に向け、早稲田大学と島津製作所は包括連携協定を締結し、共同ラボを立ち上げた。ここではプロトタイプ機器の開発とパイロット利用を行っている。

従来の日本の手法では、製品化直前の段階でユーザーが試験利用することが多かった。しかしその場合、

海外メーカーの機器が先に市場に出てしまい、国際競争に後れを取る。

そこで私たちは、研究者が試作機の段階から利用し、意見をフィードバックする仕組みを構築している。これは近年の海外メーカー（特にシーケンサー開発企業）が採用しているアジャイル型開発に近い。



図 2-2-3 先端研究拠点の次世代型コアファシリティへの展開

今後の鍵となるのは、技術人材の組織的な育成と高度化である。若手研究者や大学院生の育成に加え、すでに一定の経験を持つ技術人材が、高度スキルを獲得し、研究者へ技術提案を行うレベルまで育てることが重要である。こうした高度技術人材を組織化し、産業界にも輩出するサイクルが形成できれば、日本の研究基盤は大きく強化される。一般社団法人日本分析機器工業会（JAIMA）とも協力し、こうした人材循環モデルの構築を検討している。

研究室には「イントララボラトリー・ダイバーシティ（研究室内多様性）」を大切にし、装置開発からデータ解析まで一つの場で扱う体制を構築している。また、個人が複数の専門性を身につける「イントラパーソナル・ダイバーシティ（個人内多様性）」も重視している。

ラマン分光は古い技術と思われがちだが、近年は機器性能、解析手法が飛躍的に進化している。私たちは生命系のデータベースを自ら構築し、医療、創薬、食品、細胞解析など多様で応用できるプラットフォームを構築している。

空間オミックスで扱うゲノム、RNA、タンパク質に加え、未整備だったメタボローム領域をラマン技術で補完することを目指している。競争の激しい分野だが、日本ならではの強みを発揮できる領域だと考えている。

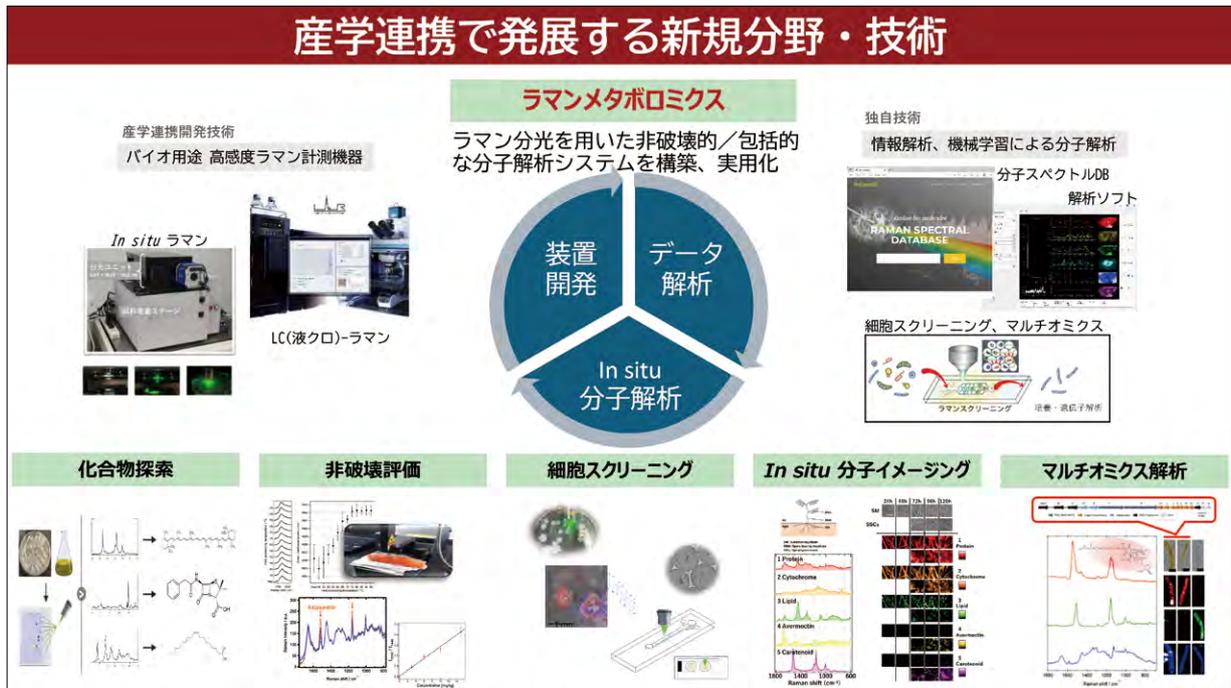


図 2-2-4 産学連携で発展する新規分野・技術

【質疑応答】

C：産学連携で機器のプロトタイプを作り、パイロットスタディを経て製品を生み出していくとの話があった。この点は企業の立場からも大いに賛同する。加えて、技術人材をより高度人材化して活躍してもらうとの話があったが、この点についても賛同する。

Q：LCラマン開発などのプロジェクトは、コアファシリティとして運営しているのか、研究室として運営しているのか？

A：現時点では研究室主導で進めているが、今後はコアファシリティと連動させることを目指している。企業側との連携も必要であり、コアファシリティ化には段階的な移行が必要である。CESOARの運営でも、ハイエンド機器の高コスト運営ゆえに、高度技術人材を雇用し、大学院生も含めてトレーニングしている。大学として、研究室のシーズをどのようにコアファシリティにつなぐかが大きな課題である。

Q：技術人材は正規職員か、任期付か。また、博士号取得者はいるか。

A：現在は研究費で雇用しており、大学のテニユア職ではない。ただし技術開発が成熟し、装置がコアファシリティ化されれば、専任技術人材として雇用することも可能である。博士号取得者も在籍しており、今後さらに高度技術人材として育成されていくと期待している。

2.3 新たな先端研究基盤技術の創出・実装の課題

長我部 信行（日立ハイテク、JST未来社会創造事業 探索加速型「共通基盤」領域運営統括）

JST未来社会創造事業の共通基盤領域の運営統括の立場から話をさせていただく。共通基盤領域は、JSTが過去実施した「先端計測分析技術・機器開発プログラム」の後継としての役割も持って2018年に開始した。現在は、ステージゲートを経た10テーマが本格研究へ進んでいる。開始当初は、機械学習などで研究を効率化するような提案が多かったが、生成AIが登場し、マルチエージェントになり、例えばGoogleの「AI co-サイエンティスト」が仮説を構築するようなところまで進んでいる。染谷先生が指摘されたように、世界中で研究開発が一斉に大きく変わる非常に大事な時期にある。今回のワークショップを前に、共通基盤領域10テーマから各数名ずつが集まり、グループ分けをしてディスカッションを行った。この結果も含めて紹介したい。

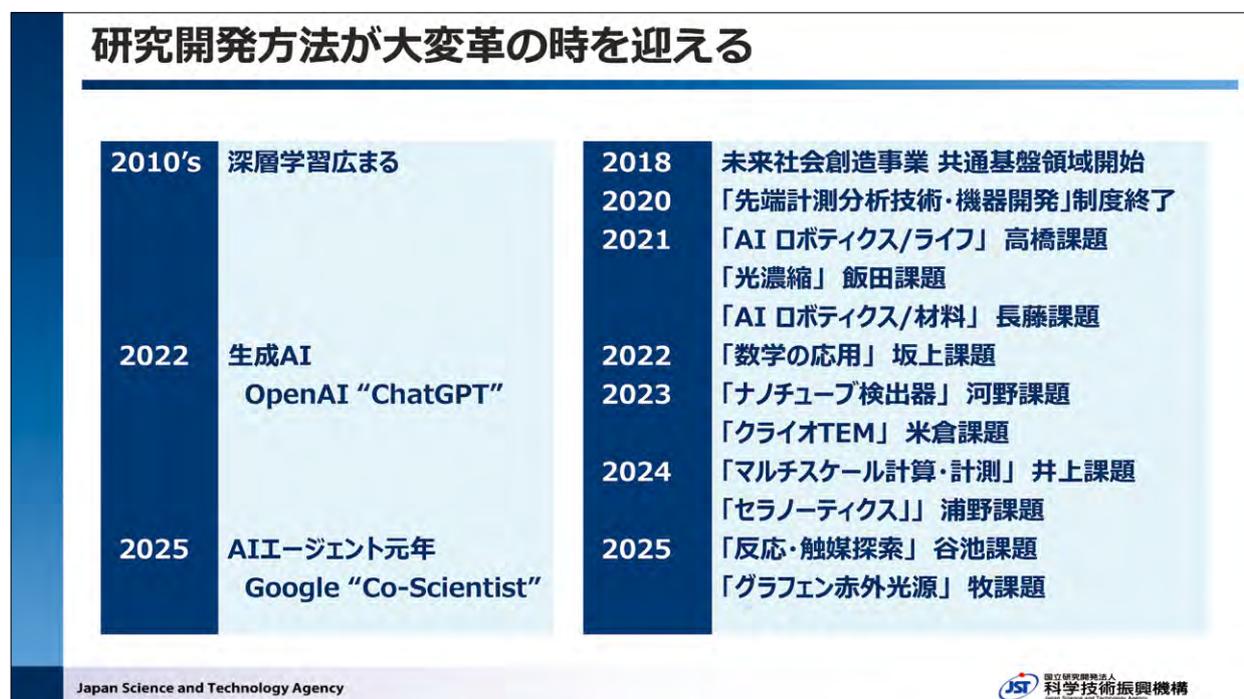


図 2-3-1 研究開発方法が大変革の時を迎える

まず、研究基盤に取り組む上でのバックキャストとして、研究開発の将来像のようなものを考えてみた。未来像、在りたい姿として、過去の研究成果の全てが次の研究を生むスピードに比例するような仕組みができれば、これは成果が指数関数的に増えるだろうと考えた。このような世界を目指すにはデータの蓄積が必要であり、人間が論文やデータを読むことにも限界があるため、AIの活用が必要となる。このビジョンにどのように到達できるかと考え5項目を掲げた。1つ目に、社会の問題は非常に複雑化しており、何かを開発すれば良いかだけでなく、開発し製品化した場合であっても、調達や回収、再利用も含めて、製品のライフサイクルを考えなくてはならない。早い段階から全体像を作る視点が必要になる。2つ目はいうまでもなく、研究者がAIをいかに使うか、使いこなすことがやはり重要である。3つ目は、AIは全世界で競争し、コモディティ化していく。その時、勝負はデータになってくる。データをいかに効率よく創出・取得するかが勝負である。4つ目は、観察できるものの世界が広がらない限り新しいものは生まれてこない。カッティングエッジの先端機器を開発

し、どのようにシェアするか、これが非常に重要である。5つ目として、特にデータについては、オープン/クローズをどこで線引きするのか。研究者同士にも競争があり、組織間、企業間には当然激しい競争がある。国家間にも安全保障がある。これらをどうマネジメントするかは非常に重要である。

未来像と現状とのギャップを埋めるアイデア 2024 JASIS

- 1. Integration of various ideas at R&D stage** : 全体感をもったアイデアの集積
環境・社会等の課題の深刻化・複雑化 → 研究開発の初期段階からバリューチェーン全体像、製品ライフサイクル全体像、社会インパクトの考慮が必要に
- 2. Design Researcher and AI interaction** : 研究者とAIは、如何に相互作用すれば良いか
研究者が、いかに様々なAIを使いこなし結果を生み出すか。
- 3. Automation of R&D Data Collection** : 自律実験により再現性の高いデータ取得を加速
AIはコモディティ化の速度が速い。良質なデータの生成・取得が鍵に。
- 4. Development of Cutting-edge Facilities and their Sharing** : 研究開発機器の開発・共用
見えないものを見ることによる新たな発見、現実空間（リアルスペース）の拡大
 - ・ 放射光、中性子（大型研究開発機器の共用による研究開発手段の集約）
 - ・ 半導体（研究開発対象による集約）
- 5. Managing Open and Close Platform** : 共創と競争の両立
研究者間、組織間、国家間

Japan Science and Technology Agency

図2-3-2 未来像と現状とのギャップを埋めるアイデア

このような仮定に立ち、研究開発の基盤を整える上で重要な点を考えてみた。研究は一つには括れず、Curiosity-Drivenの、物事を解明したい/理由が知りたいという研究と、Mission-Drivenの研究は進め方が違う。図2-3-3の表左側はCuriosity-Drivenの研究、例えば物事をよく観察して仮説を立てる。その前段には恐らく観察があり、飯島澄男先生が取り組まれたように電子顕微鏡写真の中からカーボンナノチューブを発見する、そういった観察が重要になる。図2-3-3の表右側のMission-Drivenな研究は、どちらかというところ探索と最適化である。材料研究開発でいえば、マテリアルが存在しうる仮説空間を探索し、どのように最適化するか。両方のタイプのミクスチャーの研究もあるが、左側は特に先端機器、分析技術が必要であり、場合によってはモデル生物から、例えば松本元先生がダイオウイカからジャイアントニューロンを取り出して研究に成功したような名人技も必要である。AIによる仮説構築もかなりできるようになってきた。右側のMission-Drivenな研究は、探索空間がかなり広く、どうやって自動化するか、探索の最適化も単純にベイズ推定では実現できないとの声が研究者から上がっている。そして、いずれにも基本となるライブラリが必要となる。バイオ分野は比較的ライブラリが整っているが、材料分野はまだばらばらである。この辺りをどのように取り組むか。また、LLMやLMMもやはり自国のものが必要ではないか。

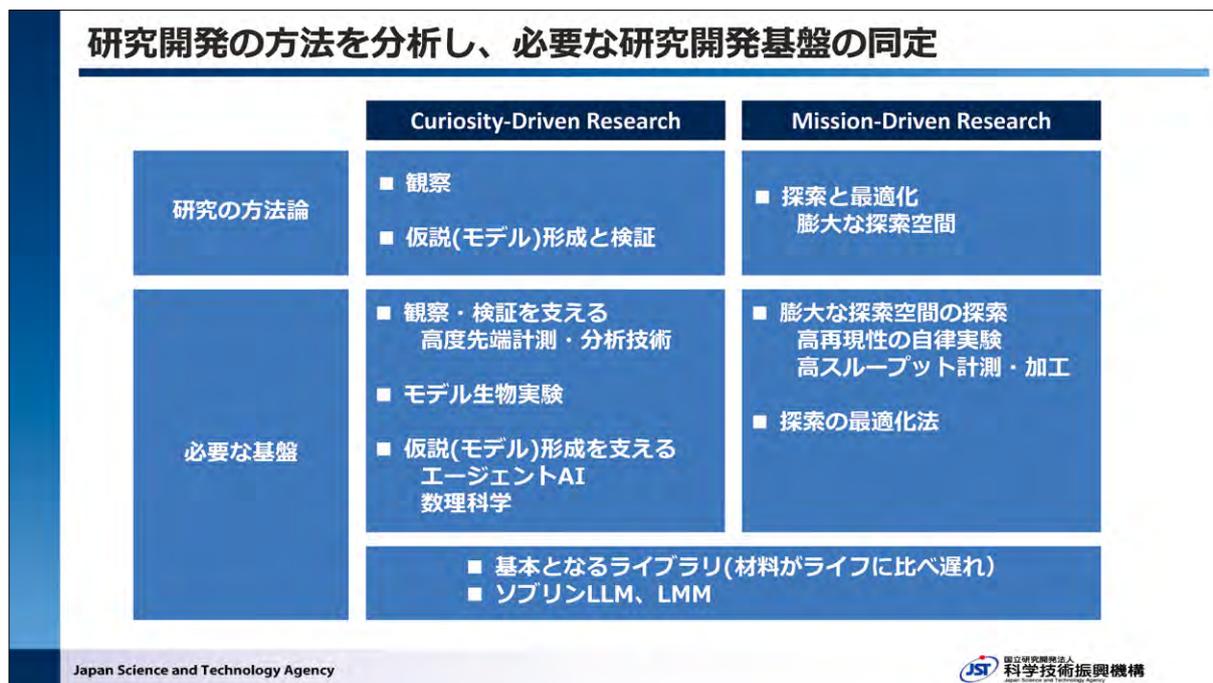


図 2-3-3 研究開発の方法を分析し、必要な研究開発基盤の同定

研究拠点を運営する際にも、色々なタイプがある。最先端機器を取り揃える拠点もあれば、半導体デバイスの試作加工など、ファブのようなものも必要である。Mission-Drivenの研究であれば、日本ではまだ十分に整備されていないが自律実験ラボのようなものを使い、バイオでもマテリアルでも、プログラミングすることにより一定の実験結果が得られるようにはできる。また、特にバイオで進んでいるバイオリソースのバンクをどう使いキープするかといった観点もある。そして、これらの運営について、高輝度光科学研究センター(JASRI) 前理事長の雨宮先生は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)やSPring-8をマネジメントした経験から、人材が何より大切だと指摘していた。拠点を整備するならば、ヒト、モノ、カネを集中投入する必要がある。ベルギーのInteruniversity Microelectronics Centre (IMEC)が良い例だが、集中すればするほど良いものが生まれてくる分野とやり方がある。数と集中のバランス、マネジメント、計画が重要である。

研究者のパートナーという意味で、様々な人材が不足している。北海道大学の例では、全技術職員を全学レベルで、職位、職階を増やし、処遇体系を整備している。東北大学では、技術職員による論文執筆や学位取得をサポートし、プライドをもって業務に当たることができるような取り組みをしている。また、URAが研究者のサポートに欠かせない存在になってきている。産学連携や知財の権利化・活用の専門性も求められる。大学の特許戦略はまだ弱く、権利の取り方が甘く、知識を海外へ流出させているといった意見もある。容易に権利化できる特許を取得しても、権利が限定的であるが故に役に立たない。良い発明をしても、それをサポートする特許戦略や人材が弱い。最近では、スタートアップを活用して物事を始める研究者も多いが、その際、CEOやCFOが見つからず、研究者自身が非常に苦労している。このような各場面での人材供給も必要になっている。

拠点構築と運営

拠点の機能	■ 先端大型研究施設 SP-8、J-PARK、ナノテラス、KEK、VLBI電波望遠鏡群
	■ 研究用ファブ IMEC、AIST-FSRC
	■ 自律実験ラボ Emerald Cloud Lab (米カーネギーメロン発)
	■ リソースバンク 東北大ToMMo、新潟大ブレインラボ、農研機構
運営	<ul style="list-style-type: none"> ■ 人材が何より大事 雨宮慶幸JASRI前理事長 ■ 資源（ヒト、モノ、カネ）の集中投入

Japan Science and Technology Agency JST 国立研究開発法人 科学技術振興機構

図 2-3-4 拠点構築と運営

研究者のパートナーの充実

職種	内容
技術職員	重要性は大学レベル、研究者レベルで認識が進む ■ 全学レベル組織とし、職階増加、最高職位を准教授なみに 北海道大学 ■ 論文執筆サポート、学位取得サポートでモチベーション向上 Y教授
URA	優秀なURAは研究を加速する ■ 飯田教授(大阪公立大)の研究に対して、大学が製薬会社の人材をクロアポ、後に正式雇用
特許戦略、弁理士	大学の特許戦略の強化が必要 ■ N賞級の発明・発見をするも国益流出 ■ 大学が依頼する弁理士事務所が取得容易なクレームで出願・抜穴だらけ
CEO、CFO (SU)	企業とのクロアポなどで人材確保が必要 ■ 起業により研究の社会実装を狙うも、経営に時間をとられてしまう

Japan Science and Technology Agency JST 国立研究開発法人 科学技術振興機構

図 2-3-5 研究者のパートナーの充実

企業側、既存企業についても考えた。全ての会社に当てはまるわけではなく、平均像ではあるが、バブル期まで日本の会社は収益を上げていた。その後、バブルが崩壊し、経営のキャッチアップに遅れ、30年間低迷した。ようやくここ10年位で収益性が上がり、日経平均が5万円台になった。しかし残念ながら、30年間の低迷期に多くの会社はイノベーションによる成長マインド、バブル期は持っていたマインドが失われたように思う。これをいかに企業は持ち直すのか。これがなければバイオ系の研究機器のように、輸入超過が続くだ

ろう。また、中小企業が非常に重要な働きをしている。既存の大企業はおそらく売上高が100億円規模の事業にならないとあまり食指を動かさないが、小さくとも、例えば研究に必要な資材を提供するような、エッジの利いた会社は比較的海外に多く存在する。一つ不利な点としては、諸外国は軍事調達が盛んで、そこで特殊技術を有する中小企業を育てている。これを日本の場合にどうするかとの課題もある。さらに、スタートアップに関しては起業後のサポートが少なく、良いアイデアがあったとしても、それをビジネスに変換できずにファンドからの資金獲得ができない。資金を出す方も、初期投資はするが、本当に大事なフォローオン投資の10億、100億が必要になるステージの資金を出すところが難しい。さらに、日本企業は、製薬分野は比較的、アカデミア、スタートアップ、中小、既存大企業の役割が明確なため、大学としてもどうアクセスすればよいかある程度理解している。しかし他の分野は雑多である。イノベーションのエコシステムが、企業とアカデミアの間に構築されていないことも考慮すべき点である。

研究開発成果を社会実装する企業の課題	
既存企業	<ul style="list-style-type: none"> ■ バブル期までの人口ボーナスの恩恵による成長の後、株主資本主義へのキャッチアップに遅れ、30年にわたる収益性の低迷。ようやく経営改革によりグローバルレベルに近い収益性を確保 ■ しかし、イノベーションによる成長マインドは薄れた
中小企業	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業規模は小さくとも研究に必要な重要資材を提供する企業 ■ 軍事調達の少ない日本では、サポートが必要
SU	<ul style="list-style-type: none"> ■ 起業後のサポートが少なく、ファンドから十分な資金を集めるレベルに進むのが難しい。 ■ ビジネスモデルや成長戦略が書けず、グローバルに投資を集められない ■ フォローオンの大型投資ができるファンドが少ない
エコシステム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 製薬の分野では、アカデミア・SU・中小企業・既存企業の役割が明確

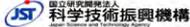
Japan Science and Technology Agency 

図 2-3-6 研究開発成果を社会実装する企業の課題

最後に、AI for Scienceの文部科学省における検討では4本の柱があるが、4本柱がばらばらにならないことが重要である。AIの開発、研究基盤・機器の共用、そこからデータを生み出す、産学・国際連携と人材育成、それぞれが成果を出すのではなく、全部繋いで良い研究が進んだかを我々も一緒に留意する必要がある。

【質疑応答】

Q：アカデミアから見ると、どの共同研究先が良いのが難しい。企業の研究所は、一つの共同研究に充てられる金額上限が海外とは1桁異なるといったことが多い。これをどのようにブレイクスルーして変えていくのか、企業における方向性は固まりつつあるのか。

A：今、日本企業の収益性は上がりつつあるが、売上高が上がっていない。成長するためにはイノベーションが必要であり、新しい製品や新しいマーケットを作らなくてはいけない。ようやくそこに火がついた段階。バブルの頃は黙っていても成長したが、その後30年間停滞し成長しなかった。もう一度伸びなくてははいけないということは、日経平均株価が5万円に上がり、投資家からトップラインを上げる必要

があると指摘される。営業が頑張るだけではこれは達成できず、イノベーションが必要である。ようやくその重要性和、そこに投資する必要性が生まれてきた。投資がない状態が30年続いたため、お金を使わないことに経営者が慣れ切っているが、ようやくその使い道を早く示さなければ株主から怒られる状況になった。企業はROE、エクイティーで持つ資本に対してどれだけ結果を出すかが問われる。お金を持っているだけの企業は評価されない。投資により次の成長へつなげられる企業が良い企業であり、そのような企業の株価が上がる、こういった認識が経営者の間に広がってきたところであり、一層のプッシュが必要だろう。

Q：グローバル化に向けて海外と連携する際、海外のスタートアップを買収する企業も多く、そのほうが早いと思う。しかし、国内のアカデミアにも色々な人材とステージがある。なぜ国内に向いていないのかという点についてはどうか。

A：投資に値するスタートアップが日本には少ないと評価する経営者はいる。スタートアップのアピール力も弱い。日本のスタートアップは、研究者の問題ではなく、研究成果をビジネスモデルに変換し、投資に値するロジックを作ることが苦手だと指摘する経営者もいる。ここを上げない限り、研究者の苦労が報われない。あるいは、企業がもっと丁寧にそこをサーチできる能力を持ち、スタートアップがCEOを得る、あるいは大学の成果をURAがきちんと翻訳して企業に伝える、そのファンクションを強くすることが非常に重要。

Q：日本のアカデミアにおける研究基盤を刷新していく際に、産業界ともウィン・ウィンにならなければうまくいかない。産業界として重視する観点はなにか。

A：互いに言葉をうまく通じ合わせることが難しいため、やはり翻訳が重要。企業側は大学研究者の発言を理解し、可能性を探るような能力を付けるべきだし、大学側は資金面の課題はあるが、URAのようなファンクションをもっと充実させるべきだろう。相互努力が必須だろう。

2.4 大学における先端研究基盤構築の課題

江端 新吾（東京科学大学）

コアファシリティを構築していく上での、大学における課題を共有したいと考えている。共用の場合は「英知を結集する創造の場」であり、分野融合の研究を推進するうえで最適な場となり得る。私自身、これまで装置開発にも取り組んできたが、研究室のサポートの一環として、共用化を実際に進めていた時期もあった。最先端機器が十分に活用されていないと感じることがあり、多くの研究者で共用できる環境を整えることの重要性を強く認識してきた。2012年までは研究者として装置開発に従事していたが、その後、職種をURAへ転向した。私にとってURAとは、研究戦略を構築し、企画を立案する役目を担う存在だと考えている。その後も、様々な形で共用に関連する事業を継続的にフォローしてきた。今回、大学の現場で実際に何が起きているのかについて紹介したい。

研究基盤の共用化施策として、文部科学省が推進してきた主たる事業例として、先端研究基盤共用促進事業（新たな共用システム導入支援プログラム、共用プラットフォーム形成支援プログラム）があげられる。これらの事業をベースとして、コアファシリティ構築支援プログラム、先端研究設備プラットフォームプログラムという2つの事業が開始された。コアファシリティ構築支援プログラムは、全国で15機関が採択されている。これらの大学では、統括部局と呼ばれる研究設備・機器の中心的な窓口となる全学的な組織を設置している。また、共用プラットフォーム形成支援プログラムは、10年前から取り組まれており、NMRプラットフォームや顕微イメージングソリューションプラットフォームなど、分析手法ごとのプラットフォームが構築されている、いわばオールジャパンの仕組みである。東京科学大学も、東京工業大学の時代にコアファシリティ構築支援プログラムに採択された。設備の共用化、「モノ」への投資が主体であったが、それではイノベーション創出にはつながらないと考え、「人財」の軸を明確に加えた。そこでコアファシリティ事業の中核となる取り組みとして、本学独自の高度技術専門人材を育成する「TCカレッジ」を設立し、人財と施設設備が一体となったコアファシリティを構築してきた。

分かりやすさの観点から本学の取り組みを紹介するが、皆考えていることは共通しており、どの大学もコアファシリティの事業を通じて、同様の取り組みを進めている状況にある。先端設備導入の仕組みをしっかりと構築することや、それを活用するための制度設計、人事制度の改革も非常に重要な論点である。TCカレッジには現在、22機関、約100名の方々に参加いただき、「テクニカルコンダクター」という称号制度を設け、その取得者は13名に達している。これは全国でも非常に高度な専門性を有するの方々に参加をいただき、ネットワーク・コミュニティ構築を進めている。島津製作所および日本電子にも協力いただき、実際に企業と連携した産学協働の人材育成プログラムとしてスタートしている。東京科学大学だけではなく、多くのステークホルダーが関与する形で、人材育成の共同事業として位置付け、取り組みを進めている。

これまでの大学等における研究基盤共用化政策

文部科学省 先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）
東工大オープンファシリティセンター（OFC）の構築（協力機関：自然科学研究機構）

研究力を飛躍的に向上させる「Team東工大大型革新的研究開発基盤イノベーション」

5年後目指す姿：東工大次世代研究基盤戦略の実施拠点

- ☆1：次世代設備導入手法の推進
 - 全学の設備共用の取組みの包括的な管理
 - エビデンスに基づいた効率的かつ戦略的な設備整備戦略
 - 技術職員・教員・URAの連携で、産学連携による設備開発、大型研究プロジェクト連合による大型設備導入
- ☆2：次世代設備活用制度の改革
 - 研究者の研究構想を実現する技術職員協働体制の確立
 - TC制度導入による技術職員のプロフェッショナル化
 - 東工大「次世代人事戦略」の実現による上級職設置
- ☆3：次世代高度研究支援の全国人材養成ネットワーク
 - 高度技術職員養成制度（東工大TCカレッジ）を軸にした、研究支援人材養成のロールモデルの創設

【課題】

- ・ 部局内での設備共用運営の負荷や老朽化の把握が不十分
- ・ 技術職員が研究推進のパートナーとして活躍できる場が不足

目標達成のための6つの「革新的研究基盤戦略」

1 設備共用推進体制

- 新採用等の部局の取組のOFCへの取り込み
- 利用料独立金制度や高度化支援等のインセンティブ

2 統合設備共用システム

- 設備の見える化による共用設備利用促進
- 研究基盤IRシステムによる研究戦略策定

3 称号「TC」認定制度

- 高い技術力・研究能力を持つ技術職員をテクニカルコンダクター（TC）として認定

4 技術職員人事制度改革

- 上級技術職員採用枠の増設、競争委員会設置による上級技術職員へのキャリアパスの明確化

5 東工大TCカレッジ

- 高度技術支援者の育成
- TC認定制度策定
- 研究基盤メーカーとの共同教育プログラムの開発

6 高度人材養成ネットワーク

- 産学連携型研修プログラムの実施
- 自然科学研究機構等との連携で全国展開

Team東工大コアファシリティ運営体制

設備運用・人材育成を中心に、技術職員・事務職員・教員・学生及びステークホルダーが一丸となって進む総括部局

東工大コアファシリティ構築実現のための（工程表）

区	R2	R3	R4	R5	R6
①-1 設備導入	① 高規格設備設計	② 経費による研究基盤施設整備	③ 経費による研究基盤施設整備	④ 経費による研究基盤施設整備	⑤ 経費による研究基盤施設整備
①-2 制度	② 運用・利用開始	③ 利用開始システム構築	④ 研究基盤IRシステム構築	⑤ 研究基盤IRシステム構築	⑥ システム構築・運用
①-3 人事	③ TC認定	④ TC認定と実施	⑤ TC認定と実施	⑥ TC認定と実施	⑦ TC認定と実施
②-1 制度	③ 人事評価制度見直し	④ 人事評価制度見直し	⑤ 人事評価制度見直し	⑥ 人事評価制度見直し	⑦ 人事評価制度見直し
②-2 人事	④ 研修プログラム開発	⑤ TCカレッジ創設	⑥ TC認定制度策定	⑦ 上級職職責	⑧ 新たなキャリアパス策定
②-3 人材	⑤ 産学連携型研修プログラム開発・実施	⑥ 産学連携型研修プログラム開発・実施	⑦ 産学連携型研修プログラム開発・実施	⑧ 産学連携型研修プログラム開発・実施	⑨ 産学連携型研修プログラム開発・実施

先端研究基盤共用促進事業（コアファシリティ構築支援プログラム）
中間評価結果

課題

オープンファシリティセンター（OFC）を中心に、「設備共用の統合管理」及び「高度専門人材の認定と養成」の2次元的強化を行い、「イノベーション創出の新たな戦略モデル」を目指すとともに、次世代の研究基盤構築のための統合設備共用システム（以下「統合システム」）を構築し、システムを活用したエビデンスに基づく設備経営を実現する。

認定（総合評価）

コメント

- ・ 理事をヘッドとした管理体制の組織化が進み、戦略的な設備の整備・運用、人材育成など、評価を大きく上回る成果を顕出しており、今後も大きな発展が期待できる。
- ・ 地方大学も優れた大学との連携が進んでおり、組織を超えた技術職員の一人称育の機能が期待できる。
- ・ 「TC（テクニカルコンダクター）カレッジ」制度は非常に優れた取組で、一歩化できれば人材の流動化や高度な施設につながるもので、更なる進展が期待される。

東工大の研究基盤を設備と人材の両面から強化する取組であり、その2次元的強化の相乗効果は、

世界最高水準の研究支援の実現へとつながる次世代の研究基盤戦略となる

図2-4-1 これまでの大学等における研究基盤共用化政策

東京科学大学は、Visionary Initiatives（VI）というビジョンベースの研究領域の企画・構築を考えている。VIにおける独創的な研究を推進する上でファシリティやそれに関わる高度人材が一体となった研究環境が必要であるので、各研究領域に応じたコアファシリティ、テクニカルコンダクター（TC）をしっかりと配置していくことを想定している。そして、高度人材を育成するためのTCカレッジをオールジャパンで進めていくための体制整備を進めている。ファシリティに関しては、分野毎にグルーピングをして、ファシリティステーションという形で立ち上げ、専門のTCが付いて研究をバックアップしている。人事制度に関しては、改革を進める上での難しさはあるが、技術職員の上位職として「上席技術専門員」「主幹技術専門員」を設け、横軸で見ると研究者と同じような職階とし、待遇もそれに準じた制度とした。さらに、マネジメント教員やマネジメント専門職へのキャリアチェンジが可能となるようなプランを、2020年頃から進めている。現時点における大きな課題として、こうした職種を作っても、主幹技術専門員はまだ誕生していない。上席技術専門員は2名いるものの、そこからさらに上位職へ昇格させると考えた場合、どの程度の技術レベルが求められるのか、働き方はどうあるべきか、研究者と対等な立場で取り組むためには、例えば裁量労働制の導入が必要ではないかなど、さまざまな論点がある。人事制度改革の、非常に深い議論を進めているところである。

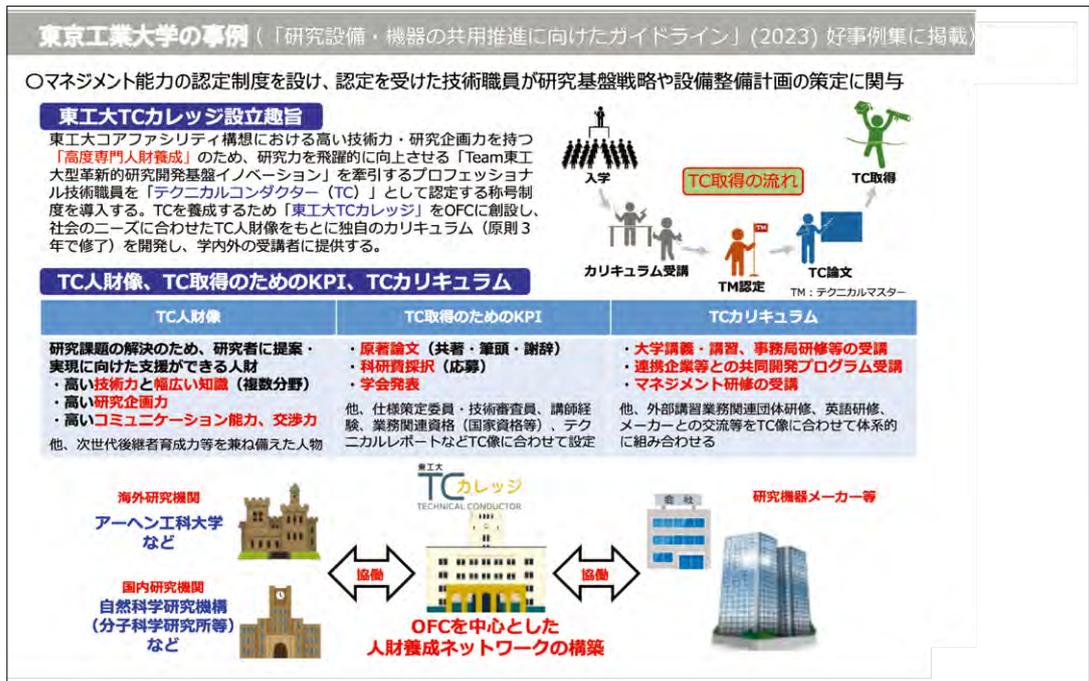


図2-4-2 東京工業大学の事例

共用関連施策について分析を進めた結果を一部紹介する。図2-4-3では各プログラムへの採択大学に丸印を付け、代表機関に相当する大学には二重丸を付している。各プログラムへの採択数が多い程、機関内において共用文化が根付いている可能性が高いと推測できるが、実際には、学内の統括部局の整備と、ARIMやBINDSのような分野特化型の共用プラットフォームを構築するためのネットワーク整備とは、異なる動きになっている。施策ごとに縦割りの構造になっており、これらをかき横断的に連携させていくかという観点では、統括部局の機能が非常に重要になる。

これまでの大学等における研究基盤共用化政策

Institute of SCIENCE TOKYO

統括部局整備 NW整備 分野特化

【MEXT科学技術・学術政策局】	設備サポート	新共用	コアファシリティ	共用PF	先端共用PF	ナノテックPF	ARIM	BINDS
◆ 先端研究基盤共用促進事業 (新共用事業 : H28-R2)								
◆ 先端研究基盤共用促進事業 (コアファシリティ事業 : R2-R7)								
◆ 先端研究基盤共用促進事業 (共用PF事業 : H28-R2)								
◆ 先端研究基盤共用促進事業 (先端設備PF事業 : R3-R7)								
【MEXT研究振興局】								
◆ 設備サポートセンター整備事業 : H23-R2								
◆ ナノテクノロジーPF : H24-R3								
◆ マテリアル先端リサーチインフラ (ARIM) : R3-								
【AMED】								
◆ 創薬等先端技術支援基盤PF (BINDS) などが代表的な事業								
【研究基盤共用関連事業採択校について】 これらの事業に採択が多ければ、機関内での共用文化が根付いている可能性が高い。								
□ 全ての事業に関わっているのは、東北大、大阪大、北海道大								
□ 統括部局整備関連の事業に関わっているのは、東北大、東京科学大、大阪大、筑波大、北海道大、広島大、金沢大、東京農工大、山口大								

図2-4-3 これまでの大学等における研究基盤共用化政策と採択校の関係

令和3年度に文部科学省は、研究設備・機器の共用推進に向けたガイドラインを策定した。同ガイドラインには大学の現状を踏まえた課題や、それへの対応策が示されており、ポイントを紹介したい。一つは、大学の経営戦略における共用戦略の明確化、すなわち「チーム共用」の推進である。研究者だけでなく、技術職員、事務部門、URA等によるチーム体制をしっかりと構築することが求められる。さらに、戦略的設備整備・運用計画の策定や統括部局の確立、技術専門人材のミッションの再定義、コアファシリティマネジャーへのキャリアパスの整備、そして財務・人事の視点を必ず取り入れる必要がある。非常に多岐にわたる整備を進めるために、研究基盤IR（Institutional Research）と研究基盤戦略の企画立案の考え方が、ガイドラインとして示されている。まずは現状の把握・分析をしっかりと行うことが不可欠であり、その上で各大学が取り組むべき点はいずれも大きな課題となっている。

次に、研究設備・機器の共用化等に関するエビデンスを紹介する。これらのエビデンスの取得は非常に難しいものであったが、内閣府総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）が開発したe-CSTIにおいてエビデンスの収集を始めている。例えば、日本全体の国立大学における設備共用化率の平均は20%、概ね5,000万円以上1億円未満の設備が多く共用化されているといったデータがある。また、技術職員の博士号の取得状況や男女比、こういった点についても調べられているので是非ご覧いただきたい。

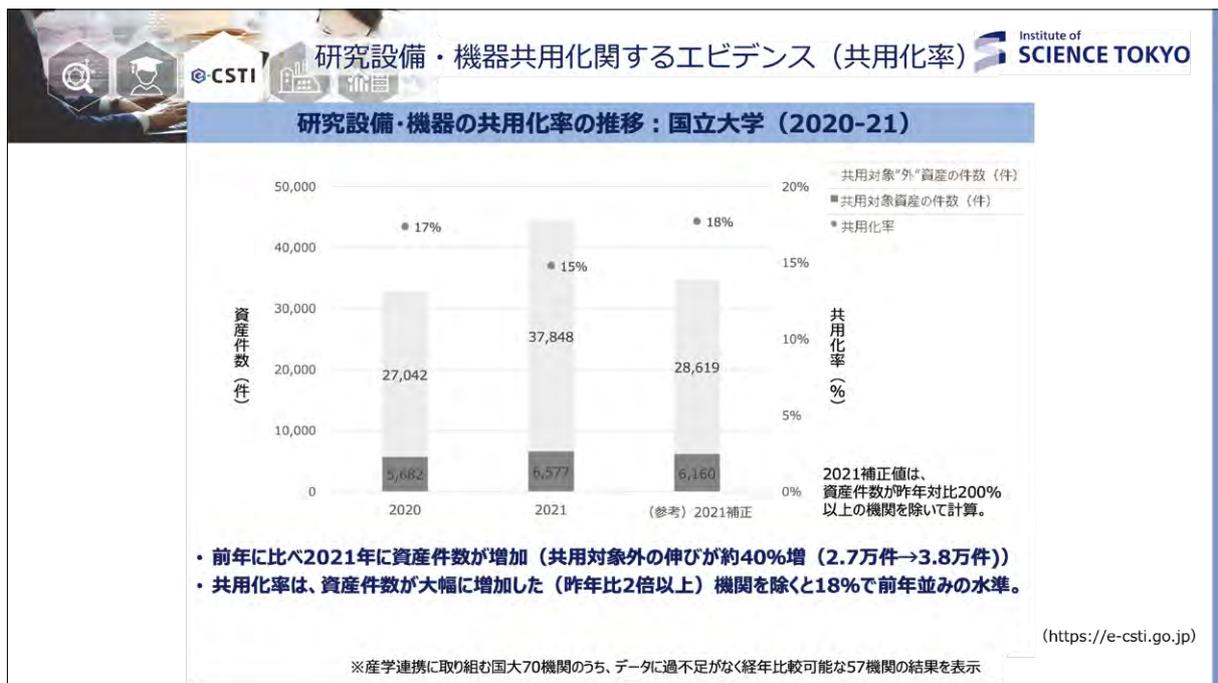


図2-4-4 研究設備・機器共用化に関するエビデンス（共用化率）

大学における先端研究基盤を構築していくための課題として、研究基盤IRがしっかりと構築されているか、中長期の戦略立案ができているか、人材マネジメントが適切に行われているかがポイントであると考えている。現在、国際卓越研究大学が担うべき役割、J-PEAKSなど地域の中核研究大学が担うべき役割、その他の大学が担うべき役割は、徐々に明確化されてきている。そのため、各大学の整備方針の流れはある程度決まってきたという現実がある。それを踏まえて、大学だけで担えることの限界を認識し、国立研究開発法人、共同利用・共同研究拠点などの役割の違いも明確にして進めていく必要があると考える。今の日本は、大学間や法人間で競い合っている場合ではなく、日本全体として研究基盤の仕組みづくりに取り組むことが求められている。ぜひ皆さんと一緒に考えていきたい。

大学における先端研究基盤構築の課題 ～コアファシリティは「英知を結集する創造の場」とするために～

「研究基盤IR x 研究基盤戦略 x 人財マネジメント」

【ポイント】

- 機関内でのポテンシャルを明確にする「研究基盤IR」
- 研究設備機器と高度技術人財の物理的な集約化を実現する「研究基盤戦略」
- 研究設備のポテンシャルを最大化する「人財マネジメント」

図2-4-5 大学における先端研究基盤構築の課題

大学が目指すべき研究設備機器共用化のグランドデザインとは

2040年を見据えた教育研究機関を取り巻く教育研究環境の未来予想図

- ◆ 国際卓越研究大学が担うべき役割, 地域中核研究大学が担うべき役割, そのほかの大学の担うべき役割が徐々に明確になってきている
- ◆ 今後, 国際卓越研究大学には多数の最先端の研究設備が揃い, 地域中核研究大学には一部の最先端研究設備以外は汎用性の高い最新設備が揃い, そのほかの大学はそれらの大学等の研究設備を共用しながら教育研究を実施する, という未来が現実となりつつある
- ◆ しかし, 大学だけで担えるステークホルダーは限られてしまうかもしれない. そこで, 国立研究開発法人, 大学共同利用機関法人等の役割の明確化がさらに重要になってくる
- ◆ これらの研究機関がオールジャパンでつながり, どこでも最先端の研究ができる環境を整備するためには, 大学間や法人間で争っている場合ではない!!!

図2-4-6 大学が目指すべき研究設備機器共用化のグランドデザインとは

【質疑応答】

Q：2点伺いたい。1点目は、大学により技術職員の定義は異なる。各研究室に配属されている技術職員は、大学組織のラインとしての意識はないだろう。国立大学ではどのような体系になっているのか。2点目は、共用プラットフォーム等の事業に企業がもっと関与してもよいのではないかと。高度人材育成といった場合、企業には大きなファシリティがある。今後、どう企業とのコラボレーションを取り入れていくのがよいか。

A：コアファシリティ構築支援プログラムに採択されている大学は、基本的に技術職員の組織化に積極的

に取り組んでいる。併せて、J-PEAKS 採択大学においては、先駆的な取り組みをしている事例がでてきており、組織改革の中で技術職員の位置付けを明確にし、海外同様、技術職員と教員が対等の立場となり得る組織改革、人事制度改革が行われている。しかし、国立大学が人事制度を考える際、元々の公務員制度を背景とした給与体系などを引きずっており、個々の大学で制度を大きく変えることがなかなか難しい。それを踏まえて、現在、文部科学省では人事制度のガイドラインの策定を検討しているところであり、国立大学の人事制度改革をプッシュする流れがある。2点目については、本日紹介したTCカレッジ事業において、島津製作所や日本電子、他にメーカー企業8社に協力いただき現在産学協働の人材育成に取り組んでいる。特に企業が有している教育プログラムは、多くの技術職員にも非常に有益である。現状は個々の技術職員が興味に応じてプログラムを受講しているため、いかに体系化するかが重要である。産学協働で人材育成をするというコンセプトは非常に重要であろう。

Q：共同利用・共同研究拠点の話があった。大学のファシリティが強化されると、そういった機関との違いをどのように捉えることが望ましいか。

A：例えば、共同利用・共同研究拠点という仕組みそれ自体は、大学のリソースを使っている。そのため、大学の統括部局はそこにどのようにアプローチすれば良いのか迷いながら取り組んでいる面がある。大学の中に取り込んでいくのか、共同利用機関法人として共同利用・共同研究拠点も全てマネジメントするような形を考えるのか、政策レベルで明確化しながら整備を進めていく必要があるのではないか。

2.5 研究設備インフラと研究データインフラの全国展開

藤ヶ谷 剛彦（九州大学、文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ運営機構長）

文部科学省のマテリアル先端リサーチインフラ事業（ARIM）を通じて得られた知見と、事業運営を通じて感じてきた課題を紹介したい。まず、ARIMは今年度より新たに1機関を加え、計26機関による研究インフラ（設備・データ）の共用事業である（図2-5-1）。

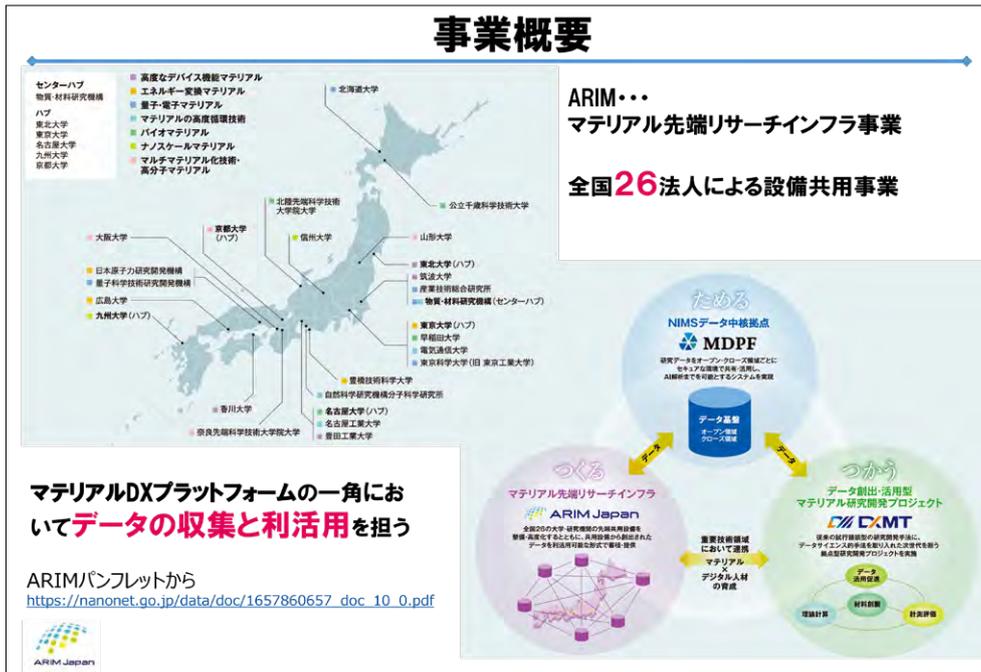


図2-5-1 ARIMの事業概要

ARIMは政府戦略の「マテリアル革新力強化戦略」によって構築が進むマテリアルDXプラットフォームの一翼を担っている。データをためる役割を担う「データ中核拠点事業」(国立研究開発法人物質・材料研究機構、NIMS) やデータを利活用する新たな研究を開拓する「データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト」と並び、ARIMの利用を通じて創出されるデータを収集する機能を担うとともに、現在ではデータの提供にも取り組んでいる。歴史を振り返れば、2002年のナノテクノロジー総合支援プロジェクトに端を発し、ナノテクノロジーネットワーク、ナノテクノロジープラットフォーム（ナノプラ）へと発展し、現在のARIMに至っている。ナノプラまでは装置共用文化の醸成が中心であったが、その成果として技術支援人材の育成が挙げられる。そしてARIMでは、これに加えてデータ共用への本格的な挑戦が始まり、データ利用研究の支援人材育成を進め、将来的なデータ駆動研究の支援機能の確立を目指している。

ARIMの実施体制は、7つの重要技術領域に分かれ、それぞれの領域にハブ機関を配置し、ハブがスポーク機関をリードする形（ハブ&スポーク体制）で構成している（図2-5-2）。領域ごとに特徴ある取り組みを展開しており、PDが策定するプログラム運営方針を受け、参画機関の代表者らで構成する「運営機構」に複数の委員会を設置し、企画・立案・運営を行っている（図2-5-3）。26機関にまたがる体制のため、設備共用の推進やデータ収集の方法、データ共用に必要なルール整備など、委員会で検討する事項も多く、挑戦的な課題を多数扱っていることもあってほぼ毎週のようにいずれかの委員会を開催しながら運営している。

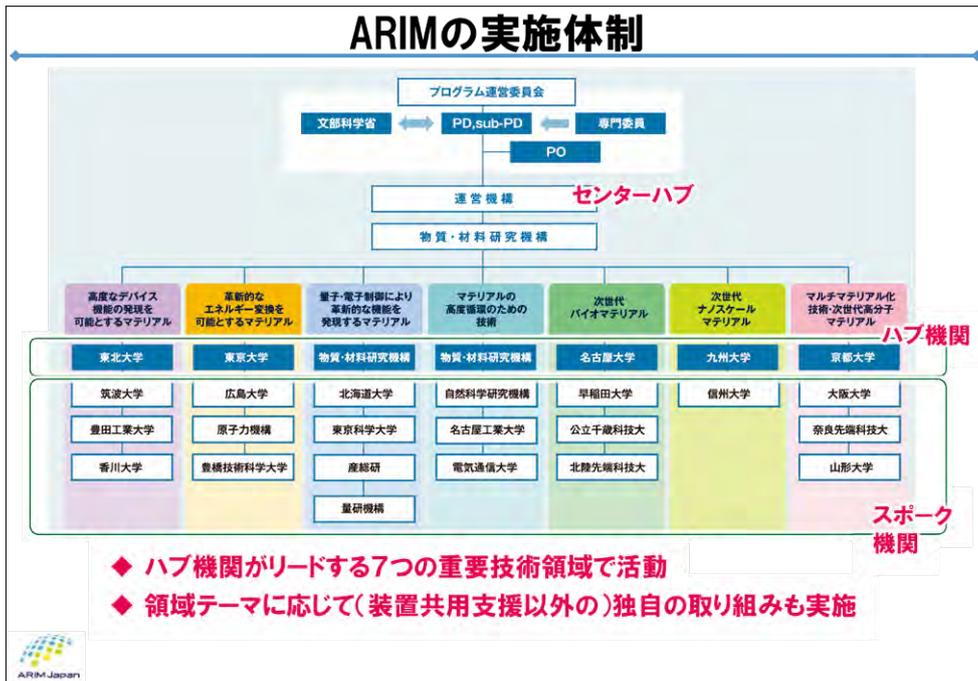


図 2-5-2 ARIMの実施体制

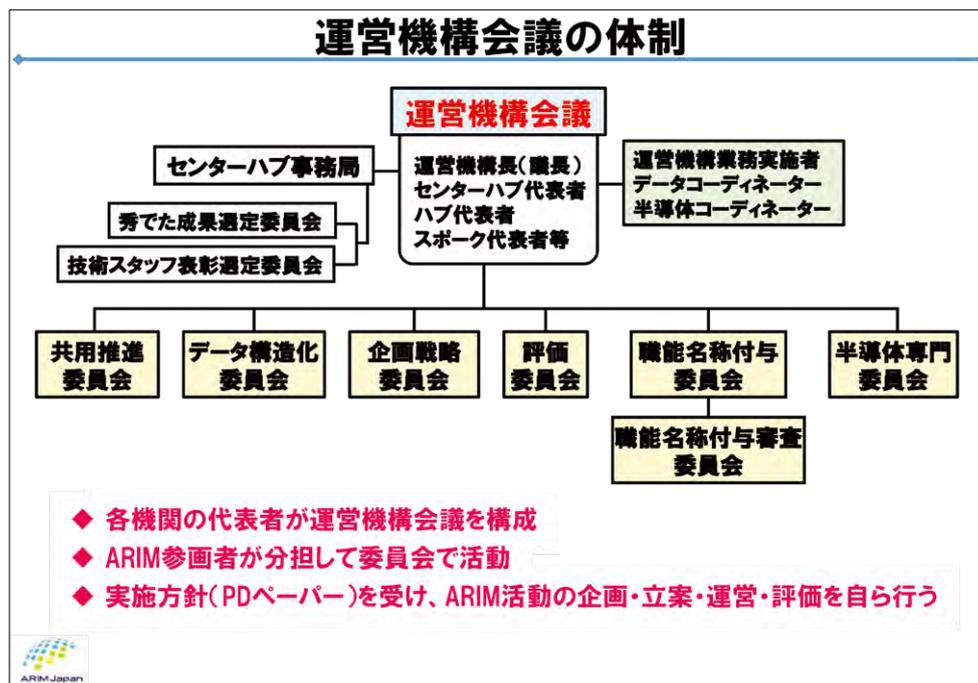


図 2-5-3 運営機構会議の体制

ARIMで現在、共用している装置は約1,200台である(図2-5-4)。これらはすべてがARIM専用で共用しているわけではなく、各法人による自主運用としての装置利用も含まれる。活動資金規模としては、年間約18億円の文部科学省からの委託費をベース財源として、利用者からの利用料収入が13億円あり、各参画機関からの拠出分として10億円程を含め、これらを合わせた資金規模で運営している。利用可能な設備数、利用料収入、技術支援人材はいずれも増加傾向にあり、そこにはヒト・モノ・カネにとどまらず、装置共用文化

の定着という意識変化が背景にある。年間の利用課題数は約3,200件で、利用者には利用報告書の提出を求めており、これらは公開しているのでぜひ参照いただきたい。



図 2-5-4 ARIMにおける機器共用

機器共用を進める中での「気づき」としては、ユーザー支援と並んで、老朽化対策は常に頭を悩ませる課題である。どの装置がいつ故障するのか、何年後に更新が必要か、どの財源で対応すべきか、といったことを常に考えている。ARIMでは10年間の計画として更新スケジュールを設け、委員会で議論しながら計画的な設備整備に取り組んでいる。もう一つ感じる点は、研究者として先端的な測定、オペランド計測や原子レベルの解析といった高度な計測を進めたい一方で、ARIMでは国の事業として設備の稼働状況重視しているため、利用頻度がそこまで高くはないが特徴的なユニーク技術の装置ほど共用が難しくなる側面がある。こうした特徴的な装置の導入については、地域性や利用研究ニーズとのバランスを踏まえ、ARIM全体として調整している。また、ARIMのキーワードの一つである「ハイスループット・自動化・遠隔化」も、必ずしも全ての研究サンプルに適用できるわけではない。例えば、学生が持ち込むサンプルは非常に限られた1点または2点のみといったケースも多く、必ずしもハイスループットの実験と共用の相性が良いわけではない。このあたりは共用スキームと計測ニーズのマッチングを慎重に考える必要がある。新たに開発した装置を共用に取り込むことについては、運用の工夫次第で十分可能であると考えている。ただし、共用装置を拡大する際には、必ず支援人材の確保とセットで考える必要がある。新たな装置を導入した場合、「誰が運用するのか」「どこに技術人材がいるのか」を併せて検討しなければならず、単純な拡大は困難である。また、利用料収入が期待できない装置については共用が難しい現実もある。装置はARIMの経営資源である以上、収益性とのバランスも無視できない。研究室が個々に管理すべき装置との境界については、私としては概ね2,000万円程度が1つの目安ではないかと考えている。2,000万円以上は共用化し、以下は研究室管理とし、必要に応じてリユースするなど、適切な役割分担が必要である。運用の煩雑化は、申請・手続きの負担をAIツールなどのデジタル技術で省力化することが重要である。

ARIMの大きな価値の一つが「人材」である(図2-5-5)。高度な専門性を持つ技術支援スタッフは現在

450名以上がおり、ARIMの事業費による雇用スタッフと、各法人における技術職員等のスタッフで構成される。この人材群はナノプラから継続してきた取組の最大の成果であり、その活躍がARIM全体の成長を支えている。こうした人材の活躍が、研究者にとっての研究時間の捻出につながり、事業としても非常に重要な要素である。技術人材の活躍を支える上で重要なのは、職位の整備、教育の充実、正当な評価である。ARIMでは職能名称の付与制度を設けており、上から順に「エキスパート」「高度専門技術者」「専門技術者」を審査・評価により認定している。技術支援の実績やスキルや利用成果に基づく評価により行っている。また、各種研修プログラムによる人材育成も継続的に実施している。

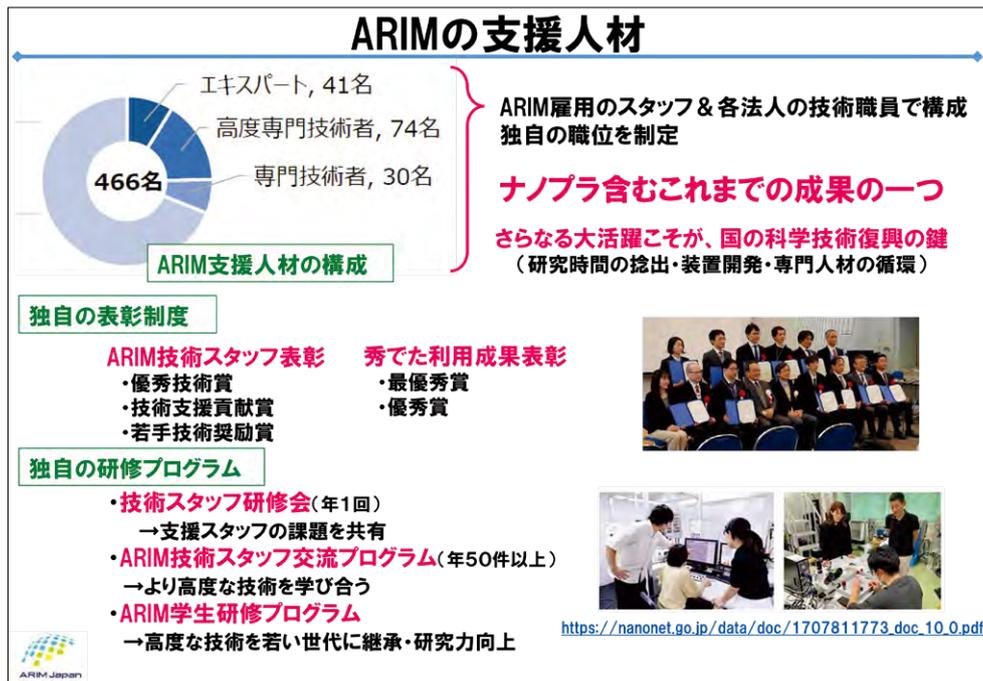


図 2-5-5 ARIMの支援人材

人材育成に関する課題としては、各法人におけるARIM雇用スタッフと正規技術職員の連携体制構築に温度差がある点である。うまく融合している大学がある一方で、分離しているケースも見られる。こうした差異はコアファシリティ構築支援プログラムでの実践や知見を全国へ波及させることで、より改善できるのではないかと考えている。研究者・支援スタッフ・事務スタッフの対等な分担・分業は極めて重要であり、研究者にとっては研究時間の確保につながる。技術スタッフについては、職位制度や評価を社会的に浸透させ、「技術者になりたい」と思えるキャリアパスを確立することが必要である。さらに、ARIMではコーディネート業務を担う新たな職種が重要になっており、運営機構業務実施者、データコーディネーター、半導体コーディネーターなどの新たな支援スタッフを設置している。これらの職種は従来にない役割であり、職域の定義と育成そのものがARIMのチャレンジである。時限的なプログラムの財源による雇用の問題は依然として大きな課題であり、引き続き試行錯誤が必要であると感じている。

ARIMでは、設備利用によって創出されたデータの蓄積も進め、利用しやすい形に整えたうえでデータを利用者へ共有する新たなチャレンジに取り組んでいる。まず、「ARIMのデータとは何か」という根本的な問いについて明確にしておきたい。ARIMが取り扱うデータは、市場に流通している商用データベースに収録された回折パターンや各種スペクトルといった、いわゆるスペクトル全集のようなデータとは本質的に異なる。こうした領域では、計算科学の急速な発展によって巨大企業が参入しつつあり、単純なデータベース構築では太

刀打ちできない。ARIMが特長としているのは、測定データだけでなく、測定条件や実験条件といったメタデータを詳細に付与し、異なるメーカーの装置から創出されたデータでも同じ記述でデータを構造化し、機械可読可能なかたちで統合的に収蔵している点である（図2-5-6）。失敗データも含め、装置ログやユーザー行動の履歴に至るまで一体的に扱うことで、「勘・コツ・経験」といった暗黙知をできるかぎり形式知としてデータにすることで、高い価値を持つ情報基盤になり得ると考えている。さらに、ARIMのデータには全て、どのような装置利用によって生まれたのかがわかるよう、装置の利用報告書を紐付けている。この利用報告書は技術支援人材が品質確認を行っており、内容は極めて高品質である。いわば「噛めば噛むほど味が出る」データ群を構築しており、学術的にも産業的にも利用価値が高まっていくと考えている。26法人が保有する多様な装置から創出されるデータを統一基準で構造化整理し、AI-readyな状態で収蔵している点がARIMのデータ提供サービスの大きな特長である。この体系を作るまでの過程は困難の連続であった。古いOSを搭載した装置の接続方法の検討にはじまり、装置ごとのメタデータ項目の選定、構造化スクリプトの装置単位での作成など、地道で丁寧な作業を積み重ねてきた。国内メーカーの協力を得ながら、装置利用者からデータを提供いただくための約款整備や、その際の提供インセンティブの検討も行ってきた。一方で、データ利用側の整備にも現在苦労して取り組んでいる。データ利用の約款、ガイドライン、料金体系、利用報告フォーマット等の作成、ユーザーがデータを研究利用しやすいポータルサイトの整備、ユースケース提示、データごとのカタログ付与といった作業を1つひとつ丁寧に積み上げている状況である（図2-5-7）。

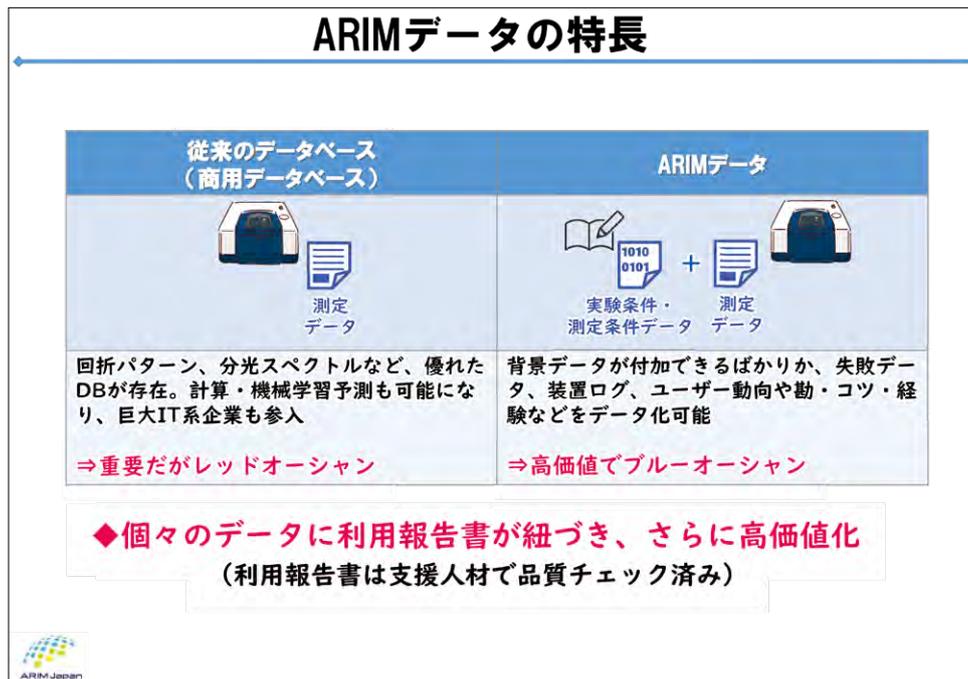


図2-5-6 ARIMデータの特長

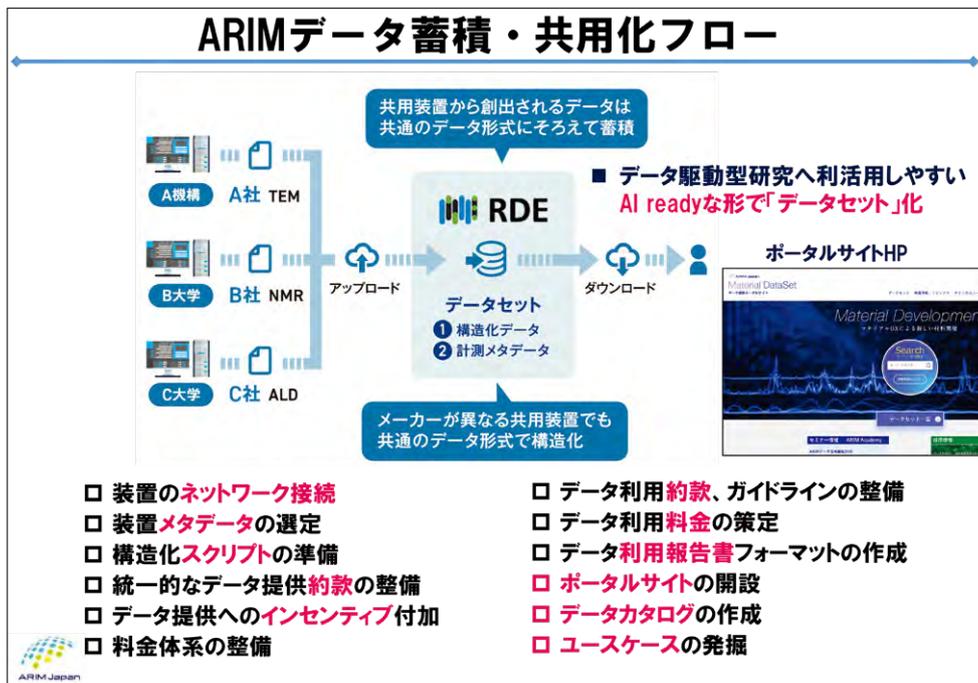


図 2-5-7 ARIMデータ蓄積・共用化フロー

データ共用の実務を進めるなかで得た実感が二つある。第一に「とにかく手間がかかる」ということである。装置利用者が持ち込む材料サンプルの条件など、全てがデジタルデータで最初から存在するわけではないため、二度手間・三度手間が頻発する。第二に、装置利用者（データ提供者）自身が必ずしもデータ利用の受益者ではないという構造的問題である。「日本のため」と呼び掛けるだけでは不足で、インセンティブの設定も必ずしも十分に機能するものではない。これらについては実験の自動化や電子実験ノートの普及により、日常業務として自然にデータが蓄積される「追加作業ゼロの仕組み」をつくる必要があると考えている。加えて、「データを提供してそれを第三者が利用する」との文化が十分に育っていない点も大きな課題である。そのため、現場の技術スタッフが装置利用者へ丁寧に説明を行い、データインフラを整えることの意義を伝えているが、その説明には確固たる根拠が必要である。「どのようなデータが価値を持つのか」「失敗データやピンぼけデータに意味はあるのか」といった問いに対し、ARIM内で議論を重ね、「記述が正確であれば全て価値あるデータである」という原則を共有している。とはいえ、データの価値判断は実験科学者だけでは難しい面があり、AI・データ科学系研究室との連携が不可欠である。また、データ蓄積が進むにつれ、研究セキュリティや安全保障の問題も避けて通れない。ARIMでは全データに対して外為法の該非判定を行うことは現実的でないため、データ利用者側に一定のアクセス制限を設けることでリスクを適切に管理する仕組みを構築している。こうした取り組みを経て、2025年9月30日より、ARIMのデータ共用サービスが正式に開始に至った（図2-5-8）。収集データ数は11万件から開始し、今後毎年100万件の規模でデータを増加させていく計画であり、量・質ともに国内最大級の研究データ基盤として歩み始めたところである。

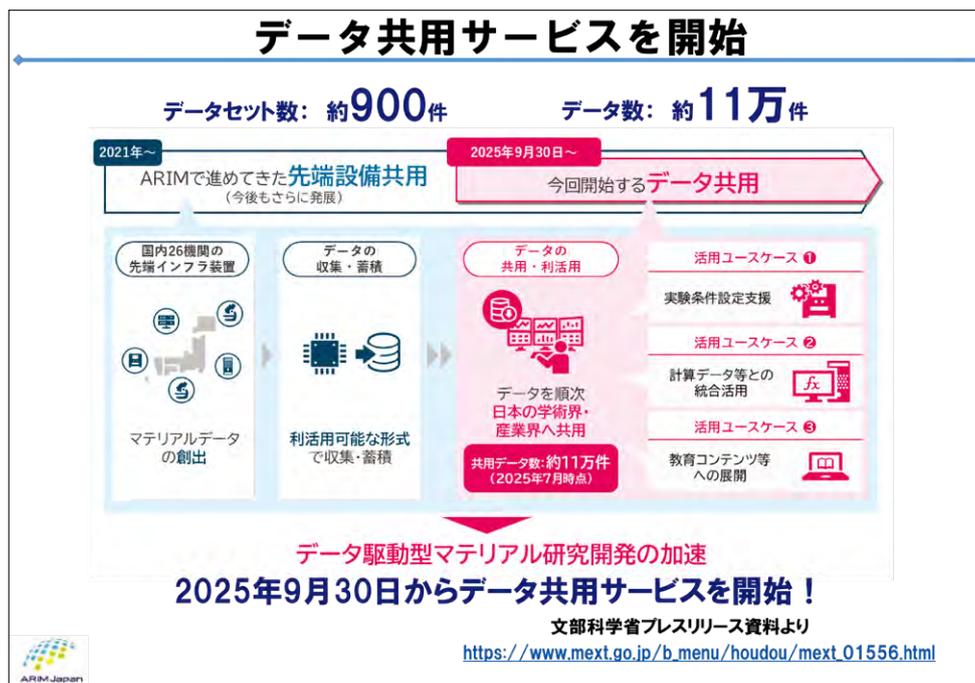


図 2-5-8 データ共用サービスを開始

ARIMが収集するデータは、装置利用者の利用ログ、測定メタデータ、試料作製プロセス、品質指標といった一連の情報を統合的に収録している点に特徴がある。これらのデータは、装置メーカーにとって極めて有用である。すなわち、実際の利用者がどのように装置を使用しているか、他社装置と比較して運用実態や性能差がどう現れているかといった情報を俯瞰的に把握できるため、装置開発のフィードバックループを大きく強化し得る。さらに、技術支援人材の配置を前提とした装置共用は、装置開発に対して質的に大きな価値をもつ。利用者から寄せられる質問は精度を増し、装置の課題や改善点をより構造的に抽出できる。現場運用に精通した技術者がメーカー側の活動に関与・参画することで、開発工程の解像度は高まり、逆にメーカーの開発人材が共用現場に移ることで実装段階の課題が共有できる。共用の場合は、単なる利用促進の仕組みではなく、メーカー・大学・支援人材が連携しながら技術改良と用途開発を加速する「開発プラットフォーム」として機能し得るのではないかと。

【質疑応答】

Q：ARIMでのデータ蓄積および共用化のご経験を伺いたい。例えば、A大学とB大学で、利用する機器が異なり、A大学では大学院生や学生が測定を実施し、B大学では技術者が運用に当たるなど、前提条件が大きく異なる場合、どのようにデータのクオリティを担保しているのか。多様な運用環境の差異をどのように一般化し、品質確保につなげているのか。

A：データの品質は、ARIMにおいて極めて重要な課題として位置付けられ、徹底した議論を行ってきた。ARIMでは装置利用者を選別することはできず、多様な背景や技能を持つ利用者が装置を使用するため、利用者が生むデータの品質には大きなばらつきがある。そのため、データ共用に先立ち、ARIMではデータの品質チェックを実施した。具体的には、各データについて、記載された測定条件に整合するスペクトル等が適切に収録されているかを、人手により一件ずつ丁寧に確認する作業を行った。しかし、このプロセスには多大な工数を要するため、将来的にはAIや大規模言語モデル（LLM）等の技術を活用して省力化を図るべきであると考えている。また、利用者の行動を直接コントロールすることは困難であるが、AIを介したチェック機能により、データ創出・提供時に不足点を自動的に指摘す

るような仕組みを導入すれば、改善が期待できる。人間が指摘すると摩擦が生じる可能性がある一方で、AIによる指摘は利用者に心理的抵抗を与えにくいという利点もある。このような特性を活用することで、データ品質向上に向けた課題の解決につながると考えている。

Q：データ利用の料金体系について、これは装置利用者にとって自分の提供したデータが利用されたら、その提供者に一部フィードバックがあるといったことがあるのか。

A：装置利用者へのフィードバックはない。ARIMに生データを提供していただくまでのプロセスと、その後データ利用可能なかたちにARIMにおいて整備したデータ（構造化データ）との間では、権利を切り離している。データ利用から生じる利用料は、ARIMの運営に使用することが制度として定められている。装置利用者には、こうした扱いについて装置利用段階の約款で合意をいただいている。あくまでARIMにおける方法だが、いろいろなアイデアがありえると思う。

Q：今の共用施設やシステムは、日本がシステムのうまく回ってないのか、海外も同じような状態であるのか。

A：海外が進んでいるのは計算データや、民間の巨大IT企業が取り組んでいるような大量のデータである。例えば、物質の熱伝導計算データなどは、圧倒的でかなわない。今日本で特にうまくいっているのは、計算データではなくリアルな実験データであり、丁寧にクオリティチェックし、様々なメタデータを付けられる点にある。まともにデータの数で勝負するとなかなか、また、ARIMのデータは装置利用課題を通じてのものであるためスパースなのだが、クオリティや丁寧さで利用価値を高めていきたい。

3 | 総合討論

3.1 研究基盤の刷新に向けて

馬場 大輔（文部科学省科学技術・学術政策局 参事官（研究環境担当））

政府における、次期科学技術・イノベーション基本計画の検討状況を簡単に紹介させていただいた上で、概算要求をおこなっている先端研究基盤刷新事業（EPOCH）の狙いなどについて触れたい。

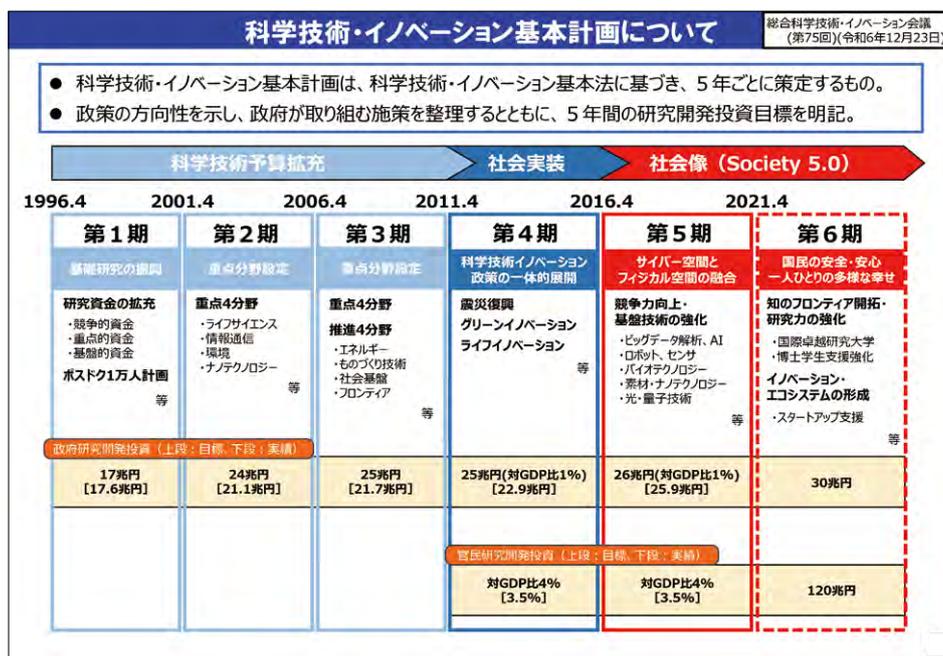


図3-1-1 科学技術・イノベーション基本計画について

来年度から第7期基本計画が始まるが（図3-1-1）、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）においては、研究力の強化・人材育成、イノベーション力の向上、経済安全保障との連携といった観点から、政策の方向性や取り組むべき施策の検討が進められている。今年度閣議決定された、統合イノベーション戦略2025においては、研究施設の高度化・共用化の推進が盛り込まれている。現在、「科学の再興」に関する有識者会議で、新たな時代に即した研究環境を構築していくために、AI for Scienceによる科学研究の革新や、研究基盤の刷新ということで研究施設・設備、研究資金等の改革を進めることが掲げられている。

研究施設・設備の状況については、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）が定点調査を毎年度行っている（図3-1-2）。研究設備について「十分だと思っている」方の例は、JSTの大型予算を獲得して新たな研究設備が導入されたなどの回答があるが、「十分だと思っていない」方は、施設・設備の老朽化に対応できていないことや、管理人材が必要だが不足している、というような理由が見受けられる。また、日英独の研究環境を比較すると、日本においては、研究機器・設備の共用は進みつつあるものの、大型の競争的研究費を獲得した研究室では、自身で研究機器・設備を購入する傾向がある声が聞かれたと指摘されている。その結果、技術人材の不足や、学生やポスドクの方々が研究機器のメンテナンスに時間を取られてしまうというよう

な状況が、日本全体で起きてしまったのではないかと。



図3-1-2 研究施設・設備の状況 (NISTEP調査)

問題意識の一つとして、研究開発費は競争的研究費が主であるが、その用途が諸外国に比べ、施設・設備費が多く、本来は人に充てるべきところが十分に充てられていないことにある(図3-1-3)。技術技能系職員、URA等の支援人材は増えつつあるものの、やはりまだまだ少なく、研究者自身も「研究機器、研究資料等を活用、維持するための研究補助者、技術者の不足」や「研究機器の利用可能性」が制約になっていると感じている(図3-1-4)。

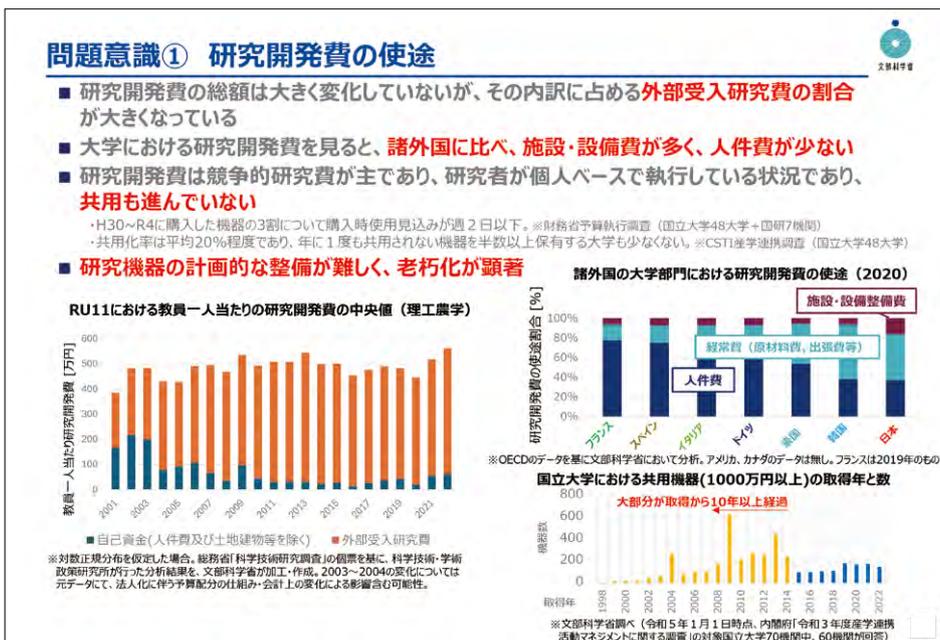


図3-1-3 研究開発費の使途

問題意識② 技術技能系職員、URA等の支援人材の少なさ

- 研究パフォーマンスを高める上で、「研究機器、研究資料等を活用、維持するための研究補助者、技能者の不足」や「研究機器の利用可能性」が制約となっていると研究者自身が感じている。
- 研究者を支える技術技能系職員数は40年前の半分以下であり、外部資金獲得や組織運営業務等を行うリサーチ・アドミニストラータ(URA)も未だ少数。主要国と比較しても関連人材が少ない。

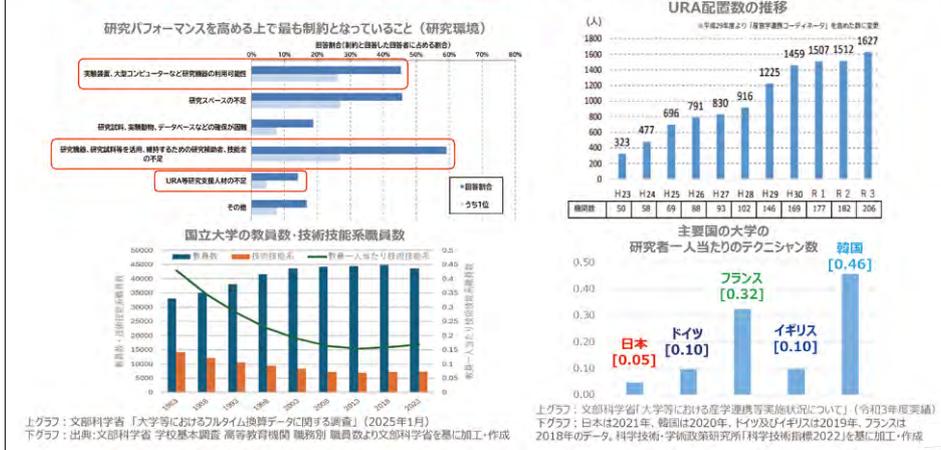


図3-1-4 技術技能系職員、URA等の支援人材の少なさ

さらに、研究設備・機器の多くを海外企業に依存している状況もあり、科学技術関係予算を増やしても、それが海外に流れてしまうことを打破しなければ、持続性も保てないと危機感を持っている（図3-1-5）。

問題意識③ 研究設備・機器の多くを海外企業に依存

- 現状、先端的な研究設備・機器の多くを、海外企業からの輸入に依存している状態。
- 企業国籍別売上げ高の割合は低下、売上額の成長率も他国と比べて低い値になっている。

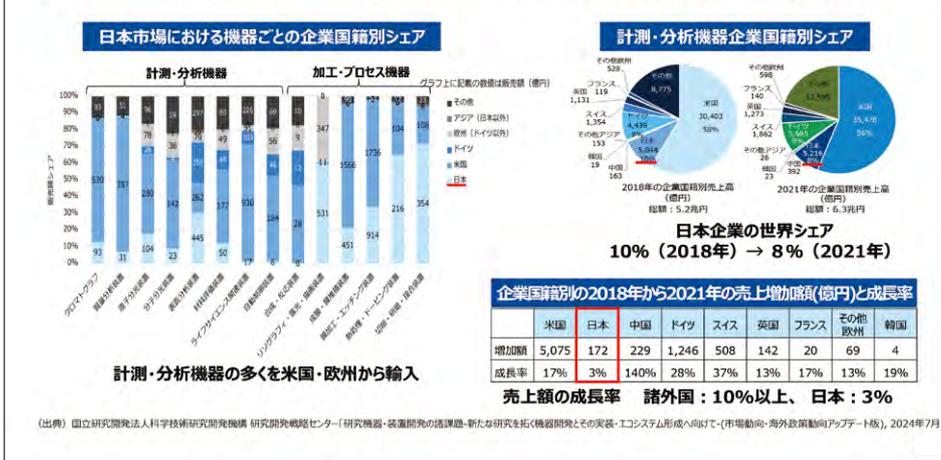


図3-1-5 研究設備・機器の多くを海外企業に依存

また、SPring-8やNano Terasuといった大型施設についても日本の強みとして最大限活かしていくことで、北川進先生のノーベル賞受賞のような成果創出にもつながるのではないかと考えている（図3-1-6）。



図3-1-6 大型研究設備の整備・高度化

文部科学省では、日本学術会議などの提言も踏まえながら、政府内での議論を積み上げつつ、また産学のコミュニティとも様々な議論を重ねているところである。日本学術会議からも、「研究者は、各々が公的な競争的資金で購入した機器も公共財であるとの認識の共有に努めるべきである」と指摘されているとおり、研究者自身の意識も変わっていく必要があると考えている。また、大学自身が今後は人材だけでなく、研究設備・機器も大学の研究力を支えるアセットとして最大限使っていくとの意識が重要なのではないかと。研究設備・機器も大学が法人化した以上は、組織として有効活用していく責務があり、それは強みにもなっていく。現在の研究教育組織は、相互不干渉の競合小型研究室集合体と化しており、これを背景として、研究がしにくい研究環境となってしまうとの指摘もある。これを変える一つのきっかけとして、コアファシリティを位置づけることができるのではないかと。研究基盤の刷新に向けて、研究設備・機器を活用するだけでなく、AI for Scienceへの貢献や競争的研究費の改革を、文部科学省はもちろん、政府を挙げて取り組んでいきたい。データについても、ARIMを含め、先行事例も踏まえて、どう日本のアセットとして扱うかを、これから具体化していきたい(図3-1-7)。



図3-1-7 AI時代にふさわしい科学研究の革新

EPOCHで目指している方向性は、全国の研究大学等にコアファシリティを戦略的に整備することにより、研究設備・機器のアクセス確保や先端的な装置の開発・導入などを通じて、持続的に研究基盤を維持・強化する構造への転換を図る点にある (図3-1-8)。技術支援人材についても、産業界とも連携し、大学において組織的に育成・確保していく体制が必要である。

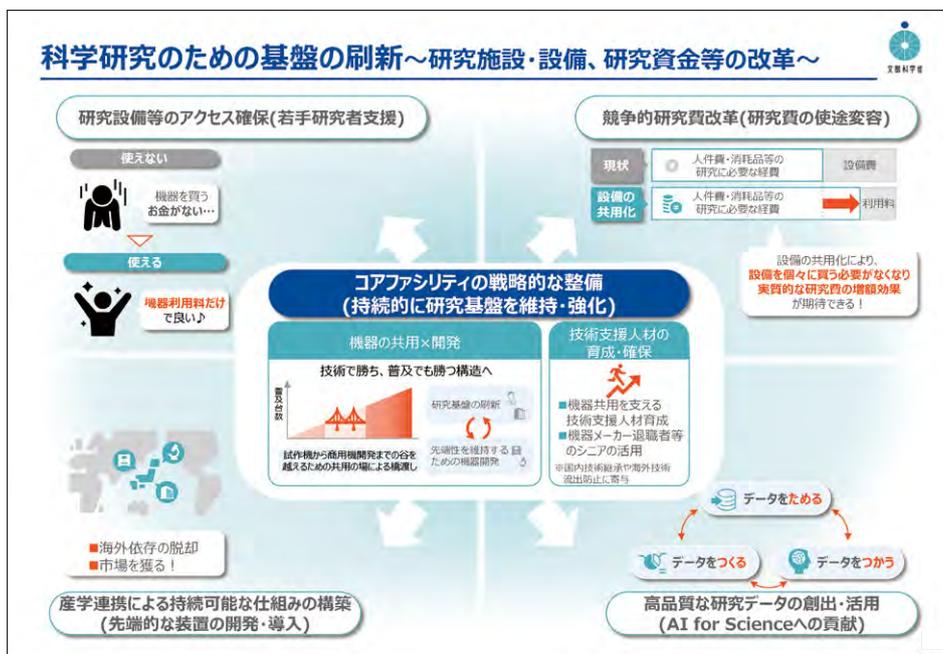


図3-1-8 科学研究のための基盤の刷新

このような枠組みが整備されれば、若手研究者支援の観点からも、従来のように研究費の採択を待たなければ研究に着手できない状況から脱却し、多様なアイデアを迅速に試みる研究環境が実現できる。また、競争的研究費に採択された際に、新たに設備を購入するという従来の発想を転換することも重要になる。大学や周辺にコアファシリティが整備されていれば、高額な機器を個別に購入することなく、高度な設備を迅速に活用でき、その分の資金を人材に振り向けることも可能となり、研究成果の生産性の向上につながる。さらに、「産学連携による持続可能な仕組み」の観点も重要である。日本の研究現場で生まれた新しい機器や技術を、海外市場で展開し収益化するという発想への転換が、海外依存からの脱却につながる。こうしたエコシステムの確立こそ、持続的な研究基盤強化に不可欠である。AI for Scienceに関しては、データ蓄積・共用について、ナノテクノロジープラットフォームの仕組みをARIMへと移行する際に大きな改革を行った。現在、議論すべき分野が極めて多岐にわたるため、すべてを網羅的に議論することは現実的ではなく、まずはARIMの先行事例を基本単位として検討を進めることが適切ではないかと考えている。さらに、JAIMA等の業界団体にも早期から議論に参画いただき、個社単位ではなく、JIS規格など、産業界の標準としての仕組み導入を初期段階から議論することで、より効率的な検討が可能になると期待している。

研究人材・研究資金・研究環境を一体的に改革することは、現行の基本計画の目標であった。しかし、研究人材・研究資金に比べ、研究環境の改革は十分進展しておらず、次期基本計画では、これを一気に刷新することを目指したい(図3-1-9)。日本の研究基盤を振り返ると、これまで学会や大学共同利用機関、共同利用・共同研究拠点が重要な役割を担ってきたが、国立大学の法人化以降、全体最適よりも部分最適へ向かう傾向が強まった可能性がある。効率化の名の下に設備や技術者、若手研究者への支援が十分に維持されない状況が生じたのではないかと。ARIMやBINDS等で進展する分野がある一方、スポットライトの当たらない領域では取り組みにむらが生じている懸念がある。

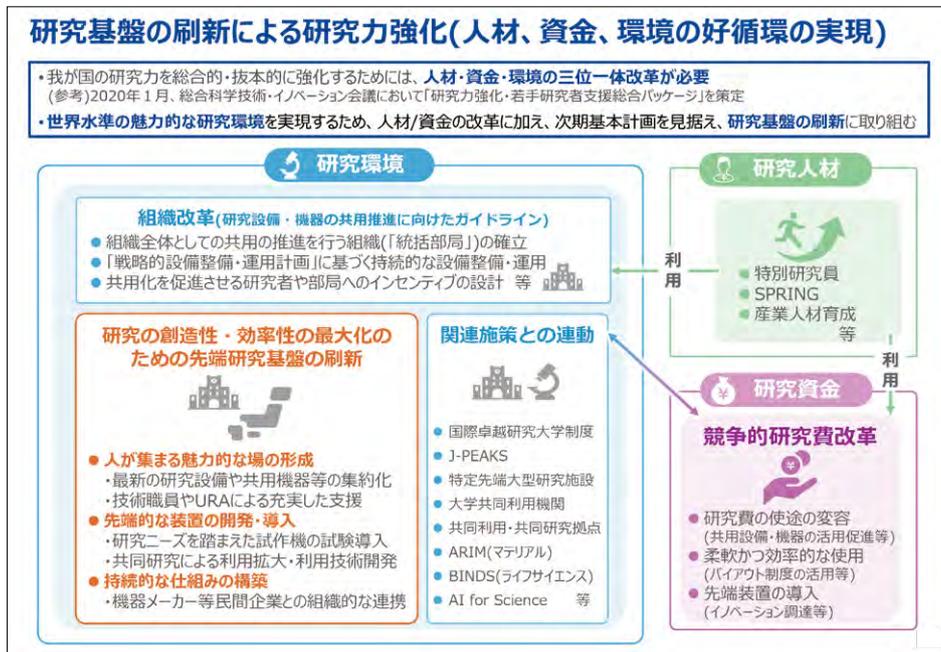


図3-1-9 研究基盤の刷新による研究力強化

文部科学省としては、研究大学等に戦略的にコアファシリティを整備し、先行する分野ごとの取組と連動することにより、研究基盤を網目状に構築することで、研究者がどの大学に所属していても新しい研究アイデアを迅速に試せる環境を整えたいと考えている（図3-1-10）。ただし、多くの大学が多様なプロジェクト等を抱え、負担が増してしまうといった実情も踏まえ、大学内における全体最適化の在り方についても議論を深める必要がある。

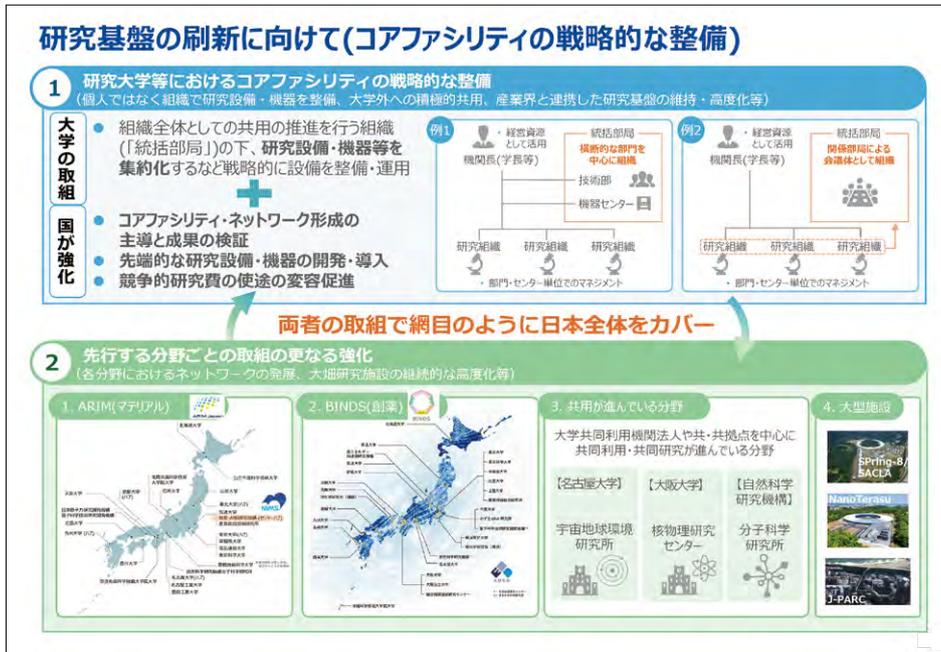


図3-1-10 研究基盤の刷新に向けて

研究文化の変革も不可欠である。特に大規模大学では講座制の名残として研究室単位で設備を整備してきた歴史があるが、今後は大学が組織として研究環境を整備し、それを国全体の公共財に転換していく必要がある。また、支援組織についても、北海道大学では技術者を一元的にマネジメントする体制を整え、京都大学では技術部の創設を発表するなど、大学が組織的に行う動きが広がりつつある。研究者がいつでも能力を發揮できる研究環境を整備することこそが、大学の重要な責務であり、国としてもそれを支えることが重要なミッションである（図3-1-11）。



図3-1-11 研究基盤の刷新に向けて



図3-1-12 先端研究基盤刷新事業

EPOCHの構想(図3-1-12)を実現するためには、アカデミアのみならず、産業界の協力が不可欠である。また、研究設備・機器の調達制度の見直しも必要であると考えている。海外に見られるイノベーション調達の枠組みを活用することができれば、開発目的で企業との共同研究を進めつつ、先端機器導入を柔軟に行えるようにできる可能性がある。5年に一度の基本計画改定のタイミングを迎えるにあたり、研究基盤の刷新に向けて、今こそより効果的で意義のある取組が必要である(図3-1-13)。今回の機会を捉えて、日本全体の研究基盤を世界から見てもより魅力的なものとし、海外からも研究者を吸引する環境を整え、産業界との協働も一層進展させることができると期待している。



図 3-1-13 研究基盤の刷新に向けて

3.2 総合討論

ファシリテーター 永野 智己 (JST 研究開発戦略センター)

【網塚】 近年、各種部会で繰り返し議論してきたとおり、何よりもまず研究環境・研究基盤の刷新が必要であるとの点については、まさに機が熟していると感じている。ここ20年ほどの共用推進の取組により、現場の研究者や技術職員の意識は大きく変化してきた。たとえば北海道大学においても、若手研究者から「北大は共用化が進んでいると言われているが、自分が使いたい、そして本来は大学内で共用化されているべき装置が存在しないのではないか」といった問題提起がなされている。また、研究において社会的インパクトが重視されるようになり、その結果として、ミッションドリブンな研究が求められ、社会課題のニーズに応えるためには分野融合や部局横断的な融合研究の推進が多くの場面で必要になっている。大学としても、そうした流れを一層強化するため、北海道大学ではJ-PEAKSの枠組みの中で21件の融合研究プロジェクトをアサインし、大学として支援・運営している。

しかし、そうした融合研究を支える技術力・技術人材がどこに位置づけられているのかについて、研究者側から強い問題意識が示されている。複数部局（例えば5部局）の研究者が連携して融合研究を進める場合、どの部局の技術者が支えるのか、特定部局に負担が集中するのではないかと懸念が生じる。従来型の部局ごと研究者を支える組織や、個別に維持される研究基盤のままでは、こうした新たな研究ニーズに十分応えられない状況であり、研究基盤と支援組織を大きく刷新する必要がある。

研究基盤については、文部科学省の研究開発基盤部会でも議論されたとおり、国全体として大型・汎用かつ高額な装置をどのように最適配置するか、さらに各機関の内部でどのように最適化していくかを戦略的に考える必要がある。ARIMでは10年スパンの計画を進めていとのことであるが、各大学においても、NMR、X線、質量分析装置など汎用性の高い装置について、計画的な更新を行う戦略的運用が不可欠である。

技術人材については、技術職員のポテンシャルが高く、モチベーションも総じて高いという追い風がある。機が熟していると述べたのはこの点にも由来する。多くの技術職員は、部局に閉じたローカルな業務だけでなく、全学的な業務に携わりたいとの意向を持っている。しかし、これまで組織側の整備がその意向に追いついていなかった構造的な問題がある。現在、その点を大きく転換しようとしているところだが、全体として技術職員の規模を拡大することはなお困難な状況にある。若干具体的な数字を示すと、北海道大学の場合、教職員はおおむね4,000人規模であり、そのうち約2,000人が研究・教育系教員、約1,000人が事務職員、約1,000人が技術職員である。この技術職員約1,000人のうち、今回の議論の対象となる研究教育系の技術職員（常勤）は約230人にすぎない。残りの700人超は、施設整備系技術者、看護師、研究船乗組員、非常勤職員等で構成される。すなわち、研究者約2,000人に対して、研究教育系の常勤技術職員は230人という規模である。今後、この人数をどの程度まで増やすべきか、という点が重要な論点である。教員数を削減すれば技術職員を増やすことは形式上可能であるが、それでは研究力が低下してしまうため現実的ではない。したがって、大学として事業規模そのものを拡大し、研究者数を維持したまま技術支援人材をいかに増強していくかが、今後の重要なポイントになると考えている。さらに、高度な専門職人材を育成するためには、処遇の引き上げが不可欠であり、そのためには大学の財務基盤の改革が必要となる。今回の研究基盤刷新は、大学ガバナンスの深い層とも密接に結びつくものでもあり、大きな構造転換を伴う。このため、どこからどのように手を付けていくかは容易ではなく、慎重かつ大胆な判断が求められる。

AI for Scienceに関しては、データ活用などの側面について、ARIMがここまで進展していることを踏まえ、その活動を最大限に活かし、AI for Scienceの取組と有機的に紐づけていくことが適切ではないか。また、AIや機械学習の活用については、学術分野ごとに自律的に進展していく側面がある。各分野の特性に応じたカスタマイズされたAI・機械学習の活用方法があり、研究現場における必要性に基づき自発的に発展していく部分は大きい。したがって、こうした研究者が自らの発想でAI for Scienceを推進できるよう、柔軟にアプ

ライ可能な枠組みを整備することが望ましいと考えている。

【飯田】 文部科学省 科学技術・学術審議会 研究開発基盤部会の臨時委員を、分析計測機器を開発する企業の立場で務める中で感じている点について述べる。最先端計測機器を含め分析計測機器を、開発・製造・販売する企業の業界団体である日本分析機器工業会と密に連携して取り組み、今年度、日本分析機器工業会としての科学技術政策に対する提言を文部科学省に提出した

(一般社団法人 日本分析機器工業会, https://www.jaima.or.jp/jp/news_detail/news_20250812/, 2025年12月16日時点)。

ここでは、「イノベーション促進型調達制度」導入、「アーリーアダプター」の戦略的支援などを要望している。日本分析機器工業会との対話の中で特に強く認識したのは、業界として極めて強い危機感を抱いているということである。分析・検査機器は研究の基盤を構成するものであり、汎用機器の機能・性能強化、堅牢性・操作性の向上や、最先端機器の開発のいずれも重要である。これらは、今回議論された共用の場と非常に親和性が高く、適切に連携することで、機器と用途の開発スピードと質を大きく改善・加速し得ると考えられる。特に最先端機器は最先端研究と車の両輪をなす存在であるが、現状では日本の機器メーカーがアカデミアと連携して機器開発を行っても、用途開発が十分に広がらず、「技術で勝っても、普及で負けている」という構造的課題が指摘されている。この点について、日本発の最先端機器の開発ならびにその用途開発に、共用システムおよび共用の場を組み合わせ、ポテンシャルの高い技術職員や研究支援人材と連携して用途開発を加速させることが極めて重要であると考え。新たな用途開発の成果をトップジャーナルを含む学術誌に論文発表し、これらを Scientific Evidence として、機器を世界市場に展開し、日本の研究者がその起点となることで、日本の機器メーカーと共に次の開発へつながる優位性が生まれる。結果として研究力の向上に寄与する。この構造転換については、現時点であればまだ間に合うというのが日本分析機器工業会からの強いメッセージである。

今回の議論を踏まえ、ぜひこうした方向性を実現していくことが重要である。また、企業側としても共用の場そのものを収益源とするのではなく、共用の場から生まれた用途が世界に広がり機器が普及することで、結果として収益が生まれるとの発想に立ち、まずは用途開発と研究力向上を優先したい。これによりエコシステムが成立し、産官学が連携して価値創出を進めていくことが可能になると考えている。その延長として、イノベーション促進型調達制度についてもぜひ実現に向けた議論を進めていただきたい。調達制度という名称になっているが、事業として取り組む仕組みが求められている。

AI for Science については、日本分析機器工業会としてもデータフォーマットの共通化に取り組んでおり、データ駆動型研究基盤構築のためのラボ DX を推進する政策の必要性を提言に盛り込んでいる。今後もアカデミアと協力しながら、自動化・自律化を含め、この領域の加速に向け取り組んでいきたいと考えている。

【岡田】 5年後、10年後にあるべき研究基盤の姿については、多くの関係者の認識に大きな差はないと考える。そのため、「将来像そのもの」の議論に踏み込むのではなく、その将来像にどのように到達するか、すなわち「次の一手をどこに置くか」が問題である。これまでの5年、あるいは20年にわたり研究基盤整備や共用推進は継続的に取り組まれており、新しい話題ではない。一定の成果は見られるものの、期待どおりに進んでいない領域も多い。その背景として、学術会議の文書にある「公的資金で購入した機器は公共財として考えるべき」という理念は美しくとも、現状の資金構造とは整合しにくい点がある。すなわち、過去には大学が潤沢な運営費交付金等を背景に高額機器を導入していた時代があり、その際には「公のもの」という認識が自然に共有された。しかし、現在は競争的資金の比重が極めて大きく、研究者が競争によって勝ち取った資金で導入した装置を「誰にでも使わせよ」、とりわけ競争相手にも使わせよというのは心理的障壁が高くなってしまふ。これは制度設計上の困難として理解しておく必要がある。実際、共用が進んでいない典型例として東京大学が挙げられる理由は明確で、大型研究費を多く獲得できる機関ほど、共用によるインセンティブが小さく、自前

で設備を揃えられてしまうためである。逆に大型資金が取りにくい機関では、自然と共用の必要性が高まる。

一方、クライオ電子顕微鏡のように共用が極めてうまく進んでいる例も存在する。その理由は明確で、1台数億円と極めて高額であり、通常的大型研究費でも単独購入は困難であるため、公的な共用枠組み以外に選択肢がないからである。このような例からもわかるとおり、高額だが現在は競争的資金によって一部で購入されている「コモディティ化しつつある高額機器」を共用の第一ターゲットにすると、現場の抵抗感が強く、成果が出ない恐れもある。

こうした背景を踏まえると、次の一手として最も持続可能性が高いのは、お金が回るシステムをまず構築することである。企業を巻き込み、新しい機器を共同で開発し、その成果が製品として市場に出ることにより経済的価値が創出されるような構造を作ることが重要である。ARIMの議論にもあったように、最先端の研究開発機器は単独では機能せず、周囲にコモディティ機器が揃って初めて研究として成立する。したがって、最先端研究開発拠点であると同時にコモディティ機器も整備された共用拠点を全国に複数力所整備し、分野ごとに橋頭堡としてスタートさせるべきではないか。これらの拠点では、単に共用を行うだけでなく、企業と連携した研究開発をもう一つの柱として位置づけ、そこから生まれた成果を企業が製品化し、収益源とする循環を作る。こうした考え方の資金制度は、これまでJSTやAMEDに存在してきたが、研究成果の社会実装までつながらなかった例、途中で廃止された例もある。その原因は、企業と研究者を結びつけ、プロジェクトとしてマネジメントし、最終的なマネタイズまで導くプロデューサー型・マネジャー型の人材が欠如していた点にあると分析されている。企業側の開発力は存在し、研究者も存在している。しかし、両者を結びつけて成果を社会実装まで導くマネジメント人材が不足している。これを各大学に配置していくことが鍵である。このような人材は日本国内に全く存在しないわけではなく、適切にPMとして参画させ、5年程度のスパンで確実に社会実装を生み出すプロジェクト設計を条件化すべきではないか。

以上が、もし次の一手として具体的な提案を求められた場合に提示したい論点である。たたき台、あるいはたたかれ台かもしれないが、持続的な研究基盤の構築と産学連携の高度化に向けた現実的な方向性として提示したい。

【金山】 研究基盤や装置と表現されるものについて、企業にとっては製品そのものであり、事業を支える「飯の種」である。特に先端的な機器については、海外メーカーによる強い脅威にさらされている。近年は中国企業が着実に存在感を増し、競合として迫りつつある状況にあり、企業側としては大きな危機感を抱いているのが率直な現状である。欧米企業と比較して、基本的な要素技術において日本企業が決して劣後しているわけではないとも認識している。個々の要素を比べれば優劣があるにせよ、基盤的な部分で本質的に劣っているとは考えていない。にもかかわらず事業面で競争力を発揮できていない点については、改めて構造的な背景を検討する必要がある。

企業としては、個々の技術力を高めていくことが使命であるが、これまでも、そしてこれからも、文部科学省やJSTのプログラムに限らず、大学や研究機関、企業との協働によって高度な技術を創出し、実用化し、それを汎用製品に展開するという循環を続けていく必要がある。高度研究から生まれた技術を製品へと還元し、事業として利益を確保し、その利益を再び研究開発へ投資するというエコシステムこそが、日本企業の競争力を支える基盤である。この循環を継続可能な形で維持・強化していく必要性を強く認識している。

しかし、個々の技術で決して負けていないにもかかわらず、なぜ事業で負けてしまうのか。私見では、これまで企業が「箱ものとして装置をつくれればよい」という意識に偏りすぎていた点が一因であると考えている。本来求められるのは、研究目的に沿って研究が円滑に進むような事業構造を設計し、企業も大学・研究機関とともに、研究を回すための事業を創出することである。研究の循環と事業の循環を接続する視点が不足していたのではないかという認識である。この点に関連して、藤ヶ谷先生の指摘にあった「装置が安定して稼働していることこそが、企業の飯の種にもなる」との論点はまさにそのとおりである。企業としてもAI化のみならず、先行してIoT化の取組を進めており、装置の安定稼働や故障予兆の検知、生成されるデータの高度活用といっ

た機能強化を開始している。こうした技術を含め、研究基盤の整備や新技術の開発においてアカデミアと連携し、研究の高度化に貢献していく必要がある。特にライフサイエンス分野におけるクライオ電子顕微鏡やNMRといった領域で、日本企業は弱みを抱えている。このため、これらの領域には一層注力し、研究リソースの投入を強化する方針である。企業としても、競争環境が変化する中で、アカデミアとの連携をより強め、新しい研究基盤と技術開発のエコシステムを築くことが不可欠であると認識している。

【渡邊】 現在、コアファシリティ構築支援プログラムの採択後に設置された機器共用の統括部局に所属しているが、それ以前は教育研究系の技術職員として勤務していた。この立場から、見解を述べたい。まず考えるべきは、各大学が有する現在のパフォーマンスは、研究者・教員、技術職員、URA、事務職員など、構成員それぞれが日々積み上げてきた業務の集合体として成立している事実である。いうまでもない点ではあるが、改めて強調したい。近年、技術職員の高度化が強く求められている。しかし、技術職員は研究者とは異なり、配属された部局で与えられた業務に従事することを基本としてきた。その中で、個々が高度な技術や知識を身につけ、研究や大学運営に貢献してきた歴史がある。一方で、現在議論に上っているような「先端研究を協働する技術者」や「最先端機器の開発に携わる技術者」といった研究推進型の高度専門人材と、「情報基盤や安全衛生に携わる技術者」や「実験・実習を担う技術者」といった大学運営・基盤貢献型の高度専門人材を、同じ枠組みの中だけで議論することには限界がある。この点に関連して、東京科学大学が進めるTCカレッジのように、全国的な技術職員の高度化スキームが存在する。こうした枠組を活用し、技術職員のスキルを標準化し、見える化し、拠点化する仕組みは重要である。その際、技術職員が単に配置されるのではなく、研究者と同様に自身で応募できるキャリア経路を整備することも必要と感じている。技術職員の「見える化」についても述べたい。技術職員のコミュニティ内では既に多数の研究会等が組織されており、総合技術研究会、機器分析研究会、実験・実習研究会、情報技術研究会など、多様な分野で活動が行われている。これらの研究会では、発表や報告書が体系的にまとめられており、技術職員の知識・技能は一定程度「見える化」されていると言ってよい。その「見える化」を研究者が活用するためには、研究会内での体系化に加えて、個々の技術職員のコアスキルや支援実績を検索可能なデータベースとして整備し、研究者向けに技術交流会やウェブサイトを通じて積極的に発信するなど、更なる工夫が必要である。政府や研究者がこうした活動をより注視すれば、どのような技術研究が行われ、どの分野にどのようなエキスパートが存在するのかを把握する助けになるはずである。これら既存のコミュニティや蓄積された知見をうまく活用することで、技術職員の高度化や配置の適正化について、より具体的な議論が可能になる。

【富澤】 若手研究者の育成という観点から、共用エコシステムとしてのコアファシリティの重要性を強く認識している。日本が今後もノーベル賞級の研究者を継続的に輩出するためには、こうした仕組みが不可欠である。熊本大学の例を挙げると、今は半導体が注目されているものの、同大学は医学研究に大きな強みがある。発生医学研究所、そして私が所属するIRCMS（国際先端医学研究拠点）では、「海外から研究者が赴任したら翌日から研究できる環境を提供する」ことを合言葉として運営している。この理念を実現するため、研究室単位で機器を所有するのではなく、完全にコアファシリティ化している。具体的には、CREST、AMED、創発的研究支援事業などの研究費で備品や機器を購入することを禁止している。すべての研究設備は間接経費等を集約した共通予算により整備し、大学として優先順位や投資計画を決定している。どの機器をいつ更新するか、どの専門技術員を配置するかといった点も、共通の枠組みの中で決定している。こうした仕組みは、研究者の研究立ち上げを迅速にし、研究の質と効率を大きく高めている。

一方、このような運用が可能なのは、研究費を獲得できる強い研究分野だからこそであり、すべての大学や部局で同様に実施できるとは限らない。資金獲得が難しい領域では、共用基盤の整備が進まないことが大きな課題である。したがって、今回の議論にもあったように、企業との連携、とりわけ工学系分野におけるβ機の共用や企業と共同での機器開発など、日本全体での協働が必要であると考えている。こうした連携を通

じて、コアファシリティの価値を最大化していくことが望ましい。

EPOCHについては、その成功を強く期待したい。その際、予算の使途としては、機器購入に充てるよりも、システム構築や技術職員への投資に重点を置くべきではないか。機器そのものは各研究室やプロジェクトが購入し、EPOCHではむしろ共通の仕組みや支援人材に資源を投じることが効果的ではないかというのが、個人としての見解である。

【佐藤】 最近アジアの大学を訪れた際、大きな体育館のような仮施設がわずか1カ月程度で建設され、内部には200台以上はあろうかという数の装置が並び、自動化実験・データ収集などが行われている様子を目にした。1カ月前は更地であったことを考えると、その実行のスピード感に驚かされたが、それ以上に印象的であったのは、彼らが「誰が使っても適切なデータが得られるシステム」を構築している点である。「誰もが」というのは、熟練した研究者や技術者だけではなく、研究の練度が低い学生・院生、さらには初めて研究機器に触れるいわば素人を含んだものであった。精度について質問したところ、「精度は日本がやってくれるから問題ない」と明確に言われた。これは非常に象徴的であり、すなわち彼らは大量の装置を高速に整備し、自動化によって「誰もが」使える仕組みをつくり、精度の部分は日本を含む他国から輸入すればよい、というビジネスモデルを明確に描いている。アメリカの大学でも同様の動きが進んでおり、アジア圏・アメリカ双方とも、この分野でのスピード感が日本とは大きく異なると痛感している。

AI for Science時代の研究基盤には、まさにこのスピードと自動化が不可欠である。現在、技術職員の現場では「試料作製のプロ」「計測のプロ」「解析のプロ」といった役割が必要であるが、とりわけ解析のプロが不足している。また試料作製には多大な労力と、時に専門的な手技が必要である。しかし先ほどの「誰もが」という点には、「どんな状態の試料でも」という点が含まれている。つまりプロが準備した試料、あるいはその研究機器に合わせなくてはいけない試料ではなく、誰でも、どんな試料でも研究機器に必要な試料をポンっと入れれば自動計測・解析してくれるという点である。AIが普及すれば、それぞれのプロ、必要な専門人材を大幅に減らすことができ、省力化と高速化につながる。また研究機器に張り付いていた技術者を研究者とともに研究活動に従事させることなどもできる。こうした状況を踏まえると、上記の海外大学が進めるアプローチは、新たなマーケットを切り開くという点だけではなく、研究開発の現場などのイノベーションの苗床に大きな変革を与えるうえで非常に合理的かつ迅速であり、日本としても無視できない趨勢である。

次に共用のスキームについて述べたい。岡山大学と日本電子によるSX（Shared Transformation）プラットフォームの取組にも示しているが、「設備は買う時代ではなく、借りる時代である」との認識が重要である。本当に必要な装置は購入すればよいが、汎用機器や中価格帯機器はリース・レンタルが合理的である。しかし大学の学長などの執行部の役員らに「借りたほうがよいのでは？」と助言すると、「入札が難しい」「リース・レンタルの仕組みが複雑」などの理由が返ってくる。しかし、大学に入っているコピー機や電話機などは全てリースであり、困難だというのは単なる思い込みである。だからこそ、やる気のある大学・組織を高く評価し、引き上げる仕組みが必要である。また、大学がレンタルを・リースを採用すれば、企業側にもメリットが生まれる。例えば5年リースで導入された装置を更新する際、同じ機種を持ち込んでも大学はリースを継続しない。メーカーはバージョンアップなどをせざるを得ず、結果として企業側の研究開発力を押し上げることができる。また、レンタル期間中に装置データを取得もできる。さらには現場の技術職員は常に最新機器に触れることができ、スキルアップにもつながる。買うべきものは買えばよいが、日本全体として「借りる文化」を育てることも、それもスピード感を持って行うことが極めて重要だと考えている。購入して保守に高い人件費を当てている、購入したのはよいが担当する技術職員の人件費を確保できない、耐用年数を過ぎた機器を大事に使い続けるというある種の美德感覚の蔓延、そして大きな課題としてリース・レンタルでも政府調達になると機器設置までに長い時間を必要とし、研究活動を大幅に遅らせている。時には資金があるにも関わらず、長い時間を要してしまい、資金の年度を跨げずに無駄になることもある。政府調達は、同じ大学でも国立大学法人は対象だが私立大学は除外される。さらにいうならば「国立大学」ではなく「法人化」されているにも関わ

らず対象となっている。これらを早急に改めなければより良い研究現場の実現、イノベーションの創出には絶対に寄与しない。日本の現状として大きな課題だ。

最後に、研究者と技術者の両輪の話である。岡山大学が優れた取組を進めており、業績を出していることは事実だが、一方で組織の肥大化や人材流動の低下などの課題も感じている。そのため、例えば人事の基本方針として「15年ルール」を提示した。これは、博士取得後15年以内に准教授に昇進できなかった教員は研究者ルートから外れて頂くという制度である。もちろんライフイベントや出向などには配慮する。さらに技術職員の組織である総合技術部についても、本年度で設置3年目となるが、年度初めの私の講話において「創部されて3年間経過した。3年という期間はさまざまな知を得て身にできる期間である。例えば技術研究に従事している技術職員で技術論文を1本も書いていない者、研究機器などを担当しており、この3年間で新しいスキルを2〜3つ獲得していない者などは技術職員としての適正があるのかが問われるかもしれない」と明確に伝えた。技術職員の「高度化」は、当事者意識を全員が持たなければ、制度や枠組みだけ整備しても成果は出ない。経営側は、意欲ある人材が最大限活躍できるよう、制度・規則を設計し、インセンティブなどを整える責務がある。今回、制度設計の大枠が整備されるのであれば、これを実際に機能させるために、研究者のみならず、技術職員の高度化などの優れたグッドプラクティスと、それを支えるルール・インセンティブ設計が不可欠であると考えている。

【江端】「場」という観点から共用の場が果たす役割について課題を述べると、装置・設備・機器を購入するためのファンディング制度そのものを抜本的に見直す必要があると強く感じている。大学では研究者が競争的資金を獲得し、自らの判断で機器を購入・管理するほうが早いという状況が生じており、東京科学大学においても同様である。その結果、共用の場へ巻き込むために統括部局が多大な労力をかけて調整し、コストばかり増大するという問題が生じている。この課題を解決するには、研究者が競争的資金を用いて自ら購入する仕組みと、大学組織として機器を導入し、組織的に管理する仕組みを明確に切り分け、それぞれに適したファンディング制度を整理することが不可欠である。両者の制度設計を明確化しない限り、共用の場としての一貫した運営は困難であると考えている。さらに、「では、この場で研究開発を担う研究者はどこにいるのか」という問題がある。研究開発が「すぐ成果が出る人たちの小さなコミュニティ」に閉じてしまい、本来求められるべき産学連携、グローバルな事業展開につながる層が、十分に育っていないのではないかと危機感を抱いている。

したがって、共用の場やコアファシリティは、研究開発を促す「場」として研究者を奨励し、そこでの活動自体が研究者の評価につながる仕組みでなければならない。「この場に参加する研究者にはどのような評価が与えられるのか」を制度として明確化することで、研究者が積極的に参画し、研究開発の循環が強化されると考えている。さらに、この「場」を活性化するための高度な技術人材、高度なマネジメント人材の活躍が不可欠であるので、研究環境のポテンシャルを最大化するためのチームの構築もセットで考えていくべきと考えている。

【井上】共用の場にどのような機能を備えるべきかについて、第一に先端機器開発の機能を確実に組み込む必要がある。科研費にはかつて「機器開発」を指す科目が存在したが廃止され、それを契機に機器開発に携わる研究者が減少した側面もある。こうした状況を踏まえると、先端機器開発を担う機能を共用の場に組み込むことは必須であろう。第二に、データ収集とAI時代への備えである。大量データを扱う研究基盤において、データ生成、収集、管理を行う仕組みは不可欠であり、とりわけクライオ電子顕微鏡級の大容量データを全国で共有できる体制が求められる。データをセキュアかつ大容量のネットワークで接続し、オールジャパンでアクセス可能な環境とすることが重要である。EPOCHの構想については、各大学が競争的資金の感覚で提案を作り始めれば、結局「取った者のもの」になり、公共財とは言えなくなってしまう。これは共用の理念に逆行する。むしろ重要なのは、「橋頭堡をどのように形成するか」である。個々の大学に任せたままのか

たちでは「どれだけの機器を整備すべきか」「どのようなスタッフが必要か」といった議論が収束しない。したがって、機器共用に深い知見を持つプロフェッショナルや、機器メーカー関係者、大学関係者などがオールジャパンでテーブルにつき、全国的な汎用先端研究機器基盤をどのように形成するかを議論すべきだと考えている。そこから「まずはこの分野はここを橋頭堡にする」といった合意を形成することが重要である。この場合、事業費は拠点大学のための予算ではなく、あくまでオールジャパンの公共財を構築するための予算であるとの認識が不可欠である。さらに、EUが20年スパンで先端機器の整備計画を策定しているように、日本も20年計画を視野に入れた全国的な研究基盤整備が必要である。先端機器の更新計画や、橋頭堡拠点ごとにどのレベルまで機器を揃えるか、といった点を具体化することが求められる。その上で、たとえば「ここは電顕開発拠点」「ここは質量分析装置の開発拠点」といった役割配置を行うことも可能ではないか。全国的な基盤の構築、拠点の役割分担、ネットワーク整備、開発機能の配置など、具体的な議論が必要である。

【佐藤】 共用の場に求められる最も重要な要素は、「変化を体感できる場」であると考えている。ここで言う変化とは、ネガティブなものではなく、研究者や技術者が前向きな成長や改善を実感できるポジティブな変化である。そうした好循環を生む場となるのが、共用基盤の価値を高める上で不可欠であると感じている。

また、(EPOCHにおいて) 管理主体は大学である必要は必ずしもないのではないかと考えている。大学には大学による点があるが「拠点」となると抱え込む場合が多い。参画・連携大学などはあるにせよ、「うちの大学の拠点」というように陥りやすい。むしろ、全国の拠点を統括する一つの大きな機構のような仕組みを設け、その機構のもとで複数の大学が役割を担う体制を構築するという考え方も有効ではないか。機器共用・開発を全国的に推進する統括機能を持つ組織が存在すれば、各大学が単独で抱える負担を軽減しつつ、迅速なノウハウやデータなどの情報の共有化もでき、国家レベルの最適化を図るうえで大きな効果を発揮すると期待される。

【長我部】 企業側の立場から、あくまで個人的な意見として述べるが、われわれが競争相手としている海外企業の事業規模は恐らく約5兆円に達する。対して、日本の研究基盤関連産業は恐らく約7,000億円規模にとどまる。研究開発費を10%と仮定すると700億円、そのうち実際に先端機器開発に投じられるのはさらに10分の1程度、すなわち70億円規模である。この限られた規模で世界の巨大企業と競争していかなければならないのが現実である。こうした状況を考えると、どこにフォーカスするかを明確に定めることが不可欠である。大学とメーカーが連携し、リソースを無作為に分散するのではなく、勝ち筋がある領域に集中投資する戦略的思考が求められる。研究機器側も大学と協働し、重点領域で確実に競争優位を確立するための政策的・組織的な枠組みを整備する必要があると強く感じている。

【馬場】 研究開発のモデルはリニアではなく、いかに循環のスピードを高めるかが重要であると考えている。研究基盤の刷新に向けて、研究機関や研究者同士が健全に競い合いながらも、国として、先端的な研究設備・機器の開発を併せ、成長・発展し続ける研究基盤を構築する戦略が求められる。その際に重要となるのは、シナリオやプロセスを明確にしておかなければ、ステークホルダーにインセンティブのあるものにならないという点である。例えば、競争的研究費で機器を購入できないようにするという政策アイデアがあったとしても、それだけでは北風となり、研究力を低下しかねず、コミュニティの反発を招く可能性がある。むしろ、太陽のように、研究者がそもそも設備を購入せずとも高度な研究が可能となる研究基盤を大学において整備することを目指し、制度的にも運営費交付金や私学助成等の基盤的経費の拡充によって、競争的資金に依存せざるを得ない現状を是正する方向が望ましいと考える。EPOCHにおいても、様々な施策とも連動し、仕組みとして持続可能な制度設計を行い、大学や産業界とともに実装していくことが極めて重要である。

付録 ワークショップ開催概要

1. 概要

日程：2025年10月29日（水）13:30～17:00

場所：TKP市ヶ谷カンファレンスセンターおよびZoomによるハイブリッド開催

主催：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）

2. 開催趣旨

第7期科学技術・イノベーション基本計画策定へ向けた政府における検討が進むなか、わが国における科学技術・イノベーションエコシステムがよりよく機能していくためには、産学官の連携はもちろんのこと、大学・国研等アカデミアにおける研究力強化が欠かせない。本ワークショップでは、研究力強化を支え、研究の創造性と協働を促進する先端研究基盤・研究インフラ（以下、研究基盤）の在り方や課題を議論する。

なかでも、産学連携による先端研究機器の開発や整備、アカデミアにおける共用拠点等の場の形成を通じた、研究基盤環境の効果的な構築、研究基盤の構想から開発・整備、更新等を見据えた長期プランによるマネジメント、研究基盤がより持続的に進化・成長していくために必要となる、新たな変化への備えを見据えた中長期戦略の作成など、多岐にわたる観点を扱う必要がある。同時に、研究基盤をより持続的で効果的なものとして整備・運用していくためには、専門技術を有する人材の育成・確保や、そのために必要な制度・組織改革、環境構築、主要機器状況の全国的な可視化、情報・データ基盤の整備やAI for Science時代への変化・対応力強化などが必要となる。

これまでJST-CRDSでは、報告書「研究基盤・研究インフラのエコシステム形成に向けて—日本・欧州における研究機器の開発、調達、利用促進、共用—（2025年3月）」や「研究機器・装置開発の諸課題—新たな研究を拓く機器開発とその実装・エコシステム形成へ向けて—（2024年7月）」等の発行を通じ、国内外動向の調査・分析をもとに研究基盤に関する主要論点や課題・方向性を提示してきた。また最近では、文部科学省における研究開発基盤部会および同部会先端研究開発基盤強化委員会において「研究の創造性・効率性の最大化のための先端研究基盤の刷新に向けた今後の方針」（令和7年7月10日）が公表されたところである。こうした一連の経緯を背景とし、今後の研究基盤の具体化に際し主要課題への認識を深め方向性を見定めることを目的に、本WSでは機関・組織の垣根を越えた忌憚ないディスカッションをおこなう。以上の基本趣旨のもと、わが国の向こう10-20年を見据えた研究基盤のあるべき姿の具現化へ向けた一助とする。

3. プログラム（敬称略）

（1）開会

13:30-13:35	開会挨拶	永野智己（JST-CRDS）
13:35-13:40	関係府省挨拶	井上諭一（内閣府）、馬場大輔（文部科学省）
13:40-13:50	趣旨説明	永野智己（JST-CRDS）

（2）話題提供

13:50-14:10	染谷 隆夫	東京大学大学院工学系研究科 教授
14:10-14:30	竹山 春子	早稲田大学理工学術院 教授
14:30-14:50	長我部信行	株式会社日立ハイテク コアテクノロジー&ソリューション事業統括本部 エグゼクティブアドバイザー
14:50-15:10	江端 新吾	東京科学大学 理事特別補佐（総合戦略担当）
15:10-15:25	休憩	

- 15:25-15:45 藤ヶ谷剛彦 九州大学大学院工学研究院 教授
- (3) 総合討論 ファシリテーター 永野智己 (JST-CRDS)
- 15:45-16:55 話題提供「研究基盤の刷新に向けて」馬場大輔 (文部科学省)
- ディスカッサント
- ・ 網塚 浩 北海道大学 副学長、グローバルファシリティセンター長、理学研究院長・教授
(文部科学省研究開発基盤部会 主査、同先端研究開発基盤強化委員会 主査)
 - ・ 飯田 順子 株式会社島津製作所 分析計測事業部 上席理事
(一般社団法人日本分析機器工業会 政策提言検討会 主査)
 - ・ 江端 新吾 東京科学大学 理事特別補佐 (総合戦略担当)、戦略本部 教授
(一般社団法人研究基盤協議会 会長)
 - ・ 岡田 康志 東京大学大学院医学系研究科 細胞生物学教室 教授
 - ・ 金山 俊克 日本電子株式会社 取締役兼専務執行役員
 - ・ 佐藤 法仁 岡山大学 副理事 (研究・産学共創総括担当)・副学長 (学事担当)
 - ・ 染谷 隆夫 東京大学大学院工学系研究科 教授 (JST 先端科学技術委員会 委員)
 - ・ 竹山 春子 早稲田大学理工学術院 教授
 - ・ 富澤 一仁 熊本大学 理事・副学長
 - ・ 長我部 信行 株式会社日立ハイテク コアテクノロジー & ソリューション事業統括本部
エグゼクティブアドバイザー (JST 未来社会創造事業「共通基盤」領域 運営統括)
 - ・ 藤ヶ谷 剛彦 九州大学大学院工学研究院 教授
(文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業 運営機構長)
 - ・ 渡邊 政典 山口大学 リサーチファシリティマネジメントセンター事務室長 副学長補佐 (併) 学術研究担当
- (論点1) AI for Science 時代の研究基盤開発と実装の課題
- (論点2) 共用スキームと技術開発の接続、中長期の時間軸をどうつなぐか
- (論点3) 研究 (者) と技術 (者) の両輪による持続的な相乗効果を生む仕組み
- (4) 閉会
- 16:55-17:00 閉会挨拶 永野智己 (JST-CRDS)

総括責任者	永野 智己	総括ユニットリーダー	横断・融合グループ
メンバー	川澤 良子	フェロー	横断・融合グループ
	杉村 佳織	フェロー	横断・融合グループ

研究の創造性と協働を促進する先端研究基盤

令和 8 年 1 月 January 2026

ISBN 978-4-86829-023-0

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

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/crds/>

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。
著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・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。
なお、本報告書の参考文献としてインターネット上の情報が掲載されている場合、当該情報はURLに併記された日付または本報告書の発行年月の1ヶ月前に入手しているものです。
上記以降の情報の更新は行わないものとします。

This publication is protected by copyright law and international treaties.
No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law.
Any quotations must be appropriately acknowledged.
If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact crds@jst.go.jp.
Please note that all web references in this report were last checked on the date given in the link or one month prior to publication.
CRDS is not responsible for any changes in content thereafter.

FOR THE FUTURE OF
SCIENCE AND
SOCIETY



CRDS

<https://www.jst.go.jp/crds/>

