

# 先端研究基盤・研究インフラのエコシステム形成へ向けた課題 －開発・実装・利用成果創出の循環実現へ－

2024年11月21日

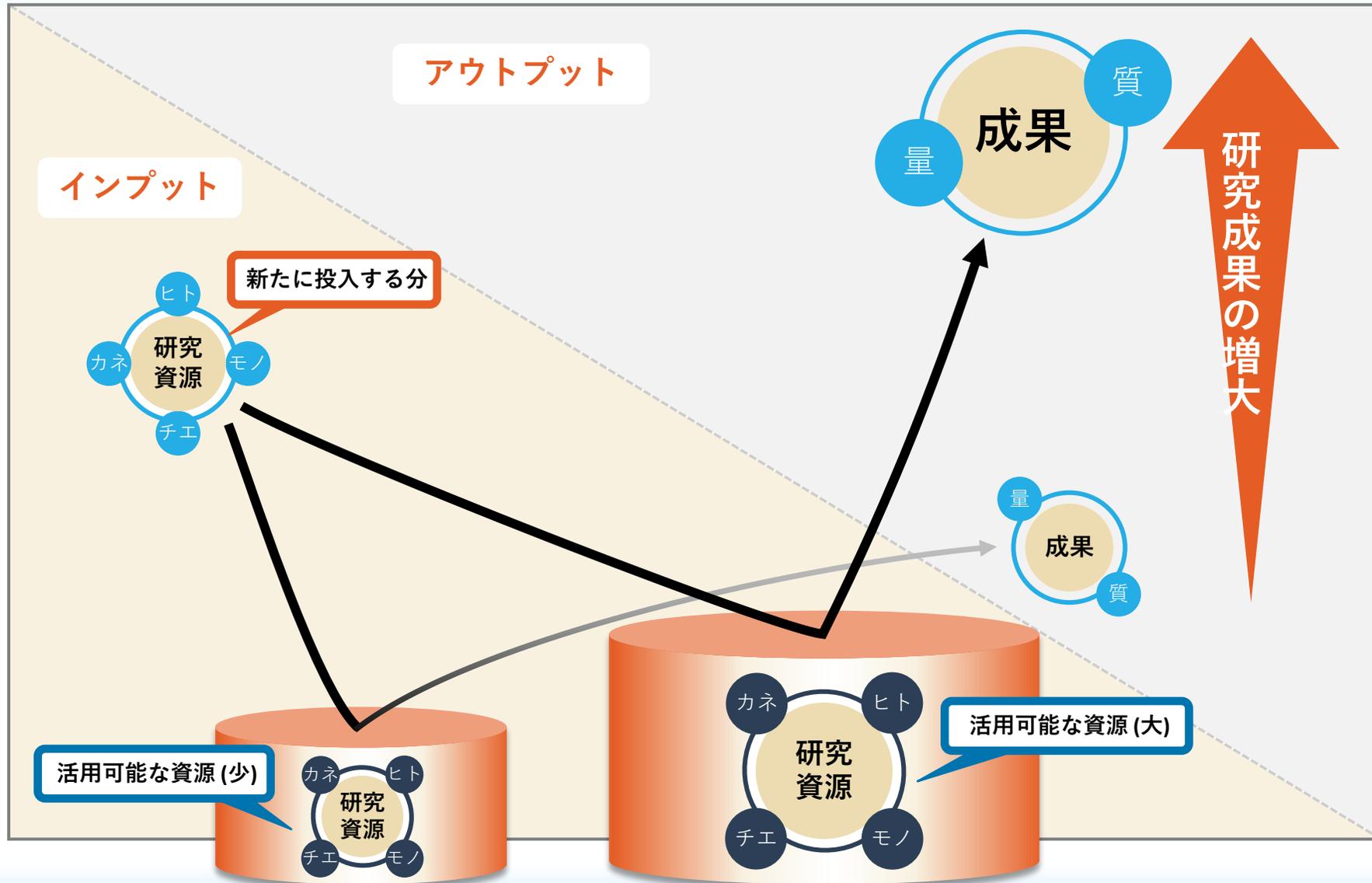
国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)  
研究開発戦略センター (CRDS)  
永野智己



# 研究基盤・研究インフラのエコシステムがなぜ必要なのか

- AI・ロボット駆動の「研究DX」が世界的に進む中「先端設備・機器」と「大規模計算・ソフト・データツール」の研究インフラの進展は、科学技術イノベーションのドライバー。これらの性能で成果創出とそのスピードが決まる面もある
- わが国の研究インフラは、多くの分野で海外からの輸入依存度が高まる。結果、研究現場への導入において、海外から数年単位で遅れ、それらを活用した研究成果でも遅れをとるケースが頻発。購入に際しても海外メーカー国での調達に比して価格差が生じ、投資コスト大となり研究競争上不利。特に数千万円～数億円規模のミドルレンジの機器で顕著
- 近年、研究インフラ・研究環境改革の一つとして「共用」が文科省主要施策によって一定程度進展。一方で、多様で高度な性能や仕組みが求められる研究環境（ヒト・モノ・カネ・チエ）の整備、研究開発エコシステムの形成にはいくつもの課題が残る
- 研究インフラは購入のみならず、現在のわが国の研究開発現場では、新たな科学を開拓する新技術や新装置を「開発」する環境や仕組みは特に限られている。新たな科学の知を創出しうる技術の開発ができず、購入・導入も遅れ、それらが整わないままおこなう研究競争は多くの分野で不利となる構造的な問題

# 「効果をもたらすストックの差」が研究力の発揮・成果に大きく影響

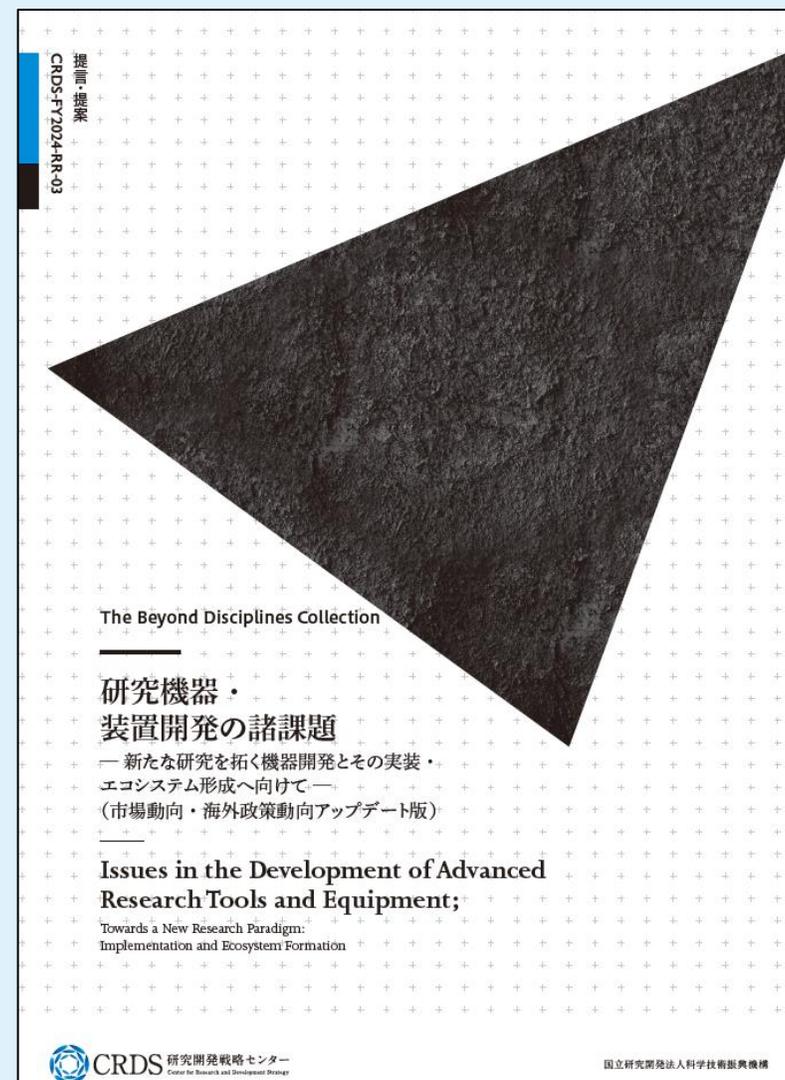


インプットの一部として用いるストック

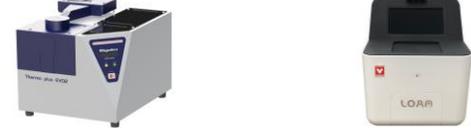
# 研究機器・装置開発の諸課題

— 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 —

(市場動向・海外政策動向アップデート版)

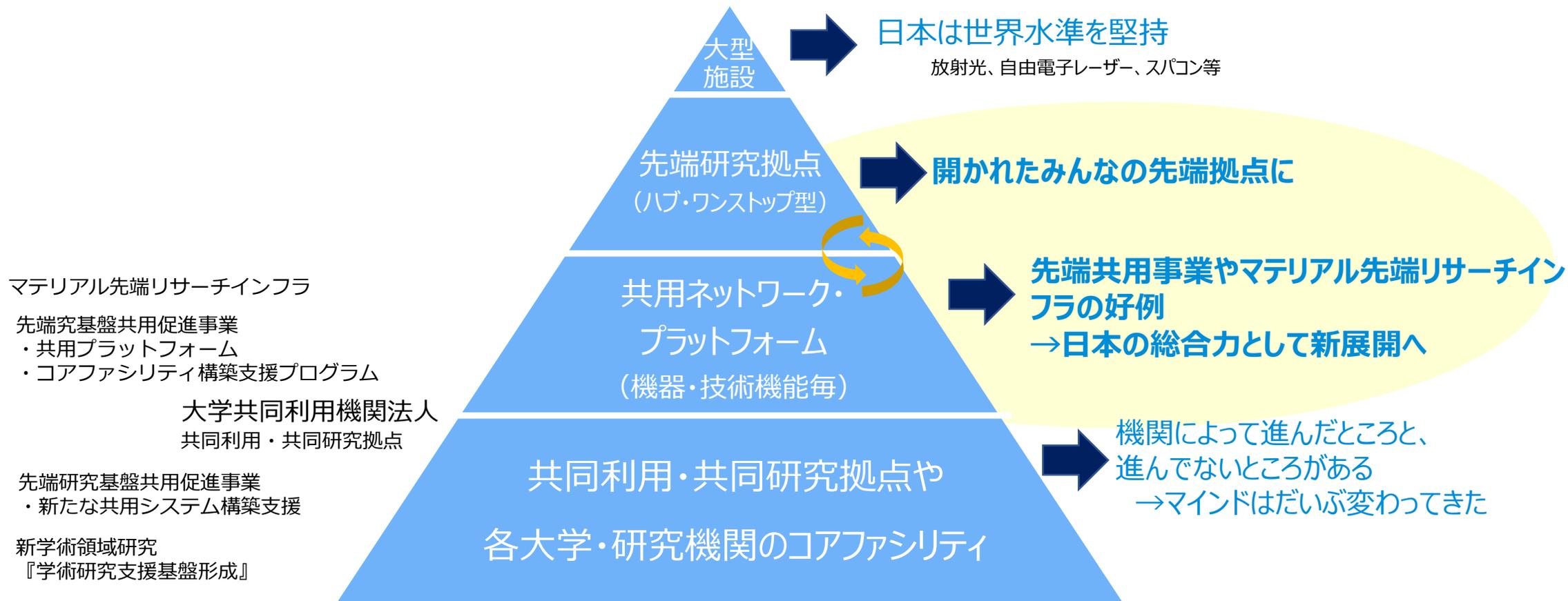


# 本調査における「機器・設備」の規模、価格帯による分類

規模	① 超大型施設	② ミドルレンジの先端機器	③ 少額の汎用機器・備品類
価格帯	建設費数百億円～	1,000万円～20億円程	～1,000万円
設備図 (例)	<p>SPring-8、<span style="float: right;">富岳</span></p>   <p>(出典：理化学研究所)</p> <p> NanoTerasu (QST, JASRI)</p> <p>SLAC (米)<span style="float: right;">DESY (独)</span></p>  	<p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">計測・分析機器</p> <p style="text-align: center;">電子顕微鏡 (TEM,SEM等)</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>NMR</span> <span>クロマトグラフ</span> <span>XRD</span> </p>  <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">加工・プロセス機器</p> <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>EB描画装置</span> <span>ステッパー露光</span> <span>ALD装置</span> </p> 	<p style="text-align: center;">卓上SEM</p>  <p style="text-align: center;">デスクトップXRD</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>赤外分光光度計</span> <span>蛍光分光装置</span> </p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>示差走査熱量計</span> <span>リアルタイムPCR</span> </p> 

図出典：  
[https://www-ssrl.slac.stanford.edu/content/sites/default/files/documents/ssrl\\_strategic\\_plan\\_2019-2023.pdf](https://www-ssrl.slac.stanford.edu/content/sites/default/files/documents/ssrl_strategic_plan_2019-2023.pdf)  
<https://www6.slac.stanford.edu/about/contact-slac>  
[https://www.desy.de/contact/index\\_eng.html](https://www.desy.de/contact/index_eng.html)  
 日本分析機器工業会 WEB分析総覧 <https://www.jaimadirectory.jp/>

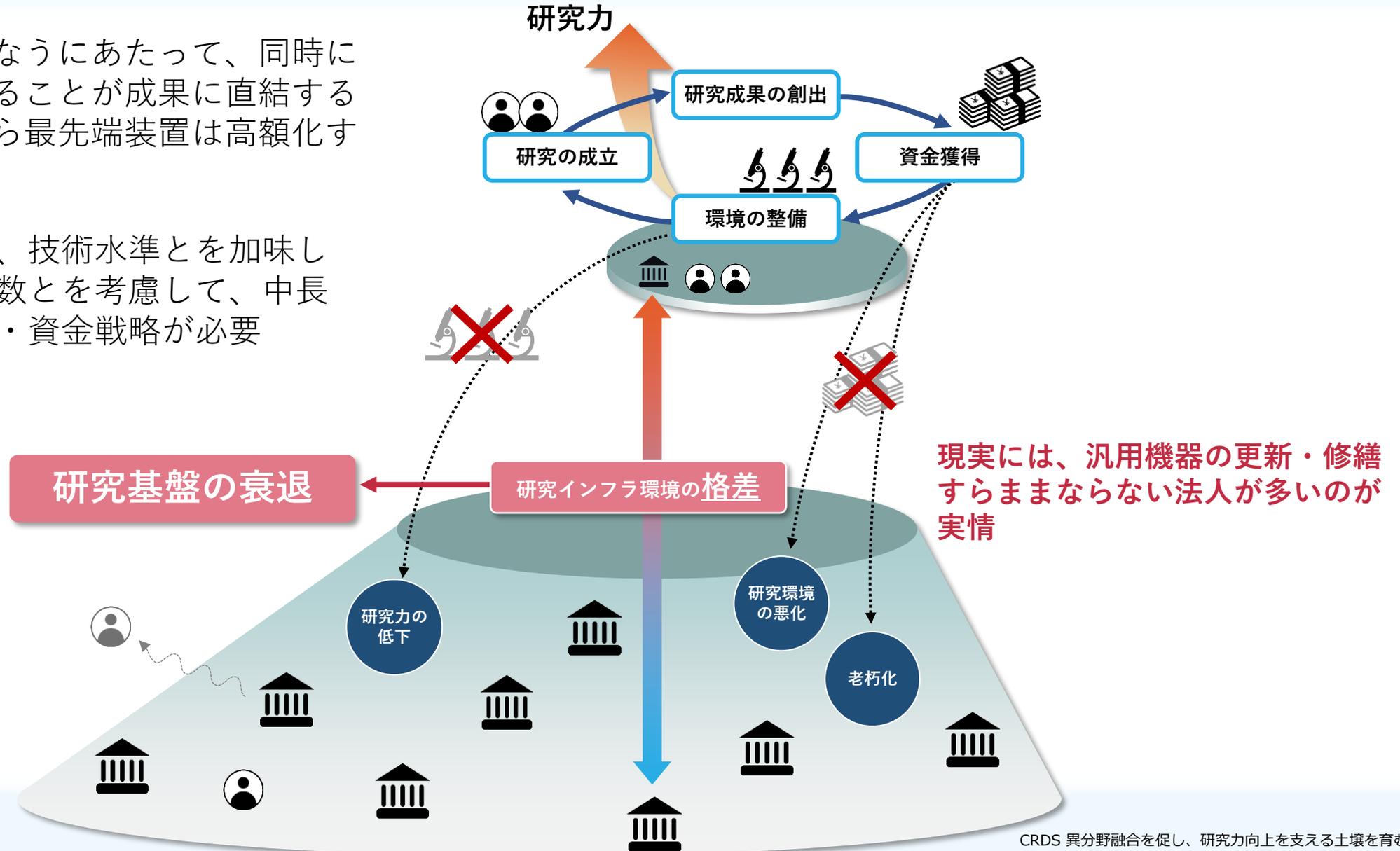
# 研究基盤・研究インフラの階層概念



# 研究力に直結する研究基盤・研究インフラ環境の衰退

先端の研究をおこなうにあたって、同時に設備が最先端であることが成果に直結する場面が多く、それら最先端装置は高額化する傾向にある

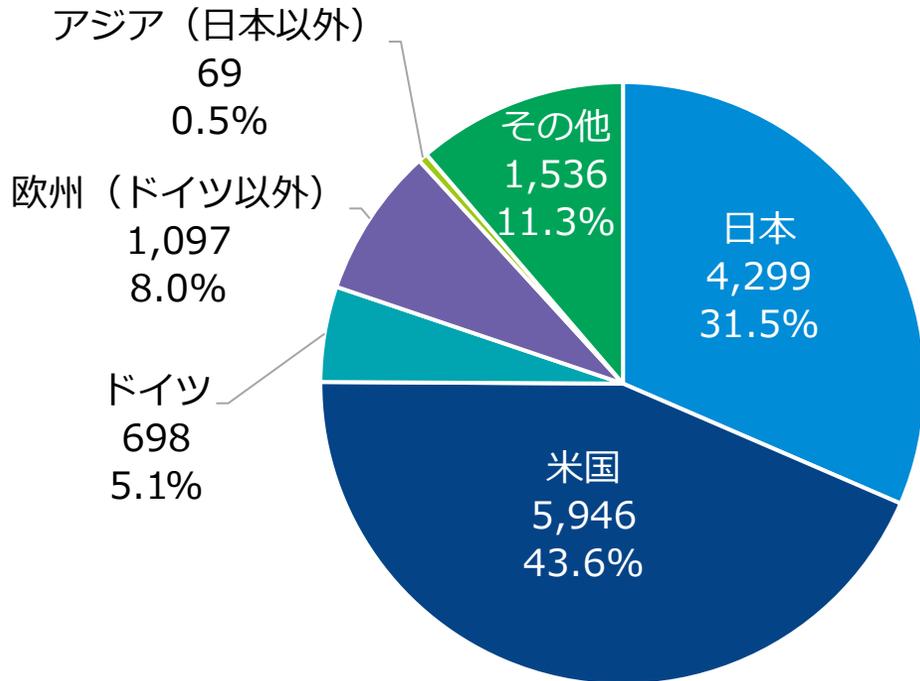
技術進展の時間と、技術水準とを加味した実質的な耐用年数とを考慮して、中長期の戦略的な配備・資金戦略が必要



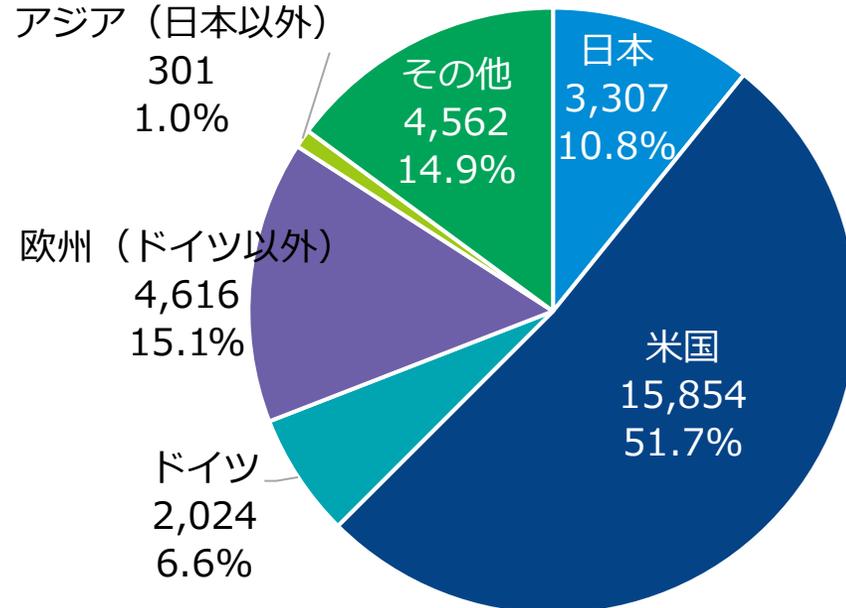
# 研究機器の企業国籍別市場シェア（日本市場と米国市場の違い）

- 2021年の日本市場と米国市場のそれぞれについて、企業国籍別販売額およびシェア
- 日本市場における日本企業のシェアは30%で、米国企業のシェアは43.6%
- 米国では、市場の約半分のシェアを米国企業が獲得しており、米国ユーザーは機器の多くを国内企業から購入している

※本データは、各国ごとの市場規模 × 企業国籍毎の企業シェアの和を世界市場におけるシェアと仮想的に同等と見なし、推計している。



日本市場における企業国籍別シェア



米国市場における企業国籍別シェア

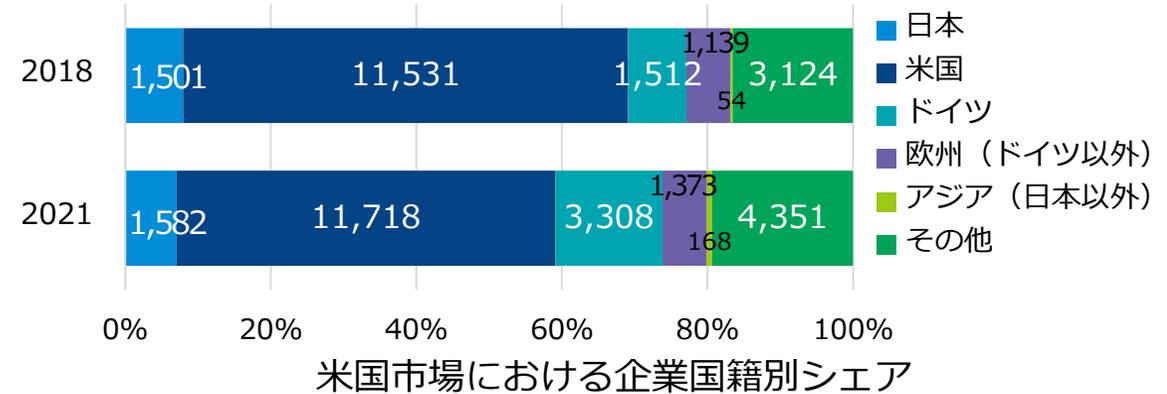
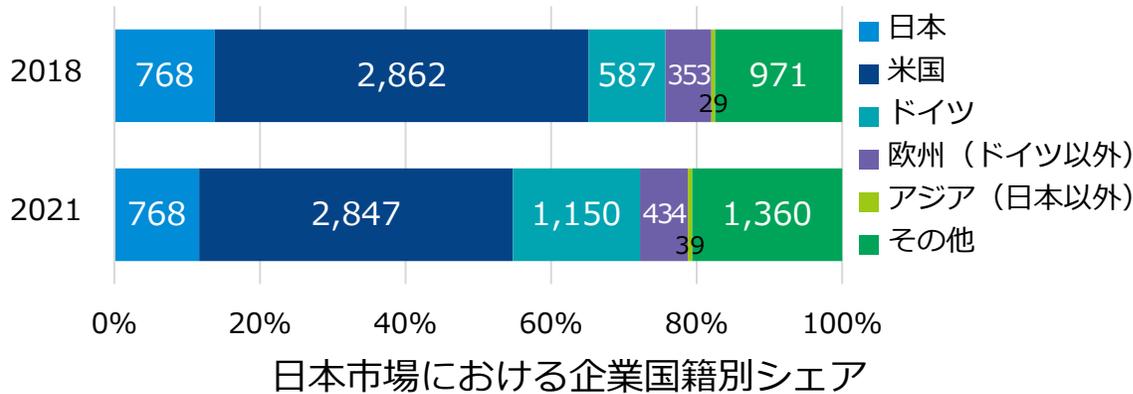
数字上：金額 億円  
数字下：シェア %

# 日本市場と米国市場における企業国籍別市場シェア 2018と2021の比較

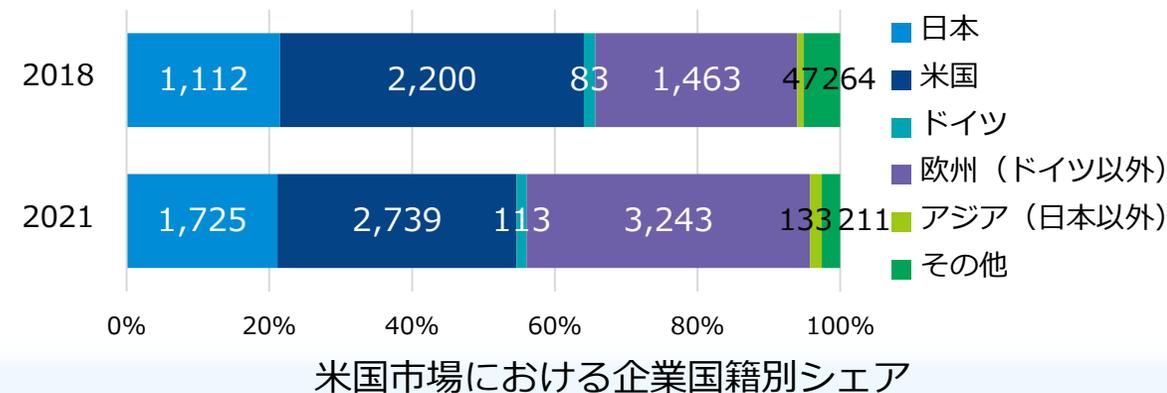
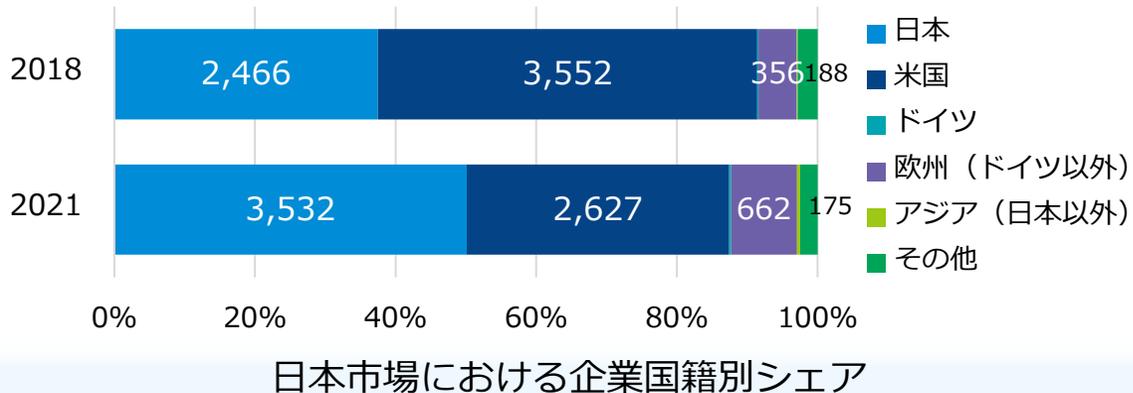
- 日本と米国の各市場の企業国籍別販売額およびシェアについて、計測・分析機器と加工・プロセス機器それぞれの2018年と2021年のデータ
- 日本市場に関して、計測・分析機器では日本企業の売上額に変化はなく、シェアは3年間で低下。2021年の日本市場における日本企業のシェア拡大の背景には、加工・プロセス機器の売上額の増加とシェア拡大の影響がある
- 米国市場においては、計測・分析機器ではドイツ企業が、加工・プロセス機器では欧州企業の売上額及びシェアが3年間で拡大

※本データは、各国ごとの市場規模 × 企業国籍毎の企業シェアの和をグローバル市場におけるシェアと仮想的に同等と見なし、推計している。

## 計測・分析機器

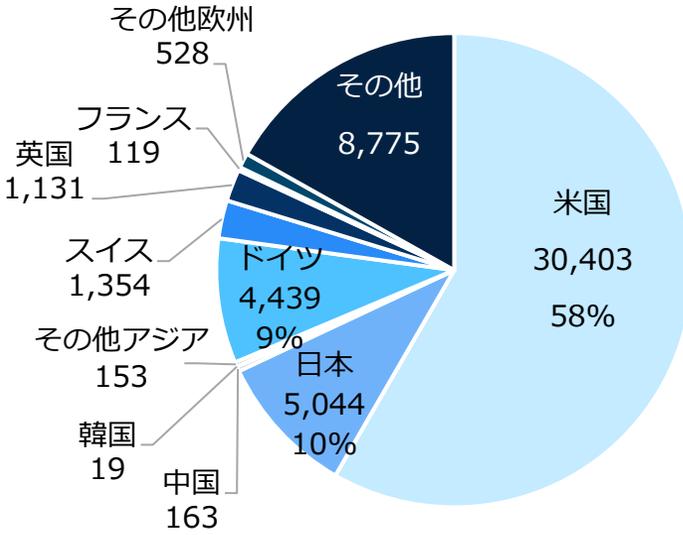


## 加工・プロセス機器

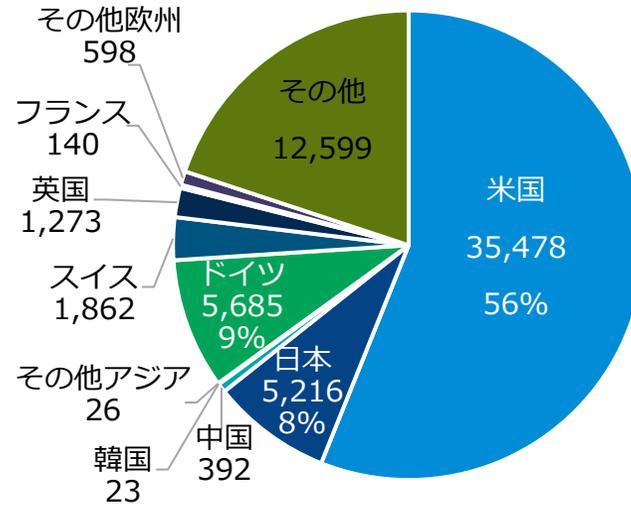


# 計測・分析機器の企業国籍別市場シェア 2018年と2021年の比較

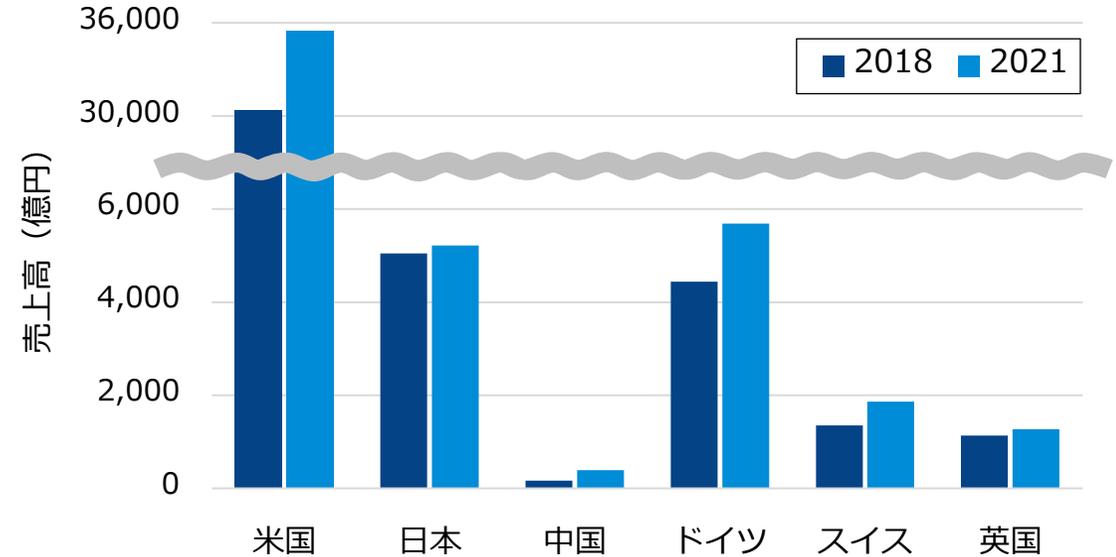
- 2018年と2021年の企業国籍別売上高を比較すると、割合に大きな変化は見られないものの、ドイツ・スイス・中国の企業が特に成長率が高い傾向にある。
- ドイツ企業は、2018年に既にシェアを獲得していた表面分析装置をはじめとした機器の売上額を堅調に拡大しつつ、PCRや細胞分離装置などのライフ関連装置で新たに市場を拡大している。
- 米国・英国・フランス企業の売上額は15%前後の成長率で拡大している。一方、日本企業は微増で、成長率は3%にとどまる。
- 「その他」の国はカナダやイスラエルが該当するが、一定のシェアを満たさないことからデータとして算出できない各国企業も含んでいる。



2018年の企業国籍別売上高 (億円)  
総額：5.2兆円



2021年の企業国籍別売上高 (億円)  
総額：6.3兆円



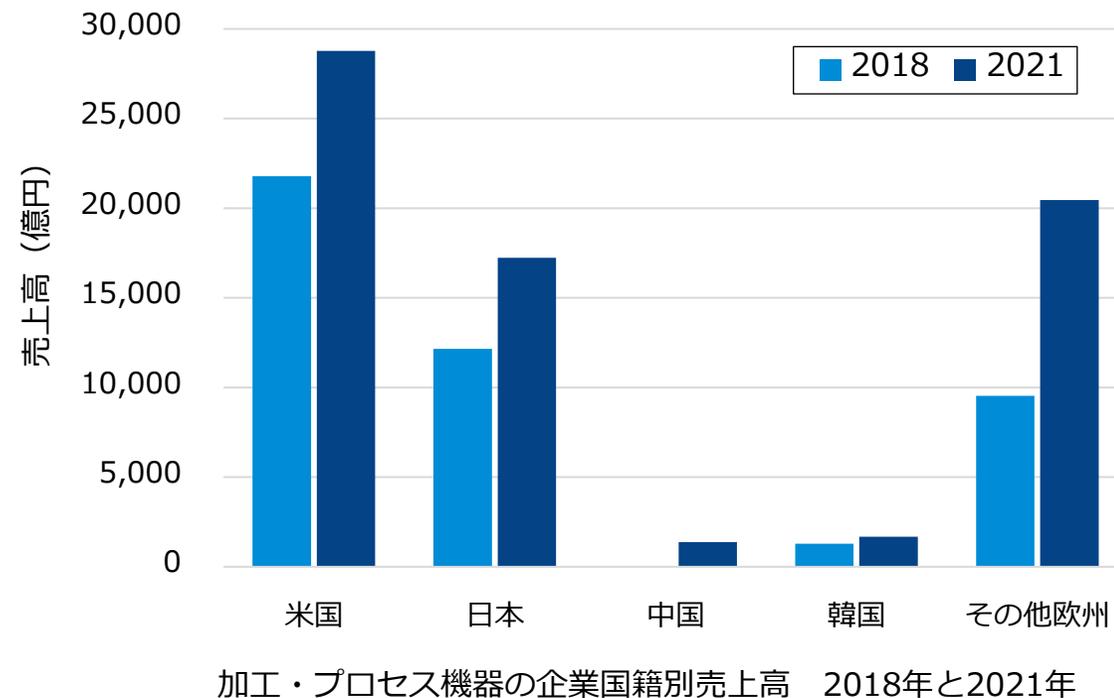
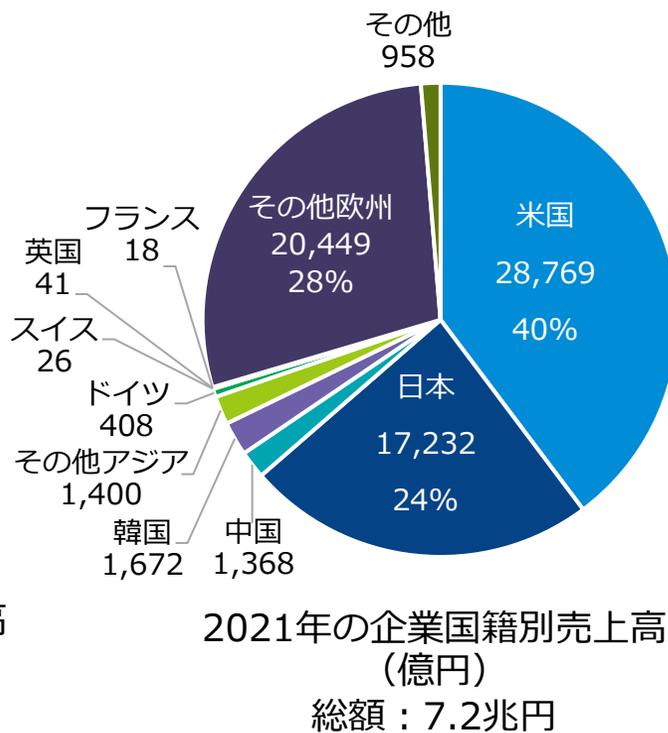
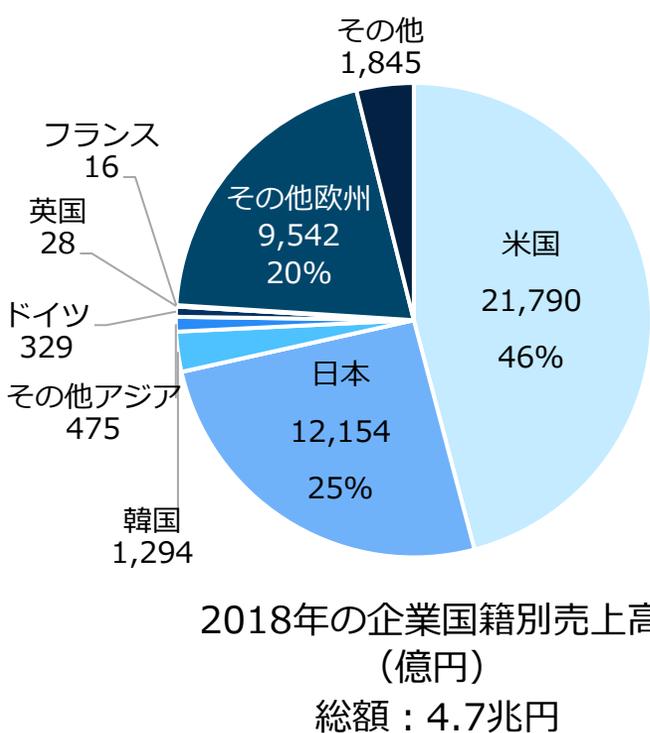
計測・分析機器の企業国籍別売上高 2018年と2021年

企業国籍別の2018年から2021年の売上増加額 (億円) と成長率

	米国	日本	中国	ドイツ	スイス	英国	フランス	その他欧州	韓国
増加額	5,075	172	229	1,246	508	142	20	69	4
成長率	17%	3%	140%	28%	37%	13%	17%	13%	19%

# 加工・プロセス機器の企業国籍別市場シェア 2018年と2021年比較

- 加工・プロセス機器の企業国籍別シェアは2018年と2021年ともに、米国、日本、その他欧州（主にオランダ）の3地域で市場の90%を占める。
- 基盤技術をもとに、各企業の技術力・資金力でシェアを維持しており、既存の技術領域や機器分類に新たな企業が参画する動向はほぼ見られない。
- 一方、中国では政策的な大規模投資によって開発を強化しており、海外製品の輸入から着手し、中国国内での開発を目指している。先端品に関しては米・韓・蘭・日の中国への輸出規制により、シェアの変化も予測される。

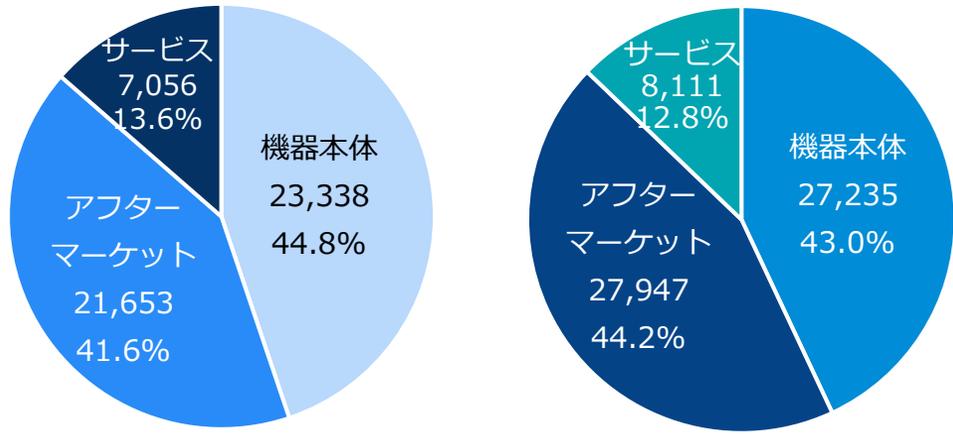


企業国籍別の2018年から2021年の売上増加額 (億円) と成長率

	米国	日本	中国	韓国	ドイツ	英国	その他欧州
増加額	6,979	5,079	1,368	378	79	13	10,907
成長率	32%	42%	-	29%	24%	49%	114%

# 計測・分析機器市場の製品本体・アフターマーケット・サービス

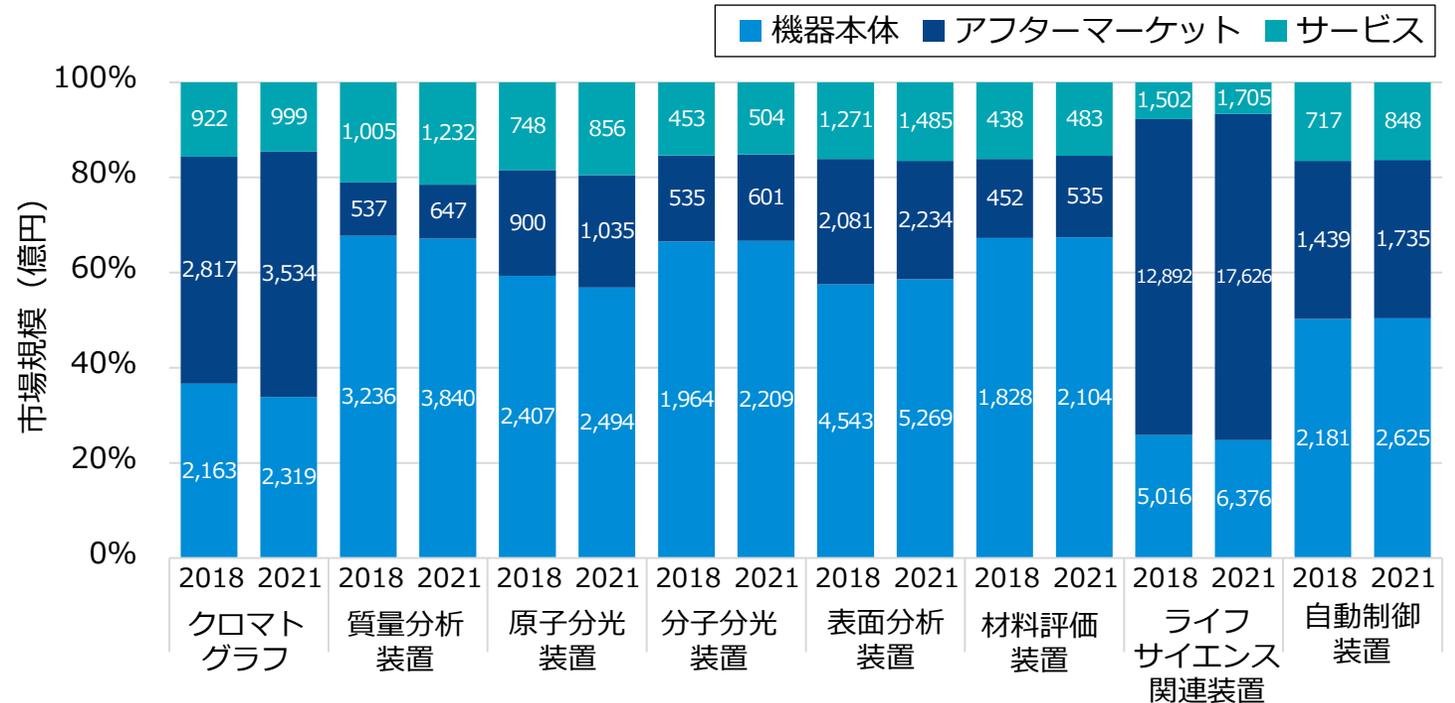
- 市場の要素として製品本体以外にもアフターマーケット（試薬・カラム等）、サービス（保守契約等）の市場が含まれており、これら要素ごとの市場規模を示す。
- 左図の円グラフは、2018年と2021年の要素ごとの市場規模である。右図には、2021年の機器分類別に要素ごとの市場規模を示した。
- 2018年に約2.2兆円であったアフターマーケットのグローバル市場規模は、2021年には2.7兆円に拡大し、機器本体の市場規模を僅かに上回っている。2021年において、アフターマーケットとサービスの市場規模を合わせると約3.6兆円で、計測・分析機器市場の57%を占めている。
- 原価率の低い試薬やカラムで利益を得るビジネスモデルを構築しているライフサイエンス関連装置やクロマトグラフは、他の要素の市場と比較してアフターマーケットの市場の成長率が僅かに高いものの、それぞれの機器市場の中での割合に大きな変化は見られない。



2018年  
市場規模総額：5.2兆円

2021年  
市場規模総額：6.3兆円

計測・分析機器の各市場要素の市場規模  
2018年と2021年  
(グラフ中に記載の数字の単位は億円)



機器分類別の各要素の市場規模 2018年と2021年の比較

# 実験・ラボ用ソフトウェアの市場動向についての検討

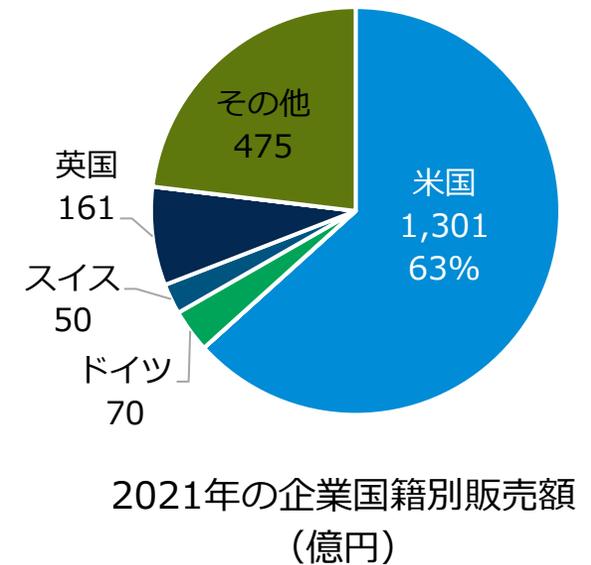
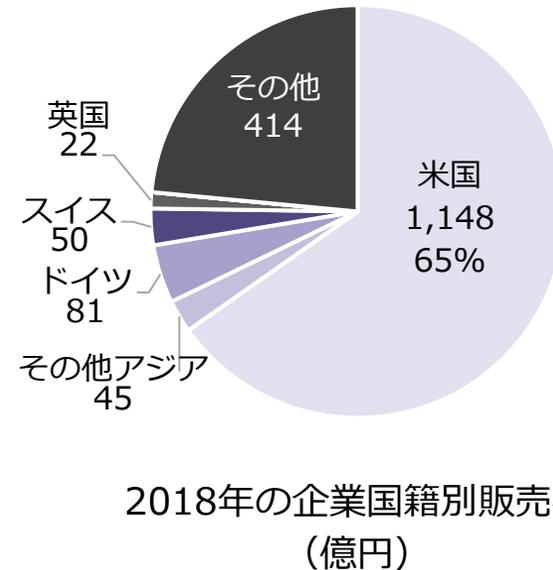
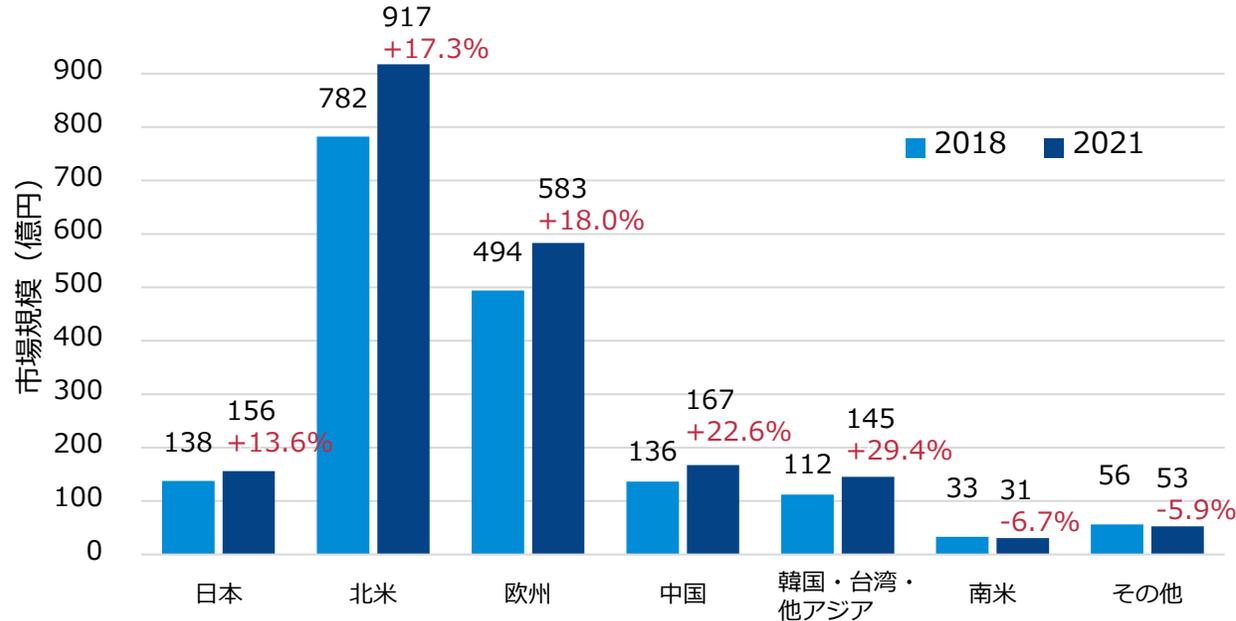
※SDiレポートから抽出可能な一部の実験・ラボ用ソフトウェアの市場データについて集計した結果を、参考事例として掲載

## 調査対象ソフトウェア

製品名	グローバル市場規模
バイオ及びケムインフォマティクス関連製品	1,126億円 (2018 : 1,008 億円)
ラボ用情報管理システム (LIMS/ELN/SDMS)	926億円 (2018 : 743 億円)

ソフトウェア全体  
1,750億円 → 2,053億円

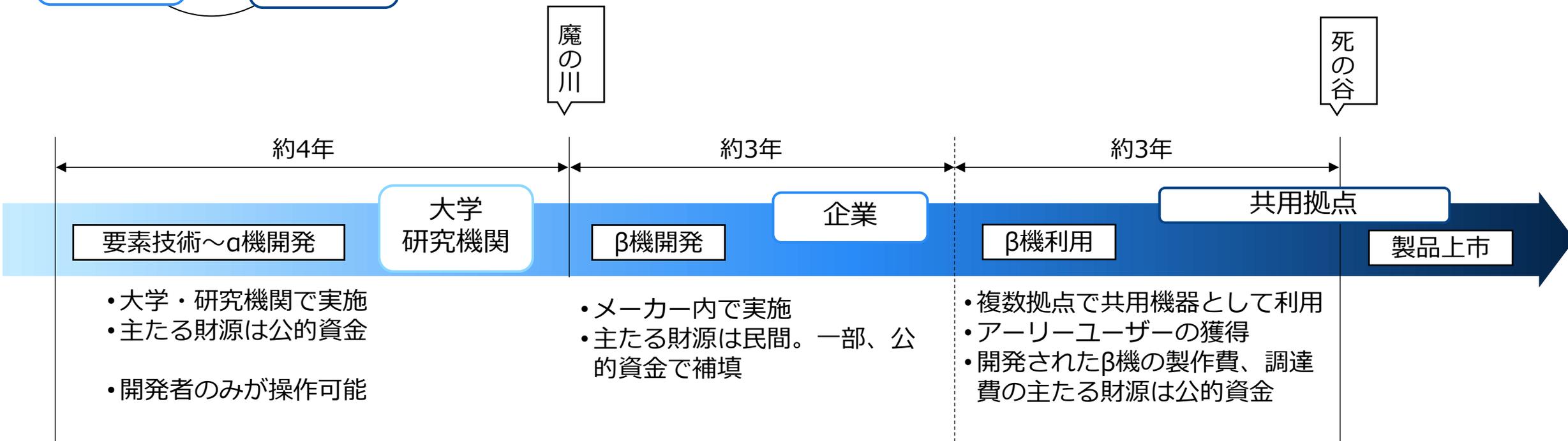
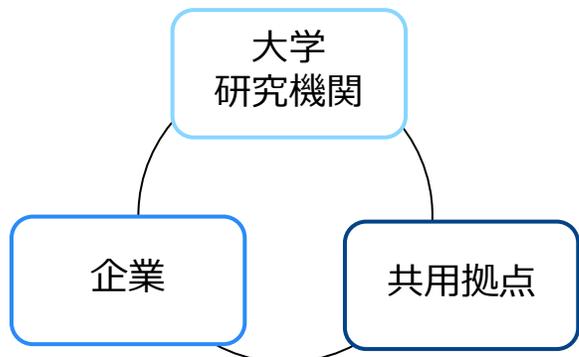
地域別市場規模は北米と欧州で二分しており、2018年と比較して市場全体に占める地域別市場規模の割合に大きな変化はない。微増ではあるが、アジア地域は成長率が大きく、2021年の市場規模は中国が日本を上回っている。企業国籍別販売額も同様に2018年から2021年にかけての変化は少ないが、アジア企業のシェアが減少している。



ソフトウェアの国・地域別市場規模 2018年と2021年

# 開発から調達・利用成果創出がサイクルするエコシステム形成へ向けて

- 開発から先端研究利用の普及展開へとつなぐサイクルが重要
- 「大学・研究機関」「企業」「共用拠点」の3組織が連携する研究機器開発
- 時間はおおよそその目安、開発の段階がより細分化される場合もあれば、明確な区切りが存在しない場合もあることに留意



# 開発から調達・利用成果創出がサイクルするエコシステム形成へ向けて

## 大学・研究機関

分野・領域 C  
技術開発

分野・領域 D  
要素技術開発

分野・領域 B  
技術開発

分野・領域 B  
α機開発拠点

新たな技術が生まれるポテンシャルを維持するためには

- ・ 無形資産としての技術的・人的な蓄積
- ・ 20~30年程の継続的な無形資産の集積および育成
- ・ 資金

世界最先端の技術レベルと向き合い、自らの技術も  
研ぎ続けることで新たな技術的構想を持つ

分野・領域 A  
α機開発拠点

α機開発拠点は  
単独の機関・複数機関  
いずれも想定される



各フェーズに合わせて、開発に携  
わる人材の所属をフレキシブルに  
変えることが出来ると良い。

新たな研究ニーズ  
から新たな技術課  
題を同定

## メーカー

企業 1



企業 2



企業 3



共同開発拠点に際し以下を担う

- ・ 一定の投資
- ・ 人材の派遣、採用

新技術、α機機能をウォッチしながら技術移転や共同開発への検討、参  
画を行うことが可能となる

新技術が育つ場を  
意図的にデザイン

分野・領域 A

複数組織が参画する  
共同開発拠点

技術移転・  
共同開発

フィードバック

企業

β機開発

β機利用

最先端の  
機器利用・成果創出

ユーザー側の研究ニーズを取り入れながら、  
試作機であるβ機を、普及・量産モデル化

共用拠点で新技術を利用者に  
提供する技術専門者

↑ 人事交流

開発拠点で技術開発を行う研究者・メーカーの技術開発担当者

開発機を調達（海外のイノベーション調  
達制度を参考に日本の仕組み必要！）

- ・ β機の開発コストの回収
- ・ 開発投資リスクの低減
- ・ データ取得、仕様決定

共用拠点

若手人材への複数キャリアの提示  
ポスト探索の契機

# 先端計測分析技術・機器開発プログラムの効果・達成と残された問題 (2021年に事業終了)

## 事業目的

- 先端研究基盤を強力に支えるオンリーワン・ナンバーワンの革新的な計測分析技術・機器・システムを開発
- 先端研究基盤強化による科学技術イノベーション創出支援

## 効果・達成されたこと

- 産学官が協同で行った研究開発で、世界に先駆けたオンリーワン・ナンバーワン技術・装置の開発を行った。
- 「先端研究基盤強化による科学技術イノベーション創出支援」に貢献する多くの成果を創出した。
- 計測技術、分析技術の分野における「装置化」研究を支える研究環境の復活に貢献した。
- 企業に属する技術者に共同研究を行うチャンスを提供した。
- 若い研究者ならびに技術者に対する「ものづくりマインド」の喚起と奨励を行う契機を与えた。
- 国家的課題である「グリーンイノベーション」「放射線計測」「ライフイノベーション」領域に対する直接的なイノベーション創出を支援した。

## 残された問題

- 諸外国（米、ヨーロッパ、中国）と比較した場合、**計測分析技術インフラの構築やプラットフォーム形成が不足**している。
- **世界市場への展開が不足**しており、先端計測分析分野の**世界市場及び真の現場ニーズの調査を行う必要がある**。
- 事業の科学的・社会的波及効果の一部としての成果を評価することはできたが、教育・研究・産業に連関した広域の波及効果に対する評価手法が未確立である。
- 開発の第2段階でプロトタイプ機を製作し、第3段階で実証・検証、複数プロトタイプ機により共同利用や性能向上、世界標準を指向する方針であったが、第3段階で**プロトタイプを複数台作成することはほとんど実行できなかった**

引用：研究開発プラットフォーム委員会 先端計測分析技術・システム開発小委員会 先端計測分析技術・機器開発プログラム -10年後の成果と今後の展望-

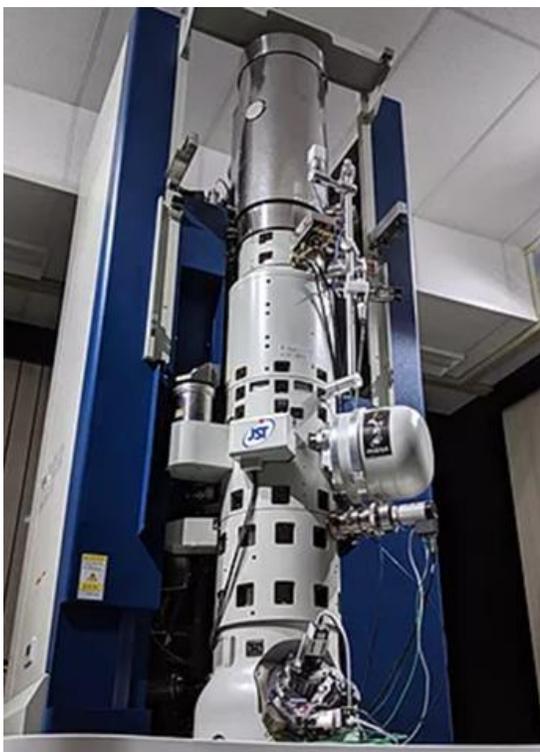
# 未知の構造の科学的解明に寄与したケース@先端計測プログラム 原子分解能磁場フリー電子顕微鏡 (MARS)

「原子分解能磁場フリー電子顕微鏡の開発」

チームリーダー：東京大学 柴田 直哉 サブリーダー：日本電子株式会社 河野 祐二 EM事業ユニット 主務

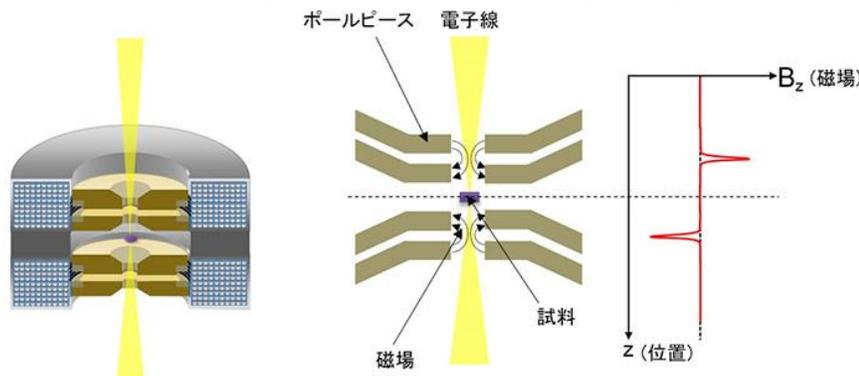
開発期間：2014年度～2020年度(予定) 先端機器開発タイプ

電子顕微鏡での高分解能観察が不可能であるとされていた磁性材料を、磁気・磁区構造を保ったまま原子レベルで観察する原子分解能磁場フリー電子顕微鏡を実現。磁石、鉄鋼材料、磁気デバイス、トポロジカル材料など、さまざまな材料やデバイスの研究開発を格段に向上させる契機となると期待される。



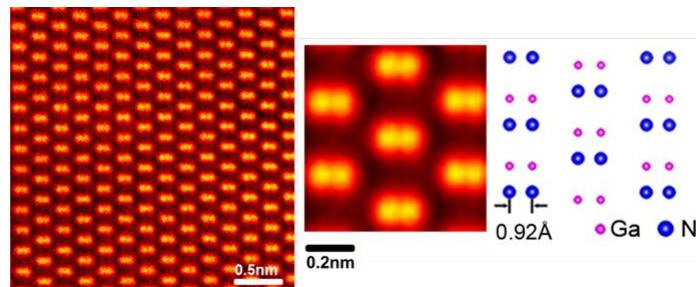
東京大学 電子顕微鏡材料学研究室

収差補正技術と顕微鏡の心臓部に当たるレンズの設計、超高精度・高感度位置分解型検出器を開発。  
世界で初めて無磁場環境中での原子直接観察を可能にした



(左) 新開発対物レンズの断面模式図

(右) 新開発対物レンズ内部の磁場分布の模式図。上下2つのレンズで発生する磁場が、上下反対向きであるため、試料の位置で磁場同士が打ち消し合い、試料環境を無磁場条件に保つことができる。この構造を用いると、電子線を曲げるための強い磁場を試料まで近づけられるため、原子分解能観察が実現できる。



Ga-Ga原子間の距離はわずか92pmしか離れていない窒化ガリウム(GaN)単結晶において、明瞭に分離している2つの原子の観察に成功。典型的な軟磁性材料であり、原子観察が最も困難な材料の1つである電磁鋼板でも同様にその原子構造を観察できた。これはあらゆる磁性材料の原子観察が可能になったことを意味している。

N. Shibata et al., "Atomic resolution electron microscopy in a magnetic field free environment", *Nature Communications* **10**, Article number: 2308 (2019)

- 科学技術振興機構、東京大学、日本電子株式会社共同発表「88年の常識を覆す画期的な電子顕微鏡を開発～磁石や鉄鋼などの磁性材料の原子が直接見える～」  
<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190524/index.html>

# 開発成果が研究開発や産業用途に広く利用されたケース@先端計測プログラム 超臨界流体抽出/超臨界流体クロマトグラフシステム

「質量分析用超臨界流体抽出分離装置の開発」

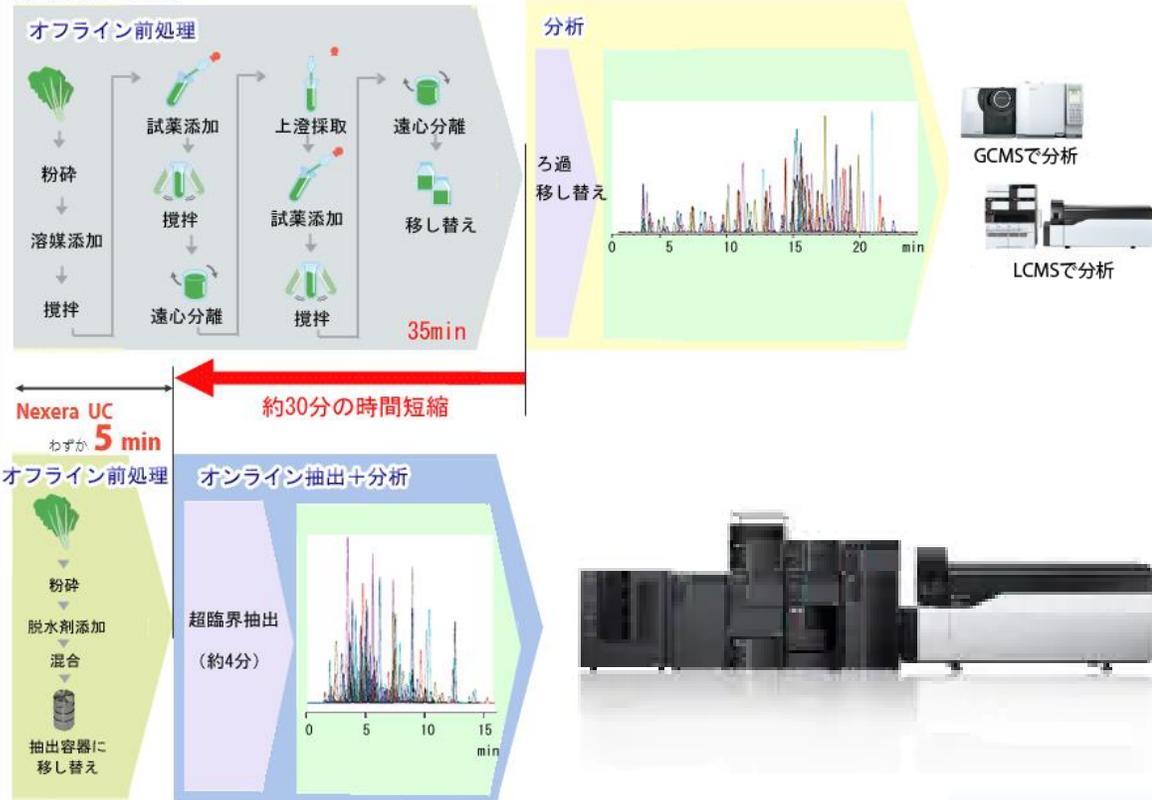
チームリーダー：大阪大学 馬場健史 サブリーダー：株式会社島津製作所 富田 眞巳

開発期間：2012年度～2014年度 機器開発タイプ

参画機関：宮崎県総合農業試験場、神戸大学

超臨界流体抽出 (SFE)装置と超臨界流体クロマトグラフィー(SFC)を一体化することで、従来のLC/MSやGC/MSが抱えていた課題解決に貢献する。目的成分の抽出から分析までの自動化や、酸化されにくい遮光環境における自動抽出、高感度の全量MS分析等が可能になった。

従来法 (QuEChERS法)



## Nexera UC オンラインSFE-SFC-MSシステム

- 前処理操作の時間短縮、幅広い化合物の一斉分析
- SFEの抽出溶媒にCO<sub>2</sub>を用いることで、濃縮工程で分解してしまうような不安定成分も試料中の状態を保ったまま分析可能。
- 微量液体サンプルの成分の抽出が可能

通常1週間程度かかっていた500種の残留農薬検査検出を50分で測定可能とした

### 主な適用分野

- 医療分野 バイオマーカーの探索、薬品分析、毒性評価
- 食品分野 機能性成分の分析
- 環境分野 汚染物質分析

- 2015年 十大新製品賞 受賞  
R&D Magazine 2015 R&D 100 Awardに選出  
Pittcon Editors' Award 2015 金賞受賞
- 2019年 「第1回 日本オープンイノベーション大賞 農林水産大臣賞」を受賞

・島津製作所 製品情報 [https://www.an.shimadzu.co.jp/hplc/nexera\\_uc/index.htm](https://www.an.shimadzu.co.jp/hplc/nexera_uc/index.htm)  
 ・文部科学省 研究基盤整備・高度化委員会資料(第2回) 資料1-2「研究機器・共通基盤技術の開発について 先端計測分析技術・機器開発プログラムの成果」

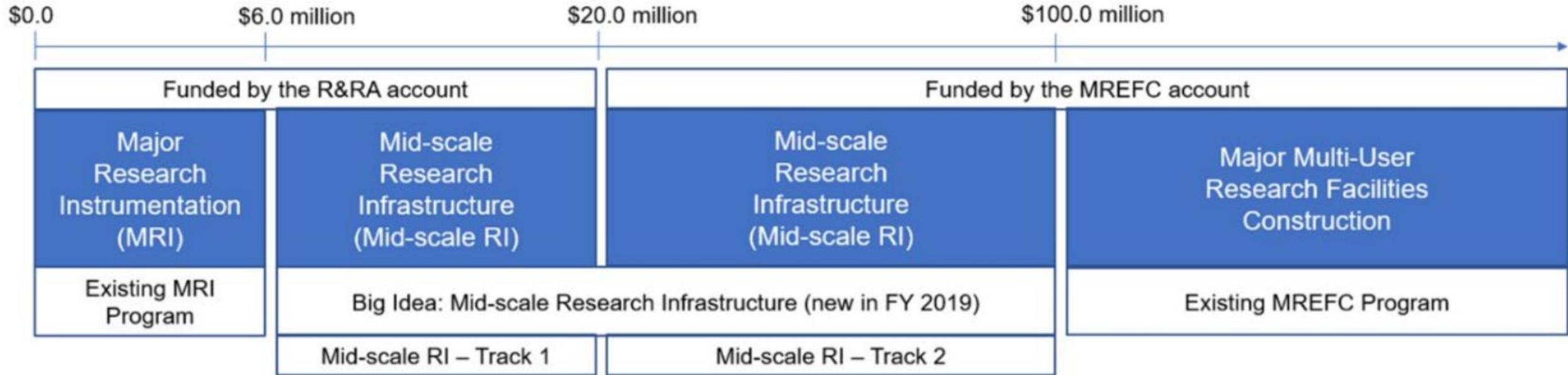
# 先端計測分析技術・機器開発プログラムの経験に見る示唆

- 技術がオンリーワンだからといっても成功しない。ナンバーワンを獲る必要
- 製品は、ナンバーワン技術だけでなく利用上の付加価値としての優位性・差別化構築が必要
- **利用研究二一ス**の規模的ポテンシャルや広がり・発展性がないと、製品・サービスへ移行せず
- 製品化するものは、ビジネスで勝つ前提が必要であり、開発投資のリスクを下げる必要がある
- **製品化して世界に広がるものを先駆けないと、先端研究が発展せず、科学研究でのリードを構築できない**
- **高度な要素技術だけでは、普及する製品には載らない。システムとして実現する必要**
- これらの可能性を想定して、デファクトやデジュールスタンダードの戦略的構築が必要
- 「この人にしかできない」より「ここから始まって広がった」を促進することが必要
- これらが満たされないと、技術は繋がっていかない。途切れたままの技術は失われてしまう
- 一度途切れた技術を取り戻すことは、ディープな最先端技術の場合はほぼ不可能となる
- **開発技術が製品展開され研究現場の普及に繋がっていく仕掛け、長期サイクルのエコシステム構築が必要**



# 米NSF 研究機器・設備の支援ファンディング

主要研究機器・インフラ整備のためのプログラムに関するNSF事業のポートフォリオ  
NSF Portfolio of Central Instrumentation and Infrastructure Implementation Programs



参照 : Major Research Instrumentation (MRI) Program <https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23519/nsf23519.htm>  
 Mid-scale Research Infrastructure (Mid-scale-RI-1) <https://www.nsf.gov/pubs/2022/nsf22637/nsf22637.htm>  
 Mid-scale Research Infrastructure (Mid-scale-RI-2) <https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23570/nsf23570.htm>



# 米NSF 研究機器・設備の支援ファンディング

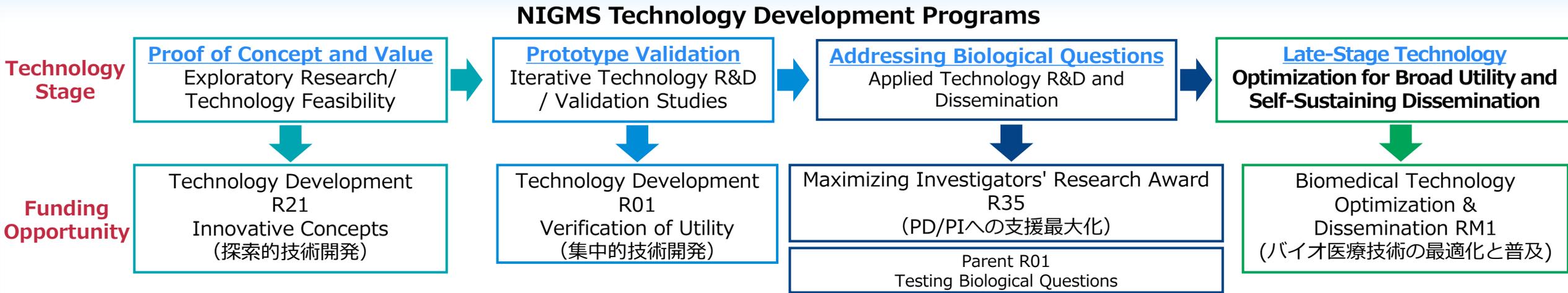
## 研究機器の整備・開発プログラム

- NSFでは、規模により段階的な支援メニューを用意（「中規模研究インフラ」はBig Ideaの一つ）

プログラム	対象	支援規模
<b>主要研究機器プログラム (MRI: Major Research Instrumentation)</b>	共用の研究施設・機器の ・取得(acquisition) ・開発(development)	Track 1: 10万～100万ドル Track 2: 100万～400万ドル 「取得」の場合は最長3年 「開発」の場合は最長5年
<b>中規模研究インフラ-1 (Mid-scale RI-1)</b>	研究インフラの ・実装(implementation) ※取得、建設等 ・設計(design)	600万*～2,000万ドル/最長5年間 *「設計」プロジェクトは60万ドル～2,000万ドル
<b>中規模研究インフラ-2 (Mid-scale RI-2)</b>	一部除き、原則「実装」プロジェクトが対象 ⇒既に十分な開発投資がなされている前提 実装後の研究、運用、保守への支援はなし	2,000万～7,000万*ドル /最長5年間 *制度設計上は1億ドルまで想定
<b>主要研究設備・施設建設 (MREFC: Major Research Equipment and Facilities Construction)</b>	より大型の研究インフラの取得、建設、試運転	1億ドル～

- 米国における幅広い研究者への共用、研究機関におけるコアファシリティ化を促進
- 「Major Research Instrumentation Program(MRI)；主要研究機器プログラム」は自然科学・工学の多様なユーザーのために、研究機器利用のトレーニング提供と機器の共用促進に取り組むことで、各機関の多様な研究開発能力を確立させる
- 製品化されている既成装置だけではなく、研究機関が開発した技術・機器を実用化して共用に導入することも支援し、先端研究機器を共用できる仕組み**
- プログラム参画する機関に対し、**最先端研究機器を調達または開発する支援**を行い、その規模はTrack 1：10～100万ドル、Track 2：100万～400万ドル、と2段階に設定。

# 米NIH/NIGMS 技術開発プログラム



## 探索的技術開発 (R21) 2017年開始

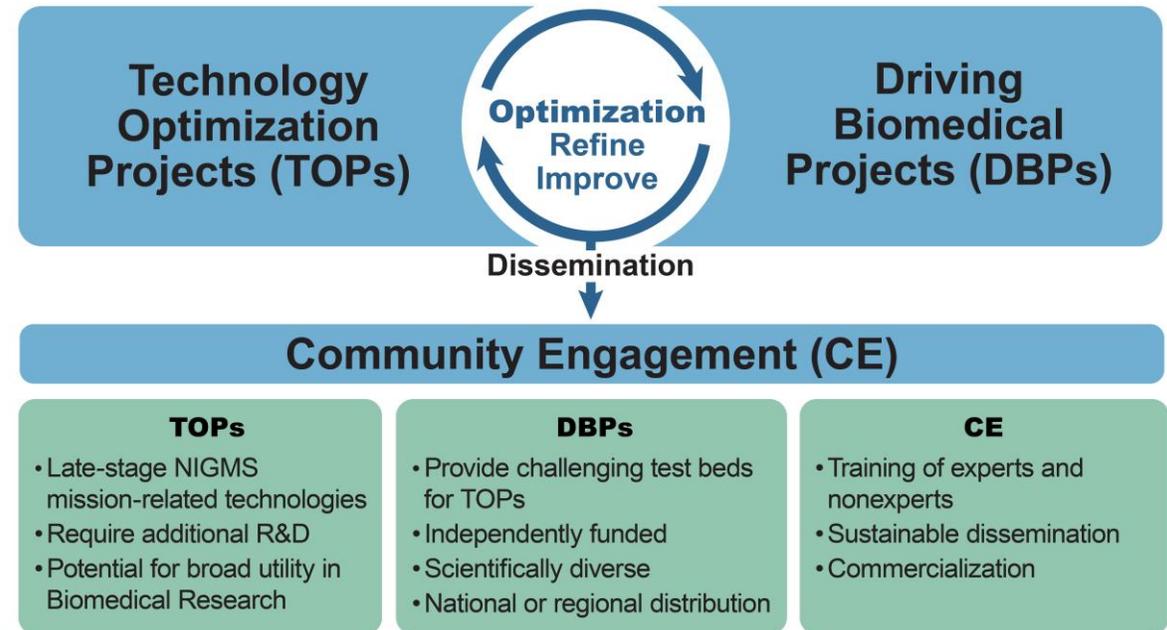
- PoCと実現性の確立をめざす研究テーマを支援。
- 生物学・医学研究に用いる「実験器具・装置」「アルゴリズム・ソフトウェア」「化学試薬とプロセス」「研究ツールとして用いる生物分子・システム」等、最先端の技術を革新的に進歩させる研究を対象とする。臨床研究は不可。
- 1課題あたりの2年間の支援額は最大で27万5,000ドル

## 集中的技術開発 (R01) 2017年開始

- 広範な実装・実用化に向けて課題が残る研究テーマを支援。
- 支援対象は探索的技術開発と同様。
- 最長期間を4年（若手研究者の場合は5年）
- 申請金額に制限はない。プロトタイプ化が視野に入っている研究テーマでは、より高額な支援額を助成することも可能。

## バイオメディカル技術の最適化と普及 (RM1) 2010年開始

- バイオメディカル技術の最適化・普及センターの設立を推奨し、技術の生物医学研究コミュニティへの普及をサポートする
- 開発フェーズの後期にある技術について、ユーザー利用により最適化を目指す



参照: <https://www.nigms.nih.gov/grants/R21-R01/Pages/NIGMS-Technology-Development-Programs-R21-and-R01.aspx>

<https://www.nigms.nih.gov/about/overview/BBCB/biomedicaltechnology/Pages/btdd.aspx>

# ドイツDFG 研究機器の開発・調達・利用促進ファンディング



## 研究機器調達・利用促進のためのファンディング（共同提案）

プログラム名	プログラム概要	支援額	2022年度の予算実績・採択件数	
<b>Major Research Instrumentation Programme : 研究機器プログラム</b>	大学（Hochschulen）の主要な研究機器の購入費用のうち50%をDFGが負担し、残りの50%は、連邦政府と州政府の予算から拠出。	大学の場合20万～750万€ 応用科学大学の場合10万～750万€	総額 1億8,060万 (うちDFGは9,500万€を負担) 264件	
<b>State Major Instrumentation : 州の主要機器</b>	public universitiesや大学病院が、研究・トレーニング・教育・臨床等に用いる機器を調達する際、連邦州の代わりにDFGが購入機器の審査を行う仕組み。	総合大学（Universitäten）および大学病院が20万€以上 その他の高等教育機関が10万€以上	総額 2億4,680万€ 195件	
<b>Major Instrumentation in Research Buildings : 研究棟の機器整備</b>	研究棟の新築・改築・増築も含めた整備について、州政府と連邦政府が共同で資金を提供する。プログラムの中核はGWK。DFGは審査を担う。	研究棟の支援 : 年間4億100万€ 大規模機器支援 : 年間1億7,000万€ が利用可能 →GWK「科学と研究のための共用設備」	総額 840万€ 8件	
<b>Major Instrumentation Initiatives : 研究機器イニシアティブ</b>	研究コミュニティからの提案に基づき、新しいコンセプトや技術をもつ機器の整備を進めるための資金を提供する。		15件 申請数は 71件	New Instrumentation for Research（新しい研究機器プログラム）と合わせて  総額 4,300万€ 24件
<b>Core Facilities : コアファシリティプログラム</b>	コアファシリティの運営・管理体制を強化し、安定した利用体制の形成を支援するためのプログラム。	実施期間は最長5年間 年間最大15万€	5件 申請数は 7件	
<b>Equipment in DFG Programmes : DFGプログラムにおける機器の購入</b>	DFGから助成を受ける研究の実施にあたり必要な機器について、各機関での共用化を目指せる場合、その購入資金を提供する。	補助金：総購入額が5万€を超える機器調達資金助成もしくは貸与：購入資金が1万€以上の機器		
<b>Other Funding Programmes</b>	計測・情報技術について議論するネットワーク形成のための（円卓会議の実施にあたり）旅費・宿泊費・コーディネーター支援等の資金を助成。	WGIが扱う全プログラムで助成可能		

(2023年6月時点)

参考資料 : DFG Scientific Instrumentation and Information Technology

[https://www.dfg.de/en/research\\_funding/programmes/infrastructure/scientific\\_instrumentation/funding\\_opportunities/major\\_research\\_instrumentation/index.html](https://www.dfg.de/en/research_funding/programmes/infrastructure/scientific_instrumentation/funding_opportunities/major_research_instrumentation/index.html)

DFG 年次報告書2022 P.173、P.203

©2024 CRDS

[https://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/geschaefsstelle/publikationen/dfg\\_jb2022.pdf](https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaefsstelle/publikationen/dfg_jb2022.pdf)

# ドイツGWK 研究インフラ整備のための支援 (連邦および州の合同科学会議)

## Gemeinsam für Wissenschaft und Forschung (Together for science and research) (科学と研究のために共に)

ドイツ連邦政府と州政府は、2007年より共同で大学の研究設備への投資を行っており、これまでに計200件、総額約66億€の資金提供を実施している。2018年の11月には、GWKが「大学における研究棟、大型設備、ハイパフォーマンスコンピュータへの共同資金提供に関する実施協定(AV-FGH)」を定め、大規模研究投資プロジェクトとして、研究棟には年間4億100万€、大型設備には1億7,000万€の支援を継続することを決定した。

2024年には、質の高い研究を促進するための各地域の重要な大学（研究棟）として、下記の研究施設への支援を行う予定である。

### アーヘン工科大学

#### Zentrum zur Erforschung von Phasenübergängen Chronischer Erkrankungen (ZPCE) 慢性疾患の病的相転移研究センター

延床面積約8,600㎡の研究棟をメラテンキャンパスに設立予定。施設としての使用可能エリアは約4,000㎡で、うちウェット実験室スペースが40%、計算科学・バイオインフォマティクス用ラボを含むオフィススペースが60%となる見込み。計220人の研究者・学生が入居予定で、2025年末に完成予定。

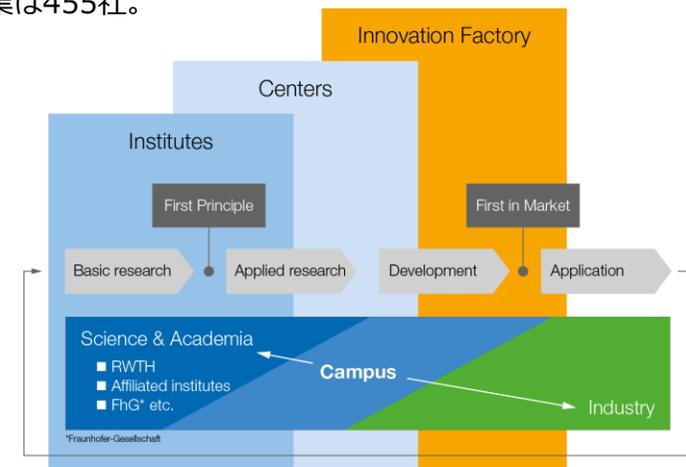
バイオハイブリッド医療システムセンター(CBMS)やバイオメディカル・エンジニアリング・センター(ZBMT)とも隣接しており、生体医工学に関する研究のさらなる発展を目指して建設する。



生体医工学クラスターに建設中の研究・科学・トレーニング用施設。建設費総額は5,000万€ (連邦州からの支援額は不明)

### アーヘン工科大学 Campus Melaten・Campus West

大学の各ラボ、Fraunhoferの研究所、中小企業、グローバル企業が拠点を置き、Bio-Medical Engineering・Sustainable Energy・Photonics・Production Engineering・Heavy-Duty Drives・Smart Logisticsの6つのクラスターに30以上のセンターを設置している。参加企業は455社。



RWTH Aachen Campus INNOVATION FACTORY  
<https://rwth-if.com/en/ecosystem/>

RWTH Aachen Campus

<https://www.rwth-campus.com/aktuelles/pressemitteilungen/weiterer-meilenstein-in-der-medizinischen-forschung-und-ausbildung/>

[https://ausschreibungen-deutschland.de/1043485\\_Tragwerksplanung\\_fuer\\_Nebau\\_Zentrum\\_zur\\_Erforschung\\_von\\_Phasenuebergaengen\\_Chronischer\\_2023\\_Aachen](https://ausschreibungen-deutschland.de/1043485_Tragwerksplanung_fuer_Nebau_Zentrum_zur_Erforschung_von_Phasenuebergaengen_Chronischer_2023_Aachen)



# 中国 国家重点プロジェクト「基礎研究環境および主要科学機器開発」

(2016年開始の主要科学機器開発プロジェクトを2021年に更新)

- 中国では科学技術部が「科学機器は、科学研究と技術革新の基礎であり、経済的・社会的発展と国防・安全保障のための重要な保証である。」との前提のもとに、**科学機器の自国開発能力と技術レベルを戦略的に強化し、イノベーション主導の開発を行うことを掲げた「主要科学機器開発」重点特別プロジェクトを2016年に開始。**
- **ハイエンドの科学機器と専門性の高い主要科学機器に焦点**を当て、画期的なコンポーネント開発・アプリケーション開発・エンジニアリング開発・工業化開発をおこなう。科学機器システムの統合と革新を促進し、**中国の科学機器の内製化と産業創出を進める。**
- **「機器原理検証→主要技術研究開発（ソフトとハード）→システム統合→応用実証→産業化」の科学機器開発フルチェーン展開**により、科学機器開発の統合的な変革と連携を促進する企業、大学、研究開発が、共同で各々の活力と創造性を刺激するモデルを構築する。
- 技術革新、製品の信頼性と安定性による実験の強化、応用実証、製品アプリケーションの分野拡大、により、科学機器業界の持続可能な開発能力とコアコンピタンスを大幅に強化する。
- 国の科学技術計画（特別プロジェクト、基金）等を最大限に活用し、システム統合、応用開発、エンジニアリング開発、を  
実行するための、関連する検出原理、方法、技術、または研究装置を取得する。
- フルチェーン展開に従って、主要なコアコンポーネント、ハイエンドの一般的な科学機器、および専門性の高い主要科学機器、の3つのタスクを段階設定する

# 参考) 中国における「基礎研究環境および主要科学機器開発」2023年度対象プロジェクト (1/3)



## 【科学機器】

### 1. ハイエンド一般科学機器のエンジニアリングと応用開発

- 1.1 超高分解能静電イオントラップ型フーリエ変換質量分析計
- 1.2 超高分解能質量分析装置 (深圳省市連携プロジェクト)
- 1.3 高スループット核酸質量分析装置
- 1.4 超高性能液体クロマトグラフ (UHPLC)
- 1.5 ナノリットル液体クロマトグラフ (安徽省省間共同プロジェクト)
- 1.6 電子常磁性共鳴スペクトル分析装置
- 1.7 低磁場核磁気共鳴広帯域測定装置
- 1.8 磁気共鳴直接神経電気イメージャー (深圳省市共同プロジェクト)
- 1.9 高スループット生体分子間相互作用測定装置
- 1.10 ハイスループット細胞マルチパラメーターイメージングアナライザー
- 1.11 ハイスループット核酸断片分析装置
- 1.12 循環腫瘍細胞濃縮・染色全自動検出分析装置 (青島市・省連携プロジェクト)
- 1.13 超高速遠心分離機
- 1.14 タンパク質クロマトグラフィー精製システム
- 1.15 高感度オゾン層破壊物質連続検出装置
- 1.16 高感度・高分解能赤外レーザー分光器 (安徽省省間共同プロジェクト)
- 1.17 暗・弱ターゲット高分解能紫外分光器
- 1.18 超高分解能走査型マイクロ検出器
- 1.19 超高分解能レーザートムソン散乱分光器
- 1.20 超広帯域トランジェントスペクトルアナライザー
- 1.21 空間微細孔三次元形態非接触スキャニング測定装置
- 1.22 高速ハイパススペクトル蛍光顕微鏡画像分析装置 (青島省市連携プロジェクト)
- 1.23 大視野2光子顕微鏡 (深圳省市連携プロジェクト)
- 1.24 超高分解能光音響イメージングアナライザー (深圳省市連携プロジェクト)
- 1.25 長時間・空間分解能光学・分光マイクロCTデュアルモダリティイメージャー
- 1.26 大口径複雑表面形状高精度測定器
- 1.27 高分解能三次元欠陥検出器 (安徽省省連プロジェクト)
- 1.28 高エネルギーレーザーマイクロスポット動特性測定機
- 1.29 高エネルギーレーザー放射光圧パワーメーター
- 1.30 光ファイバー周波数領域反射率計
- 1.31 超高分解能光ファイバスペクトラムアナライザ
- 1.32 電界放出形走査電子顕微鏡
- 1.33 陽電子放出コンピュータ断層撮影・磁気共鳴デュアルモードイメージングアナライザー (深圳省市連携プロジェクト)
- 1.34 X線吸収微細構造解析装置
- 1.35 三次元アトムプローブ精密測定装置
- 1.36 大気中放射性希ガス検出器
- 1.37 高動的燃焼場温度場・生成物分子濃度場イメージャー
- 1.38 超音波顕微鏡
- 1.39 磁歪アレイ超音波ガイド波検出器
- 1.40 遠隔過渡振動計測分析装置
- 1.41 高ひずみ速度マイクロ・ナノ衝撃力学試験機
- 1.42 長距離レーザドップラー振動計 (深圳省市連携プロジェクト)
- 1.43 高精度物質内部構造・元素結合中性子分析装置 (青島市・省連携プロジェクト)
- 1.44 X線光電子分光分析装置 (青島市・省連携プロジェクト)
- 1.45 広範囲高真空測定器
- 1.46 高性能レーダー信号シミュレーター
- 1.47 広帯域電磁波パノラマ受信・リアルタイム検出分析装置
- 1.48 高性能テラヘルツチップテスト
- 1.49 超高速データ・ネットワーク・テスター
- 1.50 多チャンネルスターネットワークチェーンシミュレーションエミュレータ
- 1.51 インテリジェント・ネットワーク端末用マルチパラメータ総合テスト
- 1.52 半導体デバイス動的ボルタンメトリック特性テスト
- 1.53 電磁波マルチパラメータアレイ測定器
- 1.54 独立イノベーション科学機器
- 1.55 若手自主革新プロジェクト



## 【科学機器】

### 2. 基幹コンポーネントの開発と応用

- 2.1 ファインフォーカスアルゴンイオン源
- 2.2 超短パルス中性子発生装置
- 2.3 大気圧エレクトロスプレー・アークプラズマイオン源
- 2.4 紫外-可視-赤外広帯域光源
- 2.5 中赤外単一周波固体レーザー光源
- 2.6 電子・フォノン結合超広帯域レーザー (青島省・市共同プロジェクト)
- 2.7 真空深紫外全固体レーザー光源 (青島省市共同プロジェクト)
- 2.8 200kV電界放出電子銃
- 2.9 高安定X線源
- 2.10 マイクロ集光ダイヤモンド複合ターゲットX線源
- 2.11 多回路広帯域高安定高圧電源装置
- 2.12 テラヘルツ帯広帯域放射線源
- 2.13 テラヘルツ高出力ソース
- 2.14 調整可能テラヘルツ放射源 (安徽省省連プロジェクト)
- 2.15 光ファイバー結合間接電子検出器
- 2.16 一次元リニアアレイX線検出器
- 2.17 ガンマ線飛行時間アレイ検出器
- 2.18 低消費電力・低雑音の超高速半導体検出器
- 2.19 新しい<sup>3</sup>He置換中性子検出器
- 2.20 超高分解能全天球露光冷却高速度カメラ
- 2.21 高精度電子後方散乱回折検出器
- 2.22 パルス電子捕獲検出器
- 2.23 ヘリウム放電イオン化検出器
- 2.24 水中高圧溶存ガス検出器
- 2.25 高感度デュアルチャンネルパルス式炎光光度検出器
- 2.26 超低雑音スペクトル検出器
- 2.27 広視野走査型蛍光微小焦点検出器
- 2.28 スペクトル干渉式膜厚測定モジュール
- 2.29 小型光学拡大内視鏡プローブ
- 2.30 低消費電力高温超電導量子干渉磁界検出器 (青島省市共同プロジェクト)
- 2.31 超高感度動磁力検出器
- 2.32 広視野同軸三次元測定モジュール
- 2.33 高温高圧音響変換器
- 2.34 容量性マイクロメカニカル超音波トランスデューサ・アレイ (安徽省省間共同プロジェクト)
- 2.35 超音波ドップラー三次元流れ検出器
- 2.36 多重解離反応イオントラップ
- 2.37 低リーク磁気イオンポンプ
- 2.38 低温顕微鏡
- 2.39 液体ヘリウム温度帯低振動高冷却量パルス管冷凍機
- 2.40 光デジタルマイクロミラーデバイス
- 2.41 高精度波長可変光学フィルター
- 2.42 極限環境用圧電ナノプローブステージ
- 2.43 電気化学流体チャンネル電極
- 2.44 高フラックスマイクロ流体精密ピペット
- 2.45 長寿命高温プラズマ質量分析インターフェースコーン
- 2.46 生物学的全組織3Dイメージング前処理装置
- 2.47 固体サンプルダイレクトフィーダー
- 2.48 超平滑特殊反射素子



## 【研究用試薬】

### 3. ハイエンド化学試薬の開発

- 3.1 ハイエンド有機元素試薬
- 3.2 フロンティアハイテク高分子材料研究開発のための主要モノマー試薬
- 3.3 ハイエンドマイクロエレクトロニクス産業向け超高純度配合有機試薬

### 4. 主要疾患診断のためのバイオメディカル試薬の創製と応用

- 4.1 多素子磁気共鳴造影剤とイメージング技術の応用
- 4.2 単一細胞シーケンス関連試薬の研究開発
- 4.3 高効率ドラッグデリバリーと遺伝子導入試薬
- 4.4 ラマン分光法、光・音響駆動型疾患診断・治療試薬の研究開発
- 4.5 X線/蛍光CT造影剤の標準化

### 5. 標準物質

- 5.1 環境モニタリングの主要分野で緊急に必要とされる標準物質および主要技術の研究
- 5.2 ヒトおよび動物の主な新型・突発疾患の診断、予防、管理評価のための標準物質に関する研究

## 【実験動物】

### 6. 実験動物資源の創出と評価

- 6.1 特徴的モデル動物の実験動物化に関する研究
- 6.2 心臓・腎臓移植用ブタ源ドナーの標準化システムに関する研究 (海南省連携プロジェクト)
- 6.3 医薬品評価モデル動物の作製と応用に関する研究

### 7. 実験動物申請保証システムの構築

- 7.1 実験動物福祉指標の定量化・評価技術に関する研究

## 【科学データ】

### 8. 科学的データ分析・マイニング技術と統合プラットフォーム

- 8.1 知識主導型科学データインテリジェント分析手法とシステム
- 8.2 データ駆動型森林・草地科学データインテリジェント分析の主要技術と応用
- 8.3 材料腐食データ分析マイニング技術とデジタルツインシステム
- 8.4 科学技術文献の知的処理ソフトウェアシステムの研究開発と応用
- 9. 科学データの自律的応用ソフトウェア (若手研究者プログラム)
- 9.1 科学データ解析・マイニングのための主要コアソフトウェア
- 9.2 科学データ解析・マイニングのための革新的技術とソフトウェア
- 9.3 科学技術文献のテキスト内容の客観化された知識表現と推論のためのキーテクノロジーとソフトウェアシステム

# 海外の異分野融合研究拠点 (生命科学・生物医学系の事例)

## 英国Francis Crick Institute

異分野連携、基礎研究

- 2016年～@ロンドン
- MRC、Cancer Research UK、Wellcome、UCL、King's College London、Imperial College Londonの合同出資
- 1500人の科学者とサポートスタッフ
- 6.5億ポンドの初期投資 (箱物・ハード)
- 総収入1.6億ポンド (2017年)、フィランソロピーによる資金大
- No Boundary, No Divisionで異分野連携、産学連携を促進

### 5つの戦略的優先事項

- 境界なしで発見を追求
- 将来の科学リーダーの育成
- 英国の科学とイノベーションを促進するために創造的な協力
- 健康と富のトランスレーションを促進
- 公衆に関与して鼓舞する

- GlaxoSmithKline、AstraZenecaとpre-competitiveな基礎研究領域について、オープンサイエンスの実施

## 米国Chan Zuckerberg Biohub

異分野連携、基礎研究

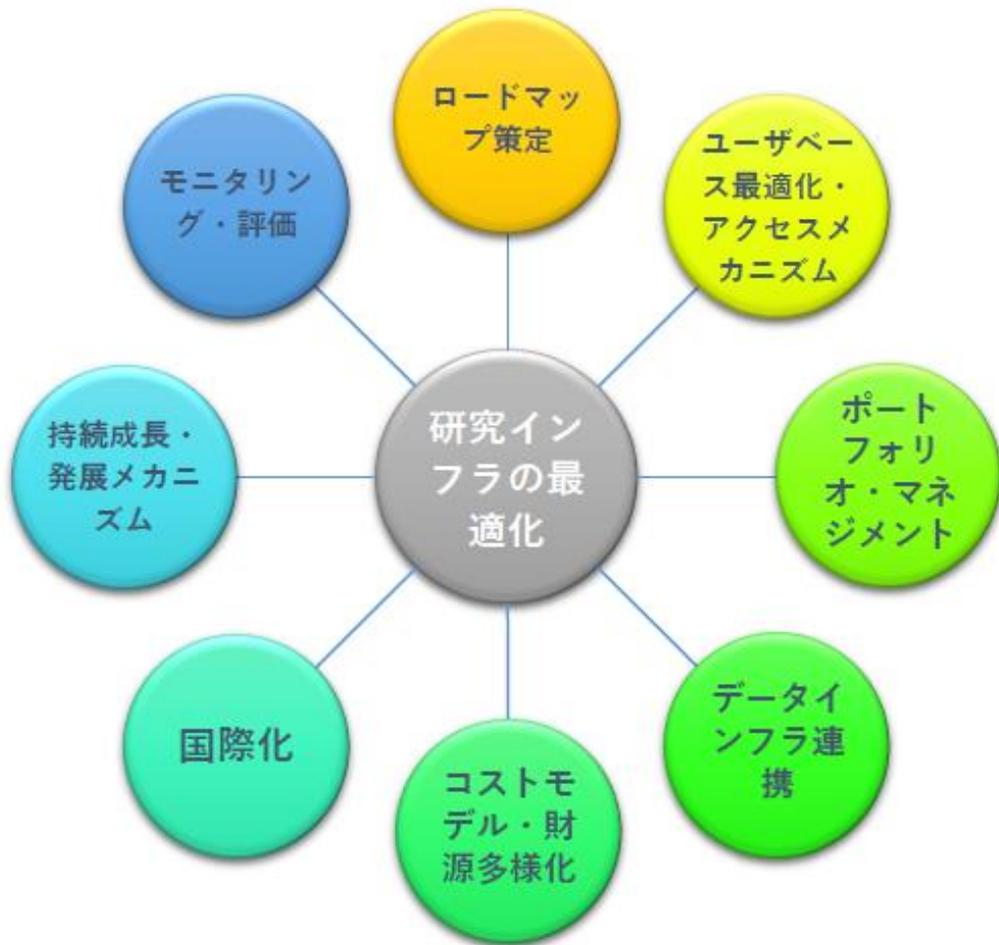
- 2017年～@サンフランシスコ
- カリフォルニア大学バークレー校、カリフォルニア大学サンフランシスコ、スタンフォード大学バイオメディカルおよびエンジニアリングによる共同プログラム
- 世界的に有名な科学者と技術者を集め、世界最大の健康問題を解決するための最先端技術を提供
- ザッカーバーグ財団が下記に10年間で6億ドルの投資 (2017-)
  - CELL ATLAS INITIATIVE
  - 感染症イニシアチブ
- チームに最高の科学的ツールを提供。コラボレーションが中心。
- 最大150万ドル/チームを2回公募し、約100名のPI
- マウスの20の器官および組織から約100,000個の細胞を含む単一細胞アトラス (遺伝子発現パターン) を発表 (2018年10月Nature)



建物は研究者のコミュニケーション・コラボレーションをいかに活性化するかを思想の基に設計

- 共通するのは、強力な技術プラットフォームを有し、コラボレーションを謳っていること
- 豊富なフィランソロピー、私設財団によるサポートの存在

# OECD 研究インフラに関する提言書 (特に参考となる2報)



## 『ナショナルリサーチインフラの運用と利用の最適化』



## 『先端材料イノベーションのための共同プラットフォーム』



日本語仮訳：国レベルの研究インフラの運用と利用の最適化  
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2020-XR-03.html>  
日本語仮訳：先端材料イノベーションのための共同プラットフォーム  
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2021-XR-01.html>

## 目的に応じて3タイプにインフラ・プラットフォームを分類

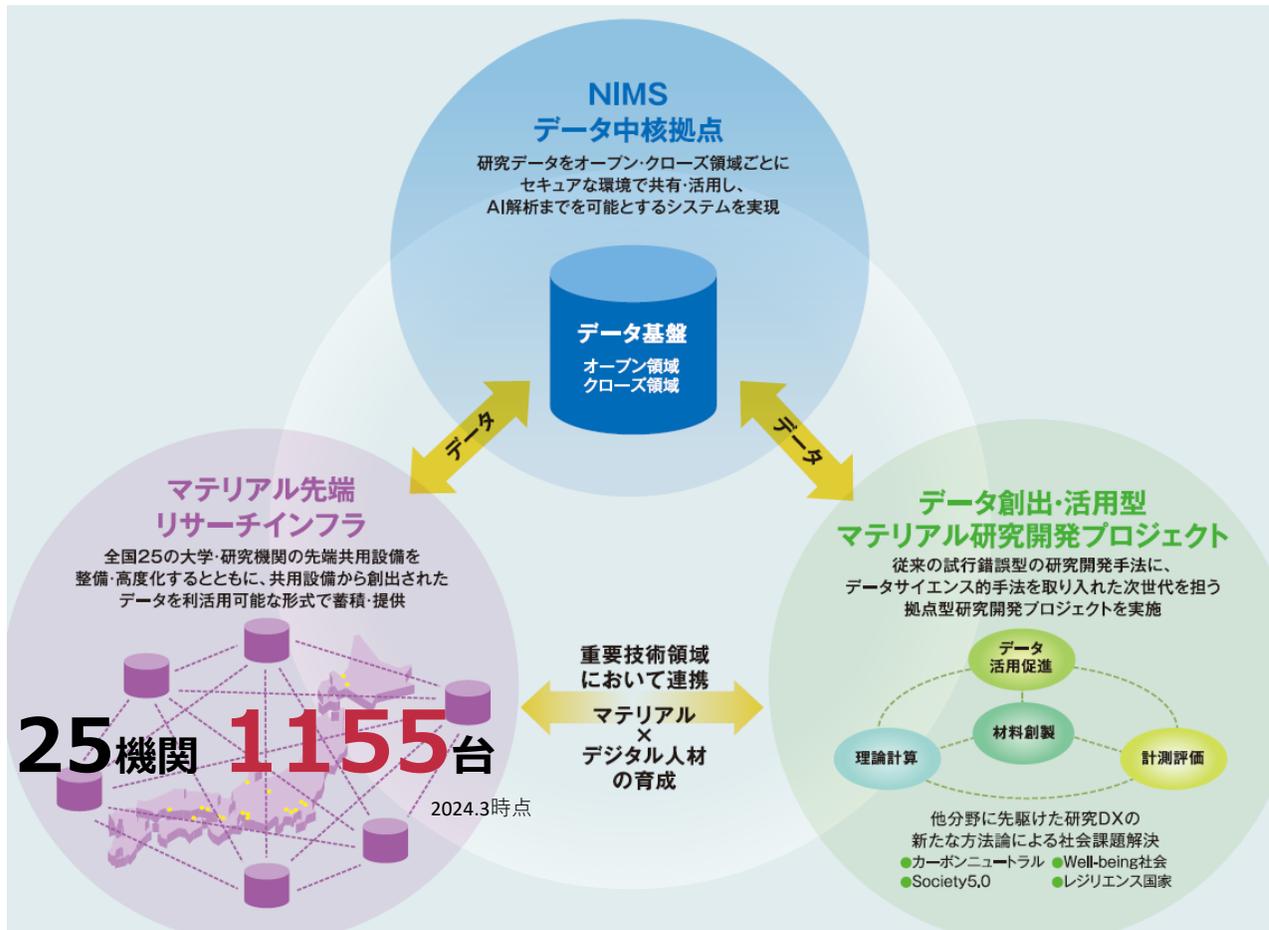
- タイプ1**  
研究集約型ユーザー施設
- タイプ2**  
産業化重視型クラスター/ネットワーク
- タイプ3**  
デジタル化・デジタル重視型プラットフォーム

# OECDからの研究インフラに関する8つの提言

(2020)

8つの提言項目	内容
1. 研究インフラの <b>ユーザー構造の最適化</b>	新規ユーザーとリピーターとのバランス、ハイリスク課題と安定的成果創出の見込める課題との受け入れバランス。利用者・研究課題側からのアクセスメカニズム最適化
2. <b>ロードマップ策定</b>	国や拠点レベルで、 <b>研究インフラのライフサイクル設計・ロードマップ</b> を持つ。研究インフラ構築から、運営、リニューアル、 <b>閉鎖（装置の処分・売却等）</b> まで、 <b>全期間を想定したロードマップ</b> を持つ
3. <b>研究インフラの運営コストモデルと利用料プライシング</b>	インフラ構築および運営に要する全コストと、その関係における利用料のプライシングを可視化
4. <b>研究インフラのポートフォリオマネジメント</b>	国レベル、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. <b>データインフラの在り方と連携</b>	研究データの取得・蓄積・活用ツールマネジメント、第三者・研究者にとって利活用可能な形態にデータを展開
6. <b>研究インフラの国際化</b>	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、分担の方策を構築
7. <b>研究インフラ運営のモニタリング・評価方法の設計</b>	研究インフラのユーザーがどのような研究開発成果を出したかだけで評価するのではなく、 <b>研究インフラが存在したことによる効果、エコシステム形成による長期効果</b> など、多様な観点からモニタリング・評価をおこなうことが必要
8. <b>持続成長・発展メカニズムの構築</b>	上記1～7に関する施策、インフラ構築・運営を担う法人、ユーザーを含むステークホルダーの、 <b>人・組織の持続成長・発展メカニズム</b> のインストール

# マテリアル先端リサーチインフラ (ARIM)

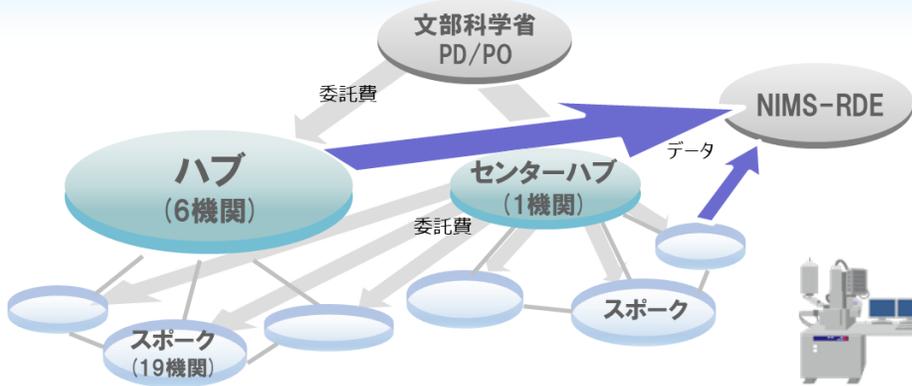


マテリアル革新力強化戦略のもと、マテリアルDXプラットフォームを構築  
(文部科学省)

## マテリアル先端リサーチインフラの目標

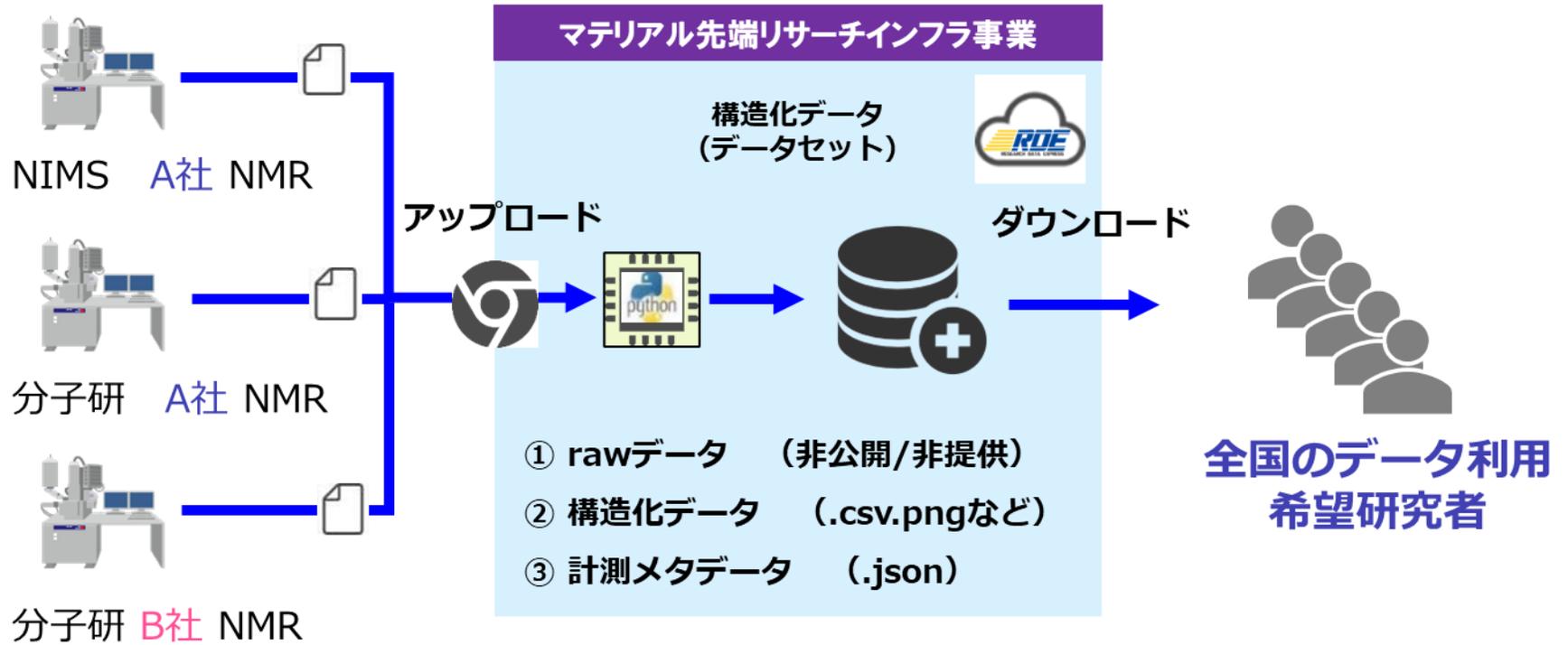
- 全国各地に整備し蓄積してきた**ナノテクノロジープラットフォームの優良な研究基盤**や、**新たに導入する最先端・ハイスループットの設備**を活用し、産学官の多様な利用者からの先端設備の共同利用を可能とする環境や、利用者に対する課題解決への最短アプローチの提供を図りつつ、**高品質なデータの創出が可能な共用基盤の整備**を実施する
- 研究設備の共用を図ることで高品質な**マテリアルデータを創出、収集、蓄積、構造化**し、NIMSが構築する**データ中核拠点におけるデータベース**とARIMの**データ基盤**を接続させ、データを登録する
- 産学官の利用者に対して、本事業で**創出されたデータを効率的に活用できる、データ共有の仕組みを構築・提供**し、重要技術領域を中心とする**データ駆動型マテリアル研究開発の推進**に貢献する
- 産学官の利用者に対して、利用機会が平等に開かれ、高い利用満足度を得る研究支援機能を有する**研究インフラ（装置インフラ、データインフラ）の共用システム**を構築・提供する
- 最先端研究設備及び研究支援能力を技術領域ごとに最適な組合せで提供する全国体制を構築して、産学官の研究開発課題、技術課題の解決に貢献する
- **利用者や専門スタッフ（専門技術人材、データ活用人材等）**の相互交流や研修、海外の関連研究インフラ・プラットフォームとの交流等を継続的に実施することを通じて、**利用者の研究能力や専門スタッフの技術能力を蓄積・向上**させる

# ARIMのハブ&スポークによる研究インフラ（設備・データ）の全国提供



参画25機関の共用装置から創出されるデータを、共通したデータ形式に構造化

共用機器利用からの計測・加工データをワンストップでデータ構造化し、機械学習やデータ駆動型研究へ利活用しやすい「データセット」としてデータ利用希望者へ提供  
(2025年にデータ利用サービス本格開始)



メーカーが異なる共用装置でも共通したデータ形式で構造化

# 研究インフラのエコシステム構築にはシステムを介し生じる作用の戦略的マネジメントが重要

