

研究力向上の原動力である 研究基盤の充実に向けて

永野智己 Toshiki Nagano

総括ユニットリーダー



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

2019年7月発行

The **Beyond Disciplines** Collection

異分野融合を促し、 研究力向上を支える土壌を育む

「研究力」とは何か。
その本質を考える。

大学等公的機関の基礎的な研究の力、およびそこに必要な研究の“土壌”に関する問題に焦点をあて、概念の論述と事例検討を通じて問題の構造や課題を明らかにすることを目指す。

わが国における研究力向上の検討における共通的概念・基本認識を共有し、第6期科学技術基本計画の議論に向けて、文部科学省「研究力向上改革2019」の方向性を補強する。

- わが国における研究力向上の議論に対し、共通的概念・基本認識を提供し、論点・在り方を提起
- イノベーション・エコシステムは広範だが、大学等公的機関の基礎的な研究の力、およびそこに必要な研究の土壌に焦点
- 文部科学省「研究力向上改革2019」や第6期科技基本計画を始めとする政策検討・施策設計を前に、研究環境・研究基盤に関連する改革の実効的展開をサポート

報告書作成メンバ：

永野智己、島津博基、梅原千慶、小松崎美奈、中山智弘

趣旨

- 「研究力の向上」とはいったい何を伸ばそうとすることなのか。アウトプットの論文等の指標だけでは見えてこない、研究の力
- 産学官における研究開発投資の全体、すなわち日本全体としての研究開発投資効率を最大化させることが重要だが、なかでも本報告書は大学等公的機関における基礎基盤的な研究力の向上を議論
- わが国の研究関連人材と研究開発投資が国際的にみて停滞するなか、限られた研究資源において研究成果を最大化させる **「豊かな研究の土壌」**を育むことが必要 → **研究基盤**
- 研究開発投資を検討する際、研究現場において活用可能な研究資源（有形・無形のストック）を、より成長させる研究開発投資を重視。ヒト・モノ・カネ・チエの関係を検討し、豊かな研究土壌を育むことへの課題を提起
- **成果フロー偏重から、ストック成長型への視座の転換。**「次なる研究成果を生み出す力がどれだけ増大しそうであるか」という見えない知的ストック部分を成長させること、その活用による研究成果の最大化が重要

研究力とは、二つの力の成分で構成

- 研究を実行する力
- と
- 研究の実行により成果に到達する力

研究力向上には **豊かな研究土壌** が大事
 (= 研究資源とその効果的活用)

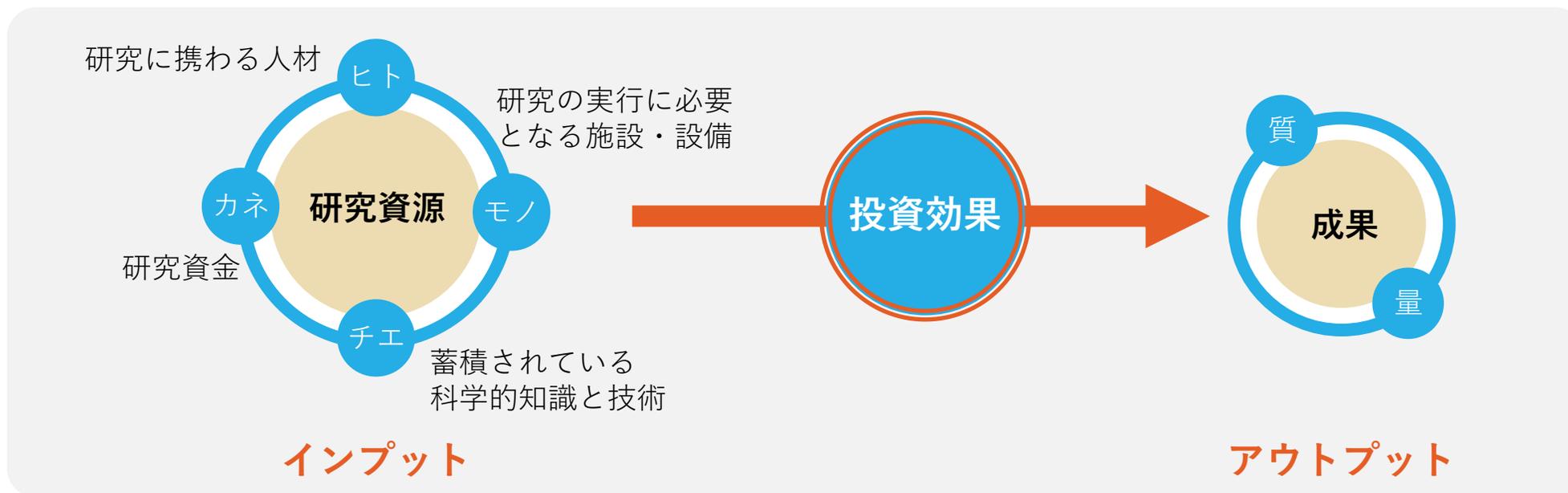
- ヒト**
 - 多様な人材の協働
 - 適正な研究時間の確保
 - 雇用制度・処遇、働く環境
- モノ**
 - 研究機器への十分なアクセス
 - ICTツールやデータ資産の活用
- カネ**
 - 真のコスト構造の適切な認識
 - 資金規模の最適化
- チエ**
 - 有形無形の知的資産の効果的活用
 - 知識基盤・ノウハウの成長サイクル

研究力向上に効く **研究開発投資の論点**

→ 何を成果として
どう評価するのか

- 質と量**
 両面それぞれ見つつ、
 定量指標への依存に陥らないことが肝要
- フローとストック**
 成果フローは大事だが、見落とされてきた
 ストックの成長こそ特に重要に

研究力



研究関連人材を考える

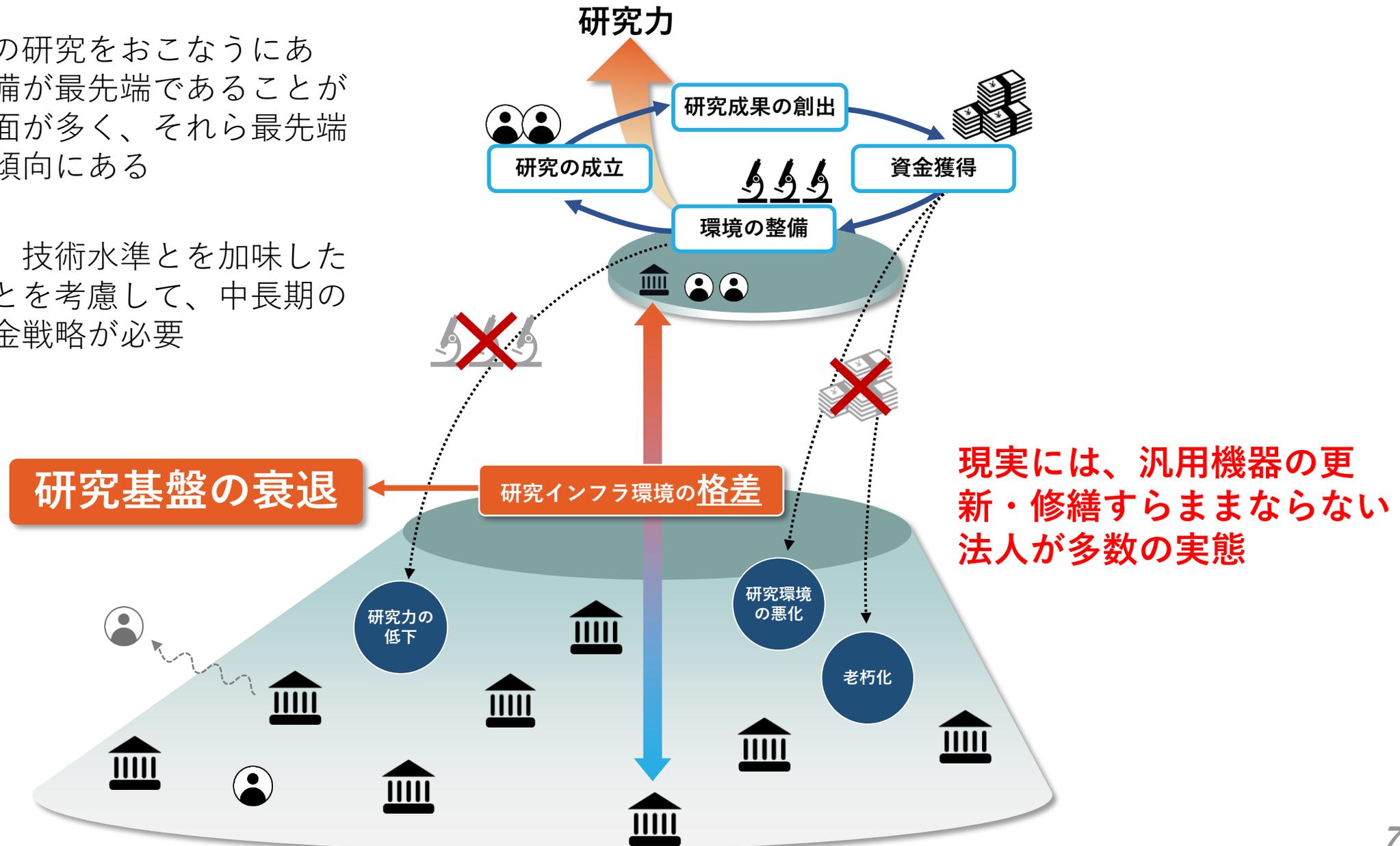
- 日本の研究者人口は約67万人 (2017)、大学等公的研究機関17万人（非営利団体含む）、民間49万人
- **実行される研究の量そのものに対して、研究成果を得る部分「研究成果の最大化」に向け、如何に効果的に実行しうるか**を、実行者を含むステークホルダーの観点から見ていかななくてはならない
- 元来、研究成果は多様で、効率や生産性を定義することは極めて難しい。単位労働力と単位コストあたりの研究成果というものを、論文が何報出たかということからだけで研究の効率とすることは間違い
- 進路選択し励むことができるだけの諸条件が、研究現場の環境として一定程度揃っていることが必要だが、現在の日本には揃っていないとの指摘が多数
- 研究者を含む関連人材に**選ばれるような研究土壌**がなくては研究力が向上しないし、国民・社会・産業界の**ステークホルダーが投資先として選ぶような研究土壌**になっていなければ、やはり望ましい研究成果は創出されない
- 研究者だけでなく、研究に携わる多様な専門人材も不足 → **成果創出に直接影響**

研究者や技術者等の研究関連人材、このどちらもから選ばれるような環境・場になっておらず、選ばれるだけの土壌を築かなければならない

研究の実行に必要な施設・設備

特に近年、最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



我が国の大学等に対する公的資金支援の全体像



図：「研究開発の俯瞰報告書 日本の科学技術イノベーション政策の変遷 ～科学技術基本法の制定から現在まで～」掲載図を一部改変



- インプットとしての研究資源
(研究の全活動規模)
- 人件費
 - 設備費、メンテ費、消耗品費
 - 研究実施場所の借損料
 - 研究実行時の
水道・光熱費等の諸経費 等

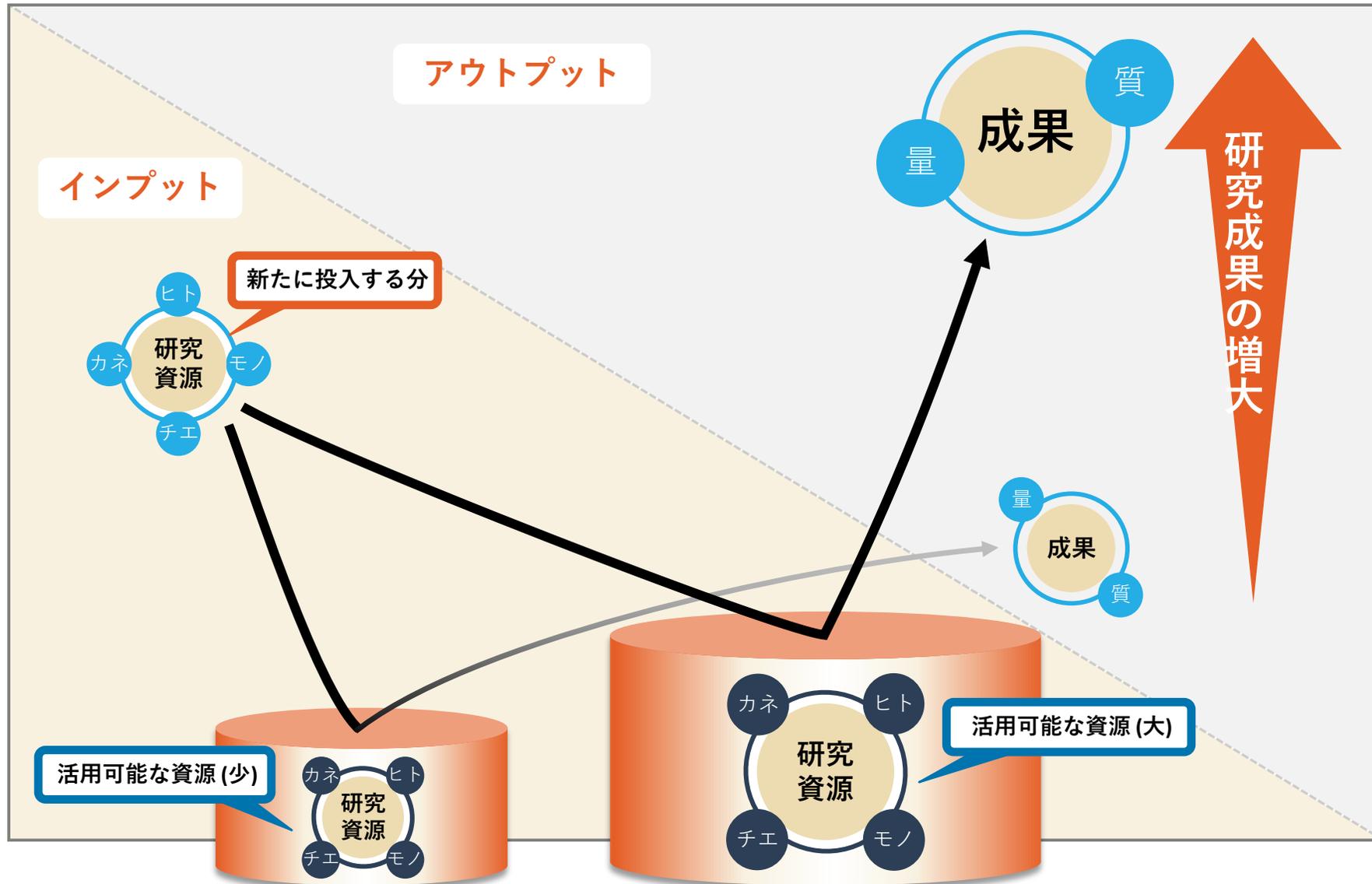
 - ストックとして蓄積されている、活用可能な設備等資産
 - ストックとして蓄積されているノウハウや知識の無形資産

研究力の基となる資源

- 新たなインプット（フロー）と、活用可能なストック分のインプットを足したものが、当該研究の全活動規模（≒仮想的な全コスト）に相当
- どの研究資源の範囲に起因して対応する研究力なのか、関係を認識した投資が重要になる

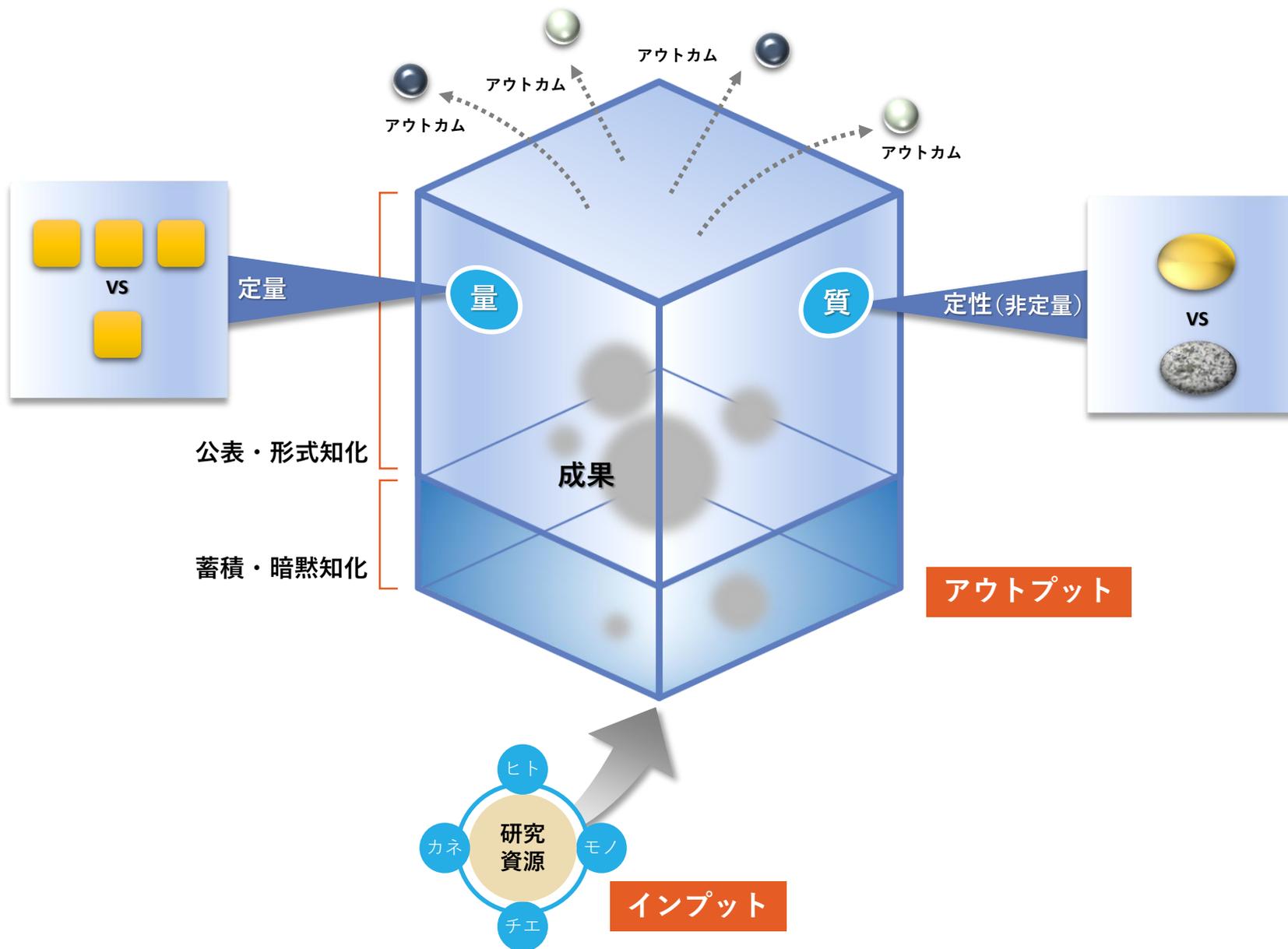
研究のコストを実態に即して認識するためには、「研究を担う主体」の範囲と研究費との関係を理解し、本来は合算しなければ、投資対効果を推定することや比較することはできない。
過去に投資された結果による資産を新たな研究活動で用いることになるのだが、それらの価値を考慮した新たな投資を検討することが重要

「効果をもたらすストックの差」が成果に影響

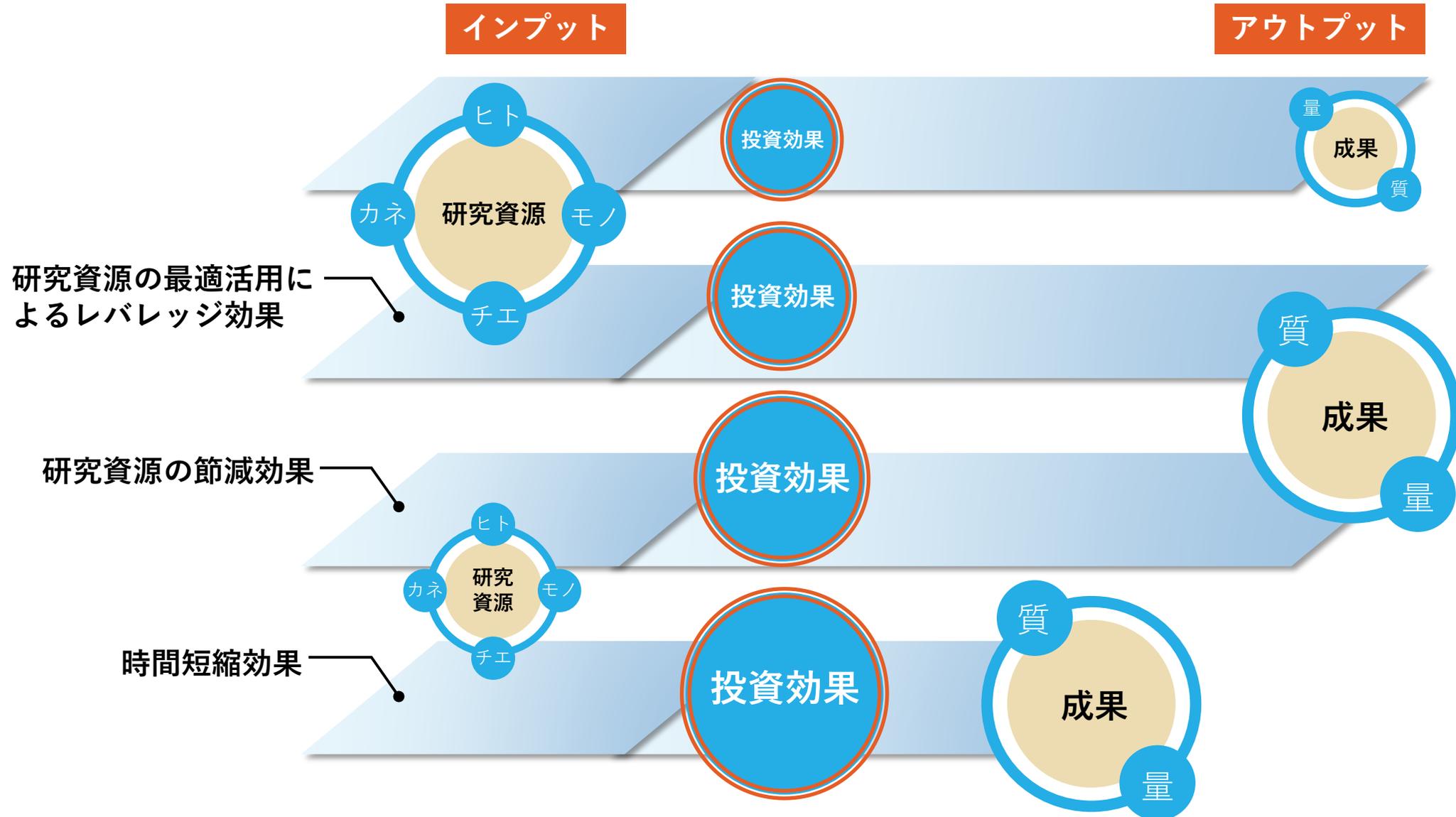


インプットの一部として用いるストック

研究の成果（アウトプットの量と質）



研究資源と投資効果、成果、時間の関係



有効なストックが成果におよぼす3つの効果

成果の拡大効果（レバレッジ効果）：

アウトプットたる成果はどれだけのレバレッジがかかっているのか、成果が拡大しているのか。ストック部分の活用度合で大きく変化する。

仮に同規模の投資であるときに、得られる成果の大小が異なった場合、その差分の要因は、ストックの活用がどれだけおこなわれ、レバレッジが効いたのかになる

インプットの節減効果：

新たな投資時点においては、インプットがどれだけ仮想的に節減されたのか、節減効果があったのか、という実行部分にかかる投資効率。アウトプットの効率とは異なり、実行段階での投資の節減効果がどの程度得られるかという部分の投資効率

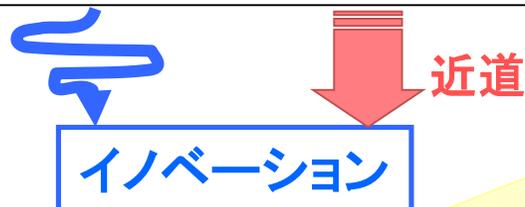
成果創出に至る時間の短縮効果：

本来どれだけの投資と時間が必要になりそうか（または必要だったのか）を仮想的に見積もり、実際のところ活用できるストックの効果によって、研究成果創出に至るまでの「時短効果」を認識することが可能になる

みんなの研究基盤

融合はイノベーション創出の条件の一つ

横(異分野)と縦(シーズとニーズ)の二つの融合を促進

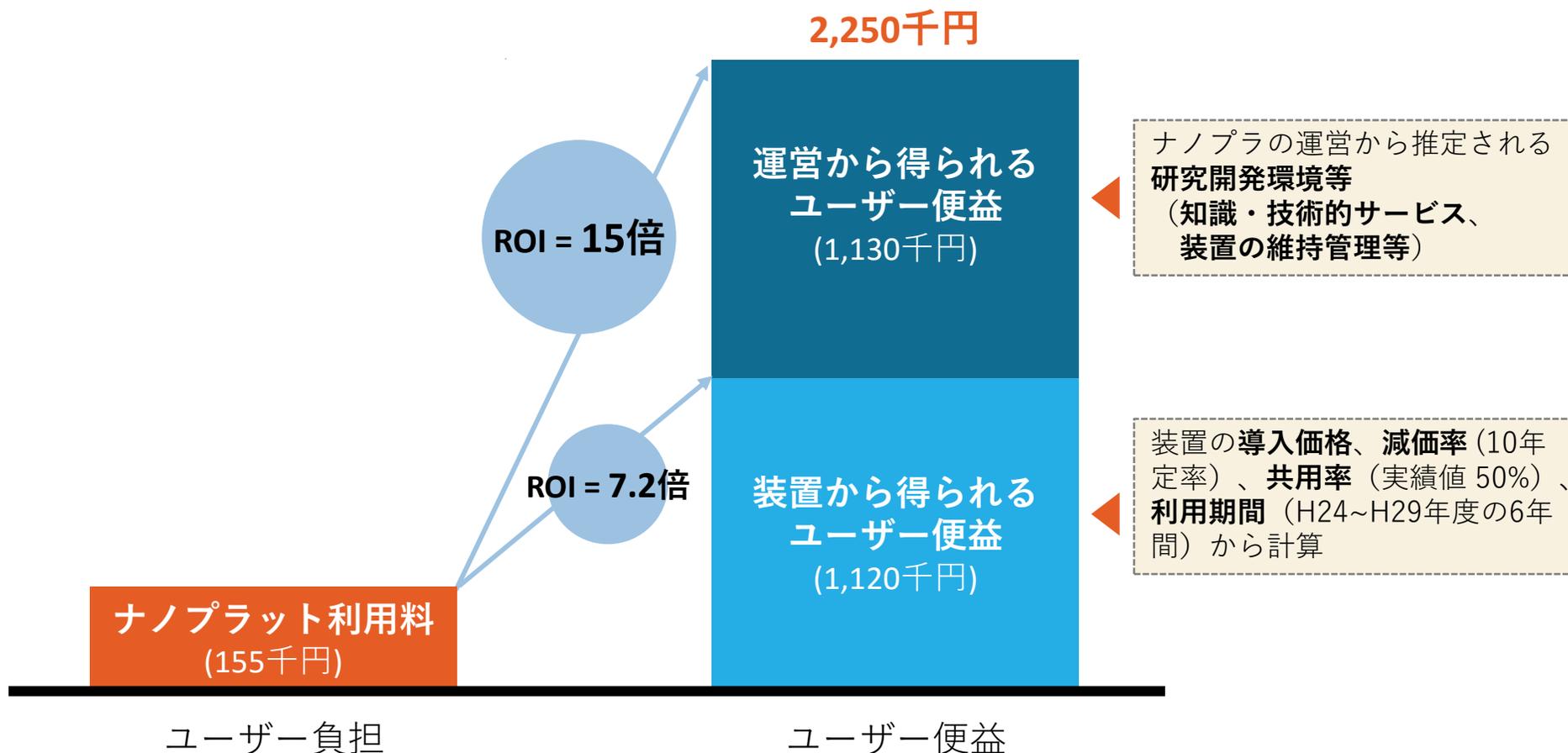


ネットワーク型 の共用PF	融合を加速
	多様な人材交流を促進
	自律的な活動・持続的運営



図: JST-CRDS 戦略プロポーザル「自立志向型共同利用ナノテク融合センターの設置」を改変

研究インフラ・プラットフォーム利用における 研究者から見た研究資源のレバレッジ効果 (ナノプラ事業のケーススタディー)



()カッコ内の数値はナノプラ利用1件あたりの数値
ナノプラット利用料155千円 (H24~H29における平均額)

研究基盤の在り方が変わる → 新しい研究文化へ

これまで	今、そしてこれから
所有（ヒト・モノ・カネ）	シェア（ヒト・モノ・カネ・ <u>チエ</u> の <u>サイクル</u> ）
縦割り・タコツボ	横串・融合
クローズ	オープン（&クローズのバランス）
アナログ/バラバラのプロジェクト	デジタル/ネットワーク・プラットフォームベース
ナショナル・リージョナル	グローバル・インターナショナル
自分の視点・課題	<u>ユーザー</u> の視点・課題
自分の研究に投資 自分たちが大事	ユーザーの問題解決に必要な投資 ユーザーが大事
公的資金頼み、プロジェクトの切れ目 = 仕組みも人も雲散霧消	財源多様化、適切な利用料金で 持続経営 = 価値を蓄積し再投資・成長
価値は成果フロー至上主義 ／何が何件出たか	価値の源泉は<u>ストック</u>にあり これから生み出す力（対応力・解決力）がどれだけ増大しているか。
特定分野の研究者が一番、 狭く伝統的領域を深く	高度技術人材、支援人材の協働、多様な専門性を持ち、 研究の欠かせないパートナーとして、課題解決を共に担う
意識改革を叫ぶ	なによりもまず <u>行動改革</u> から

研究開発投資の効果を最大化する研究基盤

日本の研究システム・プラットフォームの課題



- 科学技術の進展と、科学技術の適用が求められる社会・産業上の課題が複雑化するにつれ、**従来型の研究室単位の活動では実施することが難しい研究開発課題が増えている**
- 特に学際領域・異分野融合を要する新しい研究開発課題が増加・拡大するなかで、わが国は多くの領域で、現有の設備・スキルセットだけでは対応できないような実験・データを扱うケースが増加
- 特定の一か所に先端機器や専門人材を集中させれば、それだけで日本の研究力が向上するというわけではない。（集中の必要性も理解されるが）
- 対応する技術領域による類型化はもちろんのこと、全国の研究者のアクセス性や、周辺に存在する機関や地域の産業など、地域性を考慮した技術・設備・データ等の配置を考えなければならない
- 各地の既存の大学・研究機関に平等に分散配置することはおそらくコストの面でも適切ではないため、いくつかのハブ的な場と、特徴的な技術に特化した機関との、いわば「ハブ&スポーク」のような構造かもしれない
- 同時に長期的な視野に立った技術・設備の開発・高度化・更新と、専門人材の継続確保は必ず構造的な課題になる。この仕組み・設計を如何におこなうかがとりわけ重要
- **高度な専門性を備えた技術者**等は、論文を自ら発表する研究者とは異なるが、こうした各種専門人材が担う仕事をより魅力的な職業にしていくことも課題。端的な言葉で表現すれば、本来は「**共に研究開発課題の解決を担うパートナー**」であるべき人材のはず

OECD（経済協力開発機構）グローバルサイエンスフォーラム（GSF）

- ①「国際的な研究インフラの効果と持続性」
- ②「研究インフラの社会・経済的影響を評価するためのフレームワーク」
- ③「**国内研究インフラの運用と利用の最適化**」（2019現在進行中。日本からは永野がエキスパートメンバとして参画）

“Optimising the operation and use of national research infrastructures”

- 各国の研究インフラの利用率を向上し、運営を改善・最適化するための政策と手段を特定する。いわば研究インフラの経営最適化策
- **資金制約の中でいかに投資や更新を行い、複雑化する研究インフラのポートフォリオを、コスト分担しながらマネジメントするか**
- フォーカス
 - ユーザーベースの最適化：利用促進のためのユーザー維持・開拓、アクセス性向上、次世代育成
 - 研究インフラポートフォリオマネジメント：長期計画、設備更新・投資計画、ライフサイクル、インフラ間やサイバーインフラとのシナジー、**インフラへの投資利益の最大化方法**、インフラを取り巻くステークホルダーを調整する方法の検討
- 調査方法
 - 加盟各国のベストプラクティス特定
 - 事例調査：分野別、類型別整理
 - 各国への勧告・政策提言

スケジュール

2018年11月～ 専門家会合を定期開催
 2019年 6月 第1回国際WS@英国
 2019年11月 第2回国際WS@韓国
 2020年 前半 政策提言

「ラボ改革」をどう実現していくか

- **労働集約的な研究スタイルを変革できるか**。研究関連人材が減っても研究成果の質や量が減らないことは可能か。自動化やデジタル化、研究現場でどう実現していくか
- AIで制御されたロボット実験機器、多数の条件を振った実験・測定・加工を連続・同時進行させ、作業のスループットを向上させる。現実の実験系で導入するためには、緻密な機器設計とメカニクス・システムが必要。実験からの膨大なデータを蓄積し自動処理するインフォマティクスツールも課題。さらに処理結果を次の実験にフィードバックすることが必要になるが、それすらリアルタイムで自動化する方向へ
- 一般に実験データ蓄積はラボ毎に異なるが、特定ラボだけで通用する蓄積は得策ではない。統一的な用語・フォーマットに基づくデジタル化とそのDBを、国内のプラットフォームに長期的に蓄積し第三者利活用の仕組みを整えていくことが課題。データ所有権や利活用にかかる権利整備の課題も
- こうしたデータインフラの課題は、担う人・組織と運用コスト。「流入するデータ量」と「使用するユーザー数」の各パラメータが増加・成長する仕組みをインストールできるか
- 一方、メリットだけではない。例えば、研究者が自ら手を動かすことをしなくなり、手で触れなくなる。サンプルを自ら調整できなくなる、機器を開発できなくなる、結果、技術がわからなくなる。研究スキルの均質化・平坦化が起きる。→ vs 研究における「手触り感の消失」
- 省力化・自動化は必須の流れとはいえ、研究者や技術者が自身に何を蓄積し残すのかという本質的な課題も。ただし、機械ができないことは今のところとても多い

近未来のスマートなラボは
どのようなものか



資金規制・制度改革の視点

- 運営費交付金と競争的資金、企業からの共同・受託研究費等は別々に管理し、競争的資金も制度ごとにすべて別管理。このこと自体は当然。問題は、研究を担う主体においてその身体をいくつにも分割して、多数に分かれた資金管理をしながらやりくりしなければならないことに起因する非効率
- 特に難しくしているのが、研究主体における設備等の修繕・更新（調達）と、雇用・人件費の継続的・計画的な支出。公的機関のラボでは原則として貯金や貯蓄が難しいことが要因。ラボの計画的・組織運営が難しい
- 研究を担う主体では、共通の研究資産（ヒト・モノ・チエ）を用いて様々な制度に紐づく研究課題を遂行するが、研究費のフローの部分だけが制度ごとに完全分離していることから、共通の研究資産を積み上げ成長させようとする過程で、制度間の差に悩まされてしまう
- 文部科学省では「研究費の合算使用（による調達）」を認めている。しかし研究を担う主体において、同じタイミングで同一の目的設備に対して合算使用できる資金が存在することは、極めて稀。多くの場合、タイミングが合わず実現しない

公的研究の実施主体において「ラボを運営するシステム」だけではなく、そこに資金を投じる国や産業界等も考慮した、幅広い意味での「日本における研究経営システム」を分野特性等を踏まえたうえで全体最適化する必要

おわりに 研究文化と研究環境

- 主に戦後の70年あまりを経て形成された日本の研究文化のいくつかはすでに変容している。他方でいくつかの研究文化は、それを守ろうとする研究社会・コミュニティによって、一部は変化を拒んでいるとの見方もある
- 研究力を数値化して簡単に測ることはできず、そうすることはそぐわない。たしかに進歩には定量的な評価や競争が欠かせないのだろうが、同時に研究は文化に根差したものである
- **研究の力とは、研究の文化資本たる面との関係にその本質があるのではないか。**研究文化の形成に強く影響するものが、研究環境であり、研究の土壌
- どのような研究環境を構築し、どんな土壌を育むのかによって、そこでおこなわれる研究活動から、時間を経て研究文化は徐々に形成されていく

新しい仕組みややり方に挑戦し続けることが、新しい研究文化をつくる。研究環境の変革によって豊かな研究土壌を育み、同時にそれは、新しい時代に相応しい研究文化の形成につながるものへ