

文部科学省 平成 30 年度科学技術調査資料作成委託事業
「海外の最新科学技術動向に係る新興・融合領域に関する調査分析業務」業務成果報告書

2019 年 3 月

本報告書は、文部科学省の平成 30 年度科学技術調査資料作成委託事業による委託業務として、株式会社三菱総合研究所が実施した平成 30 年度「海外の最新科学技術動向に係る新興・融合領域に関する調査分析業務」の成果を取りまとめたものです。

目次

1. 調査概要	1
1.1 背景・目的	1
1.2 調査内容	1
1.2.1 海外在住研究者の学会等における調査（詳細は 2.）	1
1.2.2 学会等の中核研究者へのインタビューによる調査（詳細は 3.）	1
1.2.3 意見交換会の実施（詳細は 4.）	1
1.3 本報告書の構成	2
2. 海外在住研究者の学会等における調査	3
2.1 海外在住研究者への依頼内容	3
2.1.1 調査対象とした学会大会等	3
2.1.2 情報収集の方法	3
2.1.3 取りまとめる研究テーマ	4
2.1.4 募集要項等の作成	5
2.2 依頼対象とした海外在住研究者	5
2.3 作成を依頼したレポートの構成	6
2.4 レポートで取り上げられた研究テーマ	7
3. 学会等の中核研究者へのインタビューによる調査	9
3.1 中核研究者の抽出方法とインタビュー対象者	9
3.2 インタビュー項目	10
3.3 インタビューで挙げた意見のポイント	11
3.3.1 エマージングな研究テーマについて	11
3.3.2 最新研究動向の情報源および情報の収集方法について	11
3.3.3 今後の科学技術政策に向けた示唆について	12
4. 研究者等の意見交換会の開催	15
4.1 海外在住研究者との意見交換会	15
4.1.1 実施概要	15
4.1.2 得られた意見のポイント	16
4.2 中核研究者等との意見交換会	20
4.2.1 実施概要	20
4.2.2 得られた意見のポイント	20
5. 本調査のまとめ	24
5.1 本調査で研究者から得られた情報	24
5.1.1 研究者から報告された研究テーマとその背景	24
5.1.2 インタビュー等で得られた研究者からの主な意見	25
5.2 本調査手法の課題	28

5.2.1 量的な限界と今後の課題	28
5.2.2 質的な限界と今後の課題	30
5.3 今後の検討・実施すべき取り組み	32

<付録資料>

- A. 海外在住研究者向け募集要項**
- B. 業務成果報告概要**

1. 調査概要

1.1 背景・目的

大変革時代の科学技術行政においては、エマージングな課題を先取りし、今後、重要となる分野融合的な研究課題・領域への対応に後れを取らないよう、先見性、戦略性を持った政策を打つことが重要である。このため、こうした新興・融合領域に係る研究開発戦略を立案する上では、各関係機関等と協力関係を構築するなどにより国内外の研究開発動向の調査・分析が必要である。

一方、新興・融合領域の萌芽は、国内だけでなく海外のアカデミアに身を置く研究者や国際的なネットワーク等のタイムリーな活動から得られることが多いと考えられる反面、こうした情報の収集スキームの構築は十分になされていない。

このため本調査では、今後の情報収集の核となり得る海外在住又は国際ネットワークの中核にいる日本人研究者とのネットワーク形成を図りつつ、海外の最新科学技術動向に関する情報の収集を目的とする。

1.2 調査内容

1.2.1 海外在住研究者の学会等における調査（詳細は2.）

海外に在住する日本人研究者（以下、海外在住研究者）に依頼し、海外の最新の新興・融合領域の研究動向に関する情報収集を行った。依頼の対象者は、昨年度調査で同様の作業を依頼した研究者および彼らから紹介いただいた研究者とした。

海外在住研究者は、これまでに参加した学会大会などで得た各種の情報を踏まえ、新興・融合領域における注目すべき研究テーマを複数取り上げ、各テーマの研究動向、今後の展開・インパクト、有力な研究者・グループなどについてレポートとして取りまとめた。

本調査では、海外在住研究者がレポートを作成するための依頼・契約業務に加え、レポートのイメージ共有、進捗管理、クオリティコントロールを行い、作成されたレポートの取りまとめを実施した。

1.2.2 学会等の中核研究者へのインタビューによる調査（詳細は3.）

学会大会などでプログラム編集委員や投稿論文の査読員等、国際的な研究ネットワークの中心にいる研究者（以下、中核研究者）に対して、新興・融合領域における注目すべき研究テーマについてインタビューを行い、その内容を取りまとめた。

1.2.3 意見交換会の実施（詳細は4.）

上記の海外在住研究者および中核研究者などを対象とし、新興・融合領域の研究開発動向やその内容、そうした情報の効果的な収集方法、日本人研究者とのネットワーク形成のあり方などについて意見交換を行う機会（以下、意見交換会）を設定した。

海外在住研究者については、研究者毎に意見交換会を設定し、テレカンファレンス形式で個別に意見交換を行った。中核研究者などについては、対象者と対面で意見交換を行った。

1.3 本報告書の構成

本報告書は、前節で示した調査内容に沿って構成している。

2. では、海外在住研究者へ協力を依頼・募集するにあたっての条件設定、募集要項・応募書類の構成・ポイント、依頼・募集の方法などを整理した上で、海外在住研究者から提出されたレポートで取り上げられた研究テーマを整理した。3. では、中核研究者の選定基準と実際のインタビュー対象者、インタビュー項目、インタビューで得られた意見のポイントを整理した。4. では、海外在住研究者および中核研究者それぞれについて、意見交換会の参加者、議題および得られた意見のポイントを整理した。5. では、上記の内容を踏まえて、最新の科学技術動向の把握や日本人研究者とのネットワーク形成のあり方について整理した。

2. 海外在住研究者の学会等における調査

本調査では、海外に在住する日本人研究者（以下、海外在住研究者）に対して、何らかの学会大会、国際大会、研究会など、日本国外在住の研究者が集まる場（以下、学会大会等）に参加した上で、そこで得た情報から、「新興・融合領域」に係るいくつかの研究テーマの研究動向について、レポートとしての取りまとめを依頼した。

以下では、具体的な依頼内容、依頼した研究者、その結果として情報の得られた研究テーマについて整理した。

2.1 海外在住研究者への依頼内容

2.1.1 調査対象とした学会大会等

ここで対象とした学会大会等は、以下の条件のいずれかを満たすものとした¹。

- 今後開催される学会大会等（ただし、研究者自身が参加予定で、2019年2月中旬までに開催されるものに限る）
- 過去1年以内（概ね2017年10月以降）に開催された学会大会等（ただし、研究者自身が参加し、具体的な報告が可能な学会大会等に限る）

2.1.2 情報収集の方法

参加した学会大会等における、情報収集の方法としては以下を提示した。ただし、これら全てが必須ということではなく、海外在住研究者に対する例示として取り上げたものである。最終的には、提出されたレポートの内容を確認した上で、必要に応じて追加的な情報収集やレポートの加筆などを依頼した。

- 学会大会等で実施されたセッション・発表等の傍聴・見学
 - ✓ 講演、シンポジウム、展示会、（ポスター）セッションなどの傍聴や見学を通じて情報を収集。
- 学会大会等参加者との対話
（※開催済みの学会大会等を対象とする場合は、当時実施した範囲で可）
 - ✓ 学会大会等の参加者から、以下の観点で情報収集することが望ましい。
 - 当該研究課題の難易度、社会実装に関する不確実性およびインパクト
 - 当該研究課題に関する研究の進捗状況
 - 研究支援などに関する政策動向 等
- 関連資料を対象とした情報収集

¹ 研究者に依頼を行った時点は2018年11月頃であり、依頼時点以降に開催予定の学会大会等も可能な限り調査対象に含めるため、2019年2月中旬までに開催される学会大会等までを対象とした。

2.1.3 取りまとめる研究テーマ

依頼内容としては、昨年度調査を踏襲しつつ、今年度調査は「新興・融合領域」に関わる研究テーマに関する情報収集という観点を強調した。具体的な研究テーマのイメージとしては、以下のように説明を行っている。

表 2-1 海外在住研究者に提示した研究テーマのイメージ

【別紙】取りまとめていただきたい研究テーマのイメージ

本紙で説明した調査を通じて、研究者の皆様には、新興・融合領域として注目すべき研究テーマをいくつか（3～5件程度）抽出・選定し、それについての情報を（様式3）のフォーマットに従って収集・報告いただくことを想定しています。以下では、実際に報告いただきたい「研究テーマ」のイメージをお示しいたします。

(1) 注目すべき研究テーマ選定の基本方針

- 現在急速に立ち上がりつつある新たな研究テーマや、従来から知られていたものの最近のブレイクスルーによって再度盛り上がりを見せつつあるテーマなどを選定してください。
- 原則として、研究者の皆様の専門性や現場感覚に基づき「新興・融合領域として注目すべき研究テーマ」を選定いただくことを優先しますので、文部科学省・三菱総合研究所からテーマを細かく指定はいたしません。ただし、レポート取りまとめ時に、テーマの一部選定・追加についてご相談させていただく場合があります。
- 研究者ご自身の研究テーマを含むことも構いませんが、なぜそのテーマが「注目すべき」なのかの理由を、レポートの中で記載いただくようお願いいたします。

例) 「未解決な問題を打破できるような新規な研究手法に関する発表があり、この分野のブレイクスルーが期待できる」
「従来は無い新たな価値を創出するような研究成果が生まれた」
「本大会から『・・・』というセッションが新設されているため、・・・に関する研究への注目度が高まっていると考えられる」
「『●●』に関する論文が学会の Best Paper に選定されており、今後、この領域の研究がさらに注目されると考えられる」

(2) 研究テーマの具体例

今回レポートとして取りまとめていただきたい研究テーマの粒度や、具体的なレポートでの取りまとめのイメージは、（様式4）を参考としてください。

2.1.4 募集要項等の作成

海外在住研究者に対しては以下の書類一式を送付し、前述の内容を含め、依頼内容や契約条件などを提示した。具体的な内容については付録資料 A を参照されたい。

表 2-2 海外在住研究者に提示した書類

書類様式	概要
(様式 1) 海外の最新科学技術動向に係る新興・融合領域に関する情報収集 ご協力をお願い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 依頼の趣旨、対象とする学会大会、情報収集の方法、取りまとめるべき研究テーマ、調査に関わる FAQ を提示。 ・ 応募方法や契約条件なども合わせて提示。
(様式 2) 申請書様式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海外在住研究者から提出いただく申請書のひな形。 ・ 本人の氏名、所属・役職、対象とする主な学会大会等、レポートとしてまとめる予定の研究テーマを記入。
(様式 3-1) 学会大会等への参加 レポート (速報版) ひな形	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収集した情報をまとめていただくレポートのひな形。 ・ 参加した学会大会等の概要、当該学会大会等での主な発表・講演の概要などを整理するもの。
(様式 3-2) 学会大会等への参加 レポート (詳報版) ひな形	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収集した情報をまとめていただくレポートのひな形。 ・ 情報収集に基づいて、「注目すべき研究テーマ」について取りまとめるもの。

2.2 依頼対象とした海外在住研究者

本調査で情報収集を依頼した海外在住研究者としては、以下のような 2 つのパターンが存在する。

- 昨年度調査で同様の情報収集を依頼した海外在住研究者
 - ✓ 海外在住研究者との継続的な関係構築を図ること、情報収集・レポート作成を継続することでノウハウを蓄積し、レポートの質向上を図ることを意図して、昨年度にも依頼した海外在住研究者に再度依頼を行った。
- 上記の海外在住研究者から紹介いただいた海外在住研究者
 - ✓ 海外在住研究者とのネットワークを広げること、収集するレポートの対象分野を広げることを意図して、上記の海外在住研究者へ新たな候補者の紹介を打診した。紹介いただいた研究者に対しては、申請書類の提出などのやり取りを実施した後、正式に依頼を行った。

本調査では結果的に、前者において 15 人、後者において 3 人、合計で 18 人の海外在住研究者に対して、情報収集を依頼した。実際に依頼し、レポートを提出いただいた研究者は以下の通り。

表 2-3 レポート作成を依頼した海外在住研究者

新規/ 継続	氏名 (敬称略)	所属
昨年度 からの 継続	新井 康之	米国国立衛生研究所 アレルギー感染症研究所
	石原 圭祐	Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Center for Systems Biology Dresden
	石原 良一	デルフト工科大学・電子情報数理学部
	我部 篤	アリカンテ大学 材料科学研究所
	小林 主茂	ジュネーブ高等国際・開発研究院 紛争・開発・平和構築センター
	齋藤 剛	University of Southern California, Keck School of Medicine Department of Medicine, Division of Gastroenterology and Liver Diseases
	鈴木 真里奈	Pacific University School of Pharmacy (パシフィック大学薬学部)
	平 貴昭	カリフォルニア大学 バークレー校 地震研究所
	土屋 良重	University of Southampton, School of Electronics and Computer Science
	常世田 好司	ドイツリウマチ研究所 骨免疫学グループ
	中山 義敬	Victor Chang Cardiac Research Institute
	野崎 千尋	Institute of Molecular Psychiatry, University of Bonn, Germany
	廣畑 貴文	University of York・Department of Electronic Engineering
	山崎 美紗子	チューリッヒ大学
Gädda 晃子	ヘルシンキ物理学研究所 (Helsinki Institute of Physics) ADVACAM (VTTフィンランド国立研究所-2012年所内ベンチャー企業)	
今年度 からの 新規	高野 陽平	Max Planck Institute for Meteorology, Ocean in the Earth System
	松島 和洋	ケンブリッジ大学 (University of Cambridge)・遺伝学部
	梅森 十三	ヘルシンキ大学、ハイライフ、ニューロサイエンスセンター

2.3 作成を依頼したレポートの構成

レポートは以下の2種類を用意し、海外在住研究者に対しては、速報版、詳報版の順に作成するよう依頼した。

速報版が提出された段階で、その内容の抜け漏れなどを確認した上で、詳報版作成に向けたフィードバック（詳報版で取り上げて欲しい研究テーマ、特に詳しく記載して欲しい内容など）を行った。詳報版が提出された際にも、内容の抜け漏れや前述のフィードバックへの対応状況などを確認した上で、最終的な可否を判断した。

表 2-4 作成を依頼したレポートの種類・構成

レポートの種類	記載内容
学会大会等への参加レポート（速報版）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 参加した学会大会等の概要（名称、日程、場所） ・ 学会大会等のアカデミアでの位置づけ、プログラム構成 ・ 学会大会等で得られた情報（主な講演・発表の内容、講演・発表以外で得られた情報など） ・ 「詳報版」で記載予定の「注目すべき研究テーマ」候補
学会大会等への参加レポート（詳報版）	<p>※以下の内容を、研究テーマ毎に記載。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 当該テーマの概要（大まかな研究内容、これまでの経緯、研究領域全体から見た位置づけ・重要性など） ・ 近年の研究動向、今後の展開、期待されるインパクト ・ 当該テーマが重要だと考えられる理由、当該テーマで今後特に重要となりそうな課題 ・ 当該テーマのキーパーソン、注目すべき研究者 ・ 当該テーマの参考情報（キーワード、参考文献）

2.4 レポートで取り上げられた研究テーマ

表 2-3 で示した海外在住研究者から提出された「学会大会等への参加レポート（詳報版）」の中で取り上げられた研究テーマとしては以下のとおりである。

表 2-5 今年度報告された研究テーマ

分野	テーマ名
ライフ・臨床系	細菌叢（マイクロビオータ）解析を通じた新規治療戦略
ライフ・臨床系	ゲノム異常に着目した新規病態の解析
ライフ・臨床系	細胞運命の遺伝性制御ネットワーク解明
ライフ・臨床系	細胞集団の運命決定のライブイメージング
ライフ・臨床系	上皮組織における細胞間競争
ライフ・臨床系	脂肪性肝炎（メタボリック症候群の一環としての肝臓病）に関する研究の動向
ライフ・臨床系	ウイルス肝炎、特にD型肝炎に関する研究の動向
ライフ・臨床系	細胞外マトリックスの肝臓病学における重要性
ライフ・臨床系	Implementation Science の臨床薬学への応用
ライフ・臨床系	新しいインスリンの製薬
ライフ・臨床系	Non-FDA-approved substances (FDA 非認可物質)
ライフ・臨床系	Women's Health/Transgender Care の重要性
ライフ・臨床系	組織常在性記憶 T 細胞の生理学的役割
ライフ・臨床系	免疫学と微生物学が融合した感染生物学の発展
ライフ・臨床系	クライオ電子顕微鏡観察によるタンパク質複合体の網羅的構造解析
ライフ・臨床系	メカノバイオロジーの理解を目指した生体膜の膜脂質の構造と機能の多様性の理解
ライフ・臨床系	食の西欧化による免疫系および腸内細菌叢への影響について
ライフ・臨床系	生体における免疫系の変動が疾病の発病または抑制にどう関与するか
ライフ・臨床系	どのような「自然免疫への働きかけ」が、どのような神経疾患に繋がるのか
ライフ・臨床系	「発生」に注目を置いた神経発達研究および病態研究

分野	テーマ名
ライフ・臨床系	疼痛あるいは睡眠といった重要な神経活動の視覚化
ライフ・臨床系	ゲノム編集技術を農業用植物に応用するために乗り越えるべき課題
ライフ・臨床系	植物の利点を生かした複合大規模データ解析から得られる生物学的成果とその応用
ライフ・臨床系	植物科学研究全般、及び、植物科学を横断するような学際的研究を推進するための支援制度の可能性
ライフ・臨床系	C d T e 検知器の医学的応用
ライフ・臨床系	RNA 修飾
ライフ・臨床系	新規非コード RNA
ライフ・臨床系	中枢神経系における単一細胞の RNA 解析
ナノテク・材料系	量子インターネット
ナノテク・材料系	ハイブリッド量子コンピューター
ナノテク・材料系	Carbon materials for gas storage
ナノテク・材料系	Surface chemistry of carbon materials and mechanism of the oxygen reduction reaction on graphene-based materials
ナノテク・材料系	サステナビリティを目指した新たなナノテクノロジーシステムの開発
ナノテク・材料系	磁気センサー開発
ナノテク・材料系	磁気スキルミオン・スピン波(マグノン)論理回路や、トポロジカル絶縁体・THz スピントロニクス実現に向けた新規磁性材料の開発
ナノテク・材料系	高エネルギー (HEP) シリコン半導体検知器
地球科学・環境系	米国火山研究コミュニティによる物理モデルに基づいた火山噴火予測の取り組み
地球科学・環境系	新しい技術による火山におけるリアルタイム観測
地球科学・環境系	植物科学による知見が解決の糸口となるような水不足問題への取り組み
地球科学・環境系	地球温暖化予測に伴う気候システムの不確実性と海洋生態系に対する影響評価(国際海洋学会のセッションより)
地球科学・環境系	地球温暖化に伴う海洋貧酸素化(主に国際会議からの内容)
工学系	埋め込み冷却技術
工学系	先端熱特性計測技術
工学系	高効率熱輸送構造デザイン技術
工学系	エネルギーハーベスト
その他	科学技術の進展と将来の国際関係理論
その他	新たな行動の観察およびモデル化による情動行動の分析研究
その他	何が我々を動かすか：行動決定に関する研究
その他	JUNO に関する情報

3. 学会等の中核研究者へのインタビューによる調査

本調査では、海外在住研究者による情報収集とともに、学会大会などでプログラム編集委員や投稿論文の査読員等、国際的な研究ネットワークの中心にいる研究者（以下、中核研究者）にインタビューを行い、新興・融合領域における注目すべき研究テーマを取りまとめた。

以下では、インタビューの対象者や内容、そこで得られた情報について整理した。

3.1 中核研究者の抽出方法とインタビュー対象者

インタビュー対象とする中核研究者は、以下の条件から抽出・選定を行った。

- 海外在住研究者による情報収集（詳細は 2. 参照）において、やや手薄な研究分野を専門とする研究者。（海外在住研究者はバイオ・医療系を専門とする研究者が多く、量子科学系や AI・ICT 系を専門とする研究者がやや少なかった）
- 国際学会や学会大会等において、その運営やプログラムの企画・編集などのメンバーとなっている研究者。

具体的には、量子科学および AI・ICT 系の国際学会・学会大会等のウェブサイトから、運営や企画・編集のメンバーとなっている日本人研究者を抽出した上で、専門領域が偏らないようにインタビュー対象者を選定した。インタビュー対象とした研究者は以下のとおりである。

表 3-1 インタビュー対象とした中核研究者

分野	氏名（敬称略）	所属
量子科学系	石橋 幸治	理化学研究所 石橋極微デバイス工学研究室 主任研究員
	川畑 史郎	産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 エレクトロインフォマティクスグループ 研究グループ長
	坪田 誠	大阪市立大学 理学研究科 研究科長・教授
AI・ICT系	北野 宏明	沖縄科学技術大学院大学 教授 ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長 所長 システム・バイオロジー研究機構 会長
	佐藤 洋一	東京大学 生産技術研究所 教授
	山田 誠	京都大学 大学院情報学研究科 准教授

3.2 インタビュー項目

各中核研究者に対しては、以下の項目についてインタビューを行った。

表 3-2 中核研究者へのインタビュー項目

<p>1. 「<u>エマージングな研究テーマ²</u>」について</p> <p>(1.1) 先生のご専門分野で「エマージングな研究テーマ」があれば、お教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none">● 研究テーマが「エマージング」と考えられる理由は何でしょうか。● その研究が今注目され始めている背景は何でしょうか。 <p>(1.2) 上記の研究テーマの動向や影響についてお教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none">● その研究テーマについて、近年の国内外研究者による研究動向や学会活動等のアカデミアの動向はどう推移していますか。● その研究テーマは、今後の科学技術を発展させるインパクトを与えますか。● その研究テーマの成果が実用化されると、経済社会に対してどのようなインパクトを与えますか。 <p>(1.3) 上記の研究テーマにおいて、我が国を取り巻く動向についてお教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none">● 各国における研究力や研究活動の活発さなどを国際的に比較して、我が国の立ち位置はどうなっていますか。(強み/弱み、研究水準、人材、など)● 日本が主要なプレーヤーとして研究活動をリードしていくため、我が国の立ち位置を考慮しながら臨むべき具体的な戦略はあるでしょうか。 <p>2. 「<u>エマージングな研究テーマ</u>」の兆候の発見について</p> <ul style="list-style-type: none">● 論文動向等、定期的に観察すべき研究動向はあるでしょうか。● 情報収集すべき研究コミュニティや研究者はどのようなところでしょうか。 <p>3. <u>その他</u></p> <ul style="list-style-type: none">● 「エマージングな研究」の動向把握について、国が研究コミュニティや研究者と共同で取り組むべきことはあるでしょうか。● 国が、国内と国外の日本人研究者との間で研究動向に対する情報収集のためのネットワークを強化するには何が必要でしょうか。
--

² ここでの「エマージングな研究テーマ」とは、新たな発見・成果や分野融合の動きなどがあって、近年急速に注目度が高まっている研究テーマなどを意味している。

3.3 インタビューで挙げた意見のポイント

3.3.1 エマージングな研究テーマについて

中核研究者へのインタビューによって、伺った研究テーマを以下に示す。

量子科学関係では、量子コンピュータや量子流体力学に関連する研究テーマが得られた。

ICT 関係では、機械学習・AI に関連する研究テーマが多く得られている。これらはいずれも、基盤的なツールとして他分野への応用が志向されているか、ICT 以外も巻き込んだ分野横断的な研究テーマと言える。量子コンピュータについても、今後は多くの分野での基盤的ツールとして発展することが期待されるものである。

以上のように、本調査では、科学研究の基盤技術となり得る研究テーマについて多くの情報を収集することができた。

表 3-3 中核研究者へのインタビューで得られた研究テーマ

研究分野	研究テーマ
量子科学	各種方式による量子コンピュータの開発競争
	トポロジカル量子コンピュータの基盤技術・材料開発
	量子コンピュータ制御に必要な周辺エレクトロニクス技術
	量子乱流と量子渦に関する観測とシミュレーションの展開
ICT	医療・バイオ系等の高次元・小標本データを用いた非線形機械学習
	他分野との融合により拡大するコンピュータービジョン
	人間の状態や感情、行動を詳細に理解するためのコンピュータービジョン
	AI により加速するシステムバイオロジー
	AI 研究システム

3.3.2 最新研究動向の情報源および情報の収集方法について

(1) 国際会議、国際学会

1) 国際会議、国際学会における発表

研究者からは、政策担当者が速報性が高くかつ施策化にあたって信頼性もある程度担保されている情報を得るには、国際会議・国際学会の発表が重要との指摘があった。

国内外において主要国際会議・国際学会に参加する研究者に依頼もしくはインタビューすることを継続し、情報収集を行い施策に活かすことが重要と考えられる。

2) 国際会議、国際学会のテーマ、トレンドの決定方法

研究者からは、国際会議、国際学会では運営側が意図的にテーマを絞ることはしておらず、重点的な研究分野を国際学会や国際会議が定めることもないとの指摘があった。あくまで、国際会議における論文の採択は各論文の査読結果に基づき決定され、テーマによつ

て論文の採択率が調整されるようなことは無い。トレンドに沿った分野には多くの論文が投稿され、結果として採択される論文も多くなるに過ぎない。

(2) 論文動向

1) メジャージャーナルの編集者

研究者からは、研究分野の主な学会論文誌の編集者には、その分野における研究動態の情報が集約しており、研究分野の最新情報を俯瞰できる圧倒的な情報量であるとの指摘があった。

2) 事前に情報が共有されるプラットフォーム

研究者からは、論文投稿と同時にプレプリント・サーバにアップロードすることが一般化しつつあり、そこにアクセスすることで速報性が高い情報が得られると指摘があった。ただし、アップロードされている情報はピアレビューを受けたものではないため、当該分野の研究者でないと研究の萌芽性や研究自体の信頼性を認識することが難しく、こうした情報の活用には工夫が必要である。

(3) 研究者自身の知見

1) 個人的なネットワークによる共有

研究者からは学会等の動向の把握が重要であるものの、最新の情報は個人的なネットワークから得られるとの指摘があった。

研究者コミュニティに属していない日本の政策担当者にとっては得にくい情報ではあるため、このような情報を取得するためにはコミュニティに属している研究者と継続的に情報交換を行うことが重要と考えられる。

2) 国内研究者へのインタビュー

研究者からは、政策担当者は国内の当第一線の研究者に、定期的にインタビューを行い情報収集を行い、最新動向を把握することが重要であると指摘があった。

今回の中核研究者ヒアリング調査はそのような活動にあたるものと考えられ、継続的に多様な分野の研究者と情報交換ができるようにすることが重要と考えられる。

3.3.3 今後の科学技術政策に向けた示唆について

(1) 「エマージングな研究」を生み出す課題設定

1) 新興領域へのチャレンジ

研究者からは、多くの引用を得ることが可能な分野は成熟分野であることが多く、新領域

の分野にチャレンジするインセンティブは少ないとの指摘があった。

日本として新興領域の研究者を増やすには、研究者のテーマ選定時のインセンティブ構造のあり方の検討は必要になるといえる。

2) 「夢のある」研究の必要性

研究者からは、壮大なテーマで長期的なビジョンを持った「夢のある」研究の重要性の指摘があった。例えば米国のアポロ計画である。「夢のある」キーワードを示すことにより多くの研究者の関心を得ることができ、ただちに研究の方向性を共有することができる。最終マイルストーンまでは数十年掛かるであろうが、その過程で多くのスピアウトが発生し、数年程度で新たな技術や研究分野が萌芽するであろう。

3) 戦略と創発性の両立

「破壊的」な研究テーマは、政策担当者の想定外の領域で生まれることを前提条件とすべきであり、つまりは「創発性」を確保すべき、との指摘があった。

この指摘からも、特定のターゲットを意識した情報収集に加え、国内外の研究者と政策担当者との情報交換のハードルを下げ、玉石混交ではありながらも想定外の領域で生まれた「破壊的」な研究テーマが流入することが重要であると言える。

(2) 研究者間の共創・創発による「エマージングな研究」の促進

1) 基盤分野と応用分野のマッチング、ネットワーキング

今回、主なインタビュー対象としている量子科学技術や AI などの分野は、今後幅広い分野において活用が期待される基盤技術的な側面を有する。こうした基盤技術と、応用先の分野との間でのマッチングや、双方の研究者のネットワーク形成を促す仕組みがあると良いのではないかと指摘があった。

こうした仕組みとして、例えばニーズ・シーズを収集・蓄積・公開するいわゆるマッチングシステムのようなものが考えられる。インタビューにおいては科学技術振興機構が推進するプログラムである「さきがけ」などは、異分野研究者間のネットワーク形成に役立っているとの指摘も得られている。単なるマッチングではなく、研究活動を通じたネットワーキングを促す仕組み（例えば「さきがけ」など）も含め、様々な施策を検討する必要がある。

2) 異なるレイヤー間での一体的な研究体制構築

日本と海外（特にアメリカ）との違いとして、理論と実験、材料、プロセスとデバイス、アーキテクチャといった異なるレイヤー間の距離感が挙げられた。例えば日本では、新規材料の物性であれば物理学会、新規材料を活用したデバイス作成であれば応用物理学会、デバイスの制御やそれによるシステム構築であれば電気学会や電子情報通信学会といった形で学会が分かれており、相互の交流が少ないこと、研究現場でも材料、デバイス、システムといった異なるレイヤー間での研究者の連携・交流が非常に少ないことが指摘された。

一方、アメリカにおけるレイヤー間の連携体制の事例としてハーバード大学の The

Center for Integrated Quantum Materials (CIQM)が挙げられた。同センターでは、量子科学における材料、デバイス、プロセス技術の研究者が集められており、これらが連携して研究が進められている。特に、新奇なデバイス開発においては、多様な材料を用いた試行錯誤が必要であり、材料分野の研究者と密に連携できることのメリットが非常に大きいとの意見が得られている。

(3) 研究開発投資

1) 将来の「エマージングな研究テーマ」を支える投資

研究者からは「エマージングな研究テーマ」の兆候を捉えて対応することの重要性だけでなく、そうした「エマージングな」状況が過ぎ去った研究分野に対しても一定の投資を確保すること、パーマネントの研究職を拡充して若手研究者に安定したキャリアパスを確保することが重要との指摘があった。

いずれも、研究の基盤・多様性を維持することへの指摘であると言える。「エマージング」でない研究分野についても、日本における科学技術研究のポートフォリオとして一定の配慮を行うことは、将来的な「エマージングな研究テーマ」を生み出す力や、そうしたテーマが生まれた際の受容性・対応力を持ち続けるためにも重要と考えられる。

2) 米国、中国の豊富なリソース

今回インタビューした大半の分野で、米国や中国などは人材や資金等のリソースが非常に豊富であるとの指摘があった。特に中国の研究者は論文数等の KPI 達成が強く求められており、注目されやすい研究テーマに多くの労力をつぎ込む傾向があるとのことである。

4. 研究者等の意見交換会の開催

本調査では、海外在住研究者（詳細は2.）および中核研究者（詳細は3.）を主な対象として、新興・融合領域の研究開発動向やその内容、そうした情報の効果的な収集方法、日本人研究者とのネットワーク形成のあり方などについて意見交換を行う機会（以下、意見交換会）を設定した。

以下では、意見交換会の概要と、そこで得られた主な意見について整理する。

4.1 海外在住研究者との意見交換会

4.1.1 実施概要

2. においてレポート作成に協力いただいた海外在住研究者の一部を対象にテレカンファレンス形式で意見交換会を実施した。各海外在住研究者について個別に実施し、1人当たり30～45分で意見交換を行った。

各研究者と意見交換した議題は以下のとおりである。

- 提出されたレポートに関する質疑・補足情報。
- レポート取りまとめにあたって、特に有効だった情報源、情報の収集方法。
- 政策立案に資する科学技術動向の把握に必要な取り組み。
- 政策担当者と研究者のネットワーク形成のあり方。

表 4-1 意見交換会を実施した海外在住研究者

氏名（敬称略）	所属
新井 康之	米国国立衛生研究所 アレルギー感染症研究所
石原 圭祐	Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Center for Systems Biology Dresden
我部 篤	アリカンテ大学 材料科学研究所
小林 主茂	ジュネーブ高等国際・開発研究院 紛争・開発・平和構築センター
鈴木 真里奈	Pacific University School of Pharmacy (パシフィック大学 薬学部)
平 貴昭	カリフォルニア大学 バークレー校 地震研究所
常世田 好司	ドイツリウマチ研究所 骨免疫学グループ
中山 義敬	Victor Chang Cardiac Research Institute
廣畑 貴文	University of York・Department of Electronic Engineering
山崎 美紗子	チューリッヒ大学

4.1.2 得られた意見のポイント

(1) 政策立案に資する科学技術動向の把握方法

1) 研究者による研究活動に沿った動向把握方法

a 主要な研究者・研究グループや論文誌の定点観測のための手段の広がり(プレプリント、SNS等)

従来、研究者による研究情報の収集にあたっては、分野を牽引する研究者・研究グループや分野における主要論文誌の動向把握が一般的に行われてきており、こうした注目事項を定点観測すべき情報として整理し、収集・分析していくことは基本的な事項と考えられる。

こうしたものに加えて、プレプリントや SNS (特に Twitter) も、ここ数年で研究者の情報収集、特に速報性の高い情報元として一般的に活用されている。物理学で広く利用されてきているプレプリントが他分野³においても広がっており、査読前論文のプレプリントサーバへの登録と、登録情報の Twitter を介した情報発信・質疑応答が、一般的になりつつあるとの指摘があった。

特に、プレプリントについては、雑誌への論文投稿後、査読が完了するまでにプレプリントサーバにアップロードすることが急速に一般化しており、いち早く情報を取得できる場として有効であるとの意見が、複数の研究者から得られている。一方で、査読がされていないこともありプレプリントとしてアップロードされた論文は、雑誌に掲載された査読付き論文と比べて質的に不十分なものも多く、当該分野に専門的知識を持たない政策担当者が利用するのは難しいのではないかとの意見もあった。

このため、オンラインジャーナルが普及する中で、定点観測していくべき情報としてその活用方策を検討していくべきであると考えられる。プレプリントのみならず従来の論文誌にも言えることであるが、従来の被引用数のみならずオルトメトリクス⁴により各論文の注目度を可視化する指標も利用されるようになってきているとの意見が得られており、こうしたものの活用も検討していくべきである。

b 海外研究機関における「コア・ファシリティ」に着目した動向把握

研究者から、萌芽的研究を促進させる要因として、コア・ファシリティの重要性が共通して指摘された。近年、欧州の公的研究機関では、必要な最先端技術・機器にアクセスできる環境と、その運用を支えるエンジニアへの相談を可能とするコア・ファシリティを提供しており、各研究室が利用可能な研究インフラとして有効に機能しているとの意見があった。

コア・ファシリティを担うエンジニアは、担当する技術やファシリティが研究に利用されているかという観点で評価されているため、研究に関する技術や機器の動向をよく把握し

³ 生命科学の分野においては、プレプリントサーバ bioRxiv が運用を開始されている。

⁴ 「オルトメトリクスは、論文を含む研究成果の公開後の反響を様々な角度から計測する仕組みであり、例えば Twitter といったソーシャルメディアの反応を即座に測定することで、社会的影響度を測定するものであり、従来の被引用数による論文評価等を支援、補完する手法として期待されている。」(文部科学省『平成 28 年版科学技術白書』第 1 部 第 2 章 第 2 節)

ていると考えられる。従って、こうしたファシリティの動向を追うことは、研究動向にもつながる重要な情報源になり得ると考えられる。

さらに、コア・ファシリティを担うエンジニアは、博士号取得者にとって研究者とは異なるキャリアパスとして機能していること、研究者よりも比較的長期間の任期が設定されており、手法とノウハウが蓄積していること、こうした存在は日本においてはあまり見られないことなども指摘されている。

2) 人的ネットワークを活用した動向把握方法

最新の研究動向は、学会発表や論文発表されるよりもかなり前から始まっており、そうした兆候を把握するには、学会大会等への参加だけでは時期的に遅いとの指摘は複数の研究者から得られている。また、本意見交換会の中でも、最新の研究動向は、諸外国にいる研究仲間などから非公式な形でもたらされるといふ指摘が多く、研究者ネットワークを活用することの重要性が確認できた。

a 研究現場と政策サイドをつなぐ「目利き」の必要性

科学技術動向の把握のため、政策サイドが各分野の第一人者から話を聞くことは有効であるものの、客観性や信頼性を確保するためにも、複数の研究者から情報を得ることや、それら情報について一定の判断ができる「目利き」が必要ではないかとの指摘があった。また、「目利き」の役割を果たす存在として、政策サイドにも研究者（もしくは最新の研究を理解・議論できる人材）を確保する必要があるのではないかとの意見が得られている。

例えば、学会において、研究者の発意によりワークショップが開始され、ワークショップでは政策サイドのプログラム・オフィサーが議論に参加し、ファンディングの方向性も含めてその場でディスカッションができていたとの先進事例が研究者より報告された。これは、政策サイドが課題を与えたものではなく、研究者によるボトムアップ的取り組みであること、その取り組みで政策サイドが議論に参加していること、萌芽的なアカデミアの取り組みを実効性の高い計画に誘導しファンディングにつなげることにおいて、特徴的な事例であると言える。

上記の事例では、プログラム・オフィサーは当該分野のポスドク経験者や博士号取得者であり、現役研究者と大学時代の同窓生や研究での同僚でもあった。このため、現役研究者から非常に近い存在として見られており、またそれ故に議論にも容易に参加できているとのことである。

b 海外派遣研究員や来日研究者とのネットワーキング

各団体等の支援事業などによって海外に派遣されている研究者や、日本に受け入れている外国人研究者と連携を深めることで、海外科学技術動向の把握につながるのではないかとの意見が得られた。例えば、日本学術振興会の海外特別研究員制度を活用したり、各学会で若手派遣を進めている動きと連動したりするなどが意見として出された。

なお、日本学術振興会の海外特別研究員としての経験を有する研究者からは、海外特別研究員間で交流する機会が十分に用意されていなかったとの指摘があった。異分野融合や異なるレイヤー間での連携の重要性は、中核研究者へのインタビューでも指摘されたとおり

であり、こうした制度の中で研究者間のネットワーキングを促進する仕掛けを積極的に用意すべきと考えられる。

c 海外における日本人ネットワークの構築・協働

海外における情報の収集にあたって、政策サイドが研究テーマの情報を入手するには、政策サイドが「情報を獲得しに行く」ことも重要であるが、研究者から「情報が入ってくる」仕組みの構築が重要という指摘が得られた。これを進めるためには、連携・協働のための行政側のニーズの伝達をはじめとした意思疎通を効果的・効率的に進めていくことが重要と考えられるが、そのためには、日本人ネットワークとの連携・協働を進めることが重要との意見が出された。

しかし、こうした日本人ネットワークについての情報には、公式・非公式を問わず整理されているものは見受けられないことから、こうしたものの「見える化」を進めていくべきと考えられる。

また、政策サイドのニーズを明確にしたうえで、日本人ネットワークの構築を促進していくことも重要と考えられる。本調査において、海外在住の日本人研究者の現地ネットワークのきっかけづくり及びネットワーク維持を、海外における政府拠点職員が実施しているとの事例が得られた。職員が現地ネットワークづくりの機会を提供することで、研究者にとっても有益なネットワークが得られており、結果的に職員と研究者との間で密な関係が構築できているとのことである。

海外現地における日本人研究者コミュニティが未発達な場合、海外における政府拠点職員による現地ネットワーキングの実施やコミュニティ構築などは現地の研究者にとっても有益な機会と受け止められ、結果的に政策サイドと海外在住研究者との密な関係構築の一助となる可能性があるといえる。

なお、海外在住研究者から情報収集するにあたっては、PI 相当のポジションの研究者が最先端の研究動向に関する情報が最も得られやすいと考えられるため、情報収集の対象として有効であるとの指摘があった。また、欧州では日本人 PI も増加しており、量的な観点でも情報収集対象としては有効とのことである。

3) 国家間の関係性に着目した活動の重要性

a 国家間の科学技術連携を利用した情報共有

政策担当者が海外の科学技術関連情報を収集するには、諸外国との二国間連携の枠組みの中で情報交換することが有効ではないかとの意見が得られた。今回意見交換した研究者の一部からも、現在居住する国の政府は特定の国と二国間で密に科学技術関連の連携をしているとの状況が報告されている。

各国で科学技術を取り扱う省庁と文部科学省が連携し、共同研究を推進するだけでなく、科学技術情報の共有をする場を設けることは、既存の二国間連携の中でも検討の余地があると考えられる。

b 人文学・社会科学視点からの現象の分析の重要性

今回調査においては、政治学の観点から、萌芽領域の変化をとらえる向きがあった。世の中のポピュリズムへの懸念が駆動力となり、萌芽領域の研究トレンドに影響を与えたとのことである。萌芽領域を俯瞰的にとらえるためには、自然科学のみならず、人文学・社会科学の視点からも観察することが有用であると考えられる。

(2) 情報収集にあたって留意すべき事項

1) 情報収集を行う海外在住研究者と政策担当者の対面でのコミュニケーションの重要性

海外在住研究者に情報収集と報告を依頼する場合、単にレポート提出を求めるだけでなく、対面（もしくは電話会議等）によりコミュニケーションを行うことで、意識共有や調査目的の理解、モチベーションの向上につながったとの意見が多く研究者から得られている。これは得られる情報の品質にも直結するものであり、例えば海外では重要なテーマであっても日本では重要性が低いテーマもあり、日本ならではのニーズを十分に理解してもらうことが有効な情報収集に重要とのことである。特に、昨年度調査と本調査での意見交換会の両方に参加した研究者からは、こうした対面でのコミュニケーションを繰り返すことでより政策担当者のニーズの理解が深まるため、今後ともこうした機会があると良いとの意見が得られている。

海外在住研究者に情報収集を依頼する場合は、依頼の実務は外部機関に委託する場合があるとしても、政策担当者が「どういった問題意識を持っているか」「報告された情報に対してどう考えたか、どこをより深く知りたいか」などを直に海外在住研究者に伝える機会は確保する必要があると考えられる。

「情報が入ってくる」仕組みの構築には、インセンティブ設計や政策サイドと研究者間の個人的な関係構築が重要になると考えられる。

4.2 中核研究者等との意見交換会

4.2.1 実施概要

3. においてインタビューにご協力いただいた中核研究者などに対しても、意見交換会を実施した。各研究者と意見交換した議題は以下のとおりである。

- 新興・融合領域の研究動向に関する情報収集の方法について
- 新興・融合領域の研究動向に関する情報収集の結果について
- 今後の振興・融合領域調査の方向性について

表 4-2 意見交換会を実施中核研究者等

氏名（敬称略）	所属
油谷 浩幸 ^(注)	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
川畑 史郎	産業技術総合研究所 ナノエレクトロニクス研究部門 エレクトロインフォマティクスグループ 研究グループ長
佐藤 洋一	東京大学 生産技術研究所 教授

(注) 油谷教授のみインタビューは実施せず、意見交換会のみの実施。

4.2.2 得られた意見のポイント

(1) 調査の改善の方向性

1) 研究者との協力の方向性

a 公的機関の支援を受けている研究者とのネットワーキング

公的機関からの支援を受けている研究者とのネットワーキングも実施すべきだとの意見があった。国の支援事業などによって海外に派遣されている研究者と連携を深めることで、海外科学技術動向の把握につながるのではないかとの意見が得られている。具体例として日本学術振興会の海外特別研究員制度などで、制度内で支援対象者にレポーティングを求める、またはレポーティングを行った支援対象者に対して追加の支援を行う等の形で、情報収集の仕組みを構築することなどが示唆された。

また、日本在住の研究者から特定分野の研究動向を把握する方法として「さきがけ」採択者の報告会が良いとの示唆を得た。本報告会は年に2度、開催期間3日程度の規模で開催されている。報告会内では同一領域の研究者が集中的に成果発表と討論を行っている。その成果発表の場に文部科学省担当者や科学技術振興機構担当者が参画し、ワークショップなどの形で研究者たちと最新の研究動向を討論する場を得ることで参加研究者から該当領域の研究動向を把握できる可能性があるとの示唆を得た。

なお、今回調査を依頼した海外在住研究者は、ポスドクや助教のような若手研究者が多かった。これに対して、若手研究者は自身の研究分野以外の動向までを十分把握できていない可能性があるため、PIクラス（例えば准教授以上）の研究者に調査を依頼するほうがトレ

ンドを正しくつかめる可能性が高いだろうとの示唆を得た。

2) 学会との協力の方向性

a ネットワーキングをする学会の検討

研究動向を把握する上では、適切なコミュニティに参画することが重要であるという意見があった。例えば、海外での研究動向の把握においては、数千名を超える大規模な学会ではなく、200～300名程度の規模で、特定の領域にある程度特化した有名学会への参加が望ましいという意見が得られた。大規模学会では論文発表直前の内容や分野外の方に対する発表も行われており、情報が古い、粒度が粗いことが多い。また、規模が大きいため、学会において、キーパーソン同士のディスカッションも生まれにくい。それに対し、数百名程度の規模であれば、出席者が同一会場で数日間一堂に会するような、クローズドな学会が多い。クローズドな学会の場合、内容を非公開とする代わりに、現在推進している最先端の研究内容が発表されることも多い。さらに、その分野の第一人者たちが狭い空間に集まるため、最先端の議論が生まれやすい。最先端で非公開の研究内容が発表の多くを占めることからレポートに詳細な内容を記載することは困難だが、議論の方向などをレポーティングすることは可能ではないかとの示唆が得られた。

b 国内学会を活用した国際学会・国際会議の調査

国内学会では、国際学会や国際会議に参加する研究者に対して依頼し、現地の状況や研究動向について調査の上、国内学会の場で報告をしてもらうようなこともあるとのことである。

このような取組に対して政府が旅費等の支援を行うことが考えられる。例えば、政府の支援によってこうした活動を拡充することで、国内の研究者には最新研究動向にアクセスできる機会を提供しつつ、政府としても必要な最新の情報を第一線の研究者から得られることになる。

3) ネットワーキング強化の方向性

a 収集情報の国内アカデミア・企業への共有によるネットワーキングの強化

本調査を含め、文部科学省として収集する新興・融合領域に関する情報は、国内のアカデミアや企業に共有することが有効であるとの指摘があった。得られた情報はアカデミアや企業における研究開発活動にも非常に有益であり、さらに共有した情報へのフィードバックを得ることで、情報の精査が可能になるのではないかとの示唆が得られている。

b 人的ネットワークの質的性質 の考慮

欧州では特に、研究者同士の活動地域が分散しているため、気心の知れた研究仲間とのネットワークを大切にす、または活用する傾向があるとの意見があった。EUが推進する新興・融合領域のファンディングプログラムは、ネットワーク形成や人材育成を含めたものと

なっているとのことである。

c 調査俯瞰と全体設計の重要性と調査機関のネットワーキング

科学技術振興機構の研究開発戦略センター（CRDS）でも、政策策定のための海外調査を行っており、本調査と類似した機能を持っている。また、類似の取組みを行っているシンクタンクや人文・社会学研究者も存在しており、こうした機関・研究者と本調査との役割分担が重要だという意見が得られた。

CRDS 等と連携し、CRDS 等の調査のみでは対応しきれない範囲の調査を本調査で行うと良いという示唆も得られた。

(2) 調査において認識すべき困難性

1) 萌芽的研究の把握、評価の難しさ

研究者の好奇心によって取り組まれている、基礎的・萌芽的な研究は極めて多様であり、それを漏れなく把握することや、それらを評価し、有望な研究を見つけ出すことは、研究者であっても困難であるとの意見が得られた。また、企業も率先して研究に取り組んでいる領域では、突然論文に発表してくることもあり、先読みが非常に難しいとの意見もあった。

基礎的・萌芽的な段階にある研究は、無理に把握・評価するのではなく、そうした多様な研究が生まれ進展する環境を用意することが重要であると指摘されている。

例えば、ボトムアップ的な仕組みである科学研究費補助金において、基盤（S）から新学術領域研究になるトピックは新興・融合領域と言えるものであり、その領域を支援することが考えられるとの指摘があった。例えば新学術領域研究の応募枠の細分化などによって萌芽研究を促す仕組みも考えられるとの意見もあった。

2) 研究動向に関する情報量の増大とキャッチアップの難しさ

プレプリントの普及に伴って、研究動向の速報性が高まった一方で、研究動向に関する情報量が大きく増大したことで、それらを全て読みこなすことは専門分野の研究者でも難しくなっているとの指摘があった。また、プレプリントは、基本的に査読を受けていない論文であるため、質的なばらつきが大きいことも指摘されている。

量的に増大する一方、質的にバラつきが大きいプレプリントを適切に評価し、有望な研究を見つけ出すには、専門的知識が不可欠と考えられる。こうした点からも、十分な専門知識を持たない政策担当者が、直接的に研究動向を把握することはさらに難しくなっていると考えられる。

3) 目利きを見つけることの難しさ

新興・融合領域の選定において、自身の研究領域を含めて客観的に評価することは難しく、利益誘導になるリスクを排除できないとの指摘があった。一方で、自身の専門でない分野について、「投資すべき分野」を判断するのは難しいとのことである。結局のところ、多くの研究者と話をした上で、信用できる研究者の「ホワイトリスト」を作るしかないのではない

かとの意見があった。

5. 本調査のまとめ

本調査では、昨年度調査に引き続いて海外在住研究者による情報収集を行ったことに加え、国内在住の中核研究者へのインタビューによる情報収集を行った。これにより、各分野において注目すべき研究テーマが多数指摘されている。また、中核研究者へのインタビューや意見交換会によって、科学技術動向に関する情報収集の方法や、研究者とのネットワーク形成のあり方などに関する意見を得た。

以下では、こうした本調査を通じて得られた「注目すべき研究テーマ」や研究者からの意見、科学技術動向に関する情報把握・活用に関する課題と今後の方向性について整理した。

5.1 本調査で研究者から得られた情報

5.1.1 研究者から報告された研究テーマとその背景

海外在住研究者から報告された研究テーマは全 49 件で、その各テーマは表 2-5 のとおりである。研究者にレポート作成を依頼する際には、「なぜそのテーマが注目すべきなのか」を記載するよう求めている。研究者からのレポートに基づき、各研究テーマに研究者が注目した背景を類型化・分類した結果を以下に示す。

学術的インパクトの大きな発明・発見（「発明・発見」）を背景とする研究テーマは 16 件と多く、全体の 1/3 程度を占めている。しかし、他の背景についても、「装置等の発展」「データドリブン」「社会的要請」もそれぞれ 15 件前後が該当している。特に「社会的要請」を背景とする研究テーマは 18 件と最も多く、研究者が学術的な動向以外の要素も考慮しつつレポートを作成していることが分かる。

「装置等の発展」については、次世代シーケンサを契機とする研究テーマが複数取り上げられている。また、高性能化するだけでなく、低価格化によって多くの研究グループに装置等が普及することで、研究が活性化したケースも見られた。

「データドリブン」を背景とする研究テーマは 12 件該当している。実験装置の発展や大規模な観測網の整備によってデータ量が飛躍的に増大したこと、オープンデータの流れによってデータ共有が進んだことなどが主な要因となっている。

表 5-1 海外在住研究者が各研究テーマに注目した背景

類型	概要	件数
発明・発見	<ul style="list-style-type: none">種々の研究成果の蓄積、革新的技術の開発、新規性の高い理論・現象の発見等を契機として、研究上の障壁・課題が取り除かれ、周辺領域の研究が急激に活性化したケース。	16
装置等の発展	<ul style="list-style-type: none">高性能な実験装置等が開発され、従来は不可能だった実験・観測が可能となり、研究が進展したケース。装置の小型化・低価格化によって普及が進み、周辺領域の研究成果が活発に生み出されたケース。	13

類型	概要	件数
データ ドリブン	<ul style="list-style-type: none"> 実験装置の発展や観測網の整備、オープンデータ化の進展に伴って、ビッグデータの収集・蓄積・共有が進み、データサイエンス的なアプローチから研究が進展したケース。 計算機やアルゴリズムの進歩によってよりも詳細な数値計算が可能となり、研究が進展したケース。 	12
社会的 要請	<ul style="list-style-type: none"> 社会課題解決や明確な社会・経済ニーズが存在しており、それらが原動力となって周辺領域の研究が活発化したケース。 	18
政策的 誘導	<ul style="list-style-type: none"> 国やファンディング機関等による目標設定、重点施策、大型 R&D プログラムの立ち上げ等を通じて、周辺領域の研究が活性化したケース。 	7
その他	<ul style="list-style-type: none"> 上記以外の要因によって研究が活性化したケース。（SNS の活用など） 	6

5.1.2 インタビュー等で得られた研究者からの主な意見

(1) 科学技術動向に関する情報の収集・把握に関する事柄

1) 定点観測すべき情報源の多様化、情報量の増加

これまでは、主要な論文誌や主要研究グループの研究発表等を定点観測することで、研究動向が把握されていた。これに加えて、多数の研究者から、ここ数年になってプレプリントによる研究動向把握や、研究活動での SNS の活用が一般的になってきたとする意見が得られている。また、学術誌のオンライン化が進展するにしたがって、各論文のページビューや SNS での言及・フォローなど、従来の論文の引用とは異なる指標が、オルトメトリクス⁵と言われる手法を通じて可視化されるようになり、これに基づいて読むべき論文を選ぶといった行動にも影響を与えているとの指摘があった。

査読を経ないプレプリントの普及は、情報の速報性を高める一方で、情報量を大きく増加させること、情報の質のバラつきが大きくなることにつながっている。こうした状況の中で、研究動向全体を把握することは専門の研究者でも難しくなっているとの指摘もあった。

これに対して、著名な研究者の SNS アカウントをフォローし、当該研究者の紹介する論文や学会発表をチェックしているという声も、意見交換会などから得られている。

2) 先端研究領域としての「コア・ファシリティ」整備

欧州の研究機関では、最先端技術・機器を提供するコア・ファシリティを整備しているという意見が得られた。コア・ファシリティでは、各研究室が機器を利用可能であることに加

⁵ 「オルトメトリクスは、論文を含む研究成果の公開後の反響を様々な角度から計測する仕組みであり、例えば Twitter といったソーシャルメディアの反応を即座に測定することで、社会的影響度を測定するものであり、従来の被引用数による論文評価等を支援、補完する手法として期待されている。」(文部科学省『平成 28 年版科学技術白書』第 1 部 第 2 章 第 2 節)

えて、例えばAIやビッグデータの取り扱いなどを研究者と共同で研究する等、研究機関の共通インフラとして機能している。また、単に機器や人員を設置するだけでなく、運用を支える専門家として、コア・ファシリティを担うエンジニアのキャリアパスが整備されていることなどが指摘されている。他の研究を如何に進展させるかでエンジニアも評価されることから競争も激しいとの指摘もあった。このため、コア・ファシリティの動向やこれを担うエンジニアの動向を把握することは、重要であると考えられる。

3) 様々な人的ネットワークの必要性

査読を経ないプレプリントの普及によって研究動向の速報性は高まっているが、世界各地の研究グループが取り組んでいる研究の最新動向は、研究者仲間からのインフォーマルな形での情報共有によってもたらされるという意見が多く挙がっている。論文になる前の研究成果・進捗に関する情報は、研究者間のメールや学会大会等での対面でのコミュニケーションによって得られることが多い。こうした点からも、現場研究者とのネットワークが情報収集において重要であることが示唆される。以下では、政策サイドと現場研究者とのネットワーク構築の方法について、選択肢を整理する。

a 政策サイドと研究コミュニティを橋渡しする人材の必要性

研究者からは、研究経験を十分に有しない政策担当者が、学術的な論文、学会大会、研究者からの調査レポートに触れても、その意味を十分に評価できないのではないかと懸念が挙がっている。特に、プレプリントやオープンジャーナルなど、査読を経ない研究成果発表の形態が一般的となる中では、それらの評価・判断のためには専門的・学術的な知識が必要と考えられる。

こうした点から、研究コミュニティの状況を咀嚼・選定して政策担当者へ伝達する「目利き」の存在が必要との意見も得られている。この目利きのあり方としては、政策サイドに一定数の研究者（もしくは研究経験者）を呼び込むこと、政策サイドと研究コミュニティの間に立つ組織の機能を強化すること、研究コミュニティの中心的な研究者と継続的な関係を構築することで、政策サイドの意図や問題意識を理解できる研究者を確保することなどが考えられる。

b R&D プログラムや関連事業と連動したネットワーク構築

国際連携を促進することを目的として実施されている各種事業が存在しているが、こうした事業と連動することで、グローバルに活動する研究者とのネットワーク構築に資するのではないかと指摘があった。その具体例としては、日本学術振興会の海外特別研究員制度などが指摘された。こうした取り組みの中で、研究者間や政府・研究者間の交流を促進する仕組みを用意することで、ネットワーク構築に貢献できるのではないかと意見が得られている。

上記以外にも、二国間の科学技術連携枠組みや、外国人研究者の受入支援に関連した各種事業との連携についても研究者から意見が得られている。

c 政策サイドと研究者の継続的な関係構築の重要性

特に、昨年度調査からご協力いただいている研究者からは、本調査においてレポートへのフィードバック（加筆・修正要望など）を丁寧に行ったこと、「意見交換会」という形で個別・対面でのコミュニケーションを図ったことについて、政策サイドの問題意識や知りたいことがよく分かるようになったと高く評価いただいている。

こうした事実は、単なる情報収集を目的とした単発の調査依頼ではなく、他の科学技術イノベーション施策も視野に入れた継続的なコミュニケーション、関係構築こそが、将来的な情報収集の基盤になることを示唆している。

(2) 萌芽領域となり得る活動・体制

(1) においては、萌芽領域の動向に関する情報の適時適切な収集・把握について整理したが、本調査においては、萌芽領域のシーズを生み出す方策についても意見を得た。こうした意見は、将来的な萌芽領域の収集・把握していく上で注視していくべき情報となり得るものである。

1) チャレンジを促す意欲的な課題設定と研究の支援・評価

萌芽領域での研究は、新領域への参入が必要であったり、他の研究者のとの協働が必要であったり、実現に向けて大きなチャレンジを実施していく必要があるが、そのためには意欲的な課題設定の重要性が指摘されている。例えば、アポロ計画のように研究者の大きな関心を得ることができると、研究の方向性を共有し、研究を進展させることができるとの指摘があった。こうした課題設定は、戦略的に生み出していくことのみならず、研究者の発意の下、創発的に生み出されるものもあることに留意が必要である。例えば、科学研究費補助金における新学術領域研究はこうした取り組みを支援する枠組みと考えられ、さらなる分析や政策への活用について検討すべきであろう。

なお、こうした研究者による意欲的な課題への取組は、論文関連指標では測りづらくインセンティブになりづらいとの指摘もあったことにも留意が必要である。

2) 異なる分野・レイヤーが連携した研究体制

異分野連携による研究、理論／実験、材料／デバイス／システムといった異なるレイヤーが連携した研究が、日本よりも海外で活発に進められているという意見が得られている。

異分野連携の観点では、量子科学技術やAIなどの分野は、幅広い研究分野において活用が期待される基盤技術的な側面を有するものであり、相互連携を促す仕組みを検討していくべきと考えられる。

また、異なるレイヤー間で連携した研究については、特に日本では、新規材料の物性であれば物理学会、新規材料を活用したデバイス作成であれば応用物理学会、デバイスの制御やそれによるシステム構築であれば電気学会や電子情報通信学会といった形で学会が分かれており、相互の交流が少ないこと、研究現場でも材料、デバイス、システムといった異なるレイヤー間での研究者の連携・交流が非常に少ないことが指摘された。

5.2 本調査手法の課題

前述の通り、本調査では海外在住研究者による情報収集、中核研究者へのインタビューのそれぞれから注目すべき研究テーマが多数指摘されるだけでなく、研究現場を取り巻く環境・システム、人材ネットワークなどに関する多数の示唆を得ることができた。また、調査に協力いただいた研究者の視点からも、政策担当者の問題意識を知る機会となったこと、自身の専門分野の状況を改めて整理する機会となったこと、(特に海外在住研究者は) 公的な調査に協力した実績が所属機関に対するアピールポイントになり得ること、といった点でのメリットが指摘された。

これらの結果から、本調査のように、政策サイドと研究者個人の人的ネットワークを活用し、海外の科学技術動向に関する情報を研究者から直接収集するという方法論については、一定の有効性が確認できたと考えられる。

しかし一方で、得られた情報を科学技術政策の企画・立案につなげるという観点から見た場合、本調査には大きく分けて調査の量的(規模)な限界と、質的(情報の信頼性・客観性)な限界が存在している。以下では、量的・質的な限界のそれぞれから、今後の課題を整理した。

5.2.1 量的な限界と今後の課題

研究者からは、学会等や論文の動向のみならず、特に萌芽性の高い情報は個人的なネットワークから得られるため、政策担当者は第一線の研究者に定期的に情報収集を行い、最新動向を把握することが重要であるとの指摘があった。

しかしながら、本調査で対象とした研究者は20人前後に過ぎない。この人数で科学技術全般を網羅するには、1人の研究者が対応すべき領域が大きくなり、必然的に個別研究テーマを掘り下げて情報収集することはできなくなる。科学技術全般に対して、一定の粒度、詳しく注目すべき研究テーマの情報収集を行うのであれば、現状よりはるかに多数の研究者と連携した調査が必要である。

従って、今後とも同様の調査を実施する場合、収集する情報の網羅性・粒度のいずれかを絞り込むか、調査の規模(つまり協力いただく研究者の人数)を拡大する必要がある。以下では、調査の規模拡大する場合について、その方法・課題について整理する。

(1) 規模拡大の方向性検討

仮に、調査対象範囲を拡大する場合、まずどの分野で何人程度の研究者を確保するかについて検討する必要がある。これについては、大きく以下の2通りの方向性があると考えられる。

1) 政策的な視点からターゲット(分野など)を絞り込んで拡大する場合

現在、政策的に重点化・注目している分野にあらかじめ絞り込んだうえで、当該分野の研究者に調査範囲を拡大する場合である。具体的には、協力いただく研究者を公募する際にも専門分野に制限を設ける、当該分野の主要学会に絞って協力を呼びかけるといった形で、分野の絞り込みを行うことが想定される。

この方法であれば、現在の政策に沿った研究テーマが挙がってくると期待されるため、得られた情報を活用しやすいというメリットがある。その一方、現在の政策自体の妥当性に関するチェック・評価機能を果たすことはできなくなる。

2) アカデミアの動向に従って拡大する場合

政策動向とは切り離し、あくまでもアカデミアの研究動向に従って調査範囲を拡大する場合である。例えば、分野別に論文数を計測した上で、各分野で調査対象とする研究者数は、分野別論文数に比例配分する形で設定するという方法が考えられる。

この方法であれば、アカデミアの中で論文数が多い（つまり、研究者が多い、研究が活発に行われている）分野へ重点化して調査を行うことができる。このため、アカデミアの研究動向を調査するという観点からは自然な方向性と言える。ただし、政策的な動向とは関係の薄い分野へも調査範囲が拡大される可能性があり、得られる情報の有効性という観点からも調整が必要になると考えられる。

(2) 海外在住研究者の具体的確保方法

日本国内にいる研究者については、文部科学省としてもある程度ネットワークを有しており、こうしたネットワークから調査範囲を拡大することが可能と考えられる。ここでは、調査範囲の拡大がより難しい、海外在住研究者の確保について、取り得る方向性を述べる。

海外在住研究者の調査範囲拡大にあたっては、表 5-2 のようなパターンが考えられる。

1つ目は、海外在住の日本人研究者一般を対象とした公募を行い、協力者を募る方法である。この方法は対象となる母集団が非常に大きいため、事前に十分な周知を行えば、多数・多様な研究者から応募を得て、選ぶことができる。一方、公募となると申請の受付・審査・結果通知といった各プロセスでの体制を確保する必要があり、時間とコストがかかってしまう。また、応募者の属性をコントロールできないため、採択する研究者の属性をコントロールすることも難しくなるという問題もある。

2つ目は、特定の研究者コミュニティに対して協力を呼びかけ、申請の受付を行うというものである。ここでの研究者コミュニティとは、特定の学会や、海外の各地域に存在しているメーリングリスト、交流会といったものが想定される。こうしたコミュニティへ適切にアクセスできれば、何らかの属性を特定した状況での募集が可能となる（例えば、学会を対象とするのであれば大まかな研究分野、地域コミュニティを対象とするのであれば在住地域についてほぼ同質の研究者をターゲットにできる）。しかし、こうしたコミュニティの存在自体が一般にはあまり知られておらず、まずはこれらコミュニティの調査が必要となる。

3つ目は、研究者の個人的なつながりを通じて新たな候補者へアクセスし、個別に協力を依頼する方法である。この方法は、個人的なつながりによって範囲を拡大していくため、公募などと比べれば短期間・低コストで実施できる点が特長である。また、複数人の候補者への紹介が得られれば、より望ましい属性の研究者からアクセスすることも可能となる。しかし、仲介役となる（候補者を紹介する）研究者に一定の負担をかけることとなる。また、1人の研究者から紹介できる候補者の人数は数人程度であり、しかも候補者の多くは依頼を辞退する可能性が高いことを考えれば、短期間に研究者を大幅に増やすことは難しい。

表 5-2 海外在住研究者の範囲拡大方法

方法	メリット	デメリット
【オープン】一般公募による募集	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な研究者を確保できる。 ・ 事前の周知規模・方法によっては、多数の研究者から選択することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実施に時間・コストを要する。 ・ 研究者の属性（分野、地域など）のコントロールが難しい。
【セミオープン】特定の研究者コミュニティに向けた募集	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切にコミュニティを選択すれば、特定の属性（分野、地域など）を持つ研究者を確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 適切なコミュニティへのアクセスが難しい。（例えば、日本人研究者の多い国際学会、特定地域在住の日本人研究者コミュニティなどを外部から発見するのは困難）
【クローズド】人的ネットワークによる個別依頼	<ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的低コストで研究者を確保できる。 ・ 特定の属性を有する研究者を選定しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仲介役となる研究者に負担をかけることになる。 ・ 紹介してもらえる人数には限りがあり、急速な範囲拡大は難しい。

調査に協力いただける海外在住研究者の範囲を拡大するには、上記のようなメリット・デメリットを考慮した上で、適切な拡大方法を組み合わせる必要がある。そのためにも、本調査結果も含めて、得たい情報の全体像の整理をした上で、どのような属性（例えば、地域や分野）の海外在住研究者が何人程度必要かを検討することが求められる。

5.2.2 質的な限界と今後の課題

本調査は、活発に研究活動を行っている研究者に協力いただき、各研究者の専門的知見を活かして、学会大会等で行われた種々の発表や、学会大会等の企画・運営活動等を通じて「注目すべき研究テーマ」に関する情報を収集した。これにより、情報の速報性（現在もしくは近い将来のトレンドを把握する）と細かな粒度（具体的な研究テーマレベルの情報を把握する）を確保する点では、こうした手法に一定の有効性があると考えられるものの、その一方で、得られた研究テーマは、各研究者の個人的な見識に依存したものとなっている。このため、こうした手法は研究の流行を把握するには適している一方で、萌芽的研究のシーズ発掘には、学会大会等の現場における参加者の反応を直接確認すること、学会大会等の場でのインフォーマルな情報交換を行うことが必要との指摘もあった。

従って、得られた研究テーマや情報を政策企画・立案に活用するには、研究者に作成いただく調査レポート等の構成・項目の妥当性（レポートすべき新興・融合領域とは何か、どのような情報を取りまとめればよいか、どのようなキーワード設定をすればいいか、等）をさらに深掘して検討していくことに加えて、得られた情報の客観性・妥当性について一定の精査が必要と考えられる。以下では、本調査のような手法で収集した情報について、その客観性・妥当性を精査するにあたっての方法・課題について整理する。

(1) 海外在住研究者による継続的・定期的な調査体制の確立

海外在住研究者によりもたらされる情報は、日本の事情に縛られないものであり、情報源として重要なものと考えられる。こうした研究者からの情報収集を、単発ではなく、継続的・定期的に行うことで、各研究者との関係を継続・深化させることが必要である。昨年度から継続して協力いただいている海外在住研究者からは、こうした調査に繰り返し協力することや、意見交換会のような機会を設けることで、政策サイドのニーズや意図を研究者も徐々に把握できるようになり、モチベーションの向上や提出するレポートの質向上につながるという意見が多数挙がっている。本調査へ積極的に協力いただいた研究者からこのような意見が得られたことは、今後の調査で量を拡大する上で重要な観点である。

継続的な協力の中で、政策サイドと研究者の関係を深め、意識の共有を図ることができれば、得られる情報の質や信頼性も高まることが期待できる。こうした関係の深化について、効果的・効率的にどのように実施していくか、他の観点と併せて検討していく必要がある。

政策サイドと研究者との関係を維持・深化する方法として、年に1~2回程度でも対面で情報交換する機会を設定することも考えられる。本調査を通じて、テレカンファレンス形式であっても、情報交換や意識共有については十分実現できることが確認できている。

(2) 他研究者や定量分析による情報の突き合わせ

各研究者から得られた情報の客観性・信頼性を確認するには、他の情報源から得られる情報との突き合わせが必要となる。その方法としては、主に以下の2つが考えられる。

- 得られた情報を他の研究者に提示し、その客観性・信頼性についてのエキスパート・ジャッジを受ける。
- 科学計量学的な手法など定量的な分析を行い、その結果との整合性を精査する。

このうち前者においては、エキスパート・ジャッジを受けることができる研究者を幅広い分野に確保することが不可欠であり、そのためには政策サイドと研究者との関係を拡大・強化し、両者が日常的に接触できる環境を整えることが重要である。また、後者については単一の情報元のみでは判断できず、他の調査分析方法との適切な組み合わせを検討すべきである。

5.3 今後の検討・実施すべき取り組み

(1) 情報収集方法に関する適切な組み合わせの検討

1) 方向性

これまで述べてきた通り、科学技術政策の企画・立案には、対象とする科学技術全般の国際的な研究動向や日本のポジションなどに関する情報の収集・把握が不可欠である。

文部科学省や関係機関では、従来から様々な方法でこうした情報を収集しているが、これらの方法を、例えば、情報の「速報性」と「粒度」という2つの観点で分類すると、図 5-1 のようになると考えられる。

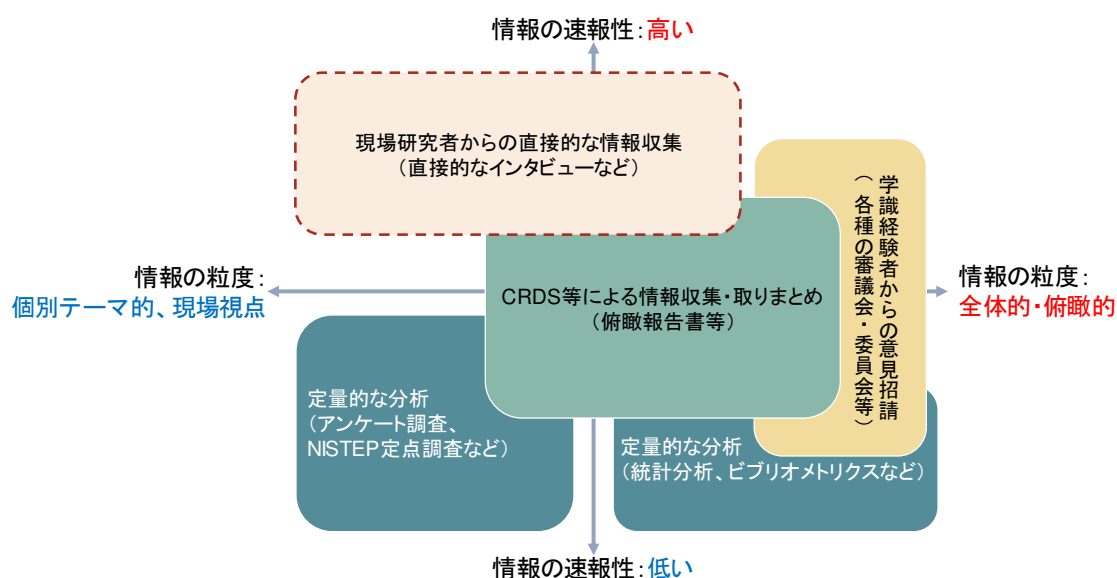


図 5-1 文部科学省と関係機関における科学技術動向の情報収集方法

定量的な情報の収集・分析としては、NISTEP などを中心として様々な粒度で実施されているが、定量的な情報は科学技術動向の結果に関係するものが多く、情報の速報性は高くないと考えられる⁶。

各種の審議会・委員会といった組織では、学識経験者を委員として検討を行っている。こうした組織では、特定分野に特化した議題が設定されない限り、分野共通的な課題が取り上げられ、全体的・俯瞰的な視点からの議論がなされることが多い。

科学技術振興機構の研究開発戦略センター (CRDS) では、様々な分野の研究開発動向を継続して調査し、「研究開発の俯瞰報告書」といった形で取りまとめて公表している。こうした報告書では、研究開発動向の俯瞰的な視点からかなり個別的な分野領域までを幅広くカバーしているが、研究者個人レベルの研究テーマほどの細かな粒度で取りまとめることは難しい。

⁶ 例えば論文数の分析 (ビブリオメトリクス) でいえば、論文数に変化が現れるのは、研究上での先駆的・革新的な発見があり、その周辺領域の研究が盛んに研究され始めた後となる。このように、定量的な情報の変化と研究上の注目すべき事象との間には、一定のタイムラグは避けられないものと考えられる。

一方、本調査では研究現場の第一線で活動する研究者から直接情報を収集している。これは、今まさに取り組まれている（もしくは、これから取り組まれようとしている）研究開発動向を把握できる、速報性の高い方法と言える。また、研究者1人当たりから得られる情報量も多いため、個別研究テーマに関する詳細な情報収集に適した方法とも考えられる。

これまでも、現場研究者が具体的な研究動向について議論する場は存在していたが、それらは既に重要と認識された分野が設定され、その分野内の研究者による議論に限られていたケースが多い。本調査のように、科学技術全般から新たな潮流を見つけるという観点で、現場研究者からの情報収集を組織的・継続的に実施している例は少ないと考えられる。

以上のような点を踏まえれば、本調査が採用した情報収集方法は、従来の情報収集方法では手薄だった領域を補完するための手段になり得ると考えられる。従って今後は、こうした情報収集方法を、どの程度の規模で継続していくべきか、従来の情報収集方法とどのように組み合わせしていくべきかなどについて検討することが求められる。

近年は、科学技術政策においても EBPM (Evidence Based Policy Making) への関心が高まっており、定性・定量両面での情報基盤の整備が進められている。こうした状況も含め、科学技術情報の収集・整理・分析に関する仕組みや役割整理などを体系的に再検討する必要があると考えられる。

2) 具体的方策：政策等の企画・立案プロセスに必要な情報」の再精査

本調査は、海外研究動向にアクセスしやすい研究者の知見は新興・融合領域の探索に有用ではないか、との仮説の下行われているものであるが、本調査結果も踏まえ、「政策等の企画・立案プロセスに必要な情報」とはどのようなものかを今一度再精査する必要があるだろう。こうした精査を基にして、新興・融合領域探索のための調査の全体像を構築していくべきである。

科学技術動向の情報収集にあたっては、政策的な観点から把握すべき「研究動向」に関する情報とは、どのような段階に達したものなのか（例えば、新興領域の第1報目の論文が発表された段階を捉える必要があるのか、そうした論文や被引用を急速に集め始めた段階か、新興領域の論文がまとまって発表され出した段階なのか、など）、これを補足するためにはどのような調査を組み合わせるべきか（本報告書で例示した速報性や粒度といった軸に加えて、政策への近さ、情報ソースとなった研究者の属性、異分野融合の度合、など）を検討することが求められる。

(2) 政策サイドと国内外研究者とのネットワークの構築・強化

1) 方向性

5.2.1 及び 5.2.2 でも述べた通り、研究者から直接収集する情報の網羅性や信頼性を高めるためには、国と研究者とのネットワークを可能な限り広げていくことが重要である。本調査において、海外在住研究者への調査依頼、国内の中核研究者へのインタビューを通じて、有益な情報収集とネットワーク構築の可能性を実証することができたと考えられる。

また、最先端の動向を把握するという観点からは、国内だけでなく、海外在住研究者が有するネットワークを活用するためのネットワーク構築 (Network of Networks) が重要とな

る。最先端の研究動向に関する情報は、研究者同士の個人的なネットワークを通じてもたらされると、多くの研究者が意見交換会の中で指摘していた。さらに、こうしたネットワークには、単に名刺交換をしたという程度のものではなく、より深い信頼関係が必要とされる。そのためには、政策サイドと研究者が継続的に交流・協力する機会を用意することが重要である。その方法として、本調査で実施したような調査依頼、インタビューはもちろんのこと、5.2.2 (2) で述べたような、海外の日本人研究者コミュニティへのコンタクト、国際研究交流に関わる各種事業との連携など、国として可能な取り組みを検討・実現させていくことが必要である。

2) 具体的方策 1 : 海外の日本人研究者コミュニティの把握・コンタクト

海外の様々な地域では、現地在住の日本人研究者らで何らでのコミュニティを構築していることも多い。本調査の意見交換会においても、こうしたコミュニティに対してアクセスし、研究者との情報交換をすることが提案された。

しかし、こうしたコミュニティは現地の研究者らが自発的に構築したものであることが多く実態が把握されているとは言い難い。今後は、こうしたコミュニティの実態把握とコンタクトから取り組む必要がある。

【事例】現地大使館と連携した日本人研究者ネットワーク

ドイツには在ドイツ大使館と連携した、「在独 PI ネットワーク」が存在する。これは、ドイツ国内で PI (Principal Investigator) として活動する日本人研究者の情報交換等を目的としたネットワークであり、2019年2月現在で29名が登録している(既帰国者含む)⁷。

本ネットワークは、在ドイツ大使館の職員と研究者が協力して構築されており、参加者からもネットワークへの参加や、大使館職員との意見交換が有用であったとの意見が得られている。

大使館等の海外所在機関が関与して在外研究者ネットワークを組織することができれば、研究者にとってもそれぞれ有益であることのみならず、政策サイドとの情報交換などは円滑に進みやすいと考えられる。全ての国・地域で実現することは困難であるが、例えば科学技術アタッシェが着任している大使館であれば、彼らがファシリテートすることにより現地の日本人研究者とのネットワーク構築に取り組むことは、政策上も大きな意味があると考えられ、こうした活動をサポートする体制が求められる。

3) 具体的方策 2 : 国際研究交流に関わる各種事業との連携

国際共同研究や研究者海外派遣の促進に関わる既存事業と連携し、こうした事業に参加し海外で活動する日本人研究者とのネットワーク構築を図ることが考えられる。本調査の意見交換会の中では、日本学術振興会の海外特別研究員制度や科学技術振興機構の戦略的

⁷ 登録人数などについては在ドイツ大使館ウェブサイトを参照した。
(<https://www.de.emb-japan.go.jp/nihongo/kagi/network.html>)

創造研究推進事業（特にさきがけ）において、政策サイドと若手研究者との交流機会を増やすことなどが提案された。

4) 具体的方策3：政策サイドと研究者をつなぐ「目利き」機能の確保

本調査を含めた種々の方法で収集される科学技術動向に関する情報は、学術的・技術的な専門性を持たない政策担当者だけで、それを十分に理解・活用することは難しい。得られた情報を十分に活用するには、それを理解できるだけの専門的知識を有する人材や組織による「目利き」を確保することが必要と考えられる。

一つの方策として、関係府省やファンディング機関が博士号取得者やポスドク経験者を採用し、「目利き」機能を担わせることが考えられる。博士号取得者やポスドク経験者は、現役の（若手）研究者から見れば以前の研究仲間・同窓生であることを考えれば、政策サイドと研究者のネットワークハブとしての機能も期待できる。

本調査の意見交換会の中では、今後の中長期的な研究計画を話し合う研究者コミュニティの会合に、ファンディング機関のプログラム・オフィサーが参加し、活用可能なプログラムの提案や研究内容・計画への要望など積極的に議論することで、その場での方針決定に大きく寄与していたという事例も報告されている（下事例参照）。この事例のプログラム・オフィサーは、当該分野の博士号取得者やポスドク経験者であり、専門知識だけでなく研究者との個人的なつながりを有していることから、研究コミュニティの動向を把握し、研究者の会合においても議論に参加できるものと考えられる。

研究経験を有する人材に対して、政策サイドの「目利き」としてのキャリアパスを用意することができれば、政策サイドと研究者とのネットワーク構築や、科学技術動向の情報収集・活用といった面で、彼らの貢献が期待できる。

【事例】ファンディング機関参加のワークショップで分野横断研究の計画を策定

米国国立科学財団（National Science Foundation; NSF）は、次世代の火山研究テーマを検討するためのワークショップ “Workshop on Advancing Integrative Volcanology with Community Experiments” を2018年11月に開催した。本ワークショップは、火山研究に関係する各種研究領域から数10名の研究者が参加し、長期間の火山観測と包括的な火山の噴火様式の物理モデル構築に向けた計画策定を目的としたものである。

研究コミュニティの自発的な検討を契機としたものではあるが、本ワークショップはNSFが関与・支援しており、当日のワークショップにも火山分野担当のNSFのプログラム・オフィサー等の関係者数名が参加した。NSF関係者は、研究計画を含めた実質的な議論にも加わっており、研究計画策定の検討とあわせて、NSFプログラム・オフィサーによる様々なファンディングプログラムの活用の示唆などがあつた。この結果を受けて、火山研究コミュニティは、NSFのファンディングプログラムへの申請準備を進めているとのことである。

NSFのプログラム・オフィサーは博士号取得者やポスドク経験者であることが多く、研究者から見れば以前の同僚・同窓という身近な存在とも言える。こうした関係が、研究コミュニティとファンディング機関とを結びつけており、本ワークショップでの議論につながっている。

(3) 政策ニーズの明確化と協力者・機関のインセンティブ設計

1) 方向性

(1) (2) を円滑に実施していくためには、政策ニーズの一層の明確化、得られる情報からの政策ニーズの見直しなど、政策サイドと研究者・ネットワークとのインタラクションをより活発にしていく必要がある。昨年度調査および本調査のいずれにおいても海外在住研究者から指摘されていた点として、収集した情報をどのような仕組みで具体的な施策につなげるのか（もしくは、どのような施策につながったのか）、明確にすべきということが挙げられる。海外在住研究者からは、調査に協力するためのモチベーションを高めるという観点から主に指摘されたものであるが、収集した情報の活用という視点は極めて重要である。これについては、以下の視点での検討・取り組みが必要と考えられる。なお、こうした取り組みは多様なセクターや分野（自然科学系のみならず人文・社会学系を含む）の研究者との協働が必要であり、新興・融合領域の把握といった共通課題を目指した、いわば「オープンイノベーション」を進めていくべきである。

2) 具体的方策：具体的な政策等の企画・立案プロセスをターゲットとした試行

収集した情報を活用して具体的な成果につなげるためには、総論的・抽象的な議論ではなく、具体的な政策等の企画・立案プロセスをターゲットにして、実際に情報を活用してみるといった取り組みが有効と考えられる。本調査で得られた情報を活用するターゲットとして想定しやすいのは、戦略立案の提言への活用や研究ファンディングプログラムの検討であろう。また、そうしたプロセスの中で、本調査へのフィードバックも得られ、結果的に調査方法の改善にも資することが期待される。

【事例】新興・融合科学領域における「予見・分析手法」の検討と人的ネットワークの形成

文部科学省では、「科学技術イノベーション政策のための科学 (SciREX)」事業において、2019年度より、重点課題に基づく研究プロジェクト（共進化実現プロジェクト）として、「新興・融合科学領域における「予見・分析手法」の検討と人的ネットワークの形成」を、文部科学省と政策研究大学院大学、大阪大学とで実施する。

これは、新興・融合科学領域において予見されるインパクトを多角的に把握し、政策形成に資するエビデンスを作成することで、政策形成プロセスに働きかけをおこなうためのプロジェクトである。具体的には、①「予見・分析手法」の整理・体系化、②「予見・分析手法」の実証（プロトタイプの構築・試行）と、これを通じた、政策形成において実践的に活用されるための課題抽出、③プロジェクトを通じた、研究者、政策担当者のより実践的なネットワークの構築を行うものである。政策サイドと政策科学研究者のみならず、多様なステークホルダとの共同作業をアジャイル的に実施する計画であり、政策立案や政策研究の新しいモデルとして期待される。

付録資料

A 海外在住研究者向け募集要項

B 業務成果報告概要