

令和元年度文部科学省委託調査

# 海外の新興・融合領域に係る戦略の 策定プロセスに関する調査分析業務

## 報告書

2020年3月



本報告書は、文部科学省の科学技術調査資料作成委託事業として、公益財団法人未来工学研究所が実施した令和元年度「海外の新興・融合領域に係る戦略の策定プロセスに関する調査分析業務」の成果を取りまとめたものです。

「海外の新興・融合領域に係る戦略の策定プロセスに関する調査分析業務」  
報告書

目次

<b>1. 調査の概要</b> .....	<b>1</b>
1.1 調査の目的 .....	1
1.2 業務の内容・方法 .....	1
1.2.1 調査対象機関の選定及び調査項目の作成 .....	1
1.2.2 海外調査対象機関を対象とした文献調査及びインタビュー調査 .....	4
1.2.3 業務成果報告書の作成 .....	4
<b>2. 海外調査対象機関における戦略策定プロセス</b> .....	<b>5</b>
2.1 米国国防高等研究計画局（DARPA） .....	5
2.1.1 組織概要 .....	5
2.1.2 対象プログラム等の概要 .....	7
2.1.3 DARPA における戦略策定プロセス .....	8
2.2 アメリカ国立衛生研究所（NIH） .....	15
2.2.1 組織概要 .....	15
2.2.2 対象プログラム等の概要 .....	16
2.2.3 共通基金（CF）の戦略策定プロセス .....	18
2.2.4 CF の戦略策定プロセスにおける特徴的な取組事例 .....	25
2.3 欧州委員会コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局（DG Connect） .....	33
2.3.1 組織概要 .....	33
2.3.2 対象プログラム等の概要 .....	34
2.3.3 FET における戦略策定プロセス .....	36
2.3.4 Observe プロジェクトにおける新興技術分野を特定するアプローチ .....	40
2.3.5 戦略策定プロセスにおける課題 .....	48
2.4 英国研究イノベーション機構（UKRI） .....	50
2.4.1 組織概要 .....	50
2.4.2 対象プログラム等の概要 .....	51
2.4.3 戦略的優先基金（SPF）の戦略策定プロセス .....	54
2.4.4 EPSRC における戦略策定プロセス .....	66
2.5 マックス・プランク学術振興協会（MPG） .....	74
2.5.1 組織概要 .....	74
2.5.2 対象プログラム等の概要 .....	75
2.5.3 研究所長として任命される流れと基準 .....	77
2.5.4 認識されている改善課題 .....	78
<b>3. 調査結果の考察</b> .....	<b>79</b>
3.1 調査対象機関及びプログラムの比較 .....	79

3.1.1	各国・地域における調査対象機関の位置づけ	79
3.1.2	調査対象プログラム等で推進されている新興・融合領域の概要	81
3.2	戦略策定プロセスの比較	83
3.2.1	プロセスの全般的な特徴の比較	83
3.2.2	プロセスにおいて重視されている基準	85
3.2.3	エビデンスの収集・分析	86
3.2.4	政策ニーズの反映	87
3.2.5	ネットワークの構築・活用	89
3.2.6	リソース（予算）及び実施体制	90
3.2.7	エビデンス等の活用	90
3.2.8	改善課題	92
3.3	調査分析結果からの示唆	93
3.3.1	分析的アプローチの活用と留意点	93
3.3.2	アイデア創出のドライビングフォースとしての社会的課題	94
3.3.3	コミュニケーション・デザインの重要性	94
3.3.4	戦略策定プロセスにおける役割分担のあり方	95
<b>4.</b>	<b>付属資料：インタビュー記録</b>	<b>97</b>
4.1	DARPA①：Dr. William Bonvillian (MIT)	97
4.1.1	主なインタビュー事項	97
4.1.2	インタビューの内容	97
4.2	DARPA②：Dr. Richard Atta（元 Institute for Defense Analyses: IDA）	103
主なインタビュー事項		103
4.2.1	インタビューの内容	103
4.3	NIH	107
4.3.1	主なインタビュー事項	107
4.3.2	インタビューの内容	107
4.4	DG Connect	112
4.4.1	主なインタビュー事項	112
4.4.2	インタビューの内容	112
4.5	Observe プロジェクト	115
4.5.1	主なインタビュー事項	115
4.5.2	インタビューの内容	115
4.6	UKRI	121
4.6.1	主なインタビュー事項	121
4.6.2	インタビューの内容	121
4.7	MPG	127
4.7.1	主なインタビュー事項	127
4.7.2	インタビューの内容	127

## 1. 調査の概要

### 1.1 調査の目的

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・領域への対応に遅れを取らないよう、先見性、戦略性を持った政策を打つことが重要である。

新興・融合領域の調査分析は、経済社会インパクトへの期待の高まりや STI for SDGs への取組の強化など各国の科学技術イノベーションを取り巻く状況に応じて各国の政府やファンディング機関、政策研究機関などにおいて様々に試行され、ファンディング領域の設定等具体的なターゲット領域の選定がなされ、ファンディング戦略等の国家戦略に反映されている。

本業務では、各国・地域（米国、欧州連合（EU）、英国及びドイツ）における国家戦略やファンディング等において、最新研究動向の調査分析や研究領域の選定、及び、これらに基づくファンディングの設計や人材育成の計画等、新興・融合領域を進めるための戦略の策定といった一連のプロセス（以下、戦略策定プロセスという。）がどのようになされているかについて調査分析を実施した。

### 1.2 業務の内容・方法

#### 1.2.1 調査対象機関の選定及び調査項目の作成

委託業務の目的に合致した適切な調査対象機関を選定するために文献調査を実施し、候補となりうる機関及び取組を抽出した。調査対象機関は、ファンディングや国家戦略として研究領域を示す機関とし、候補機関を検討するにあたっては、当該機関の戦略策定プロセス上の役割などに留意した。

検討を行った機関は、仕様書で比較検討すべきとして提示された 12 機関を含む 19 機関である。これらの候補から、文部科学省と協議の上、最終的に 5 機関を選定した。なお、対象機関の取組に関連した活動を行っている 2 機関についてもあわせて調査を行った。

表 1-1 は、検討対象とした機関を一覧としてまとめたものである。

表 1-1 検討対象とした機関

国	候補機関名	仕様書	選定機関
米国	国防高等研究計画局 (DARPA)	○	○
	米国エネルギー省 (DOE)	○	
	アメリカ国立科学財団 (NSF)	○	
	アメリカ国立衛生研究所 (NIH)	○	○
	アメリカ国防総省 (DOD)	○	
EU	研究イノベーション総局 (DGRI)	○	
	コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect)		○
英国	英国研究・イノベーション機構 (UKRI)	○	○

	UKRI 工学・物理科学研究会議 (EPSRC)		△
フランス	国立研究機構 (ANR)	○	
	国立科学研究センター (CNRS)	○	
	イノベーション閣僚級会議「イノベーションと産業のための基金」		
ドイツ	ドイツ研究振興協会 (DFG)	○	
	フラウンホーファー研究機構 (FhG)	○	△
	マックス・プランク学術振興協会 (MPG)	○	○
	飛躍的イノベーション実施機構		
仏・独	破壊的イノベーション共同イニシアチブ (JEDI)		
オランダ	オランダ研究機構 (NWO)		
スウェーデン	イノベーション・システム庁 (Vinnova)		

(注) 選定機関のうち「△」は関連する活動を行っているもの

最終的に調査対象とした機関とその取組の特徴・着目点をまとめると表 1-2 の通りである。

表 1-2 選定した調査対象機関とその取組の概要

国	調査対象機関	プログラム等	概要
米国	国防高等研究計画局 (DARPA)	標準的プログラム	「創造的かつ野心的で世界を変え得ると同時に、実現可能性のある研究」を支援する DARPA 特有のプログラム(領域)策定プロセス
米国	アメリカ国立衛生研究所 (NIH)	NIH 共通基金 (CF)	組織横断・分野横断で喫緊に取り組むべきハイリスク・ハイインパクト研究を支援する目標主導型の短期プロジェクトに対する戦略的投資プログラム
EU	コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect)	未来・新興技術プログラム FET Proactive	萌芽段階の新興技術を支援。Proactive は新たな学際的研究コミュニティの構築を目的に、産業研究ロードマップに含める準備が整っていない領域を支援 (TRL2-3)
独	フラウンホーファー・システム・イノベーション研究所 (Fraunhofer ISI)	Observe/FET	FET におけるトピック設定プロセスで活用されたプロジェクト
英国	英国研究イノベーション機構 (UKRI)	戦略的優先基金 (SPF)	研究会議を横断するプログラムとして、学際的な研究を支援すること、政府の優先事項に対応すること等が目的
英国	工学・物理科学研究会議 (EPSRC)		前提となるポートフォリオ及び戦略的優先事項の設定及び管理の方法
独	マックス・プランク学術振興協会 (MPG)	研究所 (MPIs) の創設及び研究テーマの設定プロセス	インテリジェントシステム研究所を含む MPIs の創設プロセスや MPIs における研究テーマの設定プロセス

また、選定した上記機関について、調査項目の設計を行った。具体的には、我が国の実務者の参考となるよう、文部科学省と十分に協議を行った上で、以下の点を中心に調査分析を行うこととした (表 1-3)。この際、過去の戦略策定プロセスの変遷の経緯や、それを踏まえてどのような改善が行われたかについても把握できるよう努めた。

表 1-3 主な調査項目と概要

	調査項目	概要(仕様書における記載事項)
①	推進されている新興・融合領域の概要	どのような研究領域が選定され、推進されているか。その狙いは何か
②	戦略策定プロセスの全体像と役割分担	戦略策定プロセスがどのように進み、その中でどのような役割分担がなされているか
③	戦略策定の具体的手順と領域選定基準	どのような戦略策定プロセスになっているか。特に、科学インパクト、経済社会インパクト、国として取組む必要性に関する領域選定基準はどうなっているか
④	エビデンスの内容及び収集・分析方法	どのようなエビデンスを収集、構築し、調査分析等を行っているか
⑤	政策ニーズの反映	政策サイドのニーズをどのように汲み取り、プロセスに反映しているか
⑥	国内外研究者とのネットワークの構築・活用	プロセスにおいて、国内外研究者とのネットワークをどのように構築・活用しているか
⑦	エビデンス等の活用	エビデンスや調査分析等のインプット情報をどのように統合し、ファンディング・プログラム等に活かしているか
⑧	体制及びリソース	どのような体制やリソース配分で実施されているか
⑨	戦略策定プロセスの改善課題	今後の戦略策定プロセスの改善の方向性はどうか

図 1-1 は、これらの調査項目を図式化したものである。

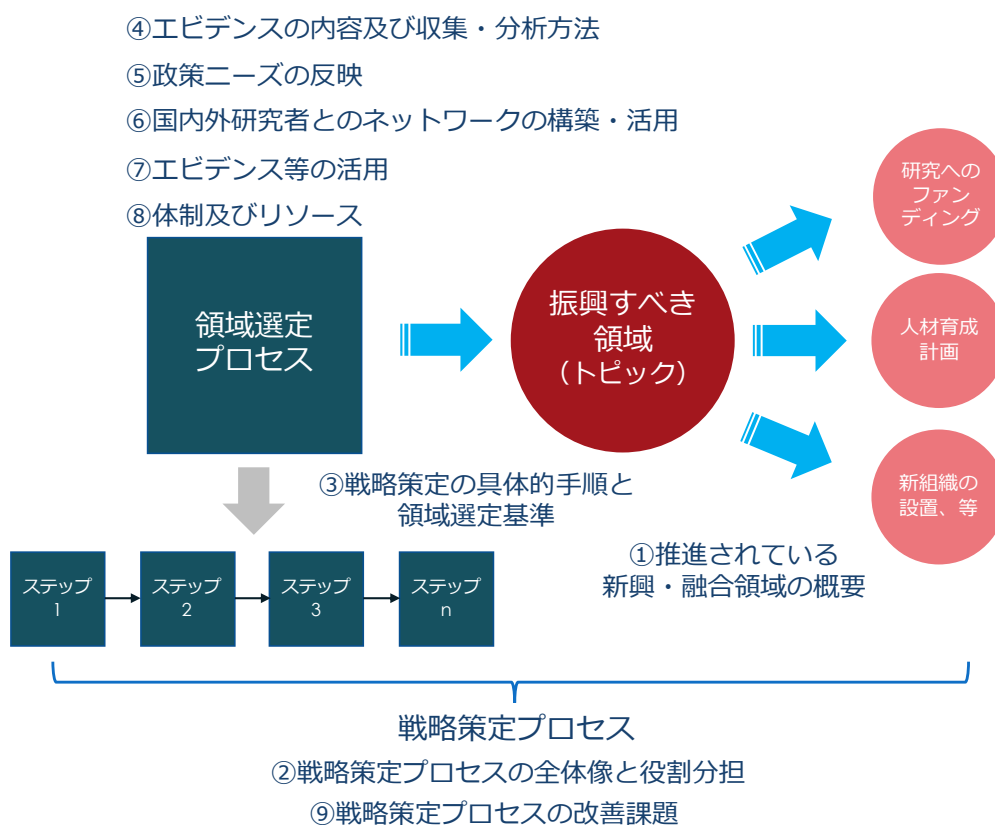


図 1-1 主な調査項目の図式

## 1.2.2 海外調査対象機関を対象とした文献調査及びインタビュー調査

前項 1.2.1 で設定した調査対象機関に関する文献調査及び実務担当者や関係者に対するインタビュー調査を実施し、調査対象機関における戦略策定プロセスに関する情報収集と調査分析を行い、レポートにまとめた。

表 1-4 は、インタビュー調査の日時、対応者、方法を一覧化したものである。なお、新型コロナウイルスの世界的流行の影響により、2 箇所を除いてすべてオンラインでのインタビューとなった。

表 1-4 インタビュー調査の概要

機関	日時 (日本時間)	対応者(敬称略)	方法
DARPA	2020/3/11 22:30~23:30	William BONVILLIAN (Senior Director, Special Projects, at MIT's Office of Digital Learning)(注1)	オンライン
	2020/3/19 22:00~23:00	Richard VAN ATTA (元 senior research staff member of the Strategy, Forces and Resources, STPI)(注2)	オンライン
NIH	2020/3/13 22:15~23:00	Elizabeth WILDER (Director, Office of Strategic Coordination, Division of Program Coordination, Planning, and Strategic Initiatives, NIH)	オンライン
DG Connect	2020/3/16 19:00~20:15	Walter VAN DE VELDE (Project Officer, FET-Open-Strategy Officer, European Commission)	オンライン
	2020/3/9 21:00~23:00	Kerstin CUHLS (Competence Center Foresight, FhG-ISI)	対面
UKRI	2020/3/13 17:00~18:30	Jamie COWIE (UKRI SPF) Andrew BOURNE (Director of Partnerships, EPSRC) Luke DAVIS (EPSRC)	対面
MPG	2020/3/10 19:30~21:00	Simone BISCHOFF (Coordinator, Institute Liaison Office, Administrative Headquarters, MPG)	オンライン

(注 1)米国のシンクタンクにて防衛技術の研究開発について分析を実施。DARPA を含む防衛技術開発の選定プロセス等に詳しい。現在、マサチューセッツ工科大学(MIT)の特別プロジェクト講師を務める。

(注 2)30 年以上にわたり、米国の公的シンクタンクである科学技術政策研究所(STPI)にて、国防総省や DARPA 等をクライアントとする国家安全保障政策、戦略、防衛技術等に関する分析を実施(現在引退)。

## 1.2.3 業務成果報告書の作成

以上の結果をもとに、比較分析、考察を行い、本報告書を作成した。



## 2. 海外調査対象機関における戦略策定プロセス

### 2.1 米国国防高等研究計画局 (DARPA)

#### 2.1.1 組織概要

##### (1) 事業内容とミッション

国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) は、米軍が使用する新興技術の開発に責任を負う国防総省 (DoD) 内の R&D ファンディング機関である。

当該機関は、旧ソ連が 1957 年に米国に先んじて人工衛星 Sputnik を打ち上げ、それに衝撃を受けた当時のアイゼンハワー大統領によって 1958 年に創設された (創設当時は、先端研究計画局 (Advanced Research Projects Agency: ARPA) と呼ばれていた)。

DARPA は、先端の科学技術と高度の R&D 能力を活かして米国の国家安全保障を維持していくために、政府内外のイノベーターと協力して、革新的な概念を実用的な能力に変換するという使命を繰り返し果たしてきた。

DARPA は、防衛目的での分野横断的な研究開発支援を行っているが、近年、欧州でも、ハイリスク・ハイリターン型の研究の実用化を目指して助成を行う「DARPA モデル」が高い評価を受けている。

DARPA の最終的な研究成果には、精密兵器やステルス技術といった画期的な軍事技術だけでなく、インターネット、自動音声認識や言語翻訳、無数の消費者向け機器に組み込むことのできる小型の GPS 受信機など、民間セクターに適用され、大きな成功を収めた技術がある。

##### (2) 組織体制

DARPA の組織構造に関する主な特徴を列挙すると、次の通りである。

###### 1) 小規模かつフラットで柔軟な組織

- 局長 (Director)、室長 (Office Director)、プログラム・マネジャー (Program Manager: PM) の三層構造 (図 2-1 参照)。
- 6 つの技術室 (生物技術室 (BTO)、防衛科学室 (DSO)、情報イノベーション室 (I2O)、マイクロシステム技術室 (MTO)、戦略技術室 (STO) 及び戦術技術室 (TTO)) と 2 つの特別プロジェクト室で構成。
- ニーズに合わせて組織を頻繁に改変する。官僚的制度に縛られない。
- 職員 220 名、うち、上級技術管理職 (局長、局次長、室長、室次長等) 20 数名、プログラム・マネジャー (PM) 約 100 名。

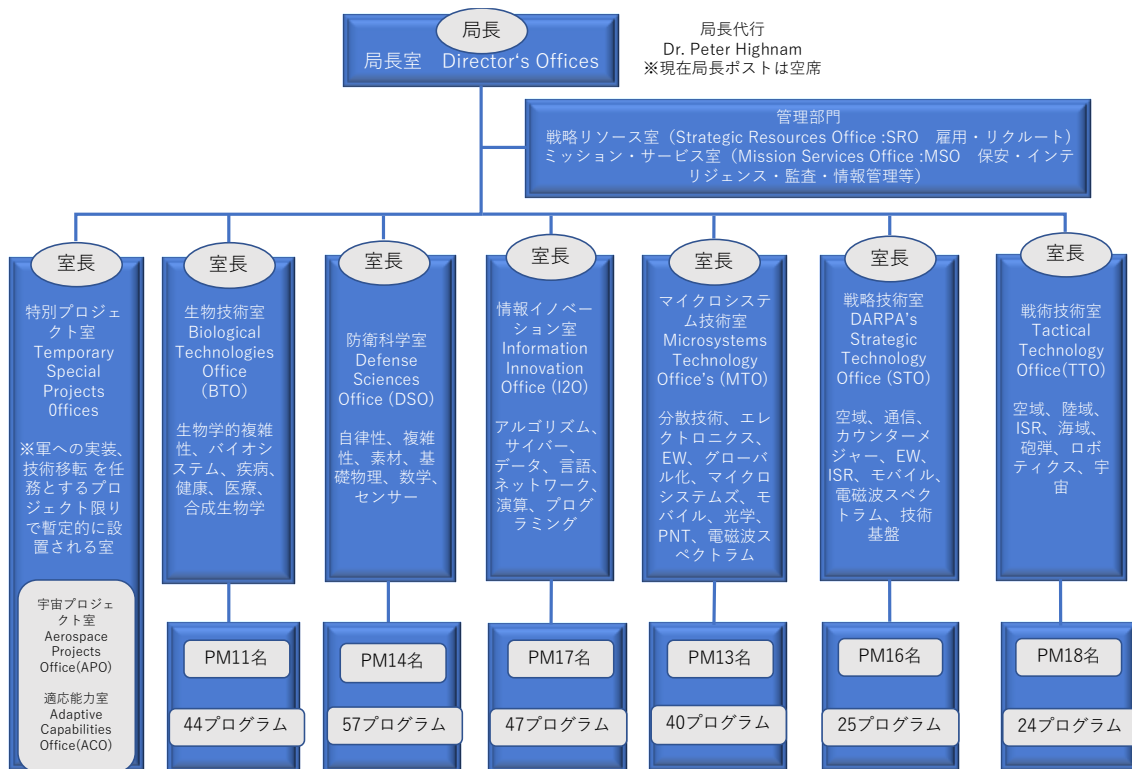


図 2-1 DARPA の組織構造

出典：DARPA ホームページ情報等をもとに未来工学研究所作成

## 2) 期限付き契約

- 上級技術管理職、PM ともスタッフ全員が期限付きの任用契約（3～5 年）である。毎年 20～25%の PM が入れ替わる。これは、長年同じスタッフで構成された状態であると、組織が柔軟性を失い、アイデアや技術革新の速度が鈍るという考え方による。
- サポート要員（博士号を持っている優秀な要員が多い）を外注化している。彼らは、調査、公募契約等を含めて、研究者の業務を手厚くサポートする。

## 3) 失敗を肯定する文化

- リスクの高いアイデアを追求することを奨励している。実施される 100 のプログラムのうち、プログラムで設定された目標を達成し、ユーザーに技術移転されるのは 5～10 程度である。ただし、DARPA の観点では、これは、プログラムが失敗したことを意味するものではなく、単に、元のビジョンや技術移転が完遂されていないことを意味するものである。改訂されたプログラムは、成功する可能性があり、技術的な行き詰まりから貴重な教訓を得ることができる (Bonvillian et al. 2019)。
- 挑戦するものでなければならない。もし公衆の半数が、公的に通知された挑戦的な研究プログラムに対して「それは不可能だ」と答えない場合は、DARPA として、十分に挑戦的な高いハードルを設定したことにはならない (DARPA 2016)。

#### 4) PM の採用

- 企業や政府・大学等で経験を積んでいるトップレベルの人材を通年採用する<sup>1)</sup>。
- DARPA 関係者の口コミからの採用が多い。
- PM クラスの人材は、各専門分野の研究者間で信頼関係を築いていることから、PM による後任推薦、DARPA 関係者や OB による紹介等での採用が多い。
- 局長、室長による直接的な PM 就任依頼もある。

### (3) 予算

現在 DARPA 全体で、250 以上の研究プログラムが実施されており、表 2-1 のような予算構成になっている。

表 2-1 DARPA の研究プログラム等の予算構成

予算項目	2019 年度	2020 年度(計画)
基礎研究	4.69 億ドル	4.86 億ドル
応用研究	14.07 億ドル	14.69 億ドル
先端技術開発	14.71 億ドル	15.19 億ドル
マネジメント・サポート	0.79 億ドル	0.81 億ドル
合計	34.27 億ドル	35.56 億ドル

出典: Department of Defense Fiscal Year (FY) 2020 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency Defense-Wide Justification Book Volume 1 of 5 Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, March 2019.

DARPA では、年間 35 億ドル前後 (約 3,500 億円) の予算の下 (2019 年度は 34.27 億ドル、2020 年度計画では 35.56 億ドル)、先進的な国防研究・技術開発に取り組んでいる。2019 年度には、予算の約 13% が基礎研究、約 41% が応用研究、約 43% が先端技術開発に充てられている。

#### 2.1.2 対象プログラム等の概要

DARPA は防衛のために存在する機関であり、その研究活動はすべて米国の国家安全保障

<sup>1</sup> DARPA は、幅広い技術分野を対象として、技術的に飛び抜けた人材を PM や OD として迎え入れるため、PM や OD として採用される前に彼らが在籍した政府研究機関、大学、企業等は極めて多様である。例えば、PM として自律型無人車のナビゲーションと運転技術の開発に貢献した Dr. Larry Jackel (PM 在職期間は不明) は AT&T 研究所の研究者、STO (戦略技術室) の PM を務めた Dr. Jinendra Ranka (PM 在職期間: 2008~2013 年) は MIT リンカーン研究所の科学者、また、PM として位相的データ解析技術の開発に貢献した Dr. Douglas Cochran (PM 在職期間: 2000~2005 年) はアリゾナ州立大学の数学の教員であった。また PM として磁気ベースの量子マイクロエレクトロニクス (固体中の電子が持つ電荷とスピンの両方を工学的に応用) の開発に貢献した Dr. Stuart Wolf (PM 在職期間: 1993~2005 年 (NRL 研究者を兼任)) は、海軍研究所 (Naval Research Laboratory: NRL) の研究者であり、PM として革命的な人工腕 (先進的なロボット工学と脳-マシンインターフェース技術を活用) の開発に貢献した Dr. Geoffrey Ling (PM 在職期間: 2004~2006 年) は、米陸軍大佐で集中治療医 (軍医大学で現場治療や医学生への教育を実施) であった (Bonvillian et al. 2019)。

と関連している。具体的には、①国土防衛 (Defend the homeland)、②高度な敵への対抗と脅威の予防 (Deter and prevail against high-end adversaries)、③遂行の安定化 (Prosecute stabilization efforts)、④科学技術における基礎研究の推進 (Advance foundational research in science and technology) といった4つの戦略的責務 (strategic imperatives) に基づき研究を推進しているが<sup>2</sup>、とりあげられる研究領域や研究トピックは、組織の性格上、いずれも「新興・融合領域」と呼びうるものである。たとえば、近年における大型のイニシアチブとしては、AINEXT キャンペーンやエレクトロニクス再興イニシアチブがあり、その他、合成生物学やニューロテクノロジーなどの新興・融合領域の研究開発も推進されている (未来工学研究所 2020)。

一方、DARPA はルールを嫌い、ルールを乗り越えたところでアイデアを生み出す組織であるため、領域選定等において標準的なプロセスや手続といったものは存在しない。プログラムの数だけ多様な姿があるため、本稿では個別の事例についてはとりあげず、共通性に着目してとりまとめを行う。

### 2.1.3 DARPA における戦略策定プロセス

DARPA においては、技術室別に技術のランドスケープ<sup>3</sup>を持っており、各室長を中心として、軍・DOD 部局のニーズを調査しながら、各技術室が広範な研究領域をカバーしつつ、先端技術開発につながる有力なトピック (研究領域) について検討を行っている。

各技術室で検討されたトピックのソリューションに関するアイデアをもたらすのは、各技術室に属する PM である。各 PM が主体となって、ボトムアップで、トピックに対するアイデアを具体化したプログラムが開発される。

#### (1) 戦略策定プロセスの全体像と役割分担

図 2-2 は、DARPA における戦略策定プロセスの全体像を図式化したものである。

なお、このプロセスの上流過程には、DARPA が 2 年毎に策定する戦略計画がある。これは、直近の軍部のニーズと長期的な戦略の分析によって形成されるものである。なお、DARPA における主な検討課題は、DOD の 4 年ごとの国防計画見直し (QDR) や国防科学委員会 (DSB) 等で掲げられた優先事項に対応して設定される。

<sup>2</sup> <https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-2019-framework.pdf>

<sup>3</sup> 例えば防衛科学局 (DSO) の場合、「数学」、「コンピューテーションと設計」、「センシングとセンサーの限界」、「複雑社会システム」、「不意打ちの予測」等の先端技術領域をカバーしている。

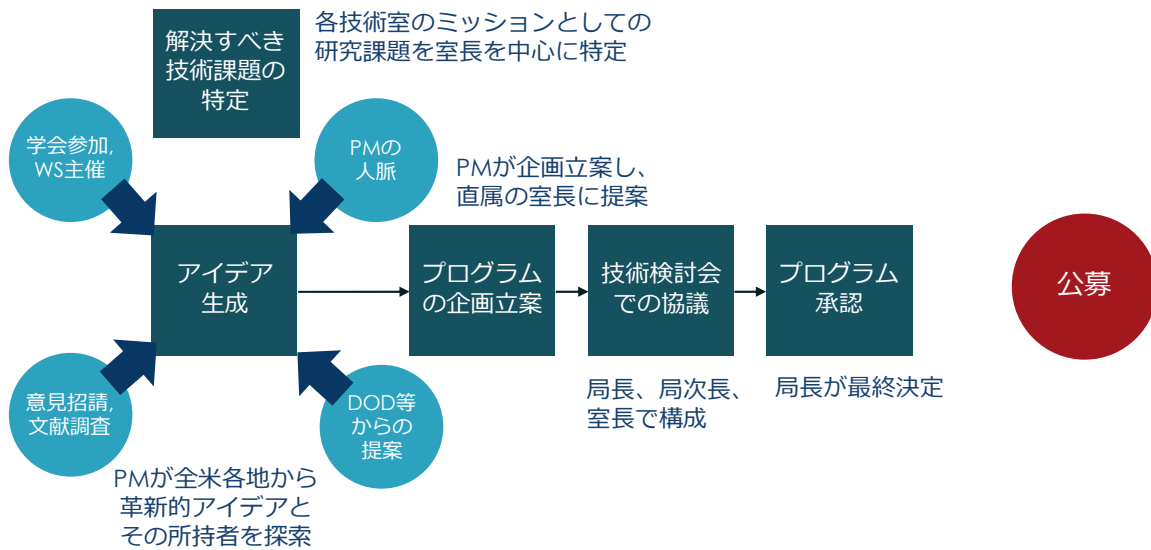


図 2-2 DARPA における戦略策定プロセス

出典: 未来工学研究所作成

全体的な役割分担として、DARPA の上級管理職（局長、室長）は、各軍の次官や司令官など軍関係者と頻繁に会合を重ねて DOD の技術ニーズの把握に努める。特に DARPA の室長は、室内に所属する PM を全面的に支援する役割を担っている。DARPA では新規のアイデアを重要視しており、PM を中心に毎年 20～25% のスタッフを入れ替える。新しい人とアイデアが常にやってくる仕組みであり、官僚組織化を防ぐ工夫である。これまで蓄積したノウハウなど経験則を提供するのが室長であり、軍関係者が多く、研究から調達に至るまで多くの知識を有する組織の調整役である。室長はこうした経験に基づき、DARPA の目標や研究開発の課題について組織内外の関係する専門家集団へ説明を行う。PM に加え、室長がこのような役割を果たすことにより、DARPA は組織の外の SME（中小企業）を含む企業や大学の研究コミュニティと十分なつながりを持つことができるのである。

表 2-2 は、プロジェクトに対するファンディングまでの流れを含め、戦略策定プロセスの概要を示したものである。

表 2-2 DARPA の戦略策定プロセス：プロジェクトに対するファンディングまでの流れ

領域選定プロセス	
ステップ	概要
1	解決すべき技術課題の特定 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 軍・DOD 部局のニーズを調査しながら、室長を中心として、各技術室のミッションとしての研究課題を特定する。</li> </ul>
2	アイデアの生成 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PM が、技術室の研究課題に対して、ボトムアップで課題解決のための具体的なアイデアを研究者・技術者コミュニティから見つけ出す。</li> <li>・ PM は、全米各地を回って以下のようなルートから、革新的なアイデアとそれを持つ人を探し出す：PM 自身の研究者人脈；学会への参加、ワークショップの主催；意見招請への反応、論文・アブストラクトの調査；DOD の諮問機関等からの提案等</li> </ul>
3	プログラムの企画立案 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PM が、トピックのソリューションに資するファンディング・プログラムを企画・立案し、直属の上司である室長に提案する。</li> </ul>
4	技術検討会での検討 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ DARPA 局長、局次長、室長で構成される技術検討会 (technology council) でプログラムを検討する。</li> </ul>
5	プログラム承認 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 局長が最終決定を行う。</li> </ul>

プログラム決定後～プロジェクトの採択・契約(数百万ドル規模の案件の場合、約6ヶ月)	
公募	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DARPA 局長によるプログラムの承認後、各技術室で BAAs (Broad Agency Announcements) 等により公募を実施する。</li> </ul>
審査・契約	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PM の裁量で採択案件を選定する。PM は、最も可能性があると判断した研究遂行者を選択する権限を持つ。</li> <li>・ 主な技術審査基準は以下の通り：科学的・技術的なメリットの有無；DARPA のミッションに貢献するか否か；技術移転を実現する計画と能力の有無；提案者の能力と関連する経験</li> <li>・ 公募の提案の内容は、2ヶ月かけて PM と政府の専門家チームにより審査される。</li> </ul>

出典：ヒアリング及び各種資料をもとに未来工学研究所作成

以下では、表 1-3 の戦略策定プロセスに対応した主な調査項目の構成と表 2-2 のプロジェクトに対するファンディングまでの流れを踏まえて、DARPA における戦略策定プロセスの特徴について説明する。

## (2) 戦略策定の具体的手順と領域選定基準

### 1) 戦略策定の具体的手順

DARPA は 6 つの技術室別にミッションがあり、それを踏まえて、独自の技術のランドスケープを持っている。DARPA の各室長を中心として、軍の戦略や DOD 部局のニーズを踏まえながら、各技術室別に広範な研究領域をカバーしつつ、トップダウンで、各技術室のミッションに係る研究課題（トピック）を特定する。

DARPA では PM はエキスパートかつリーダーとして研究領域の設定を主導する。各室に所属する PM によって、室が特定したトピックについて、ボトムアップで研究のアイデアがもたらされ、技術的課題の解決に繋がるプログラム化が行われる。研究トピックの発案に関しては、PM のイマジネーションが最も重要になる。

PMは、室長に研究トピックに関するアイデアを提出する。最終的には局長の承認により、プログラムとして設定される。DARPA 局長によって承認されたプログラムは、助成金申請者向けに、Broad Agency Announcements (BAAs)として公表される。

局長による PM 提案のプログラム承認から、公募提案の審査、契約、プロジェクトの開始まで約 6 ヶ月を要する。

## 2) 領域の選定基準

DARPA における研究プログラム（領域）の提案には、「創造的かつ野心的で世界を変え得ると同時に、実現可能性のあること」という基本理念に関する基準があり、これを満たさなければならない。プログラムの採否を決定する DARPA で最も重要な基準は、当時の DARPA 局長のジョージ・ハイルマイヤーが 1970 年代に確立した「ハイルマイヤーの質問 (Heilmeier Catechism)」<sup>4</sup>である (表 2-3)。

「ハイルマイヤーの質問」はシンプルな質問事項であるが DARPA で行われる研究プロジェクトは必ずこの基準を満たさなければならない。PM は局長や室長の前でこの基準に基づく研究提案に関する質問を受け、明確に答えることが求められる。DARPA は技術の実現可能性だけに重点を置いた審査はしない。顕著な技術ブレイクスルーをもたらすアイデアかが問われる。局長が最終的な意思決定を行う時の基準もこの「ハイルマイヤーの質問」である。

表 2-3 ハイルマイヤーの質問 (Heilmeier Catechism)

- |  |
|--|
| <p>①何を試みようとしているのか？専門用語を一切使わずに当該プログラムの目的について説明せよ。(What are you trying to do? Articulate your objectives using absolutely no jargon.)</p> <p>②それは、今日、どのような方法で実現されているのか？現行のやり方の限界は何か？(How is it done today, and what are the limits of current practice?)</p> <p>③提案するアプローチの何が新しいのか？なぜそれが成功すると考えるのか？(What is new in your approach and why do you think it will be successful?)</p> <p>④誰のためになるか？成功した場合、どのような違いを生み出せるのか？(Who cares? If you are successful, what difference will it make?)</p> <p>⑤そのリスクは何か？(What are the risks?)</p> <p>⑥どの程度のコストがかかるのか？(How much will it cost?)</p> <p>⑦どの程度の時間がかかるのか？(How long will it take?)</p> <p>⑧中間及び最終「試験」において、何を持って成功を判断するか？(What are the mid-term and final “exams” to check for success?)</p> |
|--|

「ストリート・レベルの官僚文化<sup>5</sup>」とも評される DARPA の組織文化はマニュアルを作成することを好まない。DARPA はルールを嫌い、ルールを乗り越えたところでアイデアを生み出す組織だからである。一般的な「ルールブック」はなく、かつての局長と PM のコミュニケーションの中で生まれた「ハイルマイヤーの質問」のみが、所員が従うべき「記述さ

<sup>4</sup> DARPA ウェブサイト < <https://www.darpa.mil/work-with-us/heilmeier-catechism> >。なお、これらの質問は、媒体等により、表現や構成が若干異なることがある。

<sup>5</sup> 規則に縛られた硬直的なものとして広く見られてきた古典的なウェーバー型官僚機構に対して、指揮監督関係が弱く、広い裁量の余地をもって柔軟に職務を遂行することができる官僚文化を指す (Bonvillian et al. 2019)。

れた指針」<sup>6</sup>である。なお、DARPA の研究者の名刺の裏に、「ハイルマイヤーの質問」が記載されている（図 2-3 参照）。

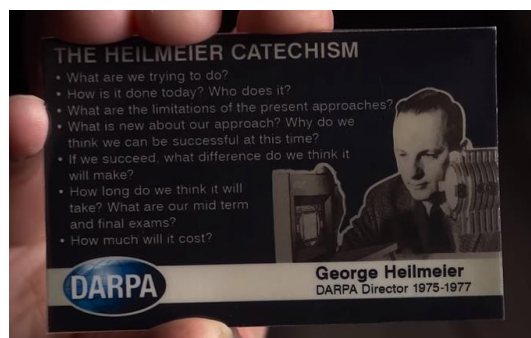


図 2-3 「ハイルマイヤーの質問」が記載された DARPA 研究者の名刺の裏

出典: Youtube ビデオ: DARPA: A Culture of Innovation <<https://www.youtube.com/watch?v=hWd0fX-qbBs>>

DARPA は常に、コンバージェントであり続けようとする組織でもある。分野の融合を目指し、従来の「物理学」、「化学」、「生物学」といった枠組みにとらわれない。例えば、「Bio-Engineering」と言った分野に見られるように、知識と技術をインテグレートすることに注力している。これに対し、基礎研究を主体とする NSF は、より伝統的な分野の分類を好む。ここでも、「ハイルマイヤーの質問」が最も基本的な組織の「基準」である。

なお、DARPA は防衛のために存在する機関であり、その研究活動はすべて米国の国家安全保障と関連している。したがって、研究トピックの設定において、科学的及び社会経済的なインパクトに焦点が置かれることはない。また、DARPA では、前述のように「科学技術における基礎研究の推進」を戦略的責務の 1 つとして掲げてはいるが、純粋な基礎研究を行う機関ではない。先端的で実用化の可能性の高い領域の研究開発、また、実装されることが前提の研究開発を支援している。

### (3) エビデンスの内容及び収集・分析方法

DARPA における PM は単なる研究計画や予算の管理者ではなく、ハイリスクの技術的ブレイクスルーを起こすことを目的に活動している。PM は、研究者の中に入り込み共に考えることでアイデアを創出している。具体的には、関連学会への参加やワークショップの主催、意見招請 (request for information: RFI) の活用といったことに加え、研究者のもとを直接訪問しての意見交換等を行う。すなわち、領域策定におけるアイデア生成の主たる情報源は研究コミュニティであり、こうした情報源からの情報を PM 自身が統合し、具体的な領域 (プログラム) の企画立案を行う。学術論文等も技術動向の把握やアイデアの源泉となるが、この過程において、客観的な調査分析が行われているわけではない。

PM が、研究コミュニティに直接関与し、DARPA における研究テーマのトレンドや重要

<sup>6</sup> DARPA の STO (戦略技術室) で PM の経験 (2008~2013 年) を持つ Dr. Jinendra Ranka は、Bonvillian et al. (2019) の 10 章 (The Role of DARPA Program Mnagers) において、「PM として DARPA にやって来る場合、PM として行うべきタスクに関してガイドとなるルールブックは無いが、DARPA の支援スタッフの助けを借りて、必要なタスクを学ぶことができる。これは、DARPA が個人主義的な組織である理由の一つである。」と述べている。



性を把握する。PM は異なる考え方を持つグループとの交流を重要視しており、PM が構築する研究者ネットワークの中では、大企業であれ SME であれ大学であれ、信頼関係の中でアイデアを共有し創造することで、参加者相互に利益が生まれる。また DARPA 自体がコミュニティであると言える。すなわち、局長、室長、PM の間で常にアイデアの共有や交換があり、研究上の進歩がもたらされる。

#### (4) 政策ニーズの反映

前述のように、戦略策定プロセスの上流過程には、DARPA が 2 年毎に策定する戦略計画があり、そこで直近の軍部のニーズがとりこまれる。また、DARPA の主要課題は、DOD の 4 年ごとの国防計画見直し (QDR) や国防科学委員会 (DSB) 等で掲げられた優先事項にも対応している。

こうして特定された解決すべき技術課題をもとに PM がアイデア生成を担うが、このプロセスにおいても、DOD の諮問機関からの提案などが参照される。

#### (5) 国内外研究者とのネットワークの構築・活用

DARPA の研究者とのネットワークの活用の方法は、NSF の場合とは異なる。NSF は公募を立ち上げることに注力し、研究者との関わりもこの範囲に限られる。NSF ではピアレビューパネルでアイデアを審査するが、大規模なネットワークを構築しようとはしていない。研究者ネットワークは、あくまで特定の公募研究のためのものである。一方、DARPA は、単独の又は少人数の研究者のアイデアだけでは、DARPA に要求される革新的な研究に結びつかないことを知っているからこそ、様々なステークホルダーを含むより大きなネットワークを構築しようとしているのである。

DARPA の研究者、特に PM は、「技術の具現者 (テクノロジー・イネイブラー)」であり、先端技術開発の「専門的伝道者 (エバンジェリスト)」でもある。通常の研究者とは異なる。PM のこうした技術外交官的側面が果たす役割の大きさは無視できない。

DARPA では、発明は単独で行うこともできるが、複雑なイノベーションにはイノベーターの集団が必要であり、画期的なイノベーションには「大集団」が必要である、という考えに基づき活動を行っている。DARPA は、イノベーターの「大集団」を見つけるという不思議な能力を持っている。

DARPA の人脈は、スタッフだけでなく、スタッフにつながっているイノベーショングループも含んでいる。DARPA は、研究開発機関として、組織的なイノベーションのレベルで活動しているだけでなく、個人的な面でのイノベーションのレベルでも連携して活動している (イノベーションは組織レベルではなく個人レベルで起きている)。これは、他のほとんどの研究開発組織が求めたり達成したりしていない重要な組織属性である。

#### (6) エビデンス等の活用

前述のように、研究コミュニティとの信頼関係に基づく交流からもたらされる情報を裁量と見識を持った PM が統合することで領域 (プログラム) は具体化されていく。PM 自身によるこうした知識交流自体がファンディングの実効性を高めることにもつながっている。

## (7) 体制及びリソース

PM は、所外の研究者ネットワークともかかわりを持つために常に出張をしている。PM の活動時間の 25% は、そうした出張に費やされている (Bonvillian et al. 2019: 314)。

## (8) 戦略策定プロセスの改善課題

今回の調査では、DARPA の PM 等のスタッフから直接情報収集できなかったが、1957 年の創設以来基本的にはこうした方式がとられていること、また、米国内外で DARPA 型の組織やプログラムが相次いで立ち上げられていることを考えると、本質的な改善課題は特に認識されていないと言える。DARPA の内情に詳しい有識者 2 名へのヒアリングにおいても改善課題に関する指摘はなかった。

### 【参考文献】

William B. Bonvillian, Richard Van Atta, and Patrick Windham (eds.), “The DARPA Model for Transformative Technologies: Perspectives on the U.S. Defense Advanced Research Projects Agency,” OpenBook Publishers, 2019.

DARPA, “Innovation at DARPA,” July 2016.

[https://www.darpa.mil/attachments/DARPA\\_Innovation\\_2016.pdf](https://www.darpa.mil/attachments/DARPA_Innovation_2016.pdf)

未来工学研究所, 「技術革新がもたらす安全保障環境の変容と我が国の対応」(令和元年度外交・安全保障調査研究事業費補助金(調査研究事業)), 2020 年 3 月 (予定).

## 2.2 アメリカ国立衛生研究所 (NIH)

### 2.2.1 組織概要

#### (1) 事業内容とミッション

アメリカ国立衛生研究所 (The National Institutes of Health: NIH) は、保健福祉省 (Department of Health and Human Services: HHS) の公衆衛生サービス局 (Public Health Service: PHS) の一部門であり、医療研究の実施・支援のための最も古い連邦政府第一の機関である。NIH は、その起源を 1887 年にたどることができる。この年、PHS の前身である船員病院 (Marine Hospital Service: MHS) 内に 1 つの研究室が設立されたが、ニューヨーク州スターテン島に設置されたこの研究室では、コレラ菌を分離するなどの成果をあげた。

NIH のミッションは、1) 国民の健康を保護、増進するための基礎として、基礎的で創造的な発見や革新的な研究戦略およびそれらの応用を促進すること、2) 国としての疾病予防の能力を保証するための科学的な人的資源および物理的資源を開発・維持・更新すること、3) 国民の経済的福利を増進し、研究への公的投資に対する継続的で高い見返りを確保するために、医学および関連分野の知識基盤を拡張すること、4) 科学研究における最高レベルの健全性、透明性、社会的責任を提示し促進すること、にある。

NIH では、これらのミッションを実現するために、以下に関する研究を実施したり、支援したりしている。

- 人間の病気の原因、診断、予防、治療
- 人間の成長と発達のプロセス
- 環境汚染物質の生物学的影響
- 精神的、習慣的、身体的障害に関する理解
- 医学及び健康に関する情報の収集、普及及び交換のためのプログラムに関する指導

#### (2) 組織体制

NIH は、1937 年に国立癌研究所を設立して以来、2000 年には国立生物医学イメージング・生物工学研究所を新設するなど、多数の研究所を新設あるいは外部の研究所を合併するなどして組織を拡大し、現在では、長官室 (Office of Director: OD) 以下、21 の研究所と 6 つのセンター (ICs) が存在する。ICs の各機関は、特定の研究課題を持つ。3 機関を除くすべての機関は議会から直接資金を受けており、自ら予算を管理している。

なお、研究実施機関としての NIH は、「国有国営 (Government Owned and Government Operated: GOGO)」の形式で運営されている<sup>7</sup>。GOGO は市民サービスを目的とした研究機関の場合であり、したがって政府が直轄で運営に当たる。NIH の使命は疾病の克服にあり、基礎段階

<sup>7</sup> 一方、連邦政府が所有する公的研究機関であっても、その運営をそれに適した機関に委ねるタイプもある（「国有民営 (Government Owned and Contractor Operated: GOCO)」）。契約運営機関は研究内容により大学、非営利機関、シンクタンク、民間企業等のケースがある。

の研究であってもアカデミックな目的で行われる研究ではない。資金配分機関としてのNIHは、上記と同一の使命の下に位置づけられている。

NIH 長官は、NIH の活動と展望の形成に積極的な役割を果たしている。特に複数の研究所が関与する取組において、常にそれらのニーズと活動の機会を特定する責任がある。

OD の中で、特にプログラム調整・計画立案・戦略イニシアチブ局 (Division of Program Coordination, Planning, and Strategic Initiatives: DPCPSI) は以下の使命を担うなど、長官を支援するうえで重要な役割を果たしている。

- 新興の科学的研究の機会を識別し、更なる研究に値する公衆衛生に関する課題あるいは科学的知見に関するギャップを浮かび上がらせる。
- NIH 全体にまたがって、科学分野におけるポートフォリオ分析と優先順位設定を支援するための、資源 (データベース、分析ツール、方法論) の開発と適用を行う。
- 新たな科学的機会及び公衆衛生上の課題に効果的に対処するために NIH を支援する。
- NIH 全体のプログラムやプロジェクト等の評価の策定における計画立案、サポート及び技術支援の提供を行う。

また、DPCPSI の政策や活動に関連する事項について、NIH 長官や DPCPSI 局長に対して助言や勧告を行うことを目的とする常設の諮問委員会として、総合評議会 (Council of Councils) がある<sup>8</sup>。これは 2006 年の NIH 改革法により設置された組織であり、NIH の研究所・センター (ICs) の各諮問委員会のメンバーや、長官室によって指名された代表者等から選ばれた 27 名で構成されている。総合評議会は、法律により、後述の共通基金 (Common Fund: CF) を含む NIH の重要なイニシアチブの概念を検討・承認する権限を持ち、NIH における科学研究的将来の計画と方向性について、DPCPSI を通して NIH 長官に助言するという重要な役割を担っている。

### (3) 予算

NIH は、年間 300 億ドル (約 3 兆円) を超える予算の下、多様なグラント・プログラムの推進を通じて、世界の医学研究を常に牽引し続けている (巨額の研究予算の約 9 割が基礎研究を中心とする医学研究、約 1 割が臨床試験に投資されている)。

#### 2.2.2 対象プログラム等の概要

ここでは、リスクが高いが、インパクトの大きい革新的研究に対するファンディング制度である「NIH 共通基金 (NIH Common Fund: CF)」をとりあげる。

##### (1) NIH Common Fund (CF)の概要

CF は、NIH 長官室(OD)にあるプログラム調整・計画立案・戦略イニシアチブ局(DPCPSI)の戦略調整課 (Office of Strategic Coordination: OSC) によって管理されている研究ファンディング制度である。

<sup>8</sup> COUNCIL OF COUNCILS OPERATING PROCEDURES (finalized November 5, 2019)

CFは、単一のNIH研究所や研究センターだけでは対応できないが、NIH全体として優先度の高い、生物医学研究における新たな科学的探究や喫緊の課題に取り組むものである。CFは、非常に大きな影響を与える可能性のある、リスクの高い革新的な活動を支援することができる「ベンチャーキャピタル」として機能しており、複数の生物医学研究分野にまたがる研究に触媒作用を及ぼすことを目的とした、目標主導型で短期のプロジェクトに対して行う戦略的投資である<sup>9</sup>。

CFは、NIHの「医学研究のためのロードマップ」として2004年にスタートし、2つ以上のNIHの研究所・センターの参加を必要とする、あるいは、戦略的な計画立案と調整を必要とする分野横断的なNIHプログラムを支援するために、2006年のNIH改革法(NIH Reform Act)により法制化された。

この法律は、独立した予算としてCFを創出し、プログラムに対する安定的かつ継続的な支援と調整を提供するために、OD内に、DPCPSIを創設した。NIHは、これにより生物医学研究の将来について戦略的に考え続けることが可能になり、従来のメカニズムでは支援できないユニークなプログラムを開発する機会を得ることになった。

## (2) CFにおけるプログラム（領域）の構成と予算

表 2-4 は、プログラム（領域）別に2019年度及び2020年度におけるCFの予算額を示したものである。2020年3月現在で、大小26のプログラム（領域）が推進されている。

詳細は後述するが、戦略計画の立案や評価、そのためのインフラ整備に対しても年間約1千万ドル（10億円以上）の予算を支出している。

表 2-4 CFの予算（千ドル）

予算構成	2019年度	2020年度 (計画)
プログラム(領域)		
4D Nucleome	27,997	28,860
Acute to Chronic Pain Signatures	2,094	16,636
Big Data to Knowledge (BD2K)	2,605	0
Enhancing the Diversity of the NIH-Funded Workforce	52,656	53,713
Extracellular RNA Communication	6,728	5,846
Gabriella Miller Kids First Pediatric Research	13,482	13,000
Genotype-Tissue Expression (GTEx) Resources	772	0
Global Health	15,569	11,565
Glycoscience	19,435	13,362
Health Care Systems Research Collaboratory	1,988	1,750
High-Risk, High-Reward Research <sup>10</sup>	206,110	193,100
Human BioMolecular Atlas Program (HuBMAP)	15,005	27,031
Illuminating the Druggable Genome	12,970	13,390

<sup>9</sup> 2003年、当時のNIH長官であったDr.Elias Zerhouniのリーダーシップの下、NIHは、変化する生物医学分野のランドスケープに対応する手段を確立する必要性、特にNIHの構造が、短期間で目標を達成するには理想的ではないことを認識した。さらに、NIHの各研究所・センターのミッションの境界を横断する分野横断的な科学を支援する正式なプロセスも存在しなかった（NIH 2011）。

<sup>10</sup> 以下の4つのサブプログラムで構成：NIH Director's Pioneer Award Program; NIH Director's NewInnovator Award Program; NIH Director's Transformative Research Award Program; NIH Director's Early Independence Award Program. < <https://commonfund.nih.gov/highrisk> >

Knockout Mouse Phenotyping Program	13,757	11,000
Library of Integrated Network-Based Cellular Signatures (LINCS)	9,946	87
Metabolomics	12,403	12,401
Molecular Transducers of Physical Activity	44,744	46,126
New Models of Data Stewardship	199	0
NIH Center for Regenerative Medicine (NCRM)	7,597	5,700
Protein Capture	1,334	0
Science of Behavior Change	12,674	222
Somatic Cell Genome Editing	33,324	38,937
Stimulating Peripheral Activity to Relieve Conditions (SPARC)	51,559	47,268
Strengthening the Biomedical Research Workforce	56	0
Transformative High Resolution Cryo-Electron Microscopy (CryoEM)	14,895	51,800
Undiagnosed Diseases Network	29,207	24,401
戦略計画立案、評価及びインフラ	10,061	22,917
合計	619,166	639,111

出典: Common Fund FY 2021 Congressional Justification

<<https://commonfund.nih.gov/sites/default/files/CommonFundCongressionalJustificationFY2021.pdf>>

### 2.2.3 共通基金（CF）の戦略策定プロセス

CF プログラムは、NIH 全体に大きな影響を与えるプログラムに対して戦略的な投資を行うための柔軟性のあるリソースになることを意図している。そのため、NIH では、生物医学研究の重要な障害に対処する研究分野や CF の投資に熟した新たな科学的機会を表す研究分野を特定するために、戦略計画を定期的に立案している。以下では、このプロセスの詳細について解説する。

#### (1) 戦略策定プロセスの全体像と役割分担

図 2-4 は、CF プログラムにおける戦略策定プロセスの全体像を示したものである。

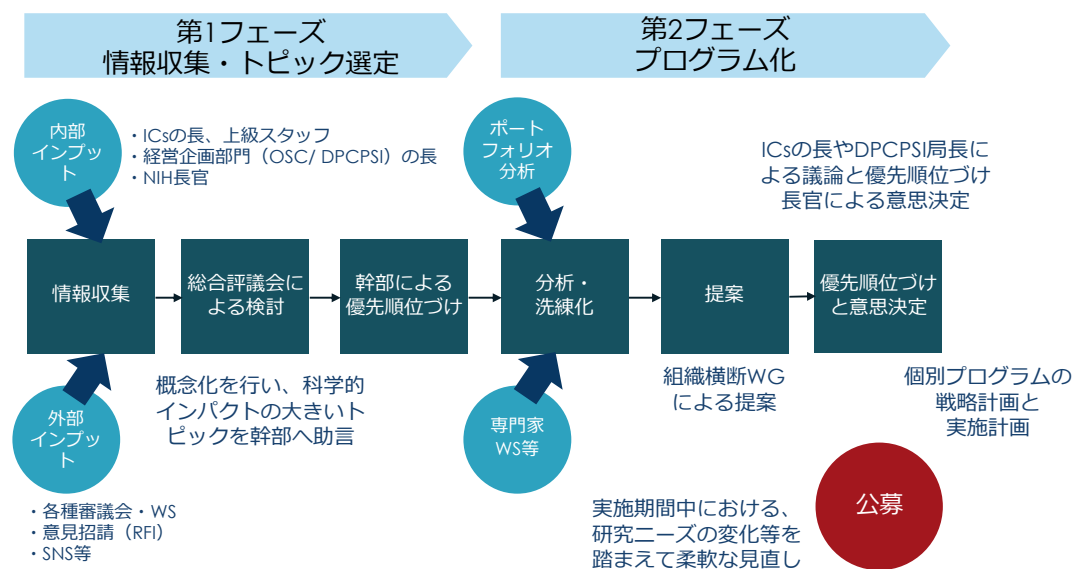


図 2-4 CF プログラムにおける戦略策定プロセスの全体像

出典: 各種資料及びインタビューをもとに未来工学研究所作成

CFの戦略策定プロセスは、大きく2つのフェーズに分けることができる。フェーズ1は一種の発散過程であり、多様な情報源から情報収集を行い、幅広いトピックを特定する。フェーズ2は収束過程であり、これらのトピックを精緻化し、よく定義された一連のプログラムとして作り込んでいく。

なお、プログラムは、新たな機会、科学コミュニティのニーズの変化、ファンドの利用可能性に適応するために、毎年柔軟性を持たせたものになっている。これらのプロセスは年によって多少変化するが、核となる原則・活動は変わらない。詳細は後述するが、これらの原則・活動とは次のようなものである。

表 2-5 CFにおける核となる原則・活動

核となる原則・活動	概要
領域選定のために定義された包括的基準の適用	2004年に「医学研究のためのロードマップ」としてはじまった当初の包括的基準を適用する。
多視点からのインプット収集	NIH内外の幅広い科学分野及び職位の専門家や市民代表に加え、意見招請(RFI)制度やオンライン対話を通じて広く社会からインプットを収集する。
体系的なインプット収集	体系的かつ透明性を持ってインプットを収集する。実際に支援出来る研究は少数にすぎず、収集された多数のアイデアのレビューと優先順位づけもあわせて実施する。
関連する科学的ランドスケープの分析	NIH内外で進行中の研究との相乗効果や重複排除、協働促進のために、提案されたプログラムに関連する研究のポートフォリオ分析を実施する。
経営陣の関与	NIHの経営陣を早期の段階でプログラム分野の選定に関与させる。

出典: Common Fund Strategic Planning Report 2015 をもとに未来工学研究所作成

役割分担について、NIH長官室プログラム調整・計画立案・戦略イニシアチブ局(DPCPSI)の戦略調整課(OSC)が全体プロセスを管理しており、各研究所・センター(ICs)の長などは適宜インプットを提供したり、協議に参加したりする。最終的な意思決定者はNIH長官である。外部有識者等の役割を含め、詳細については後述する。

## (2) 戦略策定の具体的手順と領域選定基準

NIHにおける領域選定のプロセスはファンディングプログラムへの活用を前提としており、戦略策定プロセスと同義である。したがって、その具体的な手順も、前述のように大きく2つのフェーズから構成される。なお、フェーズ1とフェーズ2をあわせて約18カ月の期間を要する。

以下では、全体に通底する領域選定基準についてまとめたあと、フェーズごとに具体的な選定手順について解説する。

### 1) 領域の選定基準

CFプログラムは、パラダイムを変え、革新的なツールと技術を開発し、広範な生物医学研究コミュニティで使用することができる研究のための根本的な基盤を提供することを目的としている。これを体現したものが以下の5つの包括的基準である。プログラム確定後

のファンディングにおいても、研究者が助成を受けるためにはこれらの基準を満たすことが求められる（表 2-6）。

NIH では、これらの包括的な基準について、「コスト面や NIH 全体にまたがって高度な調整が必要なために、支援される見込みのない優先度の高い分野のニッチな領域を埋めることを保証するものである」としている。なお、CF プログラムにおけるインパクトとして、最も重視されるのが科学的インパクトである。これは以下の理由による<sup>11</sup>。

- トランスフォーマティブなインパクトは、広範な科学的探究からもたらされる。例えば、分子の生体内での挙動についてはわからないことが多いが、生体にポジティブな効果をもたらす分子を特定するために、化学研究、動物実験、人体での検証等にわたる広範な領域にまたがる研究や実験を行う。こうした分野では幅広いチャレンジが必要であり、未知の領域を埋めるための研究プログラムの策定が行われる。
- 本質的に、「期待される科学的インパクト」という要素が重要になる。分子の生体内挙動のような未知の現象について、研究を通じて知識のギャップを埋めるためにも、科学的インパクトをもたらさう研究対象の広汎性を重視している。こうした大規模で予算のかかる研究を実行できる機関は NIH の他にはないことから、知識のギャップを埋める研究を行う責任は重い。
- NIH で実施する研究のもたらす社会経済的影響は、研究トピックの選定に関する要素ではあるが、NIH は研究機関であることから、必ずしも、研究のもたらす広範な社会経済的影響の有無を最重要視することはない。

表 2-6 CF における 5 つの包括的基準

基準	内容
トランスフォーマティブであること	今後 10 年間にわたり、生物医学や行動学的研究に劇的に大きな影響を与える潜在的可能性がなければならない。
触媒作用があること	一定の期間内に、高度のインパクトを持つ目標を達成しなければならない。
相乗効果があること	研究成果は、保健医療分野の利益のために、個々の NIH の研究所・センターのミッションを相乗的に促進し、前進させるものでなければならない。
分野横断型であること	プログラム分野は、複数の NIH の研究所・センターのミッションにまたがるものであり、複数の疾患または健康状態に関連しつつ、協調的な NIH 横断型のアプローチを必要とするほど十分に複雑でなければならない。
ユニークであること	他の事業体では実行できそうにもない、あるいは、実行できないものでなければならない。

出典: CRITERIA for Prioritizing Common Fund Program Areas and Initiatives, June 2011

## 2) フェーズ 1

フェーズ 1 は、CF による戦略的投資によって加速されうる広範な科学的ニーズと新たな科学的機会について、多様な情報源から情報収集を行い、幅広いトピックを特定する段階である。

情報源には、NIH 内部からのものと外部からのものがある。まず、NIH 内部からのインプットは、ICs の長や上級スタッフからのアイデア募集や、NIH 長官や経営企画部門である DPCPSI 局長、OSC 課長との議論の結果などからもたらされる。外部からのインプットとしては、外部専門家との会合や各種審議会（advisory committees）のほか、ソーシャル

<sup>11</sup> NIH の Wilder 博士へのインタビューによる。



メディア等を通じて行う意見招請 (RFI) などがある。これには、公衆代表者評議会 (Council of Public Representatives) からのインプットも含まれる。

フェーズ 1 における外部専門家との会合の例としては、2011 年に実施された Innovation brainstorm meeting や 2018 年に開催された論文誌の編集者を招いてのワークショップが挙げられる。いずれも詳細は後述するが、特に前者においては、フィッシュボウル (Fishbowl) というワークショップ手法が用いられた。これは、参加者にアイデアの提出を促し、他の参加者がそれを増幅し、修正するという特徴を持った、アイデア創出のための手段である。科学研究の分野では、論文をもとに、なぜ将来の新たな科学にとってそのアイデアが重要なのかについて意見を出し合う。フィッシュボウルを使った議論では、異なる人々が短い間隔で議論に出入りするの、異なる背景を持った人々の間で新規の融合的なアイデアが生まれやすいと考えられる。フィッシュボウルは、比較的短い時間でアイデアを創出する場合には適しているとされており、NIH では、議論の手段として関係者が受け入れ易いためにこれを採用したという。ただし、フィッシュボウルは少人数の限られた人々の中でのアイデア創出のための手段であることから、NIH では、カンファレンスなどのように多様な人々を巻き込める方法と組み合わせて使っている。なお、現在では、CF のトピック分野を特定する議論の手段としてフィッシュボウルが使用されているわけではない。

こうした招待制のインプット収集の機会に加え、一般公開のカンファレンスなども開催し、そこに NIH のマネジメント層が参加し情報を収集する。

公開性の高い手段として、他にもソーシャルメディアを活用した意見招請 (RFI) の仕組みがある。具体的には、Facebook や Twitter で生物医療の研究者コミュニティに向けてアイデア募集の告知を行う。その際、NIH のウェブサイトへのリンクを貼っておき、アイデアのインプットができる仕組みである。ワイルダー博士によると、数年前に実施された事例では、300 件ほどの新規の研究アイデアを収集することができたという。

こうして得られた数百のアイデアをもとにコンセプトを練り上げ、DPCPSI や経営陣に助言を与える役割を担うのが総合評議会 (Council of Councils) である。総合評議会では、前述の基準に対する提案されたアイデアの適合性やプログラムの潜在的なインパクトを効果的に評価するために、以下の事項について検討する。

- CF で取り組むべき主な障害／課題／機会は何か？
- プログラムの目的は何か？
- これらの目標を達成するために NIH 横断的な戦略が必要なのはなぜか？
- このトピックの戦略計画は、どのようなイニシアチブで形成される可能性があるか？
- このテーマに関する CF プログラムが目的を達成した場合、どのようなインパクトがあるか？

この検討の際、前述の 5 つの包括的基準が広大な科学の領域の中から研究投資を行うのに値するものを特定するための基準として用いられるが、例外的なインパクトをもたらすトピックであるか、特に、さらなるインパクトを生む研究につながる「触媒」効果のある研究であるかが重視される。これらの判断は最終的に科学的判断 (scientific judgement)、すなわち、エキスパート・ジャッジによって行われるが、NIH では、こうした判断を支援するために大規模なデータセットを構築するとともに、触媒的研究を見出すための方法論

開発にも力を入れている<sup>12</sup>。

こうして総合評議会によって検討され、問題無いと判断されたトピックについては、NIH 研究所・センター (ICs) の長、DPCPSI 局長及び NIH 長官によって優先順位が付けられ、フェーズ 2 に移行すべきものが特定される。ワイルダー博士によると、この幹部による審議は 1 日をかけて行われるという。

### 3) フェーズ 2

フェーズ 2 は、フェーズ 1 で特定された幅広いトピックやコンセプトを、明確に定義された一連のプログラムに洗練していくプロセスである。ここでは、個別プログラムごとに、明確に定義された目標とマイルストーンを含む独自の戦略計画が形成される。また、各プログラムについて、目標とマイルストーンを確実に満たすとともに、研究コミュニティのニーズの変化や科学の現状に柔軟に対応できるようにするために、CF の支援期間中、積極的なプログラム・マネジメントを行うための実施計画も策定される。これらの実施計画は、各 ICs の管理部門と DPCPSI/OSC が共同で実施するプログラムレビューを通じて毎年レビューされ、調整される。

この段階におけるこうしたプログラムの作り込みは、以下のような手段により行われる。

- NIH 内外の会合やワークショップ
- NIH 内、米国内及び国際的な研究ポートフォリオの分析
- NIH 横断の作業部会 (WG) による提案
- ICs の長及び DPCPSI 局長による議論と優先順位付け
- 長官による意思決定

このうち、特に特徴的と言える取組がポートフォリオ分析である。これは、フェーズ 1 で提案されたトピックについて、NIH または国内外の他の資金によって支援されている進行中の研究について詳細に分析を行うことで関連する科学的ランドスケープを明らかにしようとするものであり、戦略策定プロセスにおいて非常に重視されている。このポートフォリオのレビューにより現在取り組まれている研究との重複が排除されるとともに、関連するグループが協力して研究の進展を加速させるなど、相乗効果も期待できるようになるという。

たとえば、NIH では、数年前にマイクロバイオーム (microbiome)<sup>13</sup>に関する研究プログラムを立ち上げたが、フェーズ 1 ではマイクロバイオーム全般についてのトピックが収集された。そこでは過去に行われたマイクロバイオームがもたらす有用または有害な効果についての研究結果が調査された。この研究におけるフェーズ 1 の目標は、マイクロバイオームとは何かという点の解明に設定された。

この結果を踏まえて実施されたのが、フェーズ 2 におけるポートフォリオ分析である。そこでは、マイクロバイオームの働きについての上記の先行研究がより深く調査された。この例では、マイクロバイオームについてラットを使った実験結果は豊富であるが、人体での

<sup>12</sup> NIH の Wilder 博士へのインタビューによる。

<sup>13</sup> ヒトの皮膚や口腔内、腸管内など存在する常在菌からなる細菌叢 (微生物叢)。現在は終了。

検証がほとんどなされていないことが明らかになった。これは、人体での検証を行うには臨床系の研究者の大規模な参加や、大量のデータの取得が必要であることに加え、得られた結果を解析する新たな技術の開発がなされていないことによる。すなわち、ポートフォリオ分析を通じて、人体での検証が未了であり、その理由が主に解析技術の未開発にあることが明らかにされた。あわせて、微生物が健康な人間と病気の間とは異なる働きを見せるのかも明らかにする必要性も判明した。このようなプロセスを経て、広範なトピックが、特定の研究目標にまで絞り込まれていく。

また、ポートフォリオ分析に関する別の事例では、分子の挙動に関するシミュレーションが大量のデータセットを用いて実施された。これに基づき、目標とする物質の有益性を予想するとともに、そのアイデアを研究コミュニティに示すことで、プログラム化に必要な情報を別途募る、ということが試みられた。

なお、新しい CF プログラムに関する最終的な決定は、DPCPSI 局長や ICs の長などの意見を取り入れながら NIH 長官が行う。フェーズ 2 ではより戦略的に目標を達成するための方法（目指すべき目標が何であり、どのような方法でそれが達成されるか）が特定されるが、何かしらの客観的な基準があるわけではない。これは、あくまで科学的判断に基づくものである。

### (3) エビデンスの内容及び収集・分析方法

トピックの形成・選定にあたっては、前述のように、NIH 内外から幅広くインプットを得るための工夫を行っている。特徴的な取組のいくつかについては、2.2.4 に事例ベースで詳細をまとめたので参照されたい。

### (4) 政策ニーズの反映

CF における通常の戦略策定プロセスにおいて、大統領や議会等の政治的意思もしくは上位機関である保健福祉省等からの要請が考慮される仕組みは明示的には存在しない。フェーズ 1 のトピック選定もフェーズ 2 での最終目標の設定も、科学的判断（scientific judgement）によって行われる<sup>14</sup>。

ただし、プロセスの初期段階において、公衆代表者評議会など社会の側の意向もインプットとして取り込まれる。また、2020 年 1 月の「コロナウィルス支援・救済・経済保障法（CARES 法<sup>15</sup>）」の成立を受け、CF に対して 3,000 万ドルの予算措置が行われた。CF を管理している戦略調整課（OSC）では、これらの資金を活用して、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）とそれによって引き起こされる感染症（COVID-19）に対する革新的な研究を促進することとなった<sup>16</sup>。

<sup>14</sup> NIH の Wilder 博士へのインタビューによる。

<sup>15</sup> <https://www.congress.gov/116/bills/hr748/BILLS-116hr748enr.pdf>

<sup>16</sup> <https://commonfund.nih.gov/covid19>

## (5) 国内外研究者とのネットワークの構築・活用

ワイルダー博士へのインタビューによると、生物医療の研究コミュニティは非常に大きいことから、フェーズ1では、カンファレンスに様々な分野のトップ研究者を招いて、エモーショナルなアイデアや科学的な好機について議論してもらっている。

一方、このような方法は本質的に少数の研究者のみを招く点で排他的なものであり、より広い研究者コミュニティからの情報を得るための追加的な手段も必要である。そのために、NIH ではソーシャルメディアの活用に挑戦している。既に、数回ソーシャルメディアを使って意見招請 (RFI) を行い、誰でも参加できるオープンな情報交換のための会合も全米で主催している。

## (6) エビデンス等の活用

NIH の CF における戦略策定プロセスでは、参加型のアプローチに加え、ポートフォリオ分析などを組み合わせることで、プログラム化を図っている。その際、有望なトピックを形成・選定するだけでなく、明確に定義された目標とマイルストーンを含む戦略計画や柔軟な見直しを前提とした実施計画を同時に策定することで、調査分析等の結果が有効活用される仕組みとなっている。

また、表 2-5 に示した「CF における核となる原則・活動」にも挙げられているように、経営陣をプロセスの早期の段階から関与させることで、組織をあげた取組としての実効性も担保される構造となっている。

## (7) 体制及びリソース

前述のように、CF における戦略策定や評価、そのためのインフラ整備にかかる予算として、2019 年度で約 1 千万ドル (10 億円)、2020 年度計画では約 2.3 千万ドル (23 億円) を計上している。

この背景には、プログラムの目標達成のためにはデータ集約型の戦略がますます求められるようになっており、すべてのデータ管理センターが直面している課題に対処するためのインフラ整備が必要となったことがある。このインフラは、共通基金データエコシステム (Common Fund Data Ecosystem: CFDE<sup>17</sup>) と呼ばれるものであり、バイオインフォマティクスや大規模データ分析の専門性が関わる様々な分野の研究者が活用できるデータセットやツールを提供するとともに、CF のマネジメントツールとしても活用されているものである。この CFDE 上では、CF に関わるすべてのデータセットが「検索可能性、アクセス可能性、相互運用可能性、再利用可能性 (FAIR)」を持ったものとなるよう考慮されている。ユーザーがクラウド環境でデータを操作できるようになるためのトレーニングもシステム上で提供しており、データは個別プログラム終了後も継続して使えるようになっている。この CFDE について、研究者が複数の異なるデータセットを検索できるようにすることで、CF プログラムのインパクトを増幅させること、これにより、これまで不可能であった新しい種類の科学的発見を生み出せるようになることが期待されている。運用にあたっては、

<sup>17</sup> <https://commonfund.nih.gov/dataecosystem>

CF の取組が広範にわたる NIH 全体の活動とつながるよう、データサイエンス戦略課 (Office of Data Science Strategy) とも緊密に連携している。こうしたインフラには、そのメンテナンスや更新のための継続的な投資が必要である。

戦略策定のための情報収集にかかるその他のコストとして、カンファレンス等の開催費用がある。ただし、ワイルダー博士によれば、Fish Bowl を含め、カンファレンスにかかるコストはそれほど大きくはないという。開催経費は年間 5 件ほど、1 件あたり 60,000 ドル程度であり、研究費全体から見れば小さな割合である。

なお、戦略策定プロセス、特にフェーズ 1 の計画立案やロジスティクスなどの実務については、OSC/DPCPSI 課長のワイルダー博士及び担当職員の 2 名体制で行われている。

## (8) 戦略策定プロセスの改善課題

上記で見てきたように、また、後述の具体的事例で示すように、CF の戦略策定プロセスでは、より良いプログラム形成のために様々な手法が取り入れられ、また、見直しが行われている。ワイルダー博士によると、「こうした方法にはいずれも利点と欠点があり、一つで済む標準的な方法というものはない」が、試行錯誤しながら常に新しいやり方を模索している点は非常に参考になる。

### 2.2.4 CF の戦略策定プロセスにおける特徴的な取組事例

以上、CF における標準的な戦略策定プロセスについてみてきた。以下では、戦略策定プロセスにおける特徴的な取組を事例ベースで紹介する。

#### (1) ソーシャルメディアの活用

NIH は、例えば、2020 年 3 月に、Twitter で「細胞老化と Senolytics<sup>18</sup>を理解する上での課題と機会 (Challenges and Opportunities in Understanding Cellular Senescence and Senolytics)」という意見招請 (RFI<sup>19</sup>) を行っている<sup>20</sup>。この RFI は、細胞老化に関する過去数年の進歩にもかかわらず、組織および器官における細胞老化の原因となる機構に関する知識が限られていることから、CF の細胞老化ワーキンググループとして、この分野におけるニーズと優先事項を特定し、生物医学研究に最も重大な影響を与える可能性のある将来の活動とイニシアチブを計画することについて支援を得る一環として、概念的に、技術的に、または方法論的にどのような障壁が進歩を制限していることに関して、幅広いコミュニティからのコメントを求め、生物医学研究コミュニティにとって、大きな利益のためにこの分野を推進する可能性が最も高い研究活動等に関する資源の優先順位付けを行うことに関して支援を得ることを目的とするものである。具体的には、例えば、以下等の情報を求めている。

- in vivo と in vitro の両方で異なる細胞型における老化特性の不均一性対普遍性を特徴づけるために必要な方法、ツール、またはコミュニティ資源。
- ヒトと動物モデルの両方で細胞老化を特徴付けるために必要な方法、ツールまたはコミュニティ資源。

<sup>18</sup> 老化細胞を特異的に死滅させる薬剤

<sup>19</sup> <https://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-RM-20-014.html>

<sup>20</sup> [https://twitter.com/NIH\\_CommonFund/status/123816405988824320](https://twitter.com/NIH_CommonFund/status/123816405988824320)

- 病理学および生理学的に、細胞老化の複数の駆動因子を特徴づけるもの（例えば、細胞老化と他の老化の特徴との間のクロストーク）
- 加齢中および放射線療法または化学療法などの課題への反応における老化細胞蓄積の健康への影響を特徴づけるもの。

## (2) 論文誌の編集者による招待制ワークショップ<sup>21</sup>

外部からのインプットの一環として、2018年には論文誌の編集者を対象とした招待制のワークショップ(Common Fund Journal Editor's Workshops)を開催している。編集者は、常に新たな影響力のある論文に接しており、まだ発表されていない、インパクトが大きい可能性がある論文の情報も持っている。彼らはエマージングな領域や科学上の好機について広範な情報を有している。こうした取組は始まったばかりであるが、有望な分野を特定するための方法として非常に有益である。5年前にはなかったような新たな科学の萌芽について、編集者は詳しく動向を知っている。新しい科学のための生命科学の分野で研究に関する質問を作る際にAIを活用するということは数年前から盛んに行われているが、編集者たちはAIの活用は新たな科学の探索に有意義であるとしていることから、このような分野について研究コミュニティ内部の人間に直接聞く方法を提案している。NIHの最高諮問委員会はCFでのAIの活用を模索しているが、こうした分野についてフェーズ2の検討を行う際に、編集者の知見の貢献は実際に大きい。

このワークショップでは、遠隔会議システムを使って、ビデオ・ワークショップを実施した。参加者には、新たな科学の分野に関する影響ある研究の動向など、特定の質問を行った。3グループが3テーマについて討論した。1回のワークショップは1～1.5時間ほどかけて実施した。

## (3) フィッシュボウルの活用事例

ここでは、NIH(2011)に記載されている内容に基づき、2011年にCFのトピック分野を特定する一環としてNIHにて開催された、フィッシュボウル等によるイノベーション・ブレインストーム会議(Innovation brainstorm meeting)の仕組みと流れの概要を示す。

### 1) イノベーション・ブレインストーム会議の目的

NIHは、NIH CFによる戦略的投資が進展を加速させる可能性のある新たな科学分野を特定するために、2011年に、イノベーション・ブレインストーム会議を開催した。この会議には、幅広い分野の新たなリーダーとして様々な賞を受賞した研究者の創造性と学際的専門性を考慮して、参加者が選ばれた。

CF戦略計画の立案は、潜在的に大きなトランスフォーマティブなインパクトを持つ横断的な研究分野を特定するために定期的に行われる。プログラム領域は、外部および内部入力の後、ポートフォリオ分析と専門家パネルからの入力により、特定のイニシアチブに洗練される。過去数年間(2011年頃まで)、NIHは、CF戦略計画立案を行ううえで、科学的ニーズと研究の機会を特定するために、上級指導者からの外部の入力を求めてきた。2011年に

<sup>21</sup> [https://commonfund.nih.gov/sites/default/files/Journal\\_Editors\\_Workshop\\_Exec\\_Summary\\_508.pdf](https://commonfund.nih.gov/sites/default/files/Journal_Editors_Workshop_Exec_Summary_508.pdf)

実施したイノベーション・ブレインストームは、CFによるファンディングが重要な影響を与える可能性のある、エキサイティングでかつインパクトのある研究の機会に関する新鮮なアイデアと新しい視点を求めるための、新しいアプローチであった。

## 2) 会議の概要

イノベーション・ブレインストーム会議に先立ち、参加者は、潜在的に大きなトランスフォーマティブな可能性を秘めた高リスクまたは新興の科学研究分野を示すと考えられる、過去1年間で非常に革新的で画期的なまたは横断的な論文を特定するよう求められた。

すべての論文はグループ全体で利用できるようにし、参加者は、オンラインフォーラムを通じて、選択された論文について議論した。参加者は、エキサイティングかつ新興の科学研究分野を特定することに加えて、CFによる戦略的投資が、科学が有する潜在的なインパクトをどのように加速させるかについてのアイデアも求められた。

参加者による科学論文に関するオンライン討論は、イノベーション・ブレインストーム会議でさらに議論するために選定された、以下のトピック領域を特定することにつながった。

- Beyond Genome-Wide Association Studies (GWAS)
- Microbiome Studies
- Group Effects
- Artificial Organs as Tools for Translation
- Proteomics and Therapeutics Development
- Single-Cell Analysis
- NIH Award Strategies

各トピックは、すべての会議参加者とのダイナミックで集中的な対話を奨励するために、「フィッシュボウル」を通じて議論された。議論を通じて、これらの分野の多くを横断する以下の2つのトピックが新たに追加され、会議中に提示された。

- Computational Biology and Informatics
- Molecular Classification of Disease

CF 戦略計画立案における次のステップには、NIH 研究所所長やセンター長が科学的ニーズと科学研究を提案するための機会も含まれる。これらのトピック領域は、NIH の上級リーダーシップによって優先順位付けされ、2013 年度からスタートする CF を通じて支援可能な特定のプログラムのイニシアチブの分析・開発のためにワーキンググループに割り当てられることになった。

### 3) 会議の構成

#### a. 1日目：あいさつ

NIH 長官の Francis Collins 博士から、NIH のミッションに係りのある、様々な利益を代表する科学者グループに対して、2011 年イノベーション・ブレインストーム会議の目的、役割等に関して、以下のような説明が行われた。

- この会議は、CF のイニシアチブの開発に資するための、一連の反復的な情報収集作業である。
- 当初の CF プロジェクトに対するファンディングが今後数年間で終了する。2013 年度までの新たな投資に向けてより多くの資金がオープンになる予定である。
- CF の優先順位設定は、概ね毎年 2 段階のプロセスを通じて行われる。第一に、目標を定めたミーティング（イノベーション・ブレインストームのようなミーティング）を通じて、NIH のスタッフや指導者から情報が集められる。第二に、NIH スタッフは、ポートフォリオ分析と議論を通じて、特定されたプログラムのリストを精緻化する。上級 NIH 指導部が計画をレビューし、NIH 長官が CF の対象とするプログラムについて最終決定する。

#### b. 2日目：事前に選定された論文に関するフィッシュボウルによる議論

2011 年のイノベーション・ブレインストーム会議は、CF への投資の機会が熟している可能性のあるトピック分野を特定するための新しいアプローチを代表するものである。参加者は、事前に、そしてオンラインフォーラムを通じて、過去 1 年間に読んだ最もエキサイティングな論文を特定し、説明し、擁護するよう求められた。

彼らは、幅広い領域の健康研究に対する論文の潜在的な影響を考慮し、CF への投資が遅かれ早かれ影響を実現する方法を特定するよう求められた。オンライン・ディスカッションには、各参加者は、会議自体でさらなる議論のために論文のサブセットを推進する機会が含まれていた。そして、このオンライン・ディスカッションの基盤として会議セッションが形成された。

イノベーション・ブレインストーム会議での議論は、下記のように、フィッシュボウルによる対話形式で行われた。

- 6つの椅子が内側の円（金魚鉢=フィッシュボウルの形状）に配置され、残りの椅子はその外側に同心円状に配置された。5人の参加者（トピックの議論のベースとなる論文を推薦した参加者）が、金魚鉢を満たすためにあらかじめ選択され、残りのグループは金魚鉢の外の椅子に座った。椅子が一つ空いており、外側の参加者は、議論のどの時点でも空席を占めて会話に参加することができた。
- 各ディスカッションの最初の参加者は、そのセッションの基礎となる論文を推薦した参加者と、その分野の NIH の専門家であるモデレータであった。議論される論文の1つを選定した各参加者は論文の主な結論と特定領域に与えるインパクトについて 3~5



分で概要を説明した。

- フィッシュボウル内のすべてのメンバーは潜在的な CF の投資に関する提案について議論した。部屋にいる全員が、フィッシュボウルの中に入ったり、出たりして、これを行った。時間切れになったところで、フィッシュボウルを終了し、モデレータが議論をまとめた。

2 日目の議論では、以下等のトピックに関して、研究の障害となるもの、潜在的なインパクト、インパクトが顕在化する時間を低減するための戦略が議論された。

- Beyond Genome-Wide Association Studies (GWAS)
- Microbiome and Global Health
- Group Effects
- Artificial Organs as Tools for Translation
- Proteomics and Therapeutics Development
- Single-Cell Analysis
- NIH Award Strategies

ここでは、上記のトピックのうち、参考として、Microbiome and Global Health を例として、セッションでの議論の内容を示す (NIH 2011)。このセッションでは、ディスカッションリーダー (ロックフェラー大学の Howard Hang 博士) が以下の論文を発表し、この論文の内容について議論が行われた。

【Fukuda S, Toh H, Hase K, Oshima K, et al. Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. Nature. 2011.】

#### <ビフィズス菌は酢酸の産生を介して腸管病原性感染から防御できる>

本論文は、大腸菌 O157:H7 のような細菌性病原体による感染に対して保護を与える、酢酸生産に重要な共生微生物である Bifidobacteria 由来の特異的遺伝子について述べたものである。本研究では、宿主免疫との共生病原体相互作用の複雑さを強調している。これらの機構を解明することにより、宿主、マイクロバイーム及び食事が感染に与える影響について重要な洞察を得ることができる。本論文は、共生細菌におけるより基本的な遺伝学的及び微生物学的研究と、個々の共生病原体宿主相互作用を分析するためのより単純なモデル系の必要性を強調している。

#### <セッション・ディスカッション>

NIH の HMP (Human Microbiome Project) は人体内のいくつかの部位を占める微生物叢のマッピングに向けて順調に進んでいる。しかし、HMP は様々な組織中の細菌の組成を決定するための大規模な配列決定プロジェクトに重要な資金を提供してきたが、共生細菌が実際にどのようにして病気に対する防御を与えることができるかを理解するためには、

機構的研究に対する将来の資金提供が不可欠であると考えられる。マイクロバイオーームは、遺伝子 - 環境相互作用の重要な構成要素であり、疾患に対するヒトの感受性に与える影響は大きい。マイクロバイオーームの役割は、自己免疫、感染および代謝疾患で示唆されている。

微生物-微生物相互作用および宿主-微生物相互作用をより深く探求するものなど、多くの未解決の問題が残っており、微生物の定義は、細菌、ウイルスおよび寄生虫を含むように広くなければならない。組合せ相互作用はほとんど解明されておらず、研究が困難である。これらおよび他の理由のために、多くの研究者は、ヒト腸粘膜を研究するためのマウスのような現在のモデル系の関連性および適切性を疑問に思っている。昆虫、ミミズ、およびゼブラフィッシュのような単純なモデル系は、ヒトの健康に関連する問題を調査するうえで明確な利点がある（遺伝を扱い易いこと、繁殖期間が短いこと等）。様々な健康状態をより良く理解し、管理するためには、ヒトの自然免疫応答のさらなる研究も必要である。

ヒトのマイクロバイオーームの多様性が計り知れないことが明らかになりつつある。容易に比較できるマイクロバイオミクスの開発に向けた参照マップと標準を作成するためには、より優れた、より効率的なツールが必要である。HMPはこの目標の達成に向けて進行中であるが、機能性と表現型<sup>22</sup>は次のステップで強調される研究対象である。抗生物質耐性は公衆衛生において鍵となる問題であり、HMPからの結果はそれに対処するために利用できる可能性がある。小規模ライブラリの化学的スクリーニングにより、抗生物質による共生微生物の死滅を回避することができる可能性がある。あるいは、共生微生物を改変して耐性を与え、それらの健康を維持・増進させることもできる。

このセッションで強調された論文は、この分野の一般的な研究とともに、健康を促進するためのプロバイオティクスの使用を想起させるものである。宿主 - 微生物相互作用に関してより深く理解することにより、このようなアプローチを導き出すことができる。実際、プロバイオティクス<sup>23</sup>はこの意味で何十年も使用されているが、それらは慎重に評価されていないことに注意することが重要である。マイクロバイオーームの知見が、例えば栄養補助食品を介して臨床ケアに迅速に変換できるか否かという問題であるが、それに対する答えは多くの変数に左右され、必ずしもCFの範囲内にあるとは限らない未解決の問題である。この分野における今後の課題に取り組むには、学際的なアプローチと相互作用が強く求められる。これまで、この分野および口腔衛生のような他の類似分野において、最も、混合ツール、技術および専門知識が進歩したが、一層の発展が必要である。

### c. 3日目

3日目においては、2日目に議論したトピックを中心として、トピック別のグループで、トピックに関する研究の課題と障害、新しい研究の機会、潜在的なCFの投資、潜在的なイ

<sup>22</sup> 特定生物が有する遺伝子型が形質として表現されたもの（生物の形態、構造、行動、生理的性質などを含む）。

<sup>23</sup> 人体に良い影響を与える微生物（善玉菌）のこと。

ンパクト等が議論された。なお、3日目の議論の形態については、NIH（2011）に記載されていない。

#### (4) フェーズ2におけるポートフォリオ分析の実践例

ここでは、プログラム「真核生物エピトランスクリプトームの探索を可能にする（Enabling Exploration of the Eukaryotic Epitranscriptome：以下、E4）」を事例に、ポートフォリオ分析の実践例を示す<sup>24</sup>。

E4プログラムは、哺乳動物細胞においてRNA分子が多様な方法で改変されていること、研究されてきた改変が多様な生物学的プロセスにとって機能的に重要であること、及びこれらの分子の解析に実験ツールと方法が重要になっているという、最近の発見に基づいている。

多くの改変が機能的に評価されていないため、これらの過程を研究することにより、基礎的な新しい生物学的パラダイムが出現する可能性がある。ただし、既存のツールでは、1つまたは少数の改変のみ分析できるに過ぎない。このポートフォリオ分析の目的は、この分野における現在の資金調達を評価し、ギャップを特定することであった。このために、以下の質問が表明された。

- NIH 及び他の機関によって、どの程度エピトランスクリプトーム研究が支援されているのか？
- どのような RNA 改変について研究されているか？
- 現在のファンディングは、利用可能な研究ツール不足の問題に対処するものか？

このポートフォリオ分析から得られた重要な知見によれば、NIH やその他の機関が現在支援している主要なエピトランスクリプトミクスに関する取組は無かった。さらに、NIH の助成金の大部分は、数多い RNA 改変研究のうちの 2 つの研究にのみ助成金を支援している。NIH 外助成金を受けた 44 件のみが最も一般的な改変以外の改変について調査しており、NIH はこの分野における限られたツールと技術の開発を支援している。これらの助成金の 85%は、細菌、真菌、無脊椎動物、または他の細胞培養系に焦点を当てており、哺乳類におけるこれらの改変を調べている研究は比較的少ない。ポートフォリオ分析の結果より、CF の支援の恩恵を受ける潜在的可能性のあるエピトランスクリプトミクスの分野に焦点を当てることになった。E4 作業部会は、CF による戦略的投資は次の点に焦点を当てるべきであると勧告した。

- 現在 2 つの研究で行われている以外の多様な RNA 改変
- 新しいツールと技術の開発
- 哺乳類のインビトロ研究

---

<sup>24</sup> Common Fund Strategic Planning Report 2015, p.9.

【参考文献】

NIH, “Innovation Brainstorm: Transforming Discovery into Impact,” Meeting Summary, 2011.

<http://med.stanford.edu/content/dam/sm/wulab/documents/innovation-brainstorm-meeting-report.pdf>

## 2.3 欧州委員会コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局(DG Connect)

### 2.3.1 組織概要

欧州委員会コミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology : DG Connect) は、市民や企業、行政がシームレスかつ公正にデジタル商品やコンテンツ、サービスにアクセスして提供できる、より多くの成長と雇用のためのデジタル単一市場 (digital single market) を作成するために必要な政策を構想および実施している。欧州の文化的多様性、創造性、クリエイターの権利の尊重、そして民主主義、表現の自由、寛容などの価値観に基づいて、近代的で安全で開かれた多元的な社会を育むことをミッションとしている。

DG Connect では、革新的なデジタル技術とデジタルスキルの開発をサポートすることにより、欧州の産業と公共サービスのデジタル変革を推進している。また、人々の生活を改善し、欧州経済全体とその主要部門の競争力を高めることができる、潜在的な技術的ブレイクスルーに投資する長期ビジョンの開発に努めている。

上記のミッションのもと、DG Connect は、EU における現行の長期包括的研究開発計画である Horizon 2020 内の情報通信技術 (ICT) に関連する研究及びイノベーション活動の戦略を設定している。ICT は、民間部門と公共部門のイノベーションと競争力を支え、すべての分野で科学的進歩を可能にさせる。Horizon 2020 の ICT 関連のトピックは、基礎研究から市場への取り込みまでのイノベーションチェーン全体を網羅し、Horizon 2020 の3つの柱である「卓越した科学 (Excellence in Science)」から「産業リーダーシップ (Industrial Leadership)」、「社会的課題への取組 (Societal Challenges)」まで、すべての優先事項に関わっている。

図 2-5 は、FET プログラムを所管している DG Connect の組織図を示したものである。DG Connect のスタッフ数は約 850 名である。人工知能およびデジタル産業、電子通信ネットワークおよびサービスなど 10 の部局より構成されている。FET については、主に C 局 (Directorate C) Digital Excellence & Science Infrastructure 内のユニット C.3 (FET) が所掌している。FET Flagships についてはユニット C.4 (Flagships) が所掌している。



図 2-5 DG Connect の組織図

出典: Communications Networks, Content and Technology – Organisation chart, 16 January 2020

[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/organisation\\_charts/organisation-chart-DG-Connect\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/organisation_charts/organisation-chart-DG-Connect_en.pdf)

## 2.3.2 対象プログラム等の概要

### (1) FET プログラムの構成

DG Connect が所管する未来・新興技術 (Future and Emerging Technologies: FET) プログラムは、欧州の中でもユニークな研究資金提供プログラムと言える。その独自性は、新規性、学際性、およびコラボレーションに重点を置いていること、ならびに技術とアプリケーションの関連性に特に焦点を当てていることによるものである。FET プログラムは、「FET Open」「FET Proactive」「FET Flagships」より構成されている。

表 2-7 FET プログラムの構成

区分	概要
FET Open	取組んでいる研究者がほとんどいない初期の段階で、根本的に新しい未来技術の新しいアイデアにプロジェクトに資金提供。最先端の科学、型破りな協働、そして、新しい研究およびイノベーションの実践に触発された、幅広い新しい技術の可能性を含む。1件あたり約300万ユーロ、プロジェクトの平均参加人数6名程度、プロジェクトの平均期間41か月。分野は学際性が求められ、ライフサイエンスや情報科学、化学、物理学などを含むものが多い <sup>25</sup> 。
FET Proactive	新興のテーマを育成し、多くの有望な探索的研究トピックでヨーロッパの研究者のクリティカルマスを確立しようとするもの。新しい学際的な研究コミュニティの構築を目的に、産業研究ロードマップに含める準備がまだ整っていない領域を支援。1件あたり約300～700万ユーロ。1回の公募ごとに複数の領域を設定、領域ごとに人数や期

<sup>25</sup> FET Open: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fet-open>

区分	概要
	間などの応募条件や分野の設定が異なる <sup>26</sup> 。2019 年度は「人間中心 AI」、「埋め込み型自律デバイス及び材料」、「完全な脱炭素化のためのゼロエミッションエネルギーの生成」の 3 トピックを推進。2020 年度は、「新興パラダイムとコミュニティ」及び「環境インテリジェンス」といった枠組みを設定、前者については、「拡張された社会的相互作用のための AI」、「カーボンニュートラルのための画期的なゼロエミッション・エネルギー貯蔵及び変換技術」、「生命科学のためのデジタル・ツイン」、「測定不能を測定する：ナノ計測学のためのサブナノスケール科学」の 4 つのサブトピックを設定 <sup>27</sup>
FET Flagships	10 年にわたる 10 億ユーロのイニシアチブ。何百人もの優秀なヨーロッパの研究者が協働して、人間の脳を理解したり、グラフェンなど未来の新素材を開発したりするなど、野心的な科学技術的課題の解決に注力。研究&イノベーションロードマップに基づいて活動。現在はグラフェン、ヒューマンブレイン、量子技術、バッテリーにかかるプロジェクトが進行中。例えばグラフェンでは産学合わせて約 400 機関が参加。ヒューマンブレインでは 20 か国から 121 のパートナーが集い、1,000 人を超える研究者が参加 <sup>28</sup>

出典：各種資料をもとに未来工学研究所作成

また、FET プログラム傘下のプロジェクトをイノベーションにつなげるための橋渡し研究の位置づけで、FET Launchpad を「調整及び支援活動（Coordination and Support Actions: CSA）」<sup>29</sup>として開始しており、35 プロジェクトが採択されている。

#### FET Proactive の予算

表 2-8 は、FET Proactive の予算推移をまとめたものである。なお、FET プログラム全体では、Horizon 2020 において約 27 億ユーロの予算が割り当てられている。

表 2-8 Horizon 2020 における FET Proactive の予算額（単位：百万ユーロ）

公募名	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
新興	35.0	—	90.0	5.0	94.5	0.5	83.0
HPC	97.4	—	41.0	44.0	4.0	—	0.5

出典：Work Programme 2014–2015、2016–2017、2018–2020 をもとに未来工学研究所作成

新興：Emerging Themes and Communities HPC：High Performance Computing

<sup>26</sup> FET Proactive: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fet-proactive#Article>

<sup>27</sup> [https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-fet\\_en.pdf#page=16](https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-fet_en.pdf#page=16)

<sup>28</sup> FET Flagships: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/node/10630> 及び <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/fet-flagships-and-large-research-initiatives-boosting-delivery-cutting-edge-technologies>

<sup>29</sup> アクションツールとは、活動内容別に区分された EU におけるファンディングの標準的な枠組みであり、FET では、エビデンスベースの政策形成等に資する政策研究や多様なステークホルダーとの政策対話等を支援する CSA のほか、基礎研究、開発、商品化技術の確立を支援する「研究・イノベーション活動（Research and Innovation Actions: RIA）、実証パイロットなど新たな商品やサービスの企画・検討を支援する「イノベーション活動（Innovation Actions: IA）」の 3 類型がある。EU ウェブサイト

<<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/future-and-emerging-technologies>>。なお、関連する日本語記事としては次のものがある：<https://www.ncp-japan.jp/about>

Horizon 2020 の柱の一つである「Excellence in Science (卓越した科学)」における FET の位置づけを技術成熟度 (Technology Readiness Level: TRL) で示すとレベル 1 からレベル 5 までを範囲としていることが分かる (図 2-6)。

なお、次期の研究・イノベーションプログラムである「Horizon Europe」では、欧州イノベーション会議 (European Innovation Council : EIC) との連携や統合がはかれる予定である。

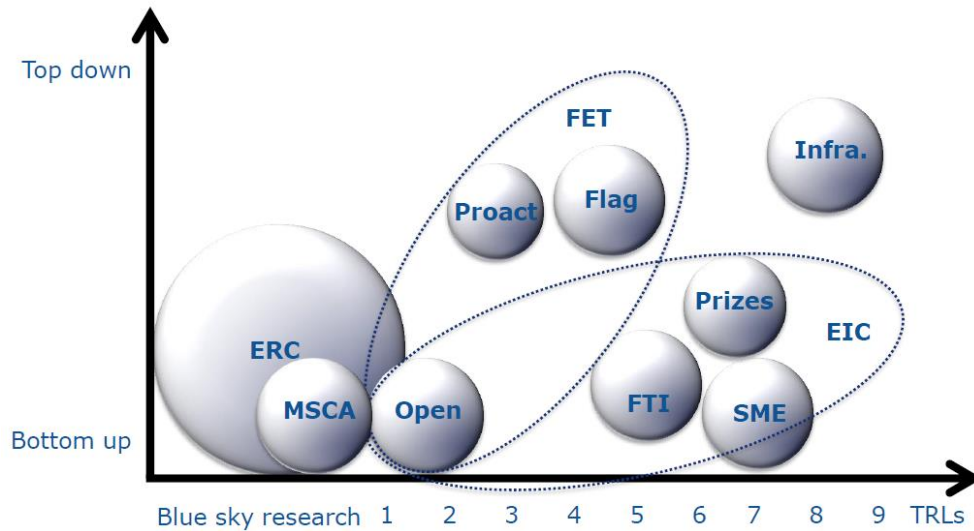


図 2-6 Horizon 2020 の柱「卓越した科学」における FET の位置づけ

出典: Ivica Ćubić: Future & Emerging Technologies – Work Programme 2018–2020, 2017  
[https://www.apre.it/media/490218/apre\\_cubic.pdf](https://www.apre.it/media/490218/apre_cubic.pdf)

### 2.3.3 FET における戦略策定プロセス

FET、特に Proactive における戦略策定プロセス (公募トピックの設定プロセス) については、科学技術振興機構研究開発戦略センター (JST-CRDS) が調査を行い、2019 年にその結果が公表されている。図 2-7 は JST-CRDS がプロセスの全体像をまとめたものである。

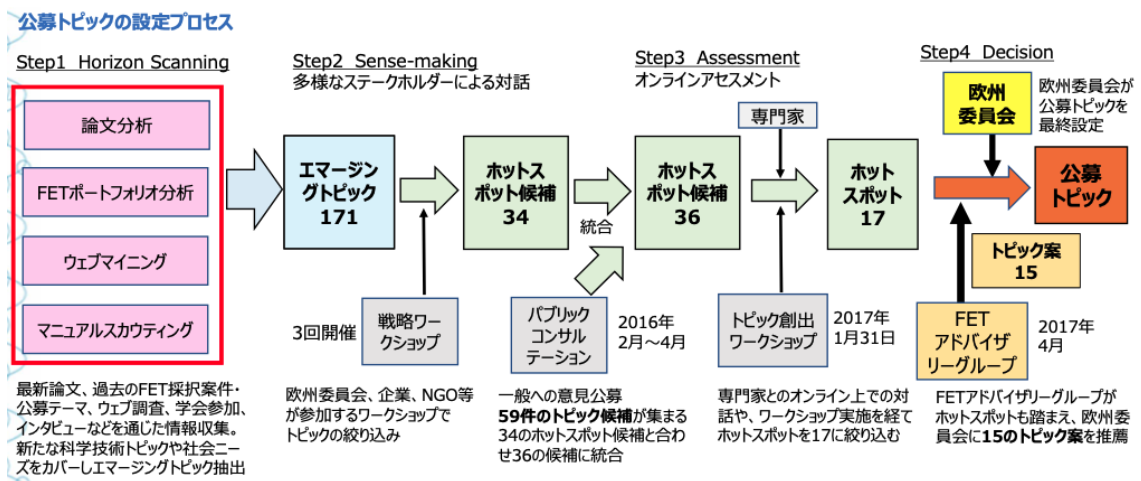


図 2-7 FET Proactive における公募トピックの設定プロセス

出典: JST-CRDS (2019)



DG Connect は、このトピック設定に関する材料を得ることを目的として、フラウンホーファー・システム・イノベーション研究所（Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research：以下 Fraunhofer ISI）に、Observe プロジェクトを委託している。DG Connect では、このプロジェクトで得られた成果を参考に、FET Proactive プログラムを中心として、ファンディング・プログラムを設計する際のトピックの設定を検討したという。

ここでは、DG Connect へのヒアリング<sup>30</sup>等に基づき、最初に、DG Connect が Fraunhofer ISI に Observe プロジェクトを委託した背景を示し、次に、FET Proactive プログラムにおける新興領域のトピック選定のアプローチを示す。さらに、それらを踏まえて、Observe プロジェクトの成果が FET Proactive のその後のテーマ設定にどのように利用されたのか等について述べる。

なお、Observe プロジェクトにおける新興技術分野を特定する具体的なアプローチは、2.3.4 項を参照されたい。

## (1) DG Connect が Fraunhofer ISI に Observe プロジェクトを委託した背景

DG Connect が Horizon 2020 下で支援するプロジェクトはすべて競争入札の形をとっている。Observe プロジェクトも例外ではなく、公募が行われた。

当該プロジェクトには、Fraunhofer ISI を含め 3、4 件の応募があり、審査の結果、Fraunhofer ISI の提案が最も優れていると評価された。Fraunhofer ISI の提案の優れていた点は、文献分析、Web マイニング等（具体的な内容は表 2-11 を参照）の技術面に関する計画だけでなく、しっかりした運営委員会の設置など、運営面の計画も信頼できそうなものであったことによる。

## (2) FET Proactive のトピック設定のアプローチ

### 1) 設定したトピック

FET Proactive で設定したトピックは、以下のとおりである。

---

<sup>30</sup> DG Connect の Mr. Walter VAN DE VELDE（FET-Open-Strategy Officer 兼 Project Officer）へのインタビューによる。

表 2-9 FET Proactive で設定したトピック

トピック	研究課題	参考情報(サブトピック等の例)
新興パラダイムとコミュニティ (Emerging Paradigms and Communities)	将来の技術の実現可能なパラダイムとしてマップ上にしっかりと位置付けるために、新しい技術の方向性を探求し、それを確固たるものとする。参加するコンソーシアムからより幅広い欧州の専門家プールに拡大して、これを前進させることができる学際的なコミュニティを育成する。研究のみの世界をはるかに超えて、新しい技術パラダイムを中心とした欧州イノベーション・エコシステムの出現を促す。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 拡張された社会的相互作用のための AI</li> <li>・ カーボンニュートラルのための画期的なゼロエミッションエネルギー貯蔵・変換技術</li> <li>・ 生命科学のデジタルツイン</li> <li>・ 測定不可能なものを測定するーナノ計測学のためのサブナノスケール科学</li> </ul>
欧州イノベーション会議(EIC)イノベーション活動への移行 (EIC Transition to Innovation Activities)	FET から資金を受けたプロジェクトの有望な結果を、真の技術的あるいは社会的なブレイクスルー技術と破壊的なイノベーションに転換する。典型的な研究者の考え方は、さらなる研究機会を特定することであることから、ブレイクスルー技術や破壊的イノベーションの基礎となりうる有望な研究成果が活用されないというリスクがある。課題は、これらの成果が成熟し、開発と投資の機会が議論され始め、最終的には将来の市場の取り込みにつながるような肥沃な土壌を作り出すことである。これにはまだ更なる研究開発が必要であることを認識しつつ、起業家的野心とコミットメントに焦点を当てた研究の卓越性を早期に補完することが重要である。	サブトピックではなく、次のような「ターゲット領域」を設定： <ul style="list-style-type: none"> <li>・ マイクロ及びナノテクノロジー</li> <li>・ AIと先進的ロボット</li> <li>・ 生命科学・保健・医療技術</li> <li>・ 低炭素エネルギーと気候変動技術</li> <li>・ 相互作用技術(仮想現実、拡張現実、複合現実を含む)</li> </ul>
環境インテリジェンス (Environmental Intelligence)	環境モデリング、先進的センサー研究、社会科学及び AI という相互に隔たりのある学術分野間の新しい相乗効果により、予測モデリング、シナリオテスト、リアルタイム追跡など、環境に関する動的モデルを作成して使用するための根本的に新しいアプローチが可能である。この最終的な目標は、たとえば、環境の持続可能性に関するポリシーとインセンティブを規制または設計し、それらの効果を長期にわたって追跡し、それらを調整するための理解できるオプションを提供するために、社会環境の相互関係の体系的な理解を構築することである。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 異なる時間的・空間的スケールにわたる社会／環境の進化をモデル化し予測する新しい技術</li> <li>・ 回復力があり、信頼性があり、環境的に責任のある現場モニタリングに対する根本的に新しいアプローチ</li> </ul>

出典: EC, “EN Horizon 2020 Work Programme 2018–2020: Future and Emerging Technologies,” March 2020.

## 2) トピック設定の基準

Proactive とは、将来（10年、15年先）を展望して今行動を起こすことである。ブレイクスルー技術は実現するまでに時間がかかり、研究開発従事者にとっては大規模な資金が必要であることから、FET Proactive のようなプログラムが実施されている。

FET Proactive プログラムにおいて、上記のトピック等にまとめる過程で重視された基準は、「科学技術的に新しいものであること（何年も前から話題になっているものではない、真の新規性があるか）」、「10年～15年先を見据えたものであること」である。すなわち、FET Proactive の狙いは、10年、15年先を展望してブレイクスルー技術を創出・実現させることであるため、科学的・技術的に新しく、今の科学技術パラダイムから10年以上先の変化を鑑みた形で、サブトピックが設定された。

トピック及びサブトピックの設定においては、科学のおよび技術的なインパクトが最優先であり、社会経済的なインパクトは、科学技術的なインパクトよりも優先度が低かった。また、ハイリスクのトピックにおいても、科学技術的なインパクトが大きいと考えられるものが優先された。

### 3) トピック設定のプロセス

FET Proactive において、トピックおよびサブトピックの設定に当たっては、以下のよう  
な手段で材料を集め、ワーキンググループを作って検討した。

- FET のプログラム全般のために実施した、オンライン・ヒアリング（約 300 人の技術分野の専門家や技術分野以外の、例えば哲学の専門家等との議論）
- 25～30 人レベルのワークショップでの意見交換<sup>31</sup>
- 技術分野の専門家、政府の担当者、ワーキンググループのメンバー等が出席する 4～7 人程度の「少人数の会議」

FET Proactive のトピックは、上記の技術分野の専門家、政府の担当者、ワーキンググループのメンバー等が出席する 4～7 人程度の「少人数の会議」で出た結論により設定された。

また、この「少人数の会議」でサブトピックも決定された。このときの主要な論題は、本  
当にサブトピックとして募集するに値する技術革新がもたらされるだろうか、ということ  
である<sup>32</sup>。

少人数の会議でトピックが設定された理由は、対面形式でより本音が言いやすい環境で  
あることによる。大人数であると会議が形式的になりやすく、この問題についてあまり真剣  
に考えていない人も加わる可能性もある。

### (3) FET Proactive における Observe プロジェクトの成果の利用等

#### 1) FET Proactive における Observe プロジェクトの研究成果の利用について

新興技術はどこで生まれてくるか感知できない。また、一定の分野、年齢層、職業などに  
狙いを定めていてはその芽を拾い切ることは容易ではない。

Observe プロジェクトの研究成果は、既に終了した、あるいは、進行中の FET Open や  
FET Proactive のプロジェクトの傾向を把握できたということから、FET Proactive プログ  
ラムのテーマ設定の材料として大変有用であったようである。

#### 2) Observe プロジェクトの意義と課題

Observe プロジェクトの 2 年間の研究の成果は、あらゆる方面を見る形で分析が進めら  
れていたことから、その結果は、DG Connect にとって大変興味深いものであったようであ

<sup>31</sup> インタビューによると、ワークショップの回数は不明とのことである。

<sup>32</sup> インタビューによると、参加者間での議論が白熱し、疲れる会議だったとのことである。

る。

しかしながら、FET ポートフォリオ分析（後述する表 2-11 参照）においてデータ源となった FET Open や FET Proactive のプロジェクトの絶対数がそもそも少ないため、そこから導き出される帰結が限定的になってしまうのではないかと、という懸念もインタビュー対象者である Walter VAN DE VELDE 氏から示された。同氏は、FET Proactive は 10 年 15 年先を見据えたものであることから、「今後も継続してポートフォリオ分析を行っていくことが必要」との見解を述べている。

### 2.3.4 Observe プロジェクトにおける新興技術分野を特定するアプローチ<sup>33</sup>

#### (1) Observe プロジェクトの概要

Observe プロジェクトは、FET プログラムが対象とすべき「今後数十年で社会に変革をもたらす可能性がある新興の技術分野を特定すること」を支援する研究として、DG Connect が Fraunhofer ISI に委託したプロジェクトである。本プロジェクトは、2015 年 6 月～2017 年 5 月の 2 年間で実施された。予算は 410,093.75 ユーロ（約 5,000 万円）である<sup>34</sup>。プロジェクトチームには、Fraunhofer ISI の 3 つのコンピテンスセンターのメンバーが関わっており、Dr. Philine Warnke（研究代表者）、Dipl. Ing. Elna Schirrmeister、Dr. Bernd Beckert の 3 氏が中核となっている<sup>35</sup>。

本プロジェクトでは、異なるタイプの新しい変化の局面を捉えるために、表 2-10 に示した視点を踏まえて、ホライゾン・スキャニング（複数の異なるスクリーニング手法を使って、ボトムアップで一連の新興のトピックを洗い出すこと）が行われた。

表 2-10 ホライゾン・スキャニングのために設定された視点

視点	概要
ソリューションのためのアイデア(Solution Idea)	ある問題に取り組むための、新しい技術的イノベーション、社会的イノベーション及び両方の組み合わせ
科学・技術 (Science and Technology)	新規の科学的あるいは技術的發展
課題／ニーズ (Challenge/Need)	社会にとって長期的に関連する可能性のある新たな課題やニーズ
社会的慣行 (Social Practice)	政策的慣行を含む社会的慣行(新しい実践方法)における新たな変化
コラボレーション (Collaboration)	研究とイノベーションにおける新しいコラボレーションの形式と、特に分野を越えてコラボレーションするアクターの新しい配置。

図 2-8 は、FET のプログラムの対象となり得る注目すべき新興領域（ホットスポット）を把握するための俯瞰図（レーダーチャート）のイメージである。

<sup>33</sup> 本項の記述は、Dr. Kerstin CUHLS へのインタビュー及び公開資料に基づく。

<sup>34</sup> <https://cordis.europa.eu/project/id/665136>

<sup>35</sup> ISI Competence Center Foresight、ISI Competence Center Emerging Technologies、ISI Competence Center Policy and Regions の 3 センター。 <https://www.horizon-observatory.eu/radar-en/about/team.php>

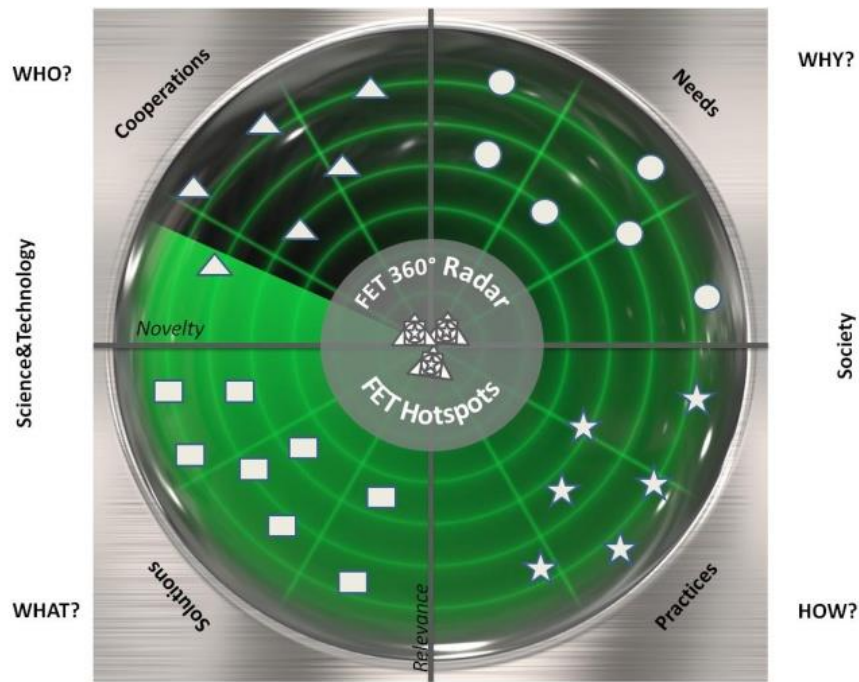


図 2-8 注目すべき新興領域を把握するためのレーダーチャートのイメージ

出典: Fraunhofer ISI 提供資料

Fraunhofer ISI は、以上のような背景の下に、①ホライズン・スキャンニングにより、171 の潜在的にトランスフォーマティブなトピック（シーズ）を洗い出し、②それらを 34 のクラスターに統合し、それらを注目すべき新興領域（ホットスポット）と定義し、識別したホットスポットを FET プログラムにおけるトピックを検討する際の参考として、EC に提供した。

ここでは、参考情報として、Fraunhofer ISI が、本プロジェクトの成果の一つとして 34 のホットスポットを特定するまでのプロセスにおける手法、基準等の考え方について示す。

## (2) 注目すべき新興分野（ホットスポット）を特定するまでの過程における手法、基準等の考え方

### 1) 潜在的可能性のある新シーズ（新興トピック）の洗い出しのための情報収集・分析

Observe プロジェクトでは、あらゆるトランスフォーマティブな可能性のあるトピックを洗い出すために、複数のアプローチによる分析が行われた。この作業には、Fraunhofer ISI から常駐で 4 名、その他ヘルプ（パートタイム的に参加）で 3~4 名が 1 年半程度従事した。

表 2-11 は潜在的可能性のある新しいシーズ（新興トピック）の洗い出しに使用された、4 つの分析アプローチである。

表 2-11 新興トピックの洗い出しのための分析アプローチ

アプローチ	概要
FET ポートフォリオ分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015 年までに終了した、あるいは、2016 ~ 2018 年に終了する予定の 132 の FET Open と FET Proactive プロジェクトが対象</li> <li>それらを事前にクラスタ化した 12 のトピック(AI と認知; バイオ・ニューロ ICT; 複雑性; コンピュータ科学; ヒューマン・コンピュータ相互作用; ロボティクス等)で分類、トピックとプロジェクトの予算規模、実施時期(2015 年に終了もしくは 2016 年以降に終了予定のものと、2011~2014 年に終了したものの 2 分類)、研究の学際性のレベル等との関係を分析</li> </ul>
文献分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学専門 Web サイト内の科学ジャーナルのビブリオメトリック分析。分析のためのデータは、Web of Science™ Database より取得</li> <li>分析ツールは、文献解析により新しく出現したトピックを識別するための、クラスタ評価を利用した一連の理論<sup>36</sup>を基に構築<sup>37</sup></li> </ul>
Web マイニング	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twitter をデータ収集に活用。データは、トレンドブログ及び新聞のトレンドとテクノロジーのセクションから収集。高度の未来指向性があると特徴付けられた 27 の Twitter チャンネル(BBC SiTech; The Economist, Wired; GuardianScienceBlogs; MIT Tech Review 等)を選定。最終的に 70,250 個のツイートのサンプルを収集</li> <li>“ハッシュタグ”を含む約 11,000 個のツイートを対象として、テクノロジー等に関するカンファレンスやイベントの頻度を手動で分析</li> <li>Twitter のテキスト分析を実施。Twitter のコーパス内で主なトピックが議論されているのが明らかになったため、コーパス全体の構造の中で、関連する用語の頻度を数え上げ比較、新興のトピックを手動で分析</li> </ul>
人手による情報探索 Manual Scouting	<ul style="list-style-type: none"> <li>未来志向の高い多様な情報源からのコミュニケーションのモニタリング。支配的な議論の周辺からの情報源に対する系統的なスクリーニング及び既存のトレンド情報の分析を含む</li> <li>情報源は次の通り: 20 のニュース・プラットフォーム(Ars Electronica<sup>38</sup>; designboom<sup>39</sup>; Instructibles<sup>40</sup>等); 11 のイベント(London Future Fest など); 11 のフォーサイト専門情報源(IFTF; OECD など); 2005 年~2015 年に発行された 71 冊の SF 小説; 2015 年の TED カンファレンスから“technology”でタグ化された TED talks; 技術専門クラウドファンディング; Twitter 分析(27 チャンネルからの 70,250 のツイート); Thomson Reuters Research Fronts<sup>41</sup>; 進行中の FET Open プロジェクト; FET Open に応募された 4035 件の提案</li> </ul>

出典: Fraunhofer ISI 提供資料及び Bernd Beckert (2016b)をもとに未来工学研究所作成

<sup>36</sup> 次の 3 つの論文の理論をもとに分析ツールを開発。① Small, H.; Boyack, K.W.; Klavans, R. (2014): Identifying emerging topics in science and technology. In: Research Policy, 43 (8), pp. 1450-1467., ② Michels, C.; Rettinger, A. (2014): Emerging Topics in Science -Subproject in the Kom-petenzzentrum Bibliometrie, Fraunhofer ISI (ed.), Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 42, Karlsruhe., ③ Huang, M.H.; Chang, C.P. (2014): Detecting research fronts in OLED field using bibliographic coupling withsliding window. In: Scientometrics, 98 (3), pp. 1721-1744.

<sup>37</sup> このアプローチでは、特定のタイムスパン内(例えば期間を 3 年間で設定すると、①1990~1992 年、②1991~1993 年、③1992~1994 年等とオーバーラップして設定(スライディング・ウインドウと呼ぶ))で出版物をクラスタ化する。新しいクラスタは、タイムスパン間で見られる類似する指標を使って識別する。最も小さいが、類似する最大の数の指標を持つクラスタが、新興のトピックの候補として選定される(Bernd Beckert 2016b を参照)。

<sup>38</sup> メディアアート関連の教育文化事業、コンサルティングおよび先端研究を行う機能を併せ持つ、メディアアートに関する世界的なイベント

<sup>39</sup> 建築、アート、写真、グラフィックの分野を独自の視点で伝える、世界最大の デザインサイト

<sup>40</sup> 世界的な DIY 専門サイト

<sup>41</sup> トムソン・ロイターが特定した、自然科学および社会科学分野の先端研究領域(リサーチフロント)

図 2-9 は、Observe プロジェクトにおいて、出現しつつあるシーズの変化の仮説を得るために、仮説の特性を入力し、データベース化するのに作成されたデータ入力フォーマット (Microsoft Access でプログラム化) である。

このフォーマットは、上記 4 つの分析アプローチで得られた情報の整理に適用された。

The screenshot shows a web-based data entry interface for 'Potential Emerging Topics'. The interface includes a search bar, navigation buttons, and a form with the following fields and values:

ID:	2
Emerging change hypothesis short name:	Gendering medical devices
found by:	pw
Short description of the emerging change hypothesis:	There is a need for gender specific approaches in medicine and pharma
Type of Change	Need/Challenge, Solution Idea
Source Type	tweet+journal
Date Publication:	
Source:	tweet Wendyfutures, Gizmodo
Identification method	Scouting Fringe Source
Cluster	gendering
Thoughts on the novelty of this entry:	medium
Thoughts on relevance for society and EU competitiveness:	
Thoughts on Foundational/Disruptive Potential:	mid
Thoughts on the credibility of hypothesis eg quality of source:	medium
link:	<a href="https://twitter.com/wendyinfutures/status/612643851912744961">https://twitter.com/wendyinfutures/status/612643851912744961</a>
background material:	<a href="http://gizmodo.com/uk-woman-gets-worlds-most-advanced-bionic-hand-replac-">http://gizmodo.com/uk-woman-gets-worlds-most-advanced-bionic-hand-replac-</a>
Project:	
Date of entry:	6/25/2015

図 2-9 データ入力フォーマット

出典: Bernd Beckert (2016b)

表 2-12 は、上記フォーマットにおける主な入力項目の説明である。

表 2-12 データ入力フォーマットの項目

項目	入力内容等
シーズの変化に関する仮説の名称	3～10 ワード。
最初にデータのエントリーをしたスカウト(情報検索者)の氏名	—
出現しつつあるシーズの変化に関する簡潔な記述	5 文章まで。
変化のタイプ	①ソリューションのためのアイデア、②科学・技術、③課題／ニーズ、④社会的慣行、⑤コラボレーションのうち、最大 2 つ選択。
情報源のタイプ	雑誌、科学ジャーナル、ニュース記事、イベント、FET 提案、FET プロジェクト、ツイート、SF、ブログ等から選択。
データの発行日	—
情報源	最初にこのトピックが、スカウティング・チーム(情報検索チーム)の注目を集めた情報源。
背景となる材料	サポート的な情報源(ニュースチャンネルのツイートで参照されている科学ジャーナルがサポート的な情報源になることが多い)。
識別方法	新たな変化があったという仮説を識別するに至った方法(新興トピックの洗い出しのための分析アプローチ)
データエントリーの日付	—
インパクトレベル	4 つのレベルで分類。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Local: ある特定のドメインに影響を及ぼす</li> <li>・ Mid Range: 複数のドメインにまたがって影響を及ぼす(ex. ヘルス、ICT 及びエネルギー分野のアプリケーションで使用される新材料)</li> <li>・ Widespread: 社会全体にまたがって影響を及ぼす(ex. コミュニケーション・パターンに関する根本的な変化)</li> <li>・ Fundamental: 文明の長期的な未来に影響を及ぼす</li> </ul>
エントリー情報としての新規性	高、中、低等のオプションを選択
社会や EU の競争力との関連性	高、中、低等のオプションを選択
根本的あるいは破壊的変化をもたらす潜在性	高、中、低等のオプションを選択
仮説の信頼性(情報源の平等性)	高、中、低等のオプションを選択

出典: Bernd Beckert (2016b)をもとに未来工学研究所作成

## 2) 基準に基づく新興トピック(シーズ変化仮説)の選定

前述のデータ入力フォーマットには、106 の情報源から 618 のデータエントリーがあった。このうち、以下の 3 つの基準に基づき、Observe プロジェクトとして 171 の新興トピック(シーズ変化仮説)が選定された。

表 2-13 新興トピック(シーズ変化仮説)の選定において設定された評価基準

基準に関する項目	基準の内容
扱われている情報源の多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低: 情報源が 1～3 種類</li> <li>・ 中: 情報源が 4～6 種類</li> <li>・ 高: 情報源が 7～10 種類</li> </ul>
科学論文数(Thomson Reuters Web of Science Core Collection に掲載された 1997～2017 年発表の科学論文の分析に基づく)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低: 論文数が 1～100</li> <li>・ 中: 論文数が 100～1,000</li> <li>・ 高: 論文数が 1000～10,000</li> <li>・ 超高: 論文数が 10,000 以上</li> </ul>
インパクトレベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Local から Fundamental の 4 段階</li> </ul>

出典: Fraunhofer ISI 提供資料及び Bernd Beckert (2016b)をもとに未来工学研究所作成



選定された 171 の新興トピック（シーズ変化仮説）は、表 2-14 に示したタイプ別に分類された。

表 2-14 選定された 171 の新興トピック（シーズ変化仮説）のタイプ別分類

シーズ変化のタイプ	シンボルの色	個数
SI: ソリューションのアイデア (Solution Idea)	赤	6
S: 科学 (Science)	青	21
T: 技術 (Technology)	紺	36
N: 課題／ニーズ (Challenge/Need)	緑	14
SP: 社会的慣行 (Social Practice)	橙	6
C: コラボレーション (Collaboration)	黄	7
(2つのタイプの組み合わせ)	(2色)	52
H: ハイブリッド(すべてのタイプの混合)	青緑	29

出典: Fraunhofer ISI 提供資料をもとに未来工学研究所作成

表 2-15 に、参考として、選定された 171 の新興トピック（シーズ変化仮説）における変化のタイプ、仮説の説明、各基準の評価内容等に関する事例を示す。

表 2-15 171 の新興トピック（シーズ変化仮説）における変化のタイプ、仮説の説明、各基準の評価内容等に関する事例

項目	データ
シーズ変化のタイプ	S: 科学 (Science)
トピック名(シーズ変化)	S4 Molecular communication (分子コミュニケーション)
説明	分子を利用したコミュニケーションは、電池駆動による液体噴霧器を用いた非常に基本的な設定を行うことで科学者により適用され、成功を収めている。これは、電子的伝送が失敗した場合(災害復旧時のロボット間通信や体内通信など)に有用である。
情報源	The Economist Technology Quarterly
インパクトレベル	Local
扱われている情報源の多様性	低
科学論文数	中

項目	データ
シーズ変化のタイプ	SP: 社会的慣行 (Social Practice)
トピック名(シーズ変化)	SP1 Cycling Futures (サイクリングの将来)
説明	自転車は、都市やアバンギャルドなライフスタイルの中心的要素として台頭してきている。都市計画とモビリティにおける最も先進的なコンセプトのいくつかは、自転車を中心としている。高度に学際的な研究は、サイクリングを中心とした都市交通システムを確立する方法を探求している。
情報源	Monocle
インパクトレベル	Mid Range
扱われている情報源の多様性	低
科学論文数	高

項目	データ
シーズ変化のタイプ	H: ハイブリッド(すべてのタイプの混合)
トピック名(シーズ変化)	H15 Human animal relationship (人間と動物との関係)
説明	動物と人間の関係が変わりつつある。第一に、遠隔制御された昆虫(バイオドローン)、魚を誘導するロボット、遺伝子改変されたペットなどの開発において、ある種の技術的な家畜化が見られる。科学がますます動物の文化と自己認識化に向かう中で、動物に対する人間の権利に関する議論があり、ますます多くの人々が肉食主義

項目	データ
	と完全菜食主義(ベガニズム)を採用している。
情報源	複数
インパクトレベル	Mid Range
扱われている情報源の多様性	中
科学論文数	中

出典: Philine Warnke and Elna Schirrmeister (2017)をもとに未来工学研究所作成

### 3) 注目すべき新興領域（ホットスポット）の識別と OBSERVE 360° Rader の作成

前述のステップで識別された 171 の新興トピックについて、それらをより戦略的に理解し、可視化するために、171 枚の「Observe カード」が作成された。

このカードは、表 2-14 に示したシーズ変化のタイプのシンボルの色によって色分けされたもので、このカードをホワイトボードや机の上に並べて、各カードに関する注目点に関する議論（例えば、社会的インパクトが大きい、最近急に言及され始めたといった議論）や複数のカード（トピック）との相関関係等を議論（例えば、このカードとこのカードの内容が近い等といった議論）を行った。



図 2-10 Observe カードとそれを用いたトピックの統合化の過程のイメージ

出典: Philine Warnke, Elna Schirrmeister and Aaron Rosa (2016)

171 の新興トピック（シーズ変化仮説）は、上記のような議論や FET Proactive 関係者のコンサル等を踏まえて、34 個のクラスタに統合された。

この 34 個のクラスタは注目すべき新興領域（ホットスポット）として定義された。ホットスポットは、表 2-14 に示したシーズ変化のタイプ（SI：ソリューションのためのアイデア、S：科学、T：技術、N：課題／ニーズ、SP：社会的慣行、C：コラボレーション）と紐付けられ、表 2-13 に示した 3 つの評価基準毎に評価された。

表 2-16 に、一部のホットスポットを例として、ホットスポットに対して紐付けされたシーズ変化のタイプ、3つの基準の評価及びホットスポットに関連する 171 の新興トピックとの対応を示す。

表 2-16 ホットスポットに対して紐付けされたシーズ変化のタイプ、3つの基準の評価及びホットスポットに関連する 171 の新興トピックとの対応の例

#	ホットスポット	関連するシーズ変化のタイプ	DIV*	PUB**	IMP***	関連する 171 の新興トピック(例)
1	HPC System Disruptions	T、C、H、N、SP	中	超高／発行件数の増加が非常に速い	Widespread	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantum computing challenges cryptography</li> <li>Photonic crystals for optical computers</li> <li>Neuromorphic computing</li> <li>DIY printing of circuits</li> <li>Distributed collaboration platforms</li> <li>その他 6 トピック</li> </ul>
14	Groundbreaking Food Supply Systems	H、T	高	中	Widespread	<ul style="list-style-type: none"> <li>Food systems</li> <li>Synthetic food</li> <li>Automated indoor farming</li> <li>Human animal relationship</li> </ul>
31	Future Living Spaces	H、C、SP、SI、N、T	高	高／発行件数の増加が非常に速い	Widespread	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustainable Housing</li> <li>Urban system design</li> <li>Cycling Futures</li> <li>Bee highway</li> <li>Mobility futures</li> <li>その他 5 トピック</li> </ul>
34	Water Challenge	N、S、T	高	高／発行件数の増加が非常に速い	Fundamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Water Challenge</li> <li>Decline of microscopic plant-life in oceans</li> <li>Electric bio rocks save coral reefs</li> <li>New sensors to measure ocean acidification</li> <li>Noise pollution in sea threatens whales</li> <li>Research front: Effects of ocean acidification on marine ecosystems</li> </ul>

\* DIV: 扱われている情報源の多様性

\*\* PUB: 科学論文数

\*\*\*IMP: インパクトレベル

出典: Philine Warnke and Elna Schirrmeyer (2017) を元に未来工学研究所作成

以上を踏まえて、図 2-11 に示したような OBSERVE 360° Rader が作成された。

レーダーの中のサークルの灰色の○は、各ホットスポットの位置を示したものである。サークルの中心に近いほど、新興領域としての注目度が高いものとなる。



図 2-11 OBSERVE 360° Rader のイメージ  
(灰色の○はホットスポット (34 個) の位置を表したもの)

出典: OBSERVE Poster<sup>42</sup>

### 2.3.5 戦略策定プロセスにおける課題

以上みてきたように、FET Proactive の戦略策定プロセス(トピック設定プロセス)では、欧州を代表する科学技術イノベーション政策系研究機関であり、フォーサイト研究の拠点としても著名な Fraunhofer ISI に委託し、2年間をかけて緻密な分析が行われた。

こうした背景には、FET プログラムが EU 全体を対象とするものであり、加盟各国のス

<sup>42</sup> [https://www.horizon-observatory.eu/radar-wAssets/docs/WP-4\\_Deliverables/Deliverable-4-7\\_part3\\_OBSERVE\\_Poster\\_web.pdf](https://www.horizon-observatory.eu/radar-wAssets/docs/WP-4_Deliverables/Deliverable-4-7_part3_OBSERVE_Poster_web.pdf)

テックホルダーからの「納得」を得るために、明確なエビデンスが必要とされたからであると推察される。FET Proactive では特に「科学技術的に新しいものであること（何年も前から話題になっているものではない、真の新規性があるか）」、「10年～15年先を見据えたものであること」が重視されており、そのため、対話によるコンセンサス形成よりも、こうした分析的アプローチによる気づきの創出に力点が置かれているといえる。ただし、こうしたアプローチは一朝一夕に実現できるものではない。分析の基盤となるデータや高度な専門性を有する専門機関の存在が不可欠である。

なお、インタビュー対象である Kuhls 博士によると、「プロジェクト終了後、どの部分が実際に使われ、どの部分は使われなかったのかフィードバックの情報が回ってこない。次期 Horizon Europe にどのように反映されているのかより明確な情報が欲しい」とのことであった。政策担当者と分析担当者のコミュニケーションが課題の 1 つとして認識されているようである。一方、良かった点として、情報収集においても、調査研究結果においても、「オープン」であったことが挙げられた。プロジェクトを進める上では、あらゆる可能性を拾うために情報源に制限は設けず、あらゆる分野、人物から情報を収集したり、その調査研究結果は受託元の EC 以外に誰でも見ることができるとしていたという。方法論について、多様な方面から批判的に検討してもらい、フィードバックを得たり、他の活用機会に開くことは、長期的にみて非常に重要なポイントであると言える。

#### 【参考文献】

JST 研究開発戦略センター海外動向ユニット (2019), EU・米国における新興・融合研究支援施策 (資料 1-2 科学技術・学術審議会 基礎研究振興部会第 2 回), 2019 年 6 月 26 日.  
[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu27/siryu/\\_icsFiles/afieldfile/2019/09/05/1420928\\_2\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu27/siryu/_icsFiles/afieldfile/2019/09/05/1420928_2_1.pdf)

Bernd Beckert (2016a), “1.1 FET Portfolio Report,” Fraunhofer ISI, March 2016.

Bernd Beckert (2016b), “1.3 OBSERVE Horizon Scanning Methodology Report,” Fraunhofer ISI, March 2016.

Philine Warnke and Elna Schirrmeister (2017), “2.1 OBSERVE Potential Hotspot Report,” Fraunhofer ISI, May 2017.

Philine Warnke, Elna Schirrmeister and Aaron Rosa (2016), “4.3 OBSERVE Toolkit Deck of Cards and Manual for using them,” Fraunhofer ISI, July 2016.

※上記プロジェクトレポートは以下からダウンロード可能：

<https://www.horizon-observatory.eu/radar-en/index.php>

## 2.4 英国研究イノベーション機構（UKRI）

### 2.4.1 組織概要

英国研究イノベーション機構（UK Research and Innovation: UKRI）は、2018年4月に発足した機関であり、分野別の7つの研究会議（Research Council: RC）、産業界や企業のイノベーション活動を支援する Innovate UK、イングランド地方の大学にブロックグラント（運営費交付金）を助成するイングランド高等教育資金会議（HEFCE）が単一の法人組織としてまとめられたものである。HEFCEは、この統合に合わせ、大学の研究評価や産学連携推進も含めて高等教育機関を支援するために Research England として再編された。

UKRIは、「英国を世界最大のイノベーション国家する」という産業戦略<sup>43</sup>のもと、研究開発への資金配分を行っている。英国では基礎研究については科学者が決めるべきというホールデン原則が1918年に示され、省庁から独立した研究会議が基礎研究への資金配分を担ってきたが、UKRIの根拠法である2017年高等教育研究法（Higher Education and Research Act 2017<sup>44</sup>）では初めてこの原則が法律に明文化され、UKRIの独立性を担保する法的義務を政府が負うこととなった<sup>45</sup>。

#### (1) 組織

研究会議（RC）は、それぞれに来歴が異なっており、現在は、大括りでの研究領域によって区分された、以下の研究会議が設立されている。

- 芸術・人文学研究会議（Arts and Humanities Research Council : AHRC）
- バイオテクノロジー・生物科学研究会議（Biotechnology & Biological Sciences Research Council : BBSRC）
- 工学・自然科学研究会議（Engineering and Physical Sciences Research Council : EPSRC）
- 経済・社会研究会議（Economic and Social Research Council : ESRC）
- 医学研究会議（Medical Research Council : MRC）
- 自然環境研究会議（Natural Environment Research Council : NERC）
- 科学技術施設会議（Science & Technology Facilities Council : STFC）

また、これらの研究会議には、その内部または傘下に研究所を擁して、研究実施機能を主とするところ、あるいは研究資金配分機能のみならず研究実施機能を有しているところと、専ら研究資金配分機能を有しているところとがある。具体的には、EPSRC、ESRC、AHRCは研究助成のみを行う。MRCは分子生物学研究所、BBSRCはジョン・イネス・センター、

<sup>43</sup> 産業戦略ウェブサイト<<https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-building-a-britain-fit-for-the-future>>, [Last Accessed: 2019/12/10].

<sup>44</sup> 英国政府ウェブサイト

<<http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/29/enacted/data.xht?view=snippet&wrap=true>>, [Last Accessed: 2019/12/10].

<sup>45</sup> “Haldane 100.” UKRI website <<https://www.ukri.org/research/themes-and-programmes/haldane/>>

NERC は国立海洋科学センターや英国地質調査所など、傘下に研究組織を有して自らも研究を実施している。STFC は研究助成に加えて研究施設の管理・運営も担っている。

なお、UKRI を構成する EPSRC (工学・自然科学研究会議) であるが、EPSRC が、英国における工学・物理科学研究の主要な資金提供機関となっており、英国が直面する科学技術の課題に対処するために必要な知識と技能の基盤を構築している。

EPSRC のポートフォリオは、ヘルスケア技術から構造工学、製造から数学、先端材料から化学までと言った幅広い分野をカバーしている。

## (2) 予算

UKRI 全体の予算は、2017～2018 年が約 64 億ポンド、2018～2019 年が約 68 億ポンド、2019～2020 年が 75 億ポンドで推移している<sup>46</sup>。うち、EPSRC には、2019～2020 年ベースで約 11 億ポンドが配分されている (表 2-17)。

表 2-17 EPSRC の予算 (2019-2020 年 : 単位 100 万ポンド)

研究・イノベーション予算		763.7
科学インフラ資本		189.3
ODA		23.0
	グローバル・チャレンジ研究基金 (Global Challenges Research Fund: GCRF)	20.2
	ニュートン基金 (Newton Fund)	2.8
国家生産性投資基金 (National Productivity Investment Fund: NPIF)		118.9
	産業戦略チャレンジ基金 Industrial Strategy Challenge Fund (ISCF)	49.7
	スキル (Skills)	43.8
	プラスチック研究・イノベーション基金 (Plastics Research & Innovation Fund)	5.5
	戦略的優先基金 (Strategic Priorities Fund)	19.9
合計		1,094.9

出典: EPSRC 戦略実施計画 2019<<https://epsrc.ukri.org/newsevents/pubs/deliveryplan2019/>>

### 2.4.2 対象プログラム等の概要

ここでは、戦略的優先基金 (Strategic Priorities Fund : SPF)<sup>47</sup>を事例としてとりあげる。

#### (1) SPF の概要

SPF は、UKRI が管理する英国で最も大きなファンディング・プログラムの 1 つであり、2018 年にスタートした。SPF は、従来の助成金のチャンネルを通じて見逃していた可能性の

<sup>46</sup> UKRI 資料 <<https://royalsociety.org/-/media/policy/Publications/2019/03-10-19-ukri-explainer.pdf>>

<sup>47</sup> SPF ウェブサイト<<https://www.ukri.org/research/themes-and-programmes/strategic-priorities-fund/>>

ある、高品質の学際的研究プログラムを支援するものであり、産業戦略チャレンジ・ファンド (Industrial Strategic Challenge Fund: ISCF) <sup>48</sup>とともに重視、強化されているものである。

SPF は、Paul Nurse 卿のレビューで定められた「共通基金」のビジョンに基づいて設立されたものであり<sup>49</sup>、研究会議 (RC) を横断するプログラムとして、次の 3 つを目的としている。

- 高品質の学際的研究 (multi and interdisciplinary research) 及びイノベーションを促進すること
- 政府の研究・イノベーションにかかる優先事項及び機会と UKRI の投資とを効果的につなぐよう保証すること
- (学際的すぎるなどの理由で単独の RC では取り扱えなかった) 戦略的優先事項及び機会にファンディングのシステムを対応させること

## (2) SPF プログラムを提案する資格のある機関

Innovate UK、Research England を含む UKRI を構成するすべての研究会議に加え、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy: BEIS) から資金を受けている 6 機関 (政府科学庁 (GO-Science)、英国気象庁 (UKMO)、国立原子力研究所 (NNL)、国立物理学研究所 (NPL)、英国原子力機関 (UKEA)、英国宇宙庁 (UKSA)) が、上記の目的の 1 つ以上に取組むことを条件として、プログラムを提案する資格を有している。

## (3) SPF のプログラム構成と予算

SPF では現在、Wave 1 として 15 プログラム、Wave 2 として 19 プログラムが運営されている。

2018 年の Wave 1 では、「環境 (Environment)」、「生物学・生物医学 (Biology and biomedicine)」、「人工知能 (AI)」、「生産性 (Productivity)」、「インフラ (Infrastructure)」といった 5 つのテーマの下、15 のプログラムが設定された。これらのプログラムについて、約 3 億 4000 万ポンドの資金が提供された。

2019 年の Wave 2 では、「環境 (Environment)」、「健康・福祉・人権 (Health, Wellbeing and Human Rights)」、「デジタル (Digital)」、「生産性・技術 (Productivity & Technical)」

---

<sup>48</sup> 英国の「産業戦略」において、英国がグローバルな技術革命を主導できる重点領域という位置づけで、4 つの「グランド・チャレンジ」(AI・データ、高齢化社会、クリーン成長、モビリティ) が特定され、各グランド・チャレンジにおいて野心的な「ミッション」が設定された。ISCF は、各グランド・チャレンジで直面する社会的・産業的課題解決に向けて財務的支援を行うものである。

<sup>49</sup> 2014 年 12 月、英国政府は「科学イノベーション戦略 (Science and Innovation Strategy)」を発表したが、その戦略実現のための組織や具体的施策の検討を行うために、ポール・ナース卿 (Sir Paul Nurse) に調査を依頼した。ナースは調査会議を組織し、2015 年 11 月に、「ナース・レビュー (Nurse review)」報告書を政府に提出した。この報告書でナースは、英国の科学研究のファンディングに関して、「分野間にまたがる品質の高い研究を実施するためには、数多くの研究会議 (RC) や政府機関が協力して行う『共通の研究ファンド』が必要であると提言した。SPF はこのレビューで提言された「共通の研究ファンド」を実践する形で設計された。



の4つのテーマの下、19のプログラムが設定された。これらのプログラムについて、約5億1000万ポンドの資金が提供された。Wave 1とWave 2併せて、約8億3000万ポンドの資金が提供されている。

表 2-8 表 2-18 は、テーマ別にこれらのプログラムの構成を示したものである。なお、各テーマは、プログラムの決定後に設定されたものであり、プログラム間の親和性・類似性をもとに類型化、パッケージ化されたものである。現地でのインタビュー調査及びその後のメールでのフォローアップ・インタビューによると、この類型化には政治的な意味もあり、注目度の高いSPFについて、すべてのプログラムを一度に大々的に公表するのではなく、全国的なイベントの実施などにあわせて小出しにしていきたいという各閣僚の思惑があったという。そのため、UKRI の広報担当部門と所管省庁である BEIS が協力して、各閣僚が特定のイベントで発表すべきプログラムを決定したという経緯がある。たとえば、「環境」テーマ下のプログラム群については「国際緑の週間」にあわせて一般公表されたが、パッケージ化することでこうした対応が可能になった。これらのテーマはまた、柔軟性を持って設定されるものであり、閣僚発表の機会に応じて変更することが可能となっているという。

表 2-18 SPF におけるプログラム構成

Wave1	
テーマ	プログラム
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ クリーン・エア:分析とソリューション (Clean Air: Analysis &amp; Solutions)</li> <li>・ 気候レジリエンス (UK Climate Resilience)</li> <li>・ デジタル環境の構築 (Constructing a Digital Environment)</li> <li>・ 景観の決定 (Landscape Decisions)</li> </ul>
生物学・生物医学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生命の物理学 (Physics of Life)</li> <li>・ 欧州分子生物化学研究所－欧州バイオインフォマティクス研究所の投資 (EMBL-EBI investment)</li> <li>・ 英国動植物の衛生 (UK Animal &amp; Plant Health)</li> <li>・ ヒト細胞アトラス (Human Cell Atlas)</li> </ul>
人工知能 (AI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 機械との共生 (Living with Machines)</li> <li>・ 工学、衛生及び政府のための AI とデータサイエンス (AI and Data Science for Engineering, Health, and Government)</li> <li>・ 周辺にあるデジタル技術の安全性確保 (Ensuring the Security of Digital Technologies at the Periphery)</li> </ul>
生産性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 英国人口ラボ (UK Populations Lab)</li> <li>・ 生産性研究の変革 (Transforming Productivity Research)</li> <li>・ イノベータースケールアップに関する分析 (Analysis for Innovators Scale Up)</li> </ul>
インフラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ エクストリーム・フォトニクス応用センター (Extreme Photonics Applications Centre: EPAC)</li> </ul>

Wave2	
テーマ	プログラム
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 温室効果ガス除去デモンストレーター (Greenhouse Gas Removal Demonstrators)</li> <li>・ クリーン・エア:室内外インターフェース (Clean Air: Indoor/Outdoor Interface)</li> <li>・ 健康な市民及び環境のための英国フードシステムの変革 (Transforming the UK food system for healthy people and a healthy environment)</li> <li>・ 学際的循環型経済研究プログラム (National Interdisciplinary Circular Economy Research Programme)</li> <li>・ 海洋資源の持続的 management (Sustainable Management of Marine Resources)</li> </ul>
健康、福祉及び人権	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現代版奴隷及び人権のための政策・エビデンスセンター (Policy and Evidence Centre for Modern Slavery and Human Rights)</li> </ul>

Wave2	
テーマ	プログラム
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 核酸治療アクセレータ(Nucleic Acid Therapy Accelerator: ‘NATA’)</li> <li>・ 高度疼痛発見プラットフォーム: 慢性痛の複雑性マッピング(The Advanced Pain Discovery Platform: Mapping the complexity of chronic pain)</li> <li>・ 成人ソーシャルケアのエビデンス実施センター(UK Centre of Evidence Implementation in Adult Social Care)</li> <li>・ 大規模な多発性疾患への取組(Tackling Multimorbidity at scale)</li> <li>・ 思春期、精神衛生、発展途上の心(Adolescence, Mental Health and the Developing Mind)</li> </ul>
デジタル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ナショナルコレクションに向けて: 英国の遺産を世界に開く(Towards a National Collection: Opening UK Heritage to the World)</li> <li>・ オンラインで市民を守る(Protecting Citizens Online)</li> </ul>
生産性及び技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 宇宙の天候、イノベーション、測定、モデリング及びリスク(Space Weather, Innovation, Measurement, Modelling and Risk)</li> <li>・ 生産性研究所(Productivity Institute)</li> <li>・ 高信頼性自律システム(Trustworthy Autonomous Systems)</li> <li>・ エクサスケールのコンピューティングの活用(Harnessing Exascale Computing (EXCALIBUR))</li> <li>・ 国立タイミングセンター(The National Timing Centre)</li> <li>・ 基礎物理学のための量子技術(Quantum Technologies for Fundamental Physics)</li> </ul>

出典: SPF ウェブサイト<<https://www.ukri.org/research/themes-and-programmes/strategic-priorities-fund/>>

### 2.4.3 戦略的優先基金 (SPF) の戦略策定プロセス

SPF の戦略策定プロセスは、政府全体としての、もしくは UKRI としての戦略策定プロセスとも密接に関連している。以下では、このプロセスの詳細について解説する。

#### (1) 戦略策定プロセスの全体像と役割分担

前述のように、SPF ではこれまで Wave1 と Wave2 の 2 回の公募を実施しており、そのためのプログラム (領域) の形成・選定プロセスも若干異なるが、大きく分けると次のようなステップで構成されている。

まず、多様なステークホルダーに対してアイデアを照合した上で、それらのアイデアを関係者間で共有し、深めていく段階がある。ここで照合されるアイデアは SPF のために新たに設けられた特別な手続・方法で集められるものではなく、提案資格を有する各 RC や関係する省庁が各自の戦略を策定するために日常的に収集している情報が元となっている。すなわち、各 RC や省庁における組織としての戦略と SPF で策定されるプログラムは基本的には同一の情報源に基づいており、その意味において、両者の乖離は少なく、密接な関係にあると言える。このステップにおいては、UKRI 内の SPF チームが GO-Science と緊密な連携のもと全体をマネジメントする。

その上で、資格を有する機関に対し、プログラムの提案を求める。各機関では、前段のプロセスにおいて共有され、深められたアイデアをもとに、パートナーとなる機関とともに具体的にプログラムの作り込みを行っていく。ここに至るまでのプロセスにおいてパートナ

一となりうる機関間で対話が積み重ねられており、問題意識等が十分に共有された上でプログラム化が図られる。

各機関からの提案を評価し、採択すべきプログラムのリコメンデーションを行うのが、UKRI 内に設置された学際的専門家パネルである。形式的には UKRI 理事会が最終的な意思決定を行うが、この専門家パネルが実質的な意思決定権者であると言える。

図 2-12 は、SPF におけるこうした戦略策定プロセスの全体像を示したものである。

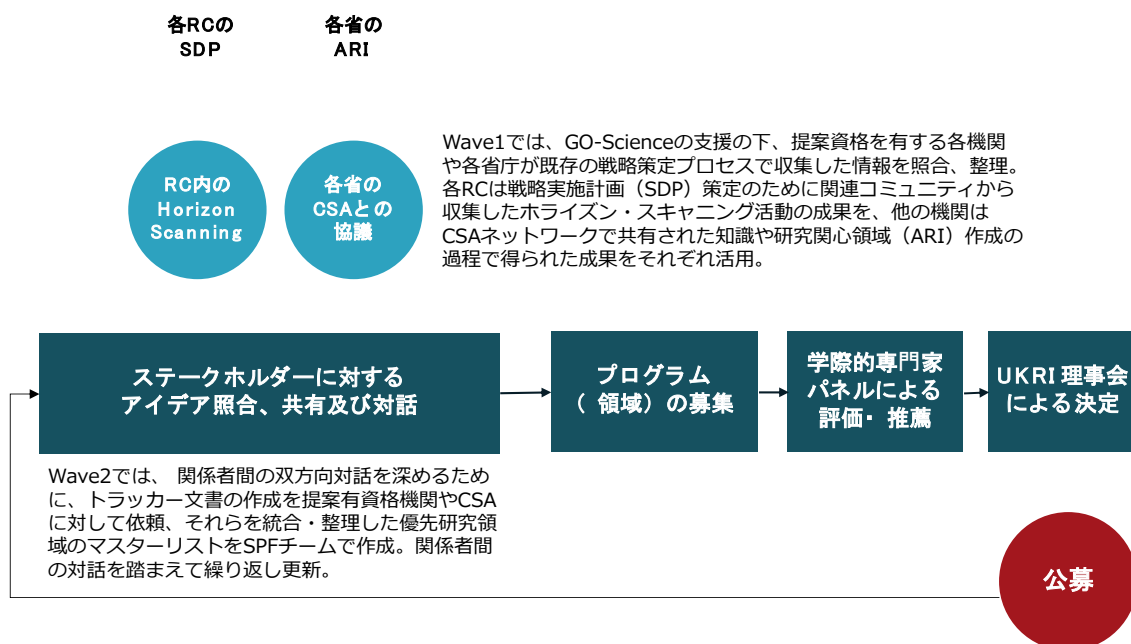


図 2-12 SPF の戦略選定プロセス

出典: UKRI 提供資料及びヒアリングをもとに未来工学研究所作成

## (2) 戦略策定の具体的手順と領域選定基準

以下では、上記で概説したプロセスの詳細と選定基準について解説する。

### 1) 多様なステークホルダーに対するアイデアの照合と共有、深化<sup>50</sup>

SPF における領域選定プロセスは、多様なステークホルダーに対してアイデアを照合することからはじめる。SPF チームとしてアイデア生成のために新たな情報生産活動を行うことはなく、前述のように、提案資格を有する各 RC や関係する省庁が各自の戦略を策定するために日常的に収集している情報が元となっている。

これらの情報源としては主に 2 系統がある。まず 1 つが、各 RC が自身の「戦略実施計画 (Strategic Delivery Plan: SDP<sup>51</sup>)」の策定のために関連コミュニティ等から収集した

<sup>50</sup> ヒアリング及び UKRI 提供資料

<sup>51</sup> SDP は、各 RC が UKRI の機能をどのように行使し、各 RC の活動分野に関する UKRI の戦略目標の実現にどのように貢献するかを定めたものである。なお、各 RC とは別に、UKRI 自体も SDP を策定し

情報である。これらの情報収集活動はホライゾン・スキヤニング<sup>52</sup>と呼ばれ、具体的にはアカデミアを含めた研究・イノベーションに係るコミュニティを交えたワークショップ、ウェブサイトでの情報収集、ヒアリングなどから構成される。

もう一つの系統は、各省の首席科学顧問（Chief Scientific Advisor: CSA）のネットワークを通じてもたらされる情報である<sup>53</sup>。各省では、「ナース・レビュー」の勧告を受け、各省の政策ニーズと結びついた「研究関心領域（Areas of Research Interest: ARI）」をそれぞれまとめているが、これらを背景とした CSA 間の対話が行われる。この対話の場として機能しているのが、GO-Science が事務局を務めている定例の CSA ネットワーク会議である。この会議は、CSA 間の情報共有と議論のために週に一回の頻度で開催されているものであり、そこでのアジェンダの 1 つとして SPF が適宜とりあげられた。なお、GO-Science では、CSA ネットワークに対して週に 1 回ニュースレターも配信している。各省の情報交流の場としては、隔週で開催される関係省庁連絡会議（meeting of Officials）もある。ARI については後述する。

Wave2 においては、こうした関係者間の双方向対話をより深めるために、「トラッカー」と呼ばれる文書を活用した。「トラッカー」とは、プログラムの検討のためのアイデアを記載するテンプレートであり、Microsoft Word で作成されている。具体的にはつぎのような事項が記載される。

- アイデアの名前と簡単な説明
- すでにアイデアの形成に関与している省庁あるいは実施機関
- アイデア形成には関与していないが、関与が求められる省庁あるいは実施機関

SPF チームは各 RC を含む有資格機関の戦略部門に対して、GO-Science は CSA ネットワークに対して、この白紙のテンプレートを送付し、それぞれアイデアの照合を行った。これらの 2 系統から提出された「トラッカー」は SPF チームによって統合され、優先領域を記載したマスターリストとして整理された。2018 年 8 月には、すべての関係者にリストが共有されている。

翌 9 月に開催された CSA ネットワーク会議では、このリストをもとにした議論が行われた。また、有資格機関の戦略担当者を集めた会合も別途開かれ、そこでも議論が深められた。10 月に開催の第 2 回会議では、改訂されたリストをもとに議論が行われ、さらに内容の更新が行われた。これらの過程で、当初 47 件あったアイデアが 23 件に絞られていったという。なお、公平性を担保し、議論の偏りを排除するために、SPF チームとして、各 CSA に

---

ている。詳細は後述する。

<sup>52</sup> 将来を展望する活動の一つであり、将来大きなインパクトをもたらす可能性のある変化の兆候をいち早く捉え、ロバストな政策立案に資することを目的とするもの（科学技術動向研究センター 2015）。

<sup>53</sup> 各省庁には大臣に科学的助言を行う首席科学顧問（CSA）が置かれているほか、各省庁の上部組織として政府科学庁（GO-Science）が設けられており、同庁の長官である政府首席科学顧問（GCSA）による首相や内閣に対する科学的助言の支援やフォーサイトの実施などによって科学技術イノベーション政策が横断的・統合的に推進されている。<<https://www.gov.uk/government/groups/chief-scientific-advisers>>

対して個別にインタビューすることはない。ただし、各省の CSA 等がこうした公式の会議以外の場で活発に話し合いの場を持つことは推奨された。10 月以降、定例の関係省庁連絡会議も何度か開催されたが、すべての省庁が関連する RC と直接やり取りを行っていることが確認されている。

## 2) プログラムの募集：ESPRC「高信頼性自律システム」の例

関係者間でアイデアを十分に共有、議論し、関係構築が行われた後、提案資格を有する各機関ではパートナー機関とともにプログラムの構想を具体化していく。この具体化のプロセスは提案機関によって異なるが、ここでは、ESPRC が行った取組を事例ベースで紹介する。具体的には、SPF Wave 2 で採択されたプログラム「高信頼性自律システム (Trustworthy Autonomous Systems)」をとりあげる。これは、自律システムの設計、開発、キュレーション（情報を収集、整理、要約、公開（共有）等を行うこと）、検証、妥当性確認等に関する基礎研究を推進することを目的とするプログラムである（予算総額：3,400 万ポンド）。2019 年 10 月 18 日に最初の公募が行われている。

### a. アイデアの源泉 - 「ビッグアイデア」

前述のように、プログラムのアイデアは正式な募集が始まる前に「トラッカー」を通じて関係者に共有され、議論が深められるが、このプログラムのアイデアはもともと ESPRC が推進する「ESPRC ビッグアイデア (ESPRC Big Ideas)」という意見募集の仕組みからもたらされたものである<sup>54</sup>。これは、UKRI 発足直後の 2018 年 5 月 1 日に導入が発表された制度であり、冒険的、刺激的で、政府や市民を熱狂させ、成功すれば大きな変革をもたらさうなアイデアを研究コミュニティから広く募集し、それらを支援できる環境を創造しようとする試みである。あくまでアイデアのみを募集するものであり、研究プロジェクトのプロポーザルを求めるものではないが、研究コミュニティが主導する多様な「ビッグ・アイデア」を探索し、優先順位づけを行うこと、具体的には、研究戦略の立案に活用することが想定されている。ESPRC では、産業戦略、基礎科学及び学際的研究の 3 つの観点からアイデアを探索しており、特に初期の募集では、産業戦略チャレンジ基金 (ISCF) の一部としてすでに取り組みされている活動を補完するために、後二者の領域でのアイデアを求めている<sup>55</sup>。

こうしたアイデアは、email もしくは SmartSurvey<sup>56</sup>という民間運営のオンライン調査システムを通じて収集される。アイデアを収集した後、ESPRC 及びビッグアイデア・アドバイザー・グループが中心となってそれらを発展させていくが、提案されたアイデアがビッグアイデアのフレームワークに適合的かどうかを評価するために、表 2-19 のような共通のフォーマットが用意されている。なお、記載にあたっては、専門用語を使わないこと、当該アイデアの興奮、ビジョン、インスピレーションを伝えるよう留意することが求められる。

<sup>54</sup> <https://epsrc.ukri.org/newsevents/news/theworldneedsbigideas/>

<sup>55</sup> <https://epsrc.ukri.org/files/research/epsrc-big-ideas-applicant-guidance/>

<sup>56</sup> <https://www.smartsurvey.co.uk>

表 2-19 ビッグアイデアの提案フォーマット

項目	概要等
タイトル	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大 10 ワード</li> </ul>
(エレベーター)ピッチ	<ul style="list-style-type: none"> <li>アイデアの「ウリ」。最大 30 ワード</li> </ul>
何が「ビッグアイデア」か？	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビジョン及び目的の概要とアイデア(全体像と各構成要素)の明確な説明</li> <li>「1 つの重要な成果を導くために、多様な研究分野が連携する必要があるアイデア」なのか、それとも「他の多様な領域にまたがる複数の成果もしくはブレークスルーをもたらす可能性のあるアイデア」なのかをあわせて説明</li> <li>最大 300 ワード</li> </ul>
なぜ重要か？実現したらどのようなインパクトがあるか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該アイデアがなぜ優先されるべきかについて、実現した場合に科学及びそれ以外の側面(人材、学術、知識、社会及び経済など)にどのような違いをもたらすかという観点から明確かつ正確に記載</li> <li>実現した場合、どのような受益者がどのような利益を得るかについても言及</li> <li>最大 300 ワード</li> </ul>
このアイデアがなぜ今タイムリーなのか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>アイデアに適切なタイミングで取組むことで、科学や研究、政治のランドスケープをどのように変えうるか。支援が行われなかった場合、UKにおいて将来的にどのようなリスクが生じるかを記載</li> <li>記載の際に考慮すべき点としては次の通り: 現在取組が可能になった「古い」課題か、「新しい」課題であるならなぜ今重要になったのか; 時間が決定的に重要か; なぜ現在実現できていないのか、アイデアを実現するためにどのようなブレークスルーが必要か、どのような障壁があるか</li> <li>最大 200 ワード</li> </ul>
最近の UK 及び国際的な投資状況はどうか？ UK の状況において、アイデアが他の優先事項とどのように関連しているか？	<ul style="list-style-type: none"> <li>UK 及び国際動向についての包括的な記述。UK の設備、能力、スキル、人材の現状についての詳細及び UK 以外における関連する取組についての説明を含む。</li> <li>取組に必要な能力やインフラを UK が現在保持しているかを記載。その際、アイデアに関連する重要な投資に関わる数値を記載するなど定量的な記述を心がけること。関連するインフラと投資を箇条書きで簡単にリスト化すること。また、対応を困難にしている人材力やスキル、インフラのギャップについても記載すること</li> <li>アイデアに関連する国際的な投資動向や UK の位置づけを記載。その際、関連する既知の投資やグループ、組織について、その数値を記載するなど定量的な記述を心がけること</li> <li>当該アイデアが UK における現在の戦略的優先事項(ISCF を含む)とどのように一致しているかを記載</li> <li>最大 200 ワード</li> </ul>
アイデアを実現するために何が必要か？	<ul style="list-style-type: none"> <li>スキル、人材、グループ、大学、産業に関して、当該アイデアを実現するために必要となるリソースやエフォートを記載。また、鍵となる相互依存的要素についても記載</li> <li>実現のために誰が関与すべきかについて記載。その際、個人名は必要ではなく、アイデアを進展させるために関与すべきグループや大学等を列挙すること</li> <li>アイデア実現のためにどれくらいのエフォートやリソースが必要か、なるべく定量的に記述すること</li> <li>アイデアの実現を支援するために必要な根本的な研究課題を記載。その際、とくに相互依存的、学際的な取組が必要なものを記載すること</li> <li>他に誰が当該アイデアの開発支援に関心を持つかを記載。その際、他の利害関係者からの潜在的な期待があるかに加え、関心を持つ可能性のある特定のグループや業界がある場合、具体的に記載すること</li> <li>前述のインパクトを実現するために、どのような潜在的な経路やメカニズムがあるかを記載。</li> <li>予想される実現までの期間(年単位)や投資規模を記載(EPSC では 500 万ポンド程度までを想定しているが、あくまで参考のために記載を求めているものであり、評価に用いるものではない)</li> <li>最大 400 ワード</li> </ul>

3つの観点との対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 次のいずれに対応するかを選択(複数選択可): 産業戦略チャレンジ基金 (ISCF); 基礎科学; 学際的研究</li> <li>・ 学際的研究を選択した場合、関連する分野は何か、工学及び物理科学領域内での学際性か、他の RC の領域にもまたがるものかを記載 (EPSRC では必要に応じて他の RC と情報交換する場合がある)</li> </ul>
アイデアの開発に関与したのは誰か?	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UK における学会、産業界、チャリティ、その他の研究機関などを含む。個人からの提案に加え、グループやネットワークからの共同提案を歓迎(ただし、この情報は、アイデアの最初の評価段階においてパネルには開示しない)</li> <li>・ 最大 100 ワード</li> </ul>
連絡先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 必要に応じてさらなる議論を行うための連絡先の詳細を記載(ただし、この情報は、アイデアの最初の評価段階においてパネルには開示しない)</li> </ul>

出典: EPSRC Big Ideas: Applicant Guidance をもとに未来工学研究所作成

また、「アイデアをさらに発展させるために、EPSRC が類似の提案を行った者と連絡を取る場合がある」と募集ガイドラインにも明記されているように、提案されたアイデアは提案者だけのものではなく、他の研究者を含めて広く関係者と共有し、共創的に練り上げられていくものとなっている。その際、アイデアを活用し、支援するための可能な方策についても検討される。

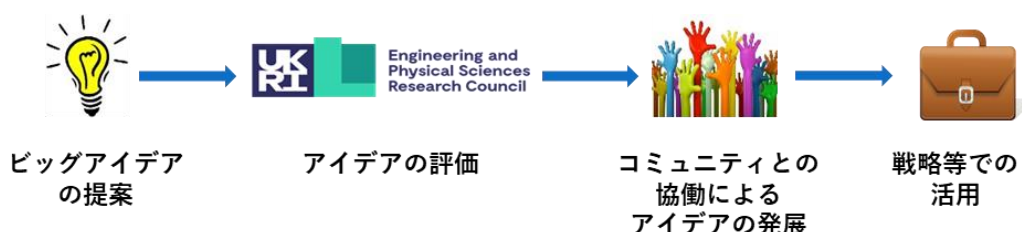


図 2-13 ビッグアイデアの提案から活用までのフロー

出典: EPSRC 提供資料

### b. プログラム開発における基準 - SPF と他のプログラムとの比較

図 2-14 は、EPSRC におけるビッグアイデアの活用例別にプログラムの開発を行う際の基準を比較したものである。SPF の場合、「ビッグアイデアの核となる基準への適合性」のほか、ISCF のような「特定ファンドに由来する追加的な要件の充足 (たとえば、ISCF の一部としてすでに取り組みされている活動を補完するものとして、産業関連性があるか)」が最重要視されている。その他、どれくらい重視されるかは場合によって異なるが、「EPSRC のポートフォリオ戦略及び優先事項との適合性」や「UKRI の他の RC における優先事項との適合性」、「他の政府機関の優先事項との適合性」といった基準も中～高程度に重視されており、「SDGs への貢献」も考慮されることがある。なお、Center of Excellence プログラムの場合は「EPSRC のポートフォリオ戦略及び優先事項との適合性」が、ODA 関連プログラムの場合は「SDGs への貢献」や「特定ファンドに由来する追加的な要件の充足」がそれぞれ最重要視されている。

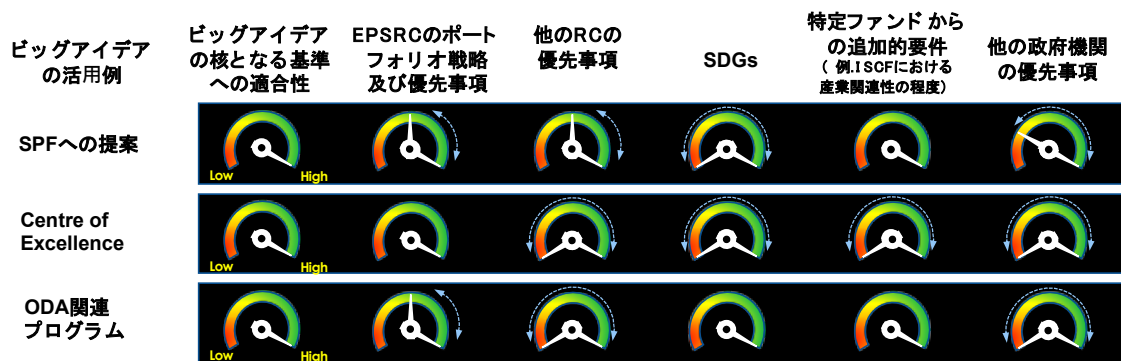


図 2-14 プログラム開発にあたっての基準

出典: EPSRC 提供資料

### c. 「高信頼性自律システム」におけるプログラム開発

本稿で事例としてとりあげた「高信頼性自律システム」は、EPSRC 内に設置の情報・通信技術テーマ戦略アドバイザーチーム (Information and Communication Technologies Theme Strategic Advisory Team: ICT SAT<sup>57</sup>) のメンバーである Michael Fisher リバール大学教授が発案したものであり、SPF へのプログラム提案のために共同開発された最初のビッグアイデアである。Fisher 教授からの提案を受け、芸術・人文学研究会議 (AHRC)、科学技術施設会議 (STFC)、経済・社会研究会議 (ESRC)、Innovate UK 及び英国宇宙庁 (UKSA) とのパートナーシップの下、UKRI レベルでプログラムの作りこみが行われた<sup>58</sup>。なお、EPSRC のポートフォリオ戦略は、研究領域やテーマ<sup>59</sup>、組織などの多様な側面から管理されているが、たとえばテーマについては現在、以下の 12 テーマから構成されている。本プログラムはこのうち ICT だけではなく、工学、製造等の多様なテーマに係わるものであり、この観点からも高く評価された。「EPSRC のポートフォリオ戦略及び優先事項」については後に詳述する。

- デジタルエコノミー (Digital economy)
- エネルギー (Energy)
- 工学 (Engineering)
- グローバルな不確実性 (Global uncertainties)
- ヘルスケア技術 (Healthcare technologies)
- 情報通信技術 (ICT)
- 気候変動との共生 (Living With Environmental Change: LWEC)

<sup>57</sup> <https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/themes/ict/strategy/sat/>

<sup>58</sup> ヒアリングによると、提案当初から、多数の代表的企業に加え、運輸省 (DfT)、国防省 (MOD)、防衛科学技術研究所 (DSTL)、内務省 (the Home Office)、国家安全保障及びインテリジェンス (National Security and Intelligence)、国家インフラ保護センター (CPNI)、英国原子力公社 (UKAEA)、接続・自律走行車両センター (CCAV)、王立工学アカデミー (the Royal Academy of Engineering)、ロイド・レジスター財団 (Lloyds Register Foundation) といったステークホルダーからも支持を得ていたという。

<sup>59</sup> ここでいうテーマとは、EPSRC がプログラム全体について設定しているものであり、SPF のテーマとは別のものである。



- 将来の製造業 (Manufacturing the future)
- 数理科学 (Mathematical sciences)
- 物理学 (Physical Sciences)
- 量子技術 (Quantum technologies)
- 研究インフラ (Research Infrastructure)

### 3) 専門家パネルによる評価

各機関から提案されたプログラム案については、学際的専門家パネルが評価を行い、パネルとして推奨するプログラムの決定を行った。パネルは Wave1 と Wave2 でそれぞれ 1 回ずつ開催されている。

Wave1 及び Wave 2 のパネルメンバーは次の通りである。いずれも、UKRI 理事長 (CEO) が座長であり、政府首席科学顧問 (GCSA)、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) 国際科学イノベーション局長、UKRI 理事会メンバー、UKRI 戦略部門長、プログラム提案資格を有する機関の 1 つである国立物理学研究所 (NPL) 理事が共通した構成員となっている。Wave によって異なるメンバーとしては、Wave1 では UKRI 財務担当理事が、Wave2 では大学・学協会の有識者 3 名がそれぞれ加わっている。

表 2-20 Wave1 及び Wave 2 の学際的専門家パネルの構成

開催時期	専門家
Wave1 2018 年 6 月 8 名	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof Sir Mark Walport: UKRI CEO – Chair</li> <li>• Sir Patrick Vallance: Government Chief Scientific Advisor</li> <li>• Prof Julia Black CBE: UKRI Board</li> <li>• Prof Sir Ian Diamond: UKRI Board</li> <li>• Prof Sir Jim McDonald: University of Strathclyde/ National Physical Laboratory Board</li> <li>• Ian Kenyon: UKRI CFO</li> <li>• Rebecca Endean CBE: UKRI Strategy Director</li> <li>• Dr Sharon Ellis: Director of International Science and Innovation at BEIS</li> </ul>
Wave2 2019 年 1 月 10 名	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof Sir Mark Walport: UKRI CEO – Chair</li> <li>• Sir Patrick Vallance: Government Chief Scientific Advisor</li> <li>• Prof Julia Black CBE: UKRI Board</li> <li>• Prof Sir Ian Diamond: UKRI Board</li> <li>• Prof Sir Jim McDonald: University of Strathclyde/ National Physical Laboratory Board</li> <li>• Dr Karen Salt: University of Nottingham</li> <li>• Prof Dame Angela Mclean: University of Oxford</li> <li>• Dr Hayaatun Sillem: Royal Academy of Engineering</li> <li>• Rebecca Endean CBE: UKRI Strategy Director</li> <li>• Jenny Dibden: Director Science, Research and Innovation at BEIS</li> </ul>

出典: UKRI ウェブサイト <https://www.ukri.org/research/themes-and-programmes/strategic-priorities-fund/>

評価基準は前述の 3 つの目的との適合性であり (以下に再掲)、これらの観点から各提案がどれくらいのメリットがあるかが議論される。

- 高品質の学際的研究 (multi and interdisciplinary research) 及びイノベーションを促進すること
- 政府の研究・イノベーションにかかる優先事項及び機会と UKRI の投資とを効果的につなぐよう保証すること
- (学際的すぎるなどの理由で単独の RC では取り扱えなかった) 戦略的優先事項及び機会にファンディングのシステムを対応させること

なお、最終的な評価の判断は座長が行うこととなっているが、パネルメンバーの合意が尊重される。逆にいえば、メンバー間で合意が形成されてはじめて、座長の判断が可能になる。

#### 4) UKRI 理事会による決定

専門家パネルの評価に基づき、最終的な決定を行うのは UKRI 理事会である。

Wave1 に関しては 2018 年 5 月と 7 月の 2 回、Wave2 についても 2018 年 10 月と 2019 年 1 月の 2 回、数多くある理事会の議事の 1 つとして SPF がとりあげられている。これらの概要を一覧としてまとめると次のようなものである。

表 2-21 理事会における SPF のプログラム提案を巡る議論

日時	議事概要
Wave1	
2018 年 5 月 15 日 <sup>60</sup>	Wave1 へのプログラム提案締め切りに先立ち、UKRI の Alex Marsh 氏が SPF の進捗状況を報告。理事会メンバーからは、これまでの進展を評価するとともに、政府横断的な支援の水準、Innovate UK との関わり、デュアルサポート <sup>61</sup> への影響、意思決定がファンドにおいてどのように機能するかに焦点を当てた議論を実施。
2018 年 7 月 3 日 <sup>62</sup>	UKRI 戦略部門長である Rebecca Endean 氏が Wave1 に関する専門家パネルの評価結果を提示、理事会メンバーに対し、15 の提案の承認と、プログラム内容等の最終的な調整の承認権限を理事長へ委任することに対する承認を要求。 理事会メンバーはこの提案を承認するとともに、対処する必要のある財務上の課題と欧州バイオインフォマティクス研究所の提案に関するウェルカムトラストの継続的な関与の必要性について言及。(相乗効果もしくは重複排除のために)ISCF または SPF において類似の研究プロポーザルを特定できるようにすること、また、ポートフォリオ管理と RC 横断での共同プログラムの実施方法に関する報告書を提出することを幹部に要請。
Wave2	
2018 年 11 月 21 日 <sup>63</sup>	理事会に対し、Wave2 に関する提案の最新状況と、CSA ネットワークによって特定された優先領域のリストを提示。メンバーは、リストが優れていることに同意するとともに、選定の際に難しい選択を迫られることを認識。 専門家パネルの評価結果が翌年 1 月の理事会で提示されることを確認。
2019 年 1 月 22 日 <sup>64</sup>	Rebecca Endean 氏がパネルの評価結果を提示、理事会メンバーに対し、19 の提案の承認と、プログラム内容等の最終的な調整の承認権限を理事長へ委任することに対する承認を要求。すべての提案が優れたものであったこと、政府機関の関与がいかに有用であったかについてコメント。 UKRI が非採択の提案をどのように取り扱うかについて議論。提案者に対する適切なフィードバックにより UKRI における他の資金源へと誘導すること、優先事項にすべき明確な要素がみられるが資金提供されないものについて、支出レビューの準備の一環として提案の強みを発展させるよう UKRI として継続的に取り組むことを検討。

出典: 理事会議事録より未来工学研究所作成

<sup>60</sup> <https://www.ukri.org/files/about/ukri-board/minutes-of-ukri-board-meeting-15th-may-2018-pdf/>

<sup>61</sup> dual support system とは、もっぱら大学等の研究活動を財政的に支援する高等教育・研究担当省が、一般大学資金（ブロックファンド）と研究プロジェクトに対する研究助成（競争的資金）の二本立てで、大学等の研究活動を支援する二本立ての資金供給システムのことを指す（伊地知 2011）。

<sup>62</sup> <https://www.ukri.org/files/about/ukri-board/minutes-of-ukri-board-meeting-3rd-july-2018-pdf/>

<sup>63</sup> <https://www.ukri.org/files/about/ukri-board/minutes-board-21st-november-2018-pdf/>

<sup>64</sup> <https://www.ukri.org/files/about/ukri-board/minutes-board-22nd-january-2019-pdf/>

以上のことから明らかなように、理事会が最終的な意思決定権者ではあるものの、この段階で専門家パネルの評価が覆ることは基本的にはなく、大所高所からの助言を行うことが理事会に求められる実質的な機能であると言える。

#### 5) 領域の選定基準

領域選定のための基準は、前述の SPF の目的への適合性に集約される。すなわち、1) 学際的研究及びイノベーションを促進すること、2) 政府の優先事項と UKRI による投資をリンクさせること、3) (単独の RC では取り扱えず、そのため通常の予算枠組みでは支出困難な) 戦略的優先事項や機会であること、の 3 つである。

一見すると大まかな基準ではあるが、前述のように、ビッグアイデアの意見収集システムやトラックャーによる議論の活性化、各機関において設定されているプログラム開発時の基準など選定プロセスのあらゆる段階においてこれらを実質化するための工夫が行われている。

### (3) エビデンスの内容及び収集・分析方法

SPF においては、アイデアの生成から発展、選定、意思決定に至るまで、とくに数量的な分析などが行われることはなく、「専門家」の意見、判断が重視されている。

ただし、エビデンスが軽視されているわけではない。たとえデータ分析などは行われていなくとも、意見、判断の背景にある明確な根拠が求められる。これらの根拠には定量的なデータなども当然含まれるが(たとえば、「表 2-19 ビッグアイデアの提案フォーマット」を参照)、それがすべてというわけではなく、意見、判断が「反証可能性」な形で提示されているかどうかの本質である。すなわち、批判に広く開かれていることが重要であり、そのため、論理性と双方向性(対話)を確保するための工夫がプロセス全体を通じて施されていると言える。

### (4) 政策ニーズの反映

プログラムの目的の 1 つとして「政府の研究・イノベーションにかかる優先事項及び機会と UKRI の投資とを効果的につなぐよう保証すること」が掲げられているように、SPF では政策ニーズが非常に重視されている。このことは、領域選定プロセスの初期の段階において、各省の政策ニーズを反映した「研究関心領域 (ARI)」を背景に各省 CSA との協議が緊密に行われていることから分かる。結果として、Wave1 と Wave2 においては、ファンディングの 91% が CSA の支持するプログラムに割り当てられているという<sup>65</sup>。

そもそも、イギリスにおける一連のシステム改革の根拠となっている「ナース・レビュー」では、省庁間や研究分野間の縦割り、政策階層間、とくに政策と研究との間の分断について大きな警鐘をならすとともに、それらを解消するための方向性について提言されている。これまで分野によって分かれていた RC を統合し UKRI としたのも、各省が ARI を定めるようになったのも、この提言を受けたものであり、SPF はこうした政府の改革の流れを象徴するプログラムであるともいえる。

<sup>65</sup> UKRI 提供資料及びヒアリング結果に基づく。

ここでは、SPFにおける政策ニーズの源泉として、各省のARIおよび各RCの戦略実施計画（SDP）をとりあげ、補足的に説明する。

### 1) 各省の研究関心領域（ARI<sup>66</sup>）

各政府機関では、「ナース・レビュー」の勧告を受けて、自組織の「研究関心領域（ARI）」を整理している。ARIは、各機関が直面している主要なリサーチ・クエスチョンについての詳細をまとめたものであり、1) 各機関の研究システム、2) 研究及びデータ公開政策、3) 研究開発戦略に関する情報も含まれている。

ARIは毎年更新するよう指導されており、たとえば、労働・年金省（DWP）の場合、3) に関わるものとして、①雇用と発展、②障害と健康、③老後の保証、④子供と家族、⑤サービスの提供を2019年の研究目標として掲げ、それらに関する研究をARIの範囲としている。

ARIの目的は政府機関による次のような事項についての改善を行うことである。

- アカデミアからの科学的なエビデンスを政策立案及び意思決定と整合させる方法
- 幅広いサプライヤー（研究者）にアクセスする方法
- 研究者と協働する方法
- 投資に見合ったよりよい価値を創出するために、より強力な政策エビデンスの基盤にアクセスする方法
- 研究の権限を共有する方法

SPFでは、前述のように、このARIを背景とした各省CSAとの協議が行われている。インタビュー調査によると、「SPFの各プログラムにおいては、特定のARIに対応することは求められなかったが、SPFの関連機関が各省のニーズに取り組む上で、また、支援を獲得する上で有益な出発点となった」という。

### 2) 各RCの戦略実施計画（SDP）

各RCの戦略実施計画（SDP）は、各RCがUKRIの機能をどのように行使し、各RCの活動分野に関するUKRIの戦略目標の実現に貢献するかを定めたものである。予算課程と連動したものとして、2017年高等教育・研究法（Higher Education and Research Act 2017: HER法<sup>67</sup>）にその詳細が規定されている。前述のように、SPFにおいては、このSDPをはじめとした各RCの戦略的優先事項との対応が重視されているほか、とくにWave1においては、SDPの策定プロセスにおいて関連コミュニティから収集されたホライズン・スキヤニング活動の成果が大いに活用されている。

その策定手続きは次のようなものである。まず、UKRI理事会が戦略実施計画（strategic delivery plan）の策定を各RCに依頼する。この実施計画は、各RCがUKRIの機能をどのように行使し、各RCの活動分野に関するUKRIの戦略目標の実現に貢献するかを定めたものである。UKRI理事会は、各RCから提出された実施計画を受け取ると、その審議を

<sup>66</sup> <https://www.gov.uk/government/collections/areas-of-research-interest>

<sup>67</sup> [http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/29/pdfs/ukpga\\_20170029\\_en.pdf](http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/29/pdfs/ukpga_20170029_en.pdf)

行う。これは機関レベルの事前評価に当たるものであり、その際、理事会では、すべての RC の実施計画等と UKRI の戦略との一貫性を考慮し、調整を行う。実施計画の承認は、理事会がその機能を各 RC に正式に委任するメカニズムであり、各 RC は HER 法の要求に応じて施策の実施を担うことになる。

## (5) 国内外研究者とのネットワークの構築・活用

SPF では、「ビッグアイデア」に象徴されるように、研究コミュニティやステークホルダーからのインプットや彼らとの関係構築を非常に重視している。

こうした傾向は、SPF に限定されるものではない。前述のように、UKRI では、戦略の立案やポートフォリオ管理等を行う上で、多様な主体からインプットを得、持続的な関係を構築していくための様々なしかけを用意している。たとえば、EPSRC における戦略の策定は、予算制約がある中でバランスのとれた長期的効果を確保するためにはどうしたらよいかという問題意識の下、品質や国にとっての重要性、現行の能力といった観点から英国全体の状況を包括的に分析し、研究領域レベルでポートフォリオ全体を継続的に見直すといった取組を行っている。その際、研究コミュニティや企業、チャリティその他の資金配分機関などのステークホルダーから様々なエビデンスが収集される。これらの詳細については後述する。

## (6) エビデンス等の活用

前述のように、ホライズン・スキヤニングを含め、国として振興すべき新興領域を見出すための調査分析活動は、SPF の領域設定のためだけに特別に行われているものではなく、各省や研究コミュニティ等との協働の下、日常的に行っている活動と一体的なものとなっている。したがって、その結果は、SPF のようなプログラムにおける領域設定のために用いられることもあれば、ARI のような省庁レベルの優先領域リストや各 RC の SDP のような機関としての戦略に活用されることもある。

## (7) 体制及びリソース

SPF の領域選定プロセス全体に責任を持つのが、UKRI の戦略部門に設置された SPF チームであり、前述のように GO-Science と緊密な連携のもと全体をマネジメントしている。SPF チームは、当初 2 名の専従スタッフ（FTE 換算）とリーダーで構成されていたが、Wave 1 のプログラム実施時から 3 名に増員された。なお、予算面については今回の調査で回答は得られなかった。

## (8) 戦略策定プロセスの改善課題

SPF における戦略策定プロセスは、「高品質の学際的研究（multi and interdisciplinary research）及びイノベーションを促進する」という目的の実現に向けて、実施段階でも有効性を発揮するために、各省などのニーズの所有者だけではなく、知識の生産者である研究コミュニティとの対話やそれを通じた関係性の構築が非常に重視されている。領域選定のた

めの方法も、分析的アプローチというよりは、アイデアを統合し、総合化していくアプローチに特色がある。これらの取組は、ナース・レビューで指摘されていた「省庁間や研究分野間の縦割り、政策階層間、とくに政策と研究との間の分断」を創造的に解消するための野心的な試みであると言える。

一方、各省や研究コミュニティとの調整など双方向のコミュニケーションが過度なものになってしまった場合、合意を形成することに主眼が置かれ、アイデアのジャンプが損なわれることも懸念される。いずれにせよ、SPF は端緒についたばかりの試みであり、その課題を指摘するには時機を待つ必要がある。

#### 2.4.4 EPSRC における戦略策定プロセス

以上、SPF の戦略策定プロセスについてみてきた。これは、各 RC の戦略と密接に関連しており、全体を把握するためには、各 RC の戦略策定プロセスについての理解を深める必要がある。

図 2-15 は、EPSRC における戦略実施計画（SDP）の全体像を示したものである。以下では、この SDP やそのマネジメントに関する取組を事例に、重要部分を選定の上プロセスの詳細を解説する。

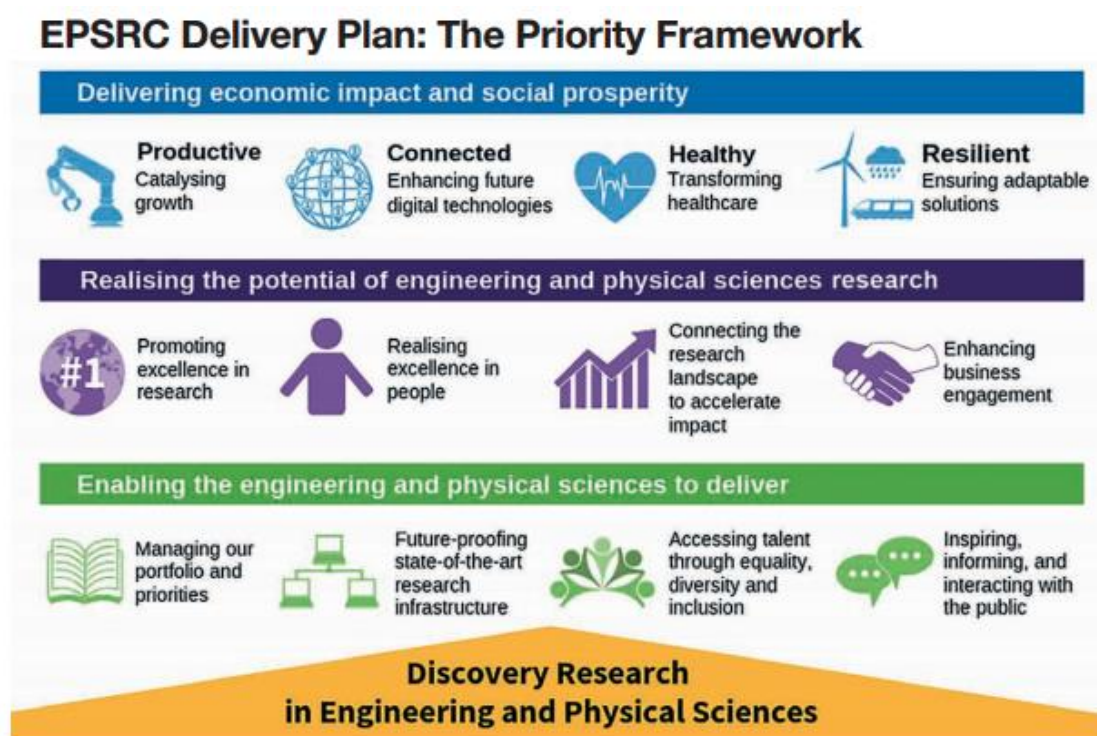


図 2-15 EPSRC における SDP の全体像（優先的フレームワーク）

出典: EPSRC Delivery Plan 2019 <https://epsrc.ukri.org/newsevents/pubs/deliveryplan2019/>

## (1) EPSRC における戦略実施計画の概要<sup>68</sup>

### 1) 目的及び優先的優先事項

EPSRC の戦略実施計画 (SDP) においては、以下の 3 つの目的やそれらに紐付けられた 12 の戦略的優先事項にそって戦略のフレームワークが示されている (表 2-22)。

表 2-22 EPSRC における優先的フレームワーク

目的	概要	戦略的優先事項
目的1: 経済的インパクトと社会的繁栄を促進する	英国における将来の繁栄に不可欠な 4 つの優先事項を設定するとともに、工学及び物理科学の研究とスキルが国に価値をもたらすための方策に言及	①生産的な国家 ②接続された国家 ③健康的な国家 ④回復力のある国家
目的2: 工学及び物理科学研究の潜在的可能性を現実化する	科学、工学、技術の新たな領域を開拓するために、研究コミュニティを刺激する。GDP 比 2.4% の研究開発投資目標を達成するために、卓越性を促進し、インパクトを加速し、産業界と連携する新たな方法を提供	⑤研究の卓越性の推進 ⑥人材の卓越性の実現 ⑦インパクトを加速するための研究風景の接続 ⑧産業界の関与向上
目的3: 工学・物理科学研究の基盤を形成する <sup>69</sup>	英国がタイムリーかつ効果的な方法で新たな機会に取り組むための賢明な投資によって、また、発見研究の中心となる創造的思考の余地を許容することによって、世界クラスの研究を行うための基盤を提供。最新の研究施設・設備へのアクセス確保や、多様な人材の支援、国民との協働等を重視	⑨ポートフォリオ及び優先事項管理 ⑩将来を見据えた最先端研究インフラ ⑪平等性、多様性、包摂性を考慮した多様な人材の動員 ⑫国民への刺激、情報提供、交流

出典: EPSRC Delivery Plan 2019 をもとに未来工学研究所作成

### 2) 社会・経済的繁栄を焦点に置いた科学研究への投資<sup>70</sup>

EPSRC の SDP は、卓越した研究成果や人材の輩出、政策等を含めた社会的・経済的インパクトなど、これまでの実績をもとに構築されている。EPSRC では、これらの実績を背景にアウトカム焦点型のアプローチを開発し、投資によって以下の国家としての 4 つの繁栄につながる成果を生み出すことを目指している。

- 生産的な国家：成長を促進する (Productive)
- 接続された国家：未来のデジタル技術を向上させる (Connected)
- 健康的な国家：医療変革 (Healthy)
- 回復力のある国家：適応的な解決策を確保する (Resilient)

これらは、上記の目的の 1 つである「経済的インパクトと社会的繁栄を促進する」に詳細

<sup>68</sup> EPSRC Delivery Plan 2019 及び EPSRC Delivery Plan 2016/17-2019/20 Science for a Successful Nation を参照。

<sup>69</sup> 原文は、Enabling the UK engineering and physical sciences (landscape) to deliver

<sup>70</sup> EPSRC ホームページ <<https://epsrc.ukri.org/about/plans/deliveryplan/sciencestrategy/>>

が記載されている。表 2-23 は、4つの繁栄の成果別に、その根拠・狙い及び戦略的プログラムとして優先的に投資する領域の例をまとめたものである。

表 2-23 4つの繁栄の成果別の根拠・狙い及び戦略的プログラムとして優先的に投資する領域の例

繁栄の成果	根拠、狙い等	戦略的プログラムとして優先的に投資する領域の例
生産的な国家	英国経済の将来の競争力と創造性を強化するには、数学と物理科学、情報とコンピューティング技術及び工学における発見とイノベーションに基づく世界をリードする製品、プロセス及び技術に関する開発の成功が必要。英国の野望は、経済的・社会的変化を予測し、将来の科学者・エンジニア・技術者の育成を通じて、技術的リーダーシップを達成するための特別な要件を備えた英国の労働力の大幅な技能向上をもたらすこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>革新的、破壊的技術</li> <li>デジタル・トランスフォーメーションによるビジネスイノベーション</li> <li>持続可能な社会へのトランスフォーメーション(循環型経済)</li> </ul>
接続された国家	英国の成功は、まだ想像もできない新しい産業とサービス、及び人々・モノ・データを安全に、スマートに、セキュアに、信頼できる、生産的な方法で結びつけるトランスフォーマティブなテクノロジーを通じて、既存のサービスを提供する革新的で費用対効果の高い方法によってもたらされる。これは、数学・物理科学、コンピューティング及び工学における発見と革新に依存。	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ駆動型経済</li> <li>IoTの活用</li> <li>安全かつ信頼性のあるサイバー社会</li> </ul>
健康的な国家	英国の健康(英国の精神のおよび肉体的幸福の状態)は、英国の生活の質、コミュニティの回復力及び国の生産性に影響。工学と物理科学の新しい研究に基づく進歩は、英国人の健康を管理する能力に革命をもたらし、より健康的な行動と環境を維持し、ケアをもたらす方法を変容させるのに役立つ。新しい技術と材料は、病気を予測・診断・治療する能力を継続的に向上させる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>コミュニティにおける健康・介護の変革</li> <li>病気の予防及び公衆衛生の向上</li> </ul>
回復力のある国家	将来の世代を守るためには、自然・人為的、短期的・長期的あるいは地域的・世界的な変化を予測し、適応し、対応する能力が必要。英国の繁栄は、複雑なインフラが円滑かつ持続的に機能することにかかっている。数学・物理科学、コンピューティング及び工学は、真に強靱な国家を構築し、英国の競争力を高めるための、必要な新しい思考とイノベーションの基礎となる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー安全保障と省エネ</li> <li>信頼できるインフラ</li> <li>深刻な脅威に対するより良いソリューション</li> </ul>

出典: EPSRC ウェブサイト (<https://epsrc.ukri.org/about/plans/deliveryplan/prosperityoutcomes/>) をもとに未来工学研究所作成

### 3) 基盤形成のための「balancing・キャパシティ」<sup>71</sup>

EPSRC では、目的3の基盤形成のためのアプローチとして、「balancing・キャパシティ (Balancing Capability)」と呼ばれる戦略的な取組を行っている。これは、予算制約がある中で、英国の強みと国家の重要性に合わせて戦略的優先事項を設定するための、また、工学および物理科学における英国の世界的な地位を維持および発展させるための中核的な取組であるとされており、研究コミュニティや産業界、チャリティその他の資金配分機関を

<sup>71</sup> EPSRC ホームページ < <https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/balancing-capability/> >



含むステークホルダーと協力し、研究分野のポートフォリオ・バランスを考えていこうとする戦略的アプローチの総称である。

EPSRC では、前述のように、多様なステークホルダーの継続的な関与を通じて、英国の研究、教育・訓練、イノベーションの現状に関する情報とエビデンスの収集を行っている。こうして収集された情報やエビデンスを、戦略的諮問機関（Strategic Advisory Bodies<sup>72</sup>）や主要なコミュニティ・メンバーの協力の下統合し、工学・物理科学全体の現状の姿に関するインテリジェンスや知識へと変換するとともに、それらを用いて、ポートフォリオを方向づけるための戦略を策定する。

EPSRC は 2011 年および 2016 年に、向こう 5 年間における EPSRC の研究ポートフォリオの方向性を設定するために、「balancing・capabilityのためのコンサルテーション（Balancing Capability consultation exercises）」を行った。そこでは地域コミュニティを含む多数のステークホルダーを巻き込んだ議論が交わされた。これらのコンサルテーションを通じ、EPSRC は 1,000 を超えるエビデンスを収集した。2016 年のコンサルテーションでは研究環境の徹底的な見直しの必要性が明らかになったとされる。

## (2) ポートフォリオ及び優先事項のマネジメント

### 1) ポートフォリオ及び優先事項管理（MoPP）の考え方

EPSRC は、2018 年 7 月に、研究領域の管理と戦略策定をより応答性のあるものにするために、「balancing・capability」戦略において、「ポートフォリオ及び優先事項管理（Managing our Portfolio and Priorities: MoPP）」のアプローチを採用すること、すなわち、ポートフォリオのモニタリング及びエビデンス収集の継続的なプロセスを加えることを発表した<sup>73</sup>。

EPSRC におけるポートフォリオ管理においては、英国の国家戦略及び EPSRC の提供すべき科学的価値等に鑑み、EPSRC の 100 を超える「研究領域（Research Areas）」<sup>74</sup>のそれぞれについて、「成長（Grow）」「維持（Maintain）」「削減（Reduce）」「審査中（Under Review）」に仕分けを行う<sup>75</sup>。EPSRC は毎年、戦略的な優先領域を見直しているが、ここ

<sup>72</sup> EPSRC は 2011 年に、戦略的諮問機関の一つとして、ポートフォリオ管理のための有識者ネットワークである戦略諮問ネットワーク（Strategic Advisory Network: SAN）を立ち上げた。SAN は RC 代表者、大学研究者、産業界関係者、EPSRC 関係者からなり、寄せられた諸エビデンスに基づき、研究領域におけるファンディングの増減に関する勧告を含む、EPSRC における「balancing・capability」全般に対する評議（Advisory Stream Meetings）を行っている。

<https://epsrc.ukri.org/about/governance/san/>

<sup>73</sup> EPSRC ホームページ < <https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/balancing-capability/> >

<sup>74</sup> Research Areas は、EPSRC において長期的に支援すべき卓越した領域であり、ポスドク等の研究人材の訓練にも好適なものとして選定されるものである。

<https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/researchareas/>

<sup>75</sup> EPSRC 提供資料及び EPSRC ホームページ

<https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/researchareas/>

<https://epsrc.ukri.org/blog/balancingcapability/>

ではポートフォリオ分析による仕分けの結果が考慮され、次世代の有望かつ戦略的に重要な研究領域が特定される。

こうした MoPP のアプローチにより、EPSRC は、チャレンジ駆動型および発見主導型の研究から生じるエマージングな研究領域の萌芽を発見する機会を最大化するとともに、そのために有用な各ステークホルダーと EPSRC の日常的な対話のルートを確保している。

## 2) 戦略的ポートフォリオの管理における 5 つの視点

MoPP のアプローチにおいては、戦略的ポートフォリオを次の 5 つの視点（レンズ）で管理している。

- ① 組織：3 つの優先的フレームワーク（目的）に紐付けられた 12 の戦略的優先事項
- ② 資源：ベースラインの有無
- ③ ドライバー：研究コミュニティ主導か、戦略的意図のあるものか
- ④ テーマ：12 テーマ
- ⑤ 研究領域：111 領域

なお、ポートフォリオ管理においては、以下の視点も考慮される。

- 政府機関全てに及ぶ形で実施している ARI で挙げられている領域への支援を尊重する。
- ポートフォリオの扱いにおいてはバランス感覚を重視する。資金提供元についても、特定の機関のものを優遇して扱うと言ったことは避け、バランスを考えてファンディングを設計する。

## (3) エビデンスの活用

### 1) エビデンスの収集方法

研究ポートフォリオの管理を支えるために、EPSRC は「エビデンス調査の公募 (Call for Evidence survey)」を行っている。これは、工学・物理科学の研究者コミュニティ等のステークホルダーに対し、彼らの所属する機関を通じて有望な研究領域、テーマに関するエビデンスの提供を要請するものであり、募集期間を区切らずに常時受付を行っている。提出されたエビデンスは、年に 2 回（例年 11 月と 5 月）EPSRC の戦略諮問機関によってレビューが行われる。

以下は、EPSRC が研究領域やテーマの形成、管理に関し、調査・収集するエビデンスの種類をまとめたものである<sup>76</sup>。

- 報告書または論文等の形式で公開されたエビデンス（国際的な論文雑誌、学会報、産業界の報告書等）

---

<sup>76</sup> EPSRC ホームページ< <https://epsrc.ukri.org/research/ourportfolio/gathering-evidence/> >及び EPSRC へのヒアリングに基づく。

- 将来の可能性に関する論文データ分析<sup>77</sup>、ホライズン・スキヤニングの知見など
- 国際会議<sup>78</sup>、ワークショップへの参加や大学への訪問調査など、コミュニティへの働きかけから得られたもの
- EPSRC のファンディングおよびポートフォリオに関するデータ：分野別出現率、研究と教育のバランスに関するデータ
- 分野別のポートフォリオマネージャーを通じた研究コミュニティへの働きかけから得られたもの
- 年齢・経歴を問わない一般の人々への意見調査<sup>79</sup>

これらの調査は EPSRC の外部の民間研究所に委託されることもある。また、UKRI 内の複数の RC の中には調査人員を抱えているところもあり、そこで調査がまとめられることもある<sup>80</sup>。

## 2) 収集されたエビデンスの評価に関する基準

エビデンスは、研究の質 (Quality)、国家にとっての重要性 (National Importance)、能力面 (Capacity) の 3 つの観点から、RC 代表者、大学研究者、産業界関係者、EPSRC 関係者からなる戦略的諮問機関によって以下の基準により評価される。

### a. 研究の質

- 当該研究分野の国際的な位置づけ
- 当該研究分野がトランスフォーマティブまたは破壊的なものとなる可能性
- 当該研究分野が国際的な文脈においてに英国の他国にはない能力をもたらすか

### b. 国家にとっての重要性

- 当該研究分野が、他の研究分野にいかに関与できるか、他の研究分野の研究の健全性維持に貢献できるか、英国の社会的課題にいかに関与できるか、現在また将来の英国にとっていかなる貢献ができるか、生産性の向上・社会の統合・社会の強靱性・人々の健康増進の点にいかに関与できるか
- 当該研究分野が、将来の科技となるエマージングな産業を興しうるか
- 当該研究分野が、ニッチな領域も含み、英国の産業戦略と合致した形で英国の世界における唯一の地位を維持・強化しうるか

<sup>77</sup> EPSRC は論文データ分析については複数の方法を用いているが、Weighted Citation Impact の手法は標準的に用いられており、有用だと捉えられている。

<sup>78</sup> 科学分野で開催される国際会議で多く取り上げられ、話されている分野の傾向を把握する。そこでは、どこの国からの執筆か、イギリスからかその他の国からか、あるいは共同研究のものかといった点も考慮される。

<sup>79</sup> 年齢・経験を問わない意見調査について、EPSRC は公式または所属機関・肩書きを記さない非公式のインタビューを多く実施した。複数のキャリア・フォーラムで参加者へのアンケートも行われた。

<sup>80</sup> EPSRC では、最近、あるファンディング計画で外注を試みたが、依頼事項と外注先の実施能力に差があり契約できず、内部の調査で賄うことにしたということである (EPSRC へのヒアリングに基づく)。

- 当該研究分野は、その分野または関連する分野において資金提供を受けている他の EPSRC の研究との関連において、ポートフォリオ戦略と適合的か

### c. 能力面

#### ア) 研究人員のバランス

- 当該研究分野の研究者の数、国際的な地位と質
- 異なるキャリアの段階にある研究者のバランス、研究者の経歴・特徴・人脈
- リーダーシップを発揮している、または発揮可能であることについてのエビデンス
- 博士課程学生の雇用につながるか
- 能力・知識・研究態度における柔軟性
- 当該研究分野の研究者を失った場合のリスク
- 時間経過に伴う研究環境の変化へ対応できるか

#### イ) 利用可能な研究施設・機材の状況

- 研究施設・機材との関連性（耐用年数、最先端のものか、研究にとって不可欠なものか）
- 研究コミュニティにとっての重要性（誰がどのようにそれら施設・機材を利用可能か）
- 研究者に研究施設・機材を利用する能力があるか
- 中間的研究施設・機材（有用性と他の分野への拡張可能性の有無）
- 機材交換のプログラム（従来の経緯を考慮して、研究分野にとって必要性があるか）

#### ウ) 研究テーマの工学・物理科学との関連性

- 学際的活動のメカニズム
- トップダウン（戦略）とボトムアップ（人々が実際に働く方法）との比較
- 研究者がエマージングな課題にどの程度対応できるかなど、英国の研究能力の柔軟性を高めるか
- 国際的なベンチマークとの関連性
- 社会課題への取組における英国の研究者の関与を促進するか
- グランドチャレンジへの英国の研究者の関与を促進するか
- EPSRC の戦略的優先事項に鑑みた支援の必要性

### (4) EPSRC のファンディングシステムの現状と課題

現在の業務形態のメリットは、各 RC 間での情報交換が容易である点である。例えば、EPSRC が学際分野で経済社会研究会議に聞きたいことがある場合、遠慮なくコンタクトすることが可能である。EPSRC のスタッフは、外部の研究者・専門家との情報交換も多く、そこから現状の知識をアップデートできる。これは、ファンディング設計においても有用である。

英国政府は、2027 年までに研究費を GDP の 2.4%まで増加する(現在は 1.7%)とし、さら

にその後 3%まで伸ばしていきたいとしている。ただし、UKRI 及び UKRI-EPSRC の中には、「予算増加は歓迎するものの、それがどのように UKRI 自体と UKRI-EPSRC が扱うファンディング・プログラムに影響するのか、今のところは不明である。」と懐疑的に考えているスタッフもいるようである<sup>81</sup>。

【参考文献】

伊地知寛博, 2011, 「基本的枠組みと予算・租税」, pp. 135–168 in 国立国会図書館調査及び立法考査局 (編), 『科学技術に関する調査プロジェクト 調査報告書: 科学技術政策の国際的な動向 [本編]』 >

[https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo\\_3050691\\_po\\_201003.pdf?contentNo=1](https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_3050691_po_201003.pdf?contentNo=1)

科学技術動向研究センター, “ホライズン・スキャニングに向けて～海外での実施事例と科学技術・学術政策研究所における取組の方向性～”, STI Horizon, Vol. 1, No.1, 2015 年.

<https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/00005.pdf>

---

<sup>81</sup> EPSRC へのインタビューによる。

## 2.5 マックス・プランク学術振興協会 (MPG)

### 2.5.1 組織概要

マックス・プランク学術振興協会 (Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.: MPG) は、ドイツで最高の科学研究機関として高い評価を受けている。MPG が誇る研究所群 (Max Planck Institutes: MPIs) は、世界の研究をリードするトップの研究者を所長 (ディレクター) に据え、彼らを核とした組織が構築されており、各所長は、自ら研究テーマを定義し、最高の労働条件を与えられ、また、自由にスタッフを選ぶ権限が与えられている。これは、MPG の前身として 1911 年に設立された「カイザー・ヴィルヘルム協会」の初代会長アドルフ・フォン・ハルナックが提唱した「ハルナックの原理 (Harnack Principle)」に基づくものである。これは、「ある研究者に新たな研究所を任せる場合、所長となるその研究者のために研究所を設立し、彼が研究所を去る時には、その研究所は閉鎖する」(永野 2016) というものであり<sup>82</sup>、現在にわたりこの原理が適用され、成功を収めている<sup>83</sup>。

MPG では「科学者ファースト」及び「研究の自律性」が強調されている。これは MPG の文化であり、MPG 設立時からの方針である以下の 3 つのガイダンスに基づく。

- プログラムではなく、人が優先される (ハルナックの原理による)。
- 科学者自ら研究の内容について決める。
- 好奇心から研究を始め、高い品質のハイリスクな研究を求める。

MPIs の 1 つであるマックスプランク・インテリジェントシステム研究所 (Max Planck Institute for Intelligent Systems: MPI-IS) は、1921 年に設立されたマックス・プランク金属研究所 (Max Planck Institute for Metals Research: MPI-MF) を再編成する一環として、2011 年 3 月に発足した<sup>84</sup>。

MPI-IS の研究は、材料科学、コンピュータサイエンス及び生物学研究の専門性の組み合わせに焦点を置いており、これには、自律型のインテリジェント・システム分野の基礎研究が含まれている。

MPI-IS は、シュトゥットガルトとチュービンゲンの 2 か所に研究所を有している。シュトゥットガルトでは、自己学習型の材料システム、マイクロ・ナノロボティクス及び自己組織化を研究している部門がある。チュービンゲンでは、機械学習、知覚及び自律運動を研究している部門がある。

MPI-MF は、当所、カイザー・ヴィルヘルム金属研究所として 1921 年に設立された。当初、主に金属とその合金の研究を行っていたが、研究の焦点は、長年の間に非金属材料、特にセラミックに移り、1970 年代から 1980 年代にかけて、特に高性能セラミックの分野で、

<sup>82</sup> 現在、研究所の数も増え、各研究所の規模も大きくなったことから、1 つの研究所に所長 (ディレクター) が複数人いる状態になっている。そのため、研究所の閉鎖ということは現実的にはないが、当該ディレクターの所掌分野については現在でもこの原理が貫かれている。(永野 2016, pp.79-71.)

<sup>83</sup> <https://www.mpg.de/short-portrait>

<sup>84</sup> <https://www.bioregio-stern.de/en/database/company/max-planck-institut-fur-intelligente-systeme>

材料科学における先駆的な業績のいくつかに貢献した。

2010年に、MPGの評議会（Senate）で、MPI-MFを再編成することが決議され、研究の焦点をインテリジェント・システムに移し、研究所の名称をMPI-ISに変更した。これにともない、インテリジェント・システムの分野に焦点を当てた研究施設をシュトゥットガルトから約40km南に位置するチュービンゲンの町に新設した。

## 2.5.2 対象プログラム等の概要

ここでは、研究所の創設プロセス及び各研究所における研究テーマの決定プロセスをとりあげる。

### (1) 研究所創設のプロセス

MPGでは、2020年1月1日現在で、86の研究所及び研究施設を設置している。うち、5研究所及び1施設は海外である<sup>85</sup>。MPGへのインタビューを行った際に、当時どのような意向があつてMPI-ISが設立されたのか、そのプロセスについて詳しい説明を受けることができなかった。しかし、MPGより、MPI-ISの設立のプロセスがMPG全般における新研究所の設立プロセスと変わらないという説明があつたことから、ここでは、MPGにおける研究所創設のプロセスについてまとめる。

MPGで新研究所が設立されるケース、あるいは、新しい分野の研究を手がけるようになるケースは、主に以下の2つがある。

#### 1) ケース1

- ある分野の研究で成果をあげているリーダー的研究者（所長就任予定者など）がその分野の研究仲間たちと新研究所設立を計画する。新研究所で行う研究の分野も決定し、MPG本部や設立予定地域の地方自治体などと事前のすり合わせを行う。
- その後、新研究所設立に関する提案書が作成され、MPG上位の評議会、執行委員会、会長（プレジデント）らの承認を得て、新研究所設立案が決定する。

#### 2) ケース2

- 既存の研究所の所長が任期を終えて新しい人物が所長に就任する際に、もしその所長就任予定者が新しい研究分野を手がけることを望む場合は、ケース1の場合と同様に周囲とのすり合わせを行う。
- その後、新研究所設立に関する提案書が作成され、MPG上位の評議会、執行委員会、会長（プレジデント）らの承認を得て、新研究所設立案が決定する。

両ケースとも、ほとんどの場合、それまでにすり合わせてきた下準備の通り進むことから、研究所設立案の承認取得に大きな問題はない。したがって、MPGでは上部からのトップダウンでの意思決定はなく、実質的にボトムアップの形で決定されていると言える（図

<sup>85</sup> <https://www.mpg.de/facts-and-figures>

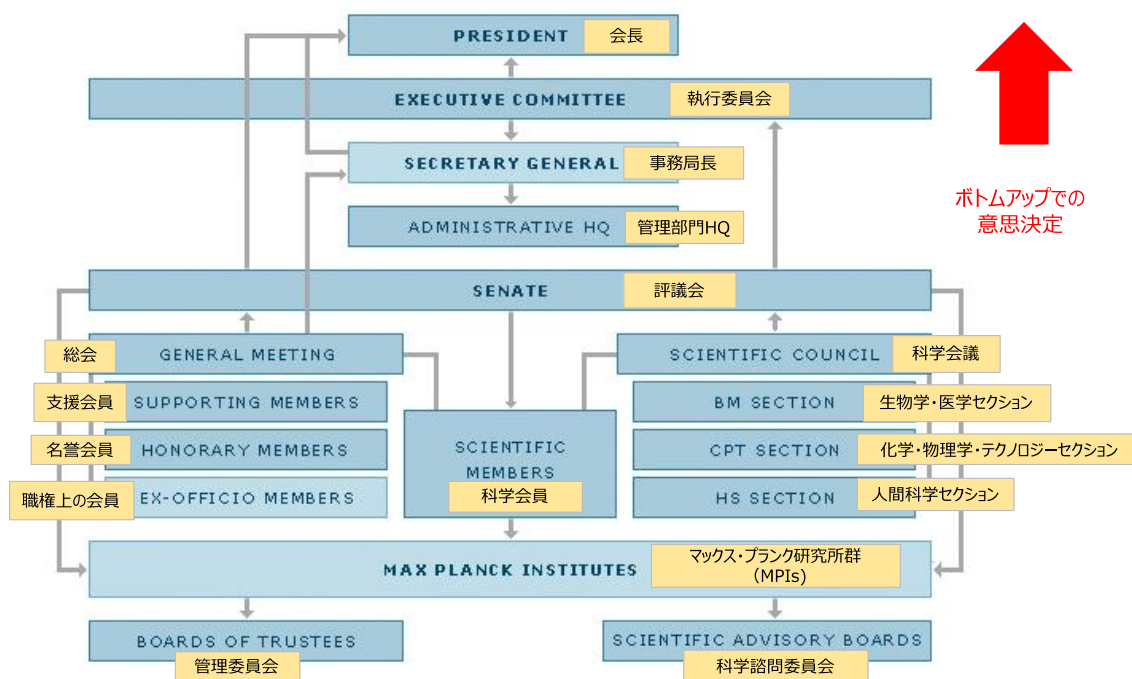


図 2-16 MPG における意思決定の流れのイメージ<sup>87</sup>

出典: Governance and Research Evaluation at the Max Planck Society, March 2020. (MPG 提供資料)

## (2) 研究テーマの決定

- 各 MPI の所長が、各 MPI で実施する研究テーマに関する決定権を持つ。MPI 所長は「研究トピックス」「研究体制」「研究所予算の使い道」「所員の人事」「対外パートナーの選択」及び「外部資金獲得」の権限を有しており、MPG 本部に対して研究所の自律性が保証されている。MPI は、連邦政府、州政府からの研究トピックスや内容についての指示は受けない。
- MPI 内では所長の権限が強いので、所内ではトップダウンの意思決定構造になっている。ただし、所長の部下である研究者らにも研究者としての自律性が保証されており、所長に意向を伝えることができる。
- 論文参照数が多い研究トピックスや特許数の多い技術、パラダイムシフトを引き起す

<sup>86</sup> 永野 (2016: 75) によれば、新たな研究領域の決定、すなわち、所長 (ディレクター) の任命にあたっては、「(一度任命すると 20 年ないし 25 年は在任するため) この期間に想定される研究活動を評議会に対して上手に説明することが会長の責任」であり、「そのためには戦略的考慮とボトムアップ、双方の調和が必要である」としている。同書ではまた、「新たな研究領域の決定にあたっては、ボトムアップと社会課題などへの対応によるトップダウンを併用している」と記述されているが、これは、評議会メンバーの 3 分の 1 を政治家が占めることもあり、たとえ実質的な主導権が研究者にあり、研究の自律性が保証されてはいても、彼らが納得できる説明が求められる、ということの意味するものと思われる。

<sup>87</sup> Governance and Research Evaluation at the Max Planck Society, March 2020. (MPG 提供資料)



ような研究トピックス等であっても、MPI 所長が決定する研究内容に乖離がある場合には、MPI 所長の意向が優先される。

### 2.5.3 研究所長として任命される流れと基準

一般的に MPI の所長が承認・任命される流れは、以下のとおりである (図 2-17 参照)。

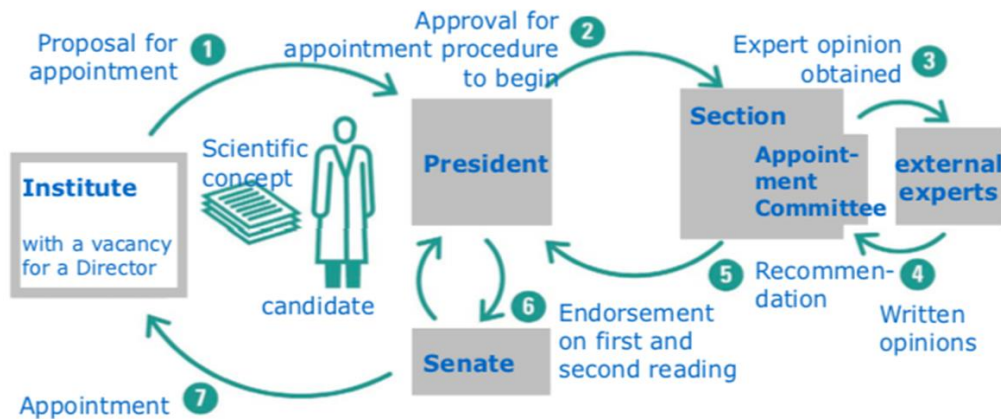


図 2-17 MSI の新所長が承認・任命される流れ

出典: MPG (2015)

- ① 研究所の所長のポストに空きが出ると、所長任命提案書 (Proposal for appointment) が作成され、会長に提出される。この場合、各部門の同じ分野の研究者や国際的専門家間で徹底的な話し合いと審議が行われ、所長にふさわしい候補者を推薦することができる。世界の研究界の人々と交流し、新しい研究分野について理解するために開催することを目的とした、10~20 人の世界の科学者 (組織の部門長クラスを含む) らが集まる MPI のシンポジウムも、研究所所長候補者選定のきっかけにもなる<sup>88</sup>。
- ② 研究所所長の任命手続開始が是認される (Approval for appointment procedure to begin)。MPG の各部門 (生物学・医学、化学委・物理学・テクノロジー及び人間科学部門) で所長任命委員会が開催される。
- ③ 各部門の所長任命委員会が外部専門家の意見を聞く。
- ④ 外部専門家の意見が、書面で部門の所長任命委員会に送られる。
- ⑤ 各部門の所長任命委員会が、外部専門家の意見を踏まえて、会長に所長の推薦を行う。
- ⑥ 会長と所長候補者間で任命に関する交渉を行う。評議会から新所長の任命に関する是認を得る。
- ⑦ 所長が任命される。

<sup>88</sup> 近年「Open call」として、自薦も可能な所長募集を行ったが、その所長募集法はうまくいかなかった。うまくいかなかった主な理由は応募が広がり過ぎた点が挙げられる。キャリアが浅いポストドクター層からの応募も多数あった。

また、MPI 所長として承認・任命される基準は、以下のとおりである。

- 多様性のある研究を推進し、自律性の高い研究所にしていく、或いはそれを維持していく能力があること。特に分野横断的な研究を行い、新興研究分野で他にない業績を残せる人物であること。
- リスクの高いプロジェクトで、知的好奇心から始まる研究を達成できること。
- ベンチマークが難しく、研究のインパクトの測定が容易ではない研究も手がけることができること。

この基準は、所長任命時に限らず、研究者の採用や採用後の評価においても使用されている。

#### 2.5.4 認識されている改善課題

MPG<sup>89</sup>へのインタビューから、以下のような回答が得られた。

- 研究者側からすれば、MPG の「科学者ファースト」、「研究の自律性」等が保証され、自由裁量の幅が大きいので良いシステムである。
- 自由裁量が多い分、研究者や研究内容の品質の管理が大変重要である。そのため、研究者とその研究及びその他スタッフの評価方法も常に再検討され、改訂されている。いかに人材の品質を維持するかが、この方針の存続に関わっている。

#### 【参考文献】

Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V., “Evaluation: The Procedures of the Max Planck Society”, 2015.

<https://www.mpg.de/13938211/evaluation-2019-en.pdf>

永野博，ドイツに学ぶ科学技術政策，近代科学社，2016年。

---

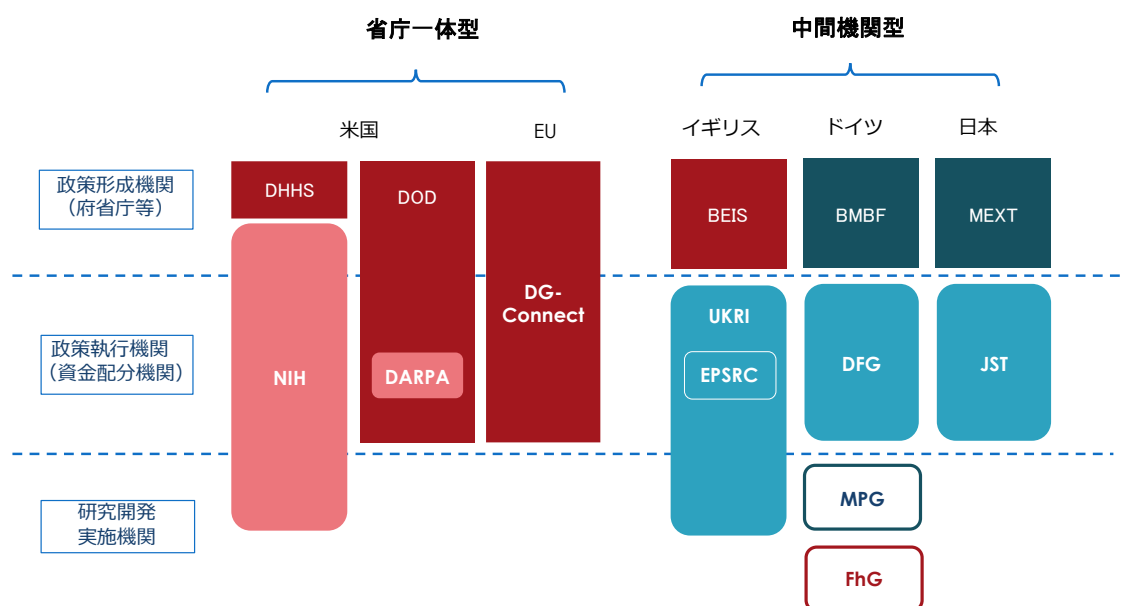
<sup>89</sup> Ms. Simone BISCHOFF へのインタビューによる。

### 3. 調査結果の考察

#### 3.1 調査対象機関及びプログラムの比較

##### 3.1.1 各国・地域における調査対象機関の位置づけ

図 3-1 は、本調査の対象機関を、政策形成機関、政策執行機関、研究開発実施機関の 3 階層に分け、比較したものである。なお、赤系統はなんらかの社会的・経済的価値と紐付けられた特定の政策的意図を持つミッション型の組織を、青系統は科学技術振興を第一義的な目的とするオールラウンド型の組織をそれぞれ表している<sup>90 91</sup>。



注) 青系統は科学振興を第一義的なミッションとする機関、赤系統は特定の社会・経済的価値の実現をミッションとする機関を指す。

図 3-1 調査対象機関の位置づけの比較

出典: 未来工学研究所作成

資金配分機関は各国の実態に応じて多様であり、必ずしも厳密に区分できるものではないが、その位置づけには大きく分けて 4 パターンがある。資金配分機関そのものに省庁と同格の位置づけが与えられている「省庁同格型」、省庁の内部に資金配分機関が存在する「省庁一体型」、政策形成機関である省庁と研究開発実施機関との間に資金配分機関が位置する

<sup>90</sup> オールラウンド型組織とは、「科学振興そのものを第一義的な目的とする」機関であり、「特定領域における基礎的な科学知識の移転とその応用を改善するために、ミッション志向の戦略的研究の促進と実施を行う」機関としてのミッション型組織と区分される (OECD1972 ; Braun1993)。

<sup>91</sup> 調査対象の一部としてとりあげた UKRI 及びその構成機関である EPSRC については、2018 年の統合によってミッション志向へと大きく舵を取ろうとしているように思える。ただし、特定の社会的・経済的価値ではなく、広く社会的・経済的インパクトの創出を目指していることから、オールラウンド型の機関として位置づけた。

「中間組織型」、省庁というよりも担当大臣等の支出権限や業務責任範囲 (portfolio) の下に置かれ、主に議会に対して説明責任を負う「ポートフォリオ型」の4つである。

米国の資金配分機関は、国立科学財団 (NSF) を除くと、省内の一部局もしくは **Research Agency** とよばれる外局が資金配分を担当する「省庁一体型」である。今回の調査対象である国防総省 (DOD) 高等研究計画局 (DARPA) や保健福祉省の内庁である国立衛生研究所 (NIH) もこのタイプであるが、内局・外局を問わず研究開発資金配分業務に対する本省からの独立性は高い。なお、NSF は長官が閣僚であり、その意味で「省庁同格型」である。

欧州連合 (EU) における科学技術イノベーション政策は、構成国のレベルでは十分に目的を達成することができず、構成国が個別に行うよりも EU で行ったほうが効果的に結果が得られる場合にのみ EU が権限を持つべきとする「補完性原則」(subsidiarity principle) の下で運用されている。欧州委員会 (EC) を構成する各総局が政策形成機関として省庁的な役割を担っており、研究イノベーション総局 (DGRI) が研究技術開発担当となっているほか、将来・振興技術プログラム (FET) を所管しているコミュニケーションネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect) などもミッションに応じた資金配分等を行っている。

欧州諸国では、資金配分等を担う政策執行機関が政策形成を担当する省庁レベルと研究開発等の事業を実施する研究実施機関レベルとの中間に位置する「中間組織型」が一般的である。一言に「中間組織型」といってもその権限等は多様であるが、1つの発展系としては、オランダの資金配分機関が挙げられる。これらの機関では、複数省庁からの資金提供を受け、各資金配分機関のミッションに基づいて独立性の高い研究開発マネジメントを展開している。また、基本的には担当大臣等の支出権限 (portfolio) の下に置かれ、主に議会に対して説明責任を負う「ポートフォリオ型」の機関も、与えられた上位政策に対する貢献を求められるという点において、広義には「中間組織型」と呼びうるものである。

工学・物理科学研究会議 (EPSRC) をはじめとする英国の研究会議 (RCs) は、もともと共通的基盤的な科学技術の研究を支援するために勅許状に基づいて設立された執行的外郭公共団体 (Executive Non Department Public Body) である。予算はビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) を通じて政府から供給されるが、担当大臣が大局的な観点から戦略的に推進すべき研究分野に対し、どの研究会議にどの程度の資金を配分するかの大枠を決めるだけで、その運用の詳細はすべて研究会議に委ねられている。また、研究会議によってはその傘下に研究所や研究センターを持つところもある。2018年4月に英国研究イノベーション機構 (UKRI) が発足し、EPSRC など分野別の7つの研究会議、Innovate UK、イングランド高等教育資金会議 (HEFCE<sup>92</sup>) が単一の法人組織としてまとめられたが、再編後の UKRI も執行的外郭公共団体という位置づけである。なお、英国では基礎研究については科学者が決めるべきというホールデン原則が1918年に示され、省庁から独立した研究会議が基礎研究への資金配分を担ってきたが、UKRI の根拠法である高等教育研究法<sup>93</sup>で

<sup>92</sup> UKRI 発足時に、大学の研究評価や産学連携推進も含めて高等教育機関を支援するために **Research England** として再編された。

<sup>93</sup> 英国政府ウェブサイト

< <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2017/29/enacted/data.xht?view=snippet&wrap=true> >

は初めてこの原則が法律に明文化され、UKRI の独立性を担保する法的義務を政府が負うこととなった<sup>94</sup>。

ドイツの行政組織は、第 2 次世界大戦の教訓を背景に形成されている。科学技術イノベーション政策に関して言えば、科学が政治に悪用されないよう、科学と政治の間に一定の距離をおき、連邦政府の意向が直ちに研究に反映されにくいような仕組みが注意深くつくられている。また、連邦政府に権限が集中し過ぎない、多元的分散的仕組みになっている。代表的な資金配分機関であるドイツ研究振興協会（DFG）も、私法に基づく独立機関という位置づけである。本調査では、資金配分機関ではなく、研究開発実施機関であるマックスプランク学術振興協会（MPG）をとりあげた。

なお、科学技術振興機構（JST）を始め、我が国も独立行政法人制度を整備しており、法的な面では「中間組織型」といえるが、欧州諸国と比べると省庁からの独立性は高くないと言える。

### 3.1.2 調査対象プログラム等で推進されている新興・融合領域の概要

表 3-1 は、調査対象としたプログラム等において、具体的にどのような新興・融合領域が推進されているかの概要をまとめたものである。

DARPA におけるプログラムはその性格上すべてが新興・融合領域であると言えるが、近年では、マシンが文脈的に状況変化に適応することを可能にする「次世代の AI<sup>95</sup>」や、軍事環境のための「合成生物学」、脳研究の成果を活用した「ニューロテクノロジー」などが推進されている（未来工学研究所 2020）。

NIH の共通基金（CF）では、組織横断・分野横断で喫緊に取り組むべきハイリスク・ハイインパクト研究を支援しており、生物医学から行動科学、データサイエンスなど広範な分野を横断するものとして、2019 年度現在で 26 のプログラム（領域）が運用されている。予算規模の大きいものをいくつかとりあげると、細胞核を包括的かつ時空間的に理解するヌクレオーム研究（4D Nucleome）や、小児がんと先天性欠陥症の関係に関する研究（Gabriella Miller Kids First Pediatric Research）、ヒト生体分子アトラスプログラム（Human BioMolecular Atlas Program: HuBMAP）、薬剤標的タンパク質に関する遺伝子研究（Illuminating the Druggable Genome）、身体活動の分子トランスデューサーに関する研究（Molecular Transducers of Physical Activity）、体細胞ゲノム編集（Somatic Cell Genome Editing）、行動変容の科学（Science of Behavior Change）、末梢活動の刺激による症状緩和（Stimulating Peripheral Activity to Relieve Conditions: SPARC）、革新的な高解像度低温電子顕微鏡の開発（Transformative High Resolution Cryo-Electron Microscopy: CryoEM）、未診断疾患のネットワーク（Undiagnosed Diseases Network）などがある。

<sup>94</sup> “Haldane 100.” UKRI website <<https://www.ukri.org/research/themes-and-programmes/haldane/>>

<sup>95</sup> DARPA では、「第 1 の波」の AI をルールベース型、「第 2 の波」の AI を統計的学習型、「第 3 の波」の AI をマシンが文脈的に状況の変化に適応することを可能にするものと定義しており、将来、「第 3 の波」の AI により、システム自身が、生成文脈モデルや説明モデルを通じて新しい知識を獲得できるようになるという見解を示している（未来工学研究所 2020）。

表 3-1 調査対象プログラム等で推進されている新興・融合領域

国	機関	プログラム等	新興・融合領域の概要(例)
米国	DARPA	すべてのプログラムが新興・融合領域	①国土防衛、②高度な敵への対抗と脅威の予防、③遂行の安定化、④科学技術における基礎研究の推進といった 4 つの戦略的責務に基づき、多様な「新興・融合領域」を推進。近年における大型のイニシアチブとしては、AI NEXT キャンペーンやエレクトロニクス再興イニシアチブがある。その他、合成生物学やニューロテクノロジーなどの新興・融合領域も推進
米国	NIH	CF: 組織横断・分野横断で喫緊に取り組むべきハイリスク・ハイインパクト研究を支援	生物医学から行動科学、データサイエンスなど広範な領域を横断するものとして、2019 年度現在で 26 のプログラム(領域)を運用: 4D スクレオーム; 小児がんと先天性欠陥症の関係に関する研究; ヒト生体分子アトラスプログラム; 薬剤標的タンパク質に関する遺伝子研究; 身体活動の分子トランスデューサーに関する研究; 体細胞ゲノム編集; 行動変容の科学; 末梢活動の刺激による症状緩和; 革新的な高解像度低温電子顕微鏡の開発; 未診断疾患のネットワーク、等
EU	DG Connect	FET Proactive: 萌芽段階の新興技術、特に新たな学際的研究コミュニティの構築が目的	2019 年度は「人間中心 AI」、「埋め込み型自律デバイス及び材料」、「完全な脱炭素化のためのゼロエミッションエネルギーの生成」の 3 トピックを推進。2020 年度は、「エマージング・パラダイム及びコミュニティ」と「環境インテリジェンス」の 2 枠を設定、前者において、「拡張された社会的相互作用のための AI」、「カーボンニュートラルのための画期的なゼロエミッション・エネルギー貯蔵及び変換技術」、「生命科学のためのデジタル・ツイン」、「測定不能を測定する: ナノ計測学のためのサブナノスケール科学」の 4 つのサブトピックを推進
英国	UKRI	戦略的優先基金(SPF): 学際的な研究を支援すること、政府の優先事項に対応すること等が目的	Wave1 では、「環境」(クリーンエア等)、「生物学・生物医学」(ヒト細胞アトラス等)、「AI」(機械との共生等)、「生産性」(英国人口ラボ等)、「インフラ」(エクストリーム・フォトニクス応用センター)の 5 テーマで 15 プログラム、Wave2 では、「環境」(温室効果ガス除去デモンストレータ等)、「健康、福祉及び人権」(核酸治療アクセレータ等)、「デジタル」(オンラインで市民を守る等)、「生産性及び技術」(高信頼性自律システム等)の 4 テーマで 19 プログラムが実施
独国	MPG	(研究所の創設プロセスを中心に調査)	2020 年 1 月 1 日現在で、86 の研究所及び研究施設を設置。うち、5 研究所及び 1 施設は海外。近年創設されたものとしては 2011 年 3 月に発足のマックスプランク・インテリジェントシステム研究所(MPI-IS)等

出典: 未来工学研究所作成

DG Connect の FET Proactive は、萌芽段階の新興技術、特に新たな学際的研究コミュニティの構築を目的とするものである。年度ごとにトピックの構造や表現の粒度は異なるが、2019 年度は「人間中心 AI」、「埋め込み型自律デバイス及び材料」、「完全な脱炭素化のためのゼロエミッションエネルギーの生成」の 3 トピックを、2020 年度は「新興パラダイムとコミュニティ」、「環境インテリジェンス」といった大枠を設定した上で、前者に

については「拡張された社会的相互作用のための AI」、「カーボンニュートラルのための画期的なゼロエミッション・エネルギー貯蔵及び変換技術」、「生命科学のためのデジタル・ツイン」、「測定不能を測定する：ナノ計測学のためのサブナノスケール科学」といった 4 つのサブトピックを推進している。

UKRI の戦略的優先基金 (SPF) は、学際的な研究を支援することや政府の優先事項に対応すること等を目的に、2018 年度に創設されたプログラムである。これまで 2 回の公募が行われており、第 1 回 (Wave1) では、「環境」、「生物学・生物医学」、「AI」、「生産性」、「インフラ」といった 5 つのテーマの下 15 プログラムが、第 2 回 (Wave2) では、「環境」、「健康、福祉及び人権」、「デジタル」、「生産性及び技術」の 4 テーマの下 19 プログラムがそれぞれ実施されている。たとえば、「環境」では「クリーン・エア」や「温室効果ガス除去デモンストラータ」など、「生物学・生物医学 (健康、福祉及び人権)」では「ヒト細胞アトラス」や「核酸治療アクセレータ」、「高度疼痛発見プラットフォーム」など、「AI」では「機械との共生」や「周辺にあるデジタル技術の安全性確保」など、「生産性及び技術」では「英国人口ラボ」や「高信頼性自律システム」、「エクサスケールのコンピューティングの活用」などがトピックとして選定されている。

なお、本調査研究では、MPG における研究所の創設プロセスについても調査を行っている。MPG では、2020 年 1 月 1 日現在、86 の研究所及び研究施設を設置しているが、近年創設された着目すべきものとしては、1921 年に設立されたマックス・プランク金属研究所を再編成する形で 2011 年 3 月に発足したマックスプランク・インテリジェントシステム研究所 (Max Planck Institute for Intelligent Systems: MPI-IS) がある。

## 3.2 戦略策定プロセスの比較

### 3.2.1 プロセスの全般的な特徴の比較

表 3-2 は、調査対象となるプロセスについて、その特徴を一覧としてまとめ、比較したものである。

表 3-2 調査対象プロセスの全般的な特徴 (比較)

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的な策定プロセス	DARPA はルールを嫌い、ルールを乗り越えたところでアイデアを生み出す組織であり、標準的なプロセスや手続といったものは存在しない。 ただし、「技術外交官」としての PM が、多様なステークホルダーとの日常的な交流の中からアイデアを糾合、それらを創造的に統合していくという基本的な手段や、「創造的かつ野心的で世界を変え得ると同時に、実現可能性のあること」という基本理念及びそれを具現化した「ハイルマイヤーの質問」を重視しているところに共通性がある。
米国	NIH の共通基金 (CF) における領域選定プロセス	大きく 2 つのフェーズで構成。フェーズ 1 は発散過程であり、多様な情報源から情報収集を行い、幅広いトピックを特定。フェーズ 2 は収束過程であり、これらのトピックを精緻化し、よく定義された一連のプログラムとして生成。 領域選定における核となる原則・活動として次の 5 つがある：

国	調査対象	特徴
		領域選定のために定義された包括的基準の適用; 多視点からのインプット収集; 体系的なインプット収集; 関連する科学的ランドスケープの分析; 経営陣の関与。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	競争入札で分析支援機関を選定(3~4 の応募から Foresight の専門機関 FhG-ISI を選定)、2 年間かけてベースとなるトピックを形成。 「科学技術的に真に新しいものであること」、「10 年~15 年先を見据えたものであること」を重視、そのため、対話によるコンセンサス形成よりも、分析的アプローチによる気づきの創出に力点。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	多様なステークホルダーからアイデアを収集、共有、深化させる段階と、資格を有する機関がパートナーとなる機関と協働し、プログラムの提案をまとめる段階の 2 つからなる。 アイデアは SPF のために新たに設けられた特別な手続・方法で集められるものではなく、提案資格を有する各 RC や関係する省庁が各自の戦略を策定するために日常的に収集している情報を有効活用。 前段のプロセスにおいてパートナーとなりうる機関間で対話が積み重ねられており、問題意識等が十分に共有された上でプログラム化が図られる。
独国	MPG における研究所(MPIs)の創設及び研究テーマの設定プロセス	MPG では「科学者ファースト」及び「研究の自律性」が強調されている。したがって、研究所(MPIs)の新設は協会本部(MPG)からのトップダウンではなく、実質的に研究者によるボトムアップの形で決定。各 MPI の所長は所内で実施する研究テーマ等に関する決定権・主導権を有する。

出典: 未来工学研究所作成

必ずしも厳密に位置づけられるものではないが、上記のプログラム(研究領域)や研究所の創設について、1) 組織として集会的に対応しているか(組織主導)、組織から権限を与えられた個人を中心に推進されるか(個人主導)という軸と、2) 研究者・研究コミュニティの発想をベースに対話を重視してアイデア形成が行われるか(発想ベース)、分析的アプローチをベースにアイデアの着想を得るか(分析ベース)という軸の 2 軸で整理すると、図 3-2 の通りとなる。

組織主導-研究者の発想・対話ベースの象限に入るものとしては UKRI の戦略的優先基金(SPF)と NIH の共通基金(CF)が、組織主導-分析ベースの象限には DG Connect の FET Proactive が、個人主導-研究者の発想・対話ベースの象限には DARPA や MPG がそれぞれ位置づけられる。

ただし、たとえ個人主導-研究者の発想・対話ベースのプロセスであっても、無限定に裁量が付与されているわけではない。そこには、プロセスを特徴付ける基準があり、それらの基準への適合性について、説明責任を果たす必要がある。次項では、こうした基準がどのように設定されているのかを分析する。



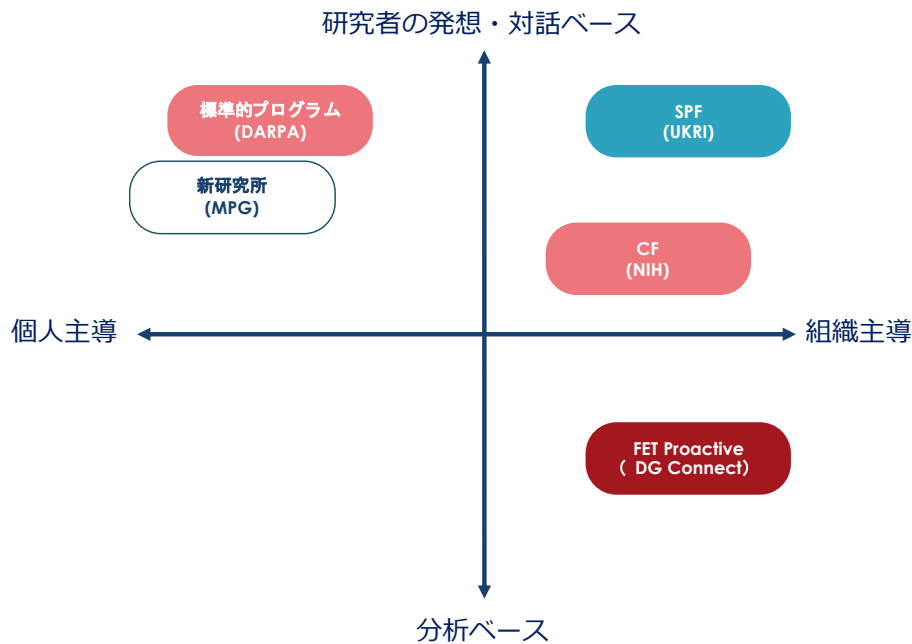


図 3-2 2軸による各事例の位置づけの整理

出典：未来工学研究所作成

### 3.2.2 プロセスにおいて重視されている基準

表 3-3 は、調査対象プロセスにおいて重視されている基準を一覧化したものである。

「新興領域」という特性を反映して、いずれの基準も非常に大局的観点から設定されたものであり、その基準が満たされているのか否かの区分が明確にあるわけではない。このような場合、アイデア形成から具体的なプログラム化の段階に至るまで、関わるメンバーが常に立ち返るべきポイントとしてこの基準を深く理解、共有すること、すなわち、基準を実質化するための仕掛けなり工夫が十分になされていること、プロセスの結果としてできあがったプログラム等がこれらの基準をどのように満足しているのかを言語化できること（説明可能であること）が非常に重要である。

たとえば、DARPA においては、プロセスを主導する PM は局長や室長の前でこの基準に基づく研究提案に関する質問を受け、明確に答えることが求められるし、NIH の CF では、エキスパート・ジャッジを支援するための大規模なデータセットや適確な研究を見出すための方法論開発にも力を入れている。DG Connect の FET Proactive におけるトピック（領域）設定のために実施された Observe プロジェクトも、こうした判断を支援するために行われたものであると言える。また、UKRI の SPF では、ビッグアイデアの意見収集システムやトラックャーによる議論の活性化、各機関において設定されているプログラム開発時の基準など、選定プロセスのあらゆる段階において、基準を実質化するための工夫が行われている。MPG では、「科学者ファースト」、「研究の自律性」を基本とする「ハルナックの原理」が協会創設以来の組織文化として深く根付いており、関係者間で価値観の齟齬がそもそも生まれにくい構造にはなっているが、研究者や研究内容の品質管理のための評価方法も常に再検討され、改訂されるなど、基準を守り続けるための不断の努力が行われている。

表 3-3 調査対象プロセスにおける選定基準等（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	ハイルマイヤーの質問に集約：①目的；②現行の方法の限界；③提案するアプローチの新規性及び有効性；④受益者及び成功のインパクト；⑤リスク；⑥コスト；⑦時間；⑧中間・最終段階における成功の基準
米国	NIH の共通基金(CF)における領域選定プロセス	以下 5 つの包括的基準の下推進：①トランスフォーマティブであること；②触媒作用があること；③相乗効果があること；④分野横断型であること；⑤ユニークであること。例外的なインパクトをもたらさうるトピックであるか、さらなるインパクトを生む研究につながる「触媒」効果のある研究であるかが最重要視
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	新規性と先見性が全体を通じた基準。「新しさ」とは「10 数年前から取り上げられ続けられている研究ではないもの」のこと。イノベーションの種を拾って育てるのがプログラムの狙いであり、社会経済的インパクトより技術面の新しさを優先
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	3 つの目的に対する適合性を重視：①学際的研究及びイノベーションを促進すること；②政府の優先事項と UKRI による投資をリンクさせること；③(単独の RC では取り扱えず、そのため通常の予算枠組みでは支出困難な)戦略的優先事項や機会であること。「分野間にまたがる品質の高い研究を実施するためには、数多くの RC や政府機関が協力して行う共通の研究ファンド」が必要というナース・レビューの問題意識を強く反映
独国	MPG における研究所(MPIs)の創設及び研究テーマの設定プロセス	MPIs 所長として承認・任命される基準は以下の通り：①多様性のある研究を推進し、自律性の高い研究所にしていく、或いはそれを維持していく能力があること。特に分野横断的な研究を行い、新興研究分野で他にない業績を残せる人物であること；②リスクの高いプロジェクトで、知的好奇心から始まる研究を達成できること；③ベンチマークが難しく、研究のインパクトの測定が容易ではない研究も手がけることができること

出典：未来工学研究所作成

### 3.2.3 エビデンスの収集・分析

表 3-4 は、調査対象プロセスにおいてエビデンスをどのように収集、分析しているかの特徴を、一覧化したものである。

収集されるエビデンスとしては、いずれの事例も質的なデータが多く、量的なデータはほとんど集められていないか、限定的なものにとどまっている。また、収集したエビデンスをもとに本格的な調査分析まで行っているのは、DG Connect の FET Proactive のみである。この事例においては、エビデンスの収集、分析を外部の専門機関に委託して実施している。

ただし、これらの事例において、エビデンスが軽視されているわけではない。たとえデータ分析などは行われなくとも、意見、判断の背景にある明確な根拠が求められる。これらの根拠には量的なデータなども当然含まれるが、それがすべてというわけではなく、意見、判断が「反証可能性」な形で提示されているかどうかの本質的である。すなわち、批判に広く開かれていることが重要であり、そのため、いずれの事例においても、論理性と双方向性(対話)を確保するための工夫がプロセス全体を通じて様々に行われていると言える。

表 3-4 対象プロセスにおけるエビデンスの収集・分析（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	PM が、研究者の中に入り込み共に考えることでアイデアを創出。具体的には、関連学会への参加やワークショップの主催、意見招請 (RFI) の活用に加え、研究者のもとを直接訪問しての意見交換等を実施。領域策定におけるアイデア生成の主たる情報源は研究コミュニティであり、こうした情報源からの情報を PM 自身が統合し、具体的な領域を企画立案。学術論文等も技術動向の把握やアイデアの源泉となるが、この過程において、「客観的」な調査分析が行われているわけではない。
米国	NIH の共通基金 (CF) における領域選定プロセス	トピックの発散過程 (フェーズ 1) においては、NIH 内外から幅広くインプットを得るための工夫を実施。特徴的な取組としては、意見招請 (RFI) におけるソーシャルメディアの活用、論文誌の編集者を招待してのワークショップ、イノベーション・ブレインストーム会議 (フィッシュボウル) など。 収束過程 (フェーズ 2) においては、フェーズ 1 で提案されたトピックについて、NIH または国内外の他の資金によって支援されている進行中の研究についての詳細なポートフォリオ分析を研究コミュニティ等との対話を通じて実施、関連する科学的ランドスケープを明確化。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	今後数十年で社会に変革をもたらす可能性がある新興の技術分野を特定することを支援する研究プロジェクトとして、Foresight の専門機関に委託して実施。①複数の異なるスクリーニング手法を用いたホライゾン・スキヤニングにより、171 の潜在的にトランスフォーマティブなトピックを洗い出し、②それらを 34 のクラスターに統合、注目すべき新興領域として定義。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	既存の数量的データも参照されるが、アイデアの生成から発展、選定、意思決定に至るまでとくに数量的な分析などが行われることはなく、「専門家」の意見、判断を重視。 アイデアの発展を追跡、記録するフォーマット (トラッカー文書) などを用いることで、関係者間の共有を図ったり、議論を建設的に積み上げるとともに、事後的な検証可能性も確保。 また、EPSRC における研究領域戦略の策定は、予算制約がある中でバランスのとれた長期的効果を確保するためにはどうしたらよいかという問題意識の下、品質や国にとっての重要性、現行の能力といった観点から英国全体の状況を包括的に分析、研究領域レベルでポートフォリオ全体を継続的に見直すといった取組を実施。その際、研究コミュニティや企業、チャリティその他の資金配分機関などのステークホルダーから様々なエビデンスが収集される。
独国	MPG における研究所 (MPIs) の創設及び研究テーマの設定プロセス	卓越した研究者の見識がすべて。たとえば、研究テーマ等の決定にあたって、被引用数の多い研究や特許数の多い技術、パラダイムシフトを引き起すような研究トピックス等の提案があがってきた場合においても、所長の考えと乖離があれば所長の意向が優先される。

出典：未来工学研究所作成

### 3.2.4 政策ニーズの反映

表 3-5 は、調査対象プロセスにおいて政策ニーズがどのように扱われているのかを一覧化したものである。

いずれの調査対象機関においても科学的な価値・インパクトが最重要視されているが、UKRI 及び MPG を除く調査対象機関がミッション型の機関であることもあり、研究領域を

形成する際のドライビングフォースの 1 つとして、社会的課題が何かしら考慮されていると言える。ただし、気候変動等の中長期的課題が考慮されるのであり、新型コロナウイルス感染症対策など喫緊の課題を除けば、政治的要請に基づく短期的な課題への対応を意識したものではないことに留意する必要がある。

まだ、社会的課題を含む政策ニーズの取り込みにおいて、その実質化を図るべく、オールラウンド型機関である UKRI もしくは UK 政府自体が挑戦的な試みを行っている。具体的には、各省の政策ニーズを反映した「研究関心領域 (ARI)」を背景に各省の首席科学顧問 (CSA) との協議を丁寧に行っているが、各省との調整など双方向のコミュニケーションが過度なものになってしまった場合、合意を形成することに主眼が置かれ、アイデアのジャンプが損なわれることも懸念される。いずれにせよ、SPF は端緒についたばかりの試みであり、評価を行うには時期尚早であるといえる。

表 3-5 対象プロセスにおける政策ニーズの取り扱い (比較)

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	戦略策定プロセスの上流過程には、DARPA が 2 年毎に策定する戦略計画があり、そこで直近の軍部のニーズがとりこまれる。また、DARPA の主要課題は、DOD の 4 年ごとの国防計画見直し (QDR) や国防科学委員会 (DSB) 等で掲げられた優先事項にも対応している。 こうして特定された解決すべき技術課題をもとに、PM がアイデア生成を担うが、このプロセスにおいても、DOD の諮問機関からの提案などが参照される。
米国	NIH の共通基金 (CF) における領域選定プロセス	CF における通常の戦略策定プロセスにおいて、大統領や議会等の政治的意思もしくは上位機関である保健福祉省等からの要請が考慮される仕組みは明示的には存在しない。 ただし、初期の段階では公衆代表者評議会など、社会の側の意向もインプットとして取り込まれる。また、2020 年 1 月の「コロナウイルス支援・救済・経済保障法」の成立を受け、CF に対して 3,000 万ドルの予算措置が行われた。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるプログラムトピックの設定プロセスとそこで用いられた Observe プロジェクトの詳細	最上流では、担当コミッショナー (国際市場担当) の交替により、トピック選定の方向性に影響が出ることもある。具体的には、2019 年秋に Thierry Breton 氏が新コミッショナーに就任したが、気候変動や環境分野の研究に力を入れるよう要請があり、トピック選定の基準にもその影響が出てきている。 トピックの形成過程 (Observe プロジェクト) においても社会にとって長期的に関連する課題やニーズを捉えたり、トピックを絞り込み、洗練させる過程においても、多様なステークホルダーの意見を聴取していたりする。
英国	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	プログラム目的の 1 つとして「政府の研究・イノベーションにかかる優先事項及び機会と UKRI の投資とを効果的につなぐよう保証すること」が掲げられており、政策ニーズを非常に重視。 領域選定プロセスの初期の段階では、各省の政策ニーズを反映した「研究関心領域 (ARI)」を背景に各省 CSA との協議が緊密に行われており、結果的に、ファンディングの 91% が CSA が支持するプログラムに割り当てられている。
独国	MPG における研究所 (MPIs) の創設及び研究テーマの設定プロセス	研究所長の任用、すなわち、新研究所で推進する研究領域の決定にあたっては、会長が議長を務める評議会 (メンバーの 3 分の 1 が政治家) の承認が必要であるが、実質的には所長候補者を中心に作成される企画提案書の通りに決定される。ただし、評議会メンバーが納得できる説明が求められる。

出典: 未来工学研究所作成

### 3.2.5 ネットワークの構築・活用

表 3-6 は、調査対象プロセスにおいて、研究コミュニティやステークホルダーとのネットワーク構築がどの程度意識され、また、活用されているのかの特徴を比較したものである。

MPG を除けば、いずれの取組においても、ネットワーキング活動、特に研究コミュニティとの関係構築に力をいれており、戦略策定プロセスにおける本質的な活動として位置づけられていることが分かる。

「少人数の研究者のアイデアだけでは、革新的な研究に結びつかない」、「発明は単独で行うこともできるが、複雑なイノベーションにはイノベーターの集団が必要」という DARPA の信念によく現れているように、いくら魅力的なトピックを設定したとしても、研究の担い手がいないと絵に描いた餅にすぎず、また、たとえ突出した研究成果が特定プロジェクトから生まれたとしても、それだけでは新興領域としての大きなムーブメントにはつながらない。そのため、研究コミュニティとの共創によりトピックを形成し、決定していくというプロセスを踏まえることで、当該トピックに対する認知やオーナーシップを高めることに注力していると言える。

表 3-6 対象プロセスにおけるネットワーク構築・活用（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	「少人数の研究者のアイデアだけでは、革新的な研究に結びつかない」、「発明は単独で行うこともできるが、複雑なイノベーションにはイノベーターの集団が必要」という信念の下、技術外交官としての PM が研究コミュニティの巻き込みに注力。所外の研究者ネットワークとの関係強化を持つために、PM の活動時間の 25%が出張に費やされる。
米国	NIH の共通基金(CF)における領域選定プロセス	フェーズ1では、主催会議に様々な分野のトップ研究者を招き、エマージングなアイデアや科学的な好機について議論。一方、より広い研究者コミュニティからの情報を得るための追加的な手段として、ソーシャルメディアの活用に挑戦、誰でも参加できるオープンな情報交換のための会合も全米で主催。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	プログラム自体が新たな学際的研究コミュニティの構築を目的としており、トピック策定プロセスにおいても、大規模(300人規模)なものから中規模(30人規模)、小規模(4~7人)なものに至るまで、様々な意見聴取のための取組を実施。また、プロジェクトの有望な成果を真の技術的・社会的なブレイクスルーと破壊的なイノベーションに転換するための枠組みとして、トピック「EIC イノベーション活動への移行」も設定。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	「ビッグアイデア」に象徴されるように、研究コミュニティやステークホルダーからのインプットや関係構築を非常に重視。こうした傾向は SPF に限定されるものではなく、たとえば、EPSRC では戦略の立案やポートフォリオ管理等を行う上で、多様な主体からインプットを得、持続的な関係を構築していくための様々なしかけを用意。
独国	MPG における研究所(MPIs)の創設及び研究テーマの設定プロセス	研究所新設の際には、所長候補となるリーダー的研究者がその分野の研究仲間たちと計画を立案。MPG 本部や設立予定地域の地方自治体などと事前のすり合わせを実施。ただし、これらのネットワークは通常の研究活動と一体的なものであり、所長も当該人物の卓越した研究能力で選定されるため、意識的にネットワーキングが行われたり、それを基盤とした情報収集や意思決定が行われるわけではない。

出典: 未来工学研究所作成

### 3.2.6 リソース（予算）及び実施体制

表 3-7 は、調査対象プロセスのうち、特にエビデンスの収集・分析等に投入されるリソース（予算）や実施体制を一覧にしたものである。

本調査項目については得られた情報が少なく、また、比較のベースも異なっているため一般化することは難しいが、事務局自らが本格的な調査分析活動を行っておらず、その業務も DARPA をのぞけばロジスティクスを中心としたものとなっており、少人数体制で戦略策定が行われている。

予算についてはほとんど情報が得られなかったが、NIH の共通基金における「共通基金データエコシステム」の構築・維持費や、FET Proactive のトピック設定のための研究プロジェクト Observe に対する外部委託費など、相当額の投資を行っている事例もみられた。

表 3-7 対象プロセスにおけるリソース・体制（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	PM 自らが全米各地で革新的アイデアとその所有者の探索等を行い、プログラム案を企画、局長、局次長、直属の室長で協議するなど少人数で対応。所外の研究者ネットワークとの関係強化を持つために、PM の活動時間の 25% は出張に費やされる。 予算についての情報は得られず。
米国	NIH の共通基金(CF)における領域選定プロセス	戦略策定プロセス、特にフェーズ1の計画立案やロジスティクスなどの実務は、OSC/DPCPSI 課長のワイルダー博士及び担当職員の 2 名体制で実施。 戦略策定や評価、そのためのインフラ整備にかかる予算として、約 23 億円(2020 年度計画)を計上。その多くは「共通基金データエコシステム」と呼ばれるインフラ構築のために充てられており、バイオインフォマティクスや大規模データ分析の専門性が関わる様々な分野の研究者が活用できるデータセットやツールを提供するとともに、CF のマネジメントツールとしても活用。その他、戦略策定のための情報収集にかかるコストとして、カンファレンス等の開催費用があるが、年間 5 件、1 件あたり 600 万円程度。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	Observe について、プロジェクトチームには Fraunhofer ISI の 3 つのコンピテンスセンターのメンバーが関与、Dr. Philine Warnke(研究代表者)、Dipl. Ing. Elna Schirrmeister、Dr. Bernd Beckert の 3 氏が中核。 予算は 2 年間で約 5,000 万円。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	UKRI の戦略部門に設置された SPF チームが、政府科学庁(GO-Science)との緊密な連携の下全体をマネジメント。チームは、当初 2 名の専従スタッフ(FTE 換算)とリーダーで構成されていたが、Wave 1 のプログラム実施時から 3 名に増員。 予算についての情報は得られず。
独国	MPG における研究所(MPIs)の創設及び研究テーマの設定プロセス	体制及びリソースについては未調査。

出典:未来工学研究所作成

### 3.2.7 エビデンス等の活用

表 3-8 は、収集されたエビデンスやそれらをもとにした調査分析等の結果がどのように活用されたのかについて、一覧にまとめたものである。

表 3-8 対象プロセスにおける結果の活用（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	研究コミュニティとの信頼関係に基づく交流からもたらされる情報を裁量と見識を持った PM が統合することで領域（プログラム）は具体化されていく。PM 自身によるこうした知識交流自体がファンディングの実効性を高めることにも寄与。
米国	NIH の共通基金(CF)における領域選定プロセス	参加型のアプローチに加え、ポートフォリオ分析などを組み合わせることで、プログラム化。その際、有望なトピックを形成・選定するだけではなく、明確に定義された目標とマイルストーンを含む戦略計画や柔軟な見直しを前提とした実施計画を同時に策定することで、調査分析等の結果が有効活用される仕組みとなっている。 経営陣をプロセスの早期の段階から関与させることで、組織をあげた取組としての実効性も担保される構造に。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	Observe において、ポートフォリオ分析や文献分析等の分析的アプローチは新興トピックの洗い出しのために活用（トピックの絞り込み過程では主に対話型アプローチを活用）。Observe 全体の成果は、Proactive のトピック設定時の参照情報として有用であったとされるが、最終的に設定されたトピックに具体的にどのように反映されたのかの関連性は不明。 なお、Observe の詳細な方法論や成果はウェブサイトを通じて一般に広く公開されており、学術的・社会的意義が大きい。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	ホライズン・スキニングを含め、国として振興すべき新興領域を見出すための調査分析活動は、SPF の領域設定のためだけに特別に行われているものではなく、各省や研究コミュニティ等との協働の下、日常的に行っている活動と一体的なものとなっている。したがって、その結果は、SPF のようなプログラムにおける領域設定のために用いられることもあれば、ARI のような省庁レベルの優先領域リストや各 RC の SDP のような機関としての戦略に活用されることもある。
独国	MPG における研究所 (MPIs) の創設及び研究テーマの設定プロセス	研究所の新設もそこで実施される研究テーマ等も、研究者個人の卓越した見識に基づくものであり、そこから生まれたアイデアは原則としてほぼそのまま意思決定に反映される。

出典：未来工学研究所作成

前述のように、本格的な調査分析活動を行っているのは FET Proactive のみであるが、対話型アプローチを通じて収集されたエビデンス等も含めると、概ね目的とする領域やトピックの設定に有効活用されているといえる。

活用が促進された要因としては、NIH の共通基金 (CF) における「核となる原則・活動」に示されているように、「多視点から」「体系的に」エビデンスを収集していたこと、実質的な意思決定権者がプロセスの早期の段階から関与していたことが共通点としてあげられる。

また、用いられるエビデンスも、当該プロセスにおいて改めて収集されるものというよりも、日常的な活動の中で収集されているものであり、汎用性の高い情報となっている。そのためのデータ基盤の整備にも力が入れられており、エビデンスの有効活用に向けた環境を充実化させる工夫も随所にみられる。FET Proactive のために新たに立ち上げられた Observe プロジェクトでさえも、ファンディングにかかるデータ基盤などがあって初めて実現可能であったといえるし、その方法論の詳細や成果を広く一般に公開することで「知的資産」としての価値を高めているといえる。

さらに、プロセスにおいては、実際にプログラムを所掌する機関なり部署が研究領域やトピックの設定に関与しているだけでなく、プログラムの具体的な作り込みも行っている

ことも特筆に値する。一見当たり前のように思われるが、このことはエビデンスを有効活用するインセンティブにもなっており、政府などの上位機関が目標を与え、それを実現するための計画をファンディング機関などの実施機関が策定するといったやり方ではない方法の有効性も示唆している。

### 3.2.8 改善課題

本調査では、調査対象機関において認識されている課題についても、可能な限り把握に努めた。表 3-9 は、その結果を一覧化したものである。

なお、短時間のインタビューであったこともあり、十分に「本音」を引き出せていない可能性もある。また、UKRI については改善課題についての言及はなく、そのため、調査実施者としての視点でとりまとめている。

表 3-9 調査プロセスにおける改善課題（比較）

国	調査対象	特徴
米国	DARPA におけるプログラムの標準的策定プロセス	今回の調査では、DARPA の PM 等のスタッフから直接情報収集できなかったが、1957 年の創設以来基本的には同じ方式が継続して採用されていること、また、米国内外で DARPA 型の組織やプログラムが相次いで立ち上げられていることを考えると、本質的な改善課題は特に認識されていないと言える。DARPA の内情に詳しい有識者 2 名へのヒアリングにおいても改善課題に関する指摘はなかった。
米国	NIH の共通基金(CF)における領域選定プロセス	CF の戦略策定プロセスでは、より良いプログラム形成のために様々な手法が取り入れられ、また、見直しが行われている。Wilder 氏によると、「こうした方法にはいずれも利点と欠点があり、一つで済む標準的な方法というものはない」が、試行錯誤しながら望ましいやり方を常に模索している状況。
EU	DG Connect の FET Proactive におけるトピック設定プロセスとそこで活用された Observe の詳細	DG Connect の Walter VAN DE VELDE 氏は、プログラムが 10 年 15 年先を見据えたものであり、「今後も継続してポートフォリオ分析を行っていくこと」の必要性に言及。FhG ISI の Kuhls 氏は、政策担当者と分析担当者とのコミュニケーション上の課題を指摘。
英国	UKRI の SPF における領域選定プロセスとその基盤となる EPSRC のポートフォリオ及び戦略的優先事項管理システム	改善課題についてはインタビューで言及なし。各省や研究コミュニティとの調整など双方向のコミュニケーションが過度なものになってしまった場合、合意を形成することに主眼が置かれ、アイデアのジャンプが損なわれる懸念も。
独国	MPG における研究所(MPIs)の創設及び研究テーマの設定プロセス	Simone BISCHOFF 氏は、研究者側からすれば、「科学者ファースト」、「研究の自律性」等が保証され、自由裁量の幅が大きいので良いシステムであるが、自由裁量が認められている分、研究者や研究内容の品質の管理が大変重要、と指摘。そのため、研究者とその研究及びその他スタッフの評価方法も常に再検討され、改訂されており、「いかに人材の品質を維持するかが、この方針の存続に関わっている」としている。

出典：未来工学研究所作成

インタビュー調査では、現行のプロセスについて、特に大きな改善課題は指摘されていない。長い伝統を持つ DARPA や MPG の仕組みは実績を積み重ねてきたからこそ現在に至るまで大きな変更もなく生き残ってきたと言えるが、PM や研究者の見識に依存するプロセ



スであるため、その成功要因は言語化しにくく、一般化もしにくい。そのような中であって、MPG では研究者及び研究内容の品質を保証するための評価システムを常に見直しており、その変遷等を追うことで大きな示唆が得られる可能性がある。DARPA については軍事研究という特殊性もあるが、世界各国でいわゆる DARPA 型と呼びうるファンディング制度が相次いで立ち上げられており、それらの比較分析を行うことで一般化可能な知見が得られる可能性がある。

NIH の共通基金、DG Connect の FET、UKRI の SPF については、新興の取組であることもあり、いずれも試行錯誤している状態であるといえる。その中で指摘できるいくつかの重要な点として、継続的な調査分析の実施にかかる課題がある。Observe にみられるような、高度な専門性が求められる調査分析活動はプログラム運用側で内製化することが難しく、外部の専門機関を活用せざるを得ない。第三者機関がこれを実施することの積極的な意義もあるが、「外部委託」という方式の場合、予算上の課題に加え、委託元と委託先のコミュニケーション上の課題もでてくる。また、SPF の事例でも指摘したように、各省や研究コミュニティとの調整など双方向のコミュニケーションが過度なものになってしまった場合、合意を形成することに主眼が置かれ、アイデアのジャンプが損なわれる懸念もある。多様な制約がある中で、分析的アプローチと対話型アプローチのバランスをどのようにとっていくべきかが大きな課題であるといえる。

### 3.3 調査分析結果からの示唆

以上、調査対象として 5 つの事例を取り上げ、それぞれにおける戦略策定プロセスの詳細をとりまとめるとともに、比較分析を行ってきた。以下では、本調査分析のまとめとして、調査結果から得られる日本への示唆をいくつか提示する。

#### 3.3.1 分析的アプローチの活用と留意点

今回の調査対象としたプロセスのうち、分析的アプローチを本格的に導入していたのは EU の FET Proactive のみであった。その背景には、「研究に関わることはその専門家である研究者が最も良く知っている」という共通認識がある。

一方、新興領域の多くは学際性を持つものであり、特定分野のトレンドを外挿しても革新的なアイデアは出てこない。FET Proactive のために実施された領域探索プロジェクト Observe では、多様な視点や情報源から収集した情報をもとに様々な分析を行うことで、候補となるトピックを抽出し、それらを議論の俎上に載せることで、政策決定者や研究者の発想を刺激し、判断を支援していた。このように、分析的アプローチは、アイデアの視点を固定化させたり、アイデアの収束過程において意思決定に代替するものとして用いるのではなく、アイデアを発散させる過程で用いるべきであろう。

研究コミュニティやステークホルダーの意見など、質的なデータを用いる場合においても、「多視点から」「体系的に」情報収集を行うこと（NIH）や、「情報源に制約を設けず、あらゆる分野、人物から情報を収集」すること（Observe）が意識されていた。そのために、SNS 等を活用した意見招請制度など様々な試みも行われている。こうした仕組みを整備していくことも今後求められる。当然のことながら、その前提として、データ基盤などのイン

フラ整備も欠かせない。

なお、質的データを中心に領域設定を行っているからといってエビデンスが軽視されているわけではなく、逆に、量的分析を行っているからといって、プロセスの精度が保証されるわけではないことに留意する必要がある。前述のように、いかなる場合であっても、意見、判断の背景にある明確な根拠を提示しなければならず、それらが「反証可能性」に開かれていることが重要である。これを実質化するためには、検討の過程で用いた方法論の詳細やデータを含めて社会に広く公開すること（Observe）や、プロセスや結果の妥当性を事後的に検証し、改善課題を見出すための評価システムを事前の段階から構築しておくこと（MPG）が求められる。

### 3.3.2 アイデア創出のドライビングフォースとしての社会的課題

MPG を除く機関においては、学際的な研究領域のアイデアを創出する際のドライビングフォースの1つとして、社会的課題が何かしら考慮されている。異分野融合のためには「とっかかり」となるものが必要であるが、共通のターゲットとして社会的課題を設定することで、分野間の結合を促進しようとしているといえる。

ただし、社会的課題といっても、前述のように、気候変動等の中長期的課題が考慮されるのであり、新型コロナウイルス感染症対策など喫緊の課題を除けば、政治的要請に基づく短期的な課題への対応を意識したものではないことに留意する必要がある。たとえば、科学技術振興機構のCRESTなどはまさに「出口を見据えて、シーズ側からアプローチする」目的基礎研究型のファンディングプログラムであり、「事前には予測しえない成功」の可能性を秘めた幅広い研究を支援することで、将来社会における課題解決の選択肢を拡張することを目指している。これは現在直面している課題の解決に向けて一点に収束して向かっていくようなタイプのプログラムとは本質的に異なるものである。

社会的課題の解決を目指しつつ、すぐに課題解決につながらないこうした研究について、社会からの納得を得ながら進めるのは一筋縄ではいかないが、社会とのコミュニケーションのあり方を含めて、その具体的な方法を日本でも検討していく必要がある。

### 3.3.3 コミュニケーション・デザインの重要性

MPG を除く各機関では、政府を含む多様なステークホルダーや研究コミュニティとのコミュニケーションが非常に重視されるとともに、ファンディングを行う組織内でのコミュニケーションも活発に行われていた。特にUKRIにおいては、政策コミュニティ（政策ニーズ）と研究コミュニティ（研究ニーズ）を二項対立的に捉えるのではなく、2つのコミュニティが共創的にプログラムを立案していくための工夫が随所でみられた。これがうまくいけば、政策側の理解及びコミットメントの調達と、研究側の研究領域に対する認知やオーナーシップの向上も同時に図ることが可能になる。特に後者について、「少数の研究者のアイデアだけでは、革新的な研究に結びつかない」、「発明は単独で行うこともできるが、複雑なイノベーションにはイノベーターの集団が必要」というDARPAの信念は、その前提としてのコミュニケーションの重要性を端的に表したものであるといえる。

一方、前述のように、各省や研究コミュニティとの調整など双方向のコミュニケーションが過度なものになってしまった場合、合意を形成することに主眼が置かれ、アイデアのジャ

ンプが損なわれる懸念もある。そのため、「合意」を調整原理としないコミュニケーション・デザインをいかに実現できるかが重要である。

こうした調整原理としては、本調査でも中心的な検討課題の1つであった「基準」が挙げられる。これは、関わるメンバーが常に立ち返るべきポイントとして基準を深く理解、共有することで、アイデアの革新性を維持しようとする考え方である。ただし、調査対象としたいずれの事例においても、基準は大局的観点から設定されたものであり、その基準が満たされているのか否かの区分が明確にあるわけではなかった。すなわち、先行事例においては、最初から精緻な基準を提示するのではなく、コミュニケーションを通じてそれを実質化し、共有化していく対話のプロセスとセットになっていたことは特筆に値する。こうした工夫は日本においても参考にすべきであろう。

### 3.3.4 戦略策定プロセスにおける役割分担のあり方

最後に、上位機関である各省とそのエージェンシーである資金配分機関との関係性にも関わる課題を指摘しておきたい。

今回取り上げた事例においては、実際にプログラムを所掌する機関なり部署が研究領域やトピックの設定に関与しているだけではなく、プログラムの具体的な作り込みも行っている事例もみられた。すなわち、政府などの上位機関が目標を与え、それを実現するための計画をファンディング機関などの実施機関が策定するといった役割分担ではなく、評価制度等を通じて上位機関である政府との緊張関係は維持しつつ、共創的にプログラムの立案に取り組んでいくような方式である。

日本における資金配分機関は、諸外国と比較すると独立性、自律性が低いと指摘されているが、政策と研究とをつなぐ中間機関としての特性を最大限に発揮していくためにも、今後はこうした方向性を目指していくことが妥当なように思われる。

#### 【参考文献】

OECD, The Research System. Comparative Survey of the Organisation and Financing of Fundamental Research. Volume 1: France, Germany, United Kingdom, 1972.

Braun, D., Who governs Intermediary Agencies? Principal-agent Relations in Research policy-making, *Journal of Public Policy*, 13: pp.135-162, 1993.

未来工学研究所, 「技術革新がもたらす安全保障環境の変容と我が国の対応」(令和元年度外交・安全保障調査研究事業費補助金(調査研究事業)), 2020年3月(予定).



## 4. 付属資料：インタビュー記録

以下では、本調査で実施したインタビュー記録を掲載する。

なお、新型コロナウイルスによる感染症の世界的流行により、2箇所を除いてすべてオンラインでのインタビューとなった。期限がある中で日程や実施方法の再調整等を行った影響もあり、十分な時間が確保できないことも多かった。そのため、情報が不十分なものについては、インタビュー後に可能な限りメールや電話でフォローアップを行い、本文中に反映したが、以下の記録はインタビュー実施時に得られた情報をまとめたものであり、十分な検証が行われていない情報も含まれている可能性がある。

### 4.1 DARPA①：Dr. William Bonvillian (MIT)

項目	内容
対象	DARPA: 標準的プログラム
実施日時	2020年3月11日 22:30~23:30(日本時間)
対象者	Dr. William BONVILLIAN: Lecturer at MIT in Science Tecnology and Society and Political Science Departments/ Senior Director, Special Projects, at MIT's Office of Digital Learning
実施方法	テレカンファレンス
場所	インタビューー: Dr. Bonvillian の自宅(米国マサチューセッツ州) インタビュアー: 未来工学研究所 大会議室(多田、山本)

#### 4.1.1 主なインタビュー事項

- ・ トピックの位置付け、研究トピックの開発・認定の手順等
- ・ 研究トピックの選定における科学的及び社会経済的なインパクトの基準について
- ・ プログラム提案の基準：ハイルマイヤーの質問
- ・ DARPA の構想としての Electronics Resurgence Initiative (ERI) と AI Next Campaign が選定された理由
- ・ DARPA のリサーチコミュニティ等とのネットワークの築き方
- ・ DARPA の 12 の戒律
- ・ PM が提案したが、最終的に採用されなかった研究プログラム
- ・ DARPA のコンバージェンス型の研究におけるアイデアの基準

#### 4.1.2 インタビューの内容

##### (1) DARPA における研究トピックの位置付け、研究トピックの開発・認定の手順等

- ・ DARPA は6つの異なる領域の研究オフィス(室)を持ち、広範な研究トピックを扱っている。それぞれの室が技術のランドスケープを持っており、先端技術開発につながる有力分野に焦点を当てている。室にアイデアをもたらすのはプログラム・マネジャー(PM)であり、ボトムアップのアプローチで、研究トピックが開発される。PMにより今後有力になりそうな分野として特定された領域については、継続的に研究開発が行われる。
- ・ 研究トピックの発案に関しては、PM のイマジネーションが最も重要である。PM の任

期は3～5年で、4年任期が最も多い。PMは、任期の間に研究を望む分野の専門家とミーティングやワークショップを行い、新たな研究領域や課題を見出す。NSFではPM相互のピアレビューにより領域を設定し、研究提案の採否を決めていくのに対し、DARPAではPMはエキスパートかつリーダーとして領域設定を主導する。ピアレビュー方式はかなり保守的な評価方式であり、研究提案も20%程度の採択率となることが多く、漸進的なイノベーションには適合的である。

- PMは、室長（office director）に研究トピックに関するアイデアを提出する。最終的には局長の承認により、研究領域として設定される。DARPA局長によって承認された研究領域は、助成金申請者向けに、Broad Agency Announcements(BAAs)として公表される。

## (2) 研究トピックの選定における科学的及び社会経済的なインパクトの基準について

- まず、DARPAは防衛のために存在する機関だということを強調したい。その研究活動はすべて米国の国家安全保障と関連している。したがって、DARPAの研究は、科学的及び社会経済的なインパクトに焦点は置かれない。
- DARPAはプロジェクト・エージェンシーであり、純粋な基礎研究を行う機関ではない。先端的で実用化の可能性の高い領域の研究開発を行う。実装されることが前提の研究開発をしている。
- もちろん、DARPAのプロジェクトの多くは、デュアルユースを想定しているため、軍用だけではなく、民間セクターや、幅広く科学的及び社会経済的なニーズに見合うものになると考えられる。後にInternetに発展したARPA-Net、GPS、自動運転等は、このデュアルユースの例と言える。

## (3) プログラム提案の基準：ハイルマイヤーの質問

- DARPAにおいては、研究プログラムの提案は「創造的かつ野心的で世界を変え得ると同時に、実現可能性のあること」という基準があり、これを満たさなければならない。具体的にはDARPAで最も重要な基準は、当時のDARPA局長のジョージ・ハイルマイヤーが1960年代に確立した「ハイルマイヤーの質問」<sup>96</sup>である。
- 「ハイルマイヤーの質問」はシンプルな質問事項であるがDARPAで行われる研究プロジェクトは必ずこの基準を満たさなければならない。PMは局長や室長の前でこの基準に基づく研究提案に関する質問を受け、明確に答えなければならない。潜在的な可用性を見極めるための質問である。ARPA-Eでは、炭素固定技術開発などのように、実現に天文学的なコストがかかっても産業全体にとって望ましければ投資するが、DARPAではコスト面もシビアに判定する。逆にARPA-Eでは技術的には実用化可能なものを厳しく見るが、DARPAは技術の実現可能性だけに重点を置いた審査はしない。顕著

<sup>96</sup> ①何をしようとしているのか？専門用語を一切使わずに説明せよ。②それは、現在、どのように実現しているのか？現行の方法の限界はどこにあるのか？③あなたが提案するアプローチの何が新しいのか？なぜそれが成功すると思うのか？④成功した場合、どのような違いを生み出せるのか？⑤リスクとその見返りは何か？⑥どの程度のコストがかかるのか？⑦どの程度の時間がかかるのか？⑧中間試験と最終試験において、成功と判断するものは何か？

な技術ブレイクスルーをもたらさうるアイデアかが問われるのである。

- ・ 局長が最終的な意思決定を行う時の基準もこの「ハイルマイヤーの質問」である。局長ごとにリーダーシップのスタイルとは異なり、1990年代前半には各 PM に直接指示をするタイプの局長が仕切っていた。この局長の前任者は PM の独立性を尊重していたが、局長の交代によって管理が強化され、PM はアイデアの創出を邪魔されていると感じるようになった。ついには数名の PM が辞職するという事態を招いた。このように DARPA は局長の性格により組織文化が左右されることもある。

#### (4) DARPA の構想としての Electronics Resurgence Initiative (ERI) と AI Next Campaign が構想として選定された理由

##### a. Electronics Resurgence Initiative (ERI)

- ・ Electronics Resurgence Initiative (ERI) は少し異なるプロセスで選定されたトピックである。ERI は、パデュー大学の教授が DARPA にやってきて、室長として、研究オフィスの一つである MTO (Microsystems Technology Office) を立ち上げたことに始まる。次世代のエレクトロニクス研究の最前線となっている。ERI には大規模なものから小規模なものまでエレクトロニクスに関する様々な PM の創意によるプロジェクトが組み込まれており、広範な範囲の研究テーマをカバーするようになっている。
- ・ 1970年代に始まったパーソナルコンピューティングの研究では、当時研究をリードした ITO (Information Technology Office : 現在の (Information Innovation Office (IIO) ) は当初単一のテーマを研究していたが、後に小さな研究プロジェクトを並行して行うようになり、パーソナルコンピュータの開発・普及につながった。

##### b. AI Next Campaign

- ・ 誰が AI Next Campaign を始めたのかは知らない。ERI と同様の過程を辿ったと思われる。
- ・ ERI は一人のリーダーシップで開始された。ERI では、まず電子技術が次の戦争を決定づけるという認識をリサーチコミュニティに抱かせることが行われた。DARPA がどんなことに挑戦しようとしているかについて、室長は様々な専門家の集まりに参加して説明を行ったのである。この分野での研究開発には多数の企業や研究者の参画が不可欠だとわかっていたからである。この試みは成功し、多数の関係者を構想として引き込むことにつながった。

##### c. DARPA 室長の役割

- ・ DARPA は PM については多くを語るが室長の果たす役割についてはあまり公にしていけない。しかし、こうした調整機能は DARPA の研究開発にとって極めて重要であると言える。
- ・ 室長はそれぞれの PM を支援する役割を担っている。新規のアイデアと従来の経験のバランスをとることはどの組織でも行われているが、DARPA では新規のアイデアを重要視しており、PM を中心に毎年 20~25% のスタッフを入れ替える。新しい人とアイ

デアが常にやってくる仕組みであり、官僚組織化を防ぐ工夫である。これまで蓄積したノウハウといった経験則を提供するのが室長であり、軍関係者が多く、研究から調達に至るまで多くの知識を有する組織の調整役である。室長はこうした経験に基づき、DARPA の目標や研究開発の課題について組織内外の関係する専門家集団へ説明を行う。PM に加え、室長がこのような役割を果たすことにより、DARPA は組織の外のSME（中小企業）を含む企業や大学の研究コミュニティと十分なつながりを持つことができるのである。

#### (5) DARPA のリサーチコミュニティ等とのネットワークの築き方

- DARPA のリサーチコミュニティとのネットワークの築き方は、NSF や他の研究機関のやり方とは異なる。技術を立ち上げ、実装することを目標にする DARPA では、NSF のような科学の進歩のために純粹に基礎研究を行う機関とは違うやり方が異なる。
- DARPA では、PM は単なる研究計画や予算の管理者ではなく、ハイリスクの技術的ブレークスルーを起こすことを目的に活動している DARPA の PM は、研究者の中に入り込み共に考えることでアイデアを創出しており、所外の研究者ネットワークともかかわりを持つために常に出張している（PM の活動時間の 30%は、出張に費やされている）。
- PM が研究コミュニティに関与することは、DARPA が研究テーマのトレンドや重要性を把握することに役立っている。PM は異なる考え方を持つグループとの交流を重要視しており、PM が構築する研究者ネットワークの中では、大企業であれ SME であれ大学であれ、信頼関係の中でアイデアを共有し創造することで、参加者相互に利益が生まれる。また DARPA 自体がコミュニティである。すなわち、局長、室長、PM の間で常にアイデアの共有や交換があり、進歩につながっている。
- DARPA の研究者とのネットワークの活用の仕方は、NSF の場合とは異なる。NSF は公募（award）を立ち上げることに注力し、研究者との関わりもこの範囲に限られる。ピアレビューパネルでアイデアを審査し、大規模なネットワークを構築しようとはしない。研究者ネットワークは、あくまで特定の公募研究のためのものである。DARPA は、単独の又は少人数の研究者のアイデアだけでは革新的な研究に結びつかないことを知っているからこそ、様々なステークホルダーを含むより大きなネットワークを構築しようとしているのである。
- DARPA の研究者、特に PM は「技術の具現者（テクノロジー・イネイブラー）」であり、先端技術開発の「専門的伝道者（エバンジェリスト）」でもある。通常の実験者とは異なる。PM のこうした技術外交官的側面が果たす役割の大きさは見過ごされがちである。

#### (6) DARPA の 12 の戒律<sup>97</sup>

- どれが最も重要な戒律か、という質問に答えるのは難しいが、①～④、⑦、⑨、⑩、⑪

<sup>97</sup> ①小規模で柔軟であること、②フラットな組織、③官僚主義的弊害を被らない自立性の高い組織、④世界有数の技術スタッフ、⑤チームとネットワーク、⑥継続性と変化を考慮した職員の採用、⑦プロジェクトベースの任務構成、⑧外注サポートスタッフ、⑨傑出したプログラム・マネジャー、⑩失敗を許容する



が核心の戒律であり、残りはこれらから派生した戒律であると言える。

- ⑤（チームとネットワーク）が重要ではないか、という質問であるが、発明は単独で行うこともできるが、複雑なイノベーションにはイノベーターの集団が必要であり、画期的なイノベーションには「大集団」が必要である。DARPA は、イノベーターの「大集団」を見つけるといふ不思議な能力を持っている。このように、研究開発機関として、組織的なイノベーションのレベルで活動しているだけでなく、個人的な面でのイノベーションのレベルでも連携して活動している。イノベーションは組織レベルではなく個人レベルで起きているのだから。これは、他のほとんどの研究開発組織が求めたり達成したりしていない重要な組織属性である。DARPA はスタッフだけでなく、そこにつながっているイノベーショングループも含んでいる。したがって、⑤のネットワーキング機能は、優れたグループを育成するという意味で、DARPA の成功にとって重要な機能である。
- ⑫（様々な協力者の結集と連携）が重要ではないか、という質問であるが、米国では、大学の研究者はブレイクスルーにつながる基礎研究を理解しており、産業の研究者は技術開発と実装を理解している。イノベーションには両方が必要であり、DARPA は大学と産業界の研究者(しばしば小規模で革新的な企業から)を集めて「ハイブリッド」型のアプローチを取り、双方が最も得意とする能力を捉えることが多い。DARPA が BAA を発行し、それに続いて助成金を提供する際は、DARPA は通常、大学と産業界の両方からのポートフォリオアプローチのために複数の研究者チームに資金を提供し、あとで、チーム間でアイデアの流れを確実にするためにそれらのチームを結びつける。これが DARPA の成功の鍵となっている。

#### (7) PM が提案したが、最終的に採用されなかった研究プログラム

- PM が提案したが、最終的に採用されなかった研究プログラムについてどのような基準でそう判断したかの詳細は、DARPA 内での承認プロセスを追うことで理解できる。
  - まず PM は、室長や他の PM と口頭で自らのアイデアについて話し合う。次にワークショップが開かれることが多い。このワークショップには外部の専門家が参加する。委員会が開かれアイデアがプロジェクトになりうるかどうかをテストにかける。研究に必要な支援が何か特定され、実現可能性が審査される。こうしたプロセスの中で採否が判断される。
  - 新しくやってきた局長によるトップダウンの判断でプログラムを承認しないというケースもある。
- ARPA-E の場合は、例えばエネルギー効率の向上や CO2 の削減といった既存の技術の改良を目指す産業ミッションに基づく研究を行っている。研究者の既に持っているアイデアを集めて形にするので、研究者同士は遠隔のコミュニケーションでもアイデアのやり取りが可能である。DARPA の場合は、直接の対面でのやり取りが重視されている。これは、全く新しいアイデアを形にするというミッションの違いによるものである。
- DARPA は他の歴史のある研究機関とは異なり、歴史的蓄積がないので常に未来に向かって行動する。DARPA は保守的な組織文化の対極にある。

---

文化、⑪画期的なブレイクスルーを志向する、⑫様々な協力者の結集と連携

## (8) DARPA のコンバージェンス型の研究の基準

- DARPA は常に、コンバージェントであり続けようとする。分野の融合を目指し従来の「物理学」、「化学」、「生物学」といった枠組みにとらわれない。「bio-engineering」のように知識と技術をインテグレートすることに注力している。これに対し NSF はより伝統的な分野の分類を好む。
- 「ハイルマイヤーの質問」が最も基本的な組織の「基準」である。PM には、常に、これに基づいて研究のアイデアを詳細に説明することが求められる。「街角の文化」とも評される DARPA の組織文化は記述されることを好まない。DARPA はルールを嫌い、ルールを乗り越えたところでアイデアを生み出す組織だからである。一般的な「ルールブック」はなく、かつての局長と PM のコミュニケーションの中で生まれた「ハイルマイヤーの質問」のみが、所員が従うべき「記述された」指針<sup>98</sup>である。

## (9) DARPA 研究における自身の経験と DARPA との係り（参考情報）

- 私は防衛技術の研究開発に関するシンクタンクに 15 年間在籍し、その間、上院のエマージングテクノロジーに関する軍事小委員会の委員長のために数年間働き、議会と DARPA の周辺で、DARPA を含む防衛技術開発の研究の選定プロセスをつぶさに見てきた。
- 後に国防長官となったウィリアム・ペリー（William Perry）議員が、私が在籍していた防衛シンクタンクである IDA に対し、アイデア創出の方法など DARPA の技術開発モデルをつぶさに調べるように依頼してきた。私はその時から公募システムの在り方を含め DARPA をウォッチし続けている。
- 私は、日本を 2 度訪れたことがあり、その際 JST や GRIPS の研究者と DARPA の研究開発モデル、特にインパクトのあるプログラムの実際に関するワークショップや会議に、論文共著者の Atta 博士ら数人と有識者として参加し議論した。日本の国会議員ともこの件で意見交換を行った。

---

<sup>98</sup> DARPA で PM の経験（2008～2013 年：STO（戦略技術室））を持つ Dr. Jinendra Ranka が、書籍「The DARPA Model for Transformative Technologies: Perspectives on the U.S. Defense Advanced Research Projects Agency（William B. Bonvillian, Richard Van Atta, and Patrick Windha（編集）、2019 年）」の 10 章（The Role of DARPA Program Managers）で、「PM として DARPA にやって来る場合、PM として行うべきタスクに関してガイドとなるルールブックは無いが、DARPA の支援スタッフの助けを借りて、必要なタスクを学ぶことができる。これは、DARPA が個人主義的な組織である理由の 1 つである。」と述べている。

## 4.2 DARPA② : Dr. Richard Atta (元 Institute for Defense Analyses: IDA)

項目	内容
対象	DARPA :スピントロニクス (Spintronics) プログラム ; HD システム (High Definition Systems) プログラム
実施日時	2020 年 3 月 19 日 22:00~23:00(日本時間)
対象者	Dr. Richard VAN ATTA: Former senior research staff member of the Strategy, Forces and Resources Division (SF&RD), the Science and Technology Policy Institute (STPI) and the Science and Technology Division at the Institute for Defense Analyses (IDA)
実施方法	テレカンファレンス(電話)
場所	インタビューー:Dr. Richard Van Atta の自宅(米国サウスキャロライナ州) インタビューアー:未来工学研究所 大会議室(多田、山本)

### 主なインタビュー事項

- ・ プログラムの事例 : スピントロニクス (Spintronics) プログラム
- ・ プログラムの事例 : HD システム (High Definition Systems) プログラム
- ・ 科学者コミュニティとの関係、DARPA 研究者のオープンな交流等
- ・ Electronics Resurgence Initiative (ERI)の研究開発に関する助言機関

### 4.2.1 インタビューの内容

#### (1) プログラムの事例 : スピントロニクス (Spintronics) プログラム

- ・ DARPA における磁気ベースおよび量子マイクロエレクトロニクスの開発は、スピントロニクス (Spintronics) プログラムとして、1993 年から 2005 年まで、防衛科学局 (Defense Science Office: DSO)の PM であった Dr. Stuart Wolf によって開始され、継続的に実施された。スピントロニクス・プログラムは、不揮発性磁気メモリ(MRAM)デバイスの開発を目的とするものであり、スピンベース集積回路(IC)の開発を目指す、DARPA のプログラムである SPiNS ((SPin IN Semiconductors)につながった。この時期に Dr.Wolf は、マイクロエレクトロニクスにおける磁気と電子スピンの分野で、PM として、関連する 12 のプログラムを開始した。Wolf 博士は初期のアイデアを発展させ、さらに多様で複雑な技術開発へと発展させようとした人物であり、DARPA における「プログラムの連続的なイニシエーター」と呼ばれることもある。
- ・ 彼は、ある PM を数年間テクニカルアドバイザーとしてサポートしていたことから、その PM に採用された。Wolf 博士は、電子材料、磁気及び関連する超伝導の専門家であり、海軍研究所 (Naval Research Laboratory: NRL) で科学者及びマネージャーを務めた。この経験が彼の知識と人脈の基礎となり、多くの DARPA プロジェクトを構想することができた。このようにして、彼は、量子エレクトロニクスの新しい分野における長年の専門知識を PM の地位にもたらした。
- ・ スピントロニクス研究は、PM と研究者によりボトムアップで提案され、プログラム化された典型的な事例である。DARPA は多様なアイデアを創出する道筋を持っている。スピントロニクス研究の例では DARPA の研究者コミュニティと、防衛に関する基礎研究を担当する部署である DSO がアイデアを提出した。
- ・ スピントロニクス研究に係った研究者が設定した基準は、「初期的な科学的知識を実践

的に応用することが可能か?」、すなわち「新たな科学的発見を用いて、研究者を動員することで、機能し能力のあるデバイスに結実させることができるか?」、というものである。実際の技術開発の現場では「量子に関する知見を用いて、分析作業等に使用できるデバイスを開発できるか?」という問いとして表現されることになった。

- ▶ DARPA の室長や PM が、アカデミアや研究コミュニティに対して新たな研究テーマを探索する際に用いる基準は、「通常ならざるアイデアがあり、実現可能性はあるが、どのように行えばよいのか定かではない(軍としてリーズナブルなコストで製造・保守・運用できる技術・システムを開発するための方法が見えない) アイデアがあるか否か?」である。
- ▶ 具体的には、スピントロニクス の例でいうと、BAA(Broad Area Announcement) の段階では、「電子の動きを測定するなど、分析可能で実際に働く量子デバイスが開発可能であることを示すこと」が基準になる。実際には、DARPA のプログラムでファンディングを受け、研究を行おうとするものすべてに適用される「ハイルマイヤーの質問」を受け、「どのようにして電子の動きを測定するのか?いつまでに測定するのか?コストはどのくらいかかるのか?」といった細かい質問事項の全てに明確に答えなければならない。

## (2) プログラムの事例：HD システム (High Definition Systems) プログラム

- DARPA の High Definition Systems プログラムは、1989 年に High Definition TV プログラムとして開始された。1990 年に、High Definition Systems Program と改称され、1993 年まで DARPA の国防製造室 (Defense Manufacturing Office) で始まった。この室は 1991 年に廃止され、このプログラムは電子システム技術室 (現在、マイクロシステム技術室 (MTO)) の一部になった。このプログラムでは、材料や製造技術など、ディスプレイ関連の多くの技術に関する作業を支援した。
- 1980 年代、エレクトロニクスを含む多くの技術産業における米国の競争力は、日本等と比較して低下しているように見えた。これは国家的な関心事だったが、政治的な論争でもあった。議会を牛耳っていた民主党は、研究開発を通じてテクノロジー産業を支援するために政府がより積極的な役割を果たすべきだと主張しており、ホワイトハウスを牛耳っていた共和党は、特定の商業産業を支援する産業政策に反対していた。このような状況の下、1987 年に、半導体産業とその供給業者を支援するためのコンソーシアムとして、SEMATECH (DARPA から資金提供を受けていた)が、議会とホワイトハウスの両政党の支援を受けて設立された。
- 1980 年代半ばを通して、高精細度テレビが家電製品と情報技術の次の推進力になるだろうという大きな議論があった。日本とヨーロッパのテレビメーカーは HDTV のアナログ規格について議論していたが、米国のメーカーは既に、殆どテレビ市場から撤退していた。ディスプレイは、様々な防衛用途にとって重要であると認識されていたが、ディスプレイ産業は、米国のエレクトロニクス分野における能力を維持するためにも重要であるとも考えられていた。
- 米国商務省 (DOC) は HDTV をサポートするプログラムを検討していたが、ブッシュ政権はこれを産業政策として拒否した。DARPA は、防衛上の重要性から、この技術のサポートを正当化することができたので、この制限によって制限されるとは感じなか

った。

- HDTV プログラムは、当時の DARPA 局長が開始した。同局長は、高解像度ディスプレイは防衛に不可欠であるが、米国のエレクトロニクスおよび半導体業界にとっても HDTV は重要だと考えた。エレクトロニクスおよび半導体企業は、国防省が必要とする技術を生産する防衛産業基盤を維持するために重要であると考えられていた。
- 当時唯一残っていた米国のテレビメーカー（Zenith）は、DARPA に研究プロジェクトの提案を持ちかけていた。DARPA 局長らはこれを調査し、他の企業と話し合い、フォトニクスに関するワークショップを開催した。3000 万ドルのプログラムを開始した。1989 年には BAA を発表し、大きな関心を集め、87 件の提案が提出された。
- この事例の場合、PM はプログラムのアイデアの源ではなく、プログラムの方向性を形成する上で大きな影響力を持っていた。このプログラムのアイデアは、DARPA 局長が、長期的に見て業界と防衛産業の両方にとって何が重要かという観点から思いついたものである。PM の役割は、オーケストラの指揮者であり、プログラムの運転手であった。PM は、プログラムを成功させるために埋める必要があるギャップを特定した。この事例は、DARPA の獨創性がプログラムのアイデアにあるのではなく、プログラム内の創造的なアイデアをサポートする能力にある場合もあることを示したものである。

### (3) 科学者コミュニティとの関係、DARPA 研究者のオープンな交流等

- 研究プロジェクトの採否などの審査にあたり、基準の適用が科学的な判断としてなされる場合、そのありようは審査者である科学者の経験や知見、関係のある科学者コミュニティの見解に左右される。
- PM がプログラムを提案の際、PM は明確な態度で基準に対峙しなければならない。すべてのプログラムについて、PM は室長や局長の承認を受けることが必要であるため、彼らの前で基準（「ハイルマイヤーの質問」）に基づいて、プログラムについて詳細な説明をすることが求められる。
  - （参考情報）「ハイルマイヤーの質問」を作った、ハイルマイヤー自身は、液晶テレビの発明者の一人である。彼が、DARPA の局長になる前にメーカー（RCA）の研究者であったときの、1960 年代における液晶テレビの研究開発の基準は、「実際に稼働するプロトタイプを見せること」という具体的なものであった。
- DARPA の研究者コミュニティは極めて旺盛に活動し、新たなアイデアを探索している。これは DARPA に所属する研究者の人付き合いの良さ（openness）によるところが大きい。DARPA は軍の組織であるが、海軍等の他の軍研究所が深いつながりを有する全米の有力大学や有名企業の研究者と様々なチャンネルでつながりを持っている。Openness は DARPA の重要な組織文化である

### (4) Electronics Resurgence Initiative (ERI)の研究開発に関する助言機関

- DARPA は ERI の研究開発開始時において、国防科学委員会（Defense Science Board: DSB）の専門家集団から助言を得た。DSB は、研究開発のプラクティショナーのグループである。DSB のメンバーは通常、経験豊かなシニア層を中心とする、産業界やアカデミアの高位の人物たちである。防衛関連の研究開発について国防次官に助言を行う。

- **DSB** は新興・代替領域の新たな防衛技術的懸念事項について検討し、助言を行う役割がある。**DSB** はそうした領域における専門家の知識を結集し、技術のインパクトを測定し、次に取組むべき研究開発の方向性について助言を行う。**DSB** のこうした取組は、研究のインパクトを評価し取組むべき領域について指標を得るための組織的なメカニズムであると言える。

### 4.3 NIH

項目	内容
対象	NIH: NIH Common Fund (CF)
実施日時	2020年3月13日 22:15~23:00(日本時間)
対象者	Dr. Elizabeth WILDER: Director, Office of Strategic Coordination (OSC), Division of Program Coordination, Planning, and Strategic Initiatives (DPCPSI) Lecturer at MIT in Science Technology and Society and Political Science Departments
実施方法	テレカンファレンス(WebEX)
場所	インタビュイー: Dr. Elizabeth Wilder の NIH オフィス(米国ワシントン DC) インタビュアー: 未来工学研究所 大会議室(多田、山本)

#### 4.3.1 主なインタビュー事項

- ・ NIH CF (共通ファンド) のプログラムで最重要視する選定基準
- ・ NIH の CF 戦略計画立案におけるフェーズ1 とフェーズ2
  - フェーズ1 とフェーズ2 の位置付けと意思決定
  - フェーズ1 とフェーズ2 における基準
  - フェーズ1 の internal input と external input
  - フェーズ2 のポートフォリオ分析と研究目標の絞り込み
- ・ フェーズ1 の external input としての論文誌の編集者招待のワークショップ(Common Fund Journal Editor's Workshops)
- ・ Innovation brainstorm meeting について
- ・ フェーズ1 の業務にかかる人数とコスト

#### 4.3.2 インタビューの内容

##### (1) NIH CF (共通ファンド) のプログラムで最重要視する選定基準

- ・ CF のプログラムにとって最重要の基準は、科学的インパクトの有無である。科学的インパクトをもたらすイノベーションが死活的に重要な要素である。これは、基礎研究領域でも同様である。
  - トランスフォーマティブなインパクトは広範な科学的探究からもたらされる。例えば分子の生体内での挙動についてはわからないことが多いが、生体にポジティブな効果をもたらす分子を特定するために、化学研究、動物実験、人体での検証等にわたる広範な領域にまたがる研究や実験を行う。こうした分野では幅広いチャレンジが必要であり、未知の領域を埋めるための研究プログラムの策定が行われる。
  - 本質的に、期待される科学的インパクトという要素が重要である。分子の生体内挙動のような未知の現象について、研究を通じて知識のギャップを埋めるためにも、科学的インパクトをもたらさう研究対象の広汎性を重視している。こうした大規模で予算のかかる研究を実行できる機関は NIH の他にはないので、知識のギャップを埋める研究を行う責任は重い。
- ・ NIH が行う研究のもたらす社会経済的影響は、研究トピックの選定に関係する要素で

はあるが、NIH は研究機関であり、必ずしも、研究のもたらす広範な社会経済的影響の有無を最重要視することは無い。

- NIH がウェブ上で公開している、CF で投資するプログラムの 5 つの包括的な条件（基準）（overarching criteria）<sup>99</sup>であるが、これら自体は十分に詳細ではあるが、一般的な基準である。

## (2) NIH の CF 戦略計画立案におけるフェーズ 1 とフェーズ 2

### a. フェーズ 1 とフェーズ 2 の位置付けと意思決定

- フェーズ 1 は情報収集のおよびトピック選定の段階であり、フェーズ 2 で目標と戦略を決定する。フェーズ 1 の最後にトピックの決定が NIH 院長によって行われる。
- このトピックを戦略へと発展させるのがフェーズ 2 である。フェーズ 2 の最後に出来上がった戦略を再び NIH 院長が審査し、承認すればプログラムとしてファンディングが開始される。
- NIH 院長自身がアイデアを出すこともあり、その場合原初的で広範なアイデアを CF の形に落とし込むよう我々のチームに要求する。その後分析を行いファンドの戦略プログラムの形にしていくので、NIH 院長のアイデア提出はフェーズ 1 に相当する。

### b. フェーズ 1 とフェーズ 2 における基準

- フェーズ 1 では、例外的なインパクトをもたらさうとするトピックであるか否かが重視される。
  - CF で投資するプログラムの 5 つの包括的な基準（overarching criteria）であるが、これらは、広大な科学の領域の中から研究投資をするに値するものを特定するための基準である。
  - プログラムが成功した際に、さらなるインパクトを生む研究につながる「触媒」効果のある研究であるかも重視している。こうした触媒的研究エリアを特定するために大規模なデータセットを構築している。そうした触媒効果を促すための基準作りが重要であり、あらゆる研究に手を出すよりも触媒的研究を見出すための方法論を開発することが重要である。NIH は巨大組織であり、きわめて多くの研究プロジェクトが進行中である。すべてのプロジェクトは、そのプロジェクト内で達成されていない成果がないか評価される。
- フェーズ 1 は戦略的計画の段階であり、その後、数百の有望なテーマが数件に絞られる。

---

<sup>99</sup> ①トランスフォーマティブであること（今後 10 年間で生物医学や行動学的研究に劇的に大きな影響を与える潜在的可能性がなければならない）、②触媒になり得ること（一定の期間内に、高度のインパクトを持つ目標を達成しなければならない）、③相乗効果をもたらすこと（研究成果は、保健医療分野の利益のために、個々の NIH 研究所やセンターのミッションを相乗的に促進し前進させるものでなければならない）、④分野横断型であること（プログラム分野は、複数の NIH 研究所やセンターのミッションにまたがるものであり、複数の疾患または状態に関連し、協調的な NIH 横断型のアプローチを必要とするほど十分に複雑でなければならない）、⑤ユニークであること（他のエンティティ（事業体）では実行できそうにもない、あるいは、実行することができないものでなければならない）の 5 つが、CF の対象となる一般的な基準（条件）である。



フェーズ1では、まず様々な分野の専門家に広範な質問を行い、研究コミュニティからの助言を得てできるだけ多くの研究テーマをあげる。その後、包括的な基準を用いて絞り込みを行い、さらに特定の度合いを高めるためフェーズ2のプロセスに進む。例えば、分子生物学の研究において、フェーズ1の段階で、ある物質の生体内での物理的挙動が分からずどのような効果が生じるかも不明であったとする。この段階では、経時的な変化の追跡、既存の薬物と比較した場合の物質の挙動の観察などといった様々な研究アイデアがありうる。

- フェーズ1は一般的なアイデアを広く収集し、専門家との討論やワークショップを通じて特定の目標を作り上げていく。トピック選定と最終目標の設定は、科学的判断 (scientific judgement) によって行われる。それを基準として表現するならば「最大限の触媒効果を持つ研究であること」ということになる。
- ・ 続くフェーズ2ではより深い分析を行う。例を挙げると、分子の挙動に関するシミュレーションといった大量のデータセットを用いてそうした物質の有益性を予想し、研究コミュニティにもアイデアを示し情報を募る。フェーズ2ではより戦略的に目標を達成するための方法が特定される。目指すべき目標が何であり、どのような方法でそれが達成されるか、戦略的に特定すべき研究トピックは何かについて決定するための、特定の基準があるわけではない。これは、あくまで科学的判断 (scientific judgement) に基づくものである。

#### c. フェーズ1の internal input と external input

- ・ フェーズ1の external input であるが、生物医療の研究コミュニティはとても大きなものであるため、external input では、カンファレンスに様々な分野のトップ研究者を招いて議論してもらい、エマージングなアイデアや科学的な好機についての情報を得ている。これはもっとも一般的な external input の方法である。
- ・ ただし、こうした方法は本質的に少数の研究者のみを招く点で排他的なものであり、より広い研究者コミュニティからの情報を得るための追加的な手段も必要である。そのためにNIHはソーシャルメディアの活用挑戦している。すでに数回そうした方法でRFI (リクエスト・フォー・インフォメーション) を公表し、だれでも参加できるオープンな情報交換のための会合も全米で主催している。
- ・ こうした方法にはいずれも利点と欠点があり、一つで済む標準的な方法というものはない。最近他の研究分野の論文や白書における情報を探索するという方法も始めたばかりである。効率的な外部情報の収集について模索している最中である。
- ・ これに対し、internal input はもっと容易である。NIHは巨大組織であり内部に多数の専門家を擁しているため情報が欲しければメールや会議でそれらを得ることができるからである。これは困難な課題ではない。

#### d. フェーズ2のポートフォリオ分析と研究目標の絞り込み

- ・ フェーズ2でポートフォリオ分析を行う。例えば、数年前にNIHはマイクロバイオーーム (microbiome) (ヒトの皮膚や口腔内、腸管内など存在する常在菌からなる細菌叢) に関する研究プログラムを立ち上げたが、フェーズ1ではマイクロバイオーーム全般につ

いてのトピックが収集された。そこでは過去に行われたマイクロバイーム一般がもたらす有用または有害な効果についての研究結果が調べられた。フェーズ1での研究の目標はこうしたマイクロバイームとはいったい何かという点の解明に設定される。

- ・ フェーズ2ではさらに分析が行われ、マイクロバイームの働きについての上記の先行研究がより深く調査される。この例では、マイクロバイームについてラットを使った実験結果は豊富であるが、人体での検証がほとんどなされていないことが明らかになった。これは人体での検証を行うには臨床系の研究者の大規模な参加や、大量のデータの取得が必要であることに加え、何より得られた結果を解析する新たな技術の開発がなされていないことが理由である。
- ・ このように、フェーズ2のポートフォリオ分析では、人体での検証が未了であり、その理由が主に解析技術の未開発にあることが明らかにされるのである。微生物が健康な人間と病気の人間とでは異なる働きを見せるのかも明らかにする必要がある。ポートフォリオ分析では人体と技術のかかわりによって未知の領域が解明されるかが重要となる。このプロセスを経て、広範なトピックが、特定の研究目標に絞り込まれる。

### (3) フェーズ1の external input としての論文誌の編集者招待のワークショップ (Common Fund Journal Editor's Workshops)

- ・ 最近、external input の一環として、論文誌の編集者招待のワークショップ (Common Fund Journal Editor's Workshops) を開催している。編集者は常に新たな影響力のある論文に接しており、影響力がありそうだがまだ発表されていない論文の情報も持っている。彼らはエマージングな領域や科学上の好機について広範な情報を有している。こうした取組は始まったばかりであるが、有望な分野を特定するための方法として非常に有益であると考えている。5年前にはなかったような新たな科学の萌芽について、編集者は詳しく動向を知っている。新しい科学のための生命科学の分野でリサーチクエスションを作る際に AI を活用するという事は数年前から盛んに行われているが、編集者たちは AI の活用は新たな科学の探索に有意義であるとしており、こうした分野について研究コミュニティ内部の人間に直接聞く方法を提案している。NIH の諮問委員会は CF での AI の活用を模索しているが、こうした分野についてフェーズ2の検討を行う際に、編集者の知見の貢献は実際に大きい。
- ・ ビデオ・ワークショップはある程度大規模に行う遠隔会議システムによるワークショップである。参加者には、新たな科学の分野に関する影響ある研究の動向など、特定の質問を行う。3グループが3テーマについて討論するもので、1回のワークショップは1~1.5時間ほどかけて行う。

### (4) Innovation brainstorm meeting について

- ・ Fish Bowl は参加者にアイデアの提出を促し、他の参加者がそれを増幅し、修正するという特徴を持ったアイデア創出手段である。論文をもとに、そのアイデアがなぜ将来の新たな科学にとって重要なのか意見を出し合う。
- ・ Fish Bowl のやり方として、異なる人々が短い間隔で議論に出入りするので、異なる背景を持った人々の間で新規の融合的なアイデアが生まれやすい。比較的短い時間でアイ

デア創出を行うのに Fish Bowl は適している。NIH は、Fish Bowl は関係者が受け入れやすいやり方であるため、これを採用している。ただし、Fish Bowl も少人数に限られた人々間でのアイデア創出手段なので、オープンな意見交換のためのカンファレンスなどより多様な人々を巻き込める方法と組み合わせて使っている。

- Fish Bowl をフェーズ 1 に投入するコストは大きくはない。最も経費が掛かるのはカンファレンスの開催（年間 5 件ほど）であるが、費用は 1 件 60,000 ドル程度である。研究費全体から見れば小さな割合である。
- ソーシャルメディアの活用については、コストはほとんどかかっていないはずである。しかし、数年前に行った NIH のソーシャルメディア戦略によって、300 件ほどの新規の研究アイデアを収集することができた。

#### (5) フェーズ 1 の業務にかかる人数とコスト

- フェーズ 1 の業務の主担当職員は当室の 2 名（ワイルダー博士と担当職員）であり、フェーズ 1 の計画立案とロジスティクス業務を行う。
- 実務では NIH 所長、局長、各研究所の所長も参加し、1 日かけてフェーズ 1 の新たなアイデアについて審議を行う。フェーズ 2 では最高の評価のアイデアを出したグループに褒賞を与えることもある。
- PHASE1 の情報収集のためのネットワーク構築についてソーシャルメディアを使う場合は、Facebook や Twitter で生物医療の研究者コミュニティに向けてアイデア募集の告知を行う。NIH のウェブサイトへのリンクを貼っておき、アイデアのインプットができる仕組みである。これは誰であっても利用することができる。他にもオープンなカンファレンスには NIH の管理職が参加し情報を収集する。
- 外国の専門家には情報収集は依頼していない。NIH 周辺の研究者コミュニティ内でのピアレビューが基本である。

#### 4.4 DG Connect

項目	内容
対象	DG Connect EC: Future and Emerging Technologies (FET) Proactive
実施日時	2020年3月16日 11:00~12:15(CET:中央ヨーロッパ時間)
対象者	Mr. Walter VAN DE VELDE: Project Officer, FET-Open-Strategy Officer, European Commission
実施方法	テレカンファレンス(WebEX)
場所	インタビュイー: Mr. Walter VAN DE VELDE の自宅(ベルギー ブリュッセル) インタビュアー: 浜田(未来工学研究所)の自宅(フランス パリ)

##### 4.4.1 主なインタビュー事項

- ・ フラウンホーファーに委託した OBSERVE プロジェクトについて
- ・ FET Proactive のトピックおよびサブトピックの設定について
- ・ FET プログラム全般の動向、FET Proactive の責任者の意見

##### 4.4.2 インタビューの内容

###### (1) フラウンホーファーISI に委託した OBSERVE プロジェクトについて

###### 1) フラウンホーファーISI に委託した背景

- ・ Horizon 2020 のすべてのプロジェクトは競争入札になっており、これも例外ではなく公募が行われた。フラウンホーファーを含め 3~4 件の応募があった。
- ・ 公正に審査し、フラウンホーファーのプロジェクト設計が優れていると判断された。優れていた点は、文献分析、Web マイニング等による新興トピックの洗い出しを行うための情報収集や分析などの技術面の分析計画だけでなく、しっかりした運営委員会の設置など、運営面の計画も信頼できそうなものであったことである。両方が揃ってしっかりしている点が提案として優れていた。

###### 2) OBSERVE プロジェクトの調査研究の結果は FET Proactive のその後のテーマ設定にどのように利用されたのか？

- ・ テーマ設定の材料として大変有用であった。
- ・ 既に終了した、あるいは継続している FET Open や FET Proactive のプロジェクトの傾向を知ることができた。
- ・ 新興技術はどこで生まれてくるかわからない。一定の分野、年齢層、職業などに狙いを定めていてはその芽を拾いきることはできない。その点 OBSERVE プロジェクトの成果(24ヶ月全体調査研究の成果)は、あらゆる方面を見る形で分析が進められていたので、結果は大変興味深いものであった。

###### 3) OBSERVE プロジェクトの成果のメリット、デメリットについて

- ・ 上記 2) の 2 点目でも言及したが、OBSERVE プロジェクトの成果は、あらゆる方面を

見る形で分析が進められていたので、結果は大変興味深いものであった。

- ・ 残念なのは、FET ポートフォリオの調査においてデータの元となった FET Open や FET Proactive のプロジェクトの応募・実施期間が短いという点であった。委託した調査研究には提出期限があり、その期限までに調査可能な材料を使わざるを得なかった。FET Proactive は 10 年 15 年の先を見ていくものであるから、今後もう少し長期間に応募されたプロジェクトを対象としてポートフォリオ分析ができれば良いと思う。

## (2) FET Proactive のトピックおよびサブトピックの設定について

### 1) 設定したトピック

- ・ FET Proactive で設定したトピックは、以下の 3 つである。
  - 新興パラダイムとコミュニティ (Emerging Paradigmes and Communities)
  - 欧州イノベーション会議 (EIC) イノベーション活動への移行 (EIC Transition to Innovation Activities)
  - 環境インテリジェンス (Environmental Intelligence)

### 2) トピックおよびサブトピック設定の基準

- ・ FET Proactive プログラムにおいて、上記 3 つのトピックスにまとめたのは、トピック、サブトピックともに、科学技術として新しいもの、10 年、15 年先の科学技術分野を念頭に入れて選定したことによる。
- ・ FET Proactive の狙いは、10 年、15 年先を展望してブレイクスルー技術を創出・実現させることであるため、科学・技術的に新しく、今の科学技術パラダイムから 10 年以上先のそれへの変化を鑑みた形で、サブトピックを設定した。
- ・ トピック及びサブトピックの設定においては、科学・技術的インパクトを最優先とした。社会経済的インパクトは科学技術的インパクトよりも優先度が低かった。また、ハイリスクのトピックでも、科学技術的インパクトが大きいと考えられるものが優先された。
- ・ Proactive とは、将来を展望して今行動を起こすことである (FET Proactive の場合は 10 年、15 年先)。ブレイクスルー技術は実現するまでに時間がかかり、研究開発従事者にとっては大規模な資金が必要である。だからこそ、FET Proactive のようなプログラムを実施しているのである。

### 3) トピック・サブトピックの設定プロセス

- ・ トピック・サブトピックスの設定に当たっては、以下のような手段で材料を集め、ワーキンググループを作って検討した。
  - FET Proactive に限らず FET プログラム全般のために実施した、オンライン・ヒアリング (約 300 人の技術分野の専門家や技術分野以外の例えば哲学の専門家等との会話)
  - 25~30 人レベルのワークショップでの意見交換 (ワークショップの回数は不明とのこと)
  - 技術分野の専門家、政府の担当者、ワーキンググループのメンバー等が出席する 4

#### ～7人程度の「少人数の会議」

- 上記の技術分野の専門家、政府の担当者、ワーキンググループのメンバー等が出席する4～7人程度の「少人数の会議」で出た結論により、トピックが設定された。
  - 少人数の会議でトピックを設定した理由は、対面形式でより本音が言いやすい環境であることによる。大人数であると会議が形式的になりやすく、この問題についてあまり真剣に考えていない人も加わる可能性もある。
- 上記の「少人数の会議」でサブトピックも決定された。
  - このときの主要な論題は、本当にサブトピックとして募集するに値する技術革新がもたらされるだろうか、ということであった。
  - 参加者があれこれ言って議論が白熱し、疲れる会議だった。

### (3) FET プログラム全般の動向、FET Proactive の責任者の意見

#### 1) 昨年秋の EC コミッショナーの交代によるトピック選定への影響

- 昨年秋に EC コミッショナーが変わったことで何かプログラムの設計・基準の方針に変更があったかという質問であるが、現在のコミッショナー(ティエリ・ブルトン)は、気候変動や環境に関わるプログラムを強化する方針である。そのため、ファンディング・プログラムでも気候変動や環境分野の研究に力を入れるよう要請があり、トピック選定の基準にもその影響が出てきている。

#### 2) FET Proactive の責任者の意見

- FET Proactive においては、FET プログラムの中でも先端技術を追求するプロジェクトを揃えたいと考えている。10年、15年先の展望をもって、技術革新の種を拾って育てるのがこのプログラムの狙いである。よって、社会経済的インパクトより技術面の新しさを優先したい。

## 4.5 Observe プロジェクト

項目	内容
対象	OBSERVE プロジェクト
実施日時	2020 年 3 月 9 日 13:00~15:00(中央ヨーロッパ時間(CET))
対象者	Dr. Kerstin CUHLS Competence Center Forsight, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI
実施方法	訪問インタビュー(浜田(未来工学研究所)インタビュー実施)
場所	Fraunhofer ISI(ドイツ カールスルーエ)

### 4.5.1 主なインタビュー事項

- ・ OBSERVE プロジェクトの概要
- ・ 潜在的可能性のあるシーズの拾い上げの方法 (情報収集、分析方法等)
- ・ 主要注目分野 (Hotspot) の絞り込み
- ・ プロジェクトの成功点、今後のための意見、フラウンホーファーISI の研究ビジョン等

### 4.5.2 インタビューの内容

#### (1) OBSERVE プロジェクトの概要

OBSERVE プロジェクトは、欧州委員会 (以下 EC) が、Future and Emerging Technologies (FET) プログラムの枠組みで、今後強化していく新興の技術分野を特定するため、フラウンホーファー・システム&イノベーション研究所 (Fraunhofer ISI) に委託した調査研究プロジェクトである。2015 年 6 月~2017 年 5 月の 2 年間で実施された。

当該プログラムは、EC が、FET に関するファンディング・プログラムを設計する際のテーマやトピックスを決めるための材料を得ることを目的としており、下記のワークパッケージ (WP) 1~5 から構成されている。

- ・ WP1 : ホライゾン・スキャニング
- ・ WP2 : センス・メイキング
- ・ WP3 : アセスメント
- ・ WP4 : 成果の普及
- ・ WP5 : マネジメント・品質管理

フラウンホーファーISI は、WP1~WP3 で、171 のイノベーションをもたらす可能性のある技術項目 (シーズ) を拾い上げ、最終的に、それらを 34 項目に絞り EC に報告書を提出した。

フラウンホーファーISI は、OBSERVE プロジェクトにおいて、EC に対し、FET に関するファンディング・プログラムを設計する際のテーマやトピックスを決めるための材料を提供することまでをミッションとしているため、インタビューでは、OBSERVE プログラムにおいてフラウンホーファーISI があらゆる可能性を考慮して、最終的に 34 項目の主要注目分野 (Hotspots) を特定するまでの過程における手法、基準等についてインタビューした。

## (2) 潜在的可能性のある新興トピックの洗い出しの方法：情報収集・分析方法から注目すべき新興領域（Hotspot）の絞り込み

あらゆる変革の可能性を拾うため複数の情報収集、分析が行われた。所要人員はフラウンホーファー研究所から常駐で4名、その他ヘルプ（パートタイム的に参加）で3、4名ほどが1年半ほど従事し、作業が行われた。

分析のアプローチは大きく分けると以下の4つであった。

- **FET** ポートフォリオ分析（採用されたもの、応募されたものの両方）
- 文献分析：科学専門サイトの記事をビブリオメトリック分析（ビブリオメトリック分析ツールは委託したソフトウェア会社が開発）
- **Web** マイニング：ツイートなどを半自動スクリーニング
- 人手による情報探索（**Manual Scouting**）：ニュース、ブログ、雑誌、SF小説などからスタッフがピックアップ

人手による情報探索では、データ分析のために、106箇所から618件のデータが入力された。その情報源は以下のようになっている。

- 20のニュース・プラットフォーム（Ars Electronica（メディアアートに関する世界的なイベント）、Instructibles（世界的なDIY専門サイト）等）
- 11のイベント（London Future Festなど）
- 11のフォーサイト専門ソース（IFTF、OECDなど）
- 2005年～2015年に発行された71のSF小説
- 2015年のTEDカンファレンスから"technology"でタグ化されたTED talks
- 技術専門クラウドファンディング
- ツイッター（27チャンネルから70,250件のツイート）<sup>100</sup>
- トムソン・ロイター・リサーチ・フロンツ
- **FET** プロジェクト（採用分67件）
- **FET** 応募案件（FP7とH2020に応募された4,035件）
- 

下図は、データベース化されたデータの例である。

---

<sup>100</sup> 人力でキーワードを設定し、コンピュータでアルゴリズムにかけ分析作業をした。フラウンホーファー研究所の常駐スタッフ4人とパートタイム的に頼んだ3～4人のスタッフで何週間も作業した。



Datensätze verwalten

Fraunhofer ISI

## Potential Emerging Topics

Suche nach ID

ID:

Emerging change hypothesis short name:

found by:

Short description of the emerging change hypothesis:

Type of Change:

Source Type:

Date Publication:

Source:

Identification method:

Cluster:

Thoughts on the novelty of this entry:

Thoughts on relevance for society and EU competitiveness:

Thoughts on Foundational/Disruptive Potential:

Thoughts on the credibility of hypothesis eg quality of source:

link:

background material:

Project:

Date of entry:

ツイッターなどの SNS で出てくるキーワードでの情報収集や、メディアで取り上げられる記事における注目度検索、公開した情報収集サイトの書き込みなどについては、信頼性の低いものが多く、情報の選別には十分に注意を払う必要性があった。

これら 618 件の集められたデータは、「扱われている情報源の多様性」（話題になっているのは 1 箇所のみなのか、複数箇所なのか）、「科学論文数」および「インパクトレベル」の 3 つの評価基準によって 171 のトピックが選定された。

以下は、これら 3 つの評価基準の構成である。

基準に関する項目	基準の内容
扱われている情報源の多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>低: 情報源が 1~3 種類</li> <li>中: 情報源が 4~6 種類</li> <li>高: 情報源が 7~10 種類</li> </ul>
科学論文数	<ul style="list-style-type: none"> <li>低: 論文数が 1~100</li> <li>中: 論文数が 100~1000</li> <li>高: 論文数が 1000~10000</li> <li>超高: 論文数が 10000 以上</li> </ul>
インパクトレベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>Local: ある特定のドメインに影響を及ぼす。</li> <li>Mid Range: 複数のドメインにまたがって影響を及ぼす(例えば、ヘルス、ICT 及びエネルギー分野のアプリケーションで</li> </ul>

基準に関する項目	基準の内容
	使用される新材料)。 ・ Widespread: 社会全体にまたがって影響を及ぼす(例えば、コミュニケーション・パターンに関する根本的な変化) ・ Fundamental: 文明の長期的な未来に影響を及ぼす。

選定された 171 のトピックは、以下の新興トピックのタイプ別に分類された (【 】内は対応する数)。

- ・ N : 課題／ニーズ (Challenge/Need) 【14】
- ・ S : 科学 (Science) 【21】
- ・ T : 技術 (Technology) : 【36】
- ・ SI : ソリューションに関するアイデア (Solution Idea) 【6】
- ・ SP : 社会的慣行 (Social Practice) : 【6】
- ・ C : コラボレーション (Collaboration) : 【7】
- ・ 上記のうちの 2 つのタイプの組み合わせ : 【52】
- ・ H : ハイブリッド (上記すべてのタイプの混合) : 【29】

社会的慣行 (Social Practice) という新興トピックのタイプを例とすると、以下のような形式でトピックに関する情報が評価・整理された。

項目	データ
新興トピックのタイプ	SP: 社会的慣行 (Social Practice)
トピック名	SP1 Cycling Futures (サイクリングの将来)
説明	自転車は、都市やアバンギャルドなライフスタイルの中心的要素として台頭してきている。都市計画とモビリティにおける最も先進的なコンセプトのいくつかは、自転車を中心としている。高度に学際的な研究は、サイクリングを中心とした都市交通システムを確立する方法を探求している。
情報源	Monocle (雑誌名)
インパクトレベル	Mid Range (中程度)
扱われている情報源の多様性	低
科学論文数	高

そこからさらに変化の可能性のある項目を絞りこむために、有識者が参加するワークショップや一般の人たちが参加するワークショップが開催された。ワークショップ開催の際に、識別された 171 の新興トピックをより戦略的に理解し、可視化するために、171 の新興トピックに対応した 171 枚の「Observe カード」が作成された。

このカードは、前述したタイプ別に色分けされたもので、このカードをホワイトボードや机の上に並べて、各カードに関する注目点に関する議論 (例えば、社会的インパクトが大きい、最近急に言及され始めた等と言った議論) や複数のカード (トピック) との相関関係等を議論 (例えば、このカードとこのカードの内容が近い等と言った議論) を行った。

下図は、Observe カードの例である。



この形式のカードは有用だったと判断され、その後の調査研究プログラムにも利用されている。

識別された 171 の新興トピックは、上記のような議論や FET Proactive 関係者のコンサル等を踏まえて、34 個のクラスタに統合された。この 34 個のクラスタは注目すべき新興領域（ホットスポット）として定義された。ホットスポットは、前述した新興トピックのタイプと紐付けられ、前述の 3 つの評価基準毎に評価された。

以下は、ホットスポットに対して紐付けされた新興トピックのタイプ、3 つの基準の評価及びホットスポットに関連する 171 の新興トピックとの対応の例である。

#	ホットスポット	新興トピックのタイプ*	DIV**	PUB***	IMP****	関連する 171 の新興トピック(例)
1	HPC System Disruptions	T, C, H, N, SP	中	超高／発行件数の増加が非常に速い	Widespread	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantum computing challenges cryptography</li> <li>Photonic crystals for optical computers</li> <li>Neuromorphic computing</li> <li>DIY printing of circuits</li> <li>Distributed collaboration platforms</li> <li>その他 6 トピック</li> </ul>
14	Groundbreaking Food Supply Systems	H, T	高	中	Widespread	<ul style="list-style-type: none"> <li>Food systems</li> <li>Synthetic food</li> <li>Automated indoor farming</li> <li>Human animal relationship</li> </ul>
34	Water Challenge	N, S, T	高	高／発行件数の増加が非常に速い	Fundamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Water Challenge</li> <li>Decline of microscopic plant-life in oceans</li> <li>Electric bio rocks save coral reefs</li> <li>New sensors to measure ocean acidification</li> <li>Noise pollution in sea threatens whales</li> <li>Research front: Effects of ocean acidification on marine ecosystems</li> </ul>

\*: N: 課題／ニーズ、S: 科学

\*\* DIV: 扱われている情報源の多様性

\*\*\* PUB: 科学論文数

\*\*\*\* IMP: インパクトレベル

以上を踏まえて、下図のような **OBSERVE 360° Rader** が作成された。レーダーの中のサークルの灰色の○は、各ホットスポット（34 個）の位置を示したものである。サークルの中心に近いほど、新興領域としての注目度が高いものとなる。



### (3) プロジェクトの成功点、今後のための意見

- 良かった点は、情報収集においても、調査研究結果においても「オープン」であった点である。OBSERVE プロジェクトを進める上で、あらゆる可能性を拾うために情報源に制限は設けず、あらゆる分野、人物から情報を得た。また、その調査研究結果は受託元の EC 以外に誰でも見ることができる形にした。
- OBSERVE プロジェクトは、2015 年に受注しおよそ 2 年の間、EC の今後のファンディング計画における材料を作ったが、その後どの部分が実際に使われ、どの部分は使われなかったのかフィードバックの情報が回ってこない。次期 Horizon Europe にどのように反映されているのかより明確な情報が欲しい。

## 4.6 UKRI

項目	内容
対象	UKRI: Strategic Priorities Fund (SPF) EPSRC: ポートフォリオ及び優先事項管理
実施日時	2020年3月13日 10:00~11:30(UTC)
対象者	Mr. Jamie COWIE : UKRI Strategic Priorities Fund(ロンドンからビデオ会議で参加) Mr. Andrew BOURNE : Director of Partnerships/ UKRI Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) Mr. Luke DAVIS : UKRI Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)
実施方法	訪問インタビュー(浜田(未来工学研究所)インタビュー実施)
場所	UKRI 本部(英国 スウィンドン)

### 4.6.1 主なインタビュー事項

- ・ Strategic Priorities Fund (SPF)の概要
- ・ 政府の ARI (Areas of Research Interest) 調査・統合事業と SPF
- ・ SPF のテーマ・トピックスの決定プロセス (概要)
- ・ SPF のテーマ・トピックスの決定プロセス (具体例)
- ・ EPSRC の概要・支援分野のポートフォリオ
- ・ ポートフォリオ管理における4つの視点とファンディング設計の基準
- ・ EPSRC の現在のファンディング設計と今後について

### 4.6.2 インタビューの内容

#### (1) Strategic Priorities Fund (SPF)の概要

##### 1) 概要

- ・ SPF は、イギリスの最も大きなファンディング・プログラムの1つであり、2018年にスタートした。UKRI が管理している。SPF は、同じく英国政府のプログラムである産業戦略チャレンジ・ファンド (Industrial Strategic Challenge Fund: ISCF) とともに強化されている。
- ・ 2018年の Wave 1 では、環境、生物学・生物医療、AI、生産性およびインフラの5つのテーマについて15のプログラムが設定された。これらのプログラムについて、約3億4000万ポンドの資金が提供された。
- ・ 2019年の Wave 2 では、環境、健康・福祉・人権、デジタルおよび生産性・技術の4つのテーマについて9つのプログラムが設定された。これらのプログラムについて、約5億1000万ポンドの資金が提供された。
- ・ Wave 1 と Wave 2 併せて、8億5000万ポンドを超える資金が提供された。

##### 2) SPF の土台

- ・ 2014年12月、英政府は「科学イノベーション戦略 (Science and Innovation Strategy)」を発表したが、その戦略実現のための組織面や具体的施策の検討を行う一環として、

Paul Nurse 卿に調査を依頼した。同卿は調査会議を組織し、2015年11月に、「ナース・レビュー」報告書を政府に提出した。この報告書で同卿は、ファンディングに関し、「分野間にまたがる品質の高い研究を実施するためには、数多くの研究会議 (RC) や政府機関が協力して行う『共通の研究ファンド』<sup>101</sup>」が必要であることを指摘した。

- ・ SPF はこのレビューを土台として、「共通研究基金」を実践する形で設計された。前述した ISCF も同様に、「共通研究基金」を実践する形になっている。

## (2) 政府の ARI (Areas of Research Interest) 調査・統合事業と SPF

- ・ 上記のナース・レビューは、全政府機関が、全政府機関にまたがる形で必要な研究分野リストを作って共有すべきとして、その分野の研究が必要な理由や目標を含めた「研究関心領域 (Areas of Research Interest: ARI)」を整理してまとめることを推薦した。
- ・ SPF のテーマ設定過程においては、各政府機関の首席科学顧問との協議を実施するが、その際、この ARI が重要な判断材料となっている。

<参考情報：英政府の ARI 整理事業<sup>102</sup>>

- ・ 各政府機関は、ナース・レビューを受けて、自身の組織の ARI をまとめている。ARI は、毎年更新するよう指導されている。例えば、労働・年金省 (DWP) の場合、2019年の研究の目標として、①雇用と発展、②障害と健康、③老後の保証、④子供と家族、⑤サービスの提供を掲げ、それらに関する研究を ARI の研究範囲としている。
- ・ 各政府機関がそれぞれの ARI を挙げた後に、事務局がそれら全てを統合・整理し、リスト化している。このリストは、英政府機関、研究会議、学术界等の間で共有され、このリストから合計 140 分野の ARI が抽出され、それらは、5つのカテゴリ (①社会、②テクノロジー、③環境、④経済、⑤政治) に分類された。
- ・ 2020年3月現在、ARI の数は 110 あるが、その数は年度によって変化がある。

## (3) SPF のテーマ・トピックスの決定プロセス

SPF ではこれまで Wave1 と Wave2 の 2 回の公募を実施しており、そのためのプログラム (領域) の形成・選定プロセスは若干異なるが、概ね、SPF のテーマ・トピックスの決定プロセスのイメージは、以下のようにになっている (下図参照)。

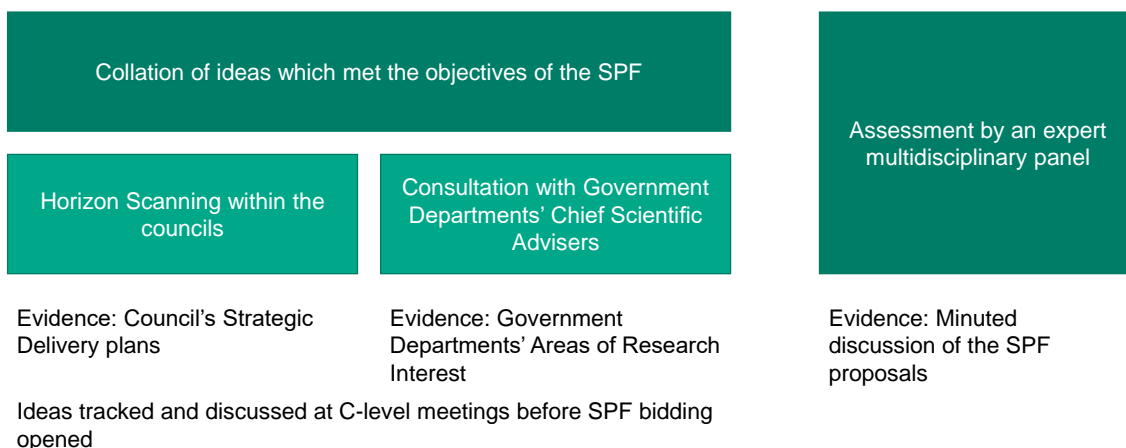
- ・ まず、多様なステークホルダーに対してアイデアを照合した上で、それらのアイデアを関係者間で共有する。ここで照合されるアイデアは、提案資格を有する各 RC や関係す

<sup>101</sup> 2014年12月、英国政府は「科学イノベーション戦略 (Science and Innovation Strategy)」を発表したが、その戦略実現のための組織や具体的施策の検討を行うために、ポール・ナース卿 (Sir Paul Nurse) に調査を依頼した。ナースは調査会議を組織し、2015年11月に、「ナース・レビュー (Nurse review)」報告書を政府に提出した。この報告書でナースは、英国の科学研究のファンディングに関して、「分野間にまたがる品質の高い研究を実施するためには、数多くの研究会議 (RC) や政府機関が協力して行う『共通の研究ファンド』」が必要であると提言した。SPF はこのレビューで提言された「共通の研究ファンド」を実践する形で設計された。

<sup>102</sup> ロンドンの GO Science 訪問 (3月13日午後) の際に説明を受けた。

る省庁が各自の戦略を策定するために日常的に収集している情報が元となっている。このステップにおいては、UKRI 内の SPF チーム が GO-Science と緊密な連携のもと全体をマネジメントする。

- 資格を有する機関に対し、プログラムの提案を求める。各機関は、前段のプロセスにおいて共有され、深められたアイデアをもとに、パートナーとなる機関と対話を積み重ねて、問題意識等を十分に共有した上でプログラムの作り込みを行っていく。
- UKRI 内に設置された分野横断専門家パネルが、各機関からの提案を評価し、採択すべきプログラムのリコメンデーションを行う。



#### (4) SPF のテーマの決定プロセス（具体例）

EPSRC では、SPF のファンディングの支援を行っていることから、EPSRC から、SPF の Wave 2 に採用された「高信頼性自律システム (Trustworthy Autonomous Systems)」(応募したテーマのカテゴリは「生産性・技術」) について説明を受けた。

- 公募では、募集カテゴリとしてのサブテーマを設定せずに、「生産性・技術」というテーマで応募のあった提案全体の中からプログラムが選定された。
- EPSRC が、「Trustworthy Autonomous Systems」を、SPF ファンディング・プロジェクトとして支援するに値すると判断した基準は、以下のとおりである。
  - EPSRC が進める「ビッグアイデア」(EPSRC Big Ideas) に相当するか？
 

「ビッグアイデア」とは、将来性・発展性のあるアイデアを検出し、支援していこうというプロジェクトであり、今後、経済的、社会的、科学的にも、英国にインパクトを及ぼす可能性のある様々な研究について、その研究規模により支援金額を決定し、各種のファンディング・スキーム (SPF、ISCF 等) を使って支援していこうという考えのもとに進められている。「Trustworthy Autonomous Systems」は、この「ビッグアイデア」で行う支援対象プログラムとして認められた。
  - EPSRC の戦略的ポートフォリオの範疇にあり、優先度が高いのか？
    - ◇ EPSRC の戦略的ポートフォリオは以下の 12 分野がある。
      - ✓ エンジニアリング
      - ✓ 材料
      - ✓ 数学

- ✓ 化学
  - ✓ 物理
  - ✓ ヘルスケア技術
  - ✓ デジタル経済
  - ✓ サイバーセキュリティ
  - ✓ ICT
  - ✓ 量子技術
  - ✓ 製造
  - ✓ エネルギー
- 他の RC の優先項目との整合性が取れているか？
  - 「持続可能な開発」の目標達成に役立つのか？
  - 既に他のファンディングを受けている場合、あるいは、これからファンディングを受けてプロジェクトを実現しようとしている場合に調整が可能か？
  - 他の政府機関の優先課題との整合性が取れているか？

「Trustworthy Autonomous Systems」は、以上の全ての基準に揃っていたことから、ファンディングの対象となった。

#### (5) EPSRC の概要と支援分野のポートフォリオ

- ・ EPSRC は UKRI の中に属する 9 つの RC の 1 つで、工学・物理科学分野を中心とする科学研究を支援する役割を担っている。
- ・ EPSRC の戦略実施計画では、優先的に投資する研究プログラムとして、以下の 3 つの大きな方針が決められている。
  - 経済的・社会的インパクトを考慮した研究プログラムを支援する。  
経済的・社会的インパクトを考慮した研究プログラムは、以下の 4 つに分類される。
    - ◇ Productive nation：生産的な国家として成長を促進するもの
    - ◇ Connected nation：デジタル技術を通じて国家の産業・サービス間の接続を促進するもの
    - ◇ Healthy nation：国民の健康・介護の変革を促進するもの
    - ◇ Resilient nation：国家のレジリエンシーを高めるもの（エネルギー安全保障、気候変動への適応性等）
      - ✓ SPF の Wave 1 のテーマの一つである「生物学・生物医療」の中の「Physics of Life」は、上記の「Healthy nation」のカテゴリに入るプログラムとして支援を受けた。
      - ✓ また、SPF の Wave 1 のテーマの一つである「AI」の中の「AI and Data Science for science, engineering, Health and government」は、上記の「Connected nation」のカテゴリに入るプログラムとして支援を受けた。
  - 工学・物理学の研究の潜在的可能性を実現するプログラムを支援する。
  - 工学・物理学の研究への資金援助を可能にするプログラムを支援する。



これら 3 つの大きな方針のもと、EPSRC の戦略的ポートフォリオ（上記(4)SPF のテーマの決定プロセス（具体例）であげた 12 分野）の範疇にあるものが支援される。

## (6) ポートフォリオ管理における 4 つの視点とファンディング設計の基準

- ・ 上記 12 分野からなる EPSRC の戦略的ポートフォリオを、以下の 4 つの視点で管理した上で、様々なファンディングプランの支援を決定することが、EPSRC の重要な業務である。
  - 組織：生産性が高い組織か？政府がコミットしたか？
  - ファンディングの予算源やファンディングの可能性：EPSRC に割り当てられた予算か？SPF や ISCF などの特別の予算を割り当てられることが可能か？
  - テーマ：特に、AI と量子技術に関する研究を強化する。
  - ARI：特に、代数研究、風力技術研究を強化する。
- ・ 上記 4 つの視点で、以下の点を考慮しつつ、ファンディングプランの提案を見て実施するか否かを決定する<sup>103</sup>。
  - ✓ （政府機関全てに及ぶ形で実施している）ARI で挙げられている分野への支援は重要視する。
  - ✓ ポートフォリオの扱いにはバランス感覚が必要。特定の機関の資金を優遇して扱うと言ったことは避け、バランスを考えてファンディングを設計する。
- ・ ファンディング設計においては、政府が取りまとめる ARI の他に、計量書誌学的分析（Field Weighted Citation Impact（相対被引用インパクト））<sup>104</sup>、国際会議（世界の研究会のトップが集結するもの）<sup>105</sup>、ビジネス動向調査、専門家および一般の人々への意見調査（所属機関・肩書を問わない形のインタビュー）をなども行っている。科学論文や国際会議分析は、EPSRC 自身が強化すべき研究分野のマネジメントを進めていくために実施している。
  - 民間研究所にこれらの調査を委託することもある。また、UKRI 内の複数の RC の中には調査人員を抱えているところもあり、そこで調査結果が纏められる場合もある。

## (7) EPSRC の現在のファンディングシステム設計と今後について

- ・ RC 間での情報交換が容易であることが利点である。例えば、EPSRC が学際分野で経済・社会研究会議（ESRC）に聞きたいことがある場合でも、遠慮なくコンタクトできる点である。
- ・ EPSRC のスタッフは、外部の研究者・専門家との情報交換をする機会が多く、研究に関する知識をアップデートすることができる。これは、ファンディング設計において有用である。

<sup>103</sup> インタビューの中で、「バランス」という言葉が何度も繰り返された。

<sup>104</sup> 1 文献当たりの被引用数を、同じ分野・同じ出版年・同じ文献タイプの文献の世界平均で割ったもの。相対被引用インパクトが 1 以上ということは、引用された割合が世界平均以上ということ意味する。

<sup>105</sup> どの国の研究者の執筆なのか、共同研究なのか等に注目している。

- ・ 英政府は、2027年までに研究費をGDPの2.4%（現在は1.7%）まで増加するとし、さらにその後3%までもっていきたいとしている。ただし、UKRI及びUKRI-EPSCとしては、「予算が増えるのは有り難いが、それがどのような形でUKRI自体とUKRI-EPSCが扱うファンディング・プログラムに影響するのか、今のところはわからない。」と懐疑的にみるスタッフもいる。

## 4.7 MPG

項目	内容
対象	Max Planck Institute for Intelligent Systems: MPI-IS) :新しい研究所の立上げの際の意思決定プロセス
実施日時	2020年3月10日 11:30~13:00(中央ヨーロッパ時間:CET)
対象者	Ms. Simone BISCHOFF : Coordinator, Institute Liaison Office, Administrative Headquarters, Max Planck Society (ミュンヘン、ドイツ)
実施方法	インターネット電話
場所	インタビュイー: Ms. Simone BISCHOFF at Max Planck Society インタビュアー: 浜田(未来工学研究所) at ibis Karlsruhe Hauptbahnhof ホテル(ドイツカールスルーエ)

### 4.7.1 主なインタビュー事項

- ・ MPI-IS 立上げの際の意思決定の大きな要因
- ・ MPG での新研究所設立の際のボトムアップとトップダウンの意思決定プロセス
- ・ 研究分野の決定について
- ・ 研究所所長任命のプロセス
- ・ 研究者ファースト、研究の自律性
- ・ この方針の良い点、この方針のため苦勞すること、来たる数年の問題点

### 4.7.2 インタビューの内容

#### (1) Max Planck Institute for Intelligent Systems (MPI-IS) の立上げ時の意思決定の大きな要因

- ・ Max Planck Institute for Intelligent Systems (以下 MPI-IS) は 2011 年に発足した。MPI-IS は、「全くゼロから新規の研究所を作ったわけではなく、MPI-MF の起源は 20 世紀初頭に遡るもので、非常に歴史がある研究所である」という説明があった。
- ・ 当時シュトゥットガルトをベースにしていた Max Planck Institute for Metals Research (MPI-MF) を再編成する一環として、新しくインテリジェント・システム研究部門を立ち上げ、従来の MPI-MF の部門とインテリジェント・システム研究部門とを合体して、新たに MPI-IS を設立することになり、シュトゥットガルトから約 40km 南に位置するチュービンゲンの町に新たなキャンパスが建設された。
- ・ 「当時の細かい設立過程やそれぞれの意向がどう働いたかは詳しく説明できないが、MPG で新しい研究所が設立される、或いは研究所の再編成が行われる際のやり方はほぼ同じである。この時も、所長就任予定者とその研究仲間の意思が大きく作用したと言って良い。」という説明があった。

#### (2) MPG での新研究所設立の際のボトムアップとトップダウンの意思決定プロセス

「MPI-IS の設立過程が MPG 全般における新研究所の設立過程と変わらない」ということであったことから、MPG 全般における新研究所の設立過程について質問した。これに関

しては、第1に所長就任予定者とその研究仲間の意向が大きく作用するという説明があった。

このプロセスは以下のとおりである。

MPGで新研究所が設立される、或いは新しい分野の研究を手がけるようになるケースは主に2種類ある。

#### 1) ケース1

- ・ ある分野の研究で成果をあげているリーダー的研究者（所長就任予定者など）がその分野の研究仲間たちと新研究所設立を計画し、新研究所で行う研究の分野も決め、MPG本部や設立予定地域の地方自治体などと事前すり合わせを行う。
- ・ その後、新研究所設立に関する提案書が作成され、上部の評議会、役員会、会長（プレジデント）らの承認を得て、新研究所設立案が決定する。

#### 2) ケース2

- ・ 既存の研究所の所長が任期を終えて新しい人物が所長に就任する際、もしその所長就任予定者が新しい研究分野を手がけることを望む場合は、ケース1の場合と同様に周囲とのすり合わせを行う。
- ・ その後、新研究所設立に関する提案書が作成され、上部の評議委員会、役員会、プレジデントらの承認を得て、新研究所設立案が決定する。

「上部の承認を得る」とあるが、ほとんどの場合、それまでにすり合わせてきた下準備の通りに進むので、この承認取得の過程は「ほぼ出来レース」である。新研究所の所長や科学者たちのチームと上部の評議委員会・役員会・会長（プレジデント）との関係は、実質的にボトムアップで決定される。

そこで、「MPGの組織では上部組織からのトップダウンの意思決定はないのか？」と質問したが、「そんなものは無い」という回答であった。

#### (3) 研究分野の決定について

- ・ 各MPIの所長が、各MPIで実施する研究分野の決定権を持つ。
- ・ MPI所長は「研究トピックス」「研究体制」「研究所予算の使い道」「所員の人事」「対外パートナーの選択」及び「外部資金獲得」の権限を有しており、MPG本部に対して研究所の自律性が保証されている。
- ・ その一方、MPI内では所長の権限が強いので、所長と所員の関係でいうと、トップダウンの意思決定構造になっている。ただし、所長の部下である研究員らにも自律性が保証されており、所長に意向を伝えることができる。
- ・ MPI-ISで行われる研究と、シュトゥットガルト、チュービンゲン地域に構成されているサイバーバレーとの関係については、「協力は行なっている。特に学生の研修や研究者育成の面での協力が多し。」「しかし研究トピックス、内容について企業が決めるのではなく、あくまでもMPI-ISの研究者が決定する。」とのことである。MPI-ISに限らず

MPI 全体がこのような方針である。同様に、MPI は、連邦政府、州政府からの研究トピックスや内容についての指示は受けない。

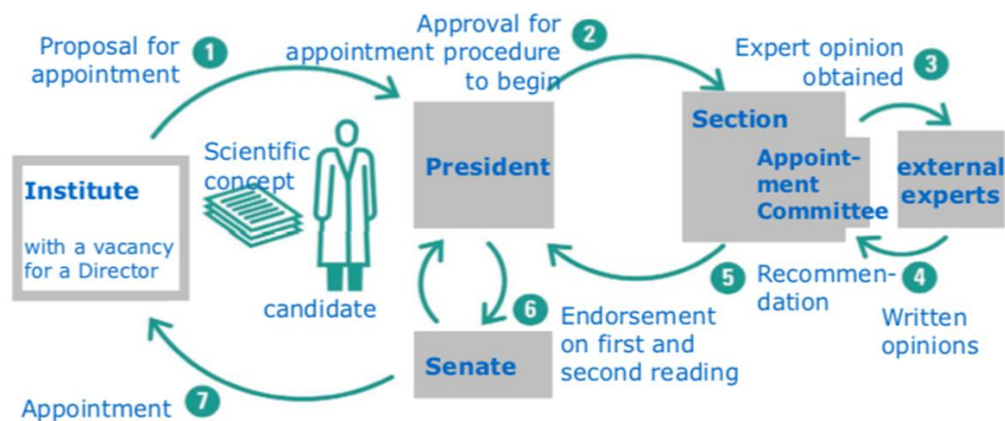
- 論文参照数が多い研究トピックスやパテント数の多い技術、パラダイムが向かっている方向の研究トピックスなどと、MPI 所長が決める研究内容に乖離がある場合でも、MPI 所長の意向が優先される。
- MPG では、MPI 所長に限らず研究者の自律性が保証されているが、そのために人物/業務における品質管理を厳しくしている。

#### (4) 所長任命のプロセス

所長任命の機会は、現職の所長が定年退職を控えている場合、現職の所長が辞意を表明した場合という、組織内の内部要因によって発生する。

また、科学技術分野の変化や経済情勢の変化で新研究所を設立する、あるいは既存の研究所を再編成する場合にも、所長任命が行われる可能性がある。

下図は、MPI 研究所の所長の任命の提案から、所長の任命に至る流れである。



- ①の所長任命提案書:98%のケースは当該研究所が新所長候補者<sup>106</sup>について会長に所長任命提案書を提出する。
- 近年「Open call」として、自薦も可能な所長募集を行ったが、その所長募集法はうまくいかなかった。うまくいかなかった主な理由は応募が広がり過ぎた点が挙げられる。例えば、キャリアが浅いポストドクター層からの応募も多数あった。
- 新研究所設立の際など幾らかの場合は、各部門の研究員や国際的専門家がふさわしい候補者を勧めることができる。
- 所長任命の提案は通常、事前に海外も含めた同じ分野の研究者らの徹底的な話し合い、審議をもとになされる。
- ある研究所が所長任命を提案する候補者を選ぶ際、世界から 10～20 人の科学者らが集

<sup>106</sup> 内部の研究者が所長募集に応募することが少ないため、会長が、所長候補として外部の優秀な研究者をヘッドハンティングすることが多いようである（永野博、「ドイツに学ぶ科学技術政策」、近代科学社、2016）

まる MPI のシンポジウム（幅広く、科学界の研究分野について理解するために開催される）も候補者選定のきっかけともなる。

- これらシンポジウムは、大抵、MPI の科学者、副プレジデント、部門長、該当する研究分野に関連するか、それに近い分野の MPI の研究者、海外の研究者が参加して行われている。

MPI 所長の任命に関する承認の基準は、以下のとおりである。

- 多様性があり、自律性が高い研究所にできること、或いはそれを維持できること：特に分野をまたがる研究を行い、新興研究分野で他にない業績を残せる人物であること。
- リスクの高いプロジェクトで、知的好奇心から始まる研究を達成できること。
- ベンチマークが難しく、研究のインパクトも測りづらい研究も手がけることができること。

この評価基準は所長任命時に限らず、研究者の採用や採用後の評価においても使用されている。

#### (5) 科学者ファースト、研究の自律性

インタビューでは MPG の「科学者ファースト」、「研究の自律性」が強調された。これは MPG の文化であり、「他の研究機関とは一線を画している」という自負が感じられた。

これは、MPG 設立時からの方針である以下の 3 つのガイダンスによる。

- ハルナックプリシプル：「プログラムでなく人」が優先される。
- 科学者自ら研究の内容について決める。
- 好奇心から始まる研究：高い品質のハイリスクな研究を求める。

#### (6) この方針での良い点、今後について聞いたこと

- 研究者側からすれば、自由裁量の幅が大きいので良いシステムである
- 自由裁量が多い分、研究者や研究内容の品質の管理が大変重要である。そのため、研究者とその研究及びその他スタッフの評価方法も常に再検討され改訂されている。いかに人材の品質を維持するかが、この方針の存続に関わっている。
- 今後 5 年の間に約 25% の研究所の所長が定年退職になるので、現在はその後の人員/組織編成をどのようにしていくかの議論、作業で忙しくなっている。
- 2008 年以降予算が厳しくなっている。研究者側は新しいことを始めるためにより多くの資金を必要としている。本部側ではいかに多く資金を引っ張ってくるか、いかに研究のために有効に資金を割り当てるかで頭を痛めている。