

CRDS-FY2015-OR-03

海外調査報告書

主要国における橋渡し研究基盤整備の支援

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT
CTC G CC AATTAATA
TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAAC
TGA C CTAAC T CTCAGACC

0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1
0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0
0 1 0 1 1 1
0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1
0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0
0 1 0 1 1 1
0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1



国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

目 次

はじめに	1
第一章 ドイツのフラウンホーファー応用研究促進協会	3
1.1 フラウンホーファーとは	3
1.2 組織	4
1.3 予算	7
1.4 研究マネジメント	10
1.5 企業連携の仕組み	13
1.6 成果	17
1.7 今後の方向性	20
1.8 日本への示唆	21
第二章 米国 NIH の CTSA プログラム	29
2.1 背景	29
2.2 CTSA プログラム	31
2.3 プログラムの運用	37
2.4 プログラムのこれまでの成果	39
2.5 プログラムの課題	46
2.6 今後の方向性	48
2.7 日本への示唆	49
第三章 米国 NSF の ERC プログラム	51
3.1 背景	51
3.2 ERC プログラム	51
3.3 拠点の採択	55
3.4 特徴	58
3.5 拠点のマネジメント	60
3.6 成果	63
3.7 個別事例の紹介	65
3.8 今後の方向性	67
3.9 日本への示唆	68
第四章 英国のカタパルト・プログラム	71
4.1 背景	71
4.2 カタパルトとは	73
4.3 プログラムの特徴	81
4.4 個別事例の紹介	86
4.5 プログラムの成果	89
4.6 今後の方向性	91
4.7 日本への示唆	92

第五章 フランスのカルノー機関 (Institut Carnot)	95
5.1 背景と経緯	95
5.2 プログラムの概要	96
5.3 「橋渡し」へのインセンティブ	101
5.4 マネジメント	103
5.5 個別事例	107
5.6 プログラム成果	109
5.7 カルノー機関の特徴	111
5.8 課題	113
5.9 今後の方向性	114
5.10 日本への示唆	117

はじめに

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）では、今後の我が国の科学技術に係る政策の企画立案に資することを目的として、世界の主要国の科学技術の動向を定常的に調査分析し、その結果を公表している。本報告書は、この業務の一環で JST／CRDS が行った、世界主要国における科学技術的知見とイノベーションの橋渡しに係る施策についての調査結果を取りまとめたものである。

近年、先進国でのリーマンショックによる経済危機や中国を始めとする BRICS 諸国の経済成長に直面する中、世界の共通認識として、科学技術とイノベーションが経済拡大や国際競争力強化のための重要な原動力であると捉えられている。とりわけイノベーションがキーワードであり、研究開発を実施した結果得られた科学技術的な知見を、どの様に産業や社会などに適用して経済・社会的な富を産み出していくかが、各国共通の課題となっている。その背景には、膨大な公的な資金が科学技術に投入されているにもかかわらず、一般国民に対して眼に見えるような成果がなかなか挙がらないことがあると考えられる。大学や公的研究所の研究開発は活発となり、論文や特許も増加したが、それによって本当に国民が豊かになったかが実感できないのである。このような状況を受けて、米国や欧州主要国では、科学的知見をイノベーションにつなげる様々な努力がなされている。本報告書では、この科学的知見とイノベーションをつなげることを「橋渡し」と呼び、調査分析した結果を取りまとめている。

本報告書で取り上げた橋渡し施策を概観すると、まず、世界で科学的知見とイノベーションの橋渡し施策として最も有名であり、かつ成果を挙げていると考えられるのは、ドイツのフラウンホーファーである。フラウンホーファーは、第二次大戦後、欧州復興を目的に米国が行った経済援助であるマーシャルプランに関して、産業技術資金配分団体としてスタートした。その後、ドイツにおける科学技術関連機関間での業務再配分を経て、前競争的領域の研究を通じて企業のイノベーション創出に寄与することを目的とした機関となった。フラウンホーファーは、民間企業との契約金額に応じて運営費交付金を増減させる「フラウンホーファー方式」が有名であるが、この方式は本文で述べるとおり「橋渡し」の一つの方策に過ぎず、むしろフラウンホーファーという組織自体がドイツにおける科学的知見とイノベーションの橋渡しシステムそのものであると考えるべきである。

米国は、現時点で見るとイノベーション創出が世界で一番上手くいっている国と見られている。確かに、シリコンバレーから出たマイクロソフトやアップル等の隆盛を見ると米国のイノベーション力はすごいと実感するところである。しかし、このシリコンバレーに対して米国政府が取った政策、措置や関与は余り見当たらず、成功をもたらしているのはむしろ旺盛な民間の関係者の意欲に支えられた自然発生的な動きだと考えられる。現時点においても米国では、欧州主要国のように全面的に政府に依存する橋渡し政策は弱いと考えられるが、本報告書では関係するイニシアティブとして、国立衛生研究所（NIH）の臨床・橋渡し科学資金（CTSA）と、全米科学財団（NSF）の「Engineering

Research Center (ERC)」を取り上げた。前者は、臨床研究者（医者）と基礎研究者とのチームワークの構築や近年急激に重要となっているデータ駆動型の医学研究の抜本的強化を通じて、科学的知見を臨床や製薬につなげていこうとするものであり、後者は新たな工学システムを創出するとともに、その担い手となる人材の育成を育成しようとするものである。

英国は近代科学発祥の主要な地であり、また、第一次産業革命が興ったところでもある。現時点で見ると、大学や公的研究機関における科学技術的なポテンシャルは世界でもトップクラスであり、特にオックスフォードやケンブリッジなどに代表される有名大学は、米国の大学と比較してもひけを取らない。しかし、経済を支える産業では、米国、ドイツなどと比較して、製造業が弱体であると考えられる。英国政府がこれに対応すべく、優れた科学的知見を産み出すポテンシャルを産業イノベーションにつなげたいと打ち出した政策が、「カタパルト政策」である。「カタパルト」は「勢いよく何かを前に押し出す」装置を意味し、その意味合いが「死の谷」の克服するイメージに最適と判断された命名されたものである。

フランスも、英国と同様に科学技術においてもイノベーションにおいてもこれまで優れた実績を挙げてきた歴史を有するが、現時点では米国のようにイノベーションにより世界を主導する状況ではない。そこで、公的研究と企業の研究との結びつきを強め、中小企業を含めた民間企業による研究開発力を強化することを目的として、フランス政府が導入したのが、カルノー機関プログラムである。以上が本報告書で取り上げた「橋渡し」施策である。

なお、これらの国以外でも科学的知見を産業イノベーションにつなげようとする努力は行われており、本報告書で取り上げていない代表的なものとして、フィンランド技術庁（TEKES）、欧州イノベーション・技術機構（EIT）の活動や、中国科学院の院地協力プログラムなどが挙げられる。

本報告書の調査からどのような日本に対する示唆を得るかについて、それぞれの施策ごとに記述しているが、これらは概して初歩的なものとどまっている。その理由は、ドイツのフラウンホーファーを除き、今回取り上げた内容が比較的短期間の実績しかないことに由来している。したがって、拙速で今回の内容を日本への導入を検討するのではなく、もう少し各国におけるこれら施策の状況を見た上で判断していくべきものと考えている。

平成 28 年 3 月

国立研究開発法人 科学技術振興機構

研究開発戦略センター 上席フェロー（海外動向ユニット担当）

林 幸 秀

第一章 ドイツのフラウンホーファー応用研究促進協会

ドイツで産学間の橋渡しを担う機関としてフラウンホーファー応用研究促進協会（Fraunhofer Gesellschaft e.V. 以下、フラウンホーファー）がある。設立より 60 年余りが経過しており、産学連携を効果的に実施し世界的に注目されている研究機関であることから、ドイツの科学システムにおけるフラウンホーファーの役割の分析を以下に試みる。

1.1 フラウンホーファーとは

1.1.1 沿革

フラウンホーファーは 1949 年、第二次世界大戦後の産業復興を目的としてバイエルン州によってミュンヘンに設立された。設立当初は、米国の欧州復興計画であるマーシャルプランの資金配分に関わり、戦争で破壊された産業、とりわけ機械産業分野の復興に資する応用研究へのファンディングを行った。協会の名称は 19 世紀にミュンヘンで活躍した発明家、ヨーゼフ・フォン・フラウンホーファー（Josef von Fraunhofer）に由来する。設立当初、ドイツの科学界において、ファンディング機関であるドイツ研究振興協会（DFG）および基礎研究を担うマックスプランク科学振興協会（MPG）に続く第三の柱として期待された。その後マーシャルプランによる資金配分とは別に、1954 年に独自の研究所¹をマンハイムに開設した。

1969 年に連邦政府から運営費交付金交付が始まったものの、資金面では厳しい研究所運営が続き、一方科学界では第二マックスプランクと言われるなど存在感を示せずにはいた。そこでフラウンホーファーの構造改革の必要性が高まり、1973 年に抜本的な運営体制の変更が実施された。産業界からの委託研究 100%で運営されている米国のバットル記念研究所²をモデルに、総予算の 1/3 を産業界からの委託研究、残る 2/3 を政府からの運営費交付金と競争的資金で賄う財政の枠組みを主軸とした仕組みを連邦政府が閣議決定した。この仕組みは、現在でもフラウンホーファー各研究所の運営の基礎となっている。

1.1.2 主な業務

フラウンホーファーは、前競争的領域の研究を通じて企業のイノベーション創出に寄与することを目的とした機関である。具体的な業務としては次の 5 点を柱としている。

- ① 企業からの委託研究
- ② 研究成果として取得した特許のライセンスング
- ③ 生み出した発明や新しいサービスで起業することによる社会への還元
- ④ 研究者の産業界への供給
- ⑤ 企業に対する最先端設備の提供

¹ Institute for Applied Microscopy, Photography and Cinematography IMPK

² 米国（オハイオ）の研究所。1953 年にドイツ、フランクフルトに支所を置き、産業界からの委託研究のみで運営されていた。

1.2 組織

1.2.1 概要

フラウンホーファーは、ドイツ南部バイエルン州のミュンヘンに本部を置き、この本部のみが法人格を有している。

連邦政府における所管省庁は連邦教育研究省（BMBF）であり、州政府ではそれぞれの教育文化省が所管している。さらに、ドイツでは連邦政府と州政府が共同で研究を支援することが基本法（憲法）91条b項に規定されており、この調整を行っているのが連邦政府と州政府の科学技術大臣会合である合同科学会議（GWK）である。フラウンホーファーの運営はGWKとの協定に基づいて推進されている。

1.2.2 本部の構成、および傘下の研究所

フラウンホーファーの組織図は以下の通りで、理事会は会長のほか、それぞれ財務・IT、人事・法務担当の理事が1名ずつの計2名の理事と³、さらに防衛を除く6つの領域グループのリーダーによる構成となっている。総会は、1,145名からなり、メンバーは連邦・州議会議員、連邦・州の教育研究関連省事務次官、大学教授、フラウンホーファー研究所長などである。総会では、理事会から出される年次報告の承認、評議委員、理事の退任の承認、会則の変更承認などを行う。評議會は、企業の代表やフラウンホーファーの前会長、政治家などからなる。評議會では、研究領域や研究所の統廃合、中長期財政計画の策定、総会メンバーの承認を担う。科学技術審議會は、145名の構成員のうち、80名がフラウンホーファー研究所長、65名が技術職で、議長はプレッツェル・ヴォルターズ博士⁴（技術・経済数学研究所 ITWM）が務めている。科学技術審議會はその他、科学技術に関わる案件について助言を行う組織になっている。

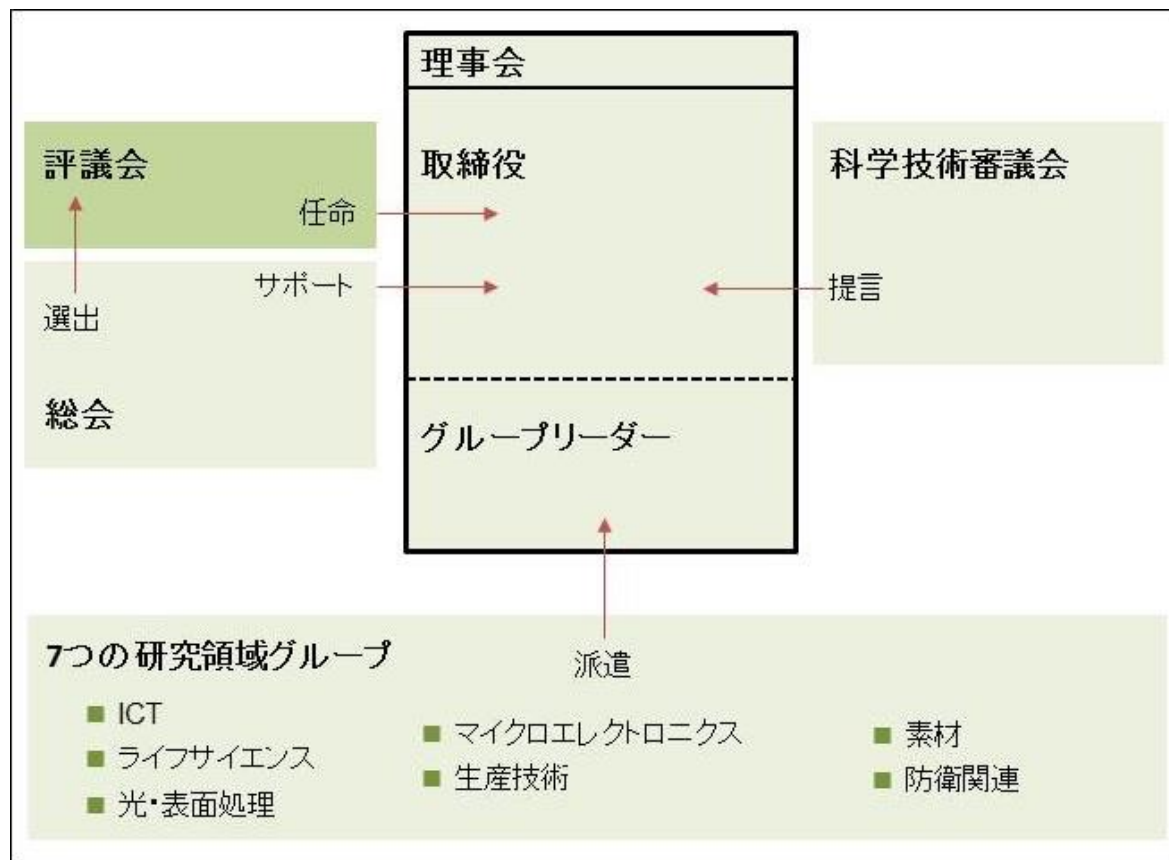
ミュンヘンの本部は、研究所の所長人事と財務管理の権限および協会全体の戦略立案の権限を有する。さらに、これまで研究所単位で管理されてきた特許や実用新案を近年、パテントグループでの管理や効率的なライセンスを目的に、本部で集中的に管理するシステムに変更した。2012年に就任した現会長ライムント・ノイゲバウアー⁵の下、この傾向は強まっている。

³ 2016年1月現在

⁴ Prof. Dr. Dieter Prätzl-Wolters

⁵ Prof. Dr. Reimund Neugebauer、ケムニッツ工科大教授で、前フラウンホーファーIWU 所長。

図表 1-1 組織図



出典： Fraunhofer Jahresbericht 2014 より CRDS にて改編

全国に 67 ある研究所は、全てが同格/並列に位置づけられている。傘下の研究所の一覧を参考 1 に示した。各研究所のマネジメントは、本部の直接関与はなく所長に一任されており、分散型統治の仕組みが徹底している。所長の権限は絶大であり、研究テーマの選定や競争的資金への申請、職員の人事など、研究所運営に関わるほぼ全てを自律的にマネジメントしている。

研究領域は、大きく分けて 7 つあり、最も古い生産技術のグループはフラウンホーファー設立当初から存在している。他には、マイクロエレクトロニクス、光・表面処理、ライフサイエンス、ICT、素材、軍事関連研究である。領域ごとに研究所をグループ分けし、それぞれのグループで各所長が定期的な会合を行うシステムになっている。定期会合の場では、重複しすぎた研究課題がないか、マーケットのトレンドをどう把握しているかなどの情報交換が主に行われる。ある程度の研究所間での競争は、むしろ歓迎されている。

ほぼ全ての研究所が、大学の敷地内もしくは隣接した地域に立地している。79 名いる研究所長（2014 年現在）⁶のうち 74 名が大学教授を兼任する制度が前提となっている。大学とフラウンホーファーでの勤務時間を予め配分する方法の他、既に退官し名誉教授となっている場合や、大学から研究のためにサバティカルを許可されている場合などさまざまなケースがある。単に物理的な近さだけではなく、所長を兼任する教授の下で学

⁶ 所長 2 名体制の研究所があるため、所長の総数は研究所数を上回る。

ぶ修士や博士課程の学生がフラウンホーファーで任期付きの職員として就労する機会が増え、実際にフラウンホーファーの戦力となっている。所長だけが兼任で、部門長などは大学との兼任は前提ではない。

現在、就職先としてのフラウンホーファーの人気は圧倒的であり、スウェーデンの調査会社 UNIVERSUM⁷が毎年実施している就職人気企業ランキング では、2015 年、自然科学系 3 万 4 千名の学部卒業生アンケート（ドイツ）で、フラウンホーファーはマックスプランク、バイエル（ドイツの化学・製薬会社）に続く第 3 位であり、研究者 7 千 8 百名への質問でも第 4 位となっている。

図表 1-2 職員数の推移

職員構成2010-2014年



出典： Fraunhofer Jahresbericht 2014 より CRDS にて改編

⁷ <http://universumglobal.com>

1.3 予算

1.3.1 概要

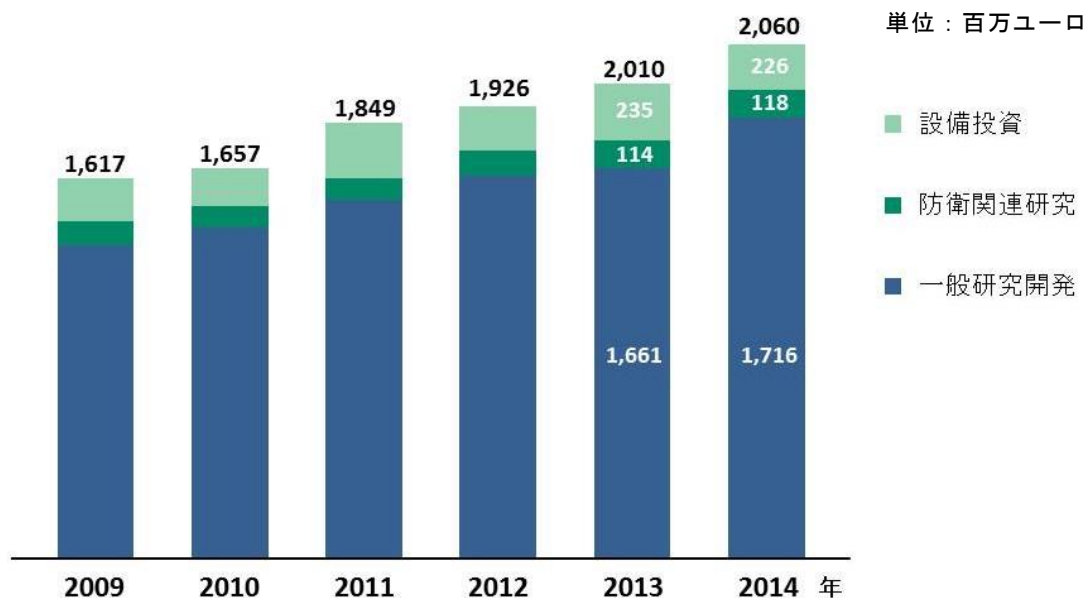
研究の内訳は、企業からの委託研究と、州、連邦および EU レベルの競争資金からのプロジェクトファンディング、および自発的な研究からなっている。研究費の内訳（2014 年の実績）を見ると、委託研究が 36%、競争的資金が 38%、機関助成が 26%となっているが、人材やエフォートの配分は主として所長と研究部門長に委ねられている。自発的な研究を行う理由は、フラウンホーファーの使命として常に最先端の技術を社会に還元、移転していくために、委託研究だけでなく、産業応用前の前競争的領域を積極的に研究し、産業界が必要としたときには直ぐに提供できるレベルの技術力を培うためである。

2014 年の総予算は 20 億 6 百万ユーロ（約 2,987 億円⁸）で、そのうち総研究開発費が 17 億ユーロを超えている。軍事防衛関連研究は 50 年代に開始されたが、その経費は他の研究予算と別立てになっていて、現在も 100%が連邦政府からの資金で運営されている。2014 年の防衛関連経費の額は 118 百万ユーロであり、全体予算の 5%程度である。

総研究開発費の供給源であるが、運営費交付金が 4.4 億ユーロ、企業からの研究委託費が 6.2 億ユーロ、プロジェクトファンディングとその他の収入を合わせて 6.5 億ユーロと、3 つの柱からなっている。総研究開発費の約 3 割にあたる運営費交付金については連邦政府 90%、州政府 10%の拠出割合となっている。2006 年から実施されている連邦政府の研究イノベーション協定に基づく政策により、この 10 年間、毎年 3%（2006 年～2010 年）および 5%（2011 年～2015 年）運営費交付金が増加している。結果として、職員数は 2002 年から約 2 倍に増加した。

ドイツでは大学を含む教育については州政府が所管しているため、大学の運営費交付金は州政府の拠出であるが、フラウンホーファーは逆に連邦政府が運営費交付金の 90%を負担している。このため、フラウンホーファーと大学が同じ敷地内或いは隣接敷地で、クロスアポイントされた大学教授を軸に中央政府の機関であるフラウンホーファーと地方政府の大学が文字通り連携できる状況にあるといえる。

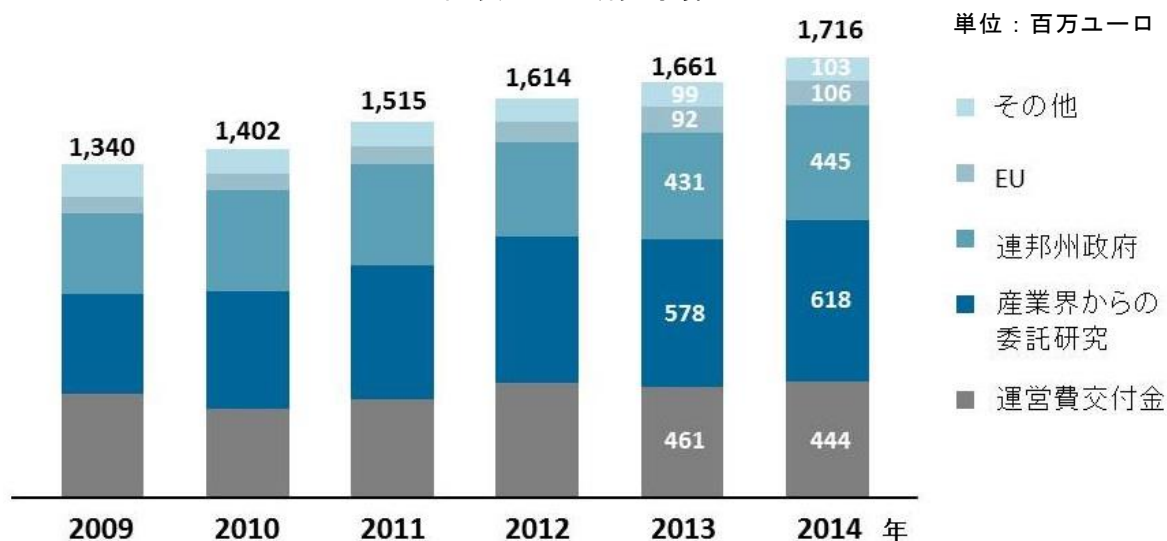
⁸ 為替レート 1 ユーロ＝145 円（2014 年 12 月）

図表 1-3 全体予算⁹：

出典： Fraunhofer Jahresbericht 2014 より CRDS にて改編

1.3.2 委託研究

委託研究は年に約 9,000 件（2012 年）あり、このうち 2/3 が中小企業、委託研究額の 4 割が中小企業によっている。フラウンホーファー本部および各研究所には企業向けに営業を担当する部署や人材はなく、企業からの研究委託は人脈によるところが大きい。

図表 1-4 研究予算¹⁰：

出典： Fraunhofer Jahresbericht 2014 より CRDS にて改編

⁹ Fraunhofer プレゼン資料：THE FRAUNHOFER MODEL Business Development Manager Asia (Munich, 16.02.2015) および年次レポートより

¹⁰ Fraunhofer プレゼン資料：THE FRAUNHOFER MODEL Business Development Manager Asia (Munich, 16.02.2015) および年次レポートより

1.3.3 クラスター

委託研究および独自研究以外で、立地の近い複数のフラウンホーファー研究所が、地元の大学と州内の企業と連携して地域クラスターを組織し、共同研究を行う枠組みがある。「イノベーションクラスター」と呼ばれるこの枠組みは、2005年にスタートし、現在、全国 25 のクラスターが運営されている。最初に設立されたのはメカトロニクスをテーマとしたイノベーションクラスターで、旧東ドイツザクセン州のケムニッツ市に立地する工作機械・成形技術研究所（IWU）を中心に、ケムニッツ工科大学と 8 つの企業が参加した。前述の研究イノベーション協定による運営費交付金増加の枠組を適用することで、安定した運用が行われたという背景もある。さらに 2014 年には、このクラスターから発展して 2 つのナショナル・パフォーマンスセンターが、バーデン＝ヴュルテンベルク州フライブルグ市とバイエルン州エアランゲン市に設立された。これらのセンターでは、大学、研究機関および企業が単に共同研究をするだけでなく、ロードマップを共有することにより、研究・教育・人材の育成、インフラ整備、イノベーションと技術移転の拠点整備などを進めることが期待されている。

1.3.4 アライアンス

フラウンホーファーのアライアンス（Allianz）は、研究領域別のグループと異なり領域横断的な研究所のグルーピングで、社会的課題を特定しその解決に資する研究を目的として組織され、共同研究やフラウンホーファー内部の競争資金への共同応募を行っている。1 つの研究所は、テーマによって複数のアライアンスに参加し、多くの場合は部門レベルで共同プロジェクトに連携して取り組んでいる。

例として AdvanCer アライアンスを挙げる。今から 20 年ほど前に組織された同アライアンスには、4 つのフラウンホーファー研究所（セラミック技術・システム研究所 IKTS、生産システム・デザイン技術研究所 IPK、ケイ酸塩研究所 ISC、材料メカニズム研究所 IWM）が参加している。窓口機能を集約し、全国からの問い合わせを IKTS で一括して受けている。4 つの研究所が有する材料、セラミック技術、生産技術、材料力学、疲労強度に関する技術ポテンシャルを活かし、共同研究やカスタマイズされたシステムソリューションを企業のために開発・提供するサービスを行っている。また、中小企業向けのコンサルティングやセミナーを実施するとともに、素材や技術のデモンストレーションセンターを研究所に設置して、一般の公衆に新技術や素材に触れてもらえる機会を作っている。

2015 年末現在で、フラウンホーファーに存在するアライアンスは参考 3 の通り。

1.4 研究マネジメント

1.4.1 プロジェクト・マネジメント～IPAでの調査から

各研究所の自治が大幅に認められていることから、民間からの研究開発受託、競争資金によるプロジェクトファンディングへの申請、研究所内の独自研究の進捗管理、年間のプロジェクト数、人員の配分などは、全て研究所ごと部門ごとにマネジメントが異なる。

ここでは、フラウンホーファー生産技術・オートメーション研究所（IPA）でのインタビューに基づいた事例を紹介する¹¹。IPA はドイツ南西部シュトゥットガルト市にある職員総数約 1,000 名、うち研究者 490 名で 14 部門からなる研究所である。年間予算は 6,000 万ユーロで、フラウンホーファー傘下の研究所では 3 番目の規模である。14 部門の一つである機能材料部門で、全 4 チームにより進行中のプロジェクト数は 60 件/年程度である。

部門長が全てモニターし、細かく進捗管理、納期管理、予算管理（Controlling）を実施している。各チームリーダーに求められるのは、プロジェクトの内容、利益率（産業界からの委託）のバランスを取ることである。6 ヶ月の中規模プロジェクトを立て、民間から研究費を調達する。例えば、2 ヶ月間で民間に成果を納品してしまい、残る 4 ヶ月プロジェクトをファイナンスする資金がない、というケースでは、もっと産業界への働き掛けをするように指導するし、一方で 6 ヶ月間常に 45%を超える研究費を民間から調達しているような場合では、より科学的な研究をするような指導を行っている。チームの下に配置されるプロジェクトリーダーには、詳細なプロジェクト計画を立て、マイルストーンの設置や具体的な成果目標作成、それを管理し遂行する資質が求められる。多くが任期付き研究者で、ポストが将来にわたって 100%約束されている研究者は少ない。自身で契約を取り、自分のポストを維持していくという雇用モデルになっている。

内容的には技術成熟度 TRL¹² を用いて、研究レベルを把握する。計画したプロジェクトを、TRL4～8 に分類し、基礎寄りの研究から特許取得レベル研究までのバランスを取っている。

さらに 1 年に一回 14 の部門長を集め運営会議を実施し、ここで作られた基本戦略を実施計画に落とし込み、4 半期ごとに的確に実行されているか、変更の必要はないかなど部門長間で議論する。チームリーダー会議は毎月 1 回行われ、実施計画に基づいてプロジェクトを立案していく。チームリーダーはチームメンバーとの会議をやはり週に一度行い、プロジェクトの進行管理を行う。このほか、予算会議も毎月 1 回のペースで実施している。

¹¹ インタビュー実施：2015 年 6 月 Ivica Kolaric, Dipl.-Ing. (FH), MBA（機能材料部門）

¹² 技術成熟度 TRL（Technology Readiness Level 1 から 9）によると、フラウンホーファーは応用研究レベルにあり 4-8 に位置している。大学は 1-5、産業界は 7-9 とされている。

TRL (Technology Readiness Level)

TRL とは新技術の成熟度を測るために用いられる指標で、体系的な分析に基づいて新技術の開発のレベルを評価するために使用する 9 段階のスケール。1 が最も基礎研究に近く、9 が最も商業化に近い。宇宙技術の評価のために NASA が 1988 年に開発した。欧州では、Horizon2020 における研究プロジェクトの評価基準に適用されるなどしている。具体的なレベルは以下の通り。

TRL 指標	研究の段階	レベル
TRL1	基礎研究	基本原理・現象の発見
TRL2		原理・現象の定式化
TRL3	応用研究・開発	技術コンセプトの実験的な証明
TRL4		研究室レベルでの技術実証
TRL5		想定使用環境下での技術実証
TRL6	実証	実証・デモンストレーション
TRL7		トップユーザーテスト
TRL8	事業化	システムの完成および検証
TRL9		大量生産

1.4.2 研究者の評価～IWS の調査から

研究者に対する評価も研究所ごとに異なる。しかし概ね共通しているのは、他の研究機関や大学のように、科学的な論文数などでの評価をしていないことである。

ここではフラウンホーファー材料・ビーム技術研究所（IWS）でのインタビュー¹³に基づき研究者の評価方法について記述する。IWS はザクセン州ドレスデン市にあり、1991 年の東西ドイツ再統一後に設立された。ドレスデン工科大学からの研究スタッフを含め 500 名ほどの職員の内、約半数が研究者という小規模研究所で、年間予算は 2,700 万ユーロである。

各研究者の評価は、企業からの委託研究獲得数や頻度、内容などで行う。すなわち、研究者はクライアントである企業担当者との確なコミュニケーションを取り、顧客マネジメントを行なえるかどうかの評価の対象である。プロジェクトが終了すると、契約企業に対し顧客の満足度についての具体的なアンケートを行っている。企業が納品した製品やサービスに満足して次回以降も研究を委託することが最大の顧客満足であるとの観点から、このアンケート調査を評価に活かしている。

また、特許取得はフラウンホーファーの将来にとって大きな意味を持つものなので、研究成果を特許として申請し、登録することについても評価の対象としている。特許は、企業の委託による研究成果を守り、長期的に考え、その後生産に問題なく入れるよう出願・取得するものであり、多くの企業が特許を利用できるようにすることは技術の移転が行われているということになる。ライセンスのロイヤリティ収入は、研究者の評価指

¹³ インタビュー実施：2014 年 2 月 Prof. Dr. rer. nat. Andreas Leson （所長代理）

標として積極的に利用しているわけではなく、取得した特許でライセンス収入をすぐには見込んではいない。

最適な評価指標については検討が断続的に行われており、日々改善されている。任期付き研究員がフラウンホーファーでの研究職を経て、産業界でより良いポストを得て研究者としてキャリアアップすることも、その人物に対する良い評価であるとしている。

1.5 企業連携の仕組み

フラウンホーファーは、ドイツ以外の国において企業との連携のモデルとして、高く評価されている。ここでは、その具体的な仕組みを述べる。

1.5.1 人材の循環による技術移転

人材の循環による技術移転のシステムが確立されている。具体的には、若い優秀な研究者をフラウンホーファーに任期付きで雇用し、経験と人脈を培った後で産業界に送り込む。そして、産業界に転出した研究者が、また顧客となってフラウンホーファーに研究開発を委託するという循環モデルが同研究所の基本的な仕組みとなっている。

これを可能にしている一つ目の要因が、79名の所長のうち74名が大学教授と兼任（2014年末現在）している制度である。但し、これ自体はフラウンホーファーに特有の制度ではなく、ドイツの他の公的研究機関でも一般的に取られている措置である。原則として所長だけが兼任で、部門長などは大学との兼任は必須ではないが、例外もあって稀に大学教授と部門長の両方の肩書きを持つ人物もいる。実際に当該教授の研究室に所属する修士、博士課程の学生で、フラウンホーファーで給与を得て研究したいという者が雇用契約を結ぶケースが多い。

二つ目の要因として、若手研究者のフラウンホーファーでの研究実績の積み重ねが挙げられる。研究者はフラウンホーファーに、平均して5年～7年の任期で在席する。1年目、2年目はプロジェクトの一部や、全体のプロジェクトの一課題などを任されて、一つ一つ達成して研究者としての経験を積み、徐々にプロジェクト全体を見渡せるポジションに昇格する。3年目ともなると小さなプロジェクトを任せられ、納期管理や顧客とのコミュニケーション、損益計算などができるよう期待される。最後は2つぐらいの大きなプロジェクトのリーダーとして、統括的な立場となり、マネジメントを実践的に学ぶ。こうして、学識だけではなく、産業界のトレンドをいち早く捉え、マネージャーとしての経験を積むことが要求される。また、多忙な研究活動の傍ら、博士論文を仕上げた学生も、就職する際、その価値が労働マーケットで高く評される。

このようにフラウンホーファーで経験を積んだ研究者が、委託プロジェクトを通じて知己を得た企業や、クラスターなどに参加した企業へポストを見つけ転出していく。これは産業界側にとっても、実際のプロジェクトで能力と人柄を既に知る研究者を雇用できることは、リクルーティングでのリスクを押さえることができるメリットがある。23,000名の職員の内、研究者は約7,800名で、うち5,800名が任期付の職員である。2014年には830名の研究者が任期を終え、その多くが産業界へ転出した。

また、若い研究者だけでなく、部門長や所長レベルの人材も産業界へ転身する場合がある。ドイツでは州によって多少の差はあるが、工学部教授の採用にあたっては、5年以上の産業界でのキャリアを条件としているところがほとんどで、もともと民間での就業経験がある教授も多い。人材移動が盛んであるという背景もあり、こうした転出はポ

ジティブに受け止められている。現在ダイムラー社取締役であるトーマス・ヴェーバー¹⁴は、かつて前述のフラウンホーファー生産技術・オートメーション研究所（IPA）所長であり、シュトゥットガルト大学工学部教授を兼任していた。自動車部品メーカーのコンチネンタル社のエルマー・デーゲンハート¹⁵社長も、前職は IPA のロボット部門の部長を務めていた。

いったん企業に転出した研究者が、今度は研究開発担当部長などの立場で、再びフラウンホーファーに研究を発注する循環システムになっており、フラウンホーファーの言葉で言えば、「人間の頭による技術移転」となる。

フラウンホーファーでのキャリアパスは基本的に以下の 3 つある。

- ① 内部で昇進:研究職⇒グループ長⇒部門長
- ② 研究職: 5～7 年務めた後、大学に戻ったり民間に移ったりする。この場合博士号を取得することが必要となる場合が多い。
- ③ 起業

フラウンホーファーの全ての研究者は、特定の専門技術分野を持ち、リーダーは自身のコスト（人件費）と研究所（チーム）の売上の損益計算をすることが求められている。つまり、年俸 10 万ユーロの研究者 A がいるとして、A は自身の人件費分を稼ぐことは最低限の課題であり、それを達成するため A は積極的に産業界と対話して、連続して産業界からの委託研究を受けることが必要となる。こうしたプレッシャーが結果として、産業界とフラウンホーファーをつなぎ技術移転を起こるのである。

1.5.2 研究の自律性

フラウンホーファーを特長づけるもう一つの側面は、研究所の独立性と所長のもつ強い権限である。全国 67 ヶ所の研究所は名目上全て異なる研究テーマを有する。もちろん、周辺領域が重複するため若干の研究所間の競争が発生するが、それはむしろ歓迎されている。

フラウンホーファー研究所の所長には研究所の運営、人事、研究テーマの選択等大きな権限が与えられているだけでなく、社会的なステータスも高い。前述の通り大学教授ポストとの兼任となるため責任は重く、経営者としての能力が強く求められるが、フラウンホーファーの今日の成功をもたらしたのは、こうした分散的自律的な研究所運営だと考えられる。研究テーマは本部からトップダウンで指示されることはなく、あくまで各研究所がボトムアップ的に決定される。研究活動へのミュンヘン本部の関与は最小限となっている。各研究所長は連邦政府および州政府の政策担当者と直接コミュニケーションを取ることが多く、政府のクラスタープログラムや産学連携の枠組みに大きな影響を与えている。こうした動きは時折、本部と各研究所の利害衝突になることもあるが、研究所間の競争と同様に、本部と各研究所のほどよい緊張関係を生んでいると言われている。但し、研究所の新設や統廃合については本部に最終決定権がある。

1970 年代のフラウンホーファーのあり方に関する議論の中で導き出されたのは、応用研究機関として市場を常に把握しその変化に柔軟に対応すること、さらに将来の需要を

¹⁴ Prof. Thomas Weber

¹⁵ Dr. Elmar Degenhart

睨んで現在の研究活動を推進することであった。これを実現するために、より近い所で企業の生の声を聞き、市場が何を求めているかを知ることが重要であり、そのためには集中型ではなく分散型の組織の方がふさわしいという結論に至っている。もともと政治制度として連邦制を採るドイツでは、分散統治型がなじみ易く、設定した目的を達することができるのであれば、その方法論はそれぞれに委ねるという文化があって、各研究所の自律性が浸透していると推測される。

1.5.3 委託契約額によるフラウンホーファー・モデル

最後にフラウンホーファー・モデルの説明を行う。企業からの委託研究費収入に連動して翌年の運営費交付金が増加する成果連動型機関助成の仕組みである。フラウンホーファー・モデルといわれるこの制度は、1973年に閣議決定されて以来、原則として変わらず運用されている。ポイントは、委託研究が多ければ多いほど機関助成が増えるという単純な比例ではなく、前競争的研究の実施や、プロジェクトファンディングへの応募など公的研究機関としての使命を果たした上で、企業からの積極的な委託研究受託を促している点である。運営費交付金は4つの要素から成っている。

Basic1 全ての研究所に一律に配分される 60 万ユーロの研究費。

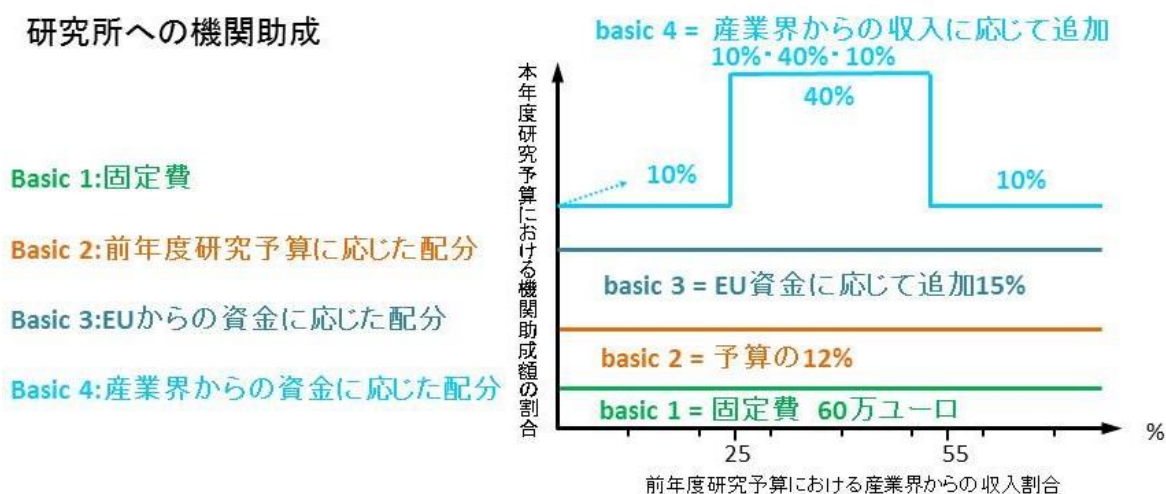
Basic2 前年度の研究予算全体の 12%の研究費。研究所の規模により異なる。

Basic3 企業からの委託研究収入に応じた部分で、前年の委託研究収入が研究予算の 25%を下回る場合は 10%、25%から 55%の間に位置する場合は 40%、また 55%を上回る場合は、再び 10%で計算される。

Basic4 EU からの競争資金の受託金額の 15%。

この内で、フラウンホーファーの独特なルールは **Basic3** であり、その算出根拠としているのは、委託契約収入が 25%以下であれば当該研究所の研究内容は市場に十分な需要がないという判断となり、一方 55%を超えるような場合は、企業の研究開発に偏りすぎて公的研究機関として十分な研究活動を行っていないという判断になるからである。

図表 1-5 研究所への機関助成：



出典： Fraunhofer プレゼン資料より CRDS にて改編

フラウンホーファーでは、前競争的研究活動における新たな戦略的分野の発展のために運営費交付金を使用されており、具体的には研究所の独自研究や EU の競争資金への応募費用として利用される。EU も Horizon2020 からは応用研究に対する既存のオーバーヘッド率（25%）が引き下げられフラウンホーファーにとって、従来の EU のプロジェクトファンディングを取得して運営費交付金を増やすというインセンティブは減っており、多くのフラウンホーファー傘下の研究所で、資金調達に影響が及んでいる。

ドイツでは、科学技術イノベーション基本政策「ハイテク戦略」の下で 2006 年から続いている研究イノベーション協定により、4 つの公的研究機関とドイツ研究振興協会への運営費交付金の増加政策は、2016 年以降も 2020 年まで継続されることが決まっている。しかし増加率は 5%から 3%に引き下げられる。従って、フラウンホーファーでは大学や他の研究機関と比較して、これまで以上に競争力を高め、成果に連動した運営費交付金額を上げるための努力が必要という認識を強くしている。

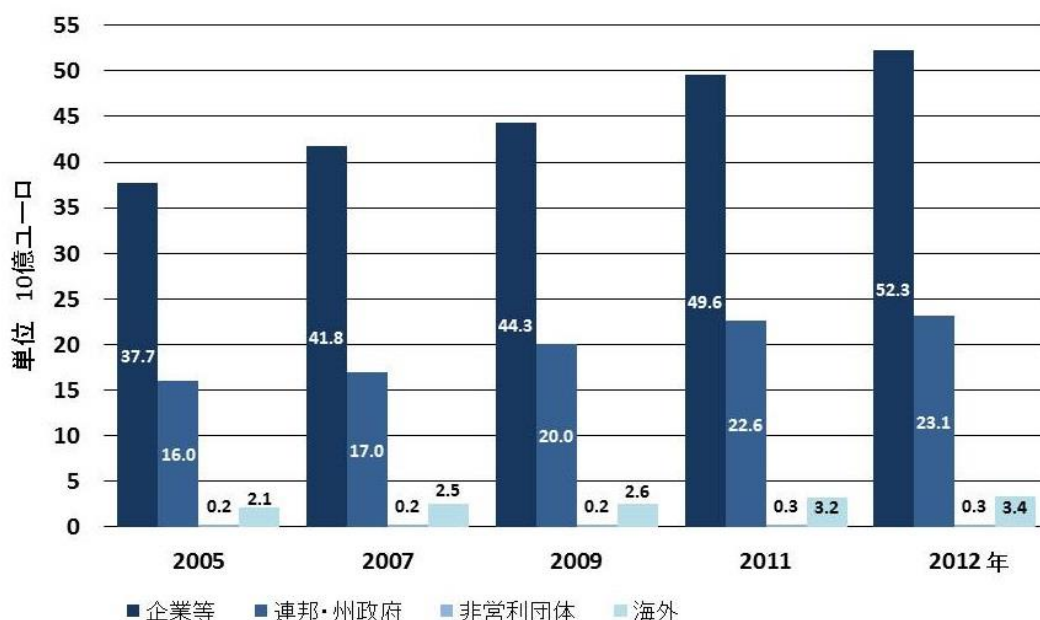
1.6 成果

1.6.1 ドイツ企業に頼られるフラウンホーファー

2008 年に発生したリーマンショック後の世界的な不況や欧州の通貨危機にも関わらず、ドイツ産業界の研究開発投資は堅調に推移している。とりわけ中小企業の研究開発を支えるフラウンホーファーへの需要は高まっており、順調に産業界からの委託研究を伸ばしてきた。グローバル化が進むに伴い、情報や新しい技術を中小企業が個別にキャッチアップするのは困難になっている。そこでフラウンホーファーの役割がより大切になってきていると言える。ドイツでは、日本の産業構造に特徴的な企業系列がなく、輸出額で中小企業が占める割合が 30%¹⁶を超えるため、中小企業の国際競争力維持が大きな課題である。

図表 1-6 総研究開発費 負担源別推移

総研究開発費 負担源別推移



出典：Education and Research in Figures 2015 より CRDS にて改編

フラウンホーファーは営業専門の部署を持たないが、それでも単に企業の研究委託の要請を待っているわけではなく、常に産業界の需要にアンテナを張っている。例えば、企業の技術者や経営者向けに新技術の訓練コース（フラウンホーファー・アカデミー）を設けて受け入れ、受講認定証を発行している。さらに、頻繁な設備投資が困難な中小企業や期間限定で検査機器が必要な企業向けに一部の設備・機器を開放するとともに、フラウンホーファーの技術者が検査や加工を援助するサービスを提供している。このよ

¹⁶ 通商白書 2012 経済産業省

うな活動を通じて実践的に企業のニーズを計り、今後の研究委託につなげる地道な努力がなされている。

企業にとってはフ라운ホーファーだけが技術開発を依頼する機関ではないが、フ라운ホーファーは全国に 67 の研究所を有し、そのネットワークを利用してあらゆる技術領域でサービスを提供できることは非常に魅力的である。また輸出をさかんに行っているドイツの中小企業にとって、単に技術やノウハウの取得だけではなく、フ라운ホーファーに係る海外企業との共同事業の情報やフ라운ホーファー海外事務所が有する現地情報などにアクセスできることも、協力するメリットといえる。

1.6.2 人材育成

1999 年に批准されたヨーロッパ域内の大学制度を標準化して流動性を高めるボローニャ・プロセスに参加したドイツは、卒業まで 11 学期¹⁷（4 年半）を要する伝統的な学位 (Magister) を廃し、6～8 学期で取得する学位 (Bachelor) と 2～4 学期の修士 (Master) とする大学制度改革を、21 世紀に入り順次行った。さらに実質的に大学の授業料が無料であるドイツでは、平均して卒業までに時間が掛かり、Magister を終えて博士を取得する頃には 30 代になっていることも少なくなく、産業界はもっと若くて優秀な人材を早い段階で企業内に取り込みたいと強く希望していた。

現在、ボローニャ・プロセス導入から 10 余年が経過し、学生や教職員の流動性は大幅に高まったものの、労働市場への優秀な人材供給という面では残念ながら当初期待したような成果は現れていないとの意見が多い。知識を得ることだけではなく実践的な能力を身につけることを評価するドイツでは、特に即戦力が求められ、スピードアップした学位取得では能力が不足している印象を持つ企業が多い。

そこで、全国の工学部系修士学生の職業訓練の場として、フ라운ホーファーでの研究経験が社会的に期待されている。フ라운ホーファーの任期付研究者は平均して 5～7 年在籍し、この間に実践的に研究開発に取り組む。3 年目ともなればプロジェクトリーダーとしてプロジェクトを管理し、顧客企業とのコミュニケーションも重要な職務となる。また、博士を取得するためのフ라운ホーファー内部のプログラムに参加することもできるので、フ라운ホーファーの任期付研究者を「卒業」する頃には、研究者としての実績を積み、マーケットニーズを十分に把握しうる人材として出来あがることになる。従って、フ라운ホーファーから産業界に職を得る人材は非常に売り手市場である。

1.6.3 論文・知財など

フ라운ホーファーにおいて論文生産は研究者の評価指標ではない。また、日常的に研究プロジェクトに追われている状況では、アカデミックなキャリアを目指す研究者にとってじっくり論文を作成する時間がないというのが現状である。しかし、産業界に転出し研究開発の部署でより良いポストを獲得するために博士論文は必要であるという認識から、博士課程の学生を支援する仕組みが存在する。フ라운ホーファーでは具体的なプロジェクトに基づいた論文のテーマを選択し、それに科学的な分析を加えた博士論

¹⁷ 夏学期および冬学期の 1 年 2 学期制で、医学部など一部の学部を除き、いずれの学期からも入学が可能。

文を書けることがユニークな点としてあげられる。2014 年は 2,920 名の博士課程学生がおり、620 報の博士論文が提出された。

知財については、委託研究で発生した特許は原則として全てフラウンホーファーに帰属することになっている。例外は、委託研究でも実用化から遠い、新素材や技術のフィジビリティスタディから派生するような研究成果は契約によって別途定めている。

2014 年は 831 件の発明のうち、68%にあたる 564 件で新規の特許申請があった。累計で 6,618 件の発明のうち、ドイツ国内で特許として登録されているのが 2,932 件に上り、このうち実際にライセンス等で使用されているものが 3,526 件になっており、トムソンロイターのトップ 100 グローバルイノベーターに選出された（2014 年）。2014 年から、知財評価とライセンスに関わる部門を本部に集約し、テクノロジーマネジメントとビジネスモデル担当理事の下に配した。フラウンホーファーではこれまで各研究所が取得した知財を研究所ごとに管理していたが、本部に集約してパッケージ化するなどして、特許を市場で使いやすい形にする努力を始めている。年間のライセンス収入は、協会内の体制整備の成果もあって、前年比 11%増の 1 億 2,900 万ユーロ（2014 年）となっている。このうち MP3 によるライセンス収入は単年度でも 3,000 万ユーロを超えている。独自研究から生まれた MP3 に関する知財のライセンスによる収入がフラウンホーファーにもたらしている利益は莫大であるが、2017 年までには関連する全ての知財ライセンス期限が切れることになっており、この分を埋めるライセンス収入をどう上げるかが課題である。

コラム： MP3 の開発

音質の劣化を抑え、従来の 10 分の 1 程度の容量にファイルを圧縮することを可能にした音声ファイルフォーマット MP3 を 1980 年代後半から 90 年代のはじめにかけて生み出したのはフラウンホーファー集積回路研究所（IIS）である。そもそもオーディオファイルを圧縮するというアイデアはエアランゲン＝ニュルンベルグ大の研究が発端だった。1987 年に同大に近接する IIS は、自発的な独自研究として共同研究チームを発足、商品化までを達成した。このエピソードはフラウンホーファーが企業からの委託研究に限らず、大学にあったシーズを市場化できるところまで発展させて、世界的なヒット商品を生み出した成功例として語られることが多い。実際、この発明がもたらした特許ライセンス料収入を元金の一部である 1 億ユーロを投じフラウンホーファー基金を設立した（2007 年）。フラウンホーファー全体の特許取得支援や持続的にライセンス収入を得るためのさまざまな取り組みを実施している。

1.7 今後の方向性

フラウンホーファーは設立から 60 余年、大小の改革を断続的に行い、時代の変化に合わせて改編されてきた。また、個々の研究所でも、所長が交代すると、運営方針や研究領域も変えるなど、今後も柔軟に変化していくことが予測される。

21 世紀に入り、ドイツ科学技術界の中で大学の役割が大きく変わろうとしている。州からの運営費交付金が減る中、2014 年末の連邦基本法改正により、連邦政府は州政府の合意を得れば、大学へ直接的に資金を拠出できるようになった。一方大学は、財政健全化のために第三者資金、特に民間からの研究資金を直接受託する方向に舵を切るとみられ、これまで以上に研究機能を強化すると考えられる。この意味で、従来の大学の基礎研究を産業へ橋渡しする機関としてのフラウンホーファーの位置づけは、変わってくる可能性はある。

一つの方向性としては、これまで以上に海外の企業あるいはドイツ企業の海外現地法人からの研究委託を増やすことである。現在、総研究予算に占める海外からの研究委託費は 25% 程度であるが、今後は徐々に増加する傾向になると考えられる。ドイツの公的研究機関としてはドイツ企業のイノベーション創出に資するべきであろうが、研究者にとってはドイツ国内だけでなく海外の企業であっても自らの研究の成果が社会に応用されることは歓迎すべきことだろう。実際に MP3 の技術をライセンスして商業化したのは米国や日本の企業であり、フラウンホーファーとしても国際化へのハードルは低い。

さらにもう一つは、フラウンホーファーの研究シーズを用いて起業するベンチャーのスタートアップ促進である。2014 年は 16 件の起業があり、そのうちフラウンホーファーが法人として投資して株主になっているのが 4 件ある。顧客である中小企業と競合するという懸念や、公的な助成金が入った研究からの起業が公正かと言う議論はあるが、フラウンホーファーとしては起業することで生み出した技術を社会に移転、還元していくことが妥当であるという姿勢を取っている。上記 MP3 のライセンス収益の一部を利用して、起業支援のための枠組みを用意するなど、今後はフラウンホーファー発のベンチャーが増えると思込まれる。

1.8 日本への示唆

1.8.1 優れた人材育成システム

基礎研究のシーズをモノやサービスとして市場で利用できる形にする橋渡し機能を具現している機関としてドイツのフラウンホーファーを見てきたが、この機能の中心にあるのは「人」である。大学から修士や博士の学生を採用し、研究の主力として 5～7 年間雇用する。この間、常に結果を求められるというプレッシャーの元で、新しい知識を得て、決められた期限の中で成果を出す訓練を受ける。さらに彼らに求められる能力が、顧客とのコミュニケーションであり、産業界が何を求め、それにはどのような解決方法があり、何を用いれば最適に成果として顧客に提供できるかを実践的に学ぶ。その後、産業界に転出した研究者は企業での製品やサービスの開発で生まれた課題をフラウンホーファーに研究委託するというサイクルが確立している。大手企業に限らず中小企業の研究開発部門への転出も多い。中小企業にとっては、既に実力を知る研究者を採用することでリクルーティングのリスクが低くなり、一方、学生も自身がもともと興味のある研究領域で引き続き研究開発に携われるというメリットがある。若い優秀な研究者を産業界で使える人材に育て産業界に送り込む、人材育成機関としてのフラウンホーファーは、ポストク人材の産業界での活用を模索する日本にとって参考になるシステムであると考えられる。フラウンホーファーの場合、研究者を産業界に送り込んだらそれで終わりではなく、将来こうした人材がまたフラウンホーファーに研究を委託したり、大学の教員となって研究の現場に戻ってくるといった人材の循環を具現している。ドイツで行われたある調査の結果によると、博士課程の学生のうちアカデミックキャリアを積むために博士号取得を目指しているのは半数以下にとどまり、大多数は、産業界での就労のために博士号の取得を目指している。ドイツでは博士号取得候補者の 3 分の 2 が大学でアシスタントとして働きながら研究をこなしている。残る 3 分の 1 が企業や研究機関で研究を行っているので、フラウンホーファーの例はあくまでドイツの社会では一部である。

1.8.2 地域のニーズを優先

さらにフラウンホーファーは、州立大学と地元産業に深く関わっている。もともと大学の敷地もしくは近接した地域に立地し、大学教授が兼任していることで大学との物理的な距離は近い。さらに、フラウンホーファー研究所を新設する場合、最初の 5 年は州政府が単独で運営費交付金を支払わなければならない。その後、研究所としての規模が整い収益の見込みが立って連邦政府との合意があれば連邦 90%、州 10%の負担割合になる仕組みである。つまり開設時に必要なインフラの整備は州政府の役割となり、州政府および州の産業にとって本当に必要な研究所の誘致が行われる。大学、研究機関、産業界だけではなく、ここには地方政府さらには連邦政府が協力して初めて産学官の橋渡しが実現する。

1.8.3 応用研究から市場投入までの期間短縮

マーケティング理論によれば、製品ライフサイクルは発明から市場投入まで最長 7 年ぐらい、応用研究から市場投入までは 5 年程度だといわれている。現地で行ったインタ

ビューでは、この応用研究から市場投入までをフラウンホーファーは 18 ヶ月と見ていることが分かった。基礎研究から生じたシーズを前競争的研究、応用研究を通じて商品化につなげるには確かに時間がかかる。フラウンホーファーがそれを 18 ヶ月で成し遂げているとすれば、それは逆転の発想で、市場のニーズがどこにあるかを把握し、その問題解決にはどんなシーズが使えるかという検討を常にしているということに他ならない。

参考 1

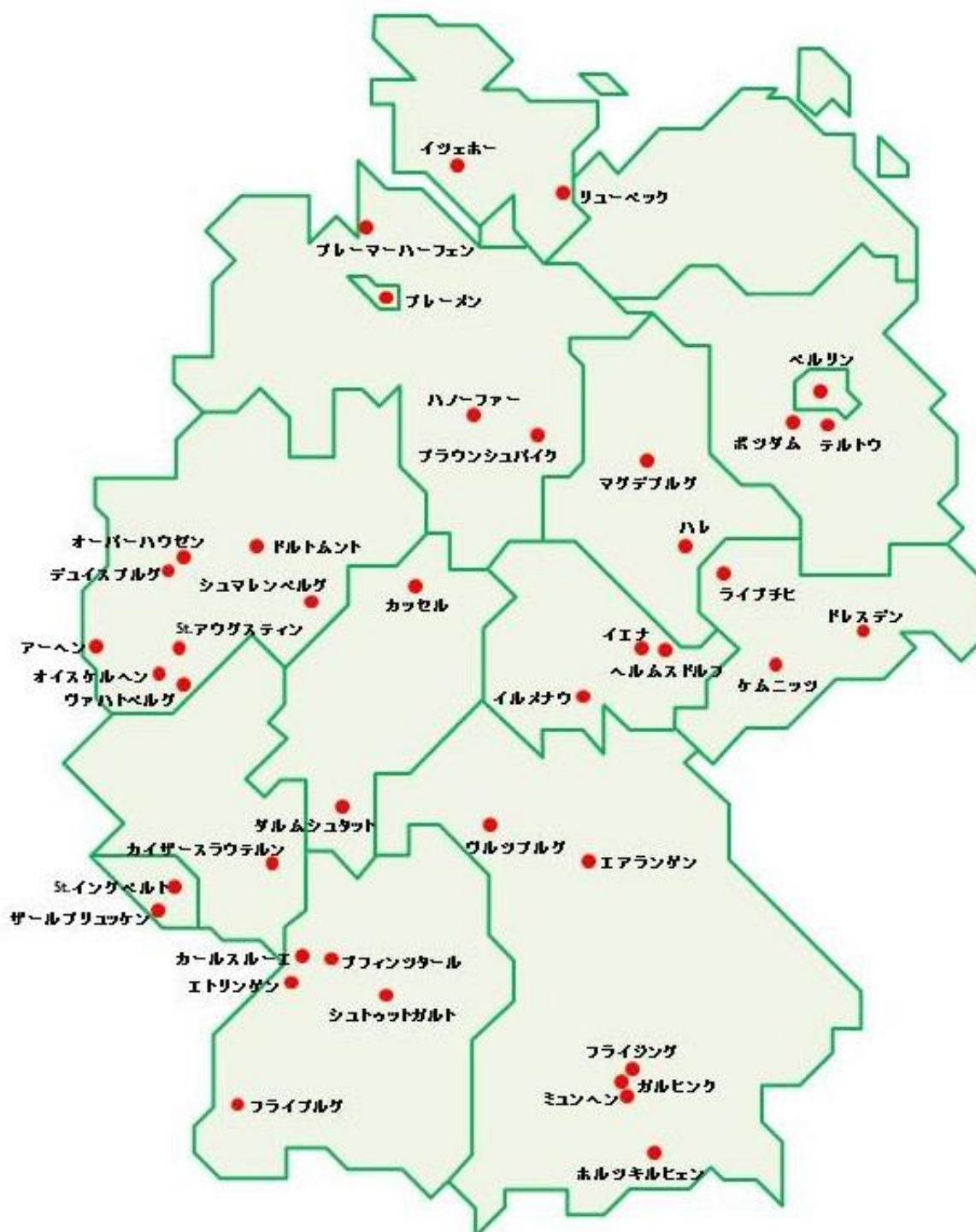
研究所一覧

研究所	略称	所在地
応用・統合セキュリティ研究所	ISEC	ミュンヘン
海洋ロジスティクス・サービスセンター	CML	ハンブルグ
海洋バイオテクノロジー研究所	EMB	リュベック
マイクロシステム・固体技術研究所	EMFT	ミュンヘン
エルンスト・マッハ研究所	EMI	フライブルグ、他
エレクトロ・ナノシステム研究所	ENAS	ケムニッツ
組込みシステム・通信技術研究所	ESK	ミュンヘン
有機エレクトロニクス・電子ビーム・プラズマ技術研究所	FEP	ドレスデン
高周波物理・レーダー技術研究所	FHR	ヴァハトベルグ
応用情報技術研究所	FIT	St.アウグスティン
通信・情報処理・人間工学研究所	FKIE	ヴァハトベルグ
オープン通信システム研究所	FOKUS	ベルリン
ハインリッヒ・ヘルツ通信技術研究所	HHI	ベルリン
応用固体物理研究所	IAF	フライブルグ
インテリジェント分析・情報システム研究所	IAIS	St.アウグスティン
労働経済・組織研究所	IAO	シュトゥットガルト
応用ポリマー研究所	IAP	ポツダム
生物医学技術研究所	IBMT	St.イングベルト、他
建築物理研究所	IBP	シュトゥットガルト、ホルツキルヘン
化学技術研究所	ICT	プフィンツタール
デジタルメディア技術研究所	IDMT	イルメナウ
実験ソフトウェアエンジニアリング研究所	IESE	カイザースラウテルン
生産技術・応用マテリアル研究所	IFAM	ブレーメン、ドレスデン
ファクトリーオペレーション・オートメーション研究所	IFF	マグデブルグ
境界層・バイオプロセス技術研究所	IGB	シュトゥットガルト
コンピューターグラフィックス研究所	IGD	ダルムシュタット、ロストック
集積回路研究所	IIS	エアランゲン、ドレスデン
集積システム・デバイス技術研究所	IISB	エアランゲン
セラミック技術・システム研究所	IKTS	ドレスデン
レーザー技術研究所	ILT	アーヘン
分子生物学・応用生態学研究所	IME	アーヘン、シュマレンベルグ
物流・ロジスティクス研究所	IML	ドルトムント
マイクロエレクトロニクスサーキットシステム研究所	IMS	デュイスブルグ
自然科学技術動向分析研究所	INT	オイスキルヘン
応用光学・精密機械工学研究所	IOF	イエナ

オプトエレクトロニクス・システム技術・画像処理研究所	IOSB	カールスルーエ、エトリンゲン、他
生産技術・オートメーション研究所	IPA	シュトゥットガルト
生産システム・デザイン技術研究所	IPK	ベルリン
物理計測技術研究所	IPM	フライブルグ
フォトリック・マイクロシステム研究所	IPMS	ドレスデン
生産技術研究所	IPT	アーヘン
空間・建築情報センター	IRB	シュトゥットガルト
ケイ酸塩研究所	ISC	ヴルツブルグ
太陽エネルギー・システム研究所	ISE	フライブルグ
システム・イノベーション研究所	ISI	カールスルーエ
シリコン技術研究所	ISIT	イツェホー
ソフトウェア・システムエンジニアリング研究所	ISST	ドルトムント
被膜・表面技術研究所	IST	ブラウンシュバイク
毒物学・実験医学研究所	ITEM	ハノーファー
技術・経済数学研究所	ITWM	カイザースラウテルン
交通・インフラシステム研究所	IVI	ドレスデン
プロセス技術・パッケージング研究所	IVV	フライジング
風力エネルギー・エネルギーシステム研究所	IWES	ブレーマーハーフェン、カッセル
材料メカニズム研究所	IWM	ハレ
材料・ビーム技術研究所	IWS	ドレスデン
工作機械・成形技術研究所	IWU	ケムニッツ、ドレスデン
非破壊試験研究所	IZFP	ザールブリュッケン
細胞療法・免疫学研究所	IZI	ライプチヒ
信頼性・マイクロインテグレーション研究所	IZM	ベルリン
構造耐久性・システム信頼性研究所	LBF	ダルムシュタット
医用画像演算研究所	MEVIS	ブレーメン
中・東欧研究所	MOEZ	ライプチヒ
ポリマー材料・複合材料研究所	PYCO	テルトウ
アルゴリズム・科学計算研究所	SCAI	St.アウグスティン
安全情報技術研究所	SIT	ダルムシュタット、St.アウグスティン
環境・安全・エネルギー技術研究所	UMSICHT	オーバーハウゼン、他
ヴィルヘルム・クラウディッツ木材研究所	WKI	ブラウンシュバイク

参考 2

フラウンホーファー研究所分布図（研究センター、ユニットなど小規模施設を除く）



参考 3

研究アライアンス一覧

アライアンス名	研究内容	研究所数
アダプトロニクス研究 Adaptronics	環境や状況の変化に自ら"適応"して、形状や剛性などの物理的性質が自動的に変化する機能	6
付加価値製造研究 Additive Manufacturing	デザイン、設計、パーツ、およびコンポーネントを製造するためのプロセス	11
セラミック研究 AdvanCer	高性能セラミック研究で、応用分野は減摩ベアリングや医療用インプラント	4
アンビエントライフ研究 Ambient Assisted Living	暮らしの安心、安全、省エネ、労働、健康、社会ネットワークのシステムソリューション	11
自動車製造研究 Automobile production	持続可能な車社会の実現に向けたコンセプトに基づき、省エネ、コスト削減を目指す	18
蓄電池研究 Battery	蓄電池とスーパーコンデンサーの研究開発	19
高効率ビル研究 Building Innovation	エネルギー効率の高いビルの設計と省エネ都市の計画	16
ビッグ・データ研究 Big Data	製造、輸送分野に限らず研究開発分野の応用まで	26
クラウドコンピューティング Cloud Computing	社外インフラサービスおよびクラウドコンピュータ活用のためのセキュリティ、ソフトウェアサービス	6
デジタル映像研究 Digital Cinema	デジタルムービー向け、カメラ、保存、オーディオ、ポストプロダクションなどのシステムソリューション	4
組み込みシステム研究 Embedded Systems	自動車、工作機械、医療機械、AV 機器向け組み込みシステム	12
エネルギー研究 Energy	再生可能エネルギー、エネルギー効率化技術、スマートグリッド、蓄電池等	19
フードチェーン研究 Food Chain Management	安全で高品質な食料確保のための製造、販売、消費のサイクルを全体として研究	12
軽量構造研究 Lightweight Design	剛性、動的安定性と強度と軽さを兼ね備えたコンポーネントと構造の研究	15
ナノテク素材研究 Nanotechnology	特殊な性質を適用した材料、部品やシステム、機能の横断的技術(<100 nm のスケール)	19
シミュレーション研究 Numerical Simulation	製品と製造プロセスのシミュレーション	17
光触媒研究	セルフクリーニング、抗菌、防汚などの特性を持つ	6

Photocatalysis	つ光触媒活性コーティングシステム	
ポリマー表面素材研究 Polymer Surfaces	新化合物を開発するための、ポリマー表面改質に関する研究	7
洗浄研究 Cleaning Technology	歴史的建造物から衛生分野の洗濯、洗浄に関する技術およびプロセス	8
衛星・宇宙技術研究 Space	天気予報、ナビゲーションシステム、衛星テレビやインターネットのグローバル利用など応用が期待される宇宙技術	15
水道インフラ研究 Water Sytems	持続可能な上下水道インフラとシステムソリューション	11
交通システム研究 Traffic and Transportation	市場のニーズを踏まえ、自動車、鉄道、航空、船舶など交通分野のシステム	15
イメージプロセッシング Vision (Image Processing)	光学測定、自動検査技術における、赤外線からX線、センサーのアプリケーションを含む	16

参考資料

- Helmut Trischler / Rüdiger vom Bruch “Forschung für den Markt – Geschichte der Fraunhofer Gesellschaft“ 1999 年
- Nino Tomaschek / Edith Hammer “University Meets Industry“ 2012 年
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI „Innovation System Revisited – Experiences from 40 Years Fraunhofer ISI Research“ 2012 年
- フラウンホーファー応用研究促進協会
<https://www.fraunhofer.de/>
- フラウンホーファー日本事務所
<http://www.fraunhofer.jp/>
- 連邦教育研究省 BMBF ウェブサイト
<https://www.bmbf.de/>

第二章 米国 NIH の CTSA プログラム

医学分野におけるイノベーション創出のために「橋渡し研究」¹⁸の重要性が指摘されているが、効果的な研究支援の実施は主要国の公的ファンディング機関にとって大きな課題となっている。本章では、国立衛生研究所（National Institutes of Health: NIH）で進められている臨床・橋渡し研究資金（Clinical and Translational Science Awards: CTSA）プログラムの現状と課題を概観し、米国における医学分野の研究・イノベーション拠点整備の動向を紹介する。

2.1 背景

2.1.1 NIH 予算の拡大

NIH は、年間予算で 300 億ドル（約 3 兆円以上）が配分されている世界最大の医学研究・支援機関であり、現在 27 の研究所・センターにより構成されている。NIH 予算の約 8 割は、各種グラント・研究契約・教育プログラムなどを通じて、NIH の外にある大学や研究病院の研究者に配分されている。使用目的では、NIH の研究予算の 5 割以上が基礎研究の支援に充当されており、残りは治験を含む臨床研究支援に利用される。

1980 年代以降の NIH 予算の急速な成長は、注目に値する。1987 年に 60 億ドル程度であったものが、2015 年には約 300 億ドルと、5 倍の成長を遂げている。この背景として、1980 年代後半から 90 年代にかけては、産業界による創薬研究への投資とそれが米国経済にもたらす効果に比べて、公的資金による医学研究の推進が遅れていたため、公的資金の投入でそれを是正する目的があった¹⁹。また、90 年代半ばから 2000 年代にかけては、分子生物学やヒトゲノム解読をはじめとする遺伝学の急速な進歩により、新たな医学研究の進展と治療法の開発に対する国民の期待の高まりを背景に予算の増加が行われた点が指摘されている²⁰。

2.1.2 基礎研究者と医師との間の協力の断絶

NIH の予算の拡大に伴い、いくつかの課題が顕在化してきたが、その一つが橋渡し研究である。NIH の予算は主に基礎研究に充当されてきたが、基礎研究で得られた多くの知見を臨床の現場に橋渡しする過程が十分ではなく、国費の投入が国民の健康増進に十分に還元されていないという点が、近年議会などから指摘されるようになった。

橋渡し研究の加速には、基礎研究者と医療現場に従事する医師の協力が不可欠であるが、米国の多くの研究機関で両者の協力体制が欠如していた。一つの背景として考えら

¹⁸ 本稿における「橋渡し研究」は、基礎研究及び前臨床研究からヒトを用いた研究（臨床研究）への橋渡し、また、臨床試験結果や承認薬の臨床現場への橋渡しまでを広く定義する。IOM (2013) *The CTSA Program at NIH: Opportunities for Advancing Clinical and Translational Research*. National Academy Press: Washington, D.C.

¹⁹ H.Con.Res. 284 (105th): Budget resolution FY1999
<https://www.govtrack.us/congress/bills/105/hconres284/text>

²⁰ Smith, P. (2006) “The National Institutes of Health (NIH): Organization, Funding, and Congressional Issues”, *CRS Report for Congress*. The Library of Congress: Washington D, C.
<http://www.nih.gov/about/director/crsrept.pdf> p.15

れるのは、1970年代以降の分子生物学の急速な発展である。これにより、医師ではない分子生物学分野の基礎研究者が大量に医学研究に参画した。具体的なデータで見ると、NIH グラント採択者は、1970年代において医師（M.D.）、基礎研究者（Ph.D.）、両学位保持者の割合は、5：10：3であったものが、2005年の段階で2：7：1となり、医学研究における基礎研究者の割合が急速に増加している²¹。NIHにおいて1960年代から臨床研究を支援する枠組みが進められてきたが、支援の主な内容が医師による臨床試験（治験）に限定されており、1970年代以降に増加した分子生物学分野などの基礎研究者と臨床研究者の協力を促す設計となっていなかった²²。医師と基礎研究者との間の研究協力に断絶が発生しているのである²³。

2.1.3 データ駆動型の医学研究への対応の遅れ

もう一つの課題は、遺伝子解析や情報工学を多用したデータ駆動型の医学研究への対応の遅れである。2000年以降、遺伝子解析費用は劇的な速度で低下してきた。2001年には一人あたりのヒトゲノム解析に約1億ドル程度が必要とされたが、現在は1,000ドルを下回る勢いで解析費用が低下しており、そこで得られたデータを基に、疾患の分子病態理解は大幅に深まってきた²⁴。これに加えて、イメージング技術の進歩や情報科学の活用により、医学研究においてビッグ・データを利用する機運がこれまでになく高まっている。同時に、臨床の現場においても多くの医療情報が電子化され研究利用の可能性は広がってきた。そのような中、データ駆動型の医学研究において中心的な役割を担う生物情報学分野の研究者や、実際に患者のデータを統計学的手法で分析できる臨床統計学分野の研究者を育成する必要性が高まっていたが、十分な人材育成の支援が多くの研究機関で整備されていなかった。

²¹ Butler, D. (2008) “Crossing the Valley of Death”, *Nature*, 12(453), pp. 840-842.

²² Zerhouni, E. A. (2005) “Translational and Clinical Science – Time for a New Vision”, *New England Journal of Medicine*, 353(15), pp. 1621-1623.

²³ *Ibid.*

²⁴ NIH. (2015) *NIH Wide Strategic Plan: Fiscal Years 2016-2020*. NIH.: Washington, D.C.

2.2 CTSA プログラム

2002年にNIH長官に就任したザフーニ（Elias Zerhouni）博士は、上記に述べたような課題を解決するため、2006年に臨床・橋渡し研究資金（Clinical and Translational Science Awards: CTSA）プログラムの創設を決定した²⁵。

2.2.1 概要と目的

CTSAの目的は、学術機関・病院における統合的な橋渡し研究の基盤整備である。具体的な目的は、次の5つの項目である。これらの目的を達成するため、CTSAプログラムでは基盤整備、ポスドク支援、博士研究者トレーニングの3つの手段を活用する。その中で基盤整備が重要であり、具体的にはガバナンスの整備、科学基盤の整備（情報科学を用いた研究環境の整備、学際研究支援、患者コミュニティとの関係強化）、助言プログラム設置（生物統計学、疫学、レギュラトリ・サイエンス）などが含まれる²⁶。

① 人材育成

橋渡し研究に係る人材の養成であり、基礎・臨床研究に関する学術的な内容に加え、研究計画の作成方法、グラント申請方法、レギュラトリ・サイエンス、生命・医療倫理などの指導を通じた人材育成にも努める。

② 利害関係者との協力、拠点間の協力

橋渡し研究をスムーズに実施していくためには、各拠点と地域・利害関係者（大学、産業、患者団体・市民、州政府）間の協力、及び拠点間協力が重要となる。そこで、CTSAプログラムにおいて拠点を整備する際、患者・家族、産業界、慈善団体、特定疾患の患者団体、地域の医療機関、並びに非医療系団体（人種・人権団体など）を可能な限り拠点整備の取り組みに参加させることが求められる。具体的には、外部の利害関係者を非常勤で雇用し、拠点に対して助言を行う諮問委員会のメンバーとして参加させる場合や、もしくは拠点研究者への教育課程において講師陣として参加させるなどの取り組みがある。

③ 統合的研究環境の整備

橋渡し研究においては、基礎研究・臨床研究者間の協力に加え、特に薬理学、情報科学、統計学分野の専門性を有する研究者の参加も含めた横断的な研究体制が必要となる。CTSAでは、パイロット・グラントと呼ばれる各拠点が独自の判断（規模・用途）で運営できる小規模の拠点内競争的資金を用い、これらの専門家の参加を促進している。

④ 方法論と研究プロセスの構築

CTSAプログラムの設置目的の一つとして、橋渡し研究に係る方法論と研究プロセスの構築が挙げられている。この目的を達成するため、拠点において生物統計学、疫学、

²⁵ Zerhouni, E. A. (2005) *Op.,cit.*

²⁶ Department of Health and Human Services: Part1 Overview Information, accessed 24 December 2015. <http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PAR-15-304.html>

並びに薬事規制（レギュラトリ・サイエンス）などの実践的な助言を行うための相談窓口の設置が行われている。

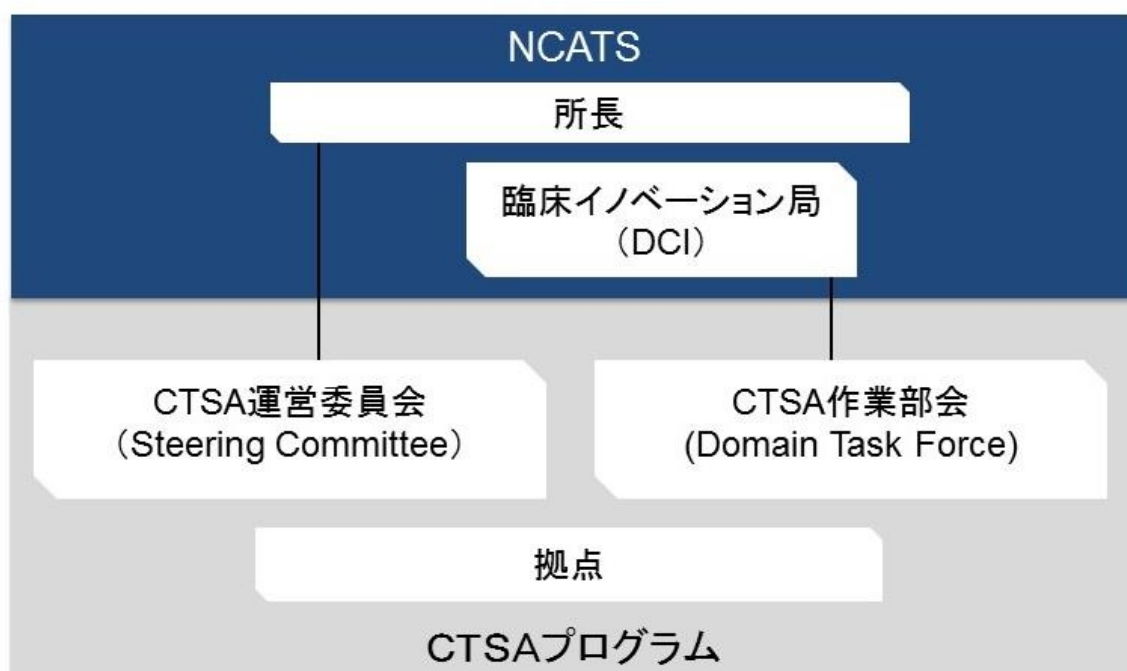
⑤ 橋渡し研究に資する情報科学の推進

情報科学を利用した研究基盤の整備は、CTSA の中核的な目的である。具体的には診療情報などの電子医療情報、生体試料を用いた遺伝子解析データなど、各種データ基盤の整備と統合的研究利用環境の整備、そしてそれらを拠点において整備するデータチームの構成などが求められている。異なる種類のデータベースを設置する際、研究者がなるべく情報を一元的にアクセスできるシステムの構築が重要となり、また現場の臨床研究者が研究利用しやすい統計ソフトの開発など、ビッグ・データ時代の医学研究において情報・統計学への対応は CTSA で最も重点化されている取り組みの一つである。

2.2.2 NCATS 及び DCI

NIH で CTSA を所管するのは、NIH 改革法（2006 年）の成立を受けて、橋渡し研究の加速を目的に、2012 年に新設された国立先進トランスレーショナル科学センター（National Center for Advancing Translational Science: NCATS）である。NCATS の中で CTSA を所管するのは、臨床イノベーション局（Division of Clinical Innovation: DCI）である。（図表 2-1 参照）

図表 2-1 CTSA プログラム運営体制



NCATS は、所内研究および所外研究の両方を支援する。2017 年度予算案における予算は約 6.9 億ドルで、その約 8 割が CTSA プログラムに充当される²⁷。NCATS の初代

²⁷ Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Center for Advancing

所長に任命されたオースチン（Christopher Austin）博士は、基礎研究、臨床研究、産業界での実績に加え、NIH 長官からの信頼が厚いという評価を受け就任に至った²⁸。新設 NCATS の初代責任者には、橋渡し研究の複雑な取り組みに対応できる広い経験が求められていた点が確認できる。

CTSA の直接の担当部局である DCI に注目すると、局長はカウフマン（Petra Kaufmann）博士であり、2015 年より NCATS 内の別部局である希少疾患研究室の室長も兼務している。着任する前は、国立神経疾患脳卒中研究所（NINDS）臨床研究室の室長を務め、神経疾患・希少疾患に関する大規模臨床試験の計画・実施を統括した。ドイツ・ボン大学で医学博士の学位を取得後、米コロンビア大学メーلمان公衆衛生学部において生物統計学の理学修士号を取得した²⁹。このカウフマン博士を含め合計 12 名で現在の臨床イノベーション局は構成されている³⁰。

2.2.3 NCATS の諮問機関

① 運営委員会

NCATS 所長の下に、プログラム運営委員会（Steering Committee）が設置されている（図表 2-1）。運営委員会は年間 3 回開催され、2015 年 2 月時点での構成員は 18 名である。メンバーは、全米 31 州において CTSA に採択されている 62 の研究拠点から選ばれた 12 名の責任者（通常は研究主宰者（Principal Investigator : PI））に加え、NCATS 以外の 4 つの NIH 研究所（国立がん研究所、国立神経疾患脳卒中研究所、国立関節炎・筋肉・皮膚研究所、並びに国立補完統合衛生センター）より各 1 名、薬事承認などを管轄する食品・医薬品局（FDA）から 1 名、そして、民間のパーキンソン病の患者団体から 1 名である³¹。

運営委員会の目的は、拠点責任者（拠点長・PI）との連携強化、NCATS による戦略的な意思決定の補佐、並びに以下に記述する CTSA 作業部会への助言である。

② CTSA 作業部会

CTSA 作業部会は、人材育成、拠点の地域的関与、臨床研究方法論、生涯を射程に入れた研究、情報科学の 5 つの分野で構成されており、その目的は、各拠点における成功事例の共有と拠点間による共同研究の促進である。

作業部会はそれぞれ、6 名の部会責任者により運営され、その内 5 名が拠点からの参加で、残りの 1 名は NCATS の職員が勤める。その他のメンバーは 60 を超える拠点から各 1 名ずつ、関連分野に精通した代表者が作業部会に参加する。ゆえに、各部会とも合計で 70 名近い構成となっている。各作業部会の運営方針は 6 名の部会責任者に委ねられており、CTSA の年次会合において、作業部会の活動内容の報告が義務付けられて

Translational Sciences (NCATS), Budget. <http://www.ncats.nih.gov/about/center/budget>.

²⁸ Wadman, M. (2013) 'Translational Research: Medicine Man', *Nature*. 494(7435). pp. 24-26.

²⁹ Staff Profile: Petra Kaufmann, accessed 24 December 2015. <http://www.ncats.nih.gov/staff/kaufmanp2>

³⁰ Division of Clinical Innovation Staff, accessed 24 December 2015.

<http://www.ncats.nih.gov/about/center/org/dci>

³¹ PI に関しては、6 名が毎年新たに入れ替わる。Austin, C., and Kaufmann, P. (2015) 'Clinical and Translational Science Award Program in the Division of Clinical Innovation', Presentation at *CTSA Principal Investigator Meeting*. 3-4 February, NCATS, Washington. D.C.

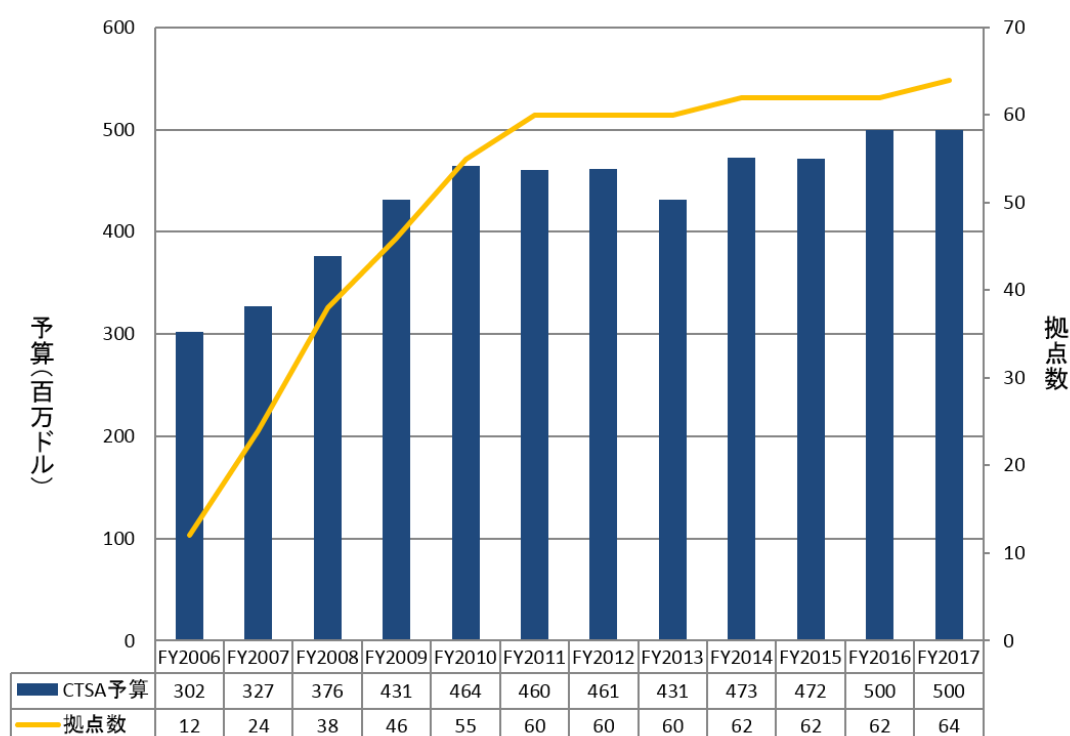
いる³²。

2.2.4 予算

① 概要

図表 2-2 に示すように、2012 年以降の CTSA のプログラム予算は年間 460～470 万ドル程度であり、プログラム開始時の 2006 年は 12 の拠点が採択され、その後、予算額の増加に伴い新たに CTSA 拠点が認定され、2015 年 11 月時点では全米 31 州で 62 拠点が CTSA として活動している。

図表 2-2CTSA プログラム予算と拠点数



単位：(\$) 2006～2015（実績）2016（見込）2017（予算案）³³

出典：Overview of FY2017 President Budget を基に CRDS 作成

CTSA に認定された各拠点は、橋渡しの基盤整備を目的として、通常 1 件あたり年間約 300 万ドルから 750 万ドルを 5 年間受け取る。これに加え、基盤整備の予算規模に合わせて、ポスドクの支援・博士課程研究者のトレーニング支援予算の支給を受ける³⁴。図表 2-2 から明らかなように近年においては大幅な拠点数の増減がないが、例えば 2015 年度では新たに 18 の研究機関が拠点到認定されているため、5 年間の支援が終了

³² CTSA Central. *Domain Task force*, accessed 24 December 2015.
<https://ctsacentral.org/consortium/domain-task-forces/>

³³ NIH Office of Budget. (2016) *Overview of FY2017 President Budget*. 及び Austin, C. (2015) 'National Center for Advancing Translational Sciences: Catalyzing Translational Innovation', Presentation at *IOM CTSA Review Committee*, 24 January 2013. NCATS: Washington. D.C.

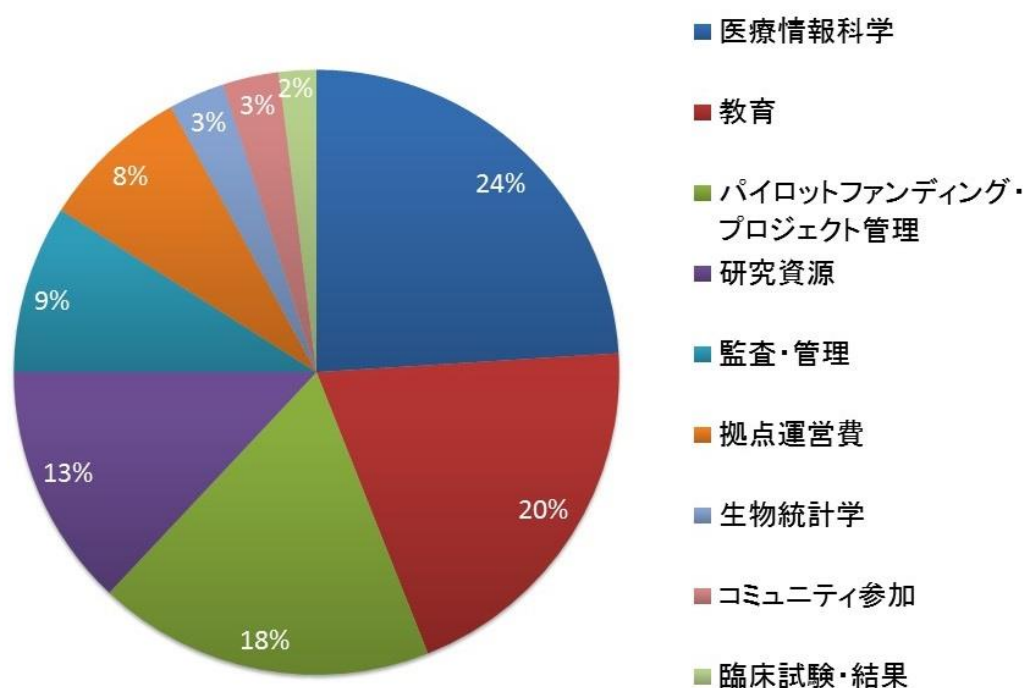
³⁴ Department of Health and Human Services: Part1 Overview Information, accessed 24 December 2015.
<http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PA-15-304.html>

した後、拠点の中には継続採択される拠点とそうではない拠点が存在することが確認できる³⁵。

② デューク大学の拠点例

図表 2-3 はデューク大学の CTSA 拠点における予算内訳の一例である。ここでは、医療情報科学の人材育成、技術開発、データシステムの整備が重要視されており、当該分野への投資が予算内で相対的に高い比重を占めている。このため、CTSA の採択においても、拠点整備において情報科学分野に長けた研究者を確保することは重要となり、そのための人材獲得が拠点間で活発化している。

図表 2-3 デューク大学における CTSA 予算の利用割合（全体 1,070 万ドル）



出典：Duke Translational Medicine Institute. (2015) *Duke CTSA Accelerating the Journey from Idea to Innovation*. DTMI: NC.を基に CRDS 作成

③ 拠点における CTSA 予算の比重

CTSA の各拠点は、NCATS からの支援のみで組織を運営しているのではなく、CTSA 資金はあくまで拠点予算の一部に過ぎない。各拠点の全体収入の内訳はそれぞれ異なっているが、ある大学の事例を紹介すると、2016 年度の予算として、拠点の全体予算は約 1,500 万ドル（約 18 億円）であり、その内、20%の約 300 万ドルが CTSA による支援、約 300 万ドルが学内支援（大学ヘルスセンターによる支援）、約 300 万ドルが別の学内支援（大学研究オフィス）、残りの約 300 万ドルはその他の異なる複数の学部や地域カレッジからの支援、13%の約 200 万ドルは拠点が提供するサービス料、並びに約 7%の

³⁵ NCATS Announces CTSA Program Hub Awards to Help Transform How Clinical and Translational Science Is Conducted Nationwide, accessed 24 December 2015.
<http://www.ncats.nih.gov/news/releases/2015/ctsa-ul1-awards>

100 万ドルが大学からの間接経費の返却分という内訳であった。つまり、CTSA による支援は拠点整備の初期投資として重要であるが、拠点の維持にはその他の収入源を継続的に確保することが不可欠となる。

2.2.5 対象領域、対象研究開発段階

CTSA プログラムにおいては特定の疾患分野や技術領域における研究開発の推進は念頭におかれておらず、あらゆる疾患に関する橋渡し研究の推進を支援できる基盤整備の構築が求められている³⁶。特定分野の疾患研究の推進は疾患別の研究所（国立がん研究所など）において支援されているため、それらの取り組みと協力しながら CTSA の拠点整備を進めることが奨励されている。

一方で CTSA プログラムが特に支援を目指す研究開発段階が存在している。橋渡し研究は、基礎研究、臨床研究、薬事承認、上市後の評価研究まで、非常に広い範囲を対象としているが、CTSA で特に重要視されている研究段階は、動物やヒト由来試料を用いて行われた前臨床研究の結果を基に、初めてヒトを用いた評価へ移行する段階である。まずヒトでの安全性を評価する臨床試験の第一層試験、そして、薬剤の有効性を評価する第二層試験である³⁷。ただ、各拠点内で運営されるパイロット・グラント（研究の初期データを得るための小規模研究グラント）を用いた臨床試験に限っては、第二層試験の初期段階までと限定されている³⁸。

³⁶ 例外は AIDS 研究であり、当該分野に限っては拠点事業計画の段階で AIDS 研究に特化した橋渡し研究の取り組みを言及する事が可能となっている。

³⁷ IOM (2013) *Op., Cit.*

³⁸ 第三層は多数の患者からデータの取得が必要となり大規模な予算が必要となるため、通常の実施主体は製薬企業となる。

2.3 プログラムの運用

2.3.1 公募と採択

① 公募

NCATS では拠点整備の公募に当たり、プログラムの目的・拠点整備方法・成果・プログラム実施に際した NIH と各拠点との協力体制のあり方を策定する。公募内容で NCATS が示したプログラムの大枠に基づいて、各拠点において拠点整備の詳細な活動計画をそれぞれの大学・病院の独自性を生かす形で提案する。

② 採択方法

CTSA の拠点の採択は、2段階の評価プロセスにより実施される³⁹。第1段階は、NCATS におかれる科学的評価グループによるピア・レビューである。この評価は、CTSA プログラムに特有の評価基準で行われる。CTSA は研究機関が組織として取り組む拠点整備を目的としているため、必ずしも全ての申請項目が「科学的な優位性」によって評価されるわけではなく、橋渡しの拠点整備に特有の観点により評価が行われている。例えば教育に関する取り組みは、必ずしも定量化して評価することが容易ではなく、論文・特許数のようには評価が出来ないからである。以下に評価の具体的な内容を紹介する。

○提案の重要性 (Significance) : 橋渡し研究が取り組むべき問題を考慮しているか、提案内容の目的が達成された場合どのような知識・技術・臨床行為が改善されるか、また、治療法・医療サービス・予防的介入のあり方に変化をもたらすことが可能か？

○研究者の構成 (Investigator) : 拠点長・研究主宰者・その他の研究者は提案の実施に適した人材であるか、また当該分野においてこれまで実績を確立しているか？

○提案の新規性 (Innovation) : 革新的治療概念、治療方法、治療技術、もしくは介入技術を活用し現在の医学研究や医療行為を変化させるか、また、提案されている内容は一つの疾患分野において革新的な概念・方法であるのかもしくはより広い文脈で応用が可能であるのか？

○実施方法 (Approach) : 全体的な拠点整備の戦略、方法論、並びに分析は綿密に設計されておりプロジェクトの目的達成に資する内容であるか、提案の実行可能性はあるか、また、人の一生（胎生期から終末期まで）を対象とした研究を支援できる体制が示されているか、地域的かつ全国的に橋渡し研究の利害関係者（産業界、規制当局、患者団体、人種団体など）と協力可能な拠点体制が示されているか、どの程度情報科学分野の取り組みが計画されているか、橋渡し研究の全ての段階（基礎研究から臨床データの研究利用）において情報科学の活用が想定されているか、最先端の情報科学が拠点整備（研究方法、拠点間協力、患者の研究参加）にどの程度活用されるのか？

○研究環境 (Environment) : 提案機関における研究環境は拠点整備に適しているか、所属機関からの財政的・設備的・その他の物理的な支援が拠点研究者に利用可能であるか？

上記の拠点整備に併せてポストドク支援・博士課程研究者支援の枠組みに関しても評価

³⁹ 「JSPS グローバル学術情報センター米英独のファンディングエージェンシーの審査システム」『CGSI レポート』第2号, 2015年2月25日

が実施される。そこでの主な評価基準は、提案の内容は有望な若手を登用し生物医学・臨床研究者としてのキャリアを確保できる内容であるか、拠点の研究主宰者またリサーチ・アドミニストレーターは提案内容を実施できる人材であるか、また、若手を指導する研究者は確立された教育の経験・経歴を有するか、また、これまで指導した若手研究者がその後研究分野でキャリアを確立できているか？といった内容が指標化されている。

以上の第1段階を通過した提案については、NCATS 所長及び15名程度のアカデミアの研究者により構成される NCATS 諮問委員会 (Advisory Council) によって第2段階の評価が実施され、最終的に NCATS 所長が採否を決定する。第2段階における評価では、第1段階の科学的評価の内容を考慮しつつ、より政策的な観点から、提案の内容がプログラムの目的に合致した内容か、予算的に実行可能か、その他の拠点との関係で地理的に全国に分散しているか、特定人種・患者団体の参加が可能な設計か、また、拠点が開発・保存するデータやソフトウェアが他の拠点においても利用できる内容か、といった点を中心に評価が行われる。

2.3.2 協力協定の締結

公募し採択された拠点は NIH の NCATS と「協力協定」(Cooperative Agreement) を結ぶ⁴⁰。協力協定は、個人やグループが主体となる研究者提案型のグラントと異なり、研究実施機関が組織として締結主体となり、NIH と実施機関が実質的な相談・協力の下で合意する。他方、協力協定は委託契約とも異なる。NIH が締結する委託契約は、直接的な便益(資源・サービス)の提供であり、実施方法を NIH が指定し、業務のみを実施機関に委託する形態であるため、実施機関がプロジェクトのあり方を構想する裁量はない。このように協力協定は、研究者提案型のグラントと連邦政府との委託契約の中間に位置しており、プログラムの実施において NIH が定める目標達成に向け、実施機関が一定の独自性を担保しつつ、NIH との協力の下で拠点の整備を行う形となる。

2.3.3 プログラムのマネジメント

各拠点の責任者(拠点長もしくは研究主宰者)は、年間1~2回開催される CTSA 合同会議への出席、NCATS 担当者との月例電話会議に加え、毎年 NCATS に対して拠点の活動に関する研究進捗評価報告書(自己評価)の提出が必要である⁴¹。この年次評価報告書は、拠点整備、ポスドク支援、博士課程研究者トレーニングに関する取り組みについて全体で5頁程度の報告書をまとめる。本報告書の主な目的は進捗管理であり、特にプロジェクトの実施に際して、拠点が直面している問題の報告が重要視されている。もし問題が表明された場合、その改善に向けた対応と実施計画も併せて報告が必要となる。

成果に関しては、論文・知財に加え、未承認薬や既存の承認薬をこれまでとは別の疾患に利用して臨床試験を実施する場合に規制当局から承認を得る制度 (Investigational

⁴⁰ Circular A-110 Revised 11/19/93 As Further Amended 9/30/99 To the Heads of Executive Departments and Establishments, accessed 24 December 2015. https://www.whitehouse.gov/omb/circulars_a110_110_subpart_B

⁴¹ NCATS. (2014) *Research Performance Progress Report (RPPR)*, accessed 24 December 2015. <https://ncats.nih.gov/files/CTSA-RPPR-instructions-2015.pdf>

New Drug: IND) の承認件数なども評価の対象となる⁴²。その場合、各拠点に設置されている治験審査委員会に提出された研究計画、研究者氏名、治験審査承認数などが報告の対象となる。これらに加え、次年度の活動予定として拠点が計画している臨床試験、小児疾患研究の実施状況、並びにエイズ研究に関する取り組みを提示する必要がある⁴³。

各拠点には、外部有識者で構成される諮問委員会が設置され、年に一度、評価を実施し、拠点責任者に対して提案を行う。諮問委員会による評価内容も年次評価報告書に記載する必要がある。拠点ごとに諮問委員会の規模は異なるが、委員の多くは他の CTSA 拠点責任者が約 10 名程度で構成されていることが多い。執行年度予算の内訳の記述も、報告書に記載する必要がある。

2.4 プログラムのこれまでの成果

CTSA の全体的な成果としては、統合的な橋渡し基盤整備が推進されつつある点である。以前は、それぞれの研究機関において、ゲノム情報を取り扱う基礎研究データベース・研究手法、患者情報を扱う臨床部門のデータベース、生体試料、臨床試験承認手続きなどの橋渡し研究に必要な資源が、個別の部局内で限定的に利用されており、組織全体として統合的に研究を実施する体制が整っていないことが多かった。これらの壁を崩す触媒として CTSA が作用している点は大きい。特に中堅大学においては、研究の基盤整備に利用できる予算が限られていたが、CTSA の資金を獲得することによりこれら基盤の土台を築くことが可能となった。

また、CTSA には米国のトップ大学がほぼ全て参加しており、CTSA に採択されたことで研究機関としての質の高さが外部にも保証され、他の外部資金の獲得や所属大学・病院内部から支援が得られやすくなった。CTSA に参加する大学・病院に属する研究者も同様で、グラントを獲得しやすくなり、CTSA ネットワーク内での共同研究が進めやすくなった。

以下に、前記「概要と目的」の①～⑤に列記した CTSA プログラムの目的に関連して、具体的な取り組み事例を紹介する。

① 人材育成

ハーバード大学の拠点における人材育成プログラムを紹介すると、拠点の研究者が誰でも参加可能な 1～2 時間程度の生物統計学セミナー、6 週間のグラント申請方法トレーニング、ポスドク研究者向けの 2 年間の臨床・橋渡し研究トレーニングなど、20 以上の広範囲な教育プログラムが準備されている⁴⁴。

これらのプログラムは、CTSA の資金を利用して新たに設置される場合や、拠点が所属する医学部において既に実施されている課程を利用し所要経費を CTSA からの資金で補填する場合など、いくつかの実施形態がある。なお、これら人材育成用のプログラムの予算は、ポスドクの給与・研究費支援の枠組みとは別の予算で計上されている。

⁴² 医療機器に関しては Investigational Device Exemption (IDE) の承認件数を報告する。

⁴³ CTSA は特定の疾患研究を推進するプログラムではないが、エイズ研究に関しては、拠点活動の一定の割合が充当されるべきであるという記載がある。

⁴⁴ *Harvard Catalyst Education and Training Overview Matrix*, accessed 24 December 2015.
https://catalyst.harvard.edu/ed_training_overview_matrix.html

② 利害関係者との協力、拠点間の協力

CTSA プログラムに関連する利害関係者としては、希少疾患患者、特定集団（人種など）などがあるが、これらのグループに係る臨床研究の基盤整備や看護師やコーディネータなど必要な技術者を拠点で整備することが CTSA の目的の一つである。

具体的には、小児疾患や希少疾患に関しては、研究に参加できる患者数の規模が小さいため、科学コミュニケーションの専門家を地域の病院、患者団体へ派遣して、CTSA の拠点が行う臨床研究の重要性を説明し、患者の研究参加に対する意識啓発を実施している。2014 年には、当該問題に関する全国会議がデューク大学において開催され、60 を越える拠点の取り組みが紹介されるとともに、拠点と利害関係者との協力の進展を評価するための共通指標の構築が提案された⁴⁵。

拠点間の協力の促進については、既に「CTSA 作業部会」で述べたとおり 5 つの CTSA 作業部会が設けられ成功事例などの情報共有が行われており、その一環で情報共有用のウェブサイトが設置されている。このウェブサイトの運営と拠点間協力の全体的な事務局機能を担当しているのがヴァンダービルト大学であり、2011 年に 5 年間で 2,000 万ドルの資金を獲得している⁴⁶。取り組みの一つとして、どの拠点がどのような研究設備を有し、どういった生体試料を提供できるか（バイオバンク）、それらを利用してどういった疾患分野の研究が実施されているか、といった情報を可視化する試みが行われている⁴⁷。

③ 統合的研究環境の整備

基礎研究者と臨床研究者の共同研究を促す方法の一つとしてパイロット・グラントがある。例えば、コロンビア大学におけるパイロット・グラントの一例に注目すると、支援規模は 1 件 4 万ドルで研究期間は 1 年、年間 3 件の支援が実施される⁴⁸。基礎研究・臨床研究分野の学部から各 1 名の PI（准教授レベル）の参加が必要とされており、これまでに共同研究をしたことがない研究者間の協力が奨励されている。研究分野は分子生物学、免疫学、医療情報学、遺伝学、神経科学等で、研究段階は前臨床研究である。

またコロンビア大学においては、若手研究者による生物情報学、イメージング技術分野、並びに精密医療分野の研究支援を目的とした別のパイロット・グラントが設置されている⁴⁹。一方デューク大学においては、異なる CTSA 拠点から研究者を参加させるパイロット・グラントの設置も行っている。

評価の実施例として、第一段階においては申請内容と関係する専門分野の研究者による査読と、第二段階においては分野横断的な観点から異分野の研究者を含めた査読を実施している大学や、10 名程度の異なる分野の査読者により 1 度で評価を済ませる大学がある。また評価の期間も、2,000 ドル程度の小規模なものであれば拠点長の判断により

⁴⁵ DTMI. (2014) 2014 National Conference on Engaging Patients, Families and Communities in all Phases of Translational Research to Improve Health, *Conference Summary*. DTMI. NC.

⁴⁶ Snyder. B. (2011) *VUMC to Lead National CTSA Consortium*, accessed 24 December 2015.
<http://www.mc.vanderbilt.edu:8080/reporter/index.html?ID=10883>

⁴⁷ Shirey-Rice, J. (2014) 'The CTSA Consortium's CATCHR (Catalog of Assets for Translational and Clinical Health Research)', *Clin Transl Sci*. 7(2) 100-107.

⁴⁸ *Pilot and Collaborative Translational and Clinical Studies Resource (PCSR)*, 24 December 2015.
http://irvinginstitute.columbia.edu/research_ops/pcsr.html

⁴⁹ *Ibid*

数日で結果が出る場合もあれば、2段階の査読が必要となり評価の終了まで数ヶ月かかる場合もある。臨床試験を支援する場合は、ヒトを対象とするため患者の研究参加計画、研究データ管理・監査体制のありかたなどを総合的に考慮し、比較的長い判断が必要となる。

ヒトの一生涯を研究対象とする観点で、研究実施が難しい課題として小児疾患がある。胎児や幼児を研究の対象として扱うことへの倫理的な観点からの懸念も存在する。CTSA プログラムにおいて、小児疾患に特化したプログラムも進められており、その一例がワシントン D.C.にある Children's National Medical Center での拠点整備である。プログラムに参加している研究者は、90%が同病院に勤務する医師で、残り 10%が基礎研究者である。ジョージ・ワシントン大学は、この拠点の共同運営機関としてプログラムに参加し、基礎研究者を補っている。この拠点では、病院の治療を通じて得られる遺伝子データやイメージング・データなど膨大な量のデータを臨床研究に利用する基盤の構築を進めており、2013 年には、電子カルテを利用し米国初の小児疾患に特化した疾患データベースの構築を民間会社と共同で開始した⁵⁰。

④ 方法論と研究プロセスの構築

ハーバード大学においては、グラント申請書の書き方、治験審査委員会用資料の準備方法などについて無料で相談が可能となっている⁵¹。

ヴァンダービルト大学においては、助言が必要と考えられる専門分野に関し、有識者の選定・日程調整を経た上で、1 回 90 分間で研究デザインに関する助言を受けることが可能である。拠点によっては、これらの相談を、パイロット・グラントの評価プロセスの一環に組み込み、パイロット・グラントへ申請が行われた際、有識者からの助言を得ながら申請内容を修正し、効果的な研究設計を実施する拠点もある⁵²。

⑤ 橋渡し研究、人材育成、並びに成功事例の共有に資する情報科学の推進

CTSA プログラムにおいては、この情報科学に係る基盤整備が最も重要視されているため、ここではヴァンダービルト大学の事例をいくつかの項目に分けて記述する。

○研究者用ウェブサイトの設置

ヴァンダービルト大学では、拠点研究者がアクセス可能な StarBRITE というウェブサイトが設置されている⁵³。同ウェブサイトを通じてアクセス可能な内容の一つに、同大学病院が保有する生体試料とそれに関連する患者・臨床情報を 24 時間閲覧可能とするシステムがある。生体試料については、血液サンプルなどがバイオバンクとして整備

⁵⁰ Children's National and Cerner Collaborate in First Pediatric Health Information Technology Institute in the Country, 24 December 2015.

<http://childrensnational.org/news-and-events/childrens-newsroom/2013/childrens-national-and-cerner-collaborate-in-first-pediatric-health-information-technology-institute-in-the-country>

⁵¹ Harvard Catalyst Biostatistical Consulting, 24 December

2015.<https://catalyst.harvard.edu/services/biostatsconsult/>

⁵² Design, Biostatistics, and Research Ethics Program Description, 24 December 2015.

https://victr.vanderbilt.edu/pub/message.html?message_id=152

⁵³ Harris, P. et al. (2011) 'StarBRITE: the Vanderbilt University Biomedical Research Integration, Translation and Education portal', *Journal of Biomedical Informatics*. 44(4). pp. 655-62.

されている。約 19.5 万人（成人 17 万人・小児 2.5 万人）のゲノム情報プラットフォームであり、大学が保有する生態情報としては米国トップ 20 の規模で、現在この内、1 万人分のゲノム解析が完了している⁵⁴。拠点研究者はパイロット・グラントなどから研究費の一部を利用して、同大学の遺伝解析センターに解析を依頼することも可能である。また、患者の臨床情報については、米国政府が定める「医療保険の携行性と責任に関する法律」に基づいて匿名化されている。ただ、臨床情報を基に、個別患者の研究参加が必要な場合は、治験審査委員会の審査を経て、患者にコンタクトを図ることが可能で、その情報もウェブサイトからアクセスが可能となる。これらの情報は同大学の研究情報オフィスが毎週更新を行い、臨床情報の匿名化や、研究利用に際する研究者への助言を実施している⁵⁵。

○研究費の自動算出

上記の各種データを用いて実際に臨床研究を設計する場合、研究実施の際に必要なと考えられる研究補助者や看護師の人数、ベッド数、統計家への謝金の額など、研究に必要な経費をウェブサイトの様式に沿って入力すると、研究実施に必要なであると想定される金額が自動的に算出されるソフトウェアが設置されている。ひとたび研究予算が確定したら、同じウェブサイトの中でパイロット・グラントの申請手続きが可能であるため、そこで算出された金額を下に、2,000 ドル、1 万ドル、1 万ドル以上の 3 つの分類から申請項目を選択し、グラント申請もオンライン上で可能となる⁵⁶。

○患者の研究参加

同ウェブサイト内では、匿名化された大学付属病院の患者情報（今後の通院予定など）が参照可能となり、これにより、臨床データから、各研究の目的と照らし合わせて、研究に必要な患者の研究参加を計画することが可能となる⁵⁷。また、地域外からの患者の参加が必要な場合に対応するため、CTSA による支援の下、ヴァンダービルト大学においては全国的な患者参加支援のオンライン・ネットワークも構築しており、現在、86,256 名の患者、3,417 名の研究者が登録されている⁵⁸。このオンライン・ネットワークは同大学で生体情報学講座を担当するハリス（Paul Harris）教授により開発された。

○臨床統計ソフトウェア

研究者が臨床研究を実施する際、実験データの管理・統計処理が必要となるが、同大学においては、CTSA の支援の下、Research Electronic Data Capture（略して REDCap）

⁵⁴ 本調査ヒアリング結果より

⁵⁵ Danciu, I. *et al.* (2014) 'Secondary Use of Clinical Data: The Vanderbilt approach', *Journal of Biomedical Informatics*. 52. Pp28-35.

⁵⁶ Harris, P. *et al.* (2011) *Op., Cit.*

⁵⁷ *Subject locator*, accessed 24 December 2015.

http://www.mc.vanderbilt.edu/crc/workshop_files/2013-03-08.pptx

⁵⁸ 2015 年 11 月 27 日時点 *Research Match*, accessed 24 December 2015. <https://www.researchmatch.org/> 現在 50 州における患者が登録されているが、患者数の 75% は 10 の州に集中しており、25 の州では患者の登録数が 100 名を下回る点が報告されている。このネットワークを通じて 113 の研究機関における 478 の研究を支援し、これまで 135 報の論文が報告されている Harris, P. *et al.* (2012) 'ResearchMatch: a national registry to recruit volunteers for clinical research', *Acad Med*. 87(1). pp. 66-73.

と呼ばれる無償のウェブデータ収集システムも開発した。この REDCap も、臨床研究に参加する現場の医師が利用しやすい簡易かつ包括的な機能を備えたソフトウェアの構築を目的として、前記のハリス教授により開発された⁵⁹。REDCap は、上述したウェブサイト(StarBRITE)からヴァンダービルト大学の全職員及び学生のアクセスが可能となっており、同大学のほぼすべての臨床研究で使用されている。同システムは完全な監査証跡⁶⁰や、「医療保険の携行性と責任に関する法律」に基づいたデータの匿名化を行うことが出来ることなどから、同大学附属病院の治験審査委員会では、その使用を研究倫理の観点からも奨励している。なおこの REDCap は、現在 96 カ国の 1,718 の研究機関において、303,000 名の研究者が利用している⁶¹。

○臨床統計修士課程プログラム

同大学においては CTSA と連携し、現場の臨床研究者がソフトウェアの利用方法を習得できるように、臨床研究者用の修士課程プログラムを開講している。本プログラムは、専門医研修中の若手医師が、医療統計家、情報学、倫理専門家などの有識者から臨床研究手法論を徹底的に学べるだけでなく、指導研究者との橋渡しや大学内の有識者との協力の機会の提供を受けることになる。本プログラムは、若手医師が臨床研究者として独立してキャリアパスを構築できることを目標に構成されており、理論よりも臨床統計学の現場で利用できる知識、REDCap のような統計ツールの利用方法、研究グラント申請方法などが教えられる⁶²。つまり同大学は、臨床研究者が利用できるソフトウェアなどのツールの開発と、それらの利用方法を研究者が習得するための教育プログラムもセットで準備し、拠点の研究者を支援する取り組みを実施しており、これは人材育成とツール開発を柱とする CTSA の戦略と一致している。

本節で紹介した同大学における全てのサービスが、一つのウェブサイト(StarBRITE)からアクセス可能となっており、2007 年から 2015 年までの期間において、ヴァンダービルト大学の拠点から支援を受けた論文総数は 981 報にのぼり⁶³、その一部に注目すると、論文の多くが異なる学部からの研究者の共同研究による成果となっている⁶⁴。

○日本との連携

前記の臨床統計ソフトウェア REDCap は、日本でも大阪大学医学部附属病院未来医療開発部と臨床統計疫学寄附講座を通じて大阪大学キャンパスクラウドサーバーに導入されており⁶⁵、平成 27 年 12 月より、大阪大学は同システムの学外施設への提供を開始

⁵⁹ Harris, P. *et al.* (2009) 'Research Electronic Data Capture (REDCap) - A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support', *J Biomed Inform.* 42(2) pp. 377-381.

⁶⁰ 監査証跡とは、情報システムの処理の内容やプロセスを、システム監査人が追跡するために時系列に沿って保存された記録のことであり、データの改竄などの防止に利用される。

⁶¹ REDCap: Research Electronic Data Capture, accessed 6 December 2016. <http://project-redcap.org/>

⁶² *Master of Science in Clinical Investigation Program*, accessed 24 December 2015. <https://medschool.vanderbilt.edu/msci/>

⁶³ 本調査ヒアリング結果より

⁶⁴ Danciu, I. *et al.* (2014) *Op., Cit.*

⁶⁵ 大阪大学臨床統計疫学寄附講座ウェブサイト[2015 年 12 月 24 日アクセス] <http://stat.academy.jp/>

した。ただ、REDCap の利用時にヴァンダービルト大学のデータサーバ以外のサーバの利用は、世界的にも許可されておらず、ハリス氏と同講座責任者である新谷歩教授により日本のコンソーシアムに特別に許可された。同講座により日本語でのウェブサイトの開設、利用方法に関する講義ビデオ、並びに国内コンソーシアムのとりまとめが行われており、年 2 回のシンポジウムにはハリス氏も参加し、日本全国の参加者との意見交換の場を提供している⁶⁶。

⁶⁶ 大阪大学医学部附属病院未来医療開発部データセンターRed Cap ポータルサイト[2015 年 12 月 24 日アクセス]<http://www.dcc.med.osaka-u.ac.jp/redcap/>

2.4.1 論文・知財など

2006 年の CTSA プログラム設立から、2015 年 12 月までに公表された論文の内、研究成果として NCATS のウェブサイトで紹介されている主要な論文は 900 報程度である⁶⁷。別のデータとして、CTSA が設置されてから最初の 5 年間（2006 年から 2011 年まで）で公表された論文数の動向をまとめた内容を紹介すると、CTSA 研究者が公表した論文で最も件数が多い雑誌が、世界最大級のオープン・アクセス誌である *PloS ONE* であった。その他、権威の高い著名な学術誌としては、基礎研究から臨床研究まで広く研究報告を扱う米国血液学会刊行の *Blood*、米国腫瘍学会による *Journal of Clinical Oncology*、臨床研究において世界で最も歴史のある雑誌の一つである *The New England Journal of Medicine*、そして米国臨床研究学会による *The Journal of Clinical Investigation* が名を連ねている⁶⁸。

ここで示された論文成果は、研究者が CTSA の支援のみで研究を行ったというのではなく、その他の NIH のグラント（例えば、国立がん研究所などの疾患別研究所からの大型グラント）からも並行して支援を得た成果である。CTSA プログラムでは、拠点に関係する研究の論文を公表する際には、僅かであっても CTSA 拠点の支援・サービスを受けた場合には、論文に CTSA のグラント番号を記載することが求められているため、プログラムが設置された 2006 年から 5 年間の短い期間に、このような論文成果につながっている。

本稿執筆に係るヒアリング調査によると、研究者の中には大規模なグラントを持っている者も多く、CTSA の施設や支援を僅かに受けてだけで CTSA のグラント番号を論文に記載せざるを得ないことに抵抗を示す研究者も存在する、といった指摘もあった。ただ後述するように、CTSA の支援を受けた後に大規模のグラント獲得につながることもあるため、CTSA を記載することは合理性があると考える研究者も存在していた。

特許等の知財であるが、2006 年から 2011 年までの期間、NCATS からの委託を受け、民間の調査会社が CTSA の成果に関する報告書を公表しているが、CTSA プログラムにおける論文以外の成果事例として最も多かったのが、NIH による追加グラントへの採択であり、知財は限定的であった⁶⁹。

以上のように、論文や知財についてはそれ程大きな成果を挙げているといえず、CTSA の拠点整備による成果は研究環境・教育の取り組みと考えられる。この構造は、現在においても変わっていない。

⁶⁷ *Scientific Publications*, accessed 24 December 2015.
<http://www.ncats.nih.gov/research/pubs/sci-pubs-archive.html>

⁶⁸ Freching, J. et al. (2012) *The CTSA National Evaluation Final Report*. Westat. MD.

⁶⁹ *Ibid.*

2.5 プログラムの課題

2.5.1 第一期終了時点での評価

2006年にCTSAプログラムが設置され、第一期目の5年間の支援が終了した段階で、議会においてはプログラム評価の必要性が指摘され、全米科学アカデミー（NAS）の一部門である全米医学研究機構（Institute of Medicine: IOM、現在は National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine の一部門⁷⁰）に評価の実施と改革案の提示が命じられた。検討の結果、2013年6月25日に『NIHにおけるCTSAプログラム：臨床橋渡し研究加速の機会』と題されたIOMによる評価報告書が公表された⁷¹。

2.5.2 NCATSのリーダーシップ不足

IOM報告書による評価で指摘された課題は大きく2点ある。1点目は、NIHの機関である国立先進トランスレーショナル科学センター（NCATS）の、プログラム運営におけるリーダーシップ不足である。ここでのリーダーシップとは、NCATSが各拠点の運営を統率し、各拠点と協力しながらCTSAのプログラムの全体的な目標の達成に向けて、各拠点の活動を牽引することを意味する。前述したとおりCTSAプログラムは「協力協定」⁷²の枠組みで運営されるプログラムであるため、NCATSと各拠点とが協力しつつ拠点を整備・運営する必要があるが、2006年から2011年までのCTSAプログラムの運営においては、NCATSがどの程度リーダーシップを発揮して各拠点の取り組みに関与してきたかが明確でないと指摘された⁷³。

拠点運営の実状として、それぞれの拠点がNCATSからの資金を用いて独自の裁量で実質的な運営を行っていた。その理由として、橋渡し研究の環境整備は各研究機関の特色が強く、一律にNCATSが評価・管理することが困難であるということであった。また、CTSAプログラムは2006年に設置されたが、NCATSがNIH内に設立されたのは2012年であり、直ちにリーダーシップを発揮できる組織体制が整っていなかったという点も挙げられる⁷⁴。

2.5.3 拠点間ネットワークの遅れ

IOM報告書が示した2点目の課題は、全米に散在している拠点間のネットワーク化の遅れである。CTSAプログラムでは2006年以降、60以上の拠点において橋渡し研究の基盤整備を進めてきた。その中で、大規模バイオバンクを有する拠点、遺伝子解析設備を有する拠点、特定の疾患患者に関するデータを有する拠点、情報科学・臨床統計学の高い専門性を有する拠点などが独立して存在し、取り組みに重複が見られたり、どの拠点においても対応が遅れている課題があったりして、必ずしもCTSAプログラムの資源が最適に利用されている状態では無かった。異なる地域にある大学病院など多くの施設から研究者や患者の参加を必要とする臨床研究の場合、研究計画に関する治験審査委員会の承認過程を一元化できると、臨床研究者の手続きに必要な時間を短縮できる。また、

⁷⁰ 現在の National Academy of Medicine

⁷¹ IOM (2013) *Op., Cit.*

⁷² 研究者主導型のグラントや NIH 事業の委託契約とはプロジェクトの運営方法が異なる。

⁷³ IOM (2013) *Op., Cit.*

⁷⁴ *Ibid.* p.6 para2

異なる地域の電子医療情報が統一されたデータベースで利用できれば、どの病院にどのような年齢・人種・疾患の患者がいるかの情報共有が可能となる。一部の拠点では、地域内・州内でのネットワーク化が進められた事例も見受けられたが、それでは不十分であり、全国的に橋渡し研究資源の最適化を進める必要がある、そのためには拠点間の情報のネットワーク化が重要であると IOM 報告書は指摘している。

2.5.4 NCATS の改善策

上記 IOM の指摘を受けて、NCATS は同年（2013 年）11 月に対応策検討のための作業部会を設置し、報告書を 2014 年 5 月に公表した⁷⁵。新たに提案された具体案の中から、2 つの課題「NCATS のリーダーシップ不足」、「拠点間ネットワーク化の遅れ」に対して NCATS が実施した政策対応について紹介する。

まず、「リーダーシップ不足」については、NCATS は IOM 報告書が公表される前の 2012 年に作業部会を設置して指標に関する検討を開始していたが、IOM 報告書を受けて、多くの拠点研究者が妥当と考える以下の 15 の指標を確認して CTSA 運営委員会に報告した⁷⁶。

1. 機関内治験審査委員会へ研究計画の申請から承認までにかかった時間
2. 研究プロジェクトが達成した治験登録数
3. 研究費採択から研究実施までに必要とされた時間
4. キャリア開発（教育・トレーニング）
5. キャリア経路（教育後の経歴）
6. 拠点のサービス（医療情報・パイロット・グラント・研究計画相談窓口など拠点のあらゆるサービス）を利用して研究を実施した研究者数
7. 拠点で研究利用されたサービスの種類
8. サービス利用に対する研究者の満足度
9. 拠点が独自に設置する小規模グラントおよびポスドク支援の投資利益
10. 拠点内研究者間協力の達成度
11. 拠点間協力の達成度
12. 技術移転事例
13. 研究支援から論文公表までの時間
14. 論文公表によるインパクトの評価
15. 他先例研究結果と新たな研究結果との情報整理・統合

2012 年にこれら 15 の指標が示された後、17 の拠点が自発的にこれらの指標を試験的に導入し、その結果が 2015 年に公表されている⁷⁷。試験的な指標の導入の結果として、評価指標に該当する情報の収集は予想以上に多くの時間的・人的な資源を必要とするこ

⁷⁵ A Working Group of the NCATS Advisory Council to the Director. (2014) *NCATS Advisory Council Working Group on the IOM Report: The CTSA Program at NIH*. NCATS: Washington, D.C.

⁷⁶ Rubio, DM. *et al.* (2013) 'Common metrics to assess the efficiency of clinical research', *Eval Health Prof.* 36(4). pp. 432-446.

⁷⁷ Rubio, DM. *et al.* (2015) 'Developing common metrics for the clinical and translational science awards (CTSAs): Lessons Learned', *Clinical Translational Science*. 8(5). pp. 451-9.

とが判明し、効果的な情報収集は困難であるとされた。このような結果を受け、CTSAで共通の指標を構築するには、拠点間共通の指標は必要最小限の内容とし、その際の指標の設定目的と定義を最大限明確化する必要性が指摘され、実験的に指標を導入する期間を長期化することが提案された。今後 NCATS は、上記の指標やその実験的な導入の結果を踏まえ、収集された情報を拠点共通の評価に利用できるようなシステムの構築を進めていくことになる。

2点目の「橋渡し拠点の全国的ネットワーク化」については、2015年7月に新たに改正された CTSA プログラムの公募要項において、IOM 報告書を直接的に引用する形でネットワーク化の必要性が言及され、データベース・教育手法・研究手法・患者情報などあらゆる橋渡し研究資源の共有と協力が求められており、例えば、教育プログラムを開発する場合は、それが他の拠点でも利用可能な設計を準備することが奨励され、データベースの構築や臨床統計ソフトの開発においても拠点間における汎用性を意識することが求められている⁷⁸。これらの内容を拠点側に求めるだけでは実質的な効果は見込めないため、NCATS としても、2015年以降、異なる拠点間（少なくとも3つの拠点の参加）で実施する共同研究用の追加支援の枠組みを新たに予算化した。同時に、多施設から患者の研究参加を促すための方法論の構築を支援する枠組み、そして、多施設で臨床研究を実施する際の治験審査委員会の審査手続の統合化にむけた方法論の構築を支援する枠組みを新たに追加することを決定し、公募を開始している⁷⁹。

2.6 今後の方向性

橋渡し研究は、基礎・臨床・情報・統計・薬事規制・倫理・産業など、多様な分野の関係者の協力が必要とされる複雑な取り組みであり、そのための拠点整備は容易ではない。本章で紹介したとおり、CTSA では、2006年から5年単位で支援が実施されており、2015年以降の5年間を含めると合計15年間の支援を受けている拠点も存在する。このように長期的な拠点整備の支援は、めざましい速度で移り変わる医学研究の動向に対して時宜を得た対応を可能にする点で非常に重要となる。

現在の医学研究では膨大な量の基礎研究データ、臨床データの両方をつなぐデータ駆動型の研究が必要とされているが、CTSA は情報科学・統計学などの基盤整備・人材育成を重点化しており注目に値すると考えられる。情報・統計学の基盤整備は、2015年1月の大統領一般教書演説で表明された精密医療イニシアティブ（Precision Medicine Initiative）⁸⁰などの実装には欠かせない要素となるため、CTSA の拠点の中には、今後

⁷⁸ Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Center for Advancing Translational Sciences (NCATS), accessed 24

December. <http://grants.nih.gov/grants/guide/pa-files/PA-15-172.html>

⁷⁹ Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Center for Advancing Translational Sciences (NCATS), accessed 24 December.

<http://grants.nih.gov/grants/guide/rfa-files/RFA-TR-15-002.html>

⁸⁰ Precision Medicine は、個別化医療と訳されている場合があるが、国立学術研究会議（National Research Council）が2011年に示した精密医療の定義に注目すると、個人一人一人に適した医療の提供を目指すものの、それは一人一人に適した医薬品を開発するのではなく、遺伝素因や臨床情報などの近い一定範囲の集団に分類し、その集団単位で共通する疾患の治療を進める。というように、これまでのように、一つの医薬品により大多数一般を対象とした治療法よりは、より限定的な特定の集団に対し、より正確な（preciseな）医療の提供を目指す取り組みであるとされている。National Research Council. (2011) *Toward Precision Medicine: Building a Knowledge*

このような国家的な優先課題へ対応する土台として、CTSA 拠点を最大限活用しようとする姿勢も伺える。

このように、現在の CTSA 拠点が米国内で今後の医学研究の重要な一端を担う可能性は小さくないと考えられる。ただし、CTSA のような分野横断型の研究支援の予算は、NIH 予算全体の中ではいまだ極めて小規模であり、米国製薬企業の研究費と比較して 0.5% の規模であるため、社会への実際のインパクトは冷静に評価する必要がある⁸¹。産業界においても、NIH における橋渡し予算の規模を考慮した際、本当に NCATS の取り組みが、イノベーションに繋がるかどうかという点で懸念がないわけではない⁸²。今後の米国における医学研究、特に橋渡し研究の推進において、NCATS による CTSA プログラムは一つの重要な試験的事例になると考えられる。

2.7 日本への示唆

我が国においても、2007 年に開始された文部科学省の「橋渡し研究推進プログラム」が、2014 年に「橋渡し研究加速ネットワークプログラム」へと名称が変更され、国内研究拠点間の協力が推進され、厚生労働省の「早期・探索的臨床試験拠点整備事業/臨床研究中核病院整備事業」においても橋渡し研究の加速が進められてきた。2015 年以降は新たに設立した日本医療研究開発機構 (AMED) の下で統一的に運営されることとなった。現在は、これらの拠点事業を通じてシーズが生み出され、これまでの成果を受けて今後更なる拠点整備事業を構想する段階にある⁸³。

本章が紹介したとおり、米国においては、臨床研究の支援事業は長い歴史を持つが、現在の CTSA プログラムが開始されたのは 2006 年であり、まだ 10 年未満の新しいプログラムである。さらにプログラムを所管する NCATS は 2012 年の設立であり、CTSA プログラムは試験的な取り組みの連続であるといえる。論文成果も出ているが、必ずしも CTSA のみの成果ではなく、NIH における伝統的な疾患別研究所の役割が極めて大きい。

その中で、CTSA の取り組みはいくつかの示唆を与えてくれる。具体的には、人材育成と研究環境整備の両面において、データ駆動型研究への対応を最重要視している点、また、それを個別の拠点の取り組みにとどめず、国家の資源として全国的なネットワーク化を目指している点は注目に値する。CTSA においては、ネットワーク化（共同研究推進、多施設患者参加推進、多施設治験審査委員会手続きの一元化）に向けた方法論の研究を強化するため、2016 年以降の予算化を決定している。ネットワーク化にむけた方法論を拠点間で共同研究し、それを試験導入し、制度化を目指すというように、CTSA の明確な方向性を示したと考えられる。また、プログラム全体を評価する共通指標の確立に向けた取り組みも進められており、より正確な事業評価にむけた姿勢は重要であると考えられる。

日本では、公的医学研究予算の規模、医療・保険制度、医学部・大学病院の組織体制

Network for Biomedical Research and a New Taxonomy of Disease. NRC: Washington, D.C. Appendix E Glossary.

⁸¹ Shekhar, A. (2014) 'Active skepticism beyond the IOM's CTSA Report', *Sci Transl Med*. 6(232). 232-233.

⁸² Wadman, M. (2012) "NIH Director Grilled Over Translational Center", *Nature News Blog*, 20 March.

⁸³ 橋渡し研究加速ネットワーク [2015 年 12 月 24 日アクセス] <http://www.tr.mext.go.jp/>

などの点で、米国とは異なる環境にあるが、先行する米国の CTSA プログラムを十分に把握し、日本の公的橋渡し事業の評価の重点化と革新的な日本型橋渡し研究の実現に向けて、産官学が一体となった在りかたを検討すべきであると思量する。

参考資料

- National Center for Advancing Translational Science (NCATS)

<https://ncats.nih.gov/>

- Clinical and Translational Science Awards (CTSA)

<http://www.ncats.nih.gov/ctsa>

- Institute of Medicine (IOM)

<http://iom.nationalacademies.org/>

第三章 米国 NSF の ERC プログラム

本章では、米国における大学の工学研究とイノベーションとの橋渡しに係る基盤整備支援の事例として、アメリカ国立科学財団（NSF：National Science Foundation）が支援する「Engineering Research Center（ERC）」について述べる。

3.1 背景

1980年代の米国では、自動車、鉄鋼、半導体等の分野における日本企業の台頭により、大幅な貿易赤字を抱えるようになっていた。この状況に対し、全米工学アカデミー（NAE：National Academy of Engineering）と NSF は共同で、「工学と他の分野の融合によって急速な技術革新が起きており、これに対応するには工学への学際的な取り組みが必要」、「企業で実施される工学と学生が訓練を受ける工学との乖離が広がっている」等の懸念を表明した。このような、米国の大学に対する工学研究・教育改革への強いニーズが米国政府を動かすことになり、1985年に NSF が ERC プログラムを開始することとなった。

3.2 ERC プログラム

3.2.1 目的

NSF は、ERC プログラムの目的を「” Transformative な工学システム研究” と” 教育” を通じて、科学的知見を技術イノベーションへとつなげる文化を醸成すること」としている⁸⁴。Transformative とは、変化させる、変形力のある、といった意味を持つ言葉であることから、ERC プログラムの目的をよりわかりやすく言い換えると、「既存の仕組みを変化させるような、新たな工学システムを創出するとともに、その担い手となる人材を育成すること」と理解することができよう。

ERC は、米国における大学研究拠点の設置支援策の中でも、モデルケースとされる取組である。米国の多くの研究大学では、学部・学科のような正規の研究・教育の組織とは別に、異なる専門分野の研究者が参加し、既存の学問領域を超えた学際的な活動を行う場として研究拠点等を設置している。産業界や社会のニーズは、1つの学問分野で解決できない場合が多いため、大学研究拠点は、産学連携の場としても重要な役割を果たしている。

⁸⁴ 本文中では、現在の ERC プログラムの目的について紹介している。創設当初の ERC プログラムの目的は、「国際商取引における米国企業の競争力強化と米国における工学研究・教育の文化の変革に向けた産学官のパートナーシップ形成」であった。

3.2.2 事業の概要

ERC プログラムは、「新たな工学システム」及び「新たな工学システムの構築方法」について、研究者からの提案を受け付け、審査し、採択された提案に対して原則 10 年間の支援を行う。プログラムの運営にあたり、以下の様な点に配慮されていることが特徴的である。

- 教育と研究の一体的推進：プログラムを通じて得られた知識を教材やカリキュラムとしてとりまとめ、次世代を担う人材育成についての方策を形式知化することが求められている。
- 様々な意味での融合の追求：「新たな工学システム」においては、分野融合研究を行うことが前提となっているが、そのシステムを構築する過程において多様な主体からメンバーが参画することを求めている。例えば、他の大学との連携を必須（かつ、各大学より教員 3 名、学生 3 名以上が参加）することや、企業の参画が求められており、多様なステークホルダーが実質的に協業しているかが毎年のサイトビジットできめ細かに確認される。分野だけでなく、そこに参画する人々の融合も図ることを追求しているといえる。

3.2.3 NSF 工学部門

ERC プログラムを担う NSF は、アメリカ国立衛生研究所（NIH）が管轄する医学分野を除く、幅広い科学・工学分野の基礎研究支援を行っている資金配分機関である。NSF 全体を統括する部門である Office of Director の下に、学問分野別に分かれた 7 つの部門（Directorate）が置かれており、ERC プログラムはその一つである工学部門が所管するプログラムである。

3.2.4 所要予算

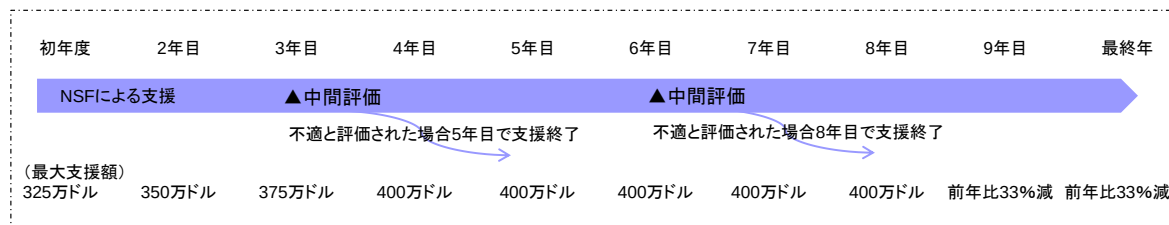
NSF 全体の予算額はおよそ 73 億ドルである（2015 年、Appropriation）。このうち、工学部門の予算は、およそ 9 億ドル（2015 年、Actual）、うち 19 拠点を支援している ERC プログラムの予算が 6,450 万ドル（2015 年、Actual）である。NSF 及び工学部門全体の予算額からすると、決して大きい額ではないといえよう。

なお、拠点側に着目すると、1 つの拠点に対する NSF の総支援額は、10 年間で約 3,000 万ドルとなる。各年の 1 拠点に対する NSF の最大支援額は、図表 3-1 に示す通り、初年度から徐々に増加し 4 年目から 8 年目までの間、その額は年間最大 400 万ドルとなる。9 年目以降は拠点支援終了に向け、徐々に支援額が減らされる。

3.2.5 拠点支援の実施期間と拠点数

ERC プログラムにおける拠点支援の実施期間は、5～10 年となる。図表 3-1 の通り、支援期間中、3 年目及び 6 年目に中間評価が行われ、ここで不適と評価された場合、その 2 年後に NSF の支援が終了する。

図表 3-1 ERC プログラム各拠点に対する支援額（最大額）及び中間評価の時期



出典：NSF 資料をもとに作成

これまでに全米で、56 の拠点が ERC プログラム拠点として NSF の支援を受けてきた。2015 年現在は図表 3-2 に示す通り 19 拠点を支援中である。

図表 3-2 NSF による支援が行われている拠点名（2015 年 10 月現在）

分野	拠点名	中核大学
先進製造	合成生物工学研究センター（Synberc）	カリフォルニア大学バークレー校
	ナノシステム工学研究センター：モバイルコンピューティング・モバイルエネルギー技術（NASCENT）	テキサス大学オースチン校
	構造化された有機粒子システム工学研究センター（C-SOPS）	ラトガース大学
	小型・効率化された流体動力工学研究センター（CCERP）	ミネソタ大学
	バイオ再生可能な化学工学研究センター（CBiRC）	アイオワ州立大学
	電熱システムの電力最適化工学研究センター（POETS）	イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校
エネルギー・サステナビリティ・インフラ	スマート照明工学研究センター（Smart Lighting ERC）	レンセラー工科大学
	ナノシステム工学研究センター：ナノテクノロジーによる水処理システム（NEWT）	ライス大学
	次世代再生可能電力配電・マネジメントシステム（FREEDM）	ノースカロライナ州立大学
	レジリエントな超広域エネルギー輸送網 ERC（CURENT）	テネシー大学ノックビル校
	地域水インフラの再生（ReNUWIt）	スタンフォード大学
	量子エネルギーと持続可能な太陽光技術 ERC（QESST）	アリゾナ州立大学
マイクロエレクト	ナノシステム工学研究センター：ナノ電磁システム応用（TANMS）	カリフォルニア大学ロサンゼルス校

ロ ニ ク ス・センシ ング 及 び 情報技術	健康及び環境のための中赤外技術工学研究センター (MIRTHE)	プリンストン大学
	統合アクセスネットワーク工学研究センター	アリゾナ大学
バイ オ 技 術・ヘルス ケア	ナノシステム工学研究センター: 統合センサー技術の先端自己出力型システム (ASSIST)	ノースカロライナ州立大学
	金属バイオ材料革新工学研究センター	ノースカロライナ州立農業工業大学
	感覚・神経工学研究センター	ワシントン大学
	生物調和・バイオインスパイアード環境地質工学研究センター (CBBG)	アリゾナ州立大学

出典：ERC Association

3.2.6 拠点での対象技術領域

NSF の担当者によると ERC プログラムの拠点の公募は対象分野を限定せずに行われており、工学分野の融合領域全般である。

現在支援されている拠点は、図表 3-2 に示した通り、先進製造、エネルギー・サステナビリティ・インフラ、マイクロエレクトロニクス・センシング及び情報技術、バイオ技術・ヘルスケアの 4 分野に分類されている。

3.3 拠点の採択

ERC プログラムにおいては、拠点採択に 1.5～2 年の期間が費やされる。審査は、予備審査、本提案、サイトビジット、最終選考の 4 段階で行われる。採択された新規拠点は、NSF と 5 年の共同契約を締結して活動を開始する。以下、それぞれのプロセスについて述べる⁸⁵。

3.3.1 予備審査及び本提案（書類審査）

予備審査は、優れたアイデアを選定することを目的に行われる。このため、申請書は簡潔なものでよく、最大でも 7 枚以内にまとめるよう定められている。この段階で、概ね 100～200 件程度の応募があり、予備審査を経て 25 件程度にまで絞り込まれる。なお、不採択となったものを含む応募されたすべての提案に対して、NSF は科学的観点からのコメントを付し、申請者に対して審査結果と共にフィードバックされる。

予備審査を通過した提案については、研究計画とプロジェクトの推進方法について具体的に記載した「本提案」の申請書を改めて NSF に対して提出することが求められる。本提案の審査を経て、約 25 件の提案が 7 件程度にまで絞り込まれる。

拠点の書類審査において特徴的な、「研究計画」及び「プロジェクトの推進方法」を取り上げ、以下に詳しく述べる。

① 研究計画

研究計画は、NSF が提示している「三層戦略モデル (Three Plane Strategic Model)」に基づき、具体的に記載することが求められる。三層戦略モデルとは、拠点で実施される研究開発の内容を、図表 3-3 に示す通り、下から順に「知識基盤 (Knowledge Base)」、「技術基盤 (Technology Base)」、「技術統合 (Technology Integration)」の三層に分類し、システム全体の設計は上から順に社会・市場ニーズに基づきトップダウンで構想し、研究の推進は、知識の統合化、技術の統合化と下から順に行うものである。知識や技術の統合化を行う際に想定される障壁等については、あらかじめ明示することが求められている。これは、研究計画を策定する際の方針を示したガイドラインと見なすことができる。

⁸⁵ 本文中に記した申請件数等は、平成 25 年 12 月 19 日実施の NSF へのインタビュー調査結果に基づく。

図表 3-3 三層戦略モデル⁸⁶

出典：NSF 資料に CRDS 加筆

② 拠点活動の推進方法

拠点に選定された場合の活動の推進方法については、申請段階から実効性の高い計画を練ることが求められている。例えば、大学は施設・設備を設置する場所を提供できるか、連携先大学の研究者は拠点活動への参画をコミットしているか、連携企業は知財の取扱いについて合意しているか、といったことを各ステークホルダーの責任者のサイン入りの文書で申請書とともに提出することが求められる。また、他大学との連携（ただし、4 大学以内）を必須要件としており、各連携先大学から教員と学生がそれぞれ 3 名以上参画することが求められる。

3.3.2 サイトビジット

予備審査を通った提案については、拠点候補地に審査パネルが訪問し、1.5～2 日程度のミーティングが行われる。この審査パネルには多様な分野の専門家が参画し、専門的見地から提案に対するコメント・アドバイスが行われる。

⁸⁶ <http://www.ist.go.jp/crds/pdf/2014/RR/CRDS-FY2014-RR-02.pdf>

3.3.3 最終選考（面接）

最終選考では、サイトビジットで得られた専門家のコメントを踏まえ、提案内容を修正することが認められている。面接を経て、最終的に 2～4 件が採択される。採択時の主たる意志決定者は、NSF のプログラム・オフィサー（PO）である。

3.3.4 採択の基準

NSF では、全てのプログラムの課題採択に対して共通的に設定されたメリットレビューが行われる。メリットレビューの審査項目は、次の通りである。

- ・ 申請された研究活動の知的メリット
- ・ 申請された研究活動のブローダーインパクト

ERC プログラムの拠点採択においても、予備審査の段階でメリットレビューが行われる。これに加えて以下の通り ERC プログラム特有の評価基準が設けられている。

① 予備審査における審査項目

- ・ ERC プログラムの使命・戦略（新産業創出の潜在可能性、工学システムから個別プロジェクトまでの各レベルにおける目標の明示、最先端の知識を発展させるための戦略）

※三層戦略モデルのフレーム（図表 3-3）に基づくチャートの提出が必須

- ・ 教育・産学連携活動（学部生・大学院生の教育計画、大学入試前の学生へのアウトリーチ活動、産業界の連携相手の選択・参加方式）
- ・ 拠点の組織構成及びその環境（拠点の組織構成の目標に対する妥当性、研究分野やリーダーシップ等の点からみたチーム構成員の妥当性、組織構造・マネジメント計画による効果的な資源の組織化・統合性、装置やスペース等の資源の確保可能性、ERC 拠点への大学自体の関与の仕方）

② 本提案において追加で設定される審査項目

- ・ 実際に運営可能かどうかの見極め（拠点本部の場所と機能、企業参加の可能性、産業界との合意事項（知財の扱い等））

3.4 特徴

ERC プログラムの特徴は、その研究成果を企業やベンチャーへと橋渡しすることにより技術を実用化することに留まらず、次世代の工学を担う人材の育成・確保を含む幅広い観点から、「新たな工学システム」を実社会へと橋渡しするための仕組みづくりを行う取組がプログラム内に組み込まれている点にある。その具体的な内容について本節に記す。

3.4.1 「三層戦略モデル」に基づく出口を見据えた研究計画の策定と 10 年後の自立

ERC プログラムでは、拠点の申請段階から図表 3-3 の「三層戦略モデル」に示した通り、社会・市場ニーズに基づき、システム全体の構成や仕様を定めることを求めている。そして、ここで定めたシステム要件を、技術基盤、知識基盤へとブレイクダウンし、システム全体をトップダウンで構想することが求められている。このため、拠点活動の企画・設計段階から、ERC プログラムの研究成果を出口側のステークホルダーが理解しやすい形で示す工夫がなされている。

実際の研究を推進する上では、基礎科学の知識をどのように統合化し、実用的な知見となる技術基盤のレイヤーに持ち上げるか、さらには、システム構築に向けて要素技術をどのように統合化し、技術統合のレイヤーに持ち上げるか、その際の障壁は何か等についても、申請段階から想定しておくことが求められている。

さらには、拠点の申請段階から連携先企業を募るばかりでなく、当該企業の拠点活動への貢献（会費の支払い等）や知財の取扱についての合意形成までもを行うことが求められている。本気で成果の橋渡しを行う覚悟のある者でないと連携し難い拠点活動を大学側に企画することを求める工夫がなされているといえよう。

各 ERC では、このような入念な計画のもとにプロジェクトが進められる。NSF では、5 年目以降の拠点については、産業界やより出口に近い研究支援機関からの資金を獲得するなど、資金源の多様化に向けたアドバイスを行い、支援期間の 10 年を経て拠点が自立運営可能となることを目標としている。

3.4.2 新システムの担い手となる融合人材の育成

ERC プログラムでは 3.3.4 に述べた通り、教育活動についての計画が拠点採択の際の評価項目に含まれている。また、採択後 3 年目以降に実施される中間評価では、3.5.1 に後述する通り「教育および普及啓蒙活動」が評価項目の一つに位置づけられている。中間評価ではまず、学部生まで巻き込んだ形で分野横断的な研究文化が形成されているか、学生が産業界や実務家とともに活動する機会が十分にあるか、主要メンバー大学間で教育の連携が存在するか等、ERC プログラムに関与する学生が多様なステークホルダーと関わる機会を与えられているかが確認される。さらには、拠点での研究が質の高い教育教材や教育プログラム産出に貢献しているか、高等学校以下の学生や教師、拠点のある大学以外の大学生を対象とした教育・普及啓蒙活動が行われているか等も評価の観点に取り上げられている。このことから、「新たな工学システム」の担い手となる人材育成を継続的に行うための教育プログラム作りや、そこに参画する人材を幅広く募る活動を促進することで、人的な面での裾野を広げる取組が、ERC プログラムの中に組み込

まれているといえる。

3.4.3 技術・人材・思想などの幅広い成果の橋渡し

拠点の活動から生まれた知識・成果は、参加企業の事業部が引き取ってさらに商品化に向けて技術を育てる、あるいはスタートアップ企業を立ち上げる等の形により産業へと移転される。ここで産業に対して移転されるものは、具体的な技術に留まらず、拠点の卒業生の雇用等を通じた人材の供給や「新思考法」の獲得にまで及ぶ点が、ERC プログラム最大の特徴であるといえよう。

3.5 拠点のマネジメント

ERC プログラムでは、技術やシステムに係る研究成果に加え、「新たな工学システム」の担い手となる人材を輩出することや、支援終了後に拠点が自立することを重視している。このため、テストベッドの提供、受け手となる産業（ベンチャー創出を含む）や応用寄りの研究を支援する政府機関を巻き込んでいるか、産業が求める人材を輩出できているか、拠点の資金源が多様化できているか、といったことに重点を置いたマネジメントが行われる。

3.5.1 評価

ERC プログラムでは、最長 10 年の支援期間中、毎年の「年次評価」と 3 年目及び 6 年目の「中間評価」とが行われる。

① 年次評価

ERC プログラムの各拠点では、NSF への年次報告として総計で 300 ページにもものぼる報告書が取りまとめられる。年次報告では当年の研究成果に加え、ライバル拠点と比較した強み弱み分析等を伴うベンチマークについても取りまとめることが求められる。

また、年次評価の一環としてサイトビジットが実施され、多様な分野の専門家 10 名程度のチームが各拠点を訪問する。ここでは、教育効果、学生の役割、企業・連携先の参画状況等を 2 日に亘り調査・討議する。サイトビジットは、技術そのものよりも研究プロセスの確認に重きが置かれる。サイトビジットでの議論を踏まえ、必要に応じて拠点のチーム構成等が変更される（極端な場合は、拠点長を交代する場合もある）。また、5 年目以降の拠点については、資金源を多様化することが指導される。

② 中間評価

ERC プログラムでは、3 年目及び 6 年目に拠点継続の可否を判定する中間評価が行われる。この評価は、関連する技術分野の専門家、教育、技術移転、研究マネジメントや産業技術開発等の専門知識を有する人材、NSF スタッフ等から構成されるチームにより実施される。

中間評価でも、2 日間に亘るサイトビジットが実施される。まず ERC メンバーによるプレゼンテーションが行われ、次いで ERC のメンバー・提携企業・大学の管理運営部等のステークホルダーと評価者との討議や、研究室訪問が行われる。そして、関係者との議論の結果を踏まえ、センターの強み弱み分析（SWOT⁸⁷）を評価者が行ったうえで拠点の課題を明確化し、翌年実施する対応策について拠点と NSF とが合意してサイトビジットが終了となる。

中間評価でも、研究そのものの成果だけでなく、SWOT 分析により対象拠点の国際的なポジショニングについての分析や、教育及び普及啓蒙活動、産業・実務家との共同等が項目に盛り込まれている。主な評価項目を以下に示す。

⁸⁷ Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats の略。企業の事業戦略等を策定するための環境分析として強み、弱み、機会、脅威について分析を行うフレームのこと。強みを生かして脅威を伸ばす、機会を生かして弱みを克服する、といった形で戦略立案に活用される。

<知的メリット>

- ① Transformative な工学システムに焦点があるか
- ② 戦略プランはそのシステムの目的達成の為の障壁に挑めるレベルか
- ③ 総合的な研究プログラムを目指し、組織化しているか
- ④ その活動は、分野内または分野横断的な知識と理解を進める上で如何に重要なのか
- ⑤ その活動は、どのように創造的にかつ独創的な概念を提案、探究しているか
- ⑥ チームはプロジェクトを実施する資質を十分に有するか
- ⑦ チームの構想・体系化のどこが良いか
- ⑧ 研究資源へのアクセスは十分可能か

<SWOT 分析>

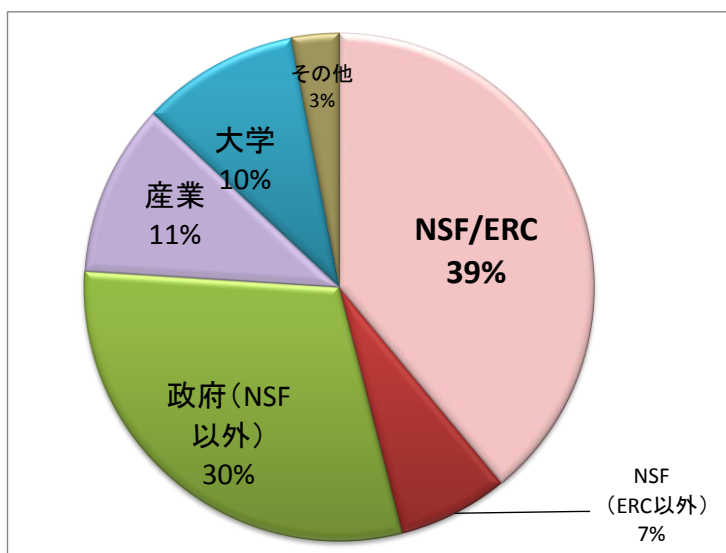
ライバル拠点と比較し、各 ERC プログラムの拠点がどのような強み、弱みを持っているか等についての分析を行う。

<拠点の特徴>

- ① ビジョンとインパクト
- ② ビジョンを達成するための戦略研究計画
- ③ 研究プログラム
- ④ 教育および普及啓蒙活動
- ⑤ 産業・実務家との共同
- ⑥ 戦略的な資金配分・マネジメントの計画

3.5.2 資金源の多角化

先に述べた通り、ERC プログラムの拠点では NSF の支援を終えた 10 年後に自立運営できるようになることを目指している。このため、徐々に資金源の多様化を図り、NSF による支援がフェイドアウトしていくことを理想としている。実際、図表 3-4 に示す通り、ERC プログラムの拠点全体の資金源は他省庁、産業界及び大学等、多岐にわたっており、NSF による支援は、全体の 4 割程度に留まっている。

図表 3-4 : ERC 拠点全体の資金源 (2012 年実績) ⁸⁸

出典 : ERC Association

3.5.3 NSF による拠点運営の支援

NSF では、ERC プログラムの拠点運営の支援にも力を入れてきている。例えば、全米に散らばる拠点運営についてのノウハウ共有を目的としたベストプラクティスマニュアルの整備や、研究支援スタッフへのノウハウ伝授などを行っている。

① ベストプラクティスマニュアルの整備

ERC プログラム関係者のコミュニティである、「ERC 参加者委員会 (Committee of ERC Participants)」は、NSF の指導の下で様々な活動を行っている。

特に重要な活動として、ERC プログラムの拠点運営マニュアルに相当する、「ベストプラクティスマニュアル」の作成が挙げられる。ここには、数百ページに亘り拠点運営の How-to が詳しく記載されており、毎年更新・改定されている。その内容は、研究マネジメントや研究支援、産学連携や複数大学を巻き込んだ拠点の運営方法など、多岐にわたる。なお、このマニュアルは、ERC 参加者委員会が自主的に作成するものであり、NSF の公式な出版物ではない、とされている。

② ERC プログラム経験者による研究支援担当者へのレクチャー

ERC プログラムの事務は、拠点となる大学が連携先大学に所属する研究者を雇用するため給与支払いが発生するなど、複雑なものとなっている。このため、過去に拠点でマネージャーを経験したスタッフが NSF からの要請に基づき、新規に選定された拠点に対して出張でアドバイスを行うなど、研究支援者同士の交流によるノウハウの伝授が近年行われるようになってきている。

⁸⁸ http://www.erc-assoc.org/about/erc_data/total-erc-cash-support-fy-2012-17-ercs

3.6 成果

3.6.1 インパクト調査

ERC プログラムの効果についての調査が、制度開始から 10 年および 20 年が経過する時期に実施され、最終報告書がそれぞれ 1997 年、2008 年に公開されている。

1997 年の調査は、NSF が実施したものであり、主に ERC プログラムと企業との関係性、及び ERC プログラムに関わった大学院生についての 2 項目についての調査が行われた。その結果、企業が ERC プログラムを特に高く評価したこととして、各拠点の大学院生や学部学生を雇用できたこと、知的所有権を獲得できたこと、特殊な装置や設備を利用できたこと等が挙げられた。このことから、ERC プログラムが企業のニーズに即した人材育成に貢献している様子がうかがえる。

2008 年の調査は、米国のシンクタンクである SRI 社が実施したものであり、ERC プログラムの経済的インパクトを評価するものであった⁸⁹。ここでは、いくつかの拠点を選り、調査時点までにあらわれた経済効果を具体的数値で示すことが試みられた。しかし、この調査では十分なデータが捕捉できているとは言い難く、当初の意図に反し、ERC を過小評価することとなってしまった。同報告書において、ERC プログラムは新たな工学システムの担い手となる新世代の人材育成を重視しているため、即効性のある経済効果を測定することが難しく、このような結果になったとの見解が示されている。

3.6.2 NSF 支援終了後の拠点の自立運営

NSF の支援が終了した 38 拠点のうち、82%にあたる 31 拠点が、新たな民間資金や公的資金を獲得すること等により自立運営されている⁹⁰。これは、一定の成果をおさめているとみなして良いだろう。

3.6.3 大学・大学院における教育カリキュラムの開発

ERC プログラムでは、拠点の成果を活用して、教科書や教育プログラムを開発することを奨励している。例えば、2012 年時点で支援されていた 17 拠点総計の成果として、以下があがっている。

- 拠点の研究成果に基づく Full-Degree Program の新設：4 件
- 拠点の研究成果に基づく新課程設置：52 件（継続中の課程は 266 件）
- 拠点の研究成果に基づくチャプターを含む新しい教科書：9 件

3.6.4 優秀な人材を産業界に輩出

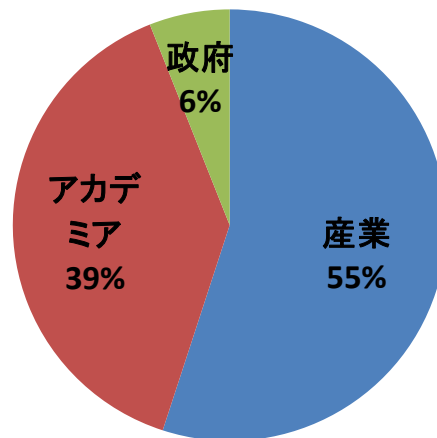
図表 3-5 に示すとおり、拠点卒業生の半数以上が産業界に就職している。また、ERC プログラムの会員企業に対するアンケート調査の結果、拠点卒業生が一般の卒業生と比較して優れている点として、「総じて産業界で働く準備ができている」、「幅広い技術についての知識がある」、「分野融合型のチームで働く能力が高い」といった事項が挙げられ

⁸⁹ SRI “National and Regional Economic Impacts of Engineering Research Centers: A Pilot Study” Final Report (2008 年 11 月)

⁹⁰ <http://erc-assoc.org/content/status-ercs-year>

ており⁹¹、産業界の即戦力となる人材育成が行われている様子が見えてくる。

図表 3-5：拠点卒業生の進路（2012 年度）



出典：ERC Association

⁹¹ http://erc-assoc.org/about/erc_data/comparisons-member-firms-performance-erc-graduates-non-erc-hires

3.7 個別事例の紹介：コンピュータ統合型外科手術ロボットシステム・技術センター⁹²

ERC プログラムにおける拠点の事例として、1998 年にジョンズホプキンス大学に設置された「コンピュータ統合型外科手術ロボットシステム・技術センター（Center for Computer-Integrated Surgical Systems and Technology, CISST）」における取組み例を紹介する。

3.7.1 センターの概要と研究開発課題

同センターは、コンピュータと人とが連携して手術を行うための革新的な手術プロセスを開発し、低コストで成功率の高い外科手術の普及を目指すことを目的に設立された。

ERC プログラムの資金を得てセンターを立ち上げるにあたり、まずは低侵襲の外科手術ロボットシステムを取り上げ、「手術のプロセスの中に、どのようにして情報技術を活用することができるか？」との問いを立て、解決策として次の 2 つのアプローチが採られた。

- ① 手術向けの CAD/CAM⁹³を用いて医療のイメージング画像をデータとして取得し、このデータに基づき手術計画を立て、手術を実施するための仕組みづくり（製造業で行われている手法の手術への転用）
- ② 顕微鏡下手術の支援

3.7.2 資金源

ERC プログラムの支援を受けている期間中に獲得した資金の総額は 7,000 万ドルであった。このうち、NSF が支援したのは 3,300 万ドルであり、残りは、ジョンズホプキンス大学から 1,700 万ドル、その他（DOD、NIH 等）が 2,000 万ドルであった。拠点設置当初は NSF の資金がほとんどであったが、徐々に資金源が多様化していった。

3.7.3 参加機関

ジョンズホプキンス大学工学部が CISST の拠点であり、ロボティクス研究については分野トップを走る MIT 及びカーネギーメロン大学、医学研究についてはハーバード大学医学大学院・Brigham & Women's 病院、Shadyside 病院及びジョンズホプキンス大学医学大学院を連携先機関とした。

ERC プログラムでは本来、申請段階から参加企業を募るのが一般的であるが、1998 年当時、手術ロボットという市場も、担い手となる企業もなかったため、NSF 了承のもと参加企業が無い状態でプロジェクトを開始した。

3.7.4 NSF の支援の特徴

- ・ 拠点長に求心力を持たせる体制づくり

センターは学部長が指揮命令権を有しており、その直下で拠点長の裁量のもと拠点活動を推進できるよう配慮されていた。学科長への報告義務等がないため、学科を超えた

⁹² CISST ERC 拠点長へのインタビュー結果に基づき記載（平成 25 年 12 月 18 日実施）

⁹³ コンピュータ支援設計/製造のこと。手術分野においては、CT 画像等から三次元立体モデルを作成し、そのモデルを利用して手術のシミュレーションを行うことなどができる。

連携を前提とした運営がやりやすかった。

また、連携先機関の研究者に対して拠点から人件費の支払いを行うことで、相手を引きつけることができていた側面がある。逆に、ERC プログラムの資金が切れた後、どのように関係を維持するかが現在の課題となっている。

- サイトビジットを通じた専門家のアドバイスが有益

NSF が負担する人件費を考えると、毎年のサイトビジットは極めて高価な評価だとは思いますが、我々にとっては評価者からは良いフィードバックがあり有益であった。

- NSF の他のプログラムとのシームレスな連携

NSF の担当者からは、積極的に現場からのフィードバックを得て、ERC プログラムの追加・改善などに活かそうとする姿勢がうかがえた。また、センターから出てきた成果を出口につなぐため、NSF の他のプログラムを紹介してくれる等、センターにとって有効な手段について、親身になってアドバイスしてくれた。

- ERC プログラムの運営では苦労

ERC プログラムでは、大きくて複雑な組織を運営することに苦労した。例えば、他大学の教員をジョンズホプキンス大学が NSF から受け取った ERC プログラムの資金で雇用し、遠隔でマネジメントを行う必要があった。大学にとって前例のない事務作業であった。また、毎年の評価に向け、300 ページ以上にわたる年次報告書を作成することも必要であった。幸い、優秀なマネージャーを雇用できたお陰で乗り切ることができた。

3.7.5 ERC プログラムの成果・波及効果

- 工学部改革に貢献

ジョンズホプキンス大学の工学部には、世界トップレベルの研究者が数人いて、これまで連携することなく独立していた。一方、ERC プログラムでは他分野、他機関と連携することが事業の前提条件となっており、このような融合型のプロジェクトを実施することにより、分野融合研究とはこのようなものだ、ということを学内に実証的に示すことができた。その結果、大学内に学際的な雰囲気ができ、学部間の垣根を越えた学際研究を行う文化が醸成された。ERC がなければ、ジョンズホプキンス大学で学際研究が活発化することはなかったであろう。

- 新市場に備えた技術・人材の供給

技術面では、手術針の位置を画像で誘導して決めるシステム（Image-guided Needle Placement）をはじめ、特許・ライセンス等いくつかの成果を出すことができたが、最大の成果は手術ロボットという未成熟な産業分野に対して即戦力となる融合人材を輩出できた点であると考ええる。お陰で、手術ロボット「ダビンチ」で有名になった Intuitive Surgical 社と良好な関係を構築できている。

3.8 今後の方向性⁹⁴

ERC プログラムの開始から 30 年がたった今、「一層グローバル化された経済」における競争力確保が課題と認識されている。このような時代認識のもと、次の様な改善が必要との議論が行われているところである。

- よりフレキシブルな支援：現在の ERC プログラムでは、完全に活動内容が定まったものしか支援の対象とならない。しかし、現実にはアイデアは良いが、体制を組むのに時間や資金を要する活動もある。このため、連携先の開拓等、新しい拠点活動を実施するための準備資金（Seed Funding）を付与してもよいのではないかと議論がある。さらに、拠点の支援期間は原則 10 年となっているが、分野によってはもっと短期に成果を出すものや、より長期にわたる支援を要するものもある。個別の拠点の研究内容、性質により支援期間を柔軟に変更できる仕組みとすべきではないか、との議論もある。
- トップダウン型研究の実施：現在は完全にボトムアップ形式での課題設定がなされているが、戦略分野を対象に、若干のトップダウン型研究を含めるべきとの議論がある。
- 国際連携の強化：第 3 世代の ERC プログラムから、海外の機関との連携が拠点選定の要件として加わったものの、その主たる活動は、人的交流や合同シンポジウム・会議の開催に留まっている。今後、国際連携をより深化させ、米国を国際ネットワークのハブとして育てるべきとの議論がある。

⁹⁴ STPI “Designing the Next Generation of NSF Engineering Research Centers: Insights from Worldwide Practice”, 2007 年 11 月

3.9 日本への示唆

3.9.1 「新たな工学システム」という価値を生み出す仕組み

20 世紀の知的生産活動は、真理の探求を行う要素還元型の研究を基盤としてきた。しかし、21 世紀に入り、対象とする社会的課題が大規模化、複雑化する一方で、科学技術の細分化が進み、個々の専門分野では対応できなくなってきた。このため、「価値の創造」の観点から知的生産活動を見直すことが求められている。日本ではこのような構造転換を促すための打開策がまだ見いだせていない。

一方 ERC プログラムは、従来にはなかった「新たな工学システム」という新しい価値を研究者がボトムアップで仮説として提案し、10 年の拠点形成期間を通じて検証し、世に出していく取組を行っているといえる。拠点形成の実施期間中は、技術の開発のみならず、そのアイデアに賛同する企業を集めるとともに、新たなシステムに適応した人材を育成、人材育成のためのカリキュラム開発等、世の中に新たな仕組みを送り出し続けるための基盤整備をも行う取組が、NSF の支援プロセスの中に埋め込まれている。

日米の間で、制度や慣習等の違いはあるものの、価値の創造に向けたシステム改革を目指すにあたり、ERC プログラムの取組から学ぶべきことは多いといえよう。

3.9.2 学生に対する教育効果のレビュー～教育と研究の一体的推進をファンディングエージェンシーが誘導

我が国において、研究プロジェクトを通じて人材育成を行うことの重要性は、これまでも指摘されている。しかし、ファンディングエージェンシーの支援策にこの考えが十分に反映されているとはいいがたい。

NSF が支援するプロジェクトは、教育と研究とを一体的に推進することを前提としているが、ERC プログラムはとりわけ人材育成の効果について評判が高い。その要因の一端を、ERC プログラムの各拠点で毎年実施されているサイトビジットの取組に見ることができる。サイトビジットでは、多様な分野におけるトップレベルの専門家を拠点に派遣し、学生も交えて密な議論を行う。この際、学生はサイトビジットで訪れた専門家に対し、自らの拠点の状況や研究の内容についてプレゼンテーションを行い、彼らとディスカッションを行う機会に恵まれる。若いうちにこのような機会に恵まれることは、学生にとって大いに励みとなるはずである。一方 NSF は、学生が拠点長と同様に、拠点の方針等について語れるかといったことを確認することで、拠点における教育の浸透度合いを評価しており、「学生は色々なことを教えてくれる」と述べていた。このような取組は、教育と研究の一体的推進をファンディングエージェンシーが誘導する際の一つの方法として参考になる。

3.9.3 イノベーション創出に向けたきめ細かくシームレスな支援

ERC プログラムでは、教育、研究、産学連携といった様々な政策ツールが、一つの拠点に対する支援策の中に盛り込まれている。しかし、大学に拠点を置くプログラムであるが故に、ベンチャー創出や委託開発といった、成果の実用化に向けた支援策が ERC プログラムのメニューとしてそろっているわけではない。NSF は、きめ細かに拠点の状況について把握、モニタリングを行う中で、ERC プログラム以外の支援策が必要と判断

した場合には、他の支援策を紹介し、プログラム間を繋ぐことでイノベーション創出に向けたシームレスな支援を実現している様に見受けられる。このようなプログラム間の連携がどのようなプロセスを踏んで実現しているのかについては今回調査できなかったが、柔軟な運営を実現可能とする仕組み作りは、我が国のファンディングシステムの改善策を検討する上でも有効であると考えられる。

参考資料

- National Science Foundation
<http://www.nsf.gov/>
- ERC Association
<http://erc-assoc.org/>
- SRI “National and Regional Economic Impacts of Engineering Research Centers: A Pilot Study” Final Report (2008 年 11 月)
https://www.sri.com/sites/default/files/brochures/erc_impact__final_report_11_18_08.pdf
- STPI “Designing the Next Generation of NSF Engineering Research Centers: Insights from Worldwide Practice” (2007 年 11 月)
- 富士通総研経済研究所 西尾好司主任研究員「産学連携拠点としての米国の大学研究センターに関する研究」(2009)
<http://www.fujitsu.com/jp/group/fri/report/research/2009/report-339.html>
- JST/CRDS 「米国の Engineering Research Centers (ERC)-融合型研究センターの Federal Flagship Scheme-」(平成 26 年度)
<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/RR/CRDS-FY2014-RR-02.pdf>
- 林隆之 「大学の研究センターの評価とベストプラクティスの集積・米国科学財団 (NSF) の工学研究センター・プログラムの事例から-」大学評価・学位研究 第 3 号 (平成 17 年 9 月)
http://www.niad.ac.jp/sub_press/sciencemag/No3/04.pdf

第四章 英国のカタパルト・プログラム

本章では、英国における橋渡しの産学連携体制の一例として、カタパルト・プログラムを取り上げ、その背景、目的、特徴、運営体制、ファンディング・スキーム、および課題等について、個別事例も交えつつ記述する。

4.1 背景

4.1.1 優れた科学研究と弱いイノベーション

英国政府が克服しようとしている課題の一つが、科学研究の成果を実用化・商業化して社会や経済に役立てるための方策が不十分であるという点である。英国では大学における研究の卓越性（エクセレンス）は伝統的に高く世界トップレベルを誇り、チャリティによる研究開発推進も大きい。しかしながら、第一に、セクター間の垣根を越えた技術移転が相対的に不活発であり、第二に、民間セクターの研究開発活動が比較的弱く、第三に、官民全体の研究開発投資は長年低調で、その GDP に占める割合も小さいといった問題が依然として未解決のまま残っている。近年の緊縮財政のなか、限られたパイをいかに効率的かつ効果的に分配し、科学技術への投資から最大限の結果を引き出し国の経済成長に結び付けるかという問いかけが喫緊の課題として政府に突きつけられている。

4.1.2 TICs の試み

このため 1990 年代後半以降、科学研究の成果が十分に活用されずイノベーション創出につながっていないとの反省から、研究成果の実用化に資するようなイノベーション推進策がとられるようになった。具体的には、企業主導による技術イノベーション拠点（Technology and Innovation Centres: TICs）の構築を目的に、公的資金が投入されてきた。TICs では、特定の技術や能力の開発を促進したり、市場のニーズを汲み取って複数の分野が融合できるような場の提供を行っている。前者の代表例としては、有機 EL ディスプレイ等で有名なプリンテッドエレクトロニクスの研究開発施設である Printable Electronics Technology Center (PETEC) が、後者としては、デジタル産業界における協働の場を提供している MediaCityUK などが挙げられる。

しかしながら、これらの拠点は長期的な公的投資を約束されていなかったため、産業界からの追加的な資金投入が十分確保できないまま投資が分散化されてしまい、国全体のイノベーションシステムに適切に統合されず、科学技術に対する非効果的な投資という結果に終わった。

4.1.3 ハウザー・レビュー

長年続く英国の研究開発分野における諸問題の解決を目指して、また、これまでのTICsへの公的資金投入のあり方を分析し直すかたちで、政府からの委託を受けて作成されたハーマン・ハウザー(Hermann Hauser)博士⁹⁵によるインディペンデント・レビュー⁹⁶「The Current and Future Role of Technology & Innovation Centres in the UK」が2010年に発表された。

同レビューでは、研究開発のいわゆる「死の谷(Valley of Death)」を克服するためには国の長期的な関与が不可欠であり、公的資金の投入とそれを呼び水に産業界からさらなる投資を入れることで、初期段階の基礎研究の成果を出口に近い研究開発の段階にまでつなげる拠点を構築することの必要性が説かれ、この拠点形成により、新技術の開発等が促され最終的には英国の経済成長に資すると結論付けられている。この提言がなされた背景には、産業界の科学技術活動を活発化するために企業間の研究開発を協働で行うことのできる場の形成を政府のイニシアティブで実施してほしいとの産業界側の強い要望があったといわれている。

4.1.4 カタパルト・プログラムの開始

同レビューの委託が行われたのはブラウン労働党政権時代(2007～2010年)であったが、2010年5月に発足したキャメロン連立政権も同提言内容を支持し、英国には経済成長に資するあるいは強化するような研究開発プラットフォームが欠如しているという認識を前政権と共有した。これは、当時の保守党が選挙に先立ち、掃除機メーカー・ダイソン社の創業者であるジェームズ・ダイソン(Sir James Dyson)に依頼したレビューにおいても、そのような橋渡し拠点構築の合目的性が強く支持されたことにもよる。

2010年9月、英国政府は拠点形成のために大型の長期にわたる政府投資を行うことを発表した。この拠点形成プログラムの名称について、パブリック・コメントによる意見募集を行い、最終的に「カタパルト(Catapult)」が選定された。カタパルトは「勢いよく何かを前に押し出す」装置を意味し、航空母艦から艦載機を発進させる射出機や、子供の遊び道具としての弓やパチンコも意味している。勢いよく押し出すとの意味合いが「死の谷」を克服するイメージに最適と判断された。

⁹⁵ インディペンデント・レビューとは、英国政府が特定の案件毎に審議会を立ち上げ、審議会がその案件について包括的な調査・評価を行い、改善などの提言が示される報告書を指す。英国の各省はこの提言に従う義務はないものの、従わない場合はその理由を明確にする等、何かしらの対応を行う必要がある。インディペンデント・レビューをきっかけに、組織や制度の改善が行われる場合も多く、レビュー結果に基づいて政策の改革が推進されることも少なくない。当該審議会は省庁の外に置かれ、調査は独立性を保って行われる。

⁹⁶ コンピュータや通信関連のベンチャー企業を自ら複数起こし、そのほとんどで成功を収めた企業人。個人投資家でもある。ケンブリッジに投資会社「アマデウス・キャピタル」を設立し、ハイテクベンチャー企業に投資するなどを行っていた人物である。

4.2 カタパルトとは

4.2.1 概要と目的

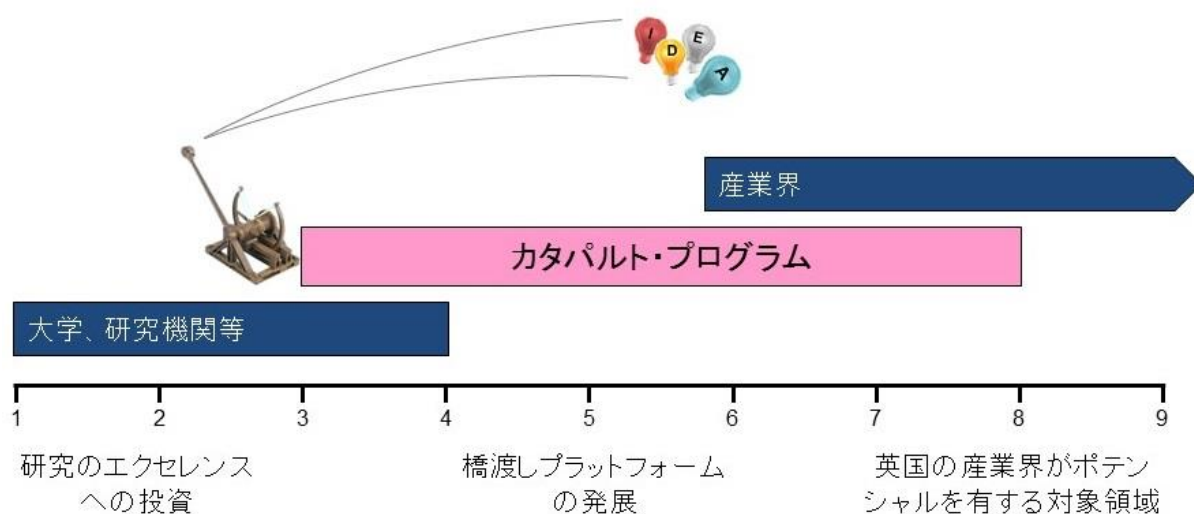
カタパルト・プログラムとは、特定の技術分野において英国が世界をリードする技術イノベーションの拠点構築を目指すプログラムである。これらの拠点を産学連携の場として、企業やエンジニア、科学者が協力して最終段階に向けた研究開発を行い、イノベーション創出および研究成果の実用化を実現し、経済成長を推進することが意図されている。

同プログラムの下で、技術分野（現在は 11 分野）ごとの拠点としてカタパルト・センターが設置される。カタパルト・センターとは、産業界が技術的課題を解決できるような世界トップレベルの技術力を生み出す場であると同時に、大企業と中小企業の協力あるいは企業が解決できない部分に関しては大学等の知見を活用して英国で新しい製品やサービスが提供できるように長期的な投資を実現するプラットフォームである。

同プログラムは、研究成果の実用化に向けた主たる担い手を産業界と想定しており、産業界からの積極的なイニシアティブを通じた研究開発の促進を目指している。投入される公的資金は、研究プロジェクト実施のためではなく、基本的にはカタパルト・センターの運営のために使用されている。施設等のインフラ改善などのプロジェクトに公的資金が用いられる場合もあるが、これは例外的なケースである。

カタパルト・プログラムが対象とする技術成熟度 TRL は、TRL3（技術コンセプトの実験的な証明）から TRL8（システムの完成および検証）が中心的である（図表 4-1）。

図表 4-1 カタパルト・プログラムが対象とする TRL



出典：各種資料をもとに筆者作成

最終的な目標は、拠点ごとに異なるが、例えば細胞治療カタパルトでは、国の経済に資するような巨大産業（売上高で 100 億ポンド（約 1 兆 8,000 億円⁹⁷）規模）を生み出し、ビジネスや研究イノベーションのクリティカルマス⁹⁸を超えることとしている。衛星応用カタパルトでも同様に経済成長に資することが重要視され、衛星アプリケーションの開発によって英国内で経済的インパクトを生み出すことを基本目標の一つに掲げている。他方、高価値製造業カタパルトの一つである原子力先進製造業研究センター（Nuclear AMRC）の目的は、民生用原子力分野およびその他の革新的エネルギーセクターでの産業技術力の構築を促進することにある。

以上のように、従来科学研究の成果の指標で重要視されてきた、論文の生産性といった目標は、カタパルトには全く関係ない指標とされている。

4.2.2 推進体制

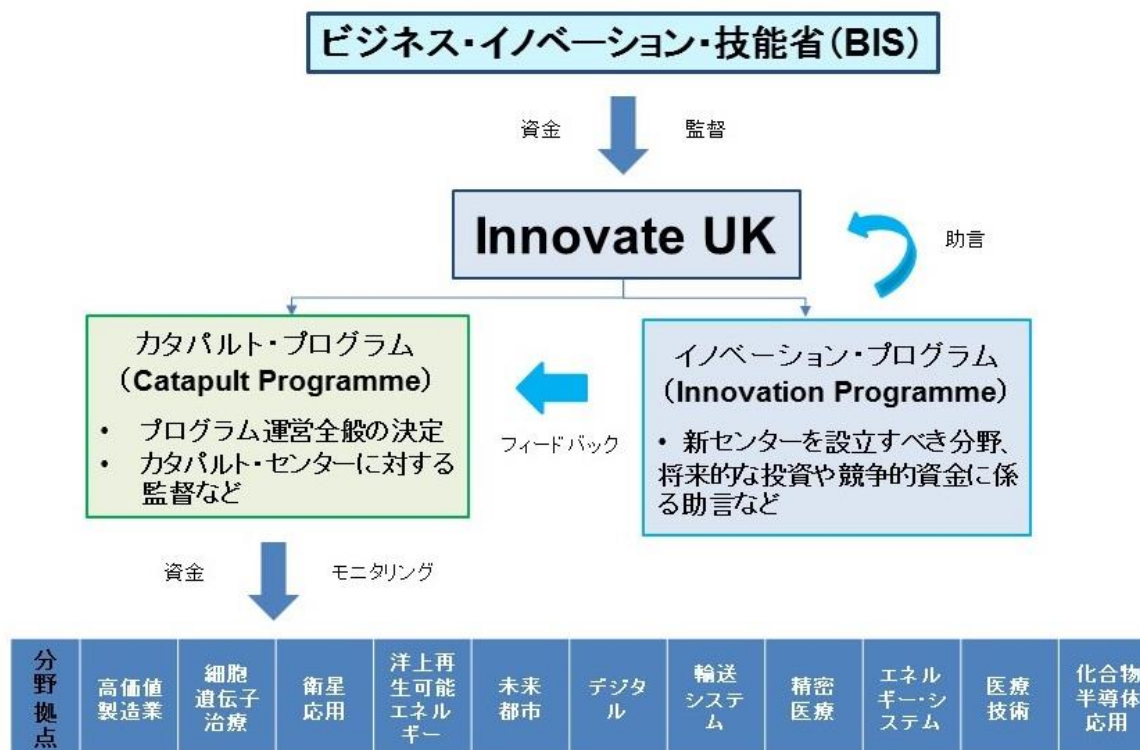
カタパルト・プログラムは、ビジネス・イノベーション・技能省（Department for Business, Innovation and Skills: BIS）傘下のファンディング機関である Innovate UK が所掌している。Innovate UK は日本の NEDO に相当する機関で、2014 年夏以前は「技術戦略審議会」との名称で呼ばれていた。カタパルト・プログラム全体の方向性、分野設定、拠点選定といった基本的な方針は、BIS の了承を得つつ Innovate UK が中心になって取りまとめられる。Innovate UK 内でプログラム全体を統括する責任者は、カタパルト局長（Director of Catapults, Innovate UK: 現局長はサイモン・エドモンズ（Simon Edmonds）氏で、前職は BIS イノベーション局長）である。

Innovate UK 内に、カタパルト局長をトップに据えた「カタパルト・プログラム（Catapult Programme）」が「執行機関」として置かれており、プログラム運営全般を決定すると同時に各センターに対するモニタリング機能も担っている。また、同じく Innovate UK 内に「イノベーション・プログラム（Innovation Programme）」が「諮問委員会」として設置され、新たにセンターを設立すべき分野等に関する助言などを行っている（図表 4-2）。

⁹⁷ 為替レート 1 ポンド＝184 円（2015 年 12 月）。

⁹⁸ 1962 年に米国の社会学者であるエベレット・ロジャース（Everett Rogers）の著書によって初めて提唱された言葉。現在のビジネス用語として、ある商品やサービスの市場全体の普及率の伸びが一気に跳ね上がる分岐点となる市場普及率を指す。

図表 4-2 カタパルト・プログラムの推進主体



出典：各種資料をもとに筆者作成

4.2.3 カタパルト・センター

実際にプロジェクトを推進しているのは、「拠点」とも呼ばれる「カタパルト・センター」である。

拠点の選定に関し、Innovate UK は以下の 5 点を基準として定めている。

- ①当該分野の世界市場が年間数十億ポンド規模になり得るポテンシャルを有しているか。
- ②当該分野において英国が世界トップレベルの研究能力を有しているか。
- ③英国企業が当該分野において単に技術開発を行う能力を有するだけでなく、バリュー・チェーンの中で大きなシェアを占め、また、そうした活動を英国内で推進できるように、より多くの投資を呼び込むことができるか。
- ④当該分野のセンターを設立することにより、(世界的に展開する携帯電話会社などの) 知識集約型の活動を英国に呼び込み定着させると同時に、持続可能な富を創出することができるか。
- ⑤当該分野は国家の戦略的優先課題と密接な連携関係にあるか。

これら 5 つの基準から明らかなように、カタパルト・プログラムでは学術的な面での能力も評価されているものの、その経済上のインパクトや効果をより重視している。

拠点の場所の選定に際しては、既存の研究インフラの中から候補が幾つか選ばれ、最終的に一つに絞られる。拠点をすべて大学内に設置するといった一貫性はなく、病院、研究施設等もその対象候補となる。

例えば、細胞遺伝子治療カタパルトでは、その拠点としてロンドン中心部にあるギー

ス病院が選ばれたが、選定の基準には、利便性が良いこと（多くの人々のアクセスが可能であること）、研究開発や実験のためのスペースを確保できること、グローバルな拠点になりうることも考慮されたといわれている。

他方、先ほども例に挙げた原子力先進製造業研究センター（Nuclear AMRC）があるシェフフィールド（ロンドンから北に約 260 キロ）の先進製造業パーク（Advanced Manufacturing Park：ロザラムとシェフフィールドに跨る約 40 万平米の敷地面積を有する）には、そもそもカタパルト・プログラムが始まる以前の 2001 年に米国ボーイング社が支援するかたちで先進製造業研究センター（AMRC）⁹⁹が設立されており、そこに、ロールス・ロイスやエアバスといった国内外の大手企業が参入してプロジェクトが実施されていた。そうした既存の研究インフラが政府の目にとまり、2011 年の高価値製造業カタパルトの開所により、AMRC の隣に新たに Nuclear AMRC が設立されたという経緯がある（写真 1）。

写真 1 AMRC と Nuclear AMRC



Nuclear AMRC の設立には、カタパルト・プログラムによる 1,500 万ポンド（約 27 億 6,000 万円）の公的資金が投入されたが、それだけで賄われたわけではない。英国の地方開発局や欧州地域開発資金等の支援も受けている。

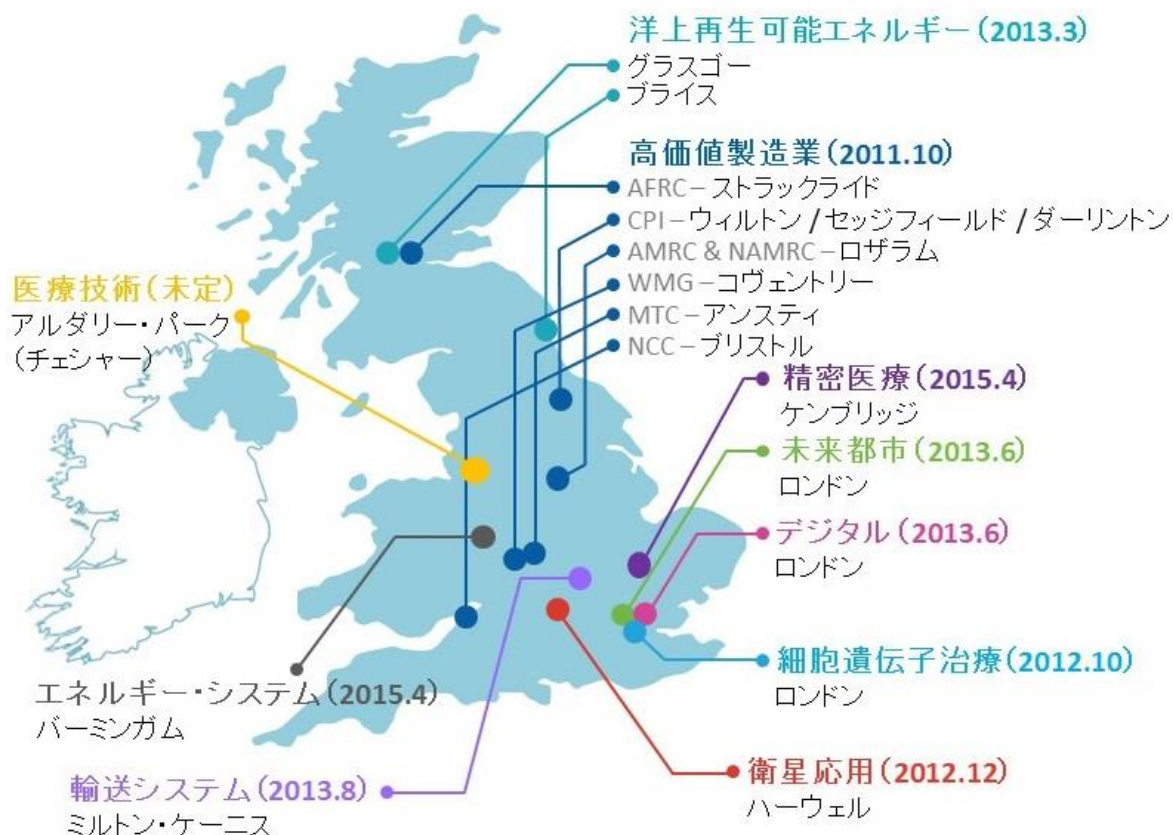
その他、デジタル・カタパルトは、2014 年に新しい拠点としてイノベーション・センターをロンドンのセント・パンクラス駅とユーストン駅の間に設立した。これは、近くにビッグ・データ解析を扱うアラン・チューリング研究所、医療分野の橋渡し研究開発を担うフランシス・クリック研究所があり、デジタル分野の知の拠点として理想的な場所であるとの理由からである。

現在、英国全土に 11 分野のカタパルト・センターが設置（一部建設中或いは予定の段階）されている。化合物半導体応用分野のカタパルトは、2016 年 1 月にウェールズ地方に新設することが発表されたばかりで、具体的な所在地については未定である。よって、以下の図表 4-3 では既に所在地が明確になっている 10 分野のセンターを取り上げ

⁹⁹ ボーイング社の影響が強いため一般的には「AMRC with Boeing」の名称で呼ばれている。AMRC の職員は 250 名程度で、実習生から PhD 取得者まで立場は様々である。大企業から地元の中小企業に至るまで 70 社以上の企業がプロジェクトに参加し、航空および他の高価値製造業セクターの先端加工機械や材料研究に焦点を当てている。

る。

図表 4-3 10 分野のカタパルト・センターの所在地



出典：各種資料をもとに筆者作成

4.2.4 所要予算

カタパルト・プログラム実施のための公的投資は、初期の4年間（2011～2014年度）で5億2,800億ポンド（約972億円）にのぼる。これは、最初に選定された7分野（高価値製造業、細胞遺伝子治療、衛星応用、洋上再生可能エネルギー、未来都市、デジタル、輸送システム）のカタパルトの設置に対し支出された2億ポンド（約368億円）、および、その後これら7分野のカタパルトの維持・拡大と新規2分野のカタパルト（精密医療、エネルギー・システム）の設置に対し支出された3億2,800万ポンド（約604億円）を合わせた額である。

上記初期予算のほかに、一部のカタパルトは追加の予算を受けている。これらは、毎年発表される予算計画や政策文書等においてその支出が言及され、特別な目的を有した内容となっている。例えば、2014年度の予算では細胞遺伝子治療（当時の名称は「細胞治療」）カタパルトに対し、細胞治療製造センターの新設のために5,500万ポンド（約101億円）が、また、2014年12月に発表された科学技術イノベーション新戦略では高価値製造業カタパルトに対し、次世代の技術製品を開発する国立製剤センターを新設す

るために 2,800 万ポンド（約 52 億円）が追加の予算として措置されることが決定された。

以上を踏まえ、官民を合わせた初期投資総額は 14 億ポンド（約 2,576 億円）にのぼるとされている（Innovate UK の 2014 年の公式発表）。

Innovate UK は個々のカタパルト・センターの所要予算に関し、Innovate UK からの公的ファンディングを 1/3、産業界との契約を 1/3、競争的資金の獲得を 1/3 とするのが理想的なモデルであると表明している。ただし、これはあくまで理想モデルにすぎず、実際にはカタパルトごとの事情に応じて柔軟に対応している。例えば、高価値製造業カタパルトの 2014 年度における内訳を見てみると、産業界との契約の割合が 48%と約半分を占め、次いで競争的な資金が 33%であり、Innovate UK からの資金は 19%程度にすぎない。

Innovate UK からの公的資金に関しては、長期的な資金獲得見通しが立てやすいように、各分野のカタパルト・センターとの間で 5 か年計画に基づいた資金協定（grant funding agreement for public funding）が締結されている。この公的資金は、センターそのものを運営するために使用されると定められており、研究に使用することができない。ただし、研究施設などのインフラの改善等に関連した支出には公的資金を利用することが可能である。

研究のための資金は、企業との契約や、競争的資金を獲得することによって賄われる。国外の競争的資金獲得に関して、カタパルトの枠組みで欧州研究プログラムへの英国企業の参加を促すために、Innovate UK は 2014 年にベルギーのブリュッセルに駐在事務所を開設している。英国では、欧州研究枠組みプログラム（FP やその後継の Horizon2020）におけるプロジェクトの 70%は大学が中心となっており、その共同研究先は主として海外の企業で国内企業の参加率は少ない。カタパルト・プロジェクトにおける研究資金の獲得に向けた動きは、英国企業より活発な参加を後押しすることにつながる可能性がある。そこで、2015 年 2 月に Innovate UK より発行された報告書「EU Catapult Report 2015」において、欧州におけるプログラムやプロジェクトにカタパルトが参加することの意義とその方法を取りまとめている。

4.2.5 人材の育成

カタパルト・プログラムに係る人材は、一般には公募されない。各カタパルト・センターには、運営企画、戦略立案、プログラム・マネージャー等の職員が在籍しているが、アカデミアよりも産業界出身者の割合が圧倒的に多く、省庁出身者が少数いる。企業から長期あるいは短期の出向というかたちでセンターに勤務している者もいる。また、大学からのインターンを受け入れているカタパルトもある。

特に企業との契約による場合、こうした多様なバックグラウンドを有した職員が公式・非公式なかたちで企業や大学関係者と検討を重ね、プロジェクトの選定を行い実施に移している。競争的資金による場合、各資金のルールに則ってプロジェクトは進められることになる。

カタパルトの中には、人材育成のためのトレーニングセンターを特別に設けているも

のもある。例えば、先進製造業研究センター（AMRC）は、先進製造業パーク（Advanced Manufacturing Park）内に設置されているが、同じ敷地内に AMRC トレーニングセンターを擁し、人材の育成にも励んでいる。同トレーニングセンターの取り組みの一つは、工学とビジネス・サービスに関する研修コースの実施である。公募による申請手続きを経て、当該コースに参加することができる。同じ敷地内にある原子力先進製造業研究センター（Nuclear AMRC）も、人材育成に関しては AMRC トレーニングセンターを利用して行っている。

4.2.6 タイムスパンとプロジェクトの種類等

今後少なくとも 10 年間は、カタパルト・プログラムに対する公的資金投資が続き、プログラム自体も 10 年以上継続する予定である。

各カタパルト・センター内でのプロジェクト数と実施期間は、分野ごとに大きな開きがある。例えばデジタル・カタパルトでは、2015 年 11 月時点で進行中のプロジェクトは 7～10 件、その期間も数か月～半年が一般的である。プロジェクトには中小企業が 60～70%、大手企業が 30%程度の割合で参加しており、基本的には英国企業である。一方、高価値製造業カタパルトでは、7 つの研究センターを合わせると 1,000 件を超えるプロジェクトが実施されている。参加する中小企業は全体の約 40%を占める。プロジェクトの実施期間は 2～3 年に亘るものもある。

4.2.7 対象技術分野

カタパルト・プログラムが対象とする技術分野に関しては、最初の段階で、高価値製造業（2011 年 10 月に開所）、細胞遺伝子治療（発足当初の名称は「細胞治療」）（2012 年 10 月）、衛星応用（2012 年 12 月）、洋上再生可能エネルギー（2013 年 3 月）、デジタル（発足当時の名称は「連結デジタルエコノミー」）（2013 年 6 月）、未来都市（2013 年 6 月）、輸送システム（2013 年 8 月）と、大枠が設定された。具体的な技術項目は各カタパルトで決定され、研究開発が進められている。この 7 分野のうち、カタパルト・プログラムの開始が決定された直後の 2011 年 1 月の時点で決まっていたのは、高価値製造業と輸送システムだけであった。それ以外の分野の候補としては、エネルギー・資源効率性、ヘルスケア、ICT、電子工学・光学・電気システムの 4 つが挙げられていた。

2015 年春には精密医療、エネルギー・システムの 2 つのカタパルトが新たに設けられるとともに、2015 年 7 月には南マンチェスターのチェシャー州にあるアルダリー・パークの敷地内に医療技術カタパルトが新しく設置されることも発表された。また、2016 年 1 月にウェールズ地方に化合物半導体応用のカタパルトが新設されるとの発表があったばかりである。

Innovate UK では新たな拠点となりうる分野の候補について常に検討がなされており、そのリストもアップデートされている。例えば、ロボティクス、量子技術、食糧生産といった分野がリストの中に含まれ、次のカタパルトの有力候補とみられている。こうした分野の設定に関しては、国家の戦略的優先課題との関連性が重視されているが、2013 年にウィレッツ BIS 閣外大臣（当時）より発表された 8 大技術の分野（ビッグ・データ、衛星、ロボティクス・自律システム、合成生物学、再生医療、農業科学、先端

材料、エネルギー貯蔵）との連携が特に重要視されるといわれている。8つの技術分野は、英国経済の成長、分野の融合性、英国産業界の能力、英国の研究能力といった基準をもとに設定され、目指すところは、これら技術の商業化を加速させることである。国家の戦略的優先課題での技術分野の設定やその基準および目的は、カタパルト・プログラムの趣旨との親和性は高い。

4.3 プログラムの特徴

カタパルト・プログラムの開始に際し、ドイツ、韓国、スウェーデン、フランス、中国、デンマーク、英国、日本、シンガポール、イスラエル、ベルギー、オランダといった諸外国における橋渡し研究支援拠点の分析が行われ、特にドイツのフラウンホーファー応用研究促進協会（以下、「フラウンホーファー」という）が注目された。ただ、歴史的背景も異なるフラウンホーファーのモデルが全く同じように英国に導入されることはなかった。カタパルト・プログラムにおける、産官学の橋渡しの仕組みを以下に述べる。

4.3.1 持続可能な拠点整備

まず重要と考えられるのは、既存の研究インフラを活用しつつ、持続可能な拠点整備を進めることである。ばらばらに散らばった研究開発拠点を分野ごとに統合・統一することで重複をなくし、バーチャルではなく物理的に存在する場を整備することにより、優れた科学研究の成果を実用化・商業化につなげるための橋渡しインフラ（translational infrastructure）の形成を目指している。

カタパルト・プログラムでは、長期的な公的投資が確保されており、この公的資金を呼び水にして産業界からさらなる投資を引き込む。カタパルト・センターの予算全体の1/3は公的資金によって賄われているが、研究開発プロジェクトを実施するためには企業からあるいは外部からの資金を確保することが必要となってくる。こうした動きは、公的資金の投入が終了・中断した場合でもプログラムを継続できるという点で重要である。

例えば衛星応用カタパルトは、まだ開始してから2年ほどしか経っていないが、2020年までに達成すべき具体的な数値目標として、130件以上のプロジェクトの実施、215社以上の中小企業のプロジェクトへの関与、1,600もの団体との契約締結といった内容を掲げている。こうした数値を提示できるのも、国からの継続したファンディングが約束されていることが理由の一つであろう。

4.3.2 産業界主導の研究開発推進

カタパルトでは産業界主導の研究開発が行われており、市場のニーズを敏感に捉えて、研究開発の早い段階からの産学官連携が実現できるような仕組みが作られている。

カタパルト・プログラムに資金を配分する Innovate UK は、産業界のニーズに立脚し、イノベーション推進の一環として、大学、公的研究所、企業のマッチングのための資金支援を行ってきた。2007～2015年で Innovate UK は、約5,000の企業と何らかの形で協力しており、また約150の大学が Innovate UK で実施するプロジェクトに参加している。このような実績がカタパルト・プログラムにも活かされている。

ドイツのフラウンホーファーでは、66ある研究所のほぼ全ての研究所が、大学の敷地内もしくは隣接した地域に立地しており、79名の研究所所長（2014年現在）¹⁰⁰のうち74名が大学教授を兼任する制度が前提となっている。他方、カタパルトでは、各センター

¹⁰⁰ 所長2名体制の研究所があるため、所長の総数は研究所数を上回る。

のトップ (Chief Executive) はほとんどが産業界の出身である (2016 年 1 月現在)¹⁰¹。これは、カタパルトの運営に関しては、産業界寄りのマインドをうまく汲み取ること、また、優れた人材を適材適所に配置することが肝要とされている結果でもある。各カタパルトの職員構成を見ると、先に述べたとおり、産業界出身者の割合が高いため、産業界のイニシアティブを自然に取り込めるような人材の配置が行われていることが分かる。

加えて、実用化に向けた段階では、大学の研究成果を産業規模のスケールで実証する必要がある。産業化を目指すカタパルト・プログラムでは、大学のラボ・レベルで実施するのが難しい大規模な実験を、産業界が提供する機材や研究施設を用いて行うことを可能にしている。また、同プログラムを通じて投入された公的資金によって研究実験施設の拡充が図られ、試作品等を産業規模のスケールで実証できる。シームレスなかたちで産業規模での実証が可能という点は、特に大学の研究者にとっては魅力的であり、産業界主導のプロジェクトがカタパルトの場で行われていることの醍醐味ともいえる。

4.3.3 中小企業の取り込み

英国の中小企業の科学技術力の強化も、カタパルト・プログラムの課題の一つである。中小企業の立場からすれば、大企業は大事な顧客 (取引先) になりうる相手であるため、喜んでカタパルトのプロジェクトに関与したいと考えている。大企業の方も中小企業との協働には前向きである。というのも、中小企業は、大企業の下請け先として重要であると同時に、大企業のサプライチェーン拡大のために必要な存在だからである。とりわけ製造業のサプライチェーンの大部分は中小企業が占めており、中小企業の存在は重視されている。

中小企業の取り込みは、コストと技術的な課題を伴う場合が多い。このため、Innovate UK から公的資金を受け取る要件の一つに中小企業との協働が入っており、各カタパルトが個別に作成している戦略、実現計画、および年次報告書等には中小企業に関する言及が必要となる。ただし、各カタパルトにおいて中小企業へのアプローチは異なる。

例えば、デジタル・カタパルトでは、ワークショップへの積極的な参加、データ提供、新製品のデモンストレーション等、協働作業のすべてにおいて中小企業の関与は重要と見なされている。それは、デジタル分野のプロジェクトが時代の最先端をいくもので、大企業が実際にはほとんど取り組んでいないような内容である場合が多い。このため、同分野におけるスタートアップ企業を中心とした中小企業の貢献は大きく、大企業はこれら企業からの新鮮で革新的なアイデアや洞察を歓迎している。優れた研究成果については、カタパルトのプロジェクトと関係ないものでも、3 か月という期間を限定的に設けて無償でセンター内に展示するといった試みを行っている。これは、中小企業にとっては自らの成果をアピールする格好の場であると同時に、カタパルトを通じて研究開発の推進・改善の可能性があるための機会を得ることにもつながる。

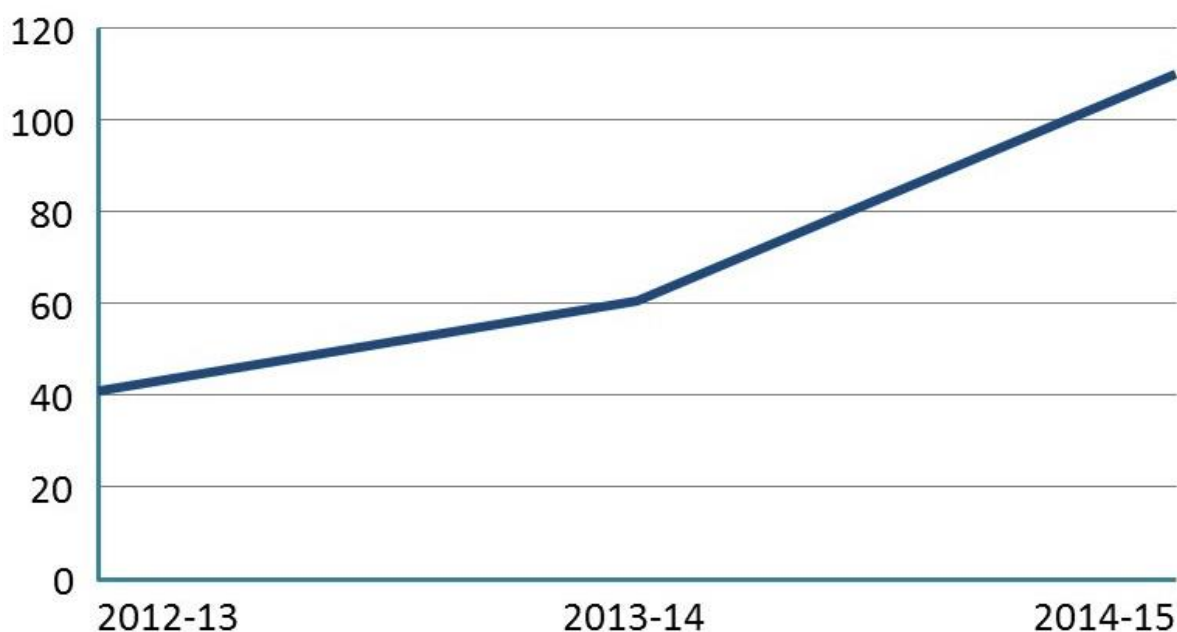
こうしてデジタルや未来都市といった分野のカタパルトでは、そのセンターの性質からスタートアップ企業を中心とした中小企業が参加しやすい環境にあるといえるだろう。

一方、高価値製造業カタパルトでは状況は異なる。中小企業は長期的な課題よりも直

¹⁰¹ 唯一の例外として、未来都市カタパルトのトップであるピーター・マデン (Peter Madden) 氏は非政府系のシンクタンク出身者である。

近の問題解決を望む傾向にあるため、高価値製造業分野で中小企業が参加するプロジェクトの多くは、短期間で、コストおよび規模の小さいものに限られる。高価値製造業カタパルトでは、そうした支援を促すべく中小企業との協働を見込んだ小規模なプロジェクトを準備している。同カタパルトのプロジェクトでは、中小企業も参加する共同研究開発資金の合計額は着実に増加している（図表 4-4）。

図表 4-4 中小企業が参加する共同研究開発資金の合計額（単位：100 万ポンド）



出典：高価値製造業カタパルト 2014 年度年次報告書（p.11）

このように、産業界主導の研究開発推進の場として、カタパルトでは大企業のみならず中小企業の参加が積極的に呼び掛けられている。概して中小企業にとってカタパルトへの参加は、英国の大学や大企業が持つ世界トップレベルの技術および専門知識にアクセスできる機会を得ることになる。これは、それほど活発でないといわれている英国の民間セクターの研究開発活動を推進する一つの契機になりうる可能性がある。

4.3.4 地方の研究開発力の強化

カタパルト・プログラムの狙いの一つは、地方の研究開発力の強化である。同プログラムでは、英国が強みを持つ重要な技術分野を選定し既存インフラを活用して拠点が形成されている。その拠点の選定に当たっては、既に述べたようにロンドンおよびその周辺に投資を集中させずに地方にも分散するかたちで行われており、最終的には地方の経済・産業力の強化に結びつくことが期待されている。プログラムが成功するためには地方政府の意欲と協力が不可欠であり、地方政府などによる政治的なロビーイングも注目される。

先述の図表 4-3 にあるとおり、ロンドンに拠点があるのは、デジタル、未来都市、細胞遺伝子治療の 3 分野のみで、中部から南部にかけて、医療技術、精密医療、エネルギー・

システム、輸送システム、衛星応用、高価値製造業（一部）の 6 分野が点在している。また、北部には洋上再生可能エネルギーと高価値製造業（残りの研究センター）の 2 分野の拠点が置かれている。

例えば、衛星応用カタパルトの拠点となっているハーウェル（ロンドンから西に約 110 キロ）には、かつては原子力の研究では有名な原子力研究所（Atomic Energy Research Establishment）等があり、英国の原子力研究開発を支える地域であった。しかし近年は廃炉が進み、除染された敷地の一部が一般に開放され、住宅地として開発されている。こうした状況を背景に、カタパルト・プログラムの開始を受けて、ハーウェルは宇宙分野の研究開発クラスターとして生まれ変わろうとしている（図表 4-5）。衛星応用カタパルトは、ハーウェルにおける宇宙クラスター強化の一翼を担う機関として、例えば衛星による陸地や海上のデータ収集や、気候・環境のシミュレーション等を行っている。

図表 4-5 ハーウェルにおける宇宙分野のクラスター¹⁰²

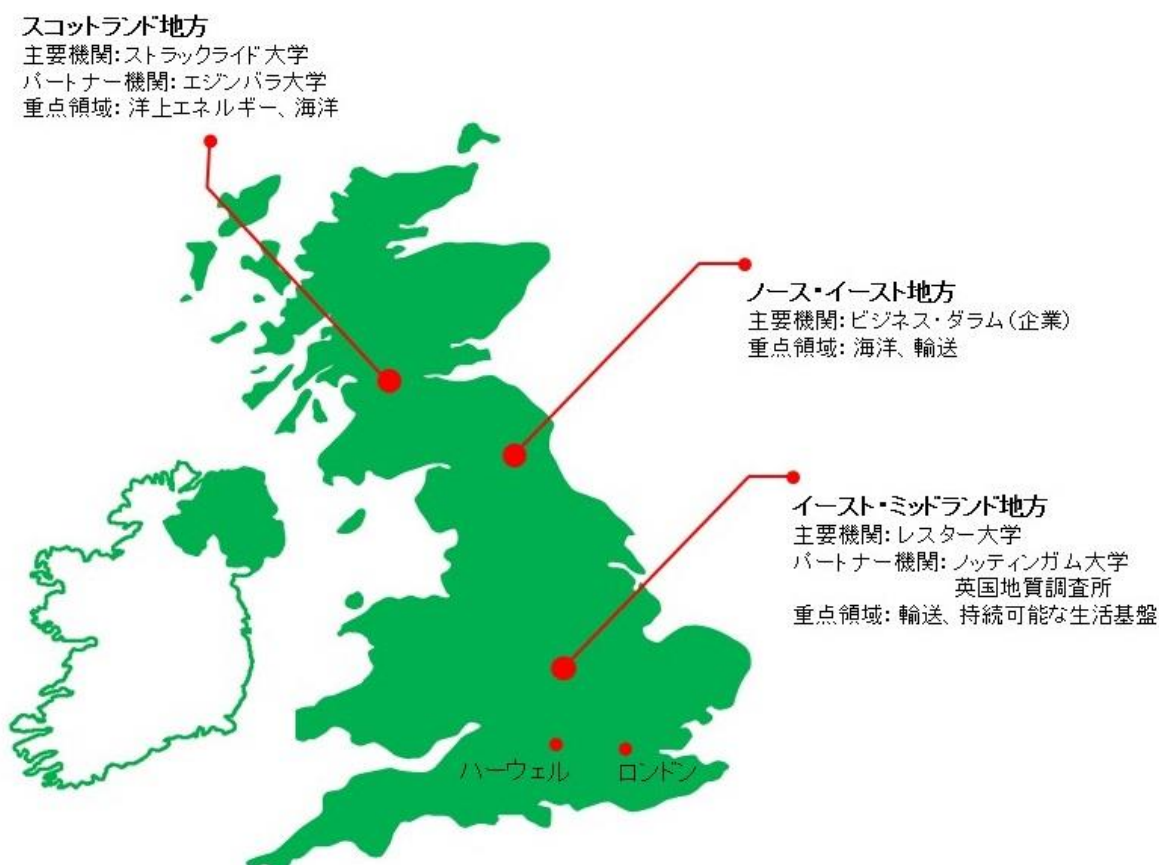


出典：各種資料をもとに筆者作成

また、衛星応用カタパルトでは、陸や海洋のデータに関連して、イングランドの中部・北部やスコットランド地方にある他の研究拠点とも連携し、いわば地方における研究開発ネットワークを構築している（図表 4-6）。このようなネットワークの形成も、地方における研究開発の強化を進める上で、重要な一要素となっていると考えられる。

¹⁰² ただし、Diamond Light Source を含む幾つかの施設は、宇宙分野に特定せず多目的に利用されている。

図表 4-6 衛星応用カタパルトと地方のネットワーク



出典: 各種資料をもとに筆者作成

4.3.5 プログラム全体の評価方法

現時点では、最初に設置された高価値製造業カタパルト・センターですら、開所からまだ4～5年しか経っていない。実際には、センターの運営およびプロジェクトの実施に1～2年ほどしか経っていないものがほとんどである。その点でカタパルト自体は非常に新しいプログラムであり、プログラム全体の評価を行うには時期尚早であろう。現在、プログラムの評価方法（KPIs）を、Innovate UK 内の関係部署で作成中といわれている。

4.4 個別事例の紹介

以下ではカタパルトの個別事例として、11分野あるカタパルト・センターの中で最も成功しているといわれている高価値製造業カタパルトを取り上げる。同カタパルトでは、先述の理想予算モデルには当てはまらず、企業との契約による収益が半分程度占めており、商業的な利益が大きい。

高価値製造業カタパルトは、運営を最初に開始したカタパルト・センターであること、また現在、同センターを通じて多くの製造業関連プロジェクトが実施されていることから、経済の成長を目指す英国政府の製造業への期待が大きいことが分かる。これは、英国の製造業が、次世代の英国経済を担う重要分野の一つとして位置づけられていることにもよる。

4.4.1 高価値製造業カタパルト

高価値製造業カタパルトは、以下の7つの製造関連の研究センターからなる。

- ①先進成形研究センター（AFRC）
- ②先進製造業研究センター（AMRC）
- ③プロセスイノベーションセンター（CPI）
- ④製造技術センター（MTC）
- ⑤国立複合材料センター（NCC）
- ⑥原子力先進製造業研究センター（Nuclear AMRC）
- ⑦ウォーリック製造業グループ（WMG）。

同カタパルトでは、個々の企業や大学だけでは投資できないような最新の研究設備を整備し、多様な製造業（医薬品・バイオテクノロジー、食物・飲料、ヘルスケア、航空機、自動車、エネルギー、化学、電子等）を幅広く支援し、研究成果の迅速な商業化を図ろうとしている。

カタパルト全体で、職員1,577名を擁し、2014年度の時点で1,259件のプロジェクトを抱えている。参画する民間企業1,514社のうち約40%が中小企業である。2014年度年次報告書によると、2011年の設立以降に高価値製造業カタパルトに投資された公的資金額の合計は1億700万ポンド（約196億8,800万円）である。

①～⑦の研究センターは、北のストラックライド（ロンドンから北に約640キロ）から南のブリストル（ロンドンから西に約170キロ）まで点在しており、ロンドンに拠点があるセンターは一つもない。これは、各研究センターが既存の恵まれた環境やポテンシャルを検討して設立され、また、産業規模のスケールの研究実験施設を包含するための十分な敷地を確保する必要があったためと考えられる。

高価値製造業カタパルトを構成する各研究センターには、CTOs（Chief Technology Officers）が配置され、研究センター間の製造技術能力を統合するべく、カタパルト内の技術の進歩を促し、センター横断型の大規模プロジェクトを推進・実施している。これら技術能力は何百にもおよぶため、27の重要技術にグループに分けられている（図表4-7）。重要技術の多くは複数の研究センターに跨って取り込まれている。

図表 4-7 27 の重要技術

付加製造	先進組立	オートメーション	生物製剤	バイオテクノロジー	特性化	複合材料	デザイン	エレクトロニクス
フレキシブルな製造方法	製剤	高温処理	製造業のためのIT	接合	機械加工	鋳造	金属成形・鋳造	計測
モデリング・シミュレーション	ポリマー	粉末冶金	電力・エネルギー	プリントエレクトロニクス	資源効率性・持続可能な製造業	表面工学	(材料の)取り付け・備え付け	視覚化

出典：高価値製造業カタパルト 2014 年度年次報告書（pp.15-19）

（１）ウォーリック製造業グループ（WMG）

ウォーリック製造業グループ（WMG）はコヴェントリー（ロンドンから北西に約 150 キロ）のウォーリック大学内にあり、同大学大学院工学研究科を中心に、医学研究科、コンピュータサイエンス研究科等が参画して 1980 年に設立された研究センターである。予算の半分以上が産業界からの出資で賄われている。同センターの主たる活動は、大学に集積する高度な技術・知識を産業界に移転することにある。カタパルト・プログラムの開始により、同センターの研究開発施設は大幅に拡充され、持続可能性を考慮したかたちでの公的投資が段階的に実施されてきた。大学内に産業規模スケールの実験施設があるため、実証面で有利な環境にあるといえる。

WMG は、軽量化技術（Lightweight Technologies）とエネルギー貯蔵・エネルギー管理（Energy Storage & Management）の拠点として有名である。前者に関しては例えば、金属、合金、ポリマー、複合材料、セラミック、ハイブリッド材料を様々な組み合わせで軽量構造を作り上げるモデリング・ソフトウェア等を用いて、頑強でかつコスト面でも手頃な軽量構造を持つ材料を新しい組み合わせから作り出し、それを利用できる製造プロセスを特定する研究などが行われている。後者については、電池用の新化学技術（battery chemistries）の開発を主として行っている。

WMG でのプロジェクトには、インド鋼鉄大手の Tata Steel、英国のジョンソン・マッセイやランドローバーなどの大手や中堅企業、米国のアルゴンヌ国立研究所などの研究機関、インペリアル・カレッジ・ロンドン、ロード大学等の英国の大学が参加し、国内外を問わず、また、産学官の様々な組織が関係している。

先述のとおり、英国の中小企業の科学技術力の強化はカタパルト・プログラムの課題の一つであり、その点について WMG では中小企業を特別に支援する取り組みを幾つか提供している。

まず、イノベーション・バウチャー（Innovation Vouchers）の取り組みがある。これは Innovate UK が実施しているプログラムで、企業が新たな知識を独自のネットワーク外に模索することができるよう、大学や公的研究機関などと中小企業による産学連携・技術移転を促進するためのバウチャー制度である。WMG のウェブサイトでは高価値製造業分野への申請案内を出しており、情報の周知を行っている。中小企業やスタートアップ企業は、最大 5,000 ポンド（約 92 万円）のバウチャーを、自身が希望する大学や公的研究機関の専門家から知識や技術移転を受けるための支払いに利用することができる。バウチャーを利用することができるのは、これまで Innovate UK からイノベーション・バウチャーを助成されたことのない中小企業およびスタートアップ企業で、当

該企業にとっての課題解決のために必要なアイデアを専門家から得ることが可能となる。このアイデアが Innovate UK が指定するテーマの一つに当てはまるという条件も重要である。Innovate UK は 3 か月ごとにテーマを特定した募集を行い、応募者の中から約 100 件が選定されることになっている。

他の取り組みとしては、インターンシップ支援事業の一環として、最大 12 名の大学院生に対し夏期休暇を利用して中小企業で短期（6～8 週間）の研究活動を行うことを支援するプログラムがある。その際の研究テーマは、軽量化技術およびエネルギー貯蔵・エネルギー管理の 2 領域に限られている。同取り組みは、大学院生の就職斡旋としてだけでなく、中小企業における研究開発の推進にもつながる。

WMG の職員は約 350 名で、うち半分程度が研究者を含むアカデミア関係者である。

（２）製造技術センター（MTC）

アンスティ（ロンドンから北西に約 160 キロ）にある製造技術センター（MTC）では、産業規模に応じた新技術の開発や実証を行うべく、質の高い環境を整備し、低いリスクで企業が革新的な新技術やプロセスを開発できる機会を提供している。MTC では、組立（知的オートメーションや先進組立等）、コンポーネント（ネットシェイプ¹⁰³、付加製造技術¹⁰⁴や非従来型の機械加工等）、およびデータ（計測、非破壊的検査（NDT）、製造業インフォマティクス等）の 3 つの領域を中心に研究開発を行っている。職員は 40 名ほどである。

MTC では、参画する企業（70 社強）が協働でプロジェクトを行っている。例えば、2014 年に行われたプロジェクト「内蔵センサー・フィージビリティ・スタディ（The Embedded Sensing Feasibility Study）」では、参加企業が、製造プロセスの最適化・制御、時間短縮、および起こり得る誤作動の防止を実現できるよう、製造プロセスの様々な要素をリアルタイムで制御・自動応答するハイテクで高性能な装置（smart fixture）を開発することを目指していた。同プロジェクトでは、中小企業の参加を考慮して 2 段階に分けられ、第 1 段階では、センサー技術に十分精通していないエンジニアが使用すべき正しいセンサーを選定・決定できるようサポートし、第 2 段階に入ると、様々なアプリケーションや環境を考慮したセンサー設置の実証が行われた。

¹⁰³ ネットシェイプとは、工程過程において加工に必要な素材重量を製品重量に極限まで近づけ、材料を有効活用する加工技術。

¹⁰⁴ 付加製造技術（additive manufacturing）とは、塑像のように材料を付加しながら製造していく造形方法、あるいはそれによる加工のことを指し、金属や樹脂等を用いた 3D プリンティング技術を意味する。

4.5 プログラムの成果

4.5.1 ハウザー博士によるフォローアップ・レビュー

カタパルト・プログラムを開始するきっかけとなったインディペンデント・レビュー「The Current and Future Role of Technology & Innovation Centres in the UK」を2010年に公表したハーマン・ハウザー博士は、2014年11月にこのプログラムに関するフォローアップ・レビューを公表している。同レビューでは、カタパルトの各拠点を実際に視察した結果に基づき、今後対処すべき課題として、中小企業のより活発な関与、大学のより活発な関与、新しいカタパルトの選定方法の改善、追加的なファンディングの検討の4点を提示した。そして、これら課題の克服に向けて9つの提言を行っている。

- ①効果的なパフォーマンス等を見据え、既存のカタパルトに対する長期投資を維持
- ②現行の1/3予算モデルを維持
- ③年間1～2のカタパルトを新設してネットワークを拡張し、2030年までに約30の拠点形成と年間4億ポンド（約736億円）の公的資金を拠出
- ④2020年までに Innovate UK の予算を年間10億ポンド（約1,840億円）に倍増
- ⑤中小企業の関与と成長を強化・推進
- ⑥国内外の大学とより強固で一貫性のある連携モデルを構築
- ⑦より洗練されたプログラムの評価方法の作成
- ⑧カタパルトの中立的な立場を活用して、イノベーションおよび実用化のための様々な障壁を特定し、情報の提供および問題を解決
- ⑨カタパルト・プログラムを産業界のイニシアティブによる産学官連携の標準モデルに。

これら提言は政府の方針（後述）にも反映され、カタパルト・ネットワークの拡充が推進されることになる。

4.5.2 知財権の扱い・経済上のインパクト

カタパルト・プログラムにおいて論文の生産性は重要な評価指標ではない。論文に関しては上記提言の中にも言及がないように、現在作成中のプログラムの評価方法にも含まれない可能性が高いといわれている。また、カタパルトは新しい取り組みであるため、現時点での全体の特許数等を数値で示すことは難しく、同プログラムで最も重視されている経済上のインパクトについても具体的な成果を明記することができない。

そこで以下では、今後増えてくると想定されるカタパルト・プログラムにおける知財権を扱う仕組みを取り上げるとともに、カタパルトの運営が軌道に乗っているか否かの一つの指標となり得る経済上の収益について記述する。また最後に、カタパルト・プログラムを通じてどのような経済上のインパクトのあり方が現在想定されているかについても言及する。

（１）知財権の扱い

知財権については、プロジェクトの財源によって扱いが異なる。Innovate UK によると、主として以下の３つの場合に分けられる。

- ①カタパルト自体が拠出したインフラ関連のプロジェクトの場合：知財権はカタパルト・センターに属する。
- ②企業との契約による場合：知財権は企業に属する。
- ③競争的資金を通じたプロジェクトの場合：プロジェクトを開始する前の段階でプロジェクトへの参画全員で知財権の所属について事前に合意することが求められる。

（２）経済上のインパクト

現時点で、カタパルト・プログラム全体の経済上のインパクトは公表されていないため、カタパルトごとに個別に見ていく必要がある。例えば、高価値製造業カタパルトの 2014 年度年次報告書によると、2011 年の設立時から現在に至るまでの同カタパルトの英国経済上のインパクトは 16 億ポンド（約 2,944 億円）に上るとされている。将来的には、2020 年までに 61 億ポンド（約 1 兆 1,224 億円）になることが見込まれている。

一方、細胞遺伝子治療カタパルトの 2014 年度年次報告書によれば、同カタパルトの経済上のインパクトはそれほど大きくなく、2014 年度が 83 万ポンド（約 1 億 5,272 万円）、2015 年度は 315 万ポンド（約 5 億 7,960 万円）となっている。

各カタパルト・センターの経済上のインパクトが英国の経済成長にどのようなかたちで資するかについては、まだ明確ではない。

（３）今後想定され得る経済上のインパクト

宇宙分野で見ると、2013 年には 1,500 億ポンド（約 27 兆 6,000 億円）規模であった世界の宇宙市場規模は、2030 年には 4,000 億ポンド（約 73 兆 6,000 億円）規模にまで拡大するといわれている。そのようななか、英国宇宙庁が定めた目標は、2030 年までに世界の宇宙市場の 10%、年間 400 億ポンド（約 7 兆 3,600 億円）を英国が獲得し、10 万人の新規雇用を創出しようとするものである。英国宇宙庁から発表された宇宙成長行動計画では、目標を達成するには、宇宙技術やサービスの輸出規模を現在の 20 億ポンド（約 3,680 億円）から 250 億ポンド（約 4 兆 6,000 億円）にまで拡大することが必要で、その際アプリケーション開発などを行う衛星応用カタパルトの果たす役割は大きいと指摘している。英国宇宙産業の成長に資するという点で、衛星応用カタパルトに対する期待は高い。

4.6 今後の方向性

4.6.1 英国政府の方針

英国政府は、2015年11月25日のスペンディング・レビュー2015（2016～2020年度の5年間を対象とした政府全体の予算計画）の発表に際し、オズボーン財務相が引き続きカタパルト・プログラム拡充のための政府支援を行い、拠点の新設に向けて予算を増額する旨を明らかにした。政府全体で予算削減が目指される状況下でのこのようなカタパルト予算の拡大決定は、英国政府としてもプログラムの成功に注力していることが分かる。

4.6.2 課題と考察

カタパルト・プログラム自体は非常に新しい取り組みであり、プログラム全体の評価を行うことはまだ時期的に早い。現時点で同プログラムの最大の課題と考えられるのは、産業界のイニシアティブがどの程度学術界を巻き込んでうまく進んでいくことができるかという点であろう。大学や研究機関等での優れた研究のシーズが社会のニーズと結びついて実用化されるために、出口に近い段階の研究開発において産業界が果たす役割は重要である。

英国は先進国の中では、研究開発投資や研究者数の規模は小さく、科学技術へのインプットはそれほど大きくない。にもかかわらず、引用率トップ1%論文の世界シェア等を見ると、質の高い科学研究へのアウトプットが行われていると見受けられる。他方で、特許の出願・登録やハイテク産業の輸出額の動向を見ると、他の先進国と比べればその産業技術力は弱いといわざるをえない。

そのような状況のなか、強い科学の研究成果を商業化・実用化につなげるためのイノベーション政策に注力することは、英国政府にとって重要課題の一つである。カタパルト・プログラムの取り組みはその課題解決のための一翼を担っているといえる。

4.7 日本への示唆

最後に、本章で述べてきたカタパルト・プログラムが日本にとってどのような示唆を持ちうるのかについて述べる。

4.7.1 選択と集中

英国の官民合わせた研究開発投資額は少なく日本の 5 分の 1 程度しかなく、対 GDP 比で 1.8%程度の低空飛行を続けている。このように研究開発予算が限られているなか、英国が世界トップレベルの研究開発を維持するために何をしているのか、とりわけ、公的資金を将来への投資としてどう使おうとしているのか等について知ることは、決して潤沢とはいえない日本の公的な研究開発投資の現状を考える際に何かしらのヒントを与えてくれるはずである。

カタパルト・プログラムは、限られた研究開発予算を効果的に活用する点について幾つか視座を提供してくれる。カタパルトでは、基本的にポテンシャルのある既存の研究インフラを活用し、設備の増設や規模の拡充に公的資金が投入されている。これは、限られたリソースの有効活用という点から重要であると同時に、英国の研究開発体制の特徴ともいえる選択と集中による投資という点でも注視すべきである。

また、カタパルト・センターの予算において、Innovate UK から配分される公資金は研究開発に直接利用できない運営費交付金である。そこで、研究開発を実施しなければ自分達で資金を調達してこなければならないというインセンティブが必然的に働くことになる。こうして、企業からの委託研究や外部の競争的資金の獲得が恒常的に行われるようになれば、仮にカタパルト・プログラムが終了したり、あるいは、カタパルト・センターのラベルを外されたりしても、研究開発拠点として存続することが可能である。

4.7.2 人材の多様性の確保

プログラムを成功裡に導くには、人材によるところが大きい。カタパルト・プログラムでも、優れた人材を適材適所に配置することに細心の注意が払われている。特に、産学連携を推進させるため、幹部の構成に多様性を持たせていると指摘する意見がある。

例えば、Innovate UK の理事会の構成を見ると、議長を含め、産業界出身者、大学出身者が含まれており、あらゆるコミュニティからの参加が意図されている。

拠点の例で言えば、例えば Nuclear AMRC のプロジェクト・マネージャー（PM）の経歴を見ると、シェフィールド大学と自動車会社の両方で研究開発技術者としての経験を積んだ後、高価値製造業カタパルトに採用されている。大学にも産業界にも精通していることは、プロジェクトの円滑な運営にとって重要な要素である。

我が国においても、プログラムやプロジェクトを運営・監督する人材の多様性を重視することは有益であると同時に、プログラム全体を管理する側（理事会等）の人材のフレキシビリティも確保していくことが重要であろう。

ウェブサイト

■BIS

<https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-business-innovation-skills>

■Innovate UK

<https://www.gov.uk/government/organisations/innovate-uk>

■Catapult Programmes

<https://www.catapult.org.uk/>

参考資料

■「The Current and Future Role of Technology & Innovation Centres in the UK」

ハーマン・ハウザー博士によるインディペンデント・レビュー（2010年3月）

<https://www.catapult.org.uk/documents/10582/221284/pdf/328e5fa1-b16b-4e16-ae64-40119918e4d3>

■「Ingenious Britain: Making the UK the leading high tech exporter in Europe」

ジェームズ・ダイソン氏によるレビュー（2010年3月）

<https://www.catapult.org.uk/documents/10582/221266/pdf/bbc9d2d4-0d42-4958-a675-4ce6b79a9dc3>

■高価値製造業カタパルト 2014 年度年次報告書

<https://hvm.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2015/08/HVM-Catapult-Annual-Review-2014-15.pdf>

■衛星応用カタパルト 2015～2020 年の実現計画

<https://sa.catapult.org.uk/documents/10625/53676/Delivery+Plan+-+Public+version+March+2015.pdf/e07ee971-a0f2-42be-989b-f6882c304144>

■「Catapult Infographic: What is a Catapult and how Catapult Centres can help you and your next big idea」

カタパルト・プログラムのインフォグラフィック（2014年）

■「Review of the Catapult network: Recommendations on the future shape, scope and ambition of the programme」

ハーマン・ハウザー博士によるフォローアップ・レビュー（2014年11月）

<https://www.catapult.org.uk/documents/10582/221111/pdf/ec91f550-6ef9-477f-b953-f72a362041a3>

■「EU Catapult Report 2015」（2015年2月）

<https://www.catapult.org.uk/documents/10582/221044/pdf/76aefaff-1a50-4ddd-be7a-780b2f0ba506>

■細胞遺伝子治療カタパルト年次報告書（2015年3月）

<https://ct.catapult.org.uk/annual-review>

第五章 フランスのカルノー機関（Institut Carnot）

本章では、フランスの事例として「カルノー機関」について述べる。

5.1 背景と経緯

フランスでは基礎研究の成果を十分に活用できていないとの科学技術上の課題が存在している。

第二次大戦後に整備された国立科学研究センター（CNRS）等の公的研究機関を中心とした研究システムでは、基礎研究に重きをおいた運営が進められてきた。1990年代に産業技術開発を行う CEA-TEC を設立した原子力・代替エネルギー庁（CEA）のような一部の例外を除き、公的研究機関と民間との連携は活発であったとはいえない。また、フランスにおいては相対的に企業による研究開発が活発ではなく、基礎研究の成果を十分に活用できないという状況も存在している。

直近のデータで見ると、フランスは論文生産において欧州 3 位（世界 6 位）の位置にあるものの¹⁰⁵、EU 加盟国の研究・イノベーション能力を評価するイノベーション・ユニオン・スコアボードでは 10 位と評価されている¹⁰⁶。OECD のデータ¹⁰⁷によると官と民の研究開発投資の割合は概ね 1 : 1.5 で、ドイツの 1 : 2.3、米国の 1 : 1.9 に比べ、企業による研究開発は活発ではない。

このような状況は、長年続いた傾向を反映したものである。それを打破するための方策の一つとして、カルノー機関プログラムは導入された。

フランス政府は、2005 年に研究・イノベーション政策の方向性を示した政策文書である「研究協約¹⁰⁸」を公表し、その中でカルノー機関プログラムを含む施策の導入を提案している。研究協約は 6 つの柱からなっているが、5 番目の柱として、「イノベーションの原動力を強化し、公的研究と企業の研究との結びつきを強める」というものが掲げられた。そこでは、企業による研究を活発化する必要性を指摘するとともに、若くて革新的な企業の成長を支援すること、中小企業による研究を強化すること、公的研究と企業における研究とのインターフェイスを開発すること、（研究分野における）フランスの魅力を高めること、が提言された。このような文脈の中で、公的研究機関の研究室に認証を与えることで、企業（特に中小企業）との共同研究を促進する、カルノー機関プログラムについて言及された。

研究協約における提言を受け、フランス政府はカルノー機関に関するプログラムの設置を決定し、公募を経て 2006 年 4 月からプログラムを実施している。

¹⁰⁵ 阪彩香ほか（2015）科学研究のベンチマーキング 2015，科学技術・学術政策研究所

¹⁰⁶ European Commission (2015) Innovation Union Scoreboard 2015

¹⁰⁷ OECD Main Science and Technology Indicators

¹⁰⁸ MESR（高等教育研究省）（2005）Le pacte pour la Recherche

5.2 プログラムの概要

5.2.1 カルノー機関とは

カルノー機関とは、企業との共同研究を積極的に推進する研究機関等に与えられる認証である「カルノーラベル」を得た研究機関であり、従来、基礎研究を中心とする活動に取り組んできた公的研究機関（大学等を含む）に一定条件のもと追加的な資金配分を行い、企業との共同研究を促進しようとするものである。

カルノー機関という名称は、「カルノーの定理（熱機関の最大効率に関する定理）」で有名な Nicolas Léonard Sadi Carnot（1796-1832）にちなんだものである。蒸気エンジンの改良に取り組んだ彼は、研究の過程でカルノーの定理にたどり着いた。この定理は今日でも自動車のエンジン、冷蔵庫、ヒートポンプなどさまざまな場面で応用されている。

5.2.2 目的

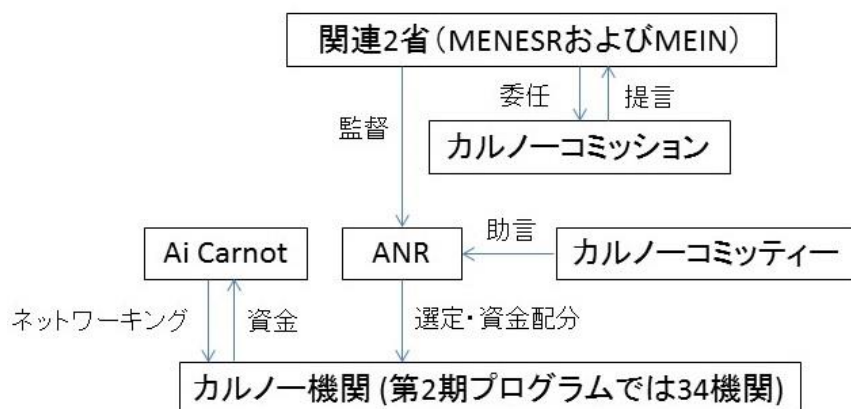
カルノー機関設置の目的は、技術移転を促進し、公的機関と企業との連携を促進し、イノベーションを起こすことである¹⁰⁹。そのために、企業をはじめとした社会・経済界との連携を行う能力をもった研究機関を特定し、そのような研究機関に対し、成績に応じて追加的な資金配分を行う。配分された資金は、それぞれの機関の科学的・技術的なスキルを拡充することや、企業とのパートナーシップ強化のための専門的なスキルを磨くことに活用されることが想定されている。

5.2.3 関連機関

カルノー機関に係る機関は、大きく意思決定機関、資金配分機関、連携促進機関に分けられる。また、プログラムの受け手としての研究機関・大学等が、研究推進機関として存在する。ステークホルダーの全体を示すため、ここでは研究推進機関も含めて説明する。

カルノー機関に関連する機関の全体像を模式的に表したものが、以下の図である。

図表 5-1 カルノー機関プログラムの関連機関



出典：各種資料をもとに筆者作成

¹⁰⁹ Programme Carnot Appel a Candidatures Carnot Édition 2011（公募書類）

(1) 意思決定機関

カルノー機関プログラムの基本的な方針を決定するのは、国民教育・高等教育・研究省（MENESR）と経済・産業・デジタル省（MEIN）である。両省が招集する時限的な有識者会議であるカルノーコミッション（Commission Carnot）が、プログラム運営について助言を行う。最新のカルノーコミッションは8名から成り、委員長のベリンガル（Jean-Luc Bélingard、バイオメリュー社代表取締役）氏以下、フランスの技術アカデミー・企業・公的機関の出身者が名を連ねる。カルノー機関プログラムの総責任者は、国民教育・高等教育・研究大臣付高等教育・研究担当大臣（閣外大臣）が担っている。

(2) 選定・資金配分機関

カルノー機関の選定は、MENESR 傘下の資金配分機関である国立研究機構（ANR）が行う。時限的に設置されたカルノーコミッティー（Comité Carnot）の助言を受けつつ、対象機関の選定を行う。第2期カルノープログラムの選考時に組織されたカルノーコミッティーは23名から成り、委員長のコレット（Christian Collette、アルケマ社研究開発部長）氏以下、主にフランス国内の企業・公的機関の代表者が名を連ねた。ドイツのフラウンホーファーからも1名が委員として参加していた。

カルノー機関プログラムにおける資金配分も、ANR が担当する。ANR が配分する資金は2種類ある。まず、カルノー機関の運営にかかる定常的な資金である。2007年以降、毎年一定額の予算のもと、次節で述べる計算式に従って配分される。次に、首相直下に置かれた組織である投資総合委員会（CGI）が運営する「将来への投資」施策のうち、カルノー機関に関するものの資金配分も担当する。「将来への投資」施策からの資金は、主に中小企業の支援を目的とした活動に対して配分される。

(3) 連携促進機関

カルノー機関プログラムの運営に当たり、関連機関間の連携促進、カルノー機関の活動の質の向上を目的として、Ai Carnot という組織が設置されている。カルノー機関プログラムの特徴の一つとして、カルノー機関に採択された機関同士の連携を推進する仕組みが挙げられるが、その仕組みで中核的な役割を果たすのが Ai Carnot である。

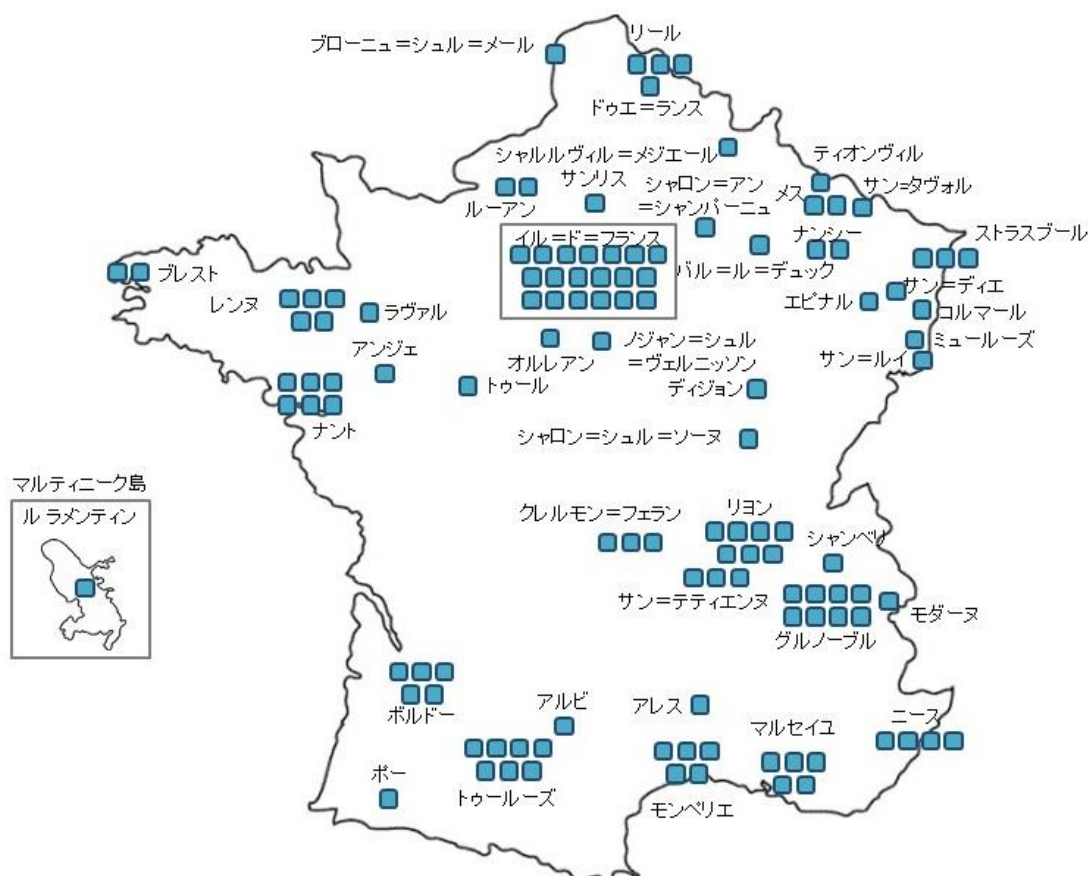
Ai Carnot とは、プログラムが開始された2006年に設立された非営利組織である。その運営方針は、個別のカルノー機関の代表者15名から構成される運営会議により決定される。また、6名のフルタイムの人員を擁し、事務局機能を担っている。年間の予算額は120万ユーロであり、ANRにより各カルノー機関に配分された金額のうち2%の拠出を受けることで賄われている。各機関が配分を受けた資金を個別に拠出する形にすることで、それぞれに Ai Carnot を活用しようとするインセンティブを与える仕組みになっている。

(4) 研究推進機関

プログラムの受け手となって企業との共同研究を推進するカルノー機関は、公的研究機関、大学、グランゼコール¹¹⁰である。第2期プログラムでは34機関が選定されており、その多くが複数機関から成るコンソーシアムである¹¹¹。

カルノー機関の地理的な配置は、以下のようになっている。パリを中心としたイル＝ド＝フランス地域圏およびリヨン・グルノーブルを擁する東方のローヌ＝アルプ地域圏に最も多くのカルノー機関が集中している。その他、南部のミディ＝ピレネー地域圏や北部のアルザス地域圏、西部のロワール地域圏にも多くのカルノー機関があり、一定の偏りはあるものの、全国的に拠点が存在している。この状況を示したのが以下の図である。なお、カルノー機関によっては複数の拠点をもつものがあるため、地図中の印の数は34よりも多いものになっている。

図表 5-2 カルノー機関の配置



出典：MENESR ウェブサイトをもとに筆者作成

¹¹⁰ フランス独自の高度専門職業人養成機関であり、200校ほどある。ENA、エコールポリテクニク、エコールデミンなどの歴史のある学校は名門とされている。

¹¹¹ Ai Carnot ウェブサイト参照

5.2.4 選定基準

カルノー機関としての資金配分を受ける機関は、公募を経て ANR により選定される。これまで 3 回の公募が行われた（第 1 期プログラムで 2 回、第 2 期プログラムで 1 回）が、ここでは第 2 期プログラムでの選定について述べる。

第 2 期プログラムは、2011 年 2 月を締め切りとして ANR より公募が行われ、選定基準は以下のようなものであった¹¹²。組織の運営体制・戦略といった内的要因に加え、知名度や連携活動の経験等の実績を勘案した選定基準になっている。企業との共同研究能力のみならず、学術的な面での能力も重視されている。

- ① 研究領域内での候補機関の知名度、地域の研究方針との整合性等
- ② 社会的課題への貢献策、共同研究の推進方策等の戦略
- ③ ガバナンス・組織
- ④ 活動の質向上の仕組み、具体的には ISO 等の資格の取得、人材育成方策等
- ⑤ 知財管理・活用戦略等の知財政策
- ⑥ 中小企業との連携実績を含む社会・経済的なパートナーシップ
- ⑦ 科学・技術力
- ⑧ 国際連携の実績、国際パートナーシップの質等
- ⑨ 活動の目的とカルノー憲章との整合性等

なお、本稿執筆時点で、既に 2016 年度以降の第 3 期の公募が開始されており、その方針についてもある程度観察できる状況にあるが、それは「今後の方向性」の部分で記述する。

5.2.5 選定機関数

本稿執筆時点のカルノー機関プログラムは、5 年ごとにカルノー機関としての適格性を判断し、適格と認められればラベルの更新が行われる仕組みになっている。なお、当初は実験的な取り組みから開始されたため、第 1 期に採用された機関の認定期間は 5 年ではない場合がある。

2006 年 4 月に、公募を経て 20 の機関がカルノー機関として認定された。2007 年には 13 の機関が追加的にカルノーラベルを取得し、第 1 期の機関である 33 機関が揃った。

2011 年 4 月には第 2 期のカルノー機関プログラムが開始され、34 機関がカルノー機関として認定された。なお、その過程では、8 の機関が再認定を逃している。

5.2.6 資金配分

カルノー機関への配分資金の出所は 4 種類ある。まず、ANR のカルノー機関プログラムである。このプログラムからの資金配分こそがカルノー機関の特徴であり、後に詳述したい。次に、大規模な国債発行により資金調達を行った「将来への投資」施策のうち、カルノー機関を対象としたものである。中小企業支援、国際連携というテーマにおいて、これまで複数回の公募が行われた。さらに、基盤的経費であり、これは母体機関に対する機関助成のうち、カルノー機関に参加する研究室に配分されるものである。最後に、カルノープログラム以外の競争的資金（ANR のプログラム、欧州の Horizon 2020

¹¹² ANR (2011) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2011（公募書類）

等)である。法人格をもたないカルノー機関はこれらの競争的資金の応募主体とはなり得ないため、これらについても母体機関の名前により獲得されることになる。

この状況を模式的に示したものが下図である。

図表 5-3 カルノー機関への資金配分の模式図



出典：各種資料をもとに筆者作成

5.2.7 対象とする技術領域

カルノー機関プログラムが対象とする技術領域については、公募上の制限はなく、どのような技術領域に属する研究機関も応募可能になっている。しかし、選定された機関の技術領域には、一定の偏りがある。Ai Carnot のウェブサイトによると、環境・エネルギー分野のボリュームが大きく、次いで ICT、化学・材料、未来の工場（製造）といった分野が続く。さらに、自動車、建築、航空・宇宙、健康、バイオ製品といった分野に取り組む機関もある。企業のニーズに基づいた共同研究を促進するという意図から、カルノー機関が活動可能な技術領域は、明確な市場が存在する領域に限られる。

5.3 「橋渡し」へのインセンティブ

個々のカルノー機関が民間企業と共同研究に関する直接契約を結び、その契約額に基づいて、ANR がカルノー機関プログラムからの個々のカルノー機関に資金配分を行うことになるが、この資金配分こそが橋渡しの活動に取り組むインセンティブになるとともに、カルノー機関の重要な特徴の一つである。

5.3.1 配分額の決定

ANR は、カルノー機関プログラムの資金として、年間予算額 6,000 万ユーロを用意しており、その額は 2007 年から変わっていない。この 6,000 万ユーロという資金を、以下の計算式にしたがって各カルノー機関に配分する¹¹³。

あるカルノー機関への配分額

= 前年の企業等の共同研究にかかる直接契約額の 20%

+ 相手が中小企業である場合の追加配分額（直接契約額の 10%）

+ カルノー機関としての活動から生じた知財権の評価額の 20%（1 権利ごと年間最大 12 万ユーロ）

ここで直接契約額とは、公的な競争的資金に頼らず行われる共同研究に対し企業が支出する額を意味する。公的な競争的資金を通じて資金調達した場合には、直接契約には含まれない。

カルノー機関全体に配分される金額には上限（6,000 万ユーロ）が存在するため、各年度で、カルノー機関の活動成績を元に上記計算式に従って積み上げていった結果、上限額を超えてしまう場合がありうる（実際、近年はそのような状況にある）。そのような場合は、6,000 万ユーロを比例配分する方法がとられる。

Carnot 3.0 コミッションが公表した報告書（Carnot 3.0 報告書）¹¹⁴によると、2013 年度のカルノー機関への配分額は、前年度の企業との直接契約額の約 13% に過ぎなかった。プログラム開始当初は、企業との直接契約額の 30%（中小企業との直接契約に関しては 50%）が翌年に配分されていたが、2010 年以降上記計算式のパーセンテージとなっており、それでも上限に達してしまう状況が続いている。

これに加え、「将来への投資」施策による 3 の公募プログラムにより、これまで ANR を通じて資金配分がされてきた。ただし、こちらの規模は定常的な予算に比べると小規模である。まず、2011 年には 2 種類の公募が行われ、4 のプロジェクトが採択され、5 年間で計数 3,100 万ユーロの配分が行われた¹¹⁵。その内訳は、国際的な活動に取り組む 1 プロジェクトと中小企業の支援に取り組む 3 プロジェクトであった。また、2014 年には再度公募が行われ、中小企業の支援に取り組む複数のプロジェクトに最大で計 1 億

¹¹³ ANR (2011) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2011（公募書類）

¹¹⁴ Commission Carnot 3.0 (2015) Commission Carnot 3.0 Rapport final

¹¹⁵ ANR (2011) Investissement d'Avenir Action "Valorisation – Institut Carnot" Édition 2011（公募書類）

2,000 万ユーロが配分される¹¹⁶。

5.3.2 資金の使途

カルノー機関プログラムにより配分された資金は、カルノー機関としての活動に用いなければならない。具体的には、以下のような使途に用いることができる¹¹⁷。

まず、企業等との連携促進に必要な活動である。たとえば、企業等との共同研究室の設置、技術の成熟プロジェクト、マーケティング活動、などが含まれる。次に、自身のキャパシティを広げる活動である。たとえば、基礎的な研究プロジェクト、他の研究機関との共同研究室の設置、外部の研究者・学生の受け入れ、などが含まれる。さらに、専門化（提供するサービスの質を高めること）のための活動である。たとえば、共同研究のマネジメント手法の改善、法的支援体制の拡充、納期管理体制の改善、などが含まれる。最後に、カルノー機関ネットワークへの貢献活動である。たとえば、Ai Carnot に対する出資、カルノー機関間での連携活動、などが含まれる。

ただし、企業との共同研究に必要な費用のうち企業が支出すべき部分（またはその一部分）を肩代わりすること、公的資金により支援することができない活動（独占禁止法に抵触する活動等）の支援に用いること、不動産に対する投資に用いること、は禁止されている。

¹¹⁶ ANR (2014) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2014（公募書類）

¹¹⁷ ANR (2011) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2011（公募書類）

5.4 マネジメント

5.4.1 Ai Carnot の活動

カルノー機関のマネジメントにおいて、Ai Carnot の果たす役割は重要で、Ai Carnot が定めた方針に従い、選定された個々のカルノー機関が一体的な活動を展開している。

Ai Carnot の活動は、大きく 3 の類型に分けられる。まず、個別のカルノー機関の活動ガイドラインとして、後述するカルノー憲章と知財・技術移転憲章を規定している。

次に、個別のカルノー機関同士で、それぞれのノウハウ等を共有する機会を提供している。たとえば 2 日程度の合宿形式のセミナーを開催し、中小企業との連携方法、企業との契約手続きなど、プロジェクトを円滑に進めるためのベストプラクティスを互いに共有するといったことに取り組んでいる。

さらに、カルノー機関と企業をつなぐイベントの開催にも取り組んでおり、ランデヴ・カルノー（Rendez-vous Carnot）と呼ばれるイベントを毎年開催している。このイベントでは、企業等の参加者を相手に個別のカルノー機関が自身の技術を展示するとともに、個別のカルノー機関と企業とのビジネスミーティングが多くもたれる。また、カルノー機関の取り組みを紹介し、今後の方向性について検討するセミナーが併催される。

5.4.2 カルノー憲章と知財・技術移転憲章

カルノー憲章は、カルノー機関として守るべき活動の指針を示すとともに、カルノー機関の活動の質向上やカルノー機関同士の情報共有のためのガイドラインを示している。たとえば、活動の質の維持を図るためにプロジェクトコストの計算の改善や法的支援へのアクセス確保等を求めている。また、他のカルノー機関との相乗効果を意識した研究戦略の立案や、他のカルノー機関へのノウハウやスキルの移転を求めている。さらに、カルノー機関内に設置される委員会へ一般社会や経済界出身者を参加させることなども求めている¹¹⁸。

知財・技術移転憲章では、カルノー機関と企業の間での共同研究から発生した知財権管理の基本的な方針などを示している。たとえば、原則として、各自の研究成果としての知財権（バックグラウンドの知財権）は各自が保有し、共同研究の成果としての知財権は、パートナー間で共有することになっている。ただし、共同研究を目的とする限り、パートナーに対しバックグラウンドの知財権の無償実施を許可すべきとの方向性も示されている¹¹⁹。

5.4.3 個別のカルノー機関でのマネジメント

現在 34 の機関がカルノー機関として認定されているが、その実情は多様である。200 名程度の小規模な機関から、1,500 名程度を擁する大規模な機関もある。共同研究の規模も多様で、年間予算 290 万ユーロ程度の機関から、1 億 5,000 万ユーロに達する機関まである。Ai Carnot が 2015 年 6 月に公表したデータ¹²⁰によると、共同研究（公的な

¹¹⁸ Ai Carnot, Charte des Instituts Carnot

¹¹⁹ Ai Carnot, Charte des bonnes pratiques de Propriété Intellectuelle, et de Transfert de Connaissances et de Technologies des Instituts Carnot

¹²⁰ Ai Carnot (2015) Les Instituts Carnot, La Recherche pour les Entreprises を参照。なお、このデータにおいては、カルノー機関である CEA LIST のデータのみ欠落していた。

競争的資金を獲得したものも含む)の規模の平均値は 2,390 万ユーロ、中央値は 1,300 万ユーロであるため、全体としては共同研究の規模が小さな機関の割合が高い。

カルノー機関は、単独の研究機関から成る機関と、複数の機関のコンソーシアムから成る機関の 2 つの類型に分けることができる。全体としては、大部分が後者であり、一部、CEA、CNRS 等の国立研究機関を母体とした、単独機関から成るカルノー機関が存在する。コンソーシアムから成るカルノー機関は、CNRS 等の国立研究機関の個別の研究室である純粋研究室 (UPR) や、国立研究機関と大学との合同の研究室である混成研究室 (UMR)、グランゼコール、大学等の連合体である。また、地域ごとのグランゼコールのコンソーシアムがカルノー機関の一部を形成するなど、コンソーシアムがコンソーシアムのメンバーとなっている場合もある。

そのため、個別のカルノー機関のマネジメントについては、このような複雑な構成をもつ機関をいかに機能させるか、といった視点も重要になる。

5.4.4 企業との共同研究の形態

カルノー機関と企業との共同研究の形態には、大きく 2 つの形態がある。

まず、公的な競争的資金を用いず企業とカルノー機関の資金により共同研究を推進する「直接契約」という形態である。この形態での連携のみが、上述したカルノー機関としての定常的な配分額の計算に用いられる。すなわち、直接契約の多寡により次年度のカルノー機関としての予算が決まる。

この形態での連携には、双方にとって以下のようなメリットがある。まず、研究開始までの道のりが容易であるということである。競争的資金に応募する必要がないため、カルノー機関と企業との間で合意が成立すれば、すぐに共同研究を開始することができる。次に、連携の方法を自由に選択できるというメリットもある。単一の技術課題を解決するサービスをカルノー機関が企業に提供するような数ヶ月単位の連携から、数年単位の共同研究、共同研究室の設置など、多様な連携方法が実際に選択されている。

この形態での連携には、企業にとって重要なメリットがある。それは、成果を秘密にすることができるということである。競争的資金を獲得した共同研究の場合はその成果を公にする必要があるが、個別に契約を結んだ共同研究の場合にはそのような制約はない。

一方で、直接契約を結んでの共同研究プロジェクトは、その資金をすべて自前でまかなわなくてはならないというデメリットがある。

カルノー機関と企業との第 2 の共同研究の形態は、国などの競争的資金を得つつ共同研究プロジェクトを進めるという方法である。この方法には、直接契約を結ぶ場合と、ちょうど逆のメリット・デメリットがある。すなわち、公的な研究資金を活用できるというメリットがある半面、連携開始までの手間がかかる、成果を秘密にできない、といったデメリットがある。

なお、複数のカルノー機関へのインタビューによると、企業は国の競争的資金を獲得しての共同研究プロジェクトの方を好む傾向にあるとのことであった。カルノー機関は直接契約を好み、企業は共同研究プロジェクトを好むという形で、両者の利害は必ずしも一致しない状況にある。

5.4.5 コンソーシアムを組むカルノー機関のマネジメント

上述のとおり、カルノー機関の多くはコンソーシアムを前提としたものであった。そのため、ここではコンソーシアムをもとにしたカルノー機関のマネジメントについて、主にインタビューにより得られた情報をもとに記述する。

まず、個別のカルノー機関は、機関としての基本的な意思決定を担う合議体を有する。基本的には、コンソーシアムに参加する機関の長に加え、産業会の代表者等が参加した合議体である。また、しばしば科学研究に関する意思決定または助言を行う委員会や、機関としての戦略を策定する委員会も保持している。以上のような合議体により、機関としての戦略を策定し、どのような活動を行うかの意思決定を行う。

機関としての具体的な活動は、主に 2 つの目的に沿って分けることができる。まず、自身の科学技術上のポテンシャルを高めるための基礎研究である。次に、企業との共同研究およびそれを支援する取り組みである。前者に関しては、戦略に応じた内部向けの公募が行われ、カルノー機関に参加するコンソーシアム内から研究に取り組むチームが選定される。後者については、パートナー企業を探したうえで企業と契約を結び、様々なタイプの共同研究（数ヶ月程度の単一の技術課題を解決するような研究から、数年単位の共同研究など）を行う。また、企業との共同研究を支援する取り組みとして、「専門化（Professionalisation）」という活動にも取り組んでいる。たとえば、交渉・契約、マーケティング、事業化等の担当者を置き、パートナー企業を探索したり、契約にかかる事務を円滑に進めたりといった活動にも取り組む。なお、これらの活動にそれぞれどれくらいのリソースを割くかについては、カルノー機関ごとにまちまちである。

個々のカルノー機関は、Ai Carnot が開催する企業とのマッチングイベント（ランデヴ・カルノー）に参加するとともに、他のカルノー機関との共同研究プロジェクトの推進、他のカルノー機関とのベストプラクティスの共有といった取り組みも行っている。

ただし、法人格を持たないカルノー機関は、共同研究契約の主体となることも、知財権の所有者となることもできない。したがって、カルノー機関と共同研究契約を結ぶことを希望する企業は、カルノー機関を構成する個別の機関と契約を結ぶ必要がある。知財権については、カルノー機関を構成する各機関が所有者になるとともに、互いにライセンスするなどして活用が図られている。また、自身での管理を行わずに、知財の管理等を専門に行う機関に管理を委託する場合もある。

なお、カルノー機関に所属する研究者の多くは、上述のようなカルノー機関としての活動にフルタイムで取り組んでいるわけではない。カルノー機関としての活動に専従する者はごくわずかであり、多くの場合、自身の母体機関の活動にアドオンする形でカルノー機関としての活動に取り組んでいる。

5.4.6 カルノー機関の評価

個別のカルノー機関の評価の方法は大きく 3 通りある。まず、カルノー機関としての配分資金額決定のために毎年 ANR により行われる、企業との直接契約額等に関する評価である。すなわち、上述の計算式に従った評価である。この評価は最も頻繁かつ次年度の予算額に直結するという性質をもっており、カルノー機関にとっては重要なもので

ある。

次に、プログラムの中間で行われる機関評価である。そのための委員会が組織され、各カルノー機関に対して複数項目に基づく中間評価が 2013 年に実施された¹²¹。評価項目は、たとえば、当該機関の活動領域における位置づけ、無形固定資産の活用体制、カルノーネットワークへの貢献、市場化に向けた活動の状況といったものであった。

最後に、カルノー機関の更新のための評価がある。これは、プログラムの性質上、次期のプログラムへの移行時に再度公募に応じる必要があり、その際に行われる評価を意味する。企業との直接契約額に加え、学術的な成果、企業へのサービス提供能力など、公募書類に示された幅広い観点からの評価が行われる。

なお、カルノー機関という枠組みでの評価ではないが、独立の立場から研究機関や高等教育機関の評価を行う公的機関である研究・高等教育評価高等審議会（HCERES）による母体機関評価も、カルノー機関としての活動の評価する。たとえば、CNRS の研究室の単位である UPR や UMR は機関評価の対象となるが、その研究室がカルノー機関としても活動していた場合は、その活動も機関評価の対象となる。ただし、これはあくまで母体機関としての評価であり、カルノー機関プログラムを通じての資金配分に影響を及ぼすものではない。

¹²¹ 各カルノー機関のアンニュアルレポート等による（中間評価の報告書等は公表されていない模様である）。

5.5 個別事例

ここでは、特徴的な事例として、コンソーシアムにより成り立つカルノー機関のうち最も企業との共同研究の規模が大きい *Énergies du Futur* の例と、単一の混成研究室 (UMR) から成り、最も企業との共同研究の規模の小さい *CIRIMAT* の例について述べる。前者が企業へのサービス提供専門の部署を擁し企業ニーズに沿ったサービスを提供する一方、後者は企業ニーズに合った博士課程学生の育成に力を入れつつ企業と長期的な関係を構築している。もちろんカルノー機関は多様であり、個別の事例が必ずしも全体を代表するわけではない。

5.5.1 *Énergies du Futur* の事例

Énergies du Futur とは、2007 年からカルノー機関としての活動を開始したグルノーブルの 4 機関からなるコンソーシアムである。*Grenoble INP* (グルノーブル地域のグランゼコールのコンソーシアム)、*CEA-Liten* (*CEA-TEC* のうち、エネルギー・材料に関する研究を行う研究所)、ジョゼフ・フーリエ大学、および *CNRS* で構成される。エネルギー効率、蓄電、水素、バイオガス・生物燃料、太陽光発電向けの材料・要素技術、モデリング、等のエネルギー分野の新技术開発に取り組んでいる。

2014 年度の予算規模は 1 億 8,500 万ユーロ、研究者・エンジニア数はフルタイム換算で 1,688 人 (うち 468 人は博士課程学生)、企業等との共同研究の規模は 9,700 万ユーロ (うち、企業との直接契約額は 5,300 万ユーロ¹²²) であった。なお、ANR から配分された資金の 91% に相当する 700 万ユーロは研究プロジェクトに費やされ、その 4 分の 3 は基礎研究に対するものであった。また、2014 年の特許出願件数は 252 件であり、保有数は 1,364 件であった¹²³。

インタビューによると企業へのサービスの質を高める「専門化」に取り組む人材を 8 名擁しており、交渉・契約の担当が 1 名、マーケティング担当が 1 名、事業化担当が 1 名といった形で人材が配置されている。また、40 人程度のトレーニングにも併せて取り組み、エフォートの一部を「専門化」に割く構想であるとのことであった。

ここに見える特徴は、基礎研究に多くの資源を割きつつも、企業へのサービス提供能力の強化にも取り組み、結果的に企業との直接契約額の成長に結びつけていることである。インタビューによると、イノベーションにつながるシーズの割合は小さいため、基礎研究により多くのシーズを作ることを重視しているとのことであった。一方で、契約の窓口を一本化することで共同研究に取り組む企業の負担を軽減するなど、サービス提供機関としての機能も磨いている。

なお、コンソーシアムが複数の機関からなっていることは、運営の障害にはなっていないとのことであった。たとえば、研究チームに所属する個人の研究者はそれぞれの所属機関により評価される仕組みであるなど、研究のマネジメントと研究以外のマネジメントとは切り離されており、特に問題は生じない。このようなマネジメントが可能になる背景には、長年にわたり組織の壁を越えてチーム設定が行われてきた歴史があるとの

¹²² 2011 年の ANR のデータによると企業との直接契約額は 4,200 万ユーロであり、4 年程度で 2 割強の増加をした。

¹²³ *Énergies du Futur* (2015) Rapport d'Activité 2014 Institut Carnot *Énergies du Futur*

話も聞かれた。

5.5.2 CIRIMAT の事例

CIRIMAT とは、2006 年にカルノー機関として認定された、トゥールーズにある研究室である（単一の研究室が、カルノー機関として認定されている）。ただし、この研究室は 1999 年に設立された CNRS の混成研究室（UMR）であり、この UMR にはポールサバティエ大学と Toulouse INP が参加している。ナノマテリアル、機能性フィルム、保護コーティング、ポリマーの挙動法則、経年変化、といった材料工学を中心とした研究開発に取り組んでいる。

2014 年度の予算規模は、約 600 万ユーロであり、企業との共同研究額は約 290 万ユーロであった。フルタイム換算で 223 人の研究者・エンジニア（そのうちの 95 人が博士課程の学生）を擁する。2009 年～2014 年の 5 年間で、国際ジャーナルに 746 報の論文を発表し、132 名の博士を輩出し、41 の特許出願を行った。

インタビューによると、CIRIMAT が行う研究の大部分は、TRL の 1～2（基礎研究）に相当するとのことであった。部分的に TRL4～5（技術実証）に関する研究にも取り組んでおり、主にそのような領域で企業との共同研究を行う。企業との直接契約は、通常 1～3 年程度のものであり更新可能な場合が多く、中長期的な視野に立ったものが主である。CIFRE（研究を通じた博士学生育成のための企業との協定）¹²⁴を活用した契約を結んだ際に、その契約と同等の年数の共同研究契約を結ぶといったパターンが多い。また、CIRIMAT の研究者の 3 分の 2 程度は大学において教鞭をとっており、学生たちともよい関係を築いている。そのような学生が卒業して企業に就職した後に、CIRIMAT の顧客として共同研究相手になるというケースも多いとのことであった。

このような基礎研究機関としての性質が相対的に強い研究室がカルノー機関として成り立つ理由の一つについて、CIRIMAT が取り組む研究領域では、基礎研究と市場との距離が短く、基礎に近い研究でも一定レベルで産業界のニーズを満たすことができる、という話が聞かれた。また、博士課程学生の育成に力を入れており、企業の求める博士人材を送り込むことで、将来の共同研究に結びつけるという循環が見受けられた。

¹²⁴ 半官半民の組織である研究技術全国協会（ANRT）が運営するプログラムである。ANRT は、博士課程学生の 3 年間の雇用契約を行った企業に対し、その報酬の一部に該当する年間 14,000 ユーロを支給する。企業は学生に対し報酬を支払うとともに、学生の所属研究室と連携して学生の研究指導も行う。

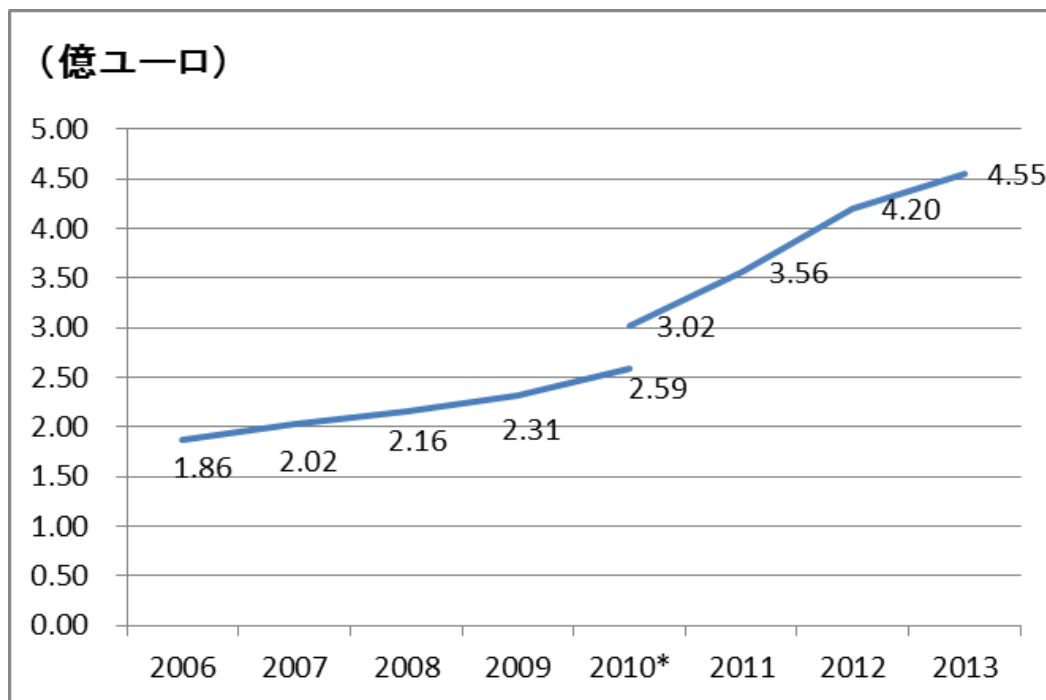
5.6 プログラム成果

5.6.1 プログラムの目的に応じた成果

カルノー機関プログラムの主たる目的は、基礎研究を中心とした活動が続けてきた公的研究機関等のカルチャーを変え、企業との共同研究を推進することであった。また、その際に、革新的な中小企業を支援するという目的で、中小企業との共同研究を、より推奨した。これらを通じ、イノベーションを起こすことが最終的な目的であった。

これらの目的に応じた成果は、主にカルノー機関と企業との直接契約に基づいた共同研究の規模や、より広く競争的資金を前提とした共同研究の規模により測られている。2006年当初に1億8,600万ユーロであったカルノー機関と企業との直接契約額が、2013年には4億5,500万ユーロと2倍以上になったことが、カルノー機関プログラムの成果として高く評価されている。

図表 5-4 カルノー機関と企業との研究開発にかかる直接契約額の推移



*2010年に計算方法が変わったため、2種類のデータがある。

出典：Ai Carnot 年次報告書¹²⁵

中小企業との関係では、年間2,000以上の企業と契約が結ばれ、そのうちの900が中小企業であるとの結果が示されている。直接契約額でみると、2014年には、全体の24%が中小企業との契約に基づいたものであった。

なお、Ai Carnotによると、カルノー機関と企業との連携の規模は、フランスの公的研究に対する企業からの出資の55%を占めるとのことである。同じくAi Carnotによると、フランスの公的研究部門の労働力に占めるカルノー機関全体の割合は15%であるた

¹²⁵ Ai Carnot (2015) Rapport d'activité 2014 - AiCarnot

め、研究者単位あたりでみた企業との連携規模は、平均的なフランスの公的研究機関に比べ、かなり高いといえる。

では、プログラムの最終的な目的であるイノベーションは起こされたか。この点については、イノベーションの定義による、というのが現状と考えられる。イノベーションを、既存の枠組みを打ち破るような、革新的で市場において大きな成功を収めた製品・サービス（非連続的なイノベーション）といった視点で捉えた場合は、成果は挙がっていないと思われる。筆者が調べた限りでは、カルノー機関の活動を端緒として、革新的な製品・サービスが生まれた事例は把握できなかった。一方、フランスを含む欧州では、しばしばイノベーションとは既存の製品・サービスの大幅な改善を含む連続的なイノベーションを指す¹²⁶。そのような視点でイノベーションを捉えた場合には、カルノー機関が提供するソリューションは企業が抱える技術的課題の解決に役立ち新しい製品の開発に貢献していると考えられるので、カルノー機関プログラムは一定の成果を挙げているといえる。

5.6.2 論文・知財など

カルノー機関は、学術的な研究と企業との共同研究の両方に取り組む機関であるため、論文・知財のいずれについても成果を公表している。

Ai Carnot によると、論文に関しては、2013 年度にフランス全体で 40,000 編産出された A 評価の論文のうち、20,000 編以上をカルノー機関が産出した。なお A 評価の論文とは、国際的なメンバーの査読を経た、一定レベル以上の論文を意味する。

一方、知財に関しては、2014 年現在カルノー機関 34 機関で 1,050 件の登録特許を保有している。また、年間約 5,100 万ユーロの知財権収入を得ている。

さらに、近年はカルノー機関の活動から、年間平均 60 程度のスタートアップ企業が誕生している。

¹²⁶ 例えば OECD の Oslo Manual では、「イノベーションとは新規のあるいは大幅に改善された製品（財またはサービス）またはプロセス、（略）の導入である。」とされている。

5.7 カルノー機関の特徴

カルノー機関プログラムの特徴は、以下のとおりである。

5.7.1 フランスの実情を踏まえた仕組み～フラウンホーファーとの違い

カルノー機関プログラムは、ドイツのフラウンホーファーを参考に設計されたプログラムであるが、いくつかの点で違いがある。これを列挙する。

フラウンホーファーは独立した法人格をもつ組織であるのに対し、カルノー機関は独立した法人格をもたない。このことは、組織運営上、大きな違いをもたらす。まず、個別の機関に対する資金配分における違いである。フラウンホーファーでは、その多くがいわゆるフラウンホーファー・モデル（企業との共同研究の規模に応じて配分額が変動する仕組み）に従い配分される。一方で、カルノー機関においては、組織の運営に係る基盤的な経費は母体機関に対する機関助成で賄われており、その土台のうえに、カルノー機関プログラムにおける計算式に応じた資金が配分される仕組みになっている。結果的に、既存の研究機関のリソースを活用しつつ、相対的に少ない追加投資でのプログラム運営を可能にしている。

次に、知財権の管理について、フラウンホーファーでは本部で一元管理を行う仕組みを採用しているが、統一的な法人格を持たないカルノー機関においては、そのような管理制度は採用されていない。すなわち、個別のカルノー機関ごとに、Ai Carnot が提示する知財・技術移転憲章に従う形で管理する仕組みになっている。なお、法人格のないカルノー機関自身は知財権の権利主体となることはできないため、実際はカルノー機関に所属する個別の研究機関などが権利主体になる。

また、フラウンホーファーの個別の研究所は単一の組織であるのに対し、カルノー機関は、しばしば複数の研究機関や大学等のコンソーシアムであるという違いがある。このカルノー機関の特徴は、組織マネジメントの複雑化を招く一方で、うまく機能した場合は、異なる知識や技能を糾合しつつ、目的に対し最適化された機関構成をとることを可能にする。

研究活動の方針という点でも大きな違いがある。フラウンホーファーは原則として基礎研究に取り組まないのに対し、カルノー機関は基礎研究にも取り組む。フラウンホーファーにおいては、基礎研究は大学が取り組むべきものとみなされ、自身はいかに役立つ基礎研究の成果を探してくるか、という点に注力することになる。また、企業の視点から事業化に必要な発明を特定するアプローチを取るため、発明から事業化までの機関が相対的に短くなるという特徴をもつ。一方カルノー機関では、基礎研究は自身のキャパシティを維持・増進するために重要な要素と認識され、企業との共同研究に主に取り組みつつも、一定の予算は基礎研究にも投じることとしている。その結果、自身の基礎研究の成果を生かしつつ、いかに企業にとって役に立つ研究に取り組むか、という視点での活動が中心となる。

5.7.2 少ない投資で大きな成果

カルノー機関は、プログラムの成果という面で、少ない投資で大きな成果を生んでいるプログラムであるといえる。これは、毎年一定の予算を投じることで、2007 年に 2

億 200 万ユーロであった企業との直接契約額を、2013 年には 4 億 5,500 万ユーロにまで拡大させることに成功したことに現れている。このような成果を生むことができたか要因として、以下の点が重要と考える。

第一に、成果に応じたインセンティブの存在である。基盤的な経費は母体機関から賄われるものの、カルノー機関として高い成績を挙げれば追加的に資金を得ることができ、自身の活動の幅を広げることができる。このような仕組みは、資金の受け手からすれば魅力的なものである。

第二に、34 のカルノー機関全体を一つの機関として捉えたマネジメントの存在が重要である。これにより、個別の機関の経験を共有することでプログラム全体としてのキャパシティビルディングを図ることができるとともに、企業に対して提供するサービスの質を一体的に高めることで、カルノー機関全体としての企業による評価を高めることができる。たとえば、法的なサービスを提供し、あるいは提供する者との強いつながりをもつことにより、企業にとっては連携を行うメリットが増すことになる。

第三に、基礎研究と応用研究の両方に取り組む機関としてカルノー機関を位置づけることも、このプログラムの成功に寄与していると考えられる。フラウンホーファーは、基礎研究を自身の活動としないことにより発明から市場化までの機関を短縮しており、この点ではカルノー機関はフラウンホーファーに及ばない。しかし、もともと主に基礎研究に取り組んでいた機関に対し企業との共同研究を動機づけるにあたり、基礎研究を除外した取り組みをさせようとしてもうまくいかないのではないかと考えられる。これまで行っていた活動と、あまりにも質が異なるからである。この点、カルノー機関のように基礎と応用の両方に取り組む形を取ることで、研究者のモチベーションを維持しつつ、研究機関のカルチャーの転換を図ることができる面があると考えられる。また、カルノー機関内で基礎研究も行うことにより、応用段階への移行をよりスムーズにしやすいうというメリットも考えられる。

第四に、競争力拠点など、他のプログラムによりつくられた拠点との密接な連携や、CIFRE（企業での博士学生教育）や研究開発投資額に応じて一定額の法人税が免除される制度である CIR（研究費税額控除）の活用といった、他の取り組みとの相乗効果も重要である。カルノー機関は、多くの場合競争力拠点というクラスターに隣接する形で存在し、競争力拠点の取り組みへの参加を通じて、技術を求める企業と知り合うことができる。また、SATT（技術移転に関連するサービスを提供する技術移転促進組合）¹²⁷に知財権の管理を委託し、よりスムーズな知財管理を実現するケースもある。さらに、CIFRE を活用しつつ自身が抱える学生を企業で研究させることを機に、企業との共同研究契約を結ぶといったパターンも散見された。加えて、企業と共同研究契約を結ぶにあたっては、CIR の存在が企業にとってのインセンティブとなっている。

¹²⁷ 大規模国債発行による資金調達に基づく「将来への投資」施策の一つとして運営される、公的出資による民間機関である。大学等のシーズを民間のニーズと結びつける活動に取り組む。全国に 14 の SATT がある。

5.8 課題

調査を通じて、以下の2つの課題が確認された。

5.8.1 カルノー機関と企業の利害の不一致

第一に、カルノー機関と企業との利害の不一致である。カルノー機関は企業との直接契約を好む一方で、企業は競争的資金を活用する共同プロジェクトを好むというギャップがある。カルノー機関は企業と直接契約を結ぶことで次年度の配分額を増やすことができるが、この形態で共同研究を行った場合、企業は競争的資金を活用することができない。企業側は資金負担が軽減されるように競争的資金の活用を好むため、両者の利害が一致しないことになる。

両者の利害が一致していた方が、連携は当然スムーズに進むため、将来の Carnot 3.0 プログラムにおいて、不一致が縮小するような方策が導入される見込みである。すなわち、新たなプログラムで行う2年ごとの機関評価においては、共同プロジェクトの割合も評価されることになる。競争的資金を活用する共同プロジェクトの割合を高めても資金配分の増額には直結しないが、カルノー機関としての認証を継続するうえでは重要な要素になる。結果的に、個別のカルノー機関は共同研究プロジェクトの割合を高めることにもインセンティブを見出すことになり、両者との利害が調整されることになる。

なお、企業が共同研究の成果を秘密にしたい場合、競争的資金を活用するとその成果を公表する必要があるが、直接契約の場合はそのような制約は課されない。このため、事業上重要な共同研究を行う場合は、企業は直接契約を選択する傾向にあると考えられる。

5.8.2 中小企業の技術的ポテンシャル

第二に、カルノー機関プログラムは中小企業との連携促進を意図しているが、中小企業はしばしばカルノー機関の技術を吸収するために必要な技術力を持たないという課題である。

インタビューによると、この点については、大学等からのスピンアウト企業のようにもともと高い技術力を有している場合、あるいは中小企業とはいえ中堅企業に近い規模で優秀な技術開発部門を有している場合には、そのような問題は生じないとの意見が聞かれた。しかし、一般的にフランスの中小企業の技術力は高いとは認識されておらず、上述のような場合は例外的だといえる。したがって、この問題はカルノー機関プログラムの抱える課題の一つであると考えられる。

この課題に対し、カルノー機関プログラムはできる限り幅広く中小企業の支援を行うというアプローチをとってきた。それは、中小企業との連携を行うことでより多くの資金を得られる資金配分の仕組みを導入するとともに、中小企業支援の取り組みに対し資金を提供する複数の追加的な公募を行うことで中小企業との連携を促進してきたことに表れている。

このような支援を通じて、全体として中小企業の技術レベルを底上げすることに成功するのか、あるいは実質的な技術移転を伴わない連携プロジェクトが量産された結果としてプログラムの意図が殺がれるのか、今後のカルノー機関プログラムの推移を見守る必要がある。

5.9 今後の方向性

2016 年より第 3 期のプログラムが開始されるが、この第 3 期に向け、所管省である国民教育・高等教育・研究省（MENESR）と経済・産業・デジタル省（MEIN）が指定した有識者で構成される Carnot 3.0 コミッションによる評価が行われ、Carnot 3.0 報告書を公表した。具体的な内容は次のとおりである。

5.9.1 プログラムの評価

Carnot 3.0 報告書は、カルノー機関プログラム全体に対して、「カルノー機関プログラムは、シンプルで、責任を果たし、定期的な事後評価を受け、公的研究機関と民間企業の連携を強めることおよび複数の技術領域においてそのような機関を支援することに成功した仕組みである」と評価している。

まず、シンプルであるということは、カルノー機関に対する資金配分の仕組みを指している。企業との直接契約額に応じて自動的に翌年度の配分額が決まるというシンプルな仕組みとなっており、評価委員会を設置して各機関の評価を行い、それに基づいて資金配分額を決めるといった複雑なプロセスを回避している。次に、責任を果たすについては、公的研究機関の技術を企業に移転するという役割をしっかりと果たしている。さらに、定期的な事後評価とは、毎年企業との直接契約額に応じた資金配分計算を指している。

一方、カルノー機関プログラムの課題として、以下のような点を挙げている。まず、カルノー機関間でパフォーマンスに大きな差が生じているという問題を指摘している。また、カルノー機関プログラムの制度は硬直的であると指摘しており、たとえば、プログラムの期間は 5 年間であり、この間カルノー機関の入れ替えが行われない点を改善点としている。さらに、カルノー機関のパフォーマンスを計る指標が、現状では十分ではないと指摘している。加えて、計算式にしたがった金額よりも低い金額しか実際に配分できない状況も問題視している。

5.9.2 提言

以上を踏まえた Carnot 3.0 コミッションによる提言は、以下の 4 点となっている。

第一に、カルノープログラム全体とカルノーラベルの有効期間とを切り離すべきであると提言している。具体的には、カルノープログラム全体は 10 年間のプログラムにしつつ、2 年ごとにカルノーラベル付与の可否を判断する、また、2 年ごとに新たな機関を採択するといった提言がなされている。これにより、長期的な視点に立ったプログラムにしつつ、新陳代謝を促そうとしている。

第二に、企業の利益をより高めるため、たとえば、カルノー機関ごとに企業に対し単一の窓口を提供しつつ契約のスピードを上げること、Ai Carnot の活動を強化して企業からの認知度を高めること、共同研究の質を高めること、などを提言している。企業によるカルノー機関の認知度を高めることを重視している。

第三に、各カルノー機関やその母体である公的研究機関への働きかけを強化するために、産業界出身者が過半を占める合議体によるガバナンスの導入を提言している。企業ニーズにあったカルノー機関にすることを重視した提言である。

第四に、カルノープログラムの資金を増額し、各機関に対し少なくとも直接契約額の15%は確実に支払われるようにすること、これまで中小企業のみを対象としていた資金配分の増額分を中堅企業に対しても適用することを提案している。

5.9.3 公募書類における選定要件

以上のような提言を踏まえ、2015年11月に Carnot 3.0 の公募が開始された。その公募書類に示された選定要件は、第2期と比較して以下のような相違がある。

まず、機関としての活動の質向上に関し、「外部からの問いかけにすばやく対応する」といった具体的な内容を選定要件に盛り込んでいる。Carnot 3.0 報告書に触れられたように、よりビジネスのスピード感覚で対応できる機関が求められている。また、国際連携に関する項目が選考要件から削除されている。カルノー憲章では国際的な活動を展開すべきとしているが、選定では国際連携の実績が求められなくなった。

なお、Carnot 3.0 の公募においては、カルノー機関 (Instituts Carnot) と予備カルノー機関 (Tremplin Carnot) の2タイプの選定を行うこととしている。カルノー機関はこれまでと同様であるが、「カルノー機関としての要件は満たさないが3年間でそれを満たす潜在力のある機関」を予備カルノー機関として選定するという枠組みが新たに加わった。予備カルノー機関に選定された機関は、年間20万ユーロを受け取るとともに、パフォーマンスに応じて追加的に最大60万ユーロの資金配分を受ける。

5.9.4 資金配分計算式

Carnot 3.0 における資金配分計算は Carnot 2.0 と比較して以下のように変化している。

○あるカルノー機関への配分額 (Carnot 2.0)

＝前年の企業等の共同研究にかかる直接契約額の20%

＋相手が中小企業である場合の追加配分額 (直接契約額の10%)

＋カルノー機関としての活動から生じた知財権の評価額の20% (1権利ごと年間最大12万ユーロ)

○あるカルノー機関への配分額 (Carnot 3.0)

＝前年の企業との直接契約額の35% (契約額が250万ユーロに達するまでの部分)

＋前年の企業との直接契約額の25% (契約額が250万ユーロから500万ユーロである部分)

＋前年の企業との直接契約額の15% (契約額が500万ユーロ以上である部分)

＋契約対象が中小企業または中堅企業の場合、追加で契約額の10%に相当する追加配分

ただし、カルノー機関の成績が良好であった結果、上記の計算式による配分ができない場合も考えられる。その場合、最低30万ユーロの配分が保証される。

まず、最も重要な変化が、企業との直接契約額に応じた配分額が、35%から15%まで

逡減する仕組みが導入されたことである。これにより、契約額が 500 万ユーロを超えると、Carnot 2.0 の計算式と比べて配分額が小さくなる。結果的に、共同研究の規模が中程度以下であるカルノー機関への資金配分がより手厚く保護されるようになる。

また、Carnot 2.0 では中小企業との直接契約のみ追加配分の対象となっていたが、Carnot 3.0 では中堅企業との直接契約も追加配分の対象として新たに加えられた。なお、中小企業とは従業員数 10 名～250 名までの企業であり、中堅企業とは従業員数 251 名～5,000 名の企業である¹²⁸。

さらに、Carnot 3.0 ではカルノー機関としての活動から生じた知財権の評価額が資金配分計算に含まれていたが、Carnot 3.0 では除かれた。

¹²⁸ Décret n° 2008-1354 du 18 décembre 2008 relatif aux critères permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entreprise pour les besoins de l'analyse statistique et économique
なお、従業員数基準に加え一定の財務基準も適用されるが、ここでは省略する。

5.1 0 日本への示唆

以上で述べたフランスの取り組みが、日本にとってどのような示唆を持ちうるかについて考えてみたい。

5.1 0.1 フラウンホーファーと異なる仕組みの導入

フランスがドイツのフラウンホーファーをモデルにしつつも、大きく異なった仕組みを導入したプロセスが示唆に富む。すなわち、フランスにはフラウンホーファーは存在しない一方で、全体的に基礎研究を重視する公的研究機関の存在があった。ここで、新たにフラウンホーファーのような研究機関を設立したとしたら、その設立・運営に多大なコストがかかってしまい、現在のカルノー機関のような、全国に 34 の機関をもつ大規模な研究機関をつくることはできなかったものと考えられる。既存の仕組みを活用しつつ、新規設立と比べて大幅に小さな投資によって新たな仕組みを導入した点に、カルノー機関プログラムの工夫が見てとれる。

また、カルノー機関を、フラウンホーファーとは異なり基礎研究にも取り組む機関とした点にも、プログラム設計上の工夫が見てとれる。もともと基礎研究中心の活動に取り組んできた研究者のマインドセットを、漸進的に変化させようとする工夫である。カルノー機関プログラムへの参加により、機関内での企業との共同研究は徐々に増加していくとともに、そのための専任の人員も配置されることになる。このような研究者の活動環境の変化を通じて、研究者に働きかけているように見受けられる。

このように、他国のモデルを参照しつつも、自国の状況に合わせた導入をしたプロセスや、既存の機関を生かしつつ相対的に小さな初期投資・変化により新たな仕組みを導入した手法は、日本にも参考になろう。

5.1 0.2 ネットワークを有効活用するプログラム

カルノー機関プログラムの運営にあたり、Ai Carnot という機関を設置してネットワークを組むことにより、34 のカルノー機関を一体的に管理し、個々のカルノー機関の能力を高めつつ企業に対し一定水準以上の共同研究を提供することに成功している手法は、示唆に富む。

このカルノー機関プログラムでは、カルノー憲章等のガイドラインを用意し、個別のカルノー機関にその遵守を求め、カルノー機関間での情報交換や共同研究を促進することにより、ネットワークの強化を進めている。また、個別の研究機関の経験からは蓄積されてこなかった企業との連携についてのノウハウを、ネットワークを通じて共有することにより、企業との共同研究を推進する機関としてのカルノー機関の能力を底上げすることに成功している。

さらに、このようなネットワークを積極的に活用しようとするインセンティブも組み込まれている。具体的には、Ai Carnot の運営資金は ANR 由来のカルノー機関プログラムの予算の 2% を充てているが、同資金を個別の機関へ配分する前に天引きするのではなく、個別の機関にいったん配分した後、改めて Ai Carnot の運営資金を拠出することで、Ai Carnot への拠出に対する自覚をより強めている。また、Ai Carnot を ANR 等の公的機関ではなく、独立の非営利組織として設置し、カルノー機関の代表者が意思決

定に携わることで、各機関の Ai Carnot の活動に対するコミットメントを引き出している。

日本のプログラムを設計するうえでも、このようなネットワークを有効活用する仕組みが重要と考えられる。

5.1 0.3 混成研究室（UMR）で培われた組織間連携の歴史

カルノー機関の強みの一つは、異なる機関の出身者が、一つの機関のもとに共同で研究開発に取り組む仕組みにある。その際、環境や文化の異なる組織からきた研究者により構成される研究チームを、どう管理し成果を出すかが問われる。この点、フランスには混成研究室（UMR）を運用してきた歴史があり、大学内に設置された CNRS の研究室に CNRS の研究者と大学の研究者が集って研究を行い、さらに大学の博士課程学生の教育もそのような研究室で行うといった仕組みが確立している。このような背景があることにより、研究機関や大学等からなるコンソーシアムが一つのカルノー機関として認定され、異なった出自・専門性をもつメンバーが一つのチームで研究開発を行う仕組みが有効に機能していると考えられる。

一方、このような仕組みは日本にないため、カルノー機関プログラムを参考にする際には、このような背景や現状の違いに特に注意を払うことが重要である。

参考資料

- Ai Carnot (2015) Les Instituts Carnot, La Recherche pour les Entreprises
- Ai Carnot (2015) Ai Carnot (2015) Rapport d'activité 2014 - AiCarnot
- Ai Carnot, Charte des bonnes pratiques de Propriété Intellectuelle, et de Transfert de Connaissances et de Technologies des Instituts Carnot
http://www.instituts-carnot.eu/sites/default/files/images/ChartePI_FR.pdf
- Ai Carnot, Charte des Instituts Carnot
<http://www.instituts-carnot.eu/fr/charte-des-Instituts-carnot>
- ANR (2015) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2015
<http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/aap/2016/aap-carnot-2016.pdf>
- ANR (2014) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2014
http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/aap/2014/ia_filiere_2014_appel.pdf
- ANR (2011) Programme Carnot Appel à candidatures Carnot Édition 2011
http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/user_upload/documents/uploaded/2010/AAC-Carnot-2011.pdf
- ANR (2011) Investissement d'Avenir Action “Valorisation – Institut Carnot”Édition 2011
<http://www.agence-nationale-recherche.fr/investissementsdavenir/documents/ANR-AAP-ACTION-PME-CARNOT.pdf> および
<http://www.agence-nationale-recherche.fr/investissementsdavenir/documents/ANR-AAP-ACTION-INTERNATIONAL-CARNOT.pdf>
- Commission Carnot 3.0 (2015) Commission Carnot 3.0 Rapport final
http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Instituts_Carnot/61/1/Rapport_Carnot3_0_384611.pdf
- Décret n° 2008-1354 du 18 décembre 2008 relatif aux critères permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entreprise pour les besoins de l'analyse statistique et économique
- Énergies du Futur (2015) Rapport d'Activité 2014 Institut Carnot Énergies du Futur
http://www.energiesdufutur.fr/include/viewFile.php?idtf=993&path=03%2F993_974_rapport_activite_carnot_EF_2014.pdf
- European Commission (2015) Innovation Union Scoreboard 2015
http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/files/ius-2015_en.pdf
- MESR (高等教育研究省) (2005) Le pacte pour la Recherche
- OECD (2005) Oslo Manual, 3rd Edition
http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual_9789264013100-en
- 阪彩香ほか (2015) 科学研究のベンチマーキング 2015, 科学技術・学術政策研究所
<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-RM239-FullJ.pdf>

■執筆担当者■

全体統括	JST/CRDS	上席フェロー	林 幸秀
ドイツ	JST/CRDS	フェロー	澤田 朋子
米国（NIH）	JST/CRDS	フェロー	峯畑 昌道
米国（ERC）	JST/CRDS	フェロー	岡山 純子
英国	JST/CRDS	フェロー	津田 憂子
フランス	JST/CRDS	フェロー	山下 泉

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いいたします。

CRDS-FY2015-OR-03

海外調査報告書

主要国における橋渡し研究基盤整備の支援

平成 28 年 3 月 March 2016

ISBN 978-4-88890-483-4

国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター 海外動向ユニット
Overseas Research Unit
Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒 102-0076 東京都千代田区五番町 7 K' s 五番町
電 話 03-5214-7481
<http://www.jst.go.jp/crds/>

©2016 JST/CRDS

許可なく複写・複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission. Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

ATTAATC A AAGA CCTAACT CTCAGACC

CT CTCGCC AATTAATA

TAA TAATC

TTGCAATTGGA CCCC

AATTCC AAAA GGCCTTAA CCTAC

ATAAGA CTCTAACT CTCGCC

AA TAATC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT CTAAT A TCTAT

CTCGCC AATTAATA

ATTAATC A AAGA CCTAACT CTCAGACC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT

CTCGCC AATTAATA

TTAATC A AAGA CCTAACT CTCAGACC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT

ATTAATC A AAGA CCT

GA CCTAACT CTCAGACC

0011 1110 000

00 11 001010 1

0011 1110 000

0100 11100 11100 101010000111

001100 110010

0001 0011 11110 000101

ISBN978-4-88890-483-4

