

公開資料

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

科学技術イノベーション政策のための科学
研究開発プログラム

平成25年度採択プロジェクト企画調査

終了報告書

学際連携・異分野融合の設計・推進・評価手法の事例検証

調査期間 平成25年10月～平成26年3月

研究代表者氏名 仙石慎太郎

所属、役職 京都大学物質－細胞統合システム拠点、准教授

目次

1. 企画調査構想	3
2. 企画調査の目標	4
3. 企画調査実施体制	5
4. 実施内容及び成果	7
4.1. 実施した内容及び得られた成果の内容	7
4.2. 目標の達成度	18
4.3. 実施体制内での主なミーティング等	20
5. 成果の発信等	21
6. 企画調査実施者一覧	22
7. 参考文献	23
8. 脚注	25

1. 企画調査構想

学際連携・異分野融合（学際・融合）は、学際研究、国際連携や産官学連携を包含する概念であり、画期的発明・発見やイノベーションの実現機会として理解され、多大な政策的努力がなされている。実際、近年には世界トップレベル研究拠点（WPI）プログラム（平成19-28年度）¹、最先端研究開発支援（FIRST）プログラム（平成21-25年度）²や革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM、平成25年度開始）³等に代表される大型公的助成プログラムが編成・推進されているほか、大強度陽子加速器施設（J-PARC）等の共同研究設備が設置されて久しい。

その一方で、学際・融合の運営システムは、必ずしも十分に整備されているとはいえない。学際・融合の評価面では、ピア・レビューによる評価が中心となっているが、評価者・被評価者による膨大なタスク負担に加え、評価者の専門分野や評価スタンスに起因する偏り等の課題が指摘されて久しい[1]。論文・特許情報を用いる科学計量学的手法はその改善の有効な手段たり得、科学技術政策の実務にも浸透しつつある。しかしながら、頻用される論文数、インパクト・ファクターや被引用数等の諸指標は、専門特化型

（mono-disciplinary）研究の評価で確立されたものであり、とりわけ昨今は、学際・融合の評価には不適であるとの指摘もなされている[2]。学際・融合の推進面では、大学・研究機関や部局の試行錯誤による個別努力に委ねられている状況に留まっており、政策プログラム間の隔たりを超え、学術分野及び組織横断的な比較やベスト・プラクティスの共有機会は依然として乏しい。

このような情勢を受け、学際・融合に最適化された、体系的な評価システム、及び、汎用的な推進システムの開発・導入は急務である。加えて、これら評価・推進システムの充実により、より精緻な政策プログラムの設計も可能となる。

本提案は、このような社会全体及びイノベーション政策上の要請を受け、学際・融合による画期的な学術的成果の創出、諸課題のブレイクスルー（解決の糸口）の提供を強力に支援するものである。また、「3つの連携」の効果的な推進を通じ、研究開発で得られた知財の速やかな移転や臨床応用、人材交流の活性化を図り、日本の大学・研究機関の研究教育の更なる振興及び国際的プレゼンスの更なる向上に貢献することを目指すものである。

2. 企画調査の目標

当初の提案では、各ステークホルダーに対して下記成果を与えることを企図した（図1）：

- (1) 政府・官公庁における学際・融合の政策当事者：政策プログラムの設計力向上に資するツール・スキル体系を与えることにより、過去事例に基づくプログラム・デザイン、政策的効果の予見性の向上を狙う。
- (2) 研究開発助成機関における学際・融合の推進当事者：政策プログラムの評価力向上に資するツール・スキル体系を与えることにより、評価時におけるタスク低減、バイアス軽減、妥当性・再現性の向上を狙う。
- (3) 大学・研究機関における学際・融合の実施当事者：政策プログラムの推進力向上に資する手法を与えることにより、経営管理（マネジメント）能力の向上を狙う。
- (4) 産業界・社会：積極的な情報提供と交流促進を通じて、学際・融合の成果を最大・最速で与え、政策に対する理解・関心の向上を狙う。

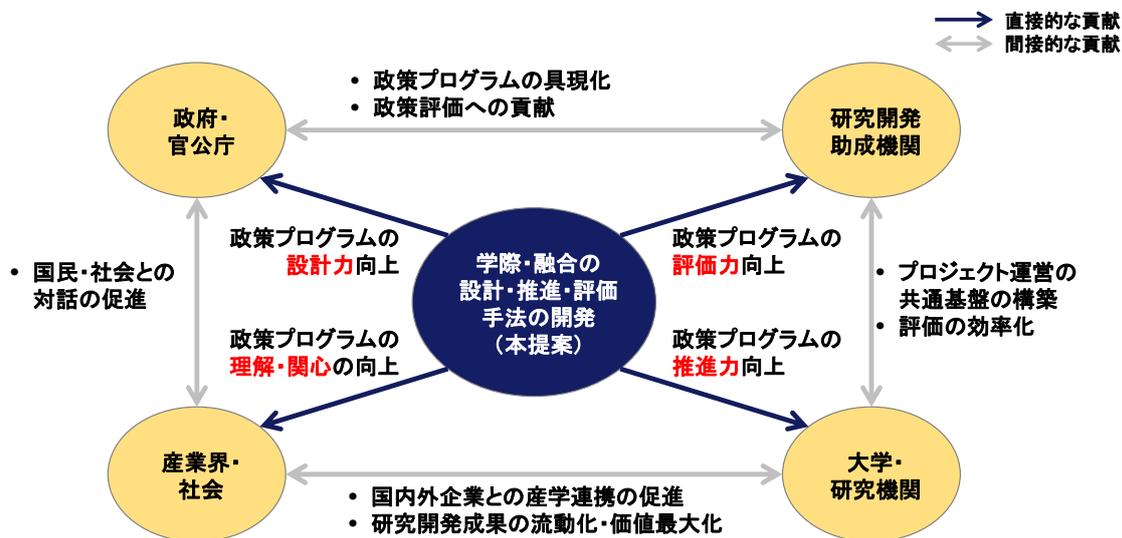


図1. 本研究開発プロジェクト（当初提案）のステークホルダーと貢献内容

本報告は、企画調査としての採択を受け、政策課題に特に関連する上記(1)及び(2)に注力し、事例にもとづく検証と検討をもとに、研究開発アプローチの実行可能性及び実効性を確認することを目標とする。具体的には、下記の2つのサブプロジェクトを実施する：

- (1) 既存の評価手法の検証：既出の科学計量学的評価指標を我が国の政策プログラム事例に適用し、得られた評価結果と実際の評価結果との比較・検証を通じ、その有用性と適用可能性を検証するとともに、新たな指標開発の必要性を判断する。
- (2) 既存の設計手法の検証：同一研究代表者による複数の政策プログラムにまたがる研究開発プロジェクト事例について、政策プログラムの切り替え時におけるプログラム・デザインへの影響や当事者間の対応等の観察を通じて、求められるツール及びプロセスを仮説的に提案する。

3. 企画調査実施体制

基本コンセプトと特徴は当初提案を踏襲しつつ、実施内容及び実施規模・機関を考慮して修正を施した。実施にあたっては、評価グループと設計グループの2グループを設けた。事例研究対象とする政策プログラムに関しては、各プログラムに精通する有識者よりなる、アドバイザー委員会の組成と活用を図った。具体的には、アドバイザー委員との個別協議とワークショップを通じ、調査分析結果の妥当性と意義を検証した。本提案の実施にあたっては、SciREX関係者に加え、文部科学省科学技術・学術政策研究所（NISTEP）関係者と密に協働した。

図2に、本提案の実実施体制の概略図を示す。また、2グループの各々の実施項目と概要は、下記のとおりである。

評価グループ（仙石慎太郎）

京都大学 物質－細胞統合システム拠点

イノベーションマネジメントグループ

実施項目：既存の評価手法の検証に関する分析・調査

概要：事例としては、文部科学省世界トップレベル研究拠点（WPI）プログラムの6つの研究拠点（東京大学WPI-IPMU、物質・材料研究機構WPI-MANA、大阪大学WPI-IFReC、京都大学WPI-iCeMS、東北大学WPI-AIMR、及び九州大学WPI-I2CNER）を事例研究の対象とした。

方法論としては、計量書誌学的手法による学際・融合の分析手法を事例研究に適用した。まず、Thomson-Reuters社が提供するWeb of Knowledgeデータベースより各拠点の関連文献を抽出・整理した。次に、学際・融合度の分析指標として、① Rao-Stirling diversity index等の多様性指標[3]、② diversity-coherence matrix（多様性・結合度マトリクス）[2]、及び、③ depth（深度）指標及びscope（範囲）指標[3]を適用した。①に関しては、各拠点が刊行した学術文献群のほか、これら文献群が引用する学術文献群、及び、これら刊行文献群を引用している学術文献群の多様性も適宜計測した。これらの指標を用い、各研究拠点における学際・融合研究の取組を分析した。

更に、この分析結果を、研究開発拠点の中間評価結果と突合し検証した。本検証結果をもとに、既存の評価アプローチの基本コンセプトと評価の傾向を把握するとともに、計量書誌学的手法の適用可能性を検討し、既存の評価アプローチの改善点を指摘した。

設計グループ（仙石慎太郎）

京都大学 物質－細胞統合システム拠点

イノベーションマネジメントグループ

実施項目：既存の設計手法の検証に関する分析・調査

概要：事例としては、同一研究者が研究代表者で相互に関連する研究開発プロジェクト事例として、文部科学省振興調整費「ナノバイオ・インテグレーション研究拠点」⁴（平成17-21年度）、最先端、内閣府最先端研究開発支援プログラム（平成21-25年度）「ナノバイオテクノロジーが先導する診断・治療イノベーション（NanoBio First）」⁵、及び文部科学省・（独）科学技術振興機構 革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM, 平成26-32年度）「スマートライフケア社会への変革を先導するものづくりオープンイノベーション拠点（COINS）」⁶を事例観察の対象とした。

方法論としては、まず、NanoBio First事例の内部における学際・融合の分析アプローチ及び運用論を調査した。次いで、次期政策プログラム（COI STREAM）及び研究開発拠点（COINS）の設計場面における、上述の分析アプローチ及び運用論の有用性並びに妥当性を、当事者へのインタビュー調査等により検証した。これらの結果より、かかる政策プログラムの効果的な設計のために求められる論点を整理し、主要経営指標（KPI）系として仮説的に提案した。

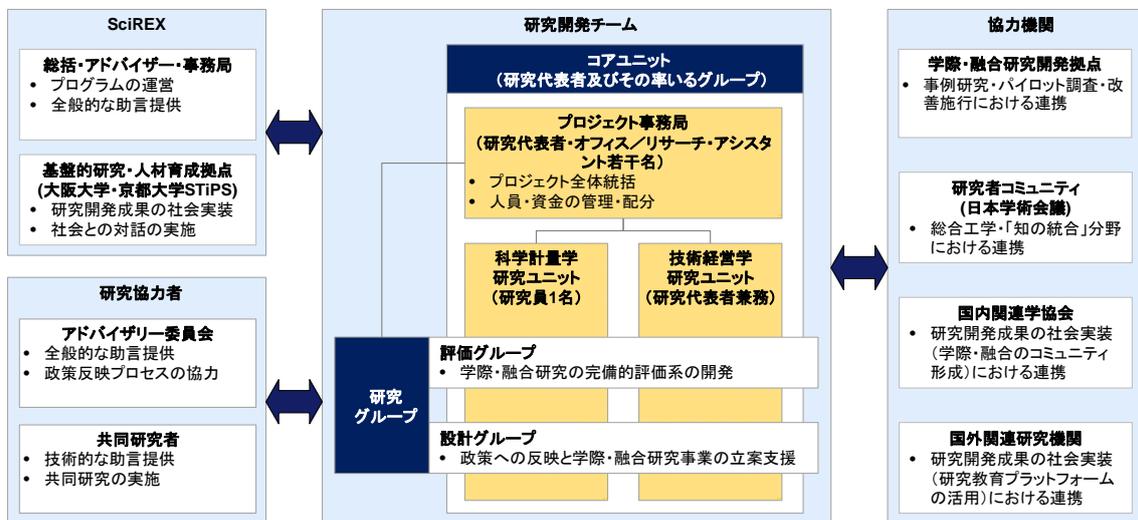


図2. 本提案の実施体制

4. 実施内容及び成果

4.1. 実施した内容及び得られた成果の内容

4.1.1. 評価グループ

(1) 研究手法

計量書誌学的アプローチとして、事例研究対象とする6つのWPIプログラム研究拠点(AIMR, I2CNER, iCeMS, IFRcC, IPMU, MANA)の関連学術文献を、Web of Science (Thomson-Reuters)の文献データを基に収集した(表1)。次に、先行研究を基に、表2に示す各指標を定義し、上述の学術文献情報を用いて分析した⁷。

WPI institute	AIMR	I2CNER	iCeMS	IFReC	IPMU	MANA
刊行文献総数	1,320	159	785	595	1,198	1,776
刊行開始年	2008	2011	2007	2008	2007	2007
最新刊行年	2012	2012	2012	2012	2012	2012
被引用文献総数	9,119	542	12,784	14,090	18,801	14,936
引用文献総数	23,319	4,488	20,633	18,821	27,115	40,327

表1. WPIプログラム拠点の学術文献の収集結果

指標	定義	定義式	出典
Coherence	2つの分野 <i>i</i> , <i>j</i> の両方からの引用文献の割合の総和(分野間の相違度を考慮)を、多様性で標準化	$\frac{\sum_{i,j} p_{ij} d_{ij}}{\sum_{i,j} p_i p_j d_{ij}}$	[2]
Rao-Stirling diversity	分野 <i>i</i> と分野 <i>j</i> の各々の文献割合の積を分野間の相違度を考慮して合計	$\sum_{i,j} p_i p_j d_{ij}$	[3]
Variety	特定期間内における刊行文献が該当する総分野数	n	[2]
Shannon entropy	分野 <i>i</i> と分野 <i>j</i> の各々の文献割合の積	$-\sum_i p_i \ln p_i$	[5, 6]
Balance	分野 <i>i</i> と分野 <i>j</i> の各々の文献割合の積を、分野数の対数で標準化	$-\frac{1}{\ln n} \sum_i p_i \ln p_i$	[7]
Disparity	分野間の相違度の総和を、分野数で正規化	$\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i,j} d_{ij}$	[8]
Depth	過去の一定期間において複数回引用された文献数の、その期間の総引用文献数に対する割合の総和	$\sum_{j=1}^{t-1} r_{tj} / (n_{t-1})$	[4]

Scope	初出の引用文献数の総引用文献数に対する割合		[4]
-------	-----------------------	--	-----

変数の解説： n , 分野数 (Subject Categories) ; p_{ij} , 分野 i における文献数の割合; d_{ij} , 2つの分野 i と j の相対距離の余弦; p_{ij} , 分野 i と分野 j の2つの文献から共に引用された文献数の割合; q_{ij} , y 年における分野 i における被引用文献数; r_{ij} , y 年における分野 i における引用文献数; y 年における分野 i における、これまでで初出の文献数。

表2. 各指標の定義式

一方、記述的アプローチとして、2011年12月の中間評価の対象となった5つのWPIプログラム研究拠点 (AIMR, IPMU, iCeMS, IFRcC, MANA) を対象に、学際・融合研究に関する記載事項を抽出し、その内容を記述的に整理した。加えて、WPIプログラムのプログラム・ディレクターに対するインタビューを実施し、事実関係の把握に努めた。

(2) 分析結果①：多様性指標

多様性の指標として、Rao-Stirling diversity, Balance, Disparity, Shannon Entropy および Variety の5指標を用いた。この分析結果を表3に示す。又、多様性の順位を整理した結果を表4に示す。

拠点名	AIMR	I2CNER	iCeMS	IFReC	IPMU	MANA
Rao-S. diversity	0.681	0.699	0.802	0.738	0.534	0.663
Variety	61	33	80	79	22	63
Shannon Entropy	2.818	2.766	3.428	3.251	1.507	2.656
Balance	0.685	0.791	0.782	0.744	0.488	0.641
Disparity	0.797	0.742	0.829	0.830	0.811	0.800

表3. WPIプログラム拠点の多様性指標の分析結果 (実数)

拠点名	AIMR	I2CNER	iCeMS	IFReC	IPMU	MANA
Rao-S. diversity	4	3	1	2	6	5
Variety	4	5	1	2	6	3
Shannon Entropy	3	4	1	2	6	5
Balance	4	1	2	3	6	5
Disparity	3	4	2	1	5	6

表4. WPIプログラム拠点の多様性指標の分析結果 (順位)

(3) 分析結果②：多様性-結合度マトリクス

表2の定義式に基づき、各拠点の結合度 (Coherence) を計算した。多様性の指標として Rao-Stirling多様性指標を採用した。この分析結果を図3に示す⁸。両軸とも、分析対象とする6拠点の値の平均値 (多様性が0.66、結合度が1.02) を原点にとり、平均からの乖離度に基づき各拠点をプロットした。結果、第1象限 (右上) にI2CNERとIFReCが、第3象限 (左下)

にIPMUが、第4象限（右下）にはAIMR, iCeMS, MANAが配置された。この結果は、Rafols (2012)の相対的な分類論によれば、I2CNERとIFReCは“interdisciplinary”に、“mono-disciplinary”に、AIMR, iCeMS及びMANAは“multidisciplinary”に、各々分類された。ここで、interdisciplinaryはいわゆる学際研究を、mono-disciplinaryは単一（或いはより少数の）分野を志向した研究を、multidisciplinaryは複数分野が集合する（学際性は低い）研究を、各々指している。

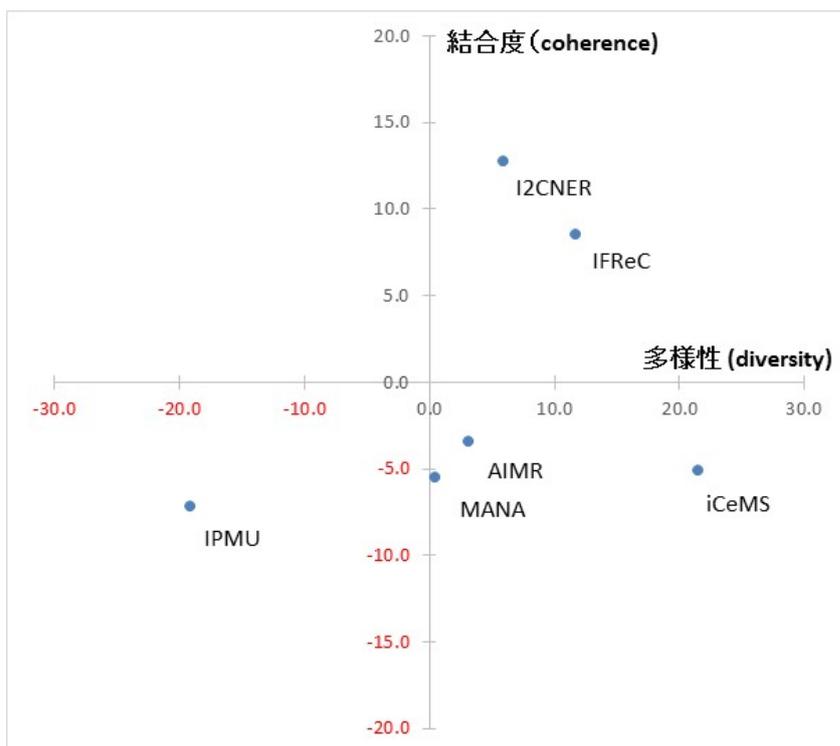


図3. WPIプログラム拠点の多様性－結合度マトリクス

(4) 分析結果③：深度及び範囲指標

深度の指標として depth を、範囲の指標として scope を各々使い、表 2 の定義式に基づき計算した。分析結果を表 5 及び図 4 に示す。

指標 拠点名	深度 (Depth)				
	AIMR	iCeMS	IFReC	IPMU	MANA
2010		0.480		0.813	0.511
2011	0.737	0.612	0.685	1.317	0.845
2012	0.820	0.677	0.579	1.435	1.009
2013	1.023		0.742	2.309	1.375

指標	範囲 (Scope)				
拠点名	AIMR	iCeMS	IFReC	IPMU	MANA
2010		0.779		0.538	0.776
2011	0.719	0.766	0.748	0.565	0.701
2012	0.705	0.758	0.787	0.572	0.690
2013	0.678		0.727	0.424	0.642

表5. WPIプログラム拠点の深度及び範囲の分析結果

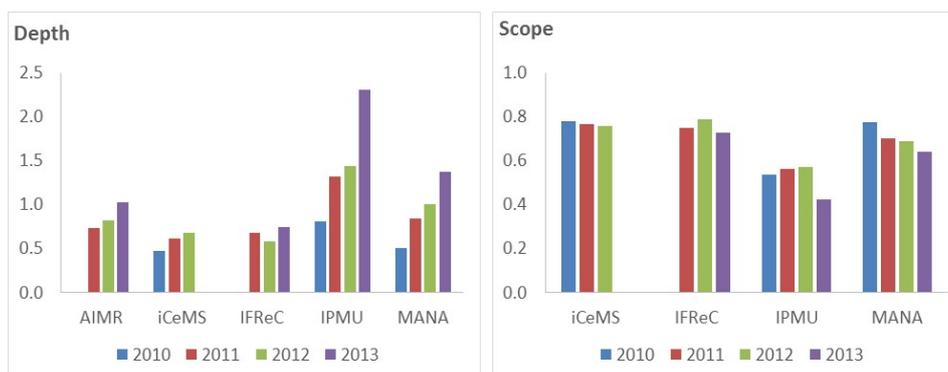


図4. WPIプログラム拠点の深度及び範囲の分析結果

(5) 分析結果④：ピア・レビュー評価結果

表6に、WPIプログラム拠点の平成19年度採択拠点中間評価⁹の要約を示す。

	AIMR	IPMU	IFReC	MANA	iCeMS
Rationale for interdisciplinarity	<ul style="list-style-type: none"> New phenomena and creation of original ideas coming from the fusion of fields. Materials research essentially an integrative field (BioChemPhys materials). 	<ul style="list-style-type: none"> Research fronts tightly tied to the integration of the fields of theoretical physics, astrophysics, experimental physics, mathematics, instrumentation, and applied mathematics. 	<ul style="list-style-type: none"> Focus on the advancement of the field of immunology through the integration of three I's: Immunology, Imaging and Informatics. 	<ul style="list-style-type: none"> Convergence of five technologies of nanoarchitectonics for the promotion of fundamental studies and applications in the fields of nanomaterials and nanosystems. 	<ul style="list-style-type: none"> Integration of cell and material sciences (chemistry, physics, and cell biology) as a way to reach innovations in medicine, pharmaceuticals, the environment, and industry.
Interdisciplinarity strategy	<ul style="list-style-type: none"> Implementation of joint-research projects across research groups. Fusion as the basic strategy. 	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of activities encouraging interdisciplinarity, such as daily coffee breaks, weekly seminars, yearly retreats, and semi-annual workshops, among others. Interaction of young researchers with different backgrounds by top-down initiatives. 	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of programs oriented toward 'fusion', ex. 'Research Support Program for the Fusion of different Fields' which funds research proposals involving different research areas. Research facilities hosting researchers from multiple fields. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementation of the top-down approach 'MANA Fusion Research Fund' encouraging interdisciplinarity. Other more informal approaches of interaction, such as 'Grand Challenge Meetings' and 'Melting Pot Activities' have been formalized. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementation of initiatives promoting cell-material integration (start-up grants, annual retreats, seminars, etc.).
Interdisciplinarity-related items from interim evaluations	<ul style="list-style-type: none"> Increasing interdisciplinarity reflected in the number of joint publications. More systematic and strategic approaches are necessary for encouraging fusion. 	<ul style="list-style-type: none"> Truly interdisciplinary research center, particularly strong efforts bridging mathematics and physics, and cosmology and particle physics. 	<ul style="list-style-type: none"> Strong efforts to promote 'fusion' among the fields of immunology, imaging, and informatics. 	<ul style="list-style-type: none"> Successful efforts, mentioned above, have been implemented for fostering fusion research. 	<ul style="list-style-type: none"> Interesting interdisciplinary and collaborative projects, such as those combining stem cells & chemistry, materials science & biology, etc. Insufficient integration among disciplines.
Final score from interim evaluation	• B	• S	• A	• A	• A-

表6. WPIプログラム拠点の中間評価結果まとめ

(6) 調査分析結果の評価と解釈

計量書誌学的指標の妥当性については、第一に、導入したいずれの指標においても拠点間で差がみられ、分析・評価指標として機能しうることが示された。第二に、多様性 (diversity) に関しては、指標間でその傾向 (順位) に概ね一致をみせており、各拠点の刊行文献にみる多様性を反映していると考えられた。このことから、今回導入した各指標は、文献に表出される情報の限りにおいて、WPIプログラム事例において有効と判定した。

本分析結果とピア・レビュー評価結果の関係性については、多様性、結合度、深度・範囲の3視点から、前者による後者の解釈の試みを通じて検証した。多様性に関しては上述の通りである。結合度に関しては、iCeMSやIFReCに関しては概ね一致する一方、IPMUに関しては一致しなかった¹⁰。深度・範囲に関しては、とりわけ深度すなわち学際・融合研究の深耕の進展という観点で、ピア・レビュー評価と概ね一致をみせた。このことから、計量書誌学的指標は、ピア・レビュー評価の傾向と妥当性を判断するための手段を提供しうること、又、一部の指標に関しては、ピア・レビュー評価を代替或いは補完しうることが示唆された。

(7) 有識者インタビューによる検証

計量書誌学的指標及び手法論の有用性として、評価場面における客観性の担保、研究開発アウトカムの可視化と提示の2点が指摘された。

一方、本方法論の課題或いは限界としては、研究成果が文献情報に至るまでのタイムラグ、文献情報に表出しない協業成果 (日々の知的交流による貢献等) の取り扱い、分野定義 (Subject Category) の妥当性や粒度、の3点が指摘された。第一点のタイムラグと第二点の潜在協業成果は、文献情報の本質的な限界であるため、文献情報に頼らない指標の導入が必要である。具体的には、学協会発表やシンポジウム開催等の非文献的な学术交流、平素の研究開発場面における知的交流・貢献等の活動情報を考慮する必要がある、この点は次節の事例において言及する。第三点の分野定義に関しては、現行手法はいずれも文献そのものではなく文献の掲載誌の分野分類に依存するいわば間接評価であることから、抜本的な変更が求められる。具体的には、共語分析と共引用分析による文献間の関連づけ等の手法論が候補として考えられる [9, 10]。

(8) 総括

本研究では、現行の政策プログラムに対して、その学際・融合研究の評価の在り方に着目し、計量書誌学的アプローチの導入可能性を検証した。学術文献データベース、及び

Diversity-Coherence MatrixおよびRao-Stirling Diversityを適用した評価の結果、6つの観察事例間において差異が検出された、加えて、これらの評価指標とその合成指標は、現行のピア・レビュー評価の方針や傾向をよく説明した。この結果は、計量書誌学的評価指標が、現行のピア・レビュー評価の代替あるいは支援ツールとして活用しうることを示唆するものである。今後は、各種の評価アプローチの特徴を踏まえ、評価の質を担保しつつ、評価に要するコスト・時間の軽減を図った、新たな学際・融合研究の評価系、並びに評価プロセスの開発が必要である。

4.1.2. 設計グループ

(1) 研究手法

異分野融合型研究拠点での研究支援の範囲、及び所属研究者の研究開発や実用化活動への貢献を把握するために、個別研究者に対するサーベイ調査を実施した。

CNBIの先行研究では、主要経営指標（KPI）に関して論文数や後方引用数といった生産性に関する成果指標のみならず、特に異分野融合の度合いを示す学際性指標についてもその測定方法を設計し、実際に測定・解析・評価を行った[11, 12]。更に、経営指標とは別に活動指標（KAI）を定義し、この評価として、CNBI内の主要会議をはじめとする交流機会の開催状況に関する調査、又、研究者個人の活動実態に関するサーベイ或いはヒアリング調査を実施した[12, 13]。

NanoBio FIRSTの事例研究では、CNBI事例の調査分析・評価手法を援用するとともに、特許や製品化実績などのより実用化を意識した評価指標の設計を目論んだ。更に、拠点立上げ時に、全所属研究者を対象とする、実用化に関する実績や姿勢を確認するサーベイ調査を実施し、かつ、本結果がプロジェクト期間中にどのように変遷するかをモニタリングできる体制が具備されている。

サーベイ調査は平成24年度に実施され、有効回答数は59件であった。この中には、1名の中心研究者、8名のサブテーマリーダー・共同提案者、14社の連携企業、及び、36名のその他の所属研究者が含まれる。尚、企業は1社を1件として取り扱った。

(2) 分析結果①：NanoBio Firstにおける研究分類と活動実態

NanoBio Firstでは、臨床研究や治験を実施しうる医療機関、及びそこに所属する臨床系の研究者が参画している。更に複数の医薬品・医療機器企業も参加しており、臨床試験や実用化を強く意識した組織構成となっている。併しながら、2010年から2012年における計測可能な論文出版数140件¹¹のうち、ヒトを対象とした臨床研究に関するものは2件に留まっていた。この傾向は、より先行的な指標である国際学会発表・招待講演でも同様で、同時

期における352件のうち、ヒトを対象とした臨床研究に関するものは3件のみであった。このことは、主として研究成果の創出から論文発表の完了までのタイムラグにより、論文数が即時的な指標として機能しないことを示唆している。

そこで、まず当該拠点の研究ステージを基盤研究、応用・実用化研究、及び、トランスレーショナル・リサーチ（TR或いは探索研究）の3段階に分け、所属研究者に下記分類での研究活動時間とその変化に関する調査を実施した（図5）。ここで基盤研究とは、対象疾患を特定した製品化イメージを持たず、論文数、論文の被引用回数、所属研究者間の共著論文数などの指標によって成果が測定される研究と定義した。応用・実用化研究は、対象疾患を特定した製品化イメージを持ち、特許出願数／成立数、特許ライセンス数、起業数、獲得した開発資金などの指標によって成果が測定される研究と定義した。TRは、製品開発を目的として臨床で実施され、臨床研究数、企業治験数、製品化数などの指標によって成果が測定される研究と定義した。

調査の結果、基盤研究の割合がNanoBio First開始5年前から開始直前までの間に減少していた一方、TRの時間割合は増加の傾向が見られた。特に、中心研究者や共同提案者に代表される主任研究者（或いはPrincipal Investigator, PI）は、全体に比べて応用・実用化研究やTRに割く時間割合が高い傾向にあった。本結果より、NanoBio Firstの活動実態はその目的に適合していることが示唆された。

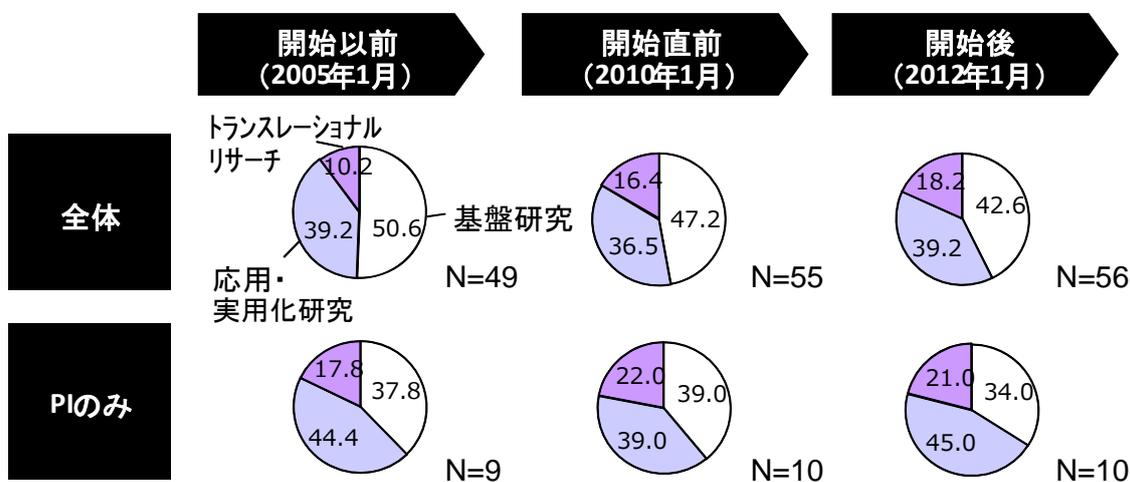


図5. 研究時間の割当（パーセント）と経時変化

(3) 分析結果②：NanoBio Firstにおける研究者の活動実績と組織対応の貢献

NanoBio Firstに所属する研究者の活動実績と、NanoBio Firstが行った組織的な研究支援活動の貢献度とを調査した（図6）。調査の結果、所属研究者の38.7%が臨床研究を経験

しており、更に、6.5%の研究者がかかる製品化を経験していることが分かった。組織的な研究支援活動に対しては、基盤研究では「論文出版」及び「共同研究」において、応用・実用化研究では「特許出願」、「特許ライセンス」、「試作機・治験薬（の製造）」において、その経験者の半数以上が貢献を実感していた。一方、応用・実用化研究の「特許登録」或いは「ベンチャー企業設立」、TRの全指標においては、組織的支援の貢献は実感されていなかった。

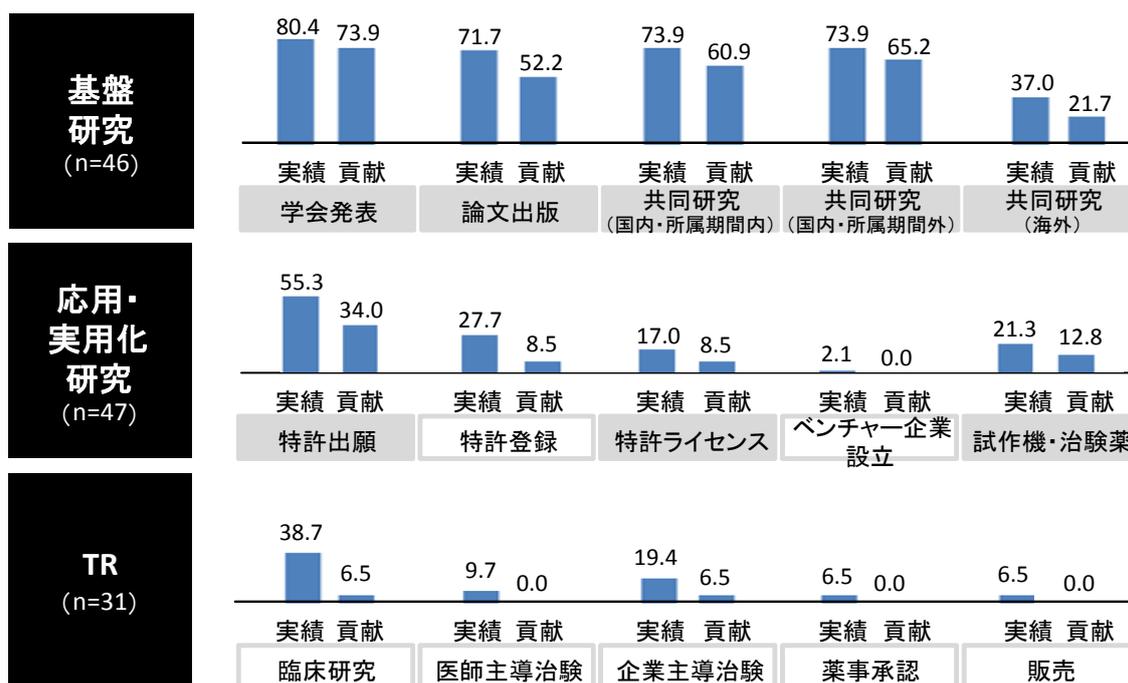


図6. 研究者の活動実績と組織的貢献

単位はパーセント。項目の網掛けは、実績のある研究者の50%以上が貢献を実感すると答えた項目を示す。

(4) 分析結果③ : NanoBio First における研究資源・研究支援活動への重要度・充足度

NanoBio Firstの組織的な研究支援活動により提供されるサービスが、研究の推進にどの程度重要なのかを確認するため、研究支援の内容を項目別とし、5段階のリッカート・スケールを適用して、重要度を調査・分析した（図7）。更に、所属研究者が認識する、NanoBio Firstから提供される研究資源や支援活動の充足度を測定するため、図7と同様の項目について、5段階のリッカート・スケールを適用し、充足度を調査・分析した（図8）。比較対照として、NanoBio Firstの所属研究者が元来所属している研究機関或いは研究部局における実態も同様に調査した。

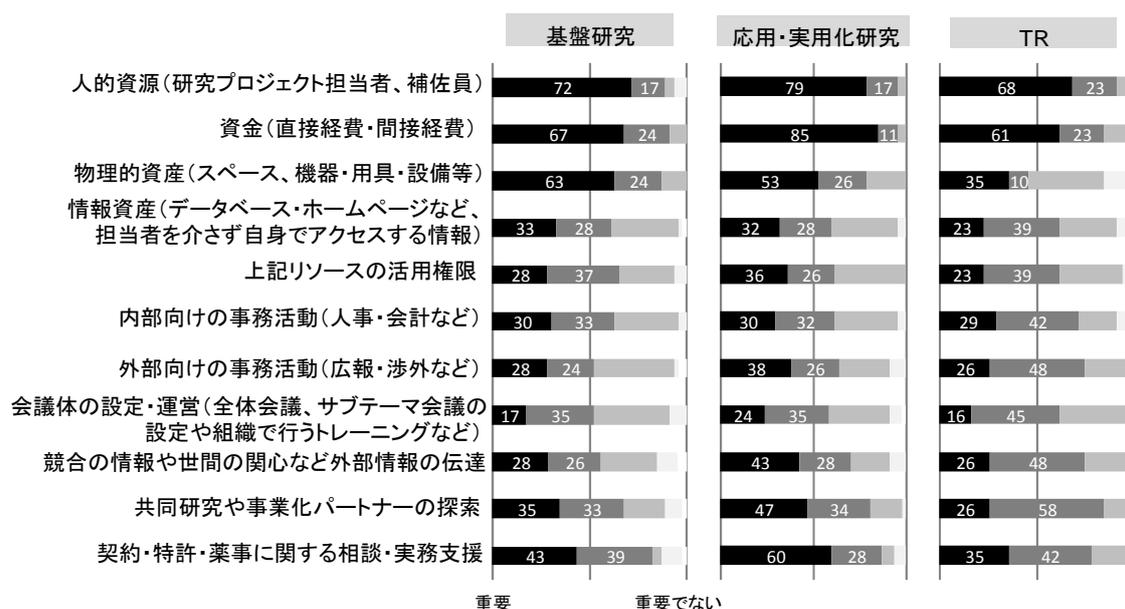


図7. 所属研究者が認識する研究資源・研究支援活動の重要度
回答は「極めて重要」から「重要でない」の5段階評価。単位は回答割合（パーセント）。
NanoBio FIRSTの研究ステージ別で比較している。

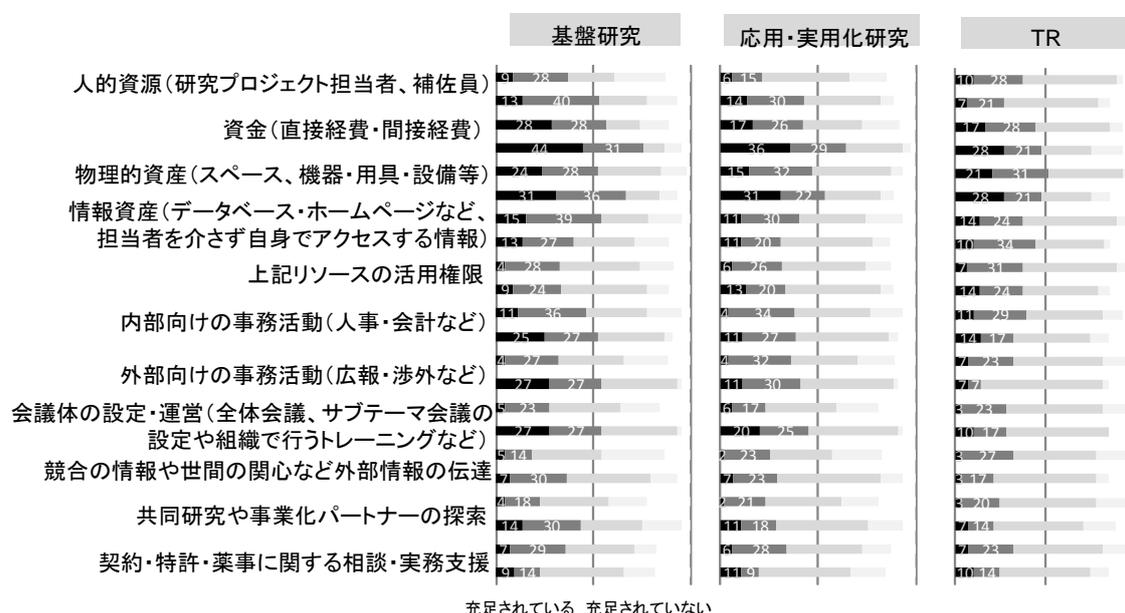


図8. 研究者が認識する研究資源・研究支援活動の充足度
回答は「極めて充足」から「充足でない」の5段階評価。単位は回答割合（パーセント）。
NanoBio FIRSTの研究ステージ別で比較している。

項目間で加重平均をとった全体値は、NanoBio First及び元来所属する研究機関・部局と

の各々において、基盤研究が3.4及び3.1 ($p < 0.01$)、応用・実用化研究が3.3及び3.0 ($p < 0.05$)、TRが3.0及び3.2 (有意差なし) となった。すなわち、基盤研究及び開発・実用化研究における研究支援活動の評価は、NanoBio Firstの方が元来の所属よりも高かった。項目別にも傾向差がみられ、例えば、「会議体の設定・運営」ではNanoBio Firstに概ね高い評価を与えられていた一方、「契約・特許・薬事に関する相談・実務支援」では元来所属する機関・部局レベルに概ね高い評価が与えられていた。

(5) 調査分析手法の評価と解釈

NanoBio Firstにおける研究分類と活動実態 (図5) は、単純な調査内容ながら、時間資源の配分状況、成果に表出されない活動実態の把握等を把握する上で有用な情報を提供している。但し、自己申告に基づく調査であるため、正確性の担保のためにはより実測的なアプローチが模索されよう。活動実績と組織対応の貢献 (図6) は、貢献の実感の定義の精緻化等の課題を含みつつも、組織的な研究支援活動の効果を簡便かつ迅速に測定・評価し、改善につなげるアプローチとして、有効に機能するものと考えられる。研究資源・研究支援活動の重要度・充足度 (図7・8) は、調査項目間の比較のみならず、NanoBio Firstのような新規設立の研究拠点と、元来所属する研究機関或いは研究部局との差を同時に調査・分析することで、研究支援活動の重要度及び充足度の実態がより正確に把握され、改善試行を行う上で有用な情報ベースとなると考えられる。

本調査・分析結果は、NanoBio Firstの経営管理当事者のみならず、全ての所属研究者の参加が義務付けられている、年2回開催の全体会議の場においても共有された¹²。この結果、所属研究者の各々が当該プロジェクトの達成目標と共に実態を把握し、かつ研究者間で共有されるのみならず、政策プログラム実施期間中における改善試行にむけた各種の施策が議論されるなど、拠点内におけるPDCA (plan-do-check-action) サイクルの実践にも一定の貢献を果たしている。

加えて、本調査・分析結果は、監督府の閣僚や担当者¹³、及び上記全体会議の際に政策プログラムの評価者、外部評価委員にも共有された。このことにより、学際・融合研究拠点運営のプラクティスがその実態調査分析データと共により明確に共有され、とりわけ、学際研究の進展度の測定と達成度の評価の方法論として認知されるに至っている。

最後に、KAIで測定される活動実態が拠点の成果指標であるKPIに及ぼす影響、すなわちKPI-KAI間の因果関係に関しては、主として事例研究の期間の制限により、NanoBio First事例では行わなかった。CNBI事例での取り組み[12, 13]を参考にしつつ、これは今後の課題としたい。

(6) 有識者インタビューによる検証

サーベイ調査に基づく活動指標及び手法論の有効性として、調査分析の簡便性と即時性の2点が指摘された。一方、調査範囲の網羅性、調査分析結果の妥当性・客観性、評価指標としての代替性については、複数の事例観察を踏まえたより入念な検討を要する旨が示された。

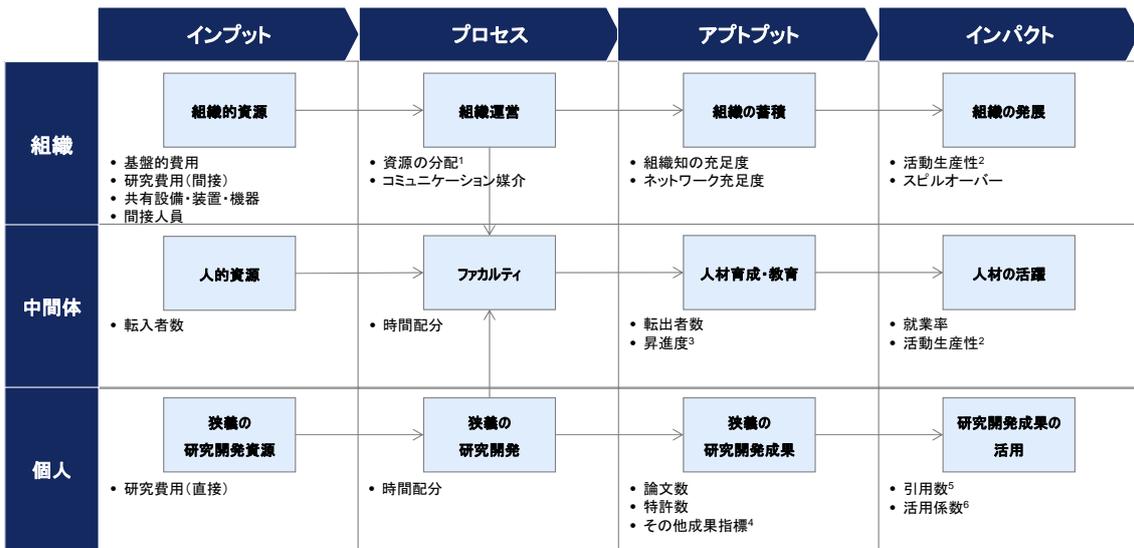
調査範囲の網羅性に関しては、測定・評価指標の更なる拡充が必要である。とりわけ、事業化を通じた実価値の創造、臨床応用による患者の救済等といった、社会還元におけるインパクトを、最終成果の指標やその有効な代替指標を用いて、明示的に測定・分析かつ評価する必要がある。この実現には測定技術上の課題が残されているが、かかる政策プログラムが産業界・社会における具体的なインパクトを訴求するものである以上、不可避の課題と位置づけられ、今後その方策を検討する必要がある。

(7) 総括

以上の調査分析並びに考察に基づき、学際・融合研究開発拠点の成果及び活動指標の調査分析・評価フレームワークを仮説的に提示する(図9)。本フレームワークは、設置中の研究拠点の推進場面で活用されると共に、次期施策プログラムの設計場面においても、設計に際するファクトベースを提供することを企図するものである。

本フレームワークでは以下の3つの工夫を講じている。第一に、組織と個人の間、組織内における集団的個人の「中間体」を設け、指標を定義した。第二に、拠点の構成員からなるファカルティの活動を明示的に位置づけた。ファカルティ活動は会議体を想定し、組織的な人材教育の成果はここに帰属させた。第三に、アウトプット指標とインパクト指標を分離した。アウトプット指標は拠点活動がもたらす直接的な成果、インパクト指標は受益者集団内における最終的な成果を扱うものとする。

今後は、研究ステージ別・研究者別のサーベイ調査を定期的を実施して研究資源・研究支援活動の重要度・充足度に対する認識を経時的にモニタリングすると共に、本フレームワークを運用して、その妥当性を検証する予定である。



- 1 測定ドライバ(例:間接人員のタイムアロケーション、共有設備の利活用度)の導入により実測するか、あるいは個人業績における組織的效果として推定
 2 対象が研究者(研究生産性)の場合は、子モジュールの研究者として同様に評価。非研究者の場合は、別途指標を導入の必要あり
 3 例えば、教授や准教授等のタイトル別にスコア化し評価する等が考えられる
 4 論文・特許の学際・国際・組織連携度合い、論文・特許以外の成果物数などを想定
 5 対象が論文の場合は論文・特許の前方引用数、特許の場合は承継率・ライセンス率。代替指標の導入
 6 論文・特許以外の成果物(例:マテリアル)等については、別途指標を導入の必要あり

図9. 学際・融合研究開発拠点の成果及び活動指標の調査分析・評価フレームワーク
 縦軸は研究開発拠点の組織の構成要素を、横軸は価値創造のプロセスを模式的に表す。各要素プロセス中の囲み書きは調査分析・評価項目を、その下の箇条書きはその項目のための測定指標を表す。

4.2. 目標の達成度

本企画調査では、学際・融合研究開発に関わる政策プログラムの評価手法及び設計手法の在り方について、事例の検証を通じ、本企画調査が掲げる研究開発アプローチの実行可能性及び実効性を確認することを目標とした。

4.2.1. 評価チーム

既存の評価手法の検証：既出の科学計量学的評価指標を我が国の政策プログラム事例に適用し、得られた評価結果と実際の評価結果との比較・検証を通じ、その有用性と適用可能性を検証するとともに、新たな指標開発の必要性を判断した。

WPIプログラムの6拠点を事例とし、既成の計量書誌学的指標の導入可能性を検証した結果、事例間において差異が検出されたこと、現行ピア・レビュー評価の方針や傾向をよく説明したことから、計量書誌学手指標が代替あるいは支援ツールとして活用しうることが示唆された。その一方で、文献情報に表出するまでのタイムラグや学術分

野分類の頑健性等の技術的課題、測定・分析に要するタスク負担や政策当事者への解りやすさ等の運用上の課題も提示された。このことは、既成指標の単純適用に対する限界の指摘であり、新指標開発の必要性を示唆するものである。すなわち、評価の質を担保しつつ、評価に要するコスト・時間の軽減を図った、新たな学際・融合研究の評価系、並びに評価プロセスの開発が必要と判断された。

4.2.2. 設計チーム

同一研究代表者による複数の政策プログラムにまたがる研究開発プロジェクト事例について、政策プログラムの切り替え時におけるプログラム・デザインへの影響や当事者間の対応等の観察を通じ、求められるツール及びプロセスを仮説的に提案した。

拠点レベルの事例研究として、FIRSTプログラム拠点のひとつNanoBio First事例を検証の結果、主要経営指標を用いた研究成果のモニタリングと評価、とりわけ学術文献や特許出願等の文献情報に基づく計量書誌学的手法論が拠点設立時から導入されていること、研究開発成果のみならず活動実態に関する指標も設けられていること、及び、これら指標系を運用した組織管理モデルが立案され、拠点の経営管理に一定の貢献を果たしていること等が確認された。

政策レベルでの事例研究として、COI STREAM事例を検証の結果、各拠点の研究開発・イノベーション活動の推進支援を担う「構造化チーム」が政策プログラムレベルで組成され、拠点を越えた体系的な施策が講じられていることが確認された。これに呼応する拠点レベルの対応として、COINS事例では「社会実装に向けた社会システム構築」サブチームが設けられ、評価―被評価の関係性に留まらない、協調的な取り組みが模索されていることも確認できた。

上記の観察結果は、学際・融合政策プログラムの推進場面における、拠点活動の評価・モニタリングのための、体系的な成果指標及び活動指標の必要性を強く示唆するものである。従って、政策プログラムの設計場面において、規範的な経営管理指標の体系を構築し導入することの意義は大きいと判断された。

指標運営の技術面に関しては、客観的な測定ドライバーを用いて指標系が構築されるべきであるが、前節で指摘された計量書誌学的手法の限界、測定・分析に伴うタスクレベル等を勘案すれば、サーベイ調査等より簡便な指標も考慮されるべきであろう。この点についても、NanoBio FIRST事例の検証の結果、指標の頑健性や客観性に課題を含みつつも、経営管理ツールとしては概ね有効に機能するものと判断された。

4.2.3. 今後の展望

本企画調査の新たな目標は、学際連携・異分野融合研究の評価・設計・推進に留まらず、学際・国際・産学の「3つの連携」を包含する政策プログラム及び実施拠点の運営支援（測定・分析と可視化）と再定義されよう。これには一連のプロセス、各種連携の分類と定義の明確化、政策的狙い・意義の理解と指標への反映（規範的アプローチ）、現場の理解と指標への反映（記述的アプローチ）、両者の統合と基本フレームワークの形成、評価・推進・設計場面における実証的運用（パイロット）と検証、そして、政策・現場の当事者との対話を通じたインプリメンテーション等が含まれると考えられる。

4.3. 実施体制内での主なミーティング等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成26年 3月6日	プロジェクト・ワーク ショップ	JST	6名	アドバイザー委員からの 意見収集

5. 成果の発信等

(1) 口頭発表

- ①招待、口頭講演 (国内1件、海外1件)
- ②ポスター発表 (国内1件)
- ③プレス発表 なし

(2) その他

論文発表 (2件、投稿中)

6. 企画調査実施者一覧

研究グループ名：評価グループ（国立大学法人京都大学）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施 項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
仙石 慎太郎	センゴク シンタロウ	物質－細胞 統合システ ム拠点	准教授 ・主任研 究者	研究開発プロ ジェクト評価 結果の解析	25	10	26	03
Alfonso Avila-Robins on	アルフォン ソ アビラ ロビンソン	物質－細胞 統合システ ム拠点	博士研 究員	計量書誌学的 評価の実施	25	10	26	03

研究グループ名：設計グループ（国立大学法人京都大学）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施 項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
仙石 慎太郎	センゴク シンタロウ	物質－細胞 統合システ ム拠点	准教授 ・主任研 究者	ヒアリング・ 分析	25	10	26	03
小林 左和子	コバヤシ サワコ	物質－細胞 統合システ ム拠点	リサーチ・ アシスタント	分析補助	26	01	26	02
瀬尾 卓	セオ スグル	物質－細胞 統合システ ム拠点	リサーチ・ アシスタント	分析補助	26	03	26	03

7. 参考文献

- [1] Kostoff, R., *Journal of the American Society for Information Science* 45(6):428-40, 1994.
- [2] Rafols, I., M. Leydesdorff, A. O'Hare, P. Nightingale, A. Stirling.; "How journal rankings can suppress interdisciplinary research: A comparison between *Innovation Studies* and *Business & Management*," *Research Policy*, vol. 41, no. 7, pp. 1262-1282, 2012.
- [3] Stirling, A.; "A general framework for analysing diversity in science, technology and society," *Journal of the Royal Society Interface*, vol. 4, pp. 707-719, 2007.
- [4] Katila R., G. Ahuja.; "Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product Introduction," *Acad Mgt J*, vol. 45, no. 6, pp. 1183-1194, 2002
- [5] Carayol, N., T. U. N. Thi.; "Why do academic scientists engage in interdisciplinary research?" *Research Evaluation*, vol. 14, no. 1, pp. 70-79, 2005.
- [6] Adams, J, L. Jackson, S. Marshall.; *Bibliometric analysis of interdisciplinary research*. Report to the Higher Education Funding Council for England. Evidence, Leeds, 2007.
- [7] Larivière, V., Y. Gingras.; "On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact," *J Am So Info Sci Tech*, vol. 61, no. 1, pp. 126-131, 2010.
- [8] Leydesdorff, L., I. Rafols.; "A global map of science based on the ISI subject categories," *J Am So Info Sci Tech*, vol. 60, no. 2, pp. 348-362, 2009.
- [9] Kodama, H., Watatani, K., Sengoku, S. *Competency-based Assessment of Academic Interdisciplinary Research and Implication to University Management*, *Research Evaluation* 22, 93-104 (2013)
- [10] Watatani, K., Zhongquan, X., Nakatsuji, N., Sengoku, S. *Global Competencies from Regional Stem Cell Research: Bibliometrics for Investigating and Forecasting Research Trends*, *Regenerative Medicine* 8(5):659-668 (2013)
- [11] Anzai, T., Kusama, R., Kodama, H., Sengoku, S., *Holistic observation and monitoring of the impact of interdisciplinary academic research projects: An e*

empirical assessment in Japan, *Technovation* 32(6):345-57, 2012.

[12] 安西智宏, 仙石慎太郎, 「政策と研究の連携を目指して 研究開発現場との連携の在り方」, 『研究技術計画』 27(3/4):210-225, 2012.

[13] Anzai, T., Sengoku, S., An Institutional Managerial Approach for Interdisciplinary Academic Research Projects, International Association for Management of Technology (IAMOT) Conference 2012 (Porto Alegre, Apr 2013).

8. 脚注

-
- ¹ 文部科学省ウェブサイト: http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/toplevel/
- ² 内閣府ウェブサイト: <http://www8.cao.go.jp/cstp/sentan/about.html>
- ³ 文部科学省ウェブサイト: http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/coi/
- ⁴ 拠点ウェブサイト: <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/CNBI/>
- ⁵ 拠点ウェブサイト: <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/nanobiof/>
- ⁶ 拠点ウェブサイト: <http://www.kawasaki-net.ne.jp/coins/>
- ⁷ 本方法論の詳細は、右記において別途公開予定である: Avila-Robinson, A., Shichijo, N., Sengoku, S., Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET) Conference 2014, 14R0274 (Kanazawa, Jul 27-31 2014).
- ⁸ I2CNER は WPI プログラムの中間評価の対象になっていない。
- ⁹ (独)日本学術振興会ウェブサイト:
http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/data/08_followup/FY2010result_e.pdf
- ¹⁰ 例えば、IPMU は多様性—結合度マトリクス上では mono-disciplinary 象限に配置されるが、ピア・レビュー評価では” truly interdisciplinary” と表現されている
- ¹¹ 2010 年度は「FIRST の正式な成果と認めるために提示が必要として当該年度中に提示された正確な謝辞文」を掲載したものが 6 報であり、それ以外の成果を加えた場合に 42 報となる。
- ¹² ナノバイオフィースト第 4 回全体会議 (2012 年 1 月 20 日、ナノバイオフィースト第 5 回全体会議 (2012 年 7 月 10 日)。
- ¹³ 山本一太内閣府特命担当大臣及び同府担当者によるサイトビジット (2013 年 10 月 30 日)。