

2 学際研究とその評価

三菱総合研究所

要 旨

学際研究 (Interdisciplinary Research) とは、単独の学問分野では解決が困難な研究領域に対して、二つ以上の学問分野を統合して学問横断的に進めて行く研究である。地球温暖化、食料・資源の枯渇といった社会的課題を解決する手段として学際研究がいま注目されている。

しかし、学際研究は従来の研究開発システムの中では必ずしも十分に進展しておらず、その背景には、学問毎に異なる研究文化 (研究スタイル、研究体制)、学問毎に硬直的な資源配分 (ファンディング制度のみならず、研究機関内部での資金配分も含む)、専門家によるピアレビューに基づく評価制度などが阻害要因として挙げられる。

I 学際研究が着目される背景

1 学際研究の定義

「学際研究 (Interdisciplinary Research)」とは、一つの学問分野では解決が困難な研究領域に対して、二つ以上の学問分野を統合して学問横断的に進めて行く研究を意味する。しかし、「学際研究」に厳密な定義は存在しておらず、例えば「学際研究」に関するレポートをまとめた米国 National Academies の定義を引用すると⁽¹⁾、「Interdisciplinary Research は、複数の研究チームもしくは複数の研究者による研究形態であり、複数の研究分野もしくは複数の専門知識体系から得られる情報、データ、手法、機器、視点、概念、もしくは理論を統合することで、基本的な理解の増進、もしくは複数の分野にまたがる問題を解決することを目的とした研究方法である」。「学際研究」の代表的な研究形態として、以下の例が挙げられる。

- 複数の分野のスペシャリストが集まって、一つの研究課題に取り組む：
例えば「オゾンホールの発生機構」の研究は、大気海洋の動きといった物理的過程、大気の化学組成の変化といった化学的過程が複雑に絡み合うシステムであり、この解明には、気象物理学、大気物理学、海洋物理学、化学、計算機科学といった学問分野の知識を総動員する必要がある⁽²⁾。
- ある学問分野を別の学問分野に適用して、新たな知見を得る：
例えば、物理学者アルバート・アインシュタインが、一般相対性理論を完成させる際に

(1) “Interdisciplinary research is a mode of research by teams or individuals that integrates information, data, techniques, tools, perspectives, concepts, and/or theories from two or more disciplines or bodies of specialized knowledge to advance fundamental understanding or to solve problems whose solutions are beyond the scope of a single discipline or area of research practice.” Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, Committee on Science, Engineering, and Public Policy, *Facilitating Interdisciplinary Research*, National Academies, Washington: National Academy Press, 2004, p. 2. (和訳は、科学技術振興機構 研究開発戦略センター「分野融合研究への新たなスキーム 米国の“戦略イニシアティブ”」2005, p.35. <<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/05or02.pdf>>)

(2) *ibid.*, pp.30-32.

リーマン幾何学という数学の理論を適用した例が挙げられる⁽³⁾。

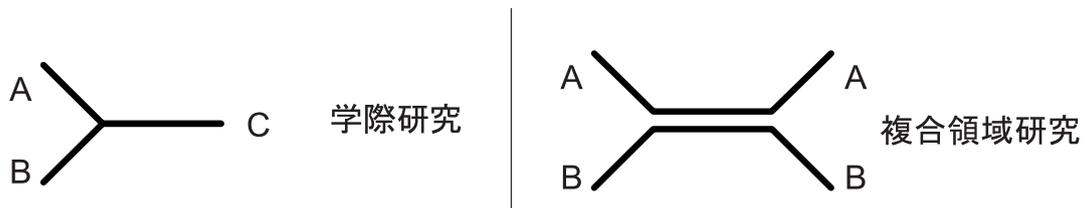
「学際研究」と類似の研究形態を表すとして、「技術の借用 (borrowing)」、「複合領域研究 (Multidisciplinary Research)」がある。どの研究形態も、複数の学問分野の研究者が協力して行うという点では共通しているが、前述の米国National Academiesのレポートでは表1のように整理している。特に「学際研究」と「複合領域研究」は、研究を行うことで新たな研究分野の開拓や、個々の研究分野への新たな知見・手法の発見につながるかどうかで区別できるとしている (図1)。

表1 学際研究・複合領域研究・技術の借用の違いと具体例

区分	特徴	具体例
学際研究 Interdisciplinary Research	研究を行うことで、関与した個々の学問分野への新たな知見・手法の発見や、新たな研究分野の開拓につながる	「超ひも理論」を、数学と物理学両方の知見を用いて構築しようとする研究
複合領域研究 Multidisciplinary Research	研究を行うことで、関与した個々の学問分野への新たな知見・手法の発見や、新たな研究分野の開拓につながらない	地理学的観点を取り入れた、考古学の研究
技術の借用 borrowing	ある学問分野における知見や研究手法を、単に借用するだけ (協力関係に該当しない)	物理学の研究手法 (電子顕微鏡・X線を用いた結晶構造特定など) を生物学に適応した研究

(出典) *ibid.*, pp.26-27.を基に筆者作成

図1 学際研究と複合領域研究の違い



A・B・Cは、それぞれ個々の研究領域を表す。
(出典) *ibid.*, p.29 Figure2-1を基に筆者作成

【コラム】 科学技術活動のモード論

学際研究という研究形態については、科学技術活動という知識生産の新しいモードとして位置づけることもできる。すなわち、ディシプリン (個別学問領域) の内的論理で研究の方向や進め方が決まる従来型の研究活動をモード1とし、問題設定がアプリケーション (単なる産業応用だけでなく、社会的な応用を含む) のコンテキストで決まり、社会に開放された科学研究のモードをモード2と位置づける研究モード論の視点に立つと、学際研究はまさにモード2の研究形態と位置づけられ、単一のディシプリンやマルチディシプリナリではなく、トランスディシプリナリなものと定義される。

(出典) ギボンズ, M. (小林信一訳) 『現代社会と知の創造－モード論とは何か』 丸善, 1997.

(3) *ibid.*, p.29.

2 学際研究が着目される背景

今日、学際研究が注目される理由としては、学際研究でしか解決できない社会課題が顕在化していることが挙げられる。例えば地球温暖化、食料・資源の枯渇、生物多様性の保護といった現在顕在化している社会課題は、単一の学問分野での解決が難しく、学問横断的に知を結集して解決に当たることが不可欠である。このような社会的ニーズの高まり、すなわち研究活動への実用的必要性が、学際研究が着目される大きな理由である。

学際研究が着目されるもう一つの理由として、伝統的な研究分野において学問分野の境界領域へ注目が高まっていることが挙げられる。例えば認知科学は、脳科学、神経科学、神経心理学、情報科学、言語学、人工知能、計算機科学といった学問分野の境界領域にある学問として位置づけられるが、各学問分野がある程度成熟している中で、境界領域である認知科学は未成熟な先端分野として注目が集まってきている。

このように従来の学問分野の延長線上に学際研究が登場する流れがあるものの、境界領域のような未開拓の学問分野こそが社会課題の解決に貢献する可能性も高いことから、全体としては「社会課題の解決策としての学際研究」への注目の高まりと捉えることができよう。

3 我が国における学際研究の状況

我が国でも学際研究の重要性は認識されており、第3期科学技術基本計画⁽⁴⁾の中では、新興領域の創出を目指した融合領域研究に着目した競争力強化策として21世紀COEプログラム(2002年度～)及びグローバルCOEプログラム(2007年度～)が具体的な施策として展開された。また、産学協働で世界を先導しうる先端的な融合研究拠点の形成を図るべく、科学技術振興調整費を活用した新たな制度として「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」が創設されている(2006年度～)。また、平成23年8月19日に閣議決定された第4期科学技術基本計画でも、「領域横断的な科学技術の強化」として、複数領域に横断的に活用することが可能な科学技術や融合領域の科学技術に関する研究開発を推進することが明記されている。

前述のとおり、学際研究自体の定義が明確ではないため、これらの学際研究支援施策の成果については、定量的に分析したものは見当たらないが、学際研究への「研究者の意識調査」は実施されている。文部科学省科学技術政策研究所が実施している「科学技術の状況に係る総合的意識調査」においては「分野連携・融合領域研究への取組」を定点観測している⁽⁵⁾。これによると、

- 第3期科学技術基本計画期間中に、分野連携・融合領域研究への取組は大きな状況の変化は見られない。
- 分野連携や新たな融合領域の創出に関する研究者の活動に対して、我が国の大学の支援は依然として不十分である。

(4) 科学技術基本計画は、平成7年11月に公布・施行された科学技術基本法に基づき、科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な計画であり、平成8年から、3期15年にわたり、策定されている(第1期：平成8年度～平成12年度、第2期：平成13年度～平成17年度、第3期：平成18年度～平成22年度、第4期：平成23年度～27年度)。

(5) 文部科学省科学技術政策研究所「科学技術の状況に係る総合的意識調査(定点調査2010)総合報告書」2011年5月。

- 今後、人文・社会科学と自然科学の知の統合を進めるべきであるという認識が2006年調査から継続している。しかし、現状では、人文・社会科学と自然科学の知の統合は弱い。

という結果となっている。

【コラム】東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の検討の視点

文部科学省科学技術政策研究所は、東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策のあり方について専門家約1700名へのアンケート調査を2011年7月（第1回）及び9月（第2回）に実施した。その中で、社会が抱える様々な課題の解決のために学際研究や分野間連携が「なされている」と考える専門家は、自然科学内については5割、自然科学と人文・社会科学間については2割強に留まっている。また学際研究や分野間の連携がなされていない理由として以下の回答が挙がっており、学際研究推進の難しさが示唆される。

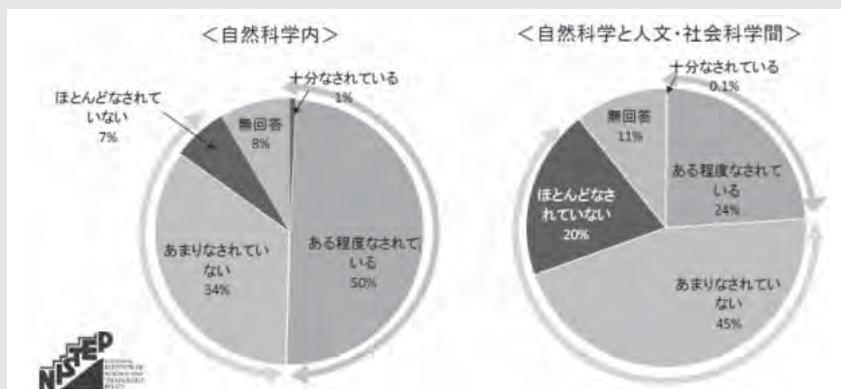
＜自然科学内での学際研究や分野間連携がなされていない理由＞

- 研究評価においては、論文で成果を問われ、また独自性が重視される。論文を出しにくい学際研究や分野間連携は、評価されにくい。
- 大学の専攻から学会まで、すべてが分野縦割り・細分化された構造になっている。
- 連携のための仕掛け（コーディネート等）がない。
- 学際研究や分野間連携に関心がない、必要性を感じない。
- 自身の専門分野の中だけでも取り組むべきテーマが非常に多い。

＜自然科学と人文・社会科学間の学際研究や分野間連携がなされていない理由＞

- 研究文化（アプローチ方法、成果の出し方等）が違いすぎる。
- 交流の機会がない。
- 必要性を感じない（全分野で必要なわけではなく、必要なところはすでに実施している）。
- 方法論がなく、成果の見通しも立たず、成功事例も少ない中で取り組むには、リスクが大きすぎる。

図2 様々な領域にまたがる学際研究や分野間の連携がなされているか



（出典）文部科学省 科学技術政策研究所「『東日本大震災を踏まえた今後の科学技術・学術政策の検討の視点』に関する専門家の見解－専門家へのアンケート結果－」2011年10月11日⁽⁶⁾

(6) 文部科学省ウェブサイト<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu0/shiryo/_icsFiles/

II 学際研究・チームサイエンスのケーススタディ

1 研究実施側の課題と取組

(1) 研究実施機関が内包する学際研究の阻害要因

学際研究の必要性が高まる一方、現在の研究実施機関は従来研究を前提とした組織運営・制度設計となっており学際研究を妨げる要素が数多く存在する。ここでは大学を例に研究実施機関における学際研究の阻害要因とその解決に向けた取組を整理する。

(i) 研究者のインセンティブの問題

学際研究の阻害要因として第一に挙げられるのは研究者のインセンティブの問題である。研究者のインセンティブは、所属組織内における評価（処遇）と、所属するアカデミックコミュニティ内における評価が挙げられる。

(a) 学際研究者に対するポストが限られている。

学際研究分野の研究者ポストは従来の研究分野に比べ著しく少なく、アカデミックポストを求める研究者においてディスインセンティブとなる。これは多くの大学でポストが従来組織単位（既存の学問分野で構成されている）で管理されていることに起因する。特に、大学においては教員組織が教育課程、特に学生数の多い学士課程を基に構成されている場合が多いが、学士課程は既存の学問分野における専門基礎科目を配置することが多く、その結果、既存の学問分野を専門とする教員を大学としても求めがちである。

(b) 学際研究成果を適切に審査・評価できない。

学際研究を正当に評価できる専門家が学内に存在せず、学際研究成果を評価する枠組みも既存の組織では未確立のため、従来研究と比べて採用・昇進（テニュア獲得等）で不利となる、あるいは不利と研究者自身が感じて学際研究に取り組まなくなる。これは、所属組織内の評価に限る問題ではなく、アカデミックコミュニティ内での評価を見ても、学際研究を適正に評価できる学会が存在しない場合、研究成果（論文）が評価されない問題が生じる。

(c) 研究文化の違いを乗り越えるための学習・訓練の機会がない。

学際研究に取り組むためには、複数分野の研究領域を理解する必要があるが、そこでは「研究文化」の違いもあり、複数分野を理解するのに一定期間の学習・訓練を要する。しかし、一度研究者として地位を確立している場合、他分野を学ぶ機会は少なく、また他分野の研究文化を改めて学習することに対して心理的なバリアも存在する。そのため、ある程度、既存分野で研究業績を確立した研究者である程、学際研究に取り組むことが阻まれる要因となる。

(ii) 研究資源配分の問題

学際研究の阻害要因として第二に挙げられるのは研究資源の配分メカニズムの問題である。

afiedfile/2011/10/18/1312079_2.pdf, [last accessed: 2011/12/11]

前述の研究者ポストも人的資源配分の問題とも言えるが、ポスト以外にも研究費や施設・設備配分のメカニズムが問題となる。

(a) 安定的、継続的な運営資金を確保することが困難である。

多くの大学では予算の大半は教育活動（特に学生数の多い学士課程）が占めており、結果的に予算の多くは教育組織単位で分配される。大学内で学際研究組織を新たに設置する際、①研究者は既存組織に所属したままでバーチャルな研究組織を構成する場合や、②研究色が強い大学院組織として設置され学士課程は持たない場合が多い。そのため、固有の教育組織（特に学士課程）を持たない学際研究組織は、内部予算を安定的に獲得することが難しい。その結果、学際研究組織は、学内の流動的経費（例えば学長裁量経費）や、外部資金（例えばグローバルCOE）に依存することになるが、学長等の大学経営層の交代や外部資金の切れ目が発生するため、安定的に運営資金を確保することが難しい。

(b) 研究者間の交流施設・設備が整備されていない。

大学においては、研究施設・設備が既存組織（学部等）で管理されている場合が多く、学部毎に異なる利用規則・資源割当ルールが学際研究の障害となる。特に高価な先端機器の維持管理コストは無視できないため、運用コスト管理（配分）は学際研究推進の大きな課題となる。

また、学際研究には異分野の研究文化に対する理解が不可欠であるため、分野の異なる研究者が日常的に意見を交わす場づくりが必要である。しかし、通常、研究室は既存組織（学部）毎に異なる建物・フロアに配置され、異分野の研究者間の交流を意図して設計されていない。また異分野研究者の交流を促すソフト的な仕組み（例えば学際的な学内ワークショップの開催）もあまり導入されていない。

(2) 海外研究実施機関における学際研究の促進のための取組事例

前述のように、学際研究を推進する上で、既存の研究実施機関（特に大学）には様々な阻害要因が存在する。これらを解決するには個々の大学の状況に応じたきめ細かい施策が必要となるが、ここでは海外研究実施機関における学際研究の促進のための取組事例を紹介する⁽⁷⁾。

表2 海外研究実施機関における学際研究の促進のための取組事例

大学	取組
ウィスコンシン大学	学際研究グループの一括採用 学際研究グループを「異分野からなる研究者クラスター」として一括採用。 採用後も学問分野（ディパートメント）間の教員の処遇差を分析し、改善に取り組んだ。
南カリフォルニア大学	学際研究者の優遇 学際研究に取り組む研究者を対象に最高5万ドルの研究補助を提供し、教育義務も免除、併せてテニューア審査のガイドラインを策定した。他にも二つ以上の学部の研究者が共同研究する場合、学内研究費を優遇。

(7) Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, Committee on Science, Engineering, and Public Policy, *op.cit.* を基に筆者作成。なおイリノイ大学アルバーナ・シャンペーン校、ペンシルバニア州立大学は、当該大学インタビュー結果。

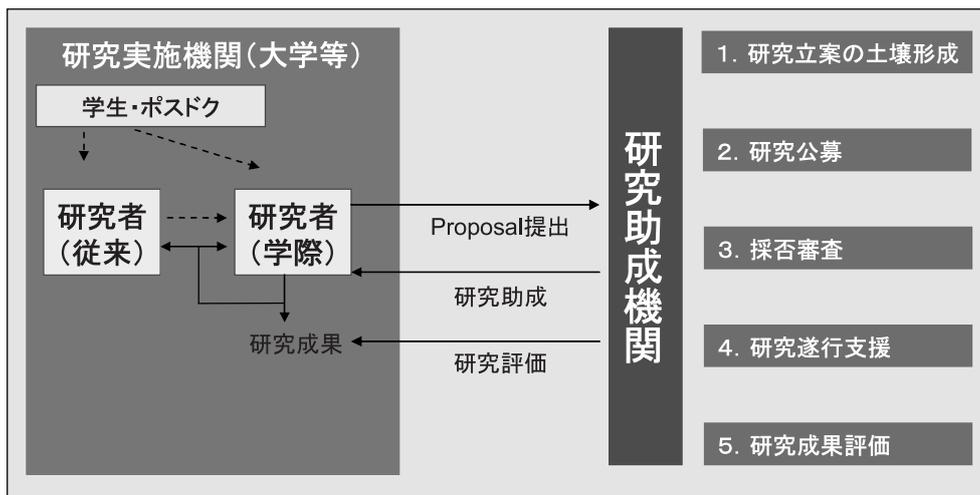
大学	取組
イリノイ大学アルバーナ・シャンペーン校	<p>学際組織と既存組織の間で教員の採用や教育・研究時間配分を協議 学際研究専門の研究所（ベックマン研究所）設立の際、大学院生・学部生も研究所に所属できるよう設計。教員所属は既存組織（学部）だが、必要経費は研究所と学部で分担し、新規採用時は研究所と学部の両方が審査。</p> <p>異なる分野の研究者の交流を促す建物設計 同研究所には40以上の学部からの教授が勤務しており、研究所の地下にあるカフェテリアは吹き抜け空間にテーブルが設置されカジュアルなミーティングが行えるよう配慮。また建物はオフィスと研究所に分かれているが、両者をつなぐ共有エリアで教授が交流を図るよう配慮して設計。</p>
カリフォルニア大学デイビス校	<p>大学本部から直接学際プログラムに研究費を配分 学部単位で配分されていた予算を直接学際研究に配分し、学際研究用の予算を学部が分担するシステムを構築した。</p>
ペンシルバニア州立大学	<p>教員の新規採用を学際組織（バーチャル）と既存組織の共同で実施 Huck Institutes of Life Sciencesは、7つのcollegeが参加する「バーチャル」な組織だが、設置に際し各departmentから予算を10%削減。Huck Institutes自体には教員は所属しないが、教員雇用の際は、Huckへの参加形態等条件について、Huckと各departmentとが合意を形成。</p> <p>学際研究を促進する研究室配置 Huck Institutes of Life Sciencesは共有スペースを数多く設けるとともに、通常の研究では接点がない教員が隣同士になるように配置。</p>
アリゾナ州立大学	<p>予算配分の枠を大括りにし、教員の所属組織を自由に変更可能に School of Life Sciences (SOLS)は6つの組織(faculty)に分かれているが、faculty間には予算の厳密な線引きがなく、各教員は毎年自由に6つの faculty間を自由に所属変更可能とし、学際研究を妨げないよう配慮。</p>
スタンフォード大学 (Bio-X)	<p>建物を学内の中心に置き、研究者の利便性と交流を向上 学際研究所の建物（クラーク・センター）を、各学部から便利が良い学内の中心に設置。施設内に“hotel space”と呼ぶ研究スペース（貸しスペース）を用意し、様々な研究者がプロジェクトの初期段階で一時的に（最長12ヶ月）利用できるようにしている。</p>

2 研究助成側の課題と取組

前述のとおり、「社会課題の解決策としての学際研究」の促進は、科学技術政策における重要施策の一つであるが、従来の国の科学技術システム内にも学際研究を妨げる要素が存在する。ここでは科学技術システムのうち、特に研究助成システム（ファンディングエージェンシー）を例に学際研究の阻害要因とその解決に向けた取組を整理する⁽⁸⁾。学際研究推進において、研究助成機関の果たすべき役割は図3のように整理される。

(8) なお、研究助成側（ファンディングエージェンシー）においては、従来の学問分野と学際研究分野に対し、どのように研究予算を配分するかが重要な問題となるが、ここでは研究助成側が学際研究促進のための予算を確保していることを前提としてそれ以降の課題を整理する。

図3 助成機関を中心とした学際研究の体系



(出典) 筆者作成

(1) 研究助成を実施するに際しての学際研究の阻害要因

(i) 研究立案の土壌形成～学際研究テーマの起案、学際研究チームの組織化

学際研究に対する研究助成で最初に直面する課題は、研究機関から質・量ともに十分な研究申請書（プロポーザル）が集まらないことである。これ自体は新興分野の研究助成に共通する課題であるが、特に学際研究では複数分野の研究者による学際研究チーム体制の構築が必要であり、研究者単独での応募が可能な新興分野と比較して、プロポーザル作成までに解決すべきハードルが高い。このため研究助成側には、研究公募を行う前に、研究機関・研究者に対して、学際研究テーマを起案し、学際研究チームを組織するための土壌形成が求められる。

(ii) 研究公募・採否審査～大規模審査チームによる審査コスト

研究助成側において、研究プロポーザル審査を行う際、通常は専門家による評価（ピアレビュー）で採否を判断する。しかし、学際研究は関連分野が多岐にわたることから少数の専門家だけでは審査できず、大規模な審査チームを要することとなる。そのため1件あたりの補助額が小さい研究助成では研究補助額と比べて審査コストが高く非効率となる。

(iii) 研究遂行支援～研究立上に必要な初期投資

学際研究では、異なる研究分野の研究者が共同で研究を進めるため、異分野の研究者同士がお互いの研究手法・研究文化を最初に理解することが必要となる。研究助成ではこの点を考慮して、学際研究チームが研究を立ち上げるための初期投資（交流の場・機会の創出、学習・訓練）も支援する必要があるが、単年度の研究助成の場合では初期投資に十分な資金・時間を要することが難しく、また経費自体が助成対象として認められない場合も少なくない。

(iv) 研究成果の評価～専門家による評価の限界

研究助成の採否を評価する際と同様に、研究助成側が研究助成終了時に研究成果を評価する

場合、従来の評価システム（当該分野の専門家による評価）では、学際研究の成果を十分に評価できず、結果的に学際研究に対する研究助成プログラム全体が低評価につながる可能性が生じる。

(2) 海外研究助成機関における学際研究の促進のための取組

前述のように、学際研究を推進する上で、既存の研究助成の仕組みの改善が必要である。ここでは学際研究促進を目指す海外研究助成機関の事例として、米国National Institutes of Health (NIH) のInterdisciplinary Research Program (学際研究プログラム) を紹介する⁽⁹⁾。米国NIHは、現在直面している生物学的問題には広範囲の専門知識が必要となるため、異なる専門分野を持つ研究者チームによる学際研究促進を支援するInterdisciplinary Research Programを推進している。このプログラムでは学際的なコンソーシアムを9つ設置し、各コンソーシアムでは、学際研究チームを組織するだけでなく、研究者が学際研究に従事するための訓練を受ける機会を提供している。また、複数のPrincipal Investigator (PI: 主任研究者)が協力して単一の研究プロジェクトを実施するMultiple Primary Investigator Modelを適用する等、学際研究を促進するための新たな仕組みを導入している。

3 まとめ

本稿では、今日の社会的課題を解決するために学際研究への注目が高まっていることと、学際研究が従来の研究開発システム（研究実施側、研究助成側の双方）において十分に支援できていない原因について整理した。学際研究の促進は、従来の研究文化を超える必要があり、従来の科学技術政策の延長線上にない新たな制度設計が求められよう。

(9) Interdisciplinary Research Program<<https://commonfund.nih.gov/interdisciplinary/consortia/index.aspx>>, [last accessed: 2011/12/11]