

○林 隆之（東大総合文化）、平澤 冷（科技厅科学技術政策研）

1. はじめに

現在の科学技術政策においては、全ての分野に総花的に資金提供をするのではなく、資金制限の中で優先的に推進すべき分野を設定し、その分野に対してプロジェクト型の資金提供を行うことで効率的・効果的に研究開発を展開させることが求められている。これまでの日本では国全体レベルでの優先分野設定は明確になされてこなかったことは指摘されているが、個別分野レベルでは科学技術会議や各省庁審議会などの答申によって優先的に実施すべき課題がしばしば示されてきた。では、このような優先課題およびその研究展開計画はどのようなアクター関係の下で設定されており、また、設定された課題に対応するプロジェクト型資金が研究者の活動にいかなる変化をもたらして分野全体の展開を導き得ているであろうか。この2つの疑問に対して、本研究では90年代はじめに欧米からの「基礎研究ただ乗り批判」への応答として日本が主導する新規分野として構想された「糖鎖工学」の展開過程を事例として分析する。同分野は科技厅・通産省・厚生省・農水省の4省庁連携（および文部省とも関連）の10年プロジェクトへと展開したものであり、この事例での課題設定における研究者・計画者間の連携と、研究実施におけるプロジェクト内・間での研究者および知識の連携の形成について書誌計量的手法を用いた分析を行う。

2. 課題設定と研究実施の関係

研究者による研究活動は、個々の研究者が自己の関心に基づいて自由に行う研究と、他者により指定された課題を行う研究とを両極とするスペクトル上に存在する。優先課題に設定された分野では、その展開方向および研究体制がある程度設定されて資金提供が行われるため、個々の研究者はそのフレームに適合するように駆動することが求められる。このような資金提供側である行政府と実施側である研究者の関係は「プリンシパル－エージェント」関係で概念化される（Braun 1993, Guston 1996, Caswill 1998, Van der Meulen 1998）。この理念型では、プリンシパルはいかにして自己目的のために行為するエージェント達にインセンティブを与えることにより、プリンシパルの描くフレームの中にエージェントを取り込んで駆動させ、全体としてプリンシパルの目的を達成させるかを考えなければならない。だが、特に科学知識を基盤とする技術分野(science-based technology)においては、現在・将来の問題を解決するための幅広い知識基盤を形成することが期待されるために、研究者の自由な研究行為が必要と一方では主張され、また、科学技術の専門知識を持たないプリンシパル側はエージェントが実際に期待している通りの行為を行っているかを監視することも困難である。そのため、実際の研究行為と行政府側の使命やファンディング目的との間の関係は不明瞭になる可能性を強く持つことになる。だが、このような理念型に対して、実際には「情報の非対称性」を解消するためにプリンシパルとエージェントは完全には分離した関係とはなっていないと考えられる。研究者は諮問委員会、ピアレビューアー、省庁所管研究所の研究者、あるいは科学界からの事務スタッフの雇用といった形でプリンシパル側の意思決定に関与することが可能であり、また、資金配分を主要業務とする仲介組織を設置することで情報交流が円滑化されうる。そのため、実際に日本のプロジェクトでは、いかにして研究者側が優先課題の設定やその展開体勢についての意思決定に関与しているかを第一点として分析する必要がある。

一方で、プリンシパルはエージェントの行為内容だけでなく、行為のプロセスに対しても影響を与える。いくつかのファンディングでは「産官学の連携」などのエージェント間の相互作用のパターンが資金提供の必要条件として設定されており、その中でも中心的エージェントが国研であるか民間企業であるかなど幾つかの構成の種類がある。そのため、複数のエージェントが関与するプロジェクト型ファンディングの効果としては論文や特許の生産性の増

加（例えば Leydesdorff 1995、渡部 1998）のみならず、参加研究者および参加していない研究者の研究活動の構成的変化をいかに誘引しているかの分析を行う必要がある。これには、前述のようなセクターを越えた共同研究行為の誘引や、学際的研究の推進、研究の集中的展開あるいは資金再配分による分野全体の底上げなどが挙げられる。そのため第二点目として、ファンディングによって複数の研究者間でどのような相互作用の構成が形成されるかについて事例から分析する。分析は、人間・組織といった社会的次元の連携（共同研究行為など）を論文の共著関係から、産出された知識の利用といった認知的次元の連携を論文の引用関係から行う。

3. 分析対象：糖鎖工学

分析を行う事例として「糖鎖工学」を取り上げる。「糖鎖工学」はライフサイエンス分野における「遺伝子工学」「蛋白質工学」に続く重要研究分野として 1980 年代後半から関心が高まった新規分野である。それまでの糖研究においては主に生体のエネルギー源としての役割が注目されていたが、分子レベルでの生命現象研究の進展に伴い、糖鎖は細胞の接着、細胞間の情報伝達、組織・固体の形態形成などに不可欠の機能を有していることが明らかになった。これにより、生体細胞の老化や癌化のメカニズムの解明、新しい機能を備えた糖鎖の量産による機能性新素材の開発など、工業、医療、農林水産業などの幅広い波及効果が期待され、一部では「遺伝子工学以上の市場創造」の可能性も言及されたほどである。その一方で、糖鎖は構造や結合様式が多様なために取り扱いが困難であり、生物学的機能の解明や解析・再構成技術の確立が立ち遅れていることが指摘されていた。

このような背景の下に、科学技術庁の諮問機関である航空電子等技術審議会（以下、航電審）は 1990 年 7 月に第 14 号諮問「糖鎖工学の基盤形成に関する総合的な研究開発の推進方策について」に答申し、糖鎖レベルにおける生態機能調節機能の解明と糖鎖の構造および機能の解析・再構成技術の開発推進を打ち出した。当時の日本は欧米から「基礎研究ただ乗り」批判をうけており、同時期に航電審は「インテリジェント材料」研究の推進を答申するなど日本独自の研究を展開させることを狙っており、糖鎖工学もその一つとして考えられる。航電審はさらに、体系的な研究が少ない糖鎖工学の概念を集約するために科技庁、通産省、農水省、厚生省の四省庁間の協力を提案し、1991 年から 4 省庁連携の十年計画プロジェクトが発足された（表 1）。また、文部省においても糖鎖工学に関する研究が重点領域研究として取り上げられている。

以下で分析に用いる論文セットは、現時点までの 4 省庁それぞれのプロジェクト報告書のうち公開されているものから、プロジェクトの成果論文として挙げられている論文群を同定し、ISI 社の *Science Citation Index*（1991-1999 年 6 月）を用いて検索した。複数のプロジェクトや複数の研究テーマに重複して掲載されている論文も存在しており、ユニークには 849 本である。

表 1 5 省庁の糖鎖工学プロジェクト

省庁	プロジェクト名	プロジェクトの性質*	主な実施者
科学技術庁	科学技術振興調整費総合研究「糖鎖の構造・機能解析のための共通基盤技術の開発に関する研究」	共通基盤技術研究	各省庁国研、大学中心。
	理化学研究所国際フロンティア研究「糖鎖機能研究」	基礎研究	理化学研究所。
通産省	産業科学技術研究開発制度「複合糖質生産利用技術」	産業基盤技術研究・利用技術研究（鈹工業への応用）	企業および通産国研。大学委託少数。
厚生省	ヒューマンサイエンス基礎研究事業「官民共同プロジェクト研究 ニューテクノロジーとしての糖鎖工学の確立と医療・医薬分野への応用」	産業基盤技術研究・利用技術研究（医療・医薬への応用）	厚生省国研、企業、大学。
農林水産省	バイオテクノロジー先端技術開発研究「糖質の構造改変による高機能性素材の開発に関する総合研究」	産業基盤技術研究・利用技術研究（農林水産業への応用）	農水省国研中心。企業・大学委託少数。
文部省	科学研究費補助金重点領域研究「糖鎖遺伝子とその生物機能」	基礎研究	大学。

注…「プロジェクトの性質」は糖鎖工学研究協議会の資料による区分

4. 分析

4.1 課題設定と研究実施におけるアクターの連結

糖鎖工学の推進を提言したのは前述のとおり航電審である。航電審は、科技庁が掌握する範囲に限り、多数部門の協力が必要とされる総合的試験研究を要する技術に関し研究開発目標の設定、具体的な研究開発の推進方策及び推進体制等について調査・分析・評価を行うために設置されている諮問機関であり、多くの場合に航電審の答申に基づいた科学技術振興調整費総合研究プロジェクトが設定されている。糖鎖工学の推進を提言した際には、航電審の中のバイオテクノロジー部会の下に糖鎖工学分科会が設置された。

糖鎖工学分科会は糖鎖工学の専門研究者から構成されており、図1に示すように、実際には振興調整費総合研究の研究実施者とはほぼ一致するとともに、それら研究者は他省庁のプロジェクトへも重複参加している。この分科会では必要とされる研究課題を示した報告書（答申案）を作成し、分科会の半数程度が専門委員として参加しているバイオテクノロジー部会での承認を得る。さらに部会委員がより上位の航電審の委員を兼任している

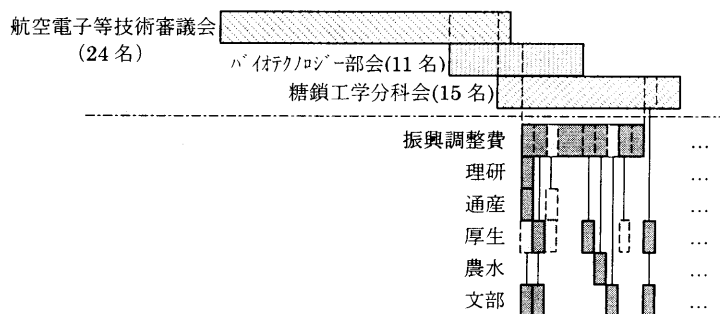


図1 課題形成と実施におけるアクターの重複

ことにより、審議にかけて承認を得ることになる。航電審はバイオを含めた複数分野の部会委員から構成されており、内訳（当時）は大学7人、国研および省庁関連組織6名、民間企業8名、その他2名であり、幹事として科技庁・通産・厚生・農水・文部・防衛・運輸・郵政の各省庁代表者が入っている。このような形で、下位では実際の研究行為と課題形成がシームレスに連結するとともに、アクターの重複によって上位に情報を上げ、審議会では異なる分野・セクターの人間により承認を得る形になっている。

一方、個別省庁のプロジェクトを見ると、通産省、厚生省、農水省はそれぞれが NEDO、ヒューマンサイエンス振興財団、農林水産先端技術産業振興センターといった仲介機関により民間企業や大学にファンディングを行うシステムを採用している。通産省プロジェクトではバイオテクノロジー開発技術研究組合を事務局にした「糖質生産工学調査委員会」が課題設定を行っており、後の研究実施組織の多くが委員会の一員として参加している。このように、個別省庁レベルでも課題設定は実際の研究実施者と不可分な関係として存在している。

4.2 分野全体の推移

次に「糖鎖工学」分野全体の推移を示す。「糖鎖工学」は生化学や医学、薬学、農学に関連する学際分野であり、分野境界を明確に設定することは困難である。そのため、「糖鎖工学」関連の論文群を、この分野を代表する14のキーワードのいずれかをタイトルに含む論文として同定した¹。図1は、「糖鎖工学」関連論文の内、研究者の所属に「Japan」を含む Article 論文の数と、世界全体におけるそのシェアの推移を示している。糖研究は昔から日本が

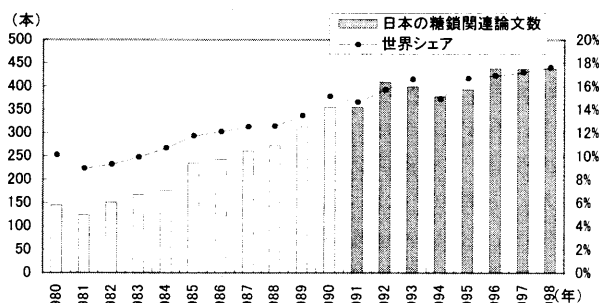


図2 日本の糖鎖工学関連論文数とその世界シェアの推移

¹ 用いたキーワードは、glycobiology, glycoconjugate, glycoprotein, proteoglycan, glycosaminoglycan, ganglioside, glycolipid, oligosaccharide, lectin, chitosan, chitin, sialic acid, sugar chain, carbohydrate chain とその複数形である。

強いと言われてきた分野であるが、論文数・世界シェアとも80年代後半からさらに拡大傾向にあったことが観察される。糖鎖工学プロジェクトの形成はこの拡大の流れに沿ったものであると考えられ、プロジェクト形成後の1991年以降も、1993～94年に減少傾向が見られるが、概してゆるやかに拡大している²。糖鎖工学プロジェクト自体はこの傾向維持の一要素になっていると考えられ、例えば複合糖質研究の専門誌である *Glycoconjugate Journal* に掲載された日本所属の Article 論文(1993年～1998年)の内、26.8%が4省庁プロジェクトの成果論文であり、同誌でプロジェクト成果論文が1995年に最大になるのに追従して、1996年にプロジェクト以外も含めた日本論文の全数(28本で1993年の3.5倍)および世界シェア(25.2%)も最大になっている。

4.3 プロジェクト内・プロジェクト間におけるアクターの連携

プロジェクト型ファンディングによって誘発される研究者間の連携の形態は、各プロジェクトごとに異なっている。振興調整費総合研究は、そもそも「産官学の研究ポテンシャルの結集や複数の研究機関の連携を推奨しつつ、その有機的連携の下に総合的な研究開発を推進すること」を目的としたファンドであり、研究グループは第1期(1991-93年)、第2期(1994-96年)ともに産官学の26グループで構成されている。だが実際には、研究課題は階層的に分割設定されたツリー構造であり、グループはほぼ独立に研究を展開しているため、グループ間の共著関係は数件しか観察されない。すなわち、第1期においては厚生省国際医療センターと通産省生命工学工業研究所の共著が一本、および、川寄(京大)が二つの研究グループに関与しているのみである。第2期になると数は僅かに増加し、木幡(東大医科研/東京都老人総合研)、長谷(阪大)、渋谷(農水省農業生物資源研)、稲津(野口研究所)といった研究者が2～3つのグループに関与する形で共著が存在する。図3は木幡を介した3グループの共著関係を示した図であるが、実際にはどのグループもプロジェクト内での共著関係が疎である一方で、プロジェクトに直接は参加していない研究機関との連携による共著論文を多く産出している。

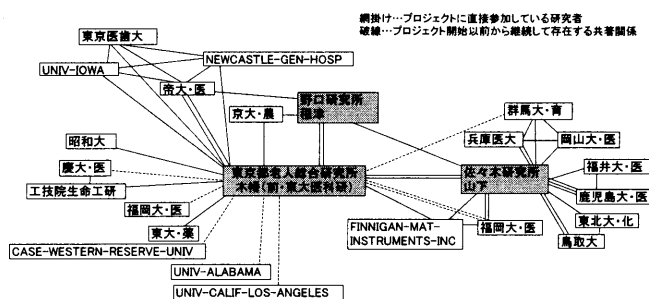


図3 振興調整費総合研究第Ⅱ期における木幡氏を中心とする共著関係

このような指導的研究者を介するのみの疎な連携は農水省プロジェクトでも同様である。農水省は所管する多くの国研を中心にしたプロジェクトを展開しており、それぞれの国研では独立に研究が行われている。共著関係は、委託先の東北大学と食品総合研究所の共著が3本、サントリーと国研の共著が1本見られるのみである。

これらに対して、通産省プロジェクトでは10年間で3期構成にし、1期、2期には持ち帰り型で独立に研究を行い、3期においてそれらを統合させて「リモデリング糖鎖応用技術」を確立するという明確な計画を当初から打ち立てている。そのため、各企業・国研は初期にはプロジェクトに参加していない研究機関との連携が主であったが、1998年ごろから次第にプロジェクト内でのネットワークが共著論文といった形で出現している(図4)。

また、厚生省プロジェクトではプロジェクト内が大きく4つの「テーマ」、さらに「課題」、小課題に階層的に分割されており、産官学の複数の研究機関の研究者が分担研究を行っている。だが、ツリー構造ではあっても、入村(東大)、川寄(京大)、鈴木(静岡県大)などの大学研究者が異なる複数のテーマ・課題を重複して担当する設計がとられ、課題間の連携が図られている。だが、各小課題は異なる機関により独立して行われている場合が多いため、プロジェクト参加機関間の共著関係は民間企業と大学間を中心に1994年では7本(全論文は117本)、1997年では6本(全63本)である。

² 一方で、バイオテクノロジーにおける遺伝子研究への傾斜などにより、糖鎖研究全体の展開は尻すばみ状態になってきているという批判もある。例えば、日経産業新聞1997年8月7日における木幡氏(東京都老人総合研)のインタビュー参照。

一方、プロジェクト間での連携に関しては、連

4.4 プロジェクト内・間での引用関係

³ ここで「自己引用」とは引用している論文の著者のうちの一人以上が、引用されている論文の著者である場合を意味する。

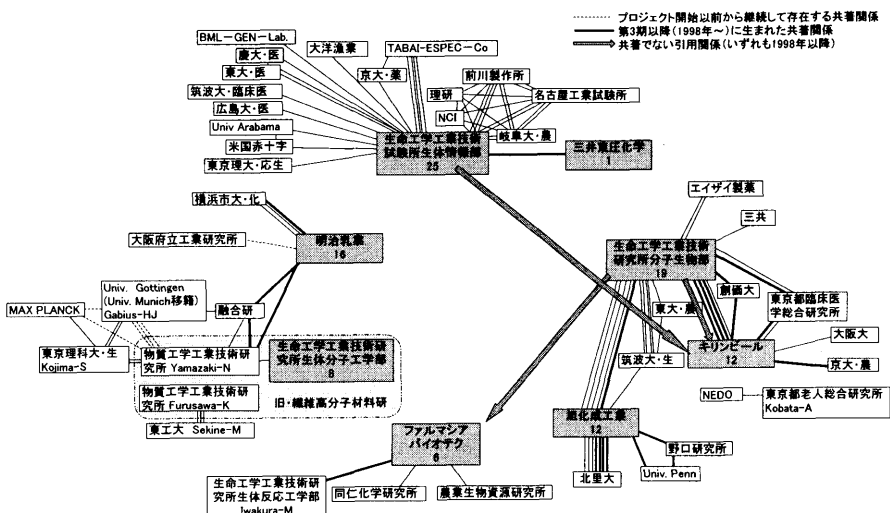


図4 通産省プロジェクトにおける論文の共著関係(1991-99.6)

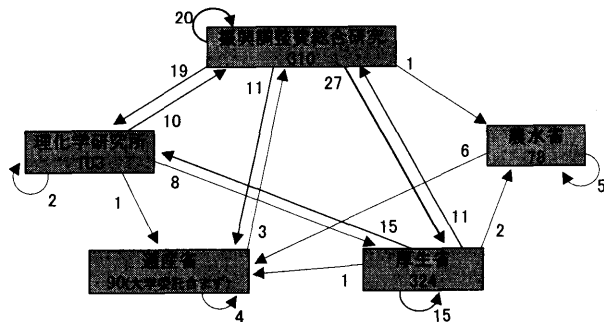


図5 4省庁プロジェクトにおける論文の引用・被引用関係
(同一著者による自己引用を除く)

対象・1991年-1999年6月

5. 議論

糖鎖工学研究では、1980年代からの分野全体の拡大を背景に航空・電子等技術審議会によって優先課題として答申され、4省庁連携の研究体制が形成された。このような分野内部での意思決定においては、分野横断的な優先度設定とは異なり、課題設定と実施の双方に同一のキー研究者が関与している。これにより、学問的趨勢に適合した形での研究課題が設計されることを可能にしている。だが、その反面、個別分野を超えたより上位での議論は下位の専門分科会での結論の承認程度の希薄なものになるために、専門分科会での個々の研究者の関心が強く反映されやすくなる可能性を持っている。特にこの事例のような、比較的に新規な分野に対する優先的なファンディングでは、複数のプリンシパル対少数のエージェントという関係が構築されることになる。すなわち、複数の省庁から様々な形で資金が提供されるが、分野が新規なために指導的な研究者の絶対数が少ない状態にある。このような関係においては、エージェントの方がプリンシパルを選ぶより有利な立場にあるために、エージェントが自己目的のための行為を優先することが原理的に予想される。このような関係においては、個別ファンディングごとの研究という意識は弱くなり、論文には複数のファンディング元が併記されるようになる。また、研究実施後の評価においても、評価者が別のプロジェクトで共に研究を行っている研究者であるという準内部評価となってしまうことがこの事例でも観察されている。

一方、研究実施過程においては、課題設定にも参加していたキー研究者がプロジェクト間で重複的に参加することで連携が促進されている。これらキー研究者は東大や京大をはじめとする有名大学や各省庁所管の国研研究者が中心であり、地方大学の研究者などを含めた日本全体の底上げ的な資源再分配の役割は、4省庁プロジェクトでは強く果たされていない。このような役割は同時期の文部省の科研費重点研究および一般研究などによって果たされている。だが、4省庁プロジェクトでも、実際にはプロジェクトに直接参加していない研究組織・研究者との共同研究が頻繁に行われていることが共著関係から観察され、間接的に分野全体への波及効果をもたらしているとも考えられる。その一方でプロジェクトの内部での共同研究といったネットワークは、通産省プロジェクトのように最終目標へ向けた統合が当初から計画されているプロジェクトや、厚生省プロジェクトのように研究者の複数課題への配置という形をとらない限りはほとんど形成されない。糖鎖工学のような探索的研究が中心となる分野のプロジェクトでは、産官学連携がファンドの目的に挙げられていても、実際には課題の階層的分割による産官学それぞれのセクターからの研究者により独立な分担研究が行われている。そのため、プロジェクト内でも他グループの論文の引用行為は頻繁には行われていないと考えられる。このような独立な分担研究形式をプロジェクトがとる際には、計画段階やその後の見直しにおいて、研究課題間の分野全体における位置付けやバランスなどを考慮した構成を行うことにより個別研究の総和以上の効果をもたせることが必要となるであろう。

以上のように本事例分析においては、概して新規な科学基盤分野といった研究分野の特徴が意思決定過程や実施過程において強く現れたと考えられる。これに対して、プリンシパル側の意思決定権限が強くなるニーズ主導型のプロジェクトでは全く異なる展開が必要とされるであろう。今後は異なる種類の事例を分析すると共に、他国との比較によって日本の研究システムの特徴を明らかにすることが必要である。

参考文献

- Braun, D., 1993, Who governs intermediate agencies? Principal agent relations in research policy-making, *Journal of Public Policy*, 13, 135-162.
- Dalpe, R., Anderson, F., 1995, National priorities in academic research-strategic research and contracts in renewable energies, *Research Policy*, 24, 563-581
- Guston, D., 1996, Principal agent theory and the structure of science policy, *Science and Public Policy*, 23(4), 229-240
- Senker, J., 1990, Evaluating the funding of strategic science: Some lessons from British experience, *Research Policy*, 20 29-43
- Van der Meulen, B., 1998, Science Policies as principal-agent games. Institutionalization and path dependency in the relation between government and science, *Research Policy*, 24, 397-414.
- 渡部康一、藤垣裕子、1998 年、「科学技術の優先研究分野投資の研究者アクティビティに与える影響の分析」、第 13 回研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集 9-14 頁