

DISCUSSION PAPER NO.59

ライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における
大学教育組織の展開と産学共同研究

2010年1月

文部科学省科学技術政策研究所
第1研究グループ

加藤 雅俊 小田切 宏之

この DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からのご意見を頂くことを目的に作成したものである。また、この DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであることに留意されたい。

ライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における
大学教育組織の展開と産学共同研究

2010 年 1 月

加藤 雅俊 文部科学省科学技術政策研究所 第 1 研究グループ客員研究官
一橋大学経済研究所 講師

小田切 宏之 文部科学省科学技術政策研究所 第 1 研究グループ客員研究官
一橋大学大学院経済学研究科 教授

〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-2 中央合同庁舎第 7 号館東館 16 階
Email: lresgr@nistep.go.jp TEL: 03-3581-2396 FAX: 03-3503-3996

The Development of University Educational Organizations in the Field of
Life Sciences and Biotechnology, and University-Industry Joint Research

January, 2010

Masatoshi Kato Hiroyuki Odagiri

1st Theory-Oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

3-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda, Tokyo 100-0013
Email: lresgr@nistep.go.jp TEL: +81-3-3581-2396 FAX: +81-3-3503-3996

ライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における 大学教育組織の展開と産学共同研究*

加藤 雅俊[†] 小田切 宏之[‡]

2010年1月

* 第3節で利用した国立大学における産学共同研究に関するデータは文部科学省科学技術政策研究所第2研究グループにより収集・整理されたもので、この作業にあたった小林信一元総括主任研究官、永田晃也現客員総括主任研究官をはじめとする第2研究グループ各位に感謝したい。特に、長谷川光一研究員は本論文での分析に向けたデータ整理・提供のための労を厭われなかった。深く感謝したい。

[†] 一橋大学経済研究所講師・文部科学省科学技術政策研究所客員研究官

[‡] 一橋大学大学院経済学研究科教授・文部科学省科学技術政策研究所客員研究官

【概要】

本章では、バイオテクノロジー分野における産学連携の推進に対し、大学における新学部・新研究科等の教育組織の設置がいかなる役割を果たしてきたかについて、2段階に分けて実証分析する。第1段階では、日本において、どのような大学がライフサイエンス分野に関連する教育・研究組織を設置してきたかを分析する。続いて第2段階では、こうしたライフサイエンス分野における教育・研究組織の設置がバイオテクノロジー分野の産学共同研究をどのように促進してきたかを分析する。この結果、産学連携を促進するためにも大学におけるライフサイエンス関連教育・研究組織を幅広く開設することが重要であることが明らかとなった。

The Development of University Educational Organizations in the Field of Life Sciences and Biotechnology, and University-Industry Joint Research

Masatoshi Kato and Hiroyuki Odagiri

【Abstract】

How does the establishment of new or additional university departments promote university-industry joint research in the field of life sciences and biotechnology? We study this question through two analyses. First, we investigate the development of departments (undergraduate and graduate courses) on life sciences in Japan since the 1950s. Second, using this result, we analyze statistically whether and how such development contributed to the undertaking and frequency of university-industry joint research in biotechnology. The results suggest that, first, the expansion of such university departments in fact contributed to the promotion of university-industry joint research and, second, these collaborations increased following the 1998 legislation to promote technology transfer from universities (the so-called TLO Act) and the 1999 legislation to allow universities to retain rights on their inventions made from government research funds (the so-called Japanese Bayh-Dole Act).

1. はじめに

大学は、経済発展の初期から、産業の発展に大きな役割を果たしてきた¹。この傾向は、サイエンス（科学）に依拠したイノベーションが中心的な位置を占めるサイエンス型産業（後藤・小田切，2003）において顕著で、その代表がバイオテクノロジー関連産業である（小田切，2006）。バイオテクノロジー（以下、バイオと略記することがある）は、基礎科学であるライフサイエンス（生命科学，以下ライフと略記することがある）と密接な関係を持っているからである。このため、バイオの発展においては、基礎研究の主な担い手であるべき大学が果たす役割は大きい。例えばNelsen（1991）は、大学が、バイオ産業が誕生した場所であり、ほとんどの基礎的な新技術の源泉でもあることを指摘している。

ライフサイエンスは、生物・生命とその機能について研究する学問分野を指し、古くから存在する系統分類学、ダーウィンの『種の起源』（1958年）に始まる進化生物学なども含むが、現代のバイオテクノロジーに最も大きなインパクトを与えたのは、メンデルの遺伝の法則に始まる遺伝学そして分子生物学である。さらに、1953年のワトソンとクリックによるDNA二重らせんの発見、1973年のコーエンとボイヤーによる遺伝子組換え技術の発明、2003年に完了声明が出された国際ヒトゲノム・プロジェクトによるヒトゲノム解読などを経て、ライフサイエンスは今日まで大きく進化を遂げてきた。これらいずれの発見・発明においても、大学研究者が大きな役割を果たしている。しかも、ボイヤーが設立者の1人となったベンチャー企業（ジェネンテック社）が今や世界の大手製薬会社の1つになっていることとわかるように、大学と産業の連携が産業発展の原動力の1つとなっている。

このことはまた、サイエンス型産業の発展のためには、大学における関連基礎分野の研究・教育体制の整備と、それと産業との間での連携の推進が図られなければならないことを意味する。このことは1990年代半ばから日本の科学技術政策・産業政策においても強く認識され、科学技術基本計画で重視されるとともに、ライフサイエンス等重点分野への研究資金の配分、日本版バイ＝ドール法やTLO法その他による産学連携推進政策の実施が図られてきた。こうした政策の効果については、文部科学省科学技術政策研究所における調査などによって分析されてきた²。また、産学連携が産業イノベーションに与える効果についても多くの分析がある³。しかしながら、大学における教育・研究体制がどのように整備さ

¹ 米国については Rosenberg and Nelson (1994)、ドイツについては Murmann (2003)、日本については Odagiri and Goto (1996)、Odagiri (1999) 参照。

² 「基本計画レビュー」と呼ばれるこの調査の概要については文部科学省科学技術政策研究所 (2005) 参照。

³ 小田切 (2006, 第3, 4章)、馬場・後藤 (2007) におけるサーベイ参照。バイオテクノロジー分野に限った実証分析として小田切・加藤 (1998) がある。

れてきたか、それが産学連携にどのような意味を持ったかを定量的に分析した研究は、筆者らの知る限り、なされていない。本稿での研究はこの間隙を埋めるためのものである。

本章では、この問題を2段階で分析する。次の第2節では、ライフサイエンスの発展に対応して日本の大学が新しい教育・研究体制を設けていったプロセスを、各大学の教育組織改編の実態をもとに調査する。さらに、この調査結果を基に、ライフ・バイオ分野における教育組織の開設に積極的であった大学はどのようなものであったかの要因分析を行う。さらに第3節では、大学におけるこうしたライフ・バイオ分野における教育組織の設置が、バイオ分野の産学間の共同研究を促進する上でどのような役割を果たしてきたのかについて実証的に分析する。終節では、本研究からの結論と含意を述べる。

2. ライフサイエンス分野における教育組織の設置

2.1. 概観

日本の大学のライフサイエンス関連の教育組織がどのように開設されてきたか、それを概観するために東京大学（代表的総合大学）、東京工業大学（代表的工科大学）、筑波大学（1973年開学のいわゆる新構想大学）という3つの大学を選び、それら大学のホームページ記載情報から、ライフサイエンス分野における教育組織、すなわち学部（筑波大学では学類）、（学部内の）学科、研究科、（研究科内の）専攻、それぞれの変遷を整理した。その結果が表1にまとめられている。

概ね1980年代以降にライフサイエンスやバイオテクノロジーに関連すると見られる組織が設けられていることが窺われる。ただし、この一覧によっても、何をもってライフ・バイオ分野の組織とみなすかの困難性が理解されよう。この表では1965年以降に限って記載しているが、実は東京大学では、1955年に生物系研究科が設置されており、これは日本の大学の中においては最も早い時期に設置されたライフサイエンス関連教育組織といえなくもない。しかし表1に見られるように、1965年には、生物系研究科等は改編され、理学系・医学系等の研究科となって、研究科名から生物の文字が消えている。とはいえ、生物関連の教育・研究がなくなったわけではないであろう。さらに、ヒトゲノム研究のパイオニアとして著名な和田昭允氏の回顧によれば（和田、2005）、同氏は1962年に東京大学理学部の物理学教室に着任し、生物物理学研究室を立ち上げたという。理学部あるいは物理学教室という肩書きを見るだけでは、ライフサイエンスに関連する研究は埋もれてしまう。同氏の著書のタイトル『物理学は越境する』がまさに示すように、ライフサイエンスのように既存の学問領域の境界を越える形で発展する学問分野について、その展開を公開された資料のみで判断するのが困難でもあり危険でもあることがわかる。

表 1. 主要 3 大学におけるライフサイエンス関連の教育・研究組織の新設と改組

大学	年	事項
東京大学	1965	大学院の生物系, 数物系, 化学系の 3 研究科を改組し, 理学系, 医学系, 薬学系, 工学系, 農学系の 5 研究科を設置.
	1967	伝染病研究所を廃止し, 医科学研究所を設置.
	1991	医科学研究所内にヒトゲノム解析センターを設ける.
	1992	理学系研究科の重点化により, 化学, 生物化学, 動物学, 植物学, 人類学, 地質学, 鉱物学の 7 専攻が改組整備.
	1993	応用微生物研究所を分子細胞生物学研究所に改組.
	1993	農学系研究科を農学生命科学研究科と改称, 応用生命化学(農芸化学が改称), 応用生命工学, 応用動物科学, 獣医学の 4 専攻の整備. その後の他専攻の整備により, 2000 年には 12 専攻となる.
	1995	理学系研究科において, 動物学, 植物学, 人類学の生物 3 専攻を統合し生物化学専攻に改組. 物理学, 天文学, 地球惑星科学, 化学, 生物化学, 生物科学の 6 専攻となる.
	1997	医学系研究科において, 第一基礎医学, 第二基礎医学, 第二臨床医学の 3 専攻を廃止し, 分子細胞生物学, 機能生物学, 生体物理医学, 脳神経医学の 4 専攻に改組. この前後の他専攻の整備により, 12 専攻となる.
	1997	薬学系研究科において, 薬学, 製薬化学, 生命薬学の 3 専攻を分子薬学専攻, 機能薬学専攻, 生命薬学専攻の 3 専攻に改組.
東京工業大学	1986	理学部に生命理学科, 工学部に生物工学科設置.
	1988	理学部に生体機構学科, 工学部に生体分子工学科設置.
	1990	生命理工学部設置(理学部生命理学科・生体機構学科, 工学部生物工学科・生体分子工学科を振替).
	1991	大学院生命理工学研究科設置(バイオサイエンスおよびバイオテクノロジーの 2 専攻).
	1999	大学院生命理工学研究科バイオサイエンス(一部)およびバイオテクノロジー(一部)の 2 専攻を改組し, 分子生命科学, 生命情報および生体分子機能工学専攻を設置. 生命理工学部生命理学科, 生体機能工学科, 生物工学科および生体分子工学科を改組し, 生命科学科および生命工学科を設置.
2000	大学院生命理工学研究科バイオサイエンスおよびバイオテクノロジー専攻を改組し, 生体システムおよび生物プロセス専攻を設置.	
筑波大学	1973	開学, 医学専門学群など設置.
	1975	第 2 学群(生物学類, 農林学類など), 大学院博士課程生物科学研究科設置.
	1976	大学院博士課程に農学研究科を設置, 動物実験センター設置.
	1984	遺伝子実験センターを設置
	1993	大学院修士課程にバイオシステム研究科を設置.
	1994	農林学類を生物資源学類と改称.
	2001	大学院博士課程生物科学研究科, 農学研究科, 地球科学研究科を統合し, 生命環境科学研究科を設置. 動物実験センターを生命科学動物資源センターに改組.

出所: 各大学ホームページ (小田切, 2006, P.56, 表 3-1 より転載).

東工大では1980年代から生命理学、生物工学というまさにライフサイエンス、バイオテクノロジーを表す言葉の入った学科が設立されており、その意味での先見性を感じさせる。筑波大学では1975年に生物学類、生物科学研究科が開設されており、新構想大学としての開学のために新分野への対応が重視され、あるいは容易であったものと推測される。これら大学でも、1990年代に入りさらに改編が行われ、バイオの名前が陽表的に記された研究科や専攻が設置されている。

こうした展開が3大学に限らず日本の大学全般で観察されるかどうかを確認するため、『全国大学一覧 平成17年度版』(文教協会)を用いて、全国国公立大学の教育・研究組織の変遷を調査し、ライフサイエンス分野における教育組織の新規設置数の推移を見た。ここでライフサイエンス分野における教育組織とは、組織の名前に生物(学)、生物工学、生物化学、生命工学、バイオなど、ライフサイエンスと密接に関連すると思われる言葉を含む学部、(学部内)学科、研究科、(研究科内)専攻を指す。すでに述べたように、こうした組織名のみで判断することには大きな誤差が予想される。そこで、組織名のみではライフサイエンスと関連があるかどうかの判断が難しい場合には、組織のウェブサイトなどを参照することによって情報を補足し、判断した。それでも、和田氏の事例のように物理学科(ないし物理学専攻)内で生物物理学が教育・研究されている場合には、この調査方法ではカウントされず、過小評価が起きる可能性がある。一方、生物の名前が付いているためライフ関連としてカウントされるが、いわゆる旧来型の生物学(分類学等)が中心であって、一般に新しい学問として認識されているライフサイエンスとはいえないものが含まれる可能性も否定できず、こうした意味では過大評価の可能性もある。ただし、ウェブサイトで得た情報により理解できた範囲ではこうした事例はほとんど見あたらなかったため、過大評価による誤差は限られたものと推測される。いずれにせよ、以下で紹介する調査結果には過大にも過小にも誤差が発生している可能性が否定できないことを踏まえた上で、全体的傾向を概観するのが本研究の狙いである。

調査結果は国公立大学(図1)と私立大学(図2)に分けて示されている。

図 1. 国公立大学におけるライフサイエンス関連の教育・研究組織の新設数

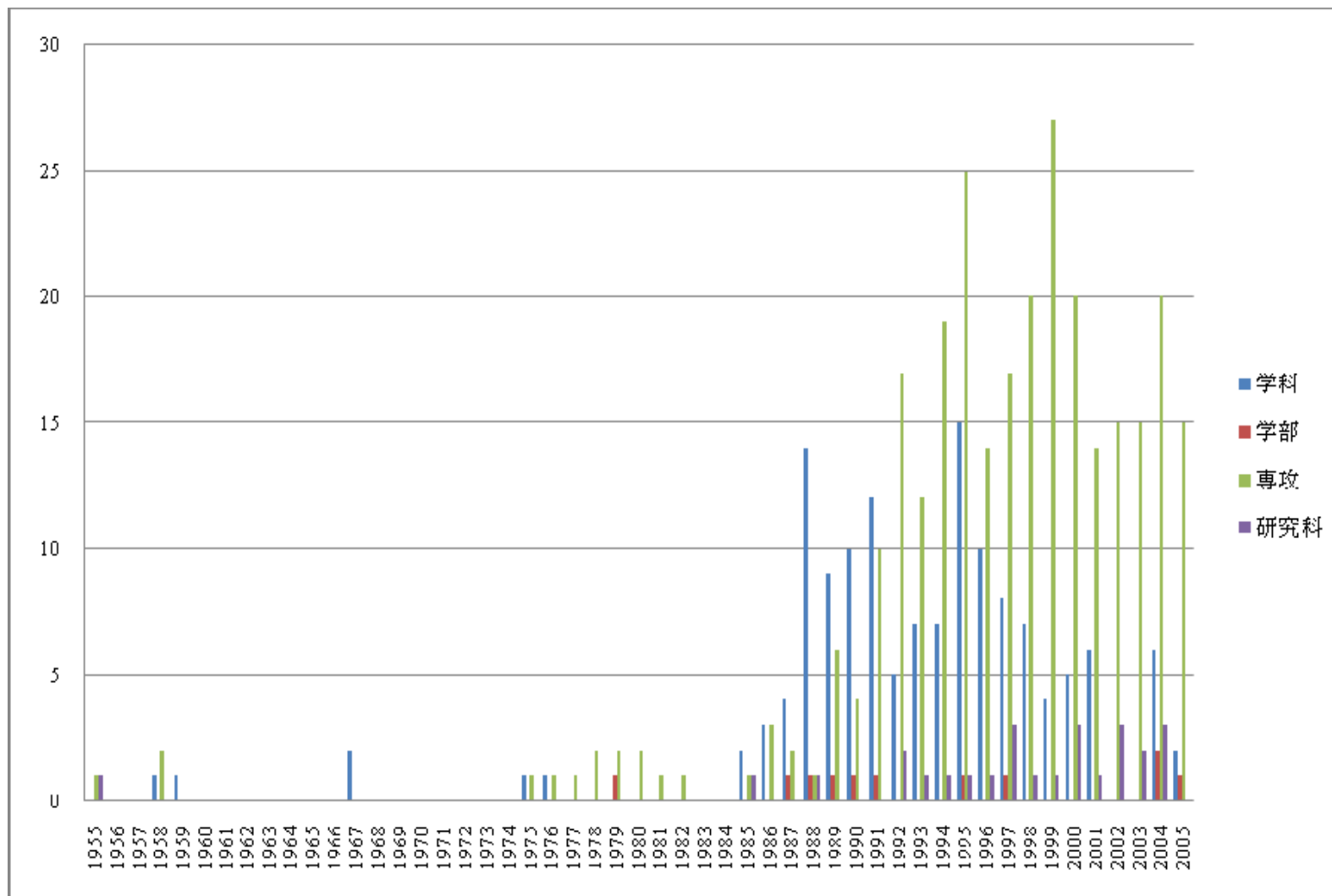
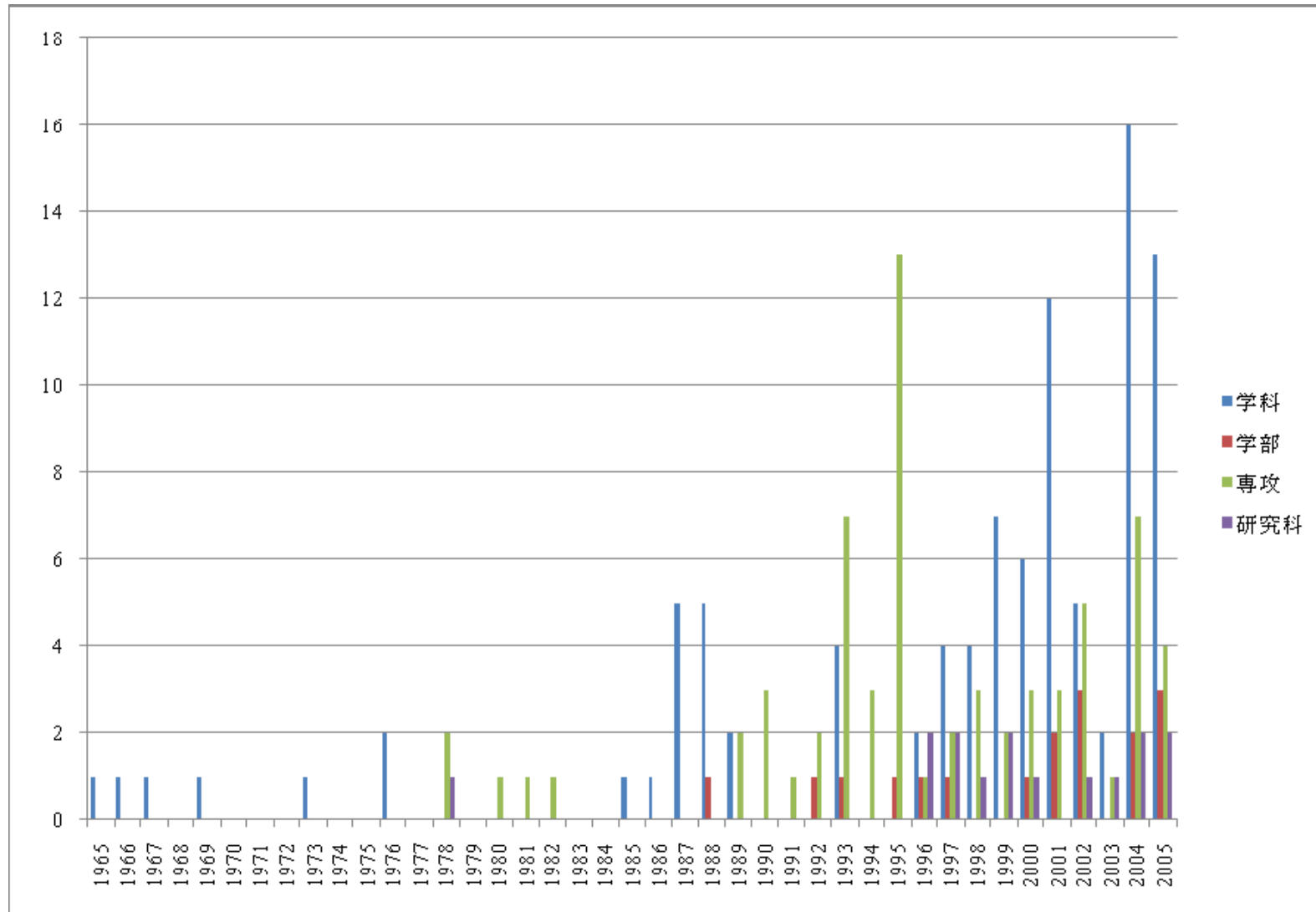


図 2. 私立大学におけるライフサイエンス関連の教育・研究組織の新設数



すでに述べた、1980年代後半、特に1990年代に入ってからライフ関連の教育・研究組織の設置が増えたという傾向は、国公立・私立いずれにおいても確認できる。ただし、これらの図を比較すると、国公立と私立では3点で違いが見られる。第1に、1950年から1970年代に、数は少ないがいくつかの大学においてすでにライフサイエンス関連の教育組織が設置されているが、この傾向が国公立大学で相対的により多く観察される。第2に、学部・学科レベルの教育に関して、1990年代の設置が国公立大学においてより活発であったとみられることで、学部レベルの設置も起きているが、私立大学では学部レベルでの設置は相対的に少ない。第3に、大学院教育で見ると、研究科の設置が国公立大学で相対的に活発であったのに対し、私立大学では専攻が多く設置されたことである。

既に述べたように、ライフサイエンス研究の発展の契機が、1953年のDNA二重らせんの発見にあり、バイオテクノロジー研究発展の契機が1973年の遺伝子組換え技術の発明にあったとするなら、1980年代後半以降にライフ・バイオ分野での教育・研究組織の開設が活発化したという事実は、教育・研究体制の改編に15年から35年程度のラグ(遅れ)が発生していたのではないかと危惧を感じさせる。大学の運営方法や組織そのものの違いが大きいため単純な日米比較は困難であるが、例えばマサチューセッツ工科大学(MIT)では1977年に保健科学技術のための新しい教育研究機関としてWhitaker College of Health Science and Technologyが、また1982年にはWhitehead Institute for Biomedical Researchが設置されており、いち早くライフサイエンスの基礎研究が開始されてきたと推測される⁴。また、カリフォルニア大学バークリー校とスタンフォード大学の比較研究によれば、1980年前後より分子生物学等の発展にともなった改組の議論が始まり、ともに1989年までかかり改組が行われている⁵。日本でも、表1や図2-3で見られるように、東京大学など一部の有力大学においてはライフサイエンス分野の教育・研究組織の設置が早い時期から行われ、1980年代後半には設置が増え出すから、日米の差は明確でない。MITと比較する限り、新分野での大学の研究・研究組織の立ち上げに、米国と比較しての遅れがあった可能性が示唆されるが、正確な比較のためには、それぞれの組織がどれだけ実質的なものであったか、またそこで教育・研究されるのが真に新しい意味でのライフサイエンスであったかの吟味が必要であり、本稿ではそこまで立ち入ることができない。

⁴ MITのウェブサイトによる。

⁵ Jong (2008) は、バークリーが州立大学、スタンフォードが私立大学であるという違い、バークリーはメディカルスクールを持たないが(カリフォルニア大学ではサンフランシスコ校がメディカルスクールを持つ)スタンフォードは持つという違い、スタンフォードがシリコンバレーに近いという違い、が両校における新組織立ち上げのプロセスの違いを生んだことを指摘しており興味深い。

やや古くなるが、研究のライフサイクルという観点から、山田圭一教授らのグループが新学問分野に対応した日本の大学の教育組織の立ち上げにラグがあることを定量的に明らかにしたことがある。林・山田（1975）は、高分子化学分野における研究のライフサイクルと日本における大学の学科設置数の推移を分析して、日本の大学の教育・研究関連組織が当該分野における世界のトレンドと比較して立ち上がりが遅かったことを指摘した。また、山田・塚原（1986）も同様に、さまざまな研究分野において、各分野のライフサイクルのピークを研究者数、研究費、学会発表数などのデータを用いて定量的に分析して、日本の大学における教育・研究関連組織の立ち上がりの遅さを指摘した。同じ傾向がライフ・バイオ分野でも存在したかをより厳密に分析するためには、学科等の設置だけではなく、研究者数、研究費、論文数、特許数などの多面的な観点からの分析が必要であり、またより厳密に国際比較をするためには、米国等の大学制度を踏まえた上で、詳細な研究を米国の教育・研究組織について研究することが必要となる。こうした研究は将来的な課題としたい。

2.2. 要因分析

前節で示した調査結果をもとに大学別のクロスセクション分析を行い、日本の大学の中でライフサイエンス教育・研究組織の設置を積極的に行ってきたのはどのような大学かという要因分析をしよう。まず、図 1 での調査結果より、各大学でライフサイエンス関連の何らかの教育組織（学部、学科、研究科、専攻）が最初に設置された年（すべて年度でいう）を特定した。たとえば東京大学は 1955 年に生物系研究科を設置しているため、1955 年を初めてライフサイエンス関連の教育組織を設置した年とみなした。これにもとづき、2001 年までにライフサイエンス関連の教育組織が設置されていれば 1、設置されていなければ 0 とするダミー変数 (*LIFE*) を作成し、従属変数として用いることとした。また、2001 年以前にどれだけ早く設置したかを見るため、基準年 (2001) から遡って何年前に教育組織が設置されたかを表す変数 (*LIFE_AGE*) も従属変数として用いた。

独立変数として用いたのは 5 変数である。第 1 は、大学の規模 (*UNIV_SIZE*) に関するもので、2005 年度の各大学のすべての教育組織の学生定員数の合計を用いる。規模の大きい大学ほど新分野に関する教育への社会的ニーズは大きいであろうこと、また新学科等の設置のための人的あるいは設備的な余力は大きいであろうことが考えられ、*LIFE* に対しても *LIFE_AGE* に対しても正の効果を持つであろうと予想することができる。特に、国公立大学における新学科等の設置にあたっては、ニーズの少なくなった学科等の改編で対応するというスクラップ・アンド・ビルドを文部科学省や予算当局が要求する場合が多いことから、大規模大学ほどそうした対象となりうる学科等を有しているため新学科等の設置が容易に

なるという可能性もある。

第2は、大学の設置から経過した年数 (*UNIV_AGE*) である。古い伝統を持つ大学であるほど新学科等の設置へのニーズが高い、あるいはスクラップ・アンド・ビルドしやすいという観点から、*UNIV_AGE* は正の係数を持つことが予測される。ただし、表1で示した筑波大学の例のように、新規の大学ほど新しい学問分野の学科等を積極的に設置する可能性もあるので、その場合にはむしろ負の係数を持つ可能性がある。

第3は、文系・理系ともに設置されていれば1とするダミー変数 (*COMPRE*)、また同様のものとして第4に、理系の単科大学であれば1とするダミー変数 (*SCIENCE*) である⁶。もともと理系の学部や研究科を持っていると、ライフ・バイオ分野への教員間での理解も高く、学生からのニーズも高いと想定されることから、いずれのダミー変数も正の係数を持つものと予測される。このうち、文系も有する総合大学 (*COMPRE*) と文系を持たない理工系大学 (*SCIENCE*) のいずれでライフ・バイオ分野の学科等の設置が早いかは、文系の存在が補完的な効果を持つかどうかを示すものと解釈できる。

第5は、私立大学について1の値を取るダミー変数 (*PRIVATE*) である。前述のとおり、図1、2の比較によれば、ライフ関連の教育組織の設置は国公立大学の方が私立大学より早いように思われるが、この推測が統計的にも成立するかどうかを確認するために説明変数として含んだ。

これら変数についての定義と記述統計量は表2に示したとおりである。

⁶ この他に、文系のみを有する大学(筆者らの属する一橋大学はその例である)もあるので、両ダミー変数がともに0の値を取るサンプルがある。

表 2. クロスセクション分析における変数の定義と記述統計量： 国公立・私立大学サンプル（観測数：715）

変数	定義	平均値	標準偏差
(従属変数)			
<i>LIFE</i>	ダミー変数：2005年度までにライフサイエンス関連の教育・研究組織（学部・学科，研究科・専攻）を設置していれば1，そうでない場合は0.	0.197	0.398
<i>LIFE_AGE</i>	ライフサイエンス関連の教育・研究組織（学部・学科，研究科・専攻）を当該大学内で初めて設置してから経過した年数.	2.870	7.588
(独立変数)			
<i>UNIV_SIZE</i>	大学の教育・研究組織（学部・学科，研究科・専攻）の入学定員数（単位:千人）.	0.924	1.392
<i>UNIV_AGE</i>	大学の設置から経過した年数.	32.772	20.009
<i>COMPRE</i>	ダミー変数：文系・理系ともに設置されていれば1，そうでない場合は0.	0.200	0.400
<i>SCIENCE</i>	ダミー変数：理系の単科大学であれば1，そうでない場合は0.	0.161	0.368
<i>PRIVATE</i>	ダミー変数：私立大学であれば1，そうでない場合は0.	0.776	0.417

推定は全大学（国立，公立，私立のすべてを含む），国公立大学，国立大学，私立大学のそれぞれについて行い，その結果を表 3～5 に示す⁷．推定方法としては，2001 年までにライフサイエンス関連の教育組織が設置されているかどうかのダミー変数 (*LIFE*) を従属変数とするモデルではプロビットを用いた．一方，教育組織が設置されてからの年数に関する変数 (*LIFE_AGE*) を従属変数とするモデルでは，この変数が非負に限られ，2001 年までにライフサイエンス関連の教育組織が設置されていない大学の場合には 0 の値をとるため，トービットを用いた．同時に，*LIFE_AGE* は、カウントデータであることを考慮して、ネガティブバイノミアル（負の二項）モデルを用いての推定も行った⁸．

表 3～5 が示すとおり，いずれの従属変数に対しても，また全大学・国公立・国立・私立のいずれについても，文系・理系双方を有する総合大学に関するダミー変数 (*COMPRES*)，理系単科大学に関するダミー変数 (*SCIENCE*) について有意に正の係数を得た．また，大学の規模 (*UNIV_SIZE*) に関しては、表 5 の全大学、私立大学をサンプルとした場合を除いて、いずれの従属変数に対しても有意に正の係数を得た．上記の仮説がいずれも成立していることがわかる．また大学の年齢 (*UNIV_AGE*) については，全大学では有意で正の係数を得たが，国公立，国立については有意な係数とならず，私立については表 4 において *LIFE_AGE* を従属変数としてトービットモデルによって推定した場合のみ正で有意であった．私立大学においては伝統ある大学ほど早くからライフ分野へ展開していたことになる．一方，国立大学においては，上述したように，伝統ある大学ほど新分野へのニーズが高い，あるいはスクラップ・アンド・ビルドしやすいという効果と，新設大学ほど新分野への取組に積極的であるという効果が打ち消しあっているものと見られる．

全大学をサンプルとするとき，表 3～5 のいずれにおいても *PRIVATE* について有意に負の係数となった．図 1，2 から推測したように，一般的に，国立大学の方が私立大学よりライフサイエンス分野の教育組織の設置に積極的であった，あるいはそのために必要な資金的・人的資源の確保が容易であったことを示唆する．

プロビット分析の係数とトービット分析の係数を直接比較することは意味を持たないが，同一モデル内での 2 つの変数，*COMPRES* と *SCIENCE* の係数を比較することには意味がある．表 3～5 によれば，いずれのモデルでも，国立大学では *COMPRES* の係数が *SCIENCE* の係数

⁷ 文系のみを除外したサンプルによっても推定した(このとき，すべてのサンプル大学が *COMPRES* または *SCIENCE* で 1 の値をとることになるため，*SCIENCE* を除外した)．この推定結果は付表 1～3 に示されているが，文系を含んだ分析結果（表 3～5）と基本的に変わらない．

⁸ ライフ関連教育組織を 2005 年度までに持たず，*LIFE = LIFE_AGE = 0* となる大学は全大学で 574 (全サンプル 715 の 80%)，国立大学で 89 (全サンプル 160 の 56%) に及ぶ．

より大きいが、私立大学では逆の傾向がある。すなわち国立大学では理系単科大学よりも総合大学でライフサイエンス関連教育組織の設置に活発であることを示し、文系組織の存在がプラスに働いている、あるいは文系の存在が補完的効果を持っていると推測されるが、私立大学ではむしろ逆であると見られる。ただし、両係数の差は標準誤差に比較すれば小さく、有意ではない。また、国公立大学では、プロビットモデルでは *SCIENCE* の係数の方が大きく、トービットモデルとネガティブバイノミアルモデルでは *COMPRE* の係数の方が大きい、有意な差ではない。

表 3. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのプロビットモデルによる推定結果： 従属変数=LIFE

変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	0.284*** (0.074)	1.122*** (0.368)	1.149** (0.487)	0.244*** (0.078)
<i>UNIV_AGE</i>	0.00862* (0.005)	-0.001 (0.009)	-0.0174 (0.017)	0.00683 (0.006)
<i>COMPRE</i>	1.880*** (0.224)	1.744*** (0.439)	1.612*** (0.553)	1.713*** (0.266)
<i>SCIENCE</i>	1.873*** (0.211)	1.923*** (0.397)	1.585*** (0.490)	1.863*** (0.246)
<i>PRIVATE</i>	-0.811*** (0.163)			
定数項	-2.077*** (0.260)	-2.394*** (0.426)	-1.346* (0.761)	-2.698*** (0.272)
擬似決定係数	0.507	0.563	0.470	0.425
対数尤度	-174.954	-48.044	-29.729	-120.863
観測数	715	160	87	555

注:

1. ライフサイエンス関連の教育・研究組織を設置していない大学 ($LIFE=0$ および $LIFE_AGE=0$) となる大学は、国公立・私立大学で 574, 国公立で 89, 国立で 30, 私立大学で 485 ある。
2. ***, **, *は, それぞれ 1%, 5%, 10%水準で係数が有意であることを示す。括弧内は標準誤差である。

表 4. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのトービットモデルによる推定結果：従属変数=LIFE_AGE

変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	2.327*** (0.578)	5.981*** (0.910)	5.472*** (0.794)	1.762** (0.747)
<i>UNIV_AGE</i>	0.190*** (0.067)	0.058 (0.072)	-0.076 (0.101)	0.215** (0.099)
<i>COMPRE</i>	29.980*** (0.538)	22.689*** (4.044)	17.392*** (3.791)	30.629*** (4.927)
<i>SCIENCE</i>	28.231*** (3.357)	19.070*** (3.940)	14.423*** (3.724)	32.135*** (4.737)
<i>PRIVATE</i>	-11.584*** (2.064)			
定数項	-32.648*** (4.372)	-23.399*** (4.462)	-9.835* (5.503)	-47.832*** (6.390)
擬似決定係数	0.220	0.214	0.171	0.195
対数尤度	-677.052	-294.934	-220.057	-365.282
観測数	715	160	87	555

注：表 3 への注と同じ。

表 5. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのネガティブバイノミアルモデルによる推定結果：従属変数=LIFE_AGE

従属変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	0.145 (0.088)	0.311** (0.126)	0.260*** (0.099)	0.150 (0.132)
<i>UNIV_AGE</i>	0.020*** (0.008)	0.012 (0.008)	-0.008 (0.012)	0.017 (0.013)
<i>COMPRE</i>	4.138*** (0.326)	3.142*** (0.398)	2.438*** (0.426)	4.799*** (0.510)
<i>SCIENCE</i>	4.228*** (0.316)	2.678*** (0.377)	1.986*** (0.411)	5.017*** (0.488)
<i>PRIVATE</i>	-1.230*** (0.260)			
定数項	-2.662*** (0.378)	-1.781*** (0.389)	0.125 (0.576)	-4.379*** (0.518)
擬似決定係数	0.163	0.121	0.078	0.170
対数尤度	-759.170	-357.551	-268.820	-380.645
観測数	715	160	87	555

注：表 3 への注と同じ。

3. バイオテクノロジー分野の産学連携に与える影響

前節では、日本の大学のライフサイエンス関連の教育組織の設置がどのように行われてきたかを分析したが、次の段階として、こうした設置がバイオテクノロジー分野の産学連携の促進に貢献したか実証的に分析しよう。

3.1. データとモデル

産学連携には、産学共同研究の他にも企業による大学への研究委託、企業から大学への寄附金、大学から企業への特許ライセンス、さらにはより非公式なものとして大学教員による企業へのコンサルティング、企業による大学への研究者派遣など、さまざまな形態のものがある。本分析では、このうち、共同研究に限定する。これは主として 2 つの理由による。第 1 は、産学連携政策の一環として大学による共同研究の受入の自由化、手続きの簡素化・柔軟化が進められたことと、企業の側でも契約による産学双方の責務の明確化への要求が増えたことから、より非公式な寄附金から公式の共同研究へのシフトが起きるなど、共同研究が中心的なものとなってきたことである（小田切，2006，第 4 章）。

第 2 は、国立大学においては共同研究について文部科学省による調査が行われており、大学ごと、分野ごと等の共同研究に関するデータが入手可能なことである。このデータは文部科学省研究振興局環境・産業連携課技術移転推進室「『民間等との共同研究』実施報告書」で調査されているもので、民間等との共同研究制度により研究を行った国立大学等が翌年 5 月までに提出を義務付けられているものに基づいている。同調査に基づいた国立大学の共同研究に関する分析はすでに文部科学省科学技術政策研究所ほか（2003，2005）において公表されているので、調査の詳細についてはこれらを参照されたい。本稿では、これに基づいて求められた大学別の共同研究契約件数の数字を用いる。以下では、研究分野をバイオテクノロジーとする民間等との共同研究に限り、その契約件数のデータを用いるが、研究分野がバイオテクノロジー等の 8 分野（バイオに加え材料開発，機器開発，エネルギー，ソフトウェア，エレクトロニクス，土木，建築）のいずれかに該当するかどうかを回答させる調査は 1995 年度から 2000 年度のみ行われたので、以下での分析のサンプル期間は 1995 年度から 2000 年度である。また同調査が国立大学のみを対象とするので、以下の分析は国立大学のみをサンプルとする⁹。

表 6 において、分析で用いられる 1995 年度から 2000 年度までの間のバイオテクノロジー分野における民間等との共同研究契約に関する年次別統計量を示している。共同研究を

⁹ 政策研究大学院大学は 1997 年に設立されているため、1995 年と 1996 年の 2 年間はサンプルから除かれている。

実施している大学数は、1995年に国立大学86のうち51あったが、その後、特に1998年以降、増加したことがわかる。また、共同研究契約件数も、1995年度から2000年度にかけて大幅に増加している。

表6. 大学のバイオテクノロジー分野における民間等との共同研究契約に関する年次別統計量

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
国立大学数	86	86	87	87	87	87
実施大学数	51	51	52	56	56	60
新規実施大学数	-	5	4	9	3	5
全契約件数	204	267	274	305	427	684
1大学あたりの契約件数	2.4	3.1	3.1	3.5	4.9	7.9

注：新規実施大学数とは、前年度共同研究契約を実施しなかった大学のうち、当該年度に新たに共同研究を実施した大学の数を示す。

上記で説明されたデータを用いて大学別（全国立大学）および年度別時系列（1995-2000年度）のパネルデータによる計量分析を行うが、従属変数は、各年度・各大学のバイオテクノロジー分野における民間等との共同研究契約の有無を表すダミー変数（*COLLABO*）および共同研究契約の件数（*N_COLLABO*）である。

すでに述べたように、本研究の目的は、ライフサイエンス分野における大学の教育組織（学部、学科、研究科、専攻）の設置がバイオテクノロジー分野における共同研究契約を促進したかどうかの検証である。そこで、中心的な説明変数として、ライフサイエンス分野における大学の教育組織の設置に関する3つの代替的な変数を用いる。

第1は、各年度までに各国立大学でライフサイエンス関連の教育組織の設置が行われていたかどうかに関するダミー変数（*LIFE*）である。この変数は、いつ設置がされたかに関わらず、教育組織の設置の有無が共同研究契約に影響を与えるかどうかを見るためのものである。なお、新学部等の設置は年度当初の4月1日になされるのが普通であるから、当該年度のうちに締結される共同研究契約との間には、平均半年のずれがあることになる。このことにより、設置から共同研究に結びつくために要するラグを受容できるとともに、産学連携が新教育・研究組織の設立を促すという逆の関係を避けることができる¹⁰。

このラグ効果が重要だとすれば、いち早く教育組織を設置した大学ほど共同研究契約を

¹⁰ Jong (2008) によれば、スタンフォード大学では、シリコンバレーに近いこともあって、1980年代に企業との交流が増えたことがライフ・バイオの研究・教育体制の整備を促進する効果があったという。

積極的に行う傾向が予想される。新組織の存在が産業界に周知されたり、民間等との共同研究を行うための大学側の体制が整えられるためには、一定の期間がかかり、また、大学における TLO など産学連携推進機関が研究者・産業とのネットワークを作ったり、産学連携推進のためのノウハウを蓄積するには年数がかかる可能性があるからである。そこで、第 2 の変数として、教育組織の設置が共同研究契約の促進へ影響を及ぼすまでのタイムラグを考慮するため、*LIFE* を何年前に設置されたかによって分けたダミー変数を用いる。すなわち、ライフサイエンス関連の教育組織が 1 年前（当該年度をいう）から 5 年前（当該年度を含んで 5 年前、以下も同様）までの間に設置されていれば 1 の値をとるダミー変数 (*LIFE_1-5Y*)、6 年前から 10 年前までの間に設置されていれば 1 の値をとるダミー変数 (*LIFE_6-10Y*)、11 年前から 15 年前までの間に設置されていれば 1 の値をとるダミー変数 (*LIFE_11-15Y*)、16 年前あるいはそれ以前に設置されていれば 1 の値をとるダミー変数 (*LIFE_16Y*) である。

同様のものとして、第 3 の変数として、初めてライフサイエンス関連の教育組織を設置してから経過した年数 (*LIFE_AGE*) を用いる。設置してから共同研究に至る効果が年数とともに比例的に増加あるいは減少するのであれば第 2 の変数（4 つのダミー変数）と *LIFE_AGE* は同じ説明力を持つはずであるが、この効果が正であっても逡減的である場合や、数年後にピークを迎えるような逆 U 字型であるような場合には、単独の変数である *LIFE_AGE* より年数で分けたダミー変数群の方が、説明力が高いはずである。このことを検証するため、第 2 の変数と第 3 の変数を代替的に用いることとした。

この他、コントロール変数として、大学のすべての教育組織の入学定員数の合計 (*UNIV_SIZE*)、大学の設置から経過した年数 (*UNIV_AGE*)、文系・理系ともに設置されていれば 1 とするダミー変数 (*COMPRES*)、理系の単科大学であれば 1 とするダミー変数 (*SCIENCE*) を独立変数に含める。最後に、年度の効果をコントロールするための年度ダミーをモデルに含めた。これらは、ここではパネルデータになっていることを別とすれば、第 2 節における分析と同じ変数(年度ダミーを除く)である。第 2 節では、これら変数がライフサイエンス関連の教育組織設置の決定要因であることを明らかにしたから、*LIFE* や *LIFE_AGE* とは独立ではなく、推計上の問題が生じるおそれがある。そこで、これらコントロール変数を含んだモデルと含めないモデルの双方を推定した。

表 7 に、これらの変数の定義と記述統計量を示した。推定には、従属変数として共同研究契約の有無 (*COLLABO*) を用いる場合には変量効果プロビットモデル (random effects probit model) を用いた。従属変数として共同研究契約件数 (*N_COLLABO*) を用いる場合には、共同研究契約を行っていない国立大学・年度（全観測数 520 のうち 194）について *N_*

*COLLABO*が0の値をとる。このため変量効果トービットモデル (random effects tobit model) を用いた。また、共同研究契約件数がカウントデータであることを考慮したモデルとして、変量効果ネガティブバイノミアルモデル (random effects negative binomial model) を用いての推定も行った¹¹。

¹¹ 変量効果プロビットモデル、変量効果トービットモデルおよび変量効果ネガティブバイノミアルモデルの推定には、それぞれ STATA S.E. (ver.11) の `xtprobit`、`xttobit` および `xtnbreg` のコマンドを用いた。これらのモデルに関する詳細は、たとえば、Wooldridge (2003) を参照されたい。

表 7. パネルデータ分析における変数の定義と記述統計量 (観測数: 520)

変数	定義	平均値	標準偏差
(従属変数)			
<i>COLLABO</i>	ダミー変数: バイオテクノロジー分野における共同研究契約があれば 1, そうでない場合は 0.	0.627	0.484
<i>N_COLLABO</i>	バイオテクノロジー分野における共同研究契約の数.	4.156	6.680
(独立変数)			
<i>LIFE</i>	ダミー変数: 当該年度までにライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を設置していれば 1, そうでない場合は 0.	0.581	0.494
<i>LIFE_1-5Y</i>	ダミー変数: 1 年 (当該年度) から 5 年以内にライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を設置していれば 1, そうでない場合は 0.	0.092	0.290
<i>LIFE_6-10Y</i>	ダミー変数: 6 年から 10 年以内にライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を設置していれば 1, そうでない場合は 0.	0.231	0.422
<i>LIFE_11-15Y</i>	ダミー変数: 11 年から 15 年以内にライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を設置していれば 1, そうでない場合は 0.	0.138	0.346
<i>LIFE_16Y</i>	ダミー変数: 16 年以前にライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を設置していれば 1, そうでない場合は 0.	0.119	0.324
<i>LIFE_AGE</i>	ライフサイエンス関連の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) を初めて設置してから経過した年数.	6.981	8.665
<i>UNIV_SIZE</i>	大学の教育・研究組織 (学部・学科, 研究科・専攻) の入学定員数. (単位:千人)	1.747	1.478
<i>UNIV_AGE</i>	大学の設置から経過した年数.	43.600	12.267
<i>COMPRES</i>	ダミー変数: 文系・理系ともに設置されていれば 1, そうでない場合は 0.	0.554	0.498
<i>SCIENCE</i>	ダミー変数: 理系の単科大学であれば 1, そうでない場合は 0.	0.219	0.414

3.2. 推定結果

共同研究契約の有無 (*COLLABO*) を従属変数とするプロビットモデルによる推定結果を表 8, 共同研究契約件数 (*N_COLLABO*) を従属変数とするトービットモデルおよびネガティブバイノミアルモデルによる推定結果をそれぞれ表 9 と表 10 に示す¹². いずれに対しても, (1) 式が示すように *LIFE* は正で有意な係数を持つ. このことは, ライフサイエンス関連の教育組織を設置している大学 (*LIFE*) ほど, 設置していない大学よりも共同研究契約をする確率が高い傾向にあること, また共同契約件数が多い傾向にあることを示している. よって, ライフサイエンス関連の教育・研究組織の設置は産学共同研究を促進する効果があると見ることができる.

¹² これらの 3 つの従属変数を用いて, 文系のみを除外したサンプルによっても推定した (このとき, すべてのサンプル大学が *COMPRE* または *SCIENCE* で 1 の値をとることになるため, *SCIENCE* を除外した). これらの推定結果は, 付表 4~6 にあるとおり, 大きな違いを生まなかった.

表 8. 共同研究契約の有無についての推定結果： 変量効果プロビットモデル

	従属変数: <i>COLLABO</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	1.678*** (0.459)			3.114*** (0.462)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		1.459*** (0.509)			2.240*** (0.550)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		1.842*** (0.531)			3.120*** (0.526)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		2.068*** (0.665)			3.633*** (0.664)	
<i>LIFE_16Y</i>		2.032* (1.069)			4.590** (1.041)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.129*** (0.049)			0.272*** (0.048)
<i>UNIV_SIZE</i>	0.607** (0.303)	0.532 (0.330)	0.443 (0.359)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.111 (0.020)	-0.010 (0.020)	-0.011 (0.022)			
<i>COMPRE</i>	2.705*** (0.804)	2.572*** (0.814)	3.217*** (0.853)			
<i>SCIENCE</i>	3.501*** (0.757)	3.422*** (0.757)	3.753*** (0.812)			
<i>Y1996</i>	-0.002 (0.322)	-0.040 (0.323)	-0.038 (0.318)	-0.030 (0.318)	-0.119 (0.319)	-0.124 (0.310)
<i>Y1997</i>	0.067 (0.325)	0.016 (0.328)	-0.006 (0.325)	0.016 (0.319)	0.099 (0.321)	-0.176 (0.315)
<i>Y1998</i>	0.435 (0.338)	0.375 (0.342)	0.298 (0.344)	0.355 (0.324)	-0.230 (0.327)	-0.049 (0.324)
<i>Y1999</i>	0.459 (0.344)	0.373 (0.355)	0.260 (0.357)	0.352 (0.325)	0.179 (0.335)	-0.068 (0.331)
<i>Y2000</i>	0.805** (0.362)	0.712* (0.374)	0.649* (0.382)	0.601* (0.329)	0.418** (0.341)	0.251 (0.342)
定数項	-3.338*** (0.955)	-3.209*** (0.953)	-3.060*** (1.003)	-1.140*** (0.392)	-1.105*** (0.383)	-0.601* (0.358)
対数尤度	-153.110	-152.641	-156.024	-174.439	-170.439	-174.791
観測数	520	520	520	520	520	520

注:

1. バイオテクノロジー分野の共同研究契約を行っていない大学・年度 (*COLLABO* = 0 および *N_COLLABO* = 0) は 194 ある。
2. ***, **, * は、それぞれ 1%, 5%, 10% 水準で係数が有意であることを示す。括弧内は標準誤差である。

表 9. 共同研究契約件数についての推定結果： 変量効果トービットモデル

	従属変数: <i>N_COLLABO</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	4.168*** (1.436)			9.353*** (1.513)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		4.015** (1.571)			6.967*** (1.622)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		4.112*** (1.522)			8.270*** (1.457)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		4.246 ** (1.684)			9.221*** (1.574)	
<i>LIFE_16Y</i>		6.074** (2.417)			15.867*** (2.047)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.432*** (0.104)			0.705*** (0.071)
<i>UNIV_SIZE</i>	3.003*** (0.476)	2.652*** (0.593)	1.277* (0.659)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.057 (0.059)	-0.051 (0.059)	-0.030 (0.057)			
<i>COMPRES</i>	8.550*** (2.391)	8.716*** (2.430)	9.310*** (2.178)			
<i>SCIENCE</i>	12.607*** (2.226)	12.486*** (2.229)	12.106*** (2.140)			
<i>Y1996</i>	1.161 (0.805)	1.137 (0.815)	0.788 (0.791)	1.104 (0.815)	0.883 (0.820)	0.510 (0.772)
<i>Y1997</i>	1.323 (0.810)	1.289 (0.830)	0.636 (0.811)	1.135 (0.813)	0.869 (0.827)	0.119 (0.778)
<i>Y1998</i>	2.156*** (0.814)	2.100** (0.850)	1.088 (0.838)	1.957** (0.804)	1.575* (0.836)	0.367 (0.781)
<i>Y1999</i>	4.146*** (0.824)	4.068*** (0.889)	2.730*** (0.875)	3.819*** (0.798)	3.310*** (0.860)	1.721** (0.785)
<i>Y2000</i>	8.164*** (0.834)	8.017*** (0.917)	6.453*** (0.913)	7.663*** (0.785)	6.876*** (0.862)	5.134*** (0.780)
定数項	-14.947*** (2.836)	-14.770*** (2.866)	-12.892*** (2.769)	-7.169*** (1.370)	-6.890*** (1.265)	-4.851*** (0.936))
対数尤度	-1055.571	-1055.084	-1051.489	-1089.975	-1081.699	-1071.111
観測数	520	520	520	520	520	520

注: 表 8 への注と同じ.

表 10. 共同研究契約件数についての推定結果： 変量効果ネガティブバイノミアルモデル

	従属変数: <i>N_COLLABO</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	1.061*** (0.301)			1.855*** (0.308)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		1.038*** (0.315)			1.645*** (0.326)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		1.048*** (0.306)			1.702*** (0.305)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		1.085*** (0.317)			1.783*** (0.311)	
<i>LIFE_16Y</i>		1.341** (0.394)			2.335*** (0.354)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.032 (0.021)			0.084*** (0.019)
<i>UNIV_SIZE</i>	0.342*** (0.085)	0.289*** (0.098)	0.251** (0.125)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.010 (0.012)	-0.009 (0.012)	-0.001 (0.012)			
<i>COMPRES</i>	2.873*** (0.513)	2.913*** (0.517)	3.375*** (0.497)			
<i>SCIENCE</i>	3.532*** (0.484)	3.514*** (0.486)	3.773*** (0.493)			
<i>Y1996</i>	0.284*** (0.103)	0.281*** (0.103)	0.255** (0.104)	0.257** (0.104)	0.255** (0.104)	0.217** (0.104)
<i>Y1997</i>	0.308*** (0.105)	0.303*** (0.106)	0.247** (0.111)	0.265** (0.104)	0.256** (0.105)	0.157 (0.108)
<i>Y1998</i>	0.435*** (0.106)	0.424*** (0.109)	0.333*** (0.119)	0.393*** (0.100)	0.368*** (0.105)	0.193* (0.114)
<i>Y1999</i>	0.773*** (0.104)	0.758*** (0.111)	0.638*** (0.128)	0.715*** (0.095)	0.681*** (0.104)	0.446*** (0.120)
<i>Y2000</i>	1.254*** (0.106)	1.229*** (0.114)	1.084*** (0.139)	1.182*** (0.089)	1.130*** (0.101)	0.851*** (0.125)
定数項	-1.353* (0.754)	-1.301* (0.755)	-1.280 (0.788)	-1.437*** (0.531)	-1.373*** (0.527)	-2.086*** (0.524)
対数尤度	-885.457	-884.840	-889.830	-919.054	-915.794	-922.105
観測数	520	520	520	520	520	520

注: 表 8 への注と同じ.

また、(2) 式によれば、1～5 年前に設置 (*LIFE_1-5Y*), 6～10 年前に設置 (*LIFE_6-10Y*), 11～15 年前に設置 (*LIFE_11-15Y*), 16 年以上前に設置 (*LIFE_16Y*) の順に係数が高くなる傾向が表 6～8 のいずれでも観察され、これらはすべて統計的に有意であった。これは、早い時期に教育関連組織を設置した大学ほど共同研究契約を結ぶ可能性が高く、また件数も大きくなるというラグ効果があることを示している。しかも、*LIFE_1-5Y*, *LIFE_6-10Y*, *LIFE_11-15Y*, *LIFE_16Y* の順にほぼ直線的に係数推定値は増加しており、ラグ効果が逆 U 字型（あるいは U 字型）や逡減・逡増的な関係ではないことを示唆する。いいかえれば年数のみを変数としてもほぼ同じ説明力を持つであろうことを示唆し、実際に表 8～10 における (3) 式に見られるように、ライフサイエンス関連の教育組織を設置してから経過した年数 (*LIFE_AGE*) の係数は正であり、表 8 を除き統計的に有意であった。対数尤度で見ると、複数ダミー変数を用いることによる説明力の増加も限られたものである。よって、ライフサイエンス関連の教育組織の設置は、産学共同研究の確率を高め、その件数を増やすことに加え、この効果にはラグがあり、設置からの年数が経過するにつれ効果が強まることわかる。

(1)～(3) 式では、コントロール変数も利用されている。*UNIV_SIZE* は正の係数を持ち、入学定員総数の大きい大学ほど共同研究を活発に実施する傾向を示唆するが、統計的有意性は不安定である。文系・理系ともに設置されている総合大学を意味する *COMPRE*, 理系単科大学を意味する *SCIENCE* はともに正で有意な係数を持ち、文系のみで大学より理系を有する大学の方が共同研究をより高い確率で、またより多く実施する傾向が確認される。しかも、いずれの表でも *SCIENCE* が *COMPRE* より大きな係数を示しており、両者の差は表 9 で顕著である。よって、文系も有する総合大学に比べ理系単科大学では、共同研究を実施する確率が高く、また実施している大学についてみれば、より多くの件数を実施していることが示唆される。理系単科大学における産学共同研究への積極性、あるいは産業へのオープンさを窺わせる結果である。

最後に、表 8～10 で示されているように、年度ダミーの効果に関して、1995 年を基準年とした場合の年度ダミーの係数が後になるに従って大きくなる傾向がある。表 8 では、2000 年度ダミーのみの係数が有意である一方で、表 9 では 1998 年度以降の年次ダミーの係数が有意に正であることが示されている。表 10 では、すべての年次ダミーの係数が有意に正を示し、後の年度になるに従って共同研究契約が増加する傾向があることを示している。この結果は、1998 年度と 1999 年度にそれぞれ制定された TLO 法（大学等技術移転促進法）と日本版バイドール法（産業活力再生特別措置法）が産学連携を促進したとする仮説と整合的である。特に、年度途中で制定されたこれら法案の効果がその翌年から現れたとする

かぎり、共同研究契約の有無（表 8）に対しては 1999 年法が、共同研究契約件数（表 9、10）には 1998 年法、1999 年法のいずれもが効果を持ったと推測される。同時に、年次の効果をコントロールした後でさえも、ライフサイエンス関連教育組織の設置の産学共同研究を促進する効果は依然として有意であることが示された。

ライフサイエンス関連教育組織の設置がこれらコントロール変数と独立ではないことを考慮して、コントロール変数を除いて推定した結果が、それぞれの表 8~10 における (4)、(5)、(6) 式に示されている。大学規模や総合大学・理系単科大学であることがライフサイエンス関連教育組織設立と正に相関していることから予想されるように、これら変数の効果をコントロールしなければ *LIFE* 等の効果は高まる傾向にある。コントロールするにせよしないにせよ、*LIFE* 等の効果が正で有意であることには変わりがなく、ライフサイエンス関連教育組織の設置が産学共同研究を促進する効果があると結論できる。

4. おわりに

本稿では、現代のバイオテクノロジーの基礎をなすライフサイエンスの分野において、日本の大学の教育組織の設置が産業のイノベーションに果たす役割について 2 段階の分析をおこなった。第 1 段階では、大学におけるライフサイエンス分野における教育組織の設置について調査し、1970 年代までに設置した大学もあるものの、大半は 1980 年代後半以降、特に 1990 年代に入ってから設置されたことを明らかにした。さらに、設置の要因を計量的に分析することにより、規模の大きい大学、理系を有する大学ほどライフサイエンス関連の教育組織設置に積極的であったことを示した。第 2 段階では、文部科学省の国立大学による産学共同研究契約のデータを用い、大学のライフサイエンス分野における教育組織の設置が、バイオテクノロジー分野の産学共同研究を促進したこと、しかしこの効果にはラグがあり、教育組織設置からの年数が経つにつれ産学共同研究実施の確率も件数も増える傾向にあることを示した。

産学連携が産業イノベーションに与える効果については広く議論され、政府の科学技術基本計画においても強調されて、1990 年代中頃以降、産学連携を推進するための規制緩和や促進政策がとられてきた。こうした政策の必要性についてはいうまでもないが、本章での分析結果は、次の 3 点において、さらに新しい観点を提供するものである。

第 1 は、既存の大学がより活発に産学連携を実施するように政策的に促進するのみではなく、その受け皿となる大学の教育・研究機関を拡充するという政策的視点も必要なことである。ライフ・バイオのように新しく、また拡大する分野の場合、それを教育・研究する組織の拡充は、国立大学の場合における国からの予算の制約、また大学内部での既存組

織との調整の困難性などがネックとなって遅れ気味となる。そのもとで、いかに関連組織の拡充を促進していくか、大きな政策課題である。

第 2 は、そうした組織が設置されてから産学共同研究契約に至るまでには時間を要することである。これは、TLO のような産学連携を仲介・推進し、実務を担う組織作りに時間がかかったり、これら組織が大学内研究者の生み出す技術のシーズを把握し、逆に産業が求めるニーズを把握することに時間がかかったり、シーズやニーズを評価する能力、それらを結びつける能力（いわばマーケティング能力）、また産学連携のための契約を結び実行するための法務や実務能力を身に着けるには時間がかかったりするためであると推測される。こうした能力を養成し、必要な大学に供給するための仕組み作り、また研究者・産業間の情報流通を活発化させる仕組み作り、それらの重要性を本稿の分析結果は明らかにしている。

第 3 は、個々の大学がバイオ共同研究を実施する確率も、実施大学の共同研究件数も、分析期間の 1995 年から 2000 にかけて有意に増加したことである。特に実施件数で 1999 年と 2000 年の増加が顕著である。大学等技術移転促進法（いわゆる TLO 法）が制定されたのは 1998 年 5 月であり、同年 8 月に文部省・通商産業省により実施指針が策定されている。また産業活力再生特別措置法（いわゆる日本版バイ=ドール法）が制定されたのは 1999 年 8 月（10 月施行）である。よって、これらの産学連携促進のための法整備と政策が進められたことにより、TLO が設立されて共同研究のための大学での受入体制作りが進み、また、バイ=ドール法によって、政府研究資金の支援を受ける共同研究成果を大学のものとしてできることが明確になったことによって、共同研究へのインセンティブが高まり、共同研究実施件数の増加につながったものと推測される。もちろん、本稿での分析はこれら政策の直接の効果を見たものではなく、年ダミー変数の効果から類推しているにとどまるため、政策効果と断言することは危険である。それでも、政策効果と整合的な結果が得られたことは重要な示唆である。今回用いたバイオ共同研究に関するデータが 2001 年度以降については作成されていないため、2000 年までの増加傾向がその後も続いたのかどうかを確認することができないことが惜しまれる。

参考文献

- 小田切宏之 (2006) 『バイオテクノロジーの経済学』 東洋経済新報社.
- 小田切宏之・加藤祐子 (1998) 「バイオテクノロジー関連産業における産学共同研究」, 『ビジネスレビュー』, 第 45 巻 3 号, 62-80 .
- 後藤晃・小田切宏之 (2003) 『サイエンス型産業』 NTT 出版.
- 馬場靖憲・後藤晃編著 (2007) 『産学連携の実証研究』 東京大学出版会.
- 林雄二郎・山田圭一 (1975) 『科学のライフサイクル』 中央公論社.
- 文部科学省科学技術政策研究所 (2005) 「基本計画達成効果の評価のための調査—主な成果」, NISTEP Report No. 83.
- 文部科学省科学技術政策研究所第 2 研究グループ・研究振興局環境・産業連携課技術移転推進室 (2003) 「産学連携 1983—2001」, 科学技術政策研究所調査資料, No. 96.
- 文部科学省科学技術政策研究所第 2 研究グループ・研究振興局環境・産業連携課技術移転推進室 (2005) 「国立大学の産学連携：共同研究 (1983 年—2002 年) と受託研究 (1995 年—2002 年)」, 科学技術政策研究所調査資料, No. 119.
- 山田圭一・塚原修一 (1986) 『科学研究のライフサイクル』 東京大学出版会.
- 和田昭允 (2005) 『物理学は越境する—ゲノムへの道』 岩波書店.
- Jong, Simcha (2008) “Academic Organizations and New Industrial Fields: Berkeley and Stanford after the Rise of Biotechnology,” *Research Policy*, 37, 1267-1282.
- Murmann, Johann Peter (2003) *Knowledge and Competitive Advantage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mueller, P. (2006) “Exploring the Knowledge Filter: How Entrepreneurship and University-Industry Relationships Drive Economic Growth,” *Research Policy*, 35, 1499-1508.
- Nelsen, L.L. (1991) “The Lifeblood of Biotechnology: University-Industry Technology Transfer,” In Dana Ono, R. (eds.) *The Business of Biotechnology*. Boston: Butterworth-Heinemann, 39-75.
- Odagiri, Hiroyuki (1999) “University-Industry Collaborations in Japan: Facts and Interpretations,” in Lewis M. Branscomb, Fumio Kodama, and Richard Florida (eds.) *Industrializing Knowledge*. Cambridge, MA: The MIT Press, 252-265.
- Odagiri, Hiroyuki and Akira Goto (1996) *Technology and Industrial Development in Japan*. Oxford: Oxford University Press. 小田切宏之・後藤晃著, 河又貴洋・絹川真哉・安田英土訳 『日本の企業進化』 東洋経済新報社 1998 年.
- Rosenberg, Nathan and Richard R. Nelson (1994) “American Universities and Technical Advance in Industry,” *Research Policy*, 23, 323-348.

付表 1. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのプロビットモデルによる推定結果：従属変数=LIFE (理系サンプル)

変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	0.276*** (0.076)	1.404*** (0.445)	1.753** (0.687)	0.232*** (0.080)
<i>UNIV_AGE</i>	0.009 (0.006)	-0.002 (0.010)	-0.008 (0.023)	0.006 (0.007)
<i>COMPRE</i>	0.009 (0.200)	-0.380 (0.439)	-0.572 (0.657)	-0.128 (0.243)
<i>PRIVATE</i>	-0.882*** (0.185)			
定数項	-0.164*** (0.290)	-0.567 (0.410)	-0.526 (0.891)	-0.802** (0.310)
擬似決定係数	0.187	0.304	0.331	0.092
対数尤度	-145.233	-37.877	-21.061	-100.380
観測数	258	94	67	164

注:

1. ライフサイエンス関連の教育・研究組織を設置していない大学 ($LIFE=0$ および $LIFE_AGE=0$) となる大学は、国公立・私立大学で 574、国公立で 89、国立で 30、私立大学で 485 ある。
2. ***, **, *は、それぞれ 1%, 5%, 10%水準で係数が有意であることを示す。括弧内は標準誤差である。

付表 2. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのトービットモデルによる推定結果： 従属変数=LIFE_AGE (理系サンプル)

変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	2.263*** (0.588)	6.033*** (0.890)	5.560*** (0.762)	1.651** (0.781)
<i>UNIV_AGE</i>	0.205*** (0.076)	0.064 (0.079)	0.001 (0.117)	0.234** (0.118)
<i>COMPRE</i>	1.690 (2.472)	3.357 (2.830)	1.813 (2.914)	-1.242 (3.625)
<i>PRIVATE</i>	-12.052*** (2.243)			
定数項	-4.736 (4.002)	-4.485 (3.710)	1.198 (5.537)	-16.736*** (5.482)
擬似決定係数	0.058	0.103	0.112	0.023
対数尤度	-632.059	-294.934	-205.259	-335.473
観測数	258	94	67	164

注： 付表 1 への注と同じ。

付表 3. ライフサイエンス関連の教育組織設置についてのネガティブバイノミアルモデルによる推定結果： 従属変数=LIFE_AGE (理系サンプル)

変数	国公立・私立大学	国公立大学	国立大学	私立大学
<i>UNIV_SIZE</i>	0.126 (0.082)	0.341*** (0.107)	0.278*** (0.082)	0.070 (0.110)
<i>UNIV_AGE</i>	0.025*** (0.008)	0.008 (0.008)	0.004 (0.011)	0.030** (0.015)
<i>COMPRE</i>	0.070 (0.289)	0.479* (0.290)	0.301 (0.291)	-0.058 (0.450)
<i>PRIVATE</i>	-0.716*** (0.261)			
定数項	-0.952** (0.450)	1.043*** (0.379)	1.561*** (0.543)	0.166 (0.641)
擬似決定係数	0.022	0.044	0.041	0.010
対数尤度	-686.037	-316.815	-239.459	-344.361
観測数	258	94	67	164

注： 付表 1 への注と同じ。

付表 4.共同研究契約の有無についての推定結果： 変量効果プロビットモデル (理系サンプル)

	従属変数: <i>COLLABO</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	1.741*** (0.518)			1.929*** (0.458)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		1.477** (0.575)			1.479*** (0.561)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		1.885*** (0.573)			1.858*** (0.512)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		2.115*** (0.709)			2.121*** (0.647)	
<i>LIFE_16Y</i>		2.711** (1.074)			2.950*** (0.920)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.146*** (0.051)			0.152*** (0.043)
<i>UNIV_SIZE</i>	0.708 (0.502)	0.415 (0.544)	0.364 (0.591)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.017 (0.029)	-0.010 (0.030)	-0.012 (0.032)			
<i>COMPRES</i>	-0.713 (0.741)	-0.664 (0.752)	-0.434 (0.794)			
<i>Y1996</i>	-0.080 (0.339)	-0.132 (0.342)	-0.162 (0.339)	-0.093 (0.335)	-0.139 (0.339)	-0.176 (0.335)
<i>Y1997</i>	0.010 (0.345)	-0.062 (0.350)	-0.128 (0.350)	-0.018 (0.338)	-0.075 (0.343)	-0.157 (0.340)
<i>Y1998</i>	0.661* (0.372)	0.573 (0.379)	0.452 (0.383)	0.610* (0.358)	0.549 (0.365)	0.407 (0.361)
<i>Y1999</i>	0.575 (0.379)	0.448 (0.396)	0.281 (0.401)	0.506 (0.357)	0.410 (0.373)	0.221 (0.365)
<i>Y2000</i>	1.022** (0.417)	0.871** (0.435)	0.794* (0.447)	0.922** (0.380)	0.821** (0.397)	0.720* (0.397)
定数項	-3.714 (0.513)	-2.057 (3.089)	-1.273 (3.357)	0.052 (0.437)	0.047 (0.429)	0.512 (0.393)
対数尤度	-131.772	-130.920	-132.435	-132.944	-131.459	-132.712
観測数	402	402	402	402	402	402

注:

1. バイオテクノロジー分野の共同研究契約を行っていない大学・年度 (*COLLABO* = 0 および *N_COLLABO* = 0) は 194 ある。
2. ***, **, *は、それぞれ 1%, 5%, 10%水準で係数が有意であることを示す。括弧内は標準誤差である。

付表 5. 共同研究契約件数についての推定結果： 変量効果トービットモデル (理系サンプル)

	従属変数: <i>N_COLLABO</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	3.528** (1.692)			5.222*** (1.639)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		3.568** (1.776)			4.048** (1.714)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		3.511** (1.722)			4.333*** (1.559)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		3.551* (1.892)			4.703*** (1.684)	
<i>LIFE_16Y</i>		7.640*** (2.625)			11.279*** (2.083)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.504*** (0.095)			0.533*** (0.069)
<i>UNIV_SIZE</i>	5.649*** (1.286)	4.092*** (1.467)	1.509** (1.410)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.131 (0.083)	-0.096 (0.082)	-0.043 (0.075)			
<i>COMPRES</i>	-4.831** (2.228)	-3.810* (2.204)	-2.858*** (1.946)			
<i>Y1996</i>	1.147 (0.821)	1.119 (0.834)	0.638 (0.809)	1.021 (0.823)	0.962 (0.833)	0.566 (0.803)
<i>Y1997</i>	1.403* (0.832)	1.344 (0.856)	0.441 (0.835)	1.125 (0.821)	1.065 (0.841)	0.306 (0.808)
<i>Y1998</i>	2.582*** (0.843)	2.476*** (0.885)	1.108 (0.867)	2.173*** (0.809)	2.060** (0.848)	0.904 (0.806)
<i>Y1999</i>	4.596*** (0.869)	4.453*** (0.945)	2.656*** (0.919)	4.051*** (0.807)	3.894*** (0.880)	2.387*** (0.815)
<i>Y2000</i>	8.961*** (0.899)	8.648*** (1.000)	6.579*** (0.974)	8.278*** (0.799)	7.883*** (0.890)	6.247*** (0.820)
定数項	-33.559*** (7.707)	-24.972*** (8.667)	-9.216 (8.335)	-2.407 (1.542)	-2.696* (1.409)	-2.228** (0.952)
対数尤度	-1027.325	-1025.168	-1017.502	-1036.194	-1029.140	-1018.958
観測数	402	402	402	402	402	402

注： 付表 4 への注と同じ。

付表 6. 共同研究契約件数についての推定結果： 変量効果ネガティブバイノミアルモデル (理系サンプル)

	従属変数: $N_COLLABO$					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>LIFE</i>	0.978*** (0.340)			1.176*** (0.289)		
<i>LIFE_1-5Y</i>		0.966*** (0.346)			0.982*** (0.305)	
<i>LIFE_6-10Y</i>		0.982*** (0.337)			1.011*** (0.283)	
<i>LIFE_11-15Y</i>		1.023*** (0.350)			1.083*** (0.289)	
<i>LIFE_16Y</i>		1.420*** (0.419)			1.666*** (0.325)	
<i>LIFE_AGE</i>			0.042** (0.019)			0.059*** (0.014)
<i>UNIV_SIZE</i>	0.696*** (0.209)	0.515** (0.232)	0.433 (0.272)			
<i>UNIV_AGE</i>	-0.016 (0.015)	-0.014 (0.014)	-0.003 (0.013)			
<i>COMPRES</i>	-0.877*** (0.425)	-0.714* (0.429)	-0.569 (0.434)			
<i>Y1996</i>	0.283*** (0.104)	0.278*** (0.104)	0.245** (0.105)	0.256** (0.106)	0.258** (0.105)	0.230** (0.105)
<i>Y1997</i>	0.318*** (0.108)	0.307*** (0.109)	0.232** (0.113)	0.271** (0.814)	0.267** (0.106)	0.196* (0.107)
<i>Y1998</i>	0.459** (0.109)	0.441*** (0.112)	0.320*** (0.121)	0.411*** (0.102)	0.391*** (0.105)	0.269** (0.108)
<i>Y1999</i>	0.802*** (0.110)	0.776*** (0.117)	0.616*** (0.131)	0.733*** (0.096)	0.707*** (0.104)	0.543*** (0.109)
<i>Y2000</i>	1.284*** (0.115)	1.242*** (0.123)	1.053*** (0.143)	1.194*** (0.091)	1.151*** (0.101)	0.966*** (0.108)
定数項	-1.655 (1.346)	-0.655 (1.450)	-0.127 (1.633)	1.911*** (0.540)	1.891*** (0.550)	2.251*** (1.122)
対数尤度	-860.853	-859.306	-862.308	-866.241	-862.053	-863.683
観測数	402	402	402	402	402	402

注： 付表 4 への注と同じ。