

Title	研究大学の産学連携システムに関する研究：日米比較による考察
Author(s)	塚本, 芳昭
Citation	年次学術大会講演要旨集, 13: 191-196
Issue Date	1998-10-24
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5672
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

○塚本芳昭（東工大フロンティア創造共同研究センター）

1. はじめに

今日、米国では大学において様々な形態での産学連携が進展し、新産業の芽となる技術の創出およびその移転が活発に行われ、好調な米国経済を支える一要因となっていると言われている。実際大学で使用されている研究資金に対する民間企業からの資金の比率は日本では2.3%（大学の総研究費：30,131億円、うち企業からの資金：700億円（1996年度））であるのに対し、米国では5.8%（大学の総研究費：29,436百万ドル、うち企業からの資金：1,710百万ドル）と大きな差異があり、資金面から見ても産学連携の進展の度合いの違いが見受けられる。また、技術移転の面でもAUTM（Association of University Technology Managers Inc.）の調査によれば、米国においては大学のライセンスに基づくロイヤリティ収入は556億円（1995年度）、大学の技術を活用したスピンオフ企業は1881社（1980～1996年度）、大学からの技術移転による経済効果は年ベースで2.7兆円、雇用効果は21万人と試算されているのに対して、日本では国立大学関連の国有特許のライセンスに基づくロイヤリティ収入は0.31億円、その他の事項についてもスピンオフ企業として目立ったものはなく、経済効果、雇用効果等も把握されていないという状況にある。本稿では、大学からの産業創造が活発に行われている米国の研究大学と日本の研究大学の産学連携システムの比較検討をするとともに産学連携進展のメカニズムの分析を行い、今後の日本の大学における新産業創造による社会貢献を進めていくための体制整備の方策等について考察することとしたい。

2. 主要研究大学の概要

今回の研究では、米国の大学としてMIT、スタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレー校（UCB）、日本の大学として東京工業大学（東工大）をとりあげた。表－1に米国の3大学および東工大の概要を示す。このうちMITは、通常の大学機能の他に連邦政府、主として国防省からの受託研究を大規模に実施しているリネカー研究所を運営しているし、スタンフォード大学は加速器関連の国の研究所であるSLAC（Stanford Linear Accelerator Center）の運営を行なっている。大学の持つ機能、学部構成等の違いにより、日米の大学を単純に比較することはできないが、米国の3大学は東工大に比べ、職員数では4.1～5.5倍、教育・研究活動のボリュームを表す支出総額では3.1～4.6倍とがかなり大きな開きがある状況が窺える。これは、米国の大学においては外部から獲得した研究資金で研究者等がかなり自由に雇うことができ、研究資金さえ確保できれば研究活動の拡大が容易であるのに対し、東工大の場合には研究活動の主体が教官と学生でポストドク等の研究者の活用が十分ではなく、研究活動の拡大にも制約があることも一因となっていると考えられる。

3. 産学連携システムの現状

産学連携を支える大学内の機能としては、企業に対する窓口であり民間のニーズを把握するためのリエゾン組織、共同研究・委託研究の契約手続きを行う研究契約事務組織、および研究の成果である発明の権利化・普及のための技術移転組織が重要であるが、米国の3大学および東工大のこれらの機能の整備状況を表－2に示す。リエゾン組織については、米国の3大学にはいずれも会員制の組織が存在しており、会員に対し①教授や研究スタッフとの個別会合のセッティング、②教授や研究スタッフによる企業での講演会・討論会の開催、③シンポジウム・セミナーの開催、④出版物の配布等のサービスがなされ、そうした活動に必要な経費は会費収入によりまかなわれる方式がとられている。特にMITにおいてはリエゾン組織のみで50名の職員を配置しており、現在のところ1名しか専任教官が配置されていない東工大とは組織の整備度合いが大きく異なっている。研究契約事務組

表－１ 主要研究大学の概要

	M I T	スタンフォード大学	カリフォルニア大・バークレー	(参考) 東工大
設立形態 (設立年)	私立 (1861 年)	私立 (1891 年)	州立 (1868 年)	国立 (1881 年)
学生数	9,947 人 (1.0)	13,811 人 (1.4)	29,795 人 (3.0)	9,811 人 (1)
職員数	9,875 人 (5.5) (内訳) キャンパス分 7,850 リサーチ分 2,025	7,242 人 (4.1) (内訳) キャンパス分 5,881 SLAC 分 1,336	8,321 人 (4.7)	1,787 人 (1)
(うち教授数)	896 人 (1.4)	1,488 人 (2.3)	1,428 人 (2.2)	655 人 (1)
(うちノーベル賞学者)	12 人	12 人	7 人	0 人
支出	1,359.8 百万ドル (4.6)	1,365.6 百万ドル (4.6)	925.0 百万ドル (3.1)	295.7 百万ドル (355.0 億円) (1)

注 1) 支出のデータは次のとおり：MIT (1996/97 年度)、スタンフォード大 (1996/97 年度)、カリフォルニア大
バークレー校 (1995/96 年度)、東工大 (1996 年度)

注 2) () 内は、東工大を 1 とした時の指標

注 3) 円・ドルレートは 120 円/ドルを用いた。

表－２ 主要研究大学の産学連携システム

機能	M I T	スタンフォード大学	カリフォルニア大・バークレー校	(参考) 東工大
リエゾン 組織	Industrial Liaison Program 全学を対象に設置 総勢 50 名(474-13 名) 会員 200 社 会費 5 万ドル/年(外国企業) 収入 8 百万ドル	Industrial Affiliates Program 研究分野毎に合計 50 組織 企業別に担当教授を割り振り 会員合計 594 社 会費 0.5-2 万ドル/年 収入 5.9 百万ドル	Industrial Liaison Program 学部等毎に設置 工学部の ILP が最大 会員 350 社(工学部) 会費 0.5-3 万ドル/年(工学部)	フロンティア創造共同研究 センター 全学を対象に設置 専任教官 1 名 (組織整備を検討中)
研究契約 事務組織	Office of Sponsored Program 職員数 19 名	Sponsored Project Office 職員数 17 名	Sponsored Project Office 職員数 22 名	研究協力課 職員数 11 名
技術移転 組織	Technology Licensing Office 職員 26 名 年間収入 21 百万ドル 特許出願年間 120 件 ライセンス年間 75 件 輩出ベンチャー130(10 年累計) 法律家中心の事務所から改 組 (1986 年)	Office of Technology Transfer 職員 25 名 年間収入 52 百万ドル 特許出願年間 195 件 ライセンス年間 59 件 輩出ベンチャー年間 10 外部委託(リサーチ・ホステーション) から切り替え(1970 年)	Office of Technology Transfer 職員 13 名 年間収入 1.7 百万ドル 特許出願年間 24 件 ライセンス年間 18 件 輩出ベンチャー15(15 年累計) カリフォルニア大学の全体の事務 所から独立(1990 年)	研究協力課 職員 1 名 年間収入なし 特許出願件数年間 7 件 ライセンス年間 0 件 輩出ベンチャー0 国有特許のみを取り扱い (別途 TLO 整備を検討中)

注) 輩出ベンチャーとは大学等から特許等のライセンスを受けて設立された企業をいう

組織については、米国の3大学では20名程度、東工大では11名の職員が配置されている。技術移転組織については、米国の3大学では13-26名の職員を配置し、1.7~52百万ドルのロイヤリティー収入が得られ、多くのベンチャー企業も輩出している。基本的な仕組みとして①大学研究者から発明の開示を受け、その内容を判断して特許化する、②特許を希望企業等にライセンスし、ロイヤリティーを徴収する、③ロイヤリティーから経費を控除した後、発明者、学部、大学に1/3づつ配分するという業務を実施している。米国では研究者の発明は大学に帰属するようになっており、このように大学として組織的な対応がなされているが、東工大の場合は他の国立大学同様、大学では国に帰属するとされた発明（全発明の1割程度）の特許のみが取り扱われロイヤリティーが入ってきている状況にはない（担当職員1名）。なお、大学内の研究者に帰属するとされた発明（全発明の9割程度）の特許は研究者個人の所有もしくは関係企業に譲渡され、大学として何らかのケアがされている状況にはない。

4. 研究者の義務・制約・インセンティブ（産学連携関連）

4-1. 研究費獲得面の義務

米国の3大学の研究費に対する基本的考え方は、教授の人件費の一部は大学の経常経費でまかなうものの、助手その他の人件費（教授本人の人件費の一部を含む）、人件費以外の直接費および間接費は通常外部資金でまかなうこととなっている。一方、東工大においては教授、助手等の人件費は基本的に国家資金によりまかなわれている他、一定の教育・研究のための経費も配分されることとなっている。すなわち、米国の3大学においては、教授が外部資金が獲得できないとなると、自分の給与の一部は勿論のこと研究を支える研究者、大学院生、技官、秘書等に対する給与支払いも出来なくなり、事実上研究が遂行できないこととなる。従って、米国の大学の教授は外部の研究費を獲得するために半年間は研究のプロポーザルを書いているとも言われる程であるが、善し悪しは別にすれば、こうした一種の義務が外部資金の獲得、民間資金の導入につながり、結果として産学連携を活発化している側面もあると考えられる。

4-2. 技術移転活動面のインセンティブ

米国の3大学では研究者の発明は大学に帰属することとなっているが、発明情報を技術移転組織に開示し技術移転することについての研究者のインセンティブとしては、①ロイヤリティーが分配されること、②技術移転を通じて新しいスポンサーリサーチの要請がくることがあること、③研究成果を基礎にも自分自身で会社を立ちあげるときにはバックアップが期待できること等である。研究者自身の学内評価基準は純粋にアカデミックな世界で行われており、特許の出願数などは評価の対象とはならないし、発明者は技術移転組織に情報を開示することを義務付けられているもののそれを破るとペナルティがあるわけではない。基本的には技術移転組織が役に立つから研究者が利用するという図式となっていると考えられる。一方、東工大の場合は、研究者の評価は基本的に学術論文により行われるうえ、技術移転活動を支える十分な組織が整備されておらず、技術移転活動面のインセンティブは米国の3大学に比べ事実上無いに等しい状況となっている。

5. 産業創造に及ぼすインパクト

MITのMITfact1997によれば、MITからの発明は毎年200億ドル以上の売り上げおよび15万人以上の雇用を生みだしているとしている。また、Bank of Bostonが1997年に出した報告（MIT The Impact of Innovation）によると、MITの卒業生や教官、スタッフが設立した企業は、4000社以上にのぼり、その雇用は110万人、売り上げは2320億ドルにも及んでいるとしている。大学の産業面での社会へのインパクトという観点からすると極めて大きな役割を果たしているように思われる。スタンフォード大学およびカリフォルニア大学バークレー校については、その種のレポートがないのでなんとも評価はできないが、TLOの収入の増加状況、ベンチャー企業の輩出状況等を勘案すると類似の社会的インパクトを与えている可能性があらう。東工大については、これまで組織的な調査が行われていないのでその詳細は分からないが、TDKのフェライト、磁気テープ、ソニーの磁気テ

ープの技術は東工大で生まれた技術であり、時計に幅広く用いられているクォーツ、ビタミンB₂、光通信技術の一部等は東工大で生まれ大きな産業として発展しているものであるなど東工大の技術が産業創造に寄与した例が見受けられる。ただし、近年の状況としては大学の技術を核に多くのベンチャー企業が生まれたり、大学発の技術により企業が発展している事例が多く見受けられる状況にはない。

6. 産学連携進展のメカニズム

6-1. 産学連携進展モデル

以上、米国の3大学および東工大の概況、産学連携システム、研究者の義務・制約・インセンティブとともに産業創造に及ぼすインパクトについて見てきたが、米国の3大学においては東工大に比べ予想以上に大学の技術が社会に出され新産業の形成に大きく寄与してる様に見受けられた。このような現象はどのような要因により生じているのであろうか。筆者としては、米国の大学における産学連携進展には進むべくして進むという一種のメカニズムがあるように推測しているが、それを大学における産学連携進展のモデルとして以下に提示したい。具体的には、Fを産学連携活動度、Qを価値発現係数、Pを産学連携基礎ポテンシャルと定義した場合、次の関係が成り立つというものである。

$$F = F(Q, P) \quad [Q = Q(v, w), P = P(x, y)]$$

ここで各々の関数、説明変数の意味するところは以下の通りである。

F：産学連携活動度。具体的な指標としては、大学の研究成果のライセンス数、民間との共同研究の件数等が考えられる。

Q：価値発現係数。大学が産学連携を進め得る基礎的ポテンシャルを有している場合に、それが具体的な産学連携に結びつく程度を示す係数。後述するv, wの関数。

P：産学連携基礎ポテンシャル。大学が産学連携を進めるうえで必要なポテンシャル。後述するx, yの関数。

v：産学連携関連組織の整備度。リエゾン組織、研究契約組織、技術移転組織の整備の程度であり、具体的な変数としてスタッフ数等が考えられる。Fとして何を指標にするのかにより異なる。例えば、Fとしてライセンス数を指標として用いる場合、技術移転組織のスタッフ数等が適当な変数となろう。

w：研究者に対するインセンティブ度。義務、制約等も含めたもの。具体的な変数として何をとりかは難しいが、極端なケースではあり、なしも一つの変数と考えられよう。

x：研究開発に関するIntangible asset。研究開発費等が適当な変数となろう。

y：研究開発に関するTangible asset。研究開発を支える研究スタッフ等が適当な変数となろう。

なお、上記モデルは、産学連携活動の前提として、まず大学としての研究開発活動が必要であり研究開発活動の規模自体が産学連携活動の基本となるが、そうした研究開発活動の成果が民間企業にライセンスされたり、民間企業との共同研究に結びつく過程には大学としての組織的活動、さらには研究活動を支える研究者に対するインセンティブ度（含む義務、制約）がそうしたものの促進要因、場合によっては抑制要因として働くということを示したものである。

6-2. 産学連携進展モデルの検証

上記の産学連携進展モデルを実証する観点から使用でき実際のデータは少ないが、ある程度のデータが得られる米国の大学のケースを対象にFとしてライセンス数を採った場合を検証してみたい。まずQについては、v, wが変数となっているが、米国の大学の場合、技術移転に関する研究者のインセンティブの与え方は大学毎にはほとんど異なっていないため、wを定数として取り扱うこととし、vのみの関数と想定する。従って $Q = Q(v)$ となる。vとして具体的には技術移転組織のスタッフ数を用いる。Pについては、x, yが変数となっているが、米国の大学の場合、4. で述べた様に研究開発費の太宗を占める外部からの研究資金により大学の研究スタッフ

の多くが雇用されているため外部からの研究資金と研究スタッフにはリニアな相関があると仮定し、 x のみの関数と想定する。従って $P=P(x)$ となる。 x として具体的には研究開発費の太宗を占める外部からの研究資金額を用いる。この場合、 $F=F(Q, P)$ であるが、具体的にはコブダグラス型の関数として $F=a \cdot v^{\alpha} \cdot x^{\beta}$ と設定しモデルの検証を試みることにする。 (a) は定数、ライセンス数、外部からの研究資金額、技術移転組織のスタッフ数については、米国の大学等の技術移転機関からなる組織である AUTM (Association of University Technology Managers) の Licensing Survey 91-95 の統計を使用する。同統計では、145 の米国の大学について、1991～1995 年の各年における外部からの研究資金、1992～1995 年の各年における各大学のライセンス件数、全技術移転担当者数（技術移転専門担当者と特許ライセンス専門担当者の FTE 換算）が得られるので、それぞれについて統計がカバーする期間の平均値を用いることにする。勿論、ライセンスに至るプロセスを考えれば、研究開発が行われ、その結果発明が生じ、何年か経ってライセンスが行われることを考えると、研究資金、ライセンス数、全技術移転担当者数として同時期のものを使用することの妥当性についての議論がある可能性はあるが、研究開発資金については大学毎にドラスティックに変化はしていないこと、入手できるデータに制約があることから同時期におけるこれらのデータを用いることにする。

分析にあたっては、 $F=a \cdot v^{\alpha} \cdot x^{\beta}$ の対数を取り $\log F = \log a + \alpha \log v + \beta \log x$ とし、重回帰分析を行なった結果を以下に示す。

$$\log F = 0.57 \log v + 0.51 \log x - 3.35$$

$$(6.69)^* \quad (6.61)^*$$

*1%有意

自由度修正済の決定係数 = 0.705

以上から言えることは以下の諸点である。

- ① 自由度修正済の決定係数が 0.705 で、かなりの説明力を有したモデルである。
- ② v と x には代替性がある。

なお、今回のケースについては、米国では産業界に大学のシーズを積極的に活用しようという土壌があり、大学側の研究開発活動の拡大や技術移転体制の整備が進めば技術移転が増大するという理想的なケースであったことからモデルへの適合が確認できたが、今後文化的背景や社会的条件が異なる日本やその他の国々においてもこうしたモデルが適応できるかどうか、更には米国でも産学連携活動度として他の指標を用いた場合にはモデルへの適合が確認できるか等についても検討を進め、モデルの有効性、適用範囲等についてさらに検討を進めていく必要があろう。

6-3. 事例研究

(楽器メーカーA社の事例)

A社は、スタンフォード大学が開発し、同大学のOTLが特許化したFM音源技術（周波数を変調させることにより音色を合成する技術）に関するライセンスを1975年に受け、シンセサイザーの大ヒット商品を生み出し、その売り上げは累積で数千億円に及んでいるほか、同技術を採用したパソコン用の音源チップもパソコンによる音楽再生の実質的な世界標準となり、これも数千億円の累積売り上げとなっている。この結果、A社はスタンフォード大学に23百万ドルのロイヤリティを支払ったが、大学側はその大半を音響関係の更なる研究に投入し物理モデル音源技術（実際の楽器の発音の仕組みをコンピュータの計算で再現する技術）をあらたに生み出し、同技術についても1989年にA社にライセンスがなされている。さらに1997年からはA社の保有する特許とスタンフォード大学が保有する特許を共同でライセンスする活動がなされ既にライセンス契約が成立するものもできている。この事例は、質の高い研究開発活動が発明を生み、技術移転を実施するOTLという組織により発明の権利

化およびライセンス活動がなされ、ロイヤリティ収入があらたな研究活動を可能にし、またそれが更なる発明とその権利化およびライセンスにつながるという産学連携進展メカニズムの連鎖が生じているという興味深い事例であり、前述した産学連携進展モデルの実証の一例とも考えられる。

(総合電気会社B社の事例)

B社は、MITのILP、スタンフォード大学の6つのIAP、UCBの3つのIAP参加している。現在MITとエネルギー材料関連3件、スタンフォード大と情報通信、材料関連8件、UCBと半導体素子、材料、情報関連8件の共同研究・委託研究を実施しているが、リエゾン組織を通じて紹介してもらった研究者との共同研究も含まれているとしている。実際、同社は米国の3大学のリエゾン活動が企業側のニーズを大学のシーズに結びつけ、共同研究につなげることに重点が置かれていると感じている。また、共同研究・委託研究については、かつては基礎、プレコンペティティブの段階の研究であり、研究員の教育の面での寄与は大きかったが、最近は共同研究・委託研究のテーマが応用にシフトしつつあるとしている。ただし、現在のところ共同研究・委託研究等の成果に関連してライセンスを受ける状況に至っているものはない。以上がB社の産学連携の事例であるが、このケースでは大学のリエゾン組織の活動への参加が大学と企業の様々な面での協力につながっているようであり、リエゾン組織を通じた研究者の紹介が一部ではあるが共同研究に結実した事例もでてきている。米国の主要大学の技術移転機関でライセンスされるケースの半数以上がスポンサーリサーチから生み出されたものであることを勘案すれば、B社のケースにおいても共同研究が更に発展し、特許取得、ライセンスに結びつく発展も予想される。このケースも前述した産学連携進展モデルがイメージしている産学連携活動の進化のステップの実例となるものである。

7. 考察

これまで米国の3大学と東工大における産学連携システム、産学連携進展のメカニズム等を見てきたが、それからいえることは、米国の3大学ではリエゾン組織、TL0、研究契約事務組織等の組織面の整備、教官の義務・インセンティブ等が有機的に機能し全体として産学連携を支えており、それにより産学の共同研究や学から産への技術移転などが進展しているのに対し、東工大においては研究契約事務組織は整備されているものの、リエゾン組織、TL0は整備が進んでおらず、また産学連携に効果的な義務・インセンティブシステム等も十分ではない。

このため東工大だけでなく産学連携を推進しようとしている日本の大学においては、リエゾン組織の整備による産学共同研究の拡大、TL0の整備による技術移転活動の促進をおこなうとともに教官の評価に特許関連事項を加える等一定のインセンティブの導入を図るなどトータルとして産学連携が進むようなメカニズムを導入することが求められよう。なお本稿のとりまとめにあたっては、東工大渡辺千仞教授、勝本雅和助手、富士通総研西尾好司氏に多大な助言・助力をいただいたことを紙面を借りて感謝申し上げたい。

(参考文献)

- [1] MIT, MITFacts1997
- [2] BankBoston, MIT: The Impact of Innovation
- [3] Stanford University, StanfordFacts for 1997
- [4] UCB, 1997 CalFacts, Berkeley
- [5] Tokyo Institute of Technology, Facts 1997
- [6] Zvi Griliches, Market Value, R&D and Patents, R&D, Patents, and Productivity, National Bureau of Economic Research, 511 (1984)
- [7] Association of University Technology Managers, Inc., AUTM Licensing Survey FY1991-FY1995