

Title	産学連携が大学の科学研究に与える影響の定量分析(産学官連携 (1))
Author(s)	七丈, 直弘; 馬場, 靖憲
Citation	年次学術大会講演要旨集, 21: 471-474
Issue Date	2006-10-21
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/6390
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

○七丈直弘（東大情報学環），馬場靖憲（東大先端研）

1. はじめに

産学連携は関係する企業と大学にどのような影響を与えるのであろうか。産業競争力を強化する観点から産学連携に対する関心が世界規模で高まった結果、産学連携の企業に与える影響に関する研究が急速に進んでいる。大学の科学研究が企業のイノベーションにどのような影響を与えるか、着実に理解が深まり、効率の良い産学連携を実現するための研究が生まれている（Powell et al., 1996, Murray 2002, Zucker and Darby, 1996, Agrawal et al., 2002, Mowery et al., 2002, Thursby and Thursby, 2002, Feldman et al. 2002, Shane, 2002, Zucker et al. 2002, Shane and Stuart, 2002）。例外的に、産学連携が産業に与える悪影響として、大学が産学連携に注力することによって基礎研究の比重が低下し産業が長期的に停滞する危険性が指摘されている（Florida, 1999）。

産学連携によって大学が産業に与える影響に関して多くの研究が存在するのと対照的に、産学連携が大学の科学研究に与える影響を明らかにする実証研究は少ない（D'Este and Patel, 2005）。大学の科学研究に対する影響として、産学連携による大学の研究規模の拡大、基礎研究の活性化、そして研究人材の育成における貢献が指摘される（原山、2003、澤等、2005）。産学連携によって企業から大学へ研究費が提供され研究人材が派遣されると大学の研究規模が拡大し、大学の科学研究の実績が向上する。また、企業研究者が大学と共同研究を行う際に予期されない科学的発見をして、その成果が学会に提供されることによって基礎研究が活性化される（Dosi 1988, Nelson 1995, Murmann 2003）。さらに、産学連携を経験した大学研究者の方が論文発表の生産性が高いことによって、産学連携が大学研究者の育成に貢献する可能性が指摘されている（Blumenthal et al. 1986）。反対に、大学と企業が密接に連携することによって科学研究の公開性、客観性、独立性が低下する危険性が大学研究者によって指摘されている。大学研究者を対象とする質問票調査によれば、約 65% の研究者が産学連携によって学問の自由を侵害される危険性を感じ、同じく、約 70% が短期間で研究成果を出すプレッシャーを感じていることが判明している（Bok, 2003）。本研究は、個別研究者による評価に替えて、研究者が出版する科学論文とその引用を統計解析することによって、産学連携の大学の科学研究への影響を実証分析する。

理論的な背景に触れれば、我々は産学連携による大学から企業への貢献とは研究者間にアイデアが流れ、大学から企業へイノベーションの機会が提供されることでなく、関係者が共に学習することによってイノベーションによって利益を得る能力を形成することとして理解する（Breschi and Lissoni, 2001）。産学が連携する際には、大学と企業の研究者間に二方向で相互関係（“two way” interaction）が作用し

ており（Meyer-Krahmer, 1996）、産学連携による能力形成を分析する場合、連携によって大学が企業に及ぼす効果に加え、企業が大学に及ぼす効果を分析する必要がある。前章では産学連携を通じて大学が企業の人材育成にどのような効果を与え、どのような産学連携が企業の研究開発に貢献したか、分析した。対照的に、本章は企業が大学に及ぼす効果に着目し、産学連携によって大学の科学研究がどのような影響を受けているか分析する。

具体的には、本研究ではアドバンスド・マテリアルに属する光触媒分野で展開された産学連携を分析対象とする。産学連携が大学の科学研究の生産性と科学的インパクトに与えた影響を分析するために、同分野で科学論文の出版歴を持つ世界の全研究者が所属する大学と公的研究機関の研究実績に着目する。本研究では、公的支援を受けて研究を進める諸機関が企業と共著論文を出版することを産学連携の指標と解釈し、科学研究の生産性としての論文数と科学的インパクトとしての被引用件数が、産学の共著論文によってどのような影響を受けているか、定量分析を行う。さらに、光触媒分野においては日本を中心に産業化を視野に入れた応用研究が行われていることを考慮し、日本における産学連携を対象に、共著論文に加え大学と企業による特許の共同出願が大学の科学研究へどのような影響を与えているか、分析を行った。

一般的に、産学連携の大学の科学研究に対する影響として、大学の研究規模の拡大と基礎研究の活性化等、大学にとって望ましい影響が指摘されている。本章は、相対的に研究が遅れる研究課題に対して、科学論文数と被引用件数等のデータを統計解析することによって、産学連携の科学研究への影響として従来、主張されている仮説が実際にどの程度の妥当性があるか、定量的に明らかにする。分析結果からは大学がどのように産学連携に取り組めばよいか、将来に向けた政策含意が期待できる。さらに、本研究によって、企業と大学にそれぞれ焦点をあてた分析によってアドバンスド・マテリアル分野における産学連携のメカニズムを包括的に理解することが期待される。

2. データについて

本研究は産学連携の指標として企業と大学による共著論文に着目する。論文出版が企業にとっての最優先事項でないため、企業と大学による共著論文は産学連携を完全にカバーする指標ではない。単一の指標に依拠して産学連携を完全に把握することは難しく（Calvert and Patel, 2003）、共著論文はそれを産学連携の直接の結果として扱うのではなく産学連携の副産物と考えるべきである（Pechter, 2001）。科学論文の論文数と被引用件数は科学研究における生産性とインパクトを正確に反映したものではないが、科学論文データは世界の大学・公的研究機関の科学研究と産学連携に関する、ほぼ唯一の系統的なデータであるた

め、本研究では同データを利用する(Calvert and Patel, 2003)。

本研究では、共著者レベルで大学研究者と企業研究者が現れる論文を産学連携の成果として定義するため、分析対象となる各論文について、その著者の所属を産学の属性の観点から把握し論文共著関係における産学連携を組織間の連携として観測し、組織連携の時間的推移と組織に属する研究者の科学実績の時間的推移を明らかにする必要がある。データとしては、ISI 社が作成している学術論文書誌データベース(SCI)のうち SCI-EXPANDED を利用し、1970 年から調査時点である 2004 年までに収録されたデータを対象とした。データベースの作成にあたっては、まず全文検索により「photocatal*」(語尾の*はワイルドカードであり、光触媒に関連した語に適合する)を文章中に含む論文を抽出した。その結果抽出された 6,992 本の論文をソース論文とする。次に、引用情報を用いてソース論文を引用している引用論文を抽出した。引用論文の合計は 25,651 本であった。以上の手順によって得たソース論文に属する各論文について、出版年、著者名、組織名、国名(組織の住所に記載されたもの)、2003 年末までの合計被引用回数を整理した結果、分析対象として 9,801 名の著者、1,981 組織、91 カ国が特定された。

3. 変数および推計モデルの構築

組織の科学的パフォーマンスがどのように成長するかについては、サイモンが提案した確率的モデル(Simon, H., 1957)、バーソロミューが提案した leaving-process モデル(Bertholomew, J., 1967)等のモデルが存在する。しかし、提案されてきた比較的単純なモデルは非現実的な仮定を前提とし、観測が困難な変数を用いている場合(Levin, S. and Stephan, P. 1991)が多く、本論文が目的とする実証研究における適用は難しい。よって、本論文は現象論的アプローチを採用し、関連することが見込まれる変数を導入したモデルを提案し、産学連携に関連した変数の影響を観察する。なお、モデルの作成においては企業の研究開発と特許生産に関する一連のモデル分析を参考にした(Pakes and Griliches (1980), Hall, B., Jaffe A. B., and Trajtenberg, M., 2000, Nagaoka S., 2006)。推計を行うにあたり、被説明変数として論文生産量と科学的インパクトを用いた。また説明変数としては、論文数および被引用数について1期から4期のラグをとったものと、共著研究者数、産学連携の有無、技術分野の集中度、共著ネットワークにおける位置を用いた。さらに、論文生産量について閾値を設け、観測期間を通じて 5 本未満の論文しか出版していない大学は対象から除外した。また、当該領域が研究分野として確立していない 1980 年以前については推計の対象から除外した。使用する変数を追加的に説明してみよう。

まず、被説明変数については次のとおりである。

(1) 論文生産量および科学的インパクト

組織が t 年において出版した論文数を $Paper_t$ とする。また、組織が t 年において出版した論文が、観測期間全期(1970～2003 年)を通じて得た被引用数を $Cite_t$ とする。前者は、組織における研究活動の生産性を、後者は、組織の科学的インパクトを示すと考える。

次に説明変数については次のとおりである。

(2) 共著研究者数

各組織が、対象となる年 t に対して過去 3 年 ($t-3, t-2, t-1$) の間に出版した論文において、共著者として現れる研究者の総数を共著研究者数(Workforce _{t})として用いた。共著研究者が多いほど、論文生産量は向上すると考えられる。

(3) 技術分野の集中度

ISI では SCI の対象とする全科学雑誌を取り扱うテーマに応じて類型化しているため、雑誌のタイプを論文の性質を表現する代理変数として用いる。各組織が出版した論文の集合に対し、そこに見られるジャーナルタイプの頻度分布を Herfindahl 指数に変換し、組織間の研究対象の集中度を比較する(Hall, B., 2002)。ジャーナルタイプ i に含まれる論文の割合を s_i とした場合、Herfindahl 指数(H)は s_i の二乗和として定義した。

(4) 産学連携の有無

各組織が、対象となる年 t に対して過去 3 年間($t-2, t-1, t$) に出版した論文において、産学連携による論文数(共著者に企業研究者を含む論文)が 1 以上である年に 1 の値をとるダミー変数を作成し UI_t とした。

(5) 共著ネットワークにおける位置(ネットワーク指標)

本論文では組織間の論文の共著関係に注目し、研究組織間のネットワークを構築して同ネットワークにおける近接中心性(Closeness _{t})と媒介性中心性(Betweenness _{t})を説明変数として用いた(Wasserman S., and Faust K., 1994)。

4. 産学連携(論文共著)が大学の科学研究にもたらす効果の推計結果

被説明変数である論文生産量と科学的インパクトは非負の整数を値として持ち、分散が平均よりもきわめて大きい特徴を持つことからネガティブバイノミアルモデル(Hausman, J., B. Hall, B., Griliches, Z., 1984) によって推計する。また、パネルデータを用い、ランダム効果モデルを用いて推計を行った。その結果を表 1 に示す。

全世界の大学に対する、論文生産量および科学的インパクトについて、Model 1～4 を用いて推計した。Model 1 は過去の論文生産量が、Model 2 は過去の科学的インパクトが、将来の論文生産量に与える影響を推計しているが、両者ともに正の影響($p < 0.001$)であることがわかる。同様に、Model 3 は過去の論文生産量が、Model 4 は過去の科学的インパクトが、将来の科学的インパクトに与える影響を推計しているが、こちらについても正の影響($p < 0.001$)であることがわかる。全般的には、ラグ項の効果は年を追うごとに減少している。また、その値(弾性値)は、論文生産量のラグ項の方が科学的インパクトのラグ項に比べて大きい。共著研究者数は正の効果($p < 0.05$)を持つ。技術集中度についてはモデルによって変動があるものの正の影響はない。産学連携論文の出版は有意な効果が認められない。ネットワーク中心性指標については、近接性中心性(closeness)が正の効果を与えているのに対し、媒介性中心性(betweenness)は有意な効果がない。これは、論文共著ネットワークに媒介されて流れる知識に関しては、近くにある多組織と連結して知識のスピルオーバーを享受するネットワーク型学習が機能しており(Powell, et al., 1996)、対照的に、複数の集団を連結するなどネットワークにおける戦略的位置を占めることの意味は低いことを示している。

国別ダミーについては特に影響が見られないが、連携ダミーと国別ダミーの交差項については、日本については正

変数	全世界の大学				北米の大学				日本の大学			
	Paper	Cite	Paper	Cite	Paper	Cite	Paper	Cite	Paper	Cite	Paper	Cite
モデル名	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10	Model 11	Model 12
In Paper _{t-1}	0.370 *** (0.057)		0.504 *** (0.063)		0.474 *** (0.100)		0.628 *** (0.150)		0.486 *** (0.094)		0.620 *** (0.135)	
In Paper _{t-2}	0.257 *** (0.047)		0.320 *** (0.058)		0.280 ** (0.058)		0.354 ** (0.135)		0.287 ** (0.088)		0.197 (0.122)	
In Paper _{t-3}	0.103 * (0.045)		0.066 (0.057)		0.042 (0.090)		-0.099 (0.120)		0.178 * (0.090)		0.187 (0.122)	
In Paper _{t-4}	0.078 * (0.042)		0.049 (0.055)		0.092 (0.082)		0.122 (0.111)		0.046 (0.078)		-0.026 (0.112)	
In Cite _{t-1}		0.129 *** (0.019)		0.184 *** (0.023)		0.105 ** (0.036)		0.169 *** (0.045)		0.161 *** (0.038)		0.287 *** (0.049)
In Cite _{t-2}		0.101 *** (0.017)		0.154 *** (0.021)		0.078 * (0.032)		0.197 *** (0.044)		0.131 *** (0.035)		0.134 *** (0.045)
In Cite _{t-3}		0.046 ** (0.015)		0.039 * (0.019)		0.006 (0.027)		-0.017 (0.036)		0.119 *** (0.033)		0.139 *** (0.041)
In Cite _{t-4}		0.031 * (0.014)		0.015 (0.018)		0.035 (0.025)		0.039 (0.032)		0.031 (0.027)		-0.001 (0.036)
In Workforce _{t-1}	0.279 *** (0.072)	0.398 *** (0.065)	0.217 * (0.088)	0.348 *** (0.072)	0.211 (0.125)	0.343 * (0.137)	0.009 (0.186)	0.127 (0.163)	0.159 (0.141)	0.379 ** (0.121)	0.178 (0.201)	0.184 (0.147)
Herfindahl _{t-1}	-0.235 * (0.122)	-0.110 (0.125)	-0.382 ** (0.144)	-0.209 (0.145)	-0.233 (0.239)	-0.082 (0.254)	-0.354 (0.303)	-0.079 (0.308)	-0.253 (0.253)	-0.034 (0.274)	-0.462 (0.347)	-0.111 (0.344)
UL _{t-1}	-0.009 (0.080)	-0.086 (0.084)	0.040 (0.098)	-0.072 (0.097)	-0.047 (0.111)	0.003 (0.131)	-0.035 (0.155)	0.011 (0.154)	0.204 * (0.106)	0.240 * (0.106)	0.286 * (0.148)	0.302 * (0.133)
Japan	-0.034 (0.096)	-0.063 (0.101)	-0.124 (0.112)	-0.162 (0.110)								
North America	-0.033 (0.084)	-0.121 (0.095)	-0.008 (0.090)	-0.107 (0.098)								
UL*Japan	0.131 (0.127)	0.295 * (0.129)	0.087 (0.158)	0.295 * (0.154)								
UL*North America	-0.180 (0.135)	-0.110 (0.143)	-0.360 * (0.164)	-0.266 * (0.162)								
Closeness _{t-1}	0.812 * (0.358)	0.288 (0.358)	1.896 *** (0.422)	1.283 ** (0.422)	0.847 (0.844)	0.649 (0.711)	2.824 ** (0.907)	2.524 ** (0.900)	1.874 * (0.876)	1.001 (0.952)	2.226 * (1.188)	1.468 (1.156)
Betweenness _{t-1}	-0.009 (0.016)	0.014 (0.015)	-0.064 ** (0.024)	-0.023 (0.022)	0.035 (0.029)	0.044 (0.030)	0.004 (0.046)	0.038 (0.042)	-0.017 (0.022)	-0.015 (0.022)	0.000 (0.047)	0.024 (0.030)
N. of Obs	1779	1779	1779	1779	454	454	454	454	366	366	366	366
N. of Grp	313	313	313	313	71	71	71	71	57	57	57	57
Chi-squared	391.176	410.765	526.566	561.055	107.513	110.365	155.541	165.290	168.183	181.784	177.886	203.377
Log Likelihood	-2941.686	-2931.892	-5842.409	-5825.165	-668.049	-666.623	-1440.106	-1435.231	-661.096	-654.296	-1341.871	-1329.125

注) 係数の下の数値は標準誤差を示す。また、***は $p<0.001$ を、**は $p<0.01$ を、*は $p<0.05$ を、+は $p<0.1$ を示す。

表 1. 科学パフォーマンスに対する産学連携の影響に関する推計結果

の効果、米国については負の効果が部分的に認められる。このことから、産学連携の効果が日米以外の国々との比較において、日本においてはより高く、米国においてはより低いことが推察される。北米(米国、並びにカナダ)と日本について、産学連携が与える影響を比較するために、対象を北米および日本に絞って推計を行った。北米における産学連携の効果については Model 5~8 を用いて推計したが、産学連携の効果は有意でなかった。日本における産学連携の効果については Model 9~12 を用いて推計したが、産学連携に正の効果($p<0.1$)が認められた。

5. 推計結果の考察

産学連携の大学の科学研究に対する効果を全体としてみると、共著論文にみられる産学連携の効果を見いだすことは難しいが、分析対象となる組織の所属国を米国と日本に分けてみると、高い研究パフォーマンスを示す2国において、産学連携が異なった効果をもたらしていることが判明した。日本において産学連携が科学論文の生産性と科学インパクトの両者の向上に寄与しているのに対し、米国においては特段の影響がみられない。これは、光触媒研究が産業化に到達している日本の状況と異なり、米国においては光触媒研究が産業化段階に達していないことに起因するものと推察される。その特化する研究分野が日米では異なり、日本の光触媒研究が研究開発のライフサイクルの産業化段階に位置し、盛んになった産学連携が大学の科学研究に有意な効果を与えるのに対して、米国の研究は基礎研究段階にあり、散見される産学連携の大学の科学研究に対する影響は限定的である。本論文においては、被説明変数である科学論文数と被引用件数に関する説明変数の効果は一貫して類似しており、産学連携による大学の科学研究への影響をその生産性とインパクトに分割して分析することからの利益は発見できなかった。これは論文の生

産性と科学インパクトの間に強い相関(0.747)があることによる。強い相関の原因としては、本論文においては将来の論文生産数が過去の論文生産数と科学インパクトから受ける効果と、将来の科学インパクトが過去の論文生産数と科学インパクトから受ける効果の双方が全て正の影響を示し、要因間に正のフィードバックループが構成されていたことがあげられる。さらに、研究対象である光触媒分野の特性を考えると、同分野では、産学連携の結果として出版される科学論文には産業化に向けた応用研究的内容が多く、当該論文は基礎研究を中心とした大学の研究コミュニティによって引用されることは相対的に少なくなる。その結果、産学連携論文の大学の総被引用数への貢献は相対的に少なくなり、産学連携を活発に行う大学においては、企業との連携による科学研究への効果は量的側面(論文生産数)と比較して、質的側面(科学インパクト)では過小評価されている可能性がある。このような理由から、大学の産業化への貢献によって実際にはより強いものであった産学連携の効果が、科学インパクトへの効果が低めにでることによって割り引かれて評価されていると考えられる。

また、組織の行う研究における技術分野の集中度が低く多様な研究を進めることは組織の科学研究に正の効果を及ぼすことが判明した。この事実は、光触媒分野を幅広い見地から研究する組織が科学研究において高い水準を維持していることを示唆している。

6. まとめ

本稿では産学連携が大学の科学研究にあたえる影響を、光触媒というアドバンスド・マテリアル分野を対象に、従来からの議論に基づいて定量分析した。その結果、世界の科学コミュニティにおける論文出版という狭義の科学活動に関して、産学連携は必ずしも大学の科学研究に明確な貢献をしていないことを発見した。この事実は世界の光触媒研究

においては大学等、公的資金を受けた研究機関が研究の中心を担い、企業研究がそこで行われている研究活動に関与することが相対的に少ないことに由来すると考えられる。対照的に、研究活動が産業化をめざす応用研究までに進展を見せている日本においては、産学連携の大学の科学研究への効果が確認された。大学の存在意義は一義的には科学研究の推進にあり、大学が産学連携を実施する際には、その連携が大学の科学研究にどのような影響を与えるか、推察して企業パートナーを選択する必要がある。他の研究(七丈, 馬場, 2006)で明らかにしているように、大学は共同研究の成果を利用して論文出版に加え特許出願を行う産学連携に本腰を入れた企業をパートナーとすることによって自らの科学研究の水準を向上する。大学研究者が企業との共同研究の推進に当たって、その専門とする科学研究に関心し連携を希望する企業を無制限に研究パートナーとすることは合理的な選択とはいえない。産学連携が大学の基礎研究に貢献する可能性があるという議論があるが、本章の分析では産学連携が科学研究の生産性と比較して科学インパクトに有意に効果を与えるという結果を得ることはなかった。一般的には、産業化に近い研究分野においては産学連携による基礎研究分野への貢献はあくまでも例外にとどまり、基礎研究推進の視点から産学連携を考える際には十分な注意が必要である。

参考文献

- Agrawal, A and Henderson, R., 2002. Putting Patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT. *Management Science* 48(1), 44-60
- Bartholomew, David J., 1967. *Stochastic Models for Social Processes*. New York and London. John-Wiley and Sons.
- Blumenthal, D., Cluck, M., Seashore, L.K., Stoto, M.A. and Wise, D., 1986. University-Industry research relationships in biotechnology: Implications for the university. *Science* 232(June 13), 1361-1366
- Bok, D., 2003. *UNIVERSITIES IN THE MARKETPLACE The Commercialization of Higher Education*. Princeton University Press, 143
- Breschi, S., Lissoni, F., Malerba, F., 2003. Knowledge-relatedness in firm technological diversification. *Research Policy* 32,69-87.
- Calvert, J., Patel, P., 2003. University-industry research collaborations in the UK. Report on Phase 1 of a project funded by EPSRC/ESRC. SPRU, Brighton, Contract No. P015615
- Dosi, G., 1988. The Nature of the Innovative Process, In: *Technical Change and Economic Theory* (eds. Dosi G, Freeman C, Nelson R, Silverberg G & Soete L). Pinter Publisher, London
- Hall, B., 2002. A note on the bias in the Herfindahl based on count data. In Jaffe, A., Trajtenberg, M. (eds.), *Patents, Citations, and Innovation*. MIT Press.
- Hall, B., Jaffe A. B., and Trajtenberg, M., 2000. *Market Value and Patent Citations: A First Look*. NBER Working Paper 7741.
- Levin, S. and Stephan, P., 1991. Research Productivity Over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists. *The American Economic Review*, 81(1) 114-132.
- Meyer-Krahmer, F. and Schmoch, U., 1998. Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. *Research Policy* 27, 835-851
- Murmann, J.P., 2003. *Knowledge and Competitive Advantage: The Coevolution of Firms, Technology, and National Institutions*. Cambridge University Press, Cambridge
- Murray, F., 2002. Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering. *Research Policy* 31, 1389-1403
- Nagaoka S., 2006. The emergence and structure of essential patents for standards: Lessons from three IT standards. *Proceedings of International J. A. Schumpeter Society 11th ISS Conference*. Sophia-Antipolis, 21-24 June 2006.
- Nelson, R.R., 1995. Co-evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage. *International Journal of the Economics of Business* 2(2), 171-184
- Pakes, A. and Z. Griliches. Patent and R&D at the Firm Level: A First Report. *Economic Letters* 5 (1980), 377-381.
- Pechter, K., 2001. *Measuring the University-Industry Linkage in Japan: System Assessment of Innovation Policy Formation*. 東京大学博士論文,
- Powell, W.W., Koput, K.W., and Smith-Doerr, L., 1996. Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Network of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*. 41, 116-145
- Shane, S and Toby Stuart, 2002. Organizational Endowments and the Performance of University Start-ups. *Management Science* 48(1), 154-170
- Simon, Herbert A., 1957. *Models of Man*. New York. John-Wiley and Sons.
- Wasserman S., and Faust K., 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Zucker, L., and Darby, M., 1996. Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proceedings of the national academy of the United States of America* 93(23), 12709-12716
- 澤昭裕、寺澤達也、井上悟志, 2005. 競争に勝つ大学 - 科学技術システムの再構築に向けて. 東洋経済新聞社
- 原山優子, 2003. 産学連携. 東洋経済新報社.
- 七丈 直弘, 馬場 靖憲, 2006. 産学連携が大学の科学研究に与える影響: アドバンス・マテリアル分野の実証研究, (東京大学出版会より刊行される書籍の1チャプターとして出版予定).