



<論説>米国地域イノベーションメカニズムの実証分析：医薬品産業の事例

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-08-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 玉井, 敬人 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00001307

米国地域イノベーションメカニズムの実証分析

—医薬品産業の事例—

玉井敬人

はじめに

1. イノベーション指標としての特許採用問題
2. 概念のモデル化とデータ
3. 推定
4. 推定結果

おわりに

はじめに

イノベーション活動に関する実証研究は伝統的に市場集中度と技術変化の相関、および企業規模とR&D支出に関するものであり、それは Schumpeter 仮説の検証を試みるものであった。しかし、イノベーション指標としての特許の精度についての研究が進められてきた結果、近年は特許を一つの指標として単なる同仮説の検証の域を越え、R&D spillover に関する実証研究が盛んになってきた。

とくに、Jaffe, et al. (1993) は特許間の引用場所の分布地を特定することで、spillover 効果について分析している⁽¹⁾。特許制度は無形財としての技術情報に所有権を付与することでその市場化を促す機能を有している。特許は一面、非排除性および非競合性の性格を持つ情報に対して所有権が付与されたものであるから、特許取得とともにその技術情報の取得を試みる主体間では地理的な格差・不利益は生じない。すなわち、オリジナルの特許取得地(以下ではそれをイノベーション発生地と解釈する)に集積することによるアドバンテージは単純には生じない。にもかかわらず同論文は特許間引用が地理的に接近していることを示している。

同論文は引用特許の存在に特に注目してなされているのが特徴であるが、それは spillover の実証において技術の累積性を前提としているからである⁽²⁾。しかし、彼らの研究視点には旧 Yale グループ (Richard Nelson や Sidney Winter、そして Wesley Cohen など) がとくに注目してきた技術専有メカニズムの産業別の特性についての十分な配慮に欠

けることで、必然的に技術の累積性を重視した引用特許の産業別の経済指標としての精度に差異がある。

技術の累積性概念にもとづいて特許を経済指標として例えば、spillover の考察やライセンスの形態の考察に利用する場合、とくにデザイン面（すなわちプロダクトイノベーション）での引用特許なのか、あるいはプロセスイノベーション成果としてのオリジナル特許に対する補完的・代替的な性格の引用特許なのか、このことに留意しなければならない。なぜなら専有手段としての特許の利用可能性は前者のほうが相対的に高く、対して後者のほうは専有手段としての特許の選好は低く、かわりに秘守やリードタイムが選好される特徴があり、専有手段のひとつにすぎない特許をもってイノベーション全体の指標として利用できるとは限らないからである。

Feldman and Florida (1994) は1982年に中小企業庁 (SBA: Small Business Administration) によって行なわれた、新たなプロダクトイノベーションの市場導入場所に関する調査データをもとに、技術的なインフラ（技術機会のソースを供給することによって新たな製品アイデアをもたらす産業や大学R&Dの集中、ビジネスサービスを提供する企業、そして関連する産業における製造企業が構成している）が、新たなイノベーションと相関を有することを分析している。

同論文は実際に市場化されたイノベーションについてのデータを分析の土台としていているところに、Jaffe の前述の論文や旧NBERグループ (Zvi Griliches や Robert Hall、そして Ariel Pakes など) が特許を土台として分析しているものとは異なっている。実際の製品に結びついた州別イノベーション数を従属変数として設定している。

ただしこれらの上記研究はいずれもイノベーション活動の一段階についてのものであり⁽³⁾、連続したイノベーション活動についての考察は行なわれていない。イノベーションプロセスを研究した連鎖モデルやトータルプロセスモデルを見るまでもなく、同活動はそれが販売活動までつながって始めて達成されるものであるから、イノベーション指標として引用特許を採用するかSBAのデータを採用するかの問題を超えて、生産活動についても考察の対象が同時に設定されなければならない。

そこで本稿は特にアメリカ医薬品産業のイノベーション活動事例をもとにして、地域 (州) イノベーションメカニズムの実証研究を行うものである。イノベーションプロセスを一段階の分析に終わらせないために、新たなアイデアから発する同プロセスが生産活動にいかに関係し結びつくかについて、同時方程式モデルを立て実証分析する。内生変数として州別の特許と企業数、そして出荷額 (value of shipments) を設定する。

推定結果をあらかじめ示しておく、次の三点が顕著な特徴としてあげられる。すなわち第一に、さらなる大学のR & D費や企業数の増加によって特許数はさらに高まる。第二に、

さらなるGSP (Gross State Product) および特許の増加は企業数の高まりに影響を及ぼす。第三に、生産労働者数は出荷額と関連する。なお、両側検定をおこなった。

1. イノベーション指標としての特許採用問題

特許がイノベーション指標として利用可能かどうかとの観点から、旧NBERグループや、旧Yaleグループのイノベーション研究者たちはこれまで、その存在について研究してきた。このように技術変化指標として特許が注目されてきたのは、それを示すよい指標が他にはほとんど存在しなかったからである (Griliches, 1990)。

技術変化を研究するなかで特に旧Yaleグループは、技術専有可能性の観点から特許取得行動についての産業別の差異に注目してきた。Cohen, et al. (2000) は Carnegie Mellon Survey の結果として、技術専有手段としてプロダクトイノベーションにおいて特許取得を特に選好する産業として医薬品産業に注目している。

同産業が専有手段として特許取得を選好するのは、同産業のR & D成果の模倣の容易性と、定式化・文書化の容易性が背景にある。これに対して例えば航空機産業などは専有手段としての秘守を選好する傾向が顕著である。

図1は1994年～1998年のR & D費と特許取得数の平均値を対数化したものを産業別に示したものである。この図で取り上げた15産業について全体的には特許およびR & D費の分布は同様な広がりを示している。個別産業に注目してみると、例えば医薬品と航空宇宙産業の間にR & D費の値に対して大きな差異はないが、特許に関しては前者のほうが高い値を示している。そこには医薬品産業が専有手段として特許の取得を選好するのに対して、航空宇宙産業は秘守を選好する企業行動が少なからず影響していることが推察される。

一般的に医薬品産業の特許取得件数は他産業に比して高いと考えられている。その背景として同産業の研究活動に対するR & D費支出配分割合の高さや⁽⁴⁾、非組立て産業としての技術特性を有することに起因すると解釈されているが、同図からはそのような産業別の差はとくには見受けられない。このようなことから、イノベーション活動成果指標としての特許の数に対する解釈は、技術専有手段の産業別差異に特に注意が払われなければならないのである。

こうして、イノベーション指標として特許を指標に採用できる可能性が高いとの観点から特に医薬品産業の事例に注目した。また、本稿は地域でのイノベーションキャパシティの指標として特許を使用するものである。

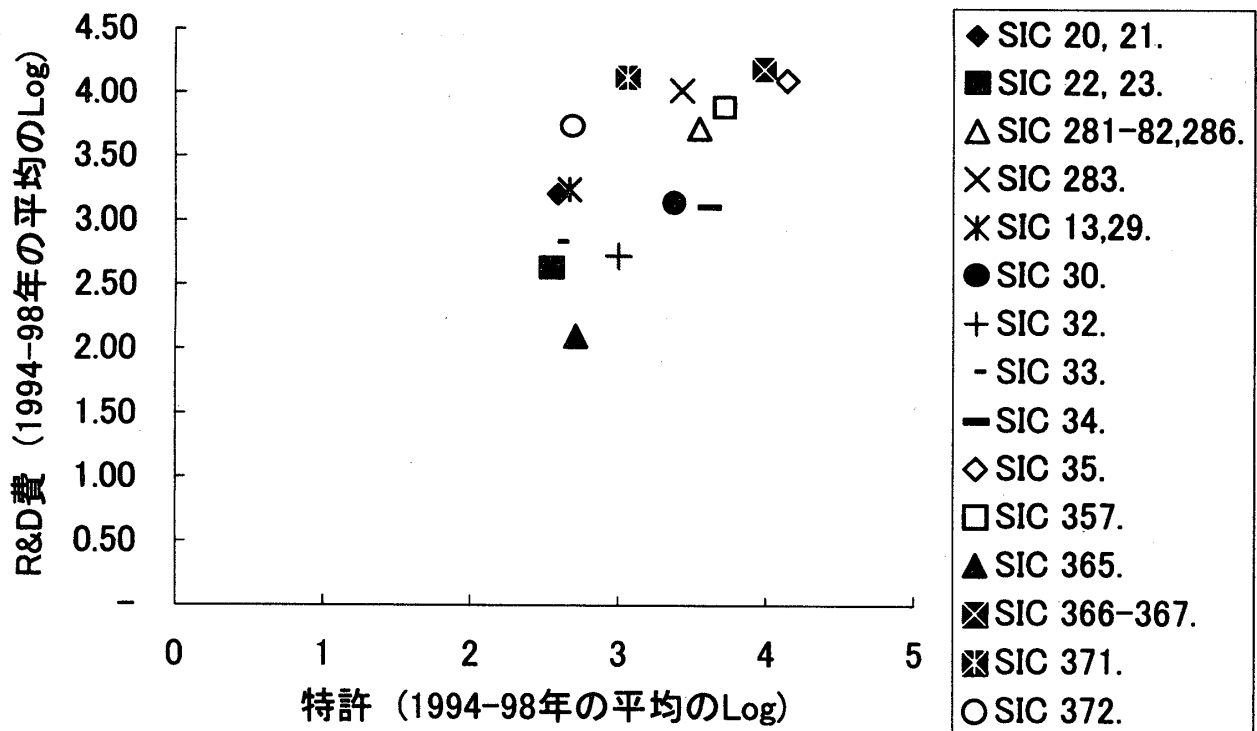


図1 Log Scaleの産業別特許とR&D費の分布

出典：NSF, *Research and Development in Industry*, U.S. GPO.の各年。及びU.S. PTO, *Patenting Trends in the United States, State Country Report, 2000*. (CD-ROM Version)

注：SIC20, 21は食品産業、SIC22, 23は繊維産業、SIC281-82, 286は化学産業、SIC283は医薬品産業、SIC13, 29は石油精製産業、SIC30ゴム産業、SIC32は石・ガラス産業、SIC33は金属産業、SIC34組立金属産業、SIC35は機械産業、SIC357はコンピューター産業、SIC365はラジオ産業、SIC366-367は通信装置・電子部品産業、SIC371は自動車産業、そしてSIC372は航空宇宙産業である。

2. 概念のモデル化とデータ

イノベーション発生地と生産地がそれぞれに関連しているものかについて、とくに分析するものであるが、前者の指標として州別の特許数を、後者の指標として州別の出荷額を当てた。また、それぞれが企業数と関連するのについても分析する。

Cohen et al. (2000) では、技術専有メカニズムの産業別差異について分析しているが、なかでも注目されるのは、製造業全体として秘守やリードタイムがその手段として選好されるのに対して、特許取得はあまりなされない点である。技術情報を記したものが特許と言う形で他社に合法的にとはいえ、知られてしまうことを好まない企業姿勢がうかがえる。さらに、特許を取るケースにおいても、コピーの防止や技術的なブロックを構築させることが重要な目的である。このように、全体として製造業は、無形財としての技術情報を特許と言う形で所有権を明確にすることでその取引可能性が発生することには消極的であるが、医薬

品・医療機器産業は特許取得を専有手段として選好する特徴がある。その意図はどうか、両産業はこのような特徴を有することで、R&D活動成果として生まれる無形財としての技術情報に対して市場性が発生する（企業内に技術情報が秘守されては取引の可能性は発生しない）。

イノベーション活動成果に対する指標としては特に、①特許、②生産性、③論文、そして、④SBAのデータが存在するが、前述したように、製造業は秘守やリードタイムを専有手段として選好するゆえに、このような①～④のようなデータをとくにプロダクトイノベーション活動の成果として採用することには問題がある。しかしながら、なかでも、医薬品・医療機器産業は特許取得を他の産業に比して選好する傾向を有するゆえに、イノベーション活動成果として特許数を数値解釈できる可能性が高いのである。

さて、本稿では医薬品産業を上記のような理由から特に取り上げるわけであるが、同産業は近年の産学連携の高まりのなかでも注目されている。産業技術の成熟につれ、大学研究の産業技術発展への貢献度は低下する傾向を示すなかでも、医薬品産業は積極的に大学との連携（研究資金の提供・大学教員のR&D部門へのアドバイザーとしての参加要請・大学教員の直接的な雇用・企業科学者の大学教員との共同研究などの形態）を重視してきた。また、1980年に Bayh-Dole 法が制定されたことにより、連邦政府による研究資金から生まれた発明について、大学が特許をとることが可能となった。これにより大学の研究成果を産業に移転させる環境が整備された。

このような産学連携の高まりに伴って企業から大学に流れる研究資金は1980年代半ばから大きい伸びを示しているが、現在においても大学の研究資金の最大のスポンサーは連邦政府である⁽⁵⁾。また、連邦政府のいかなる機関が大学に研究資金を提供しているかを示したのが表1であるが、連邦政府機関の中でも保健社会福祉省（HHS）が全体の約60%を支出し、他の機関に比して突出した存在となっている。このことは、伝統的に連邦政府が研究開発の

表1 大学の科学及び工学に対する連邦政府機関の負担額（単位：千ドル）

機 関	1998年		1999年		2000年	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合
国 防 省	1,710,637	(10.67%)	1,802,000	(9.98%)	2,007,117	(10.10%)
保健社会福祉省	8,629,051	(53.82%)	9,841,333	(54.50%)	11,319,347	(56.94%)
航 空 宇 宙 局	924,091	(5.76%)	1,038,583	(5.75%)	1,015,811	(5.11%)
全米科学財団	2,448,276	(15.27%)	2,699,225	(14.95%)	2,823,651	(14.20%)
全 体	16,031,984	(100%)	18,057,927	(100%)	19,879,155	(100%)

出典：NSF, *Federal Science and Engineering Support to Universities, Colleges, and Nonprofit Institutions*, U.S. GPO. の各年。

面で、軍事と医学以外は大学の役割に期待していなかったことを反映していよう。

このように生命科学分野における大学研究の成果が、医薬品産業のR & D活動に影響している、そしてHHSの大学への研究提供意図が国民健康（ゆえに医療面）の増進を期したものと容易に判断されるゆえに、重要な外生変数として設定した。

Mansfield (1995) が指摘しているように、ハイテク産業のなかでも医薬品や情報処理産業などにおけるイノベーションは近年の大学研究に依存してはいるが、企業が地理的に接近して立地するのは大学教員の質と関係するとしている。しかしながら、その質を査定する局面は種々存在するゆえに、本稿では単に同省の資金額を州のイノベーションキャパシティに影響を及ぼす変数に設定した。

本稿は地域イノベーションメカニズムに関する分析を行なうものであるが、既述したように、イノベーション活動はR & D活動だけではなく生産活動までを含む。このプロセスが、一致して同一地域に存在するのか検証するゆえに、前者を後者のインプットとして解釈せねばならない。ゆえにその指標として特許を採用し、アウトプットの指標として出荷額を設定する。また、両者それぞれに企業数は関連するのか検証する。

さて、地域イノベーション活動についてイノベーション発生地と生産地が同一地域に集積するかどうかについて三つの同時方程式を立て検証する。この二つの経済活動を分離した上で分析することで、地域イノベーションメカニズムについてその一端を明らかにしようとするものである。

内生変数として特許・企業数、そして出荷額を設定した。また外生変数としては、①GSP、②HHSから大学への研究資金負担額、③HHSから産業への研究資金負担額、そして④生産労働者数を設定した。

第一式は、最小二乗法（以下OLS）で推定するにあたって特許を従属変数とし、独立変数としてその他の二つの内生変数に加えて②～③の外生変数を設定した。

第二式はOLSで推定するにあたって企業数を従属変数に設定し、独立変数としてその他の二つの内生変数に加えて①～②の外生変数を設定した。

第三式は、OLSで推定するにあたって出荷額を従属変数とし、独立変数としてその他の二つの内生変数に加えて①と④を設定した。

全ての変数は対数化しており、全ての式は定数項を含んでいる。また、二段階最小二乗法（以下2SLS）で推定するにあたっては、操作変数には定数項のほかに上記の全ての外生変数を設定しているが、説明変数については各式ともOLSで推定したときのものと同様の変数を設定している。企業数や出荷額、そして生産労働者数については1997年から2000年の平均値に1をプラスしたものを対数化している。特許数については1997年から2000年の平均値を対数化している。HHSからの大学および産業への研究資金負担額については、1997

年のデータを対数化している。

本稿で利用したデータについて説明しよう。州別の出荷額と生産労働者数については、U.S. Department of Commerce の *Annual Survey of Manufactures, Geographic Area Statistics* の各年を、州別の企業数については、同省の *County Business Patterns* の各年を、HHS から大学および産業への研究資金負担額については NSF の *State Science and Engineering Profiles and R&D Patterns: 1997-1998* を、州別の医薬品産業特許取得件数については、U.S. Patent and Trademark Office の *Patenting Trends in the United States, State Country Report, 2000. (CD-ROM Version)* を、GSP についてはセンサス局のホームページ (<http://www.census.gov/>) よりえた。

3. 推定

予測される説明変数の数値符号としては、第一式については企業数についてはプラスの値を示すと考えられる⁽⁶⁾。それは研究施設のみで、生産設備を有しないバイオベンチャーの存在からも明らかのように、その存在は無形財としての技術情報の取引が可能な市場環境が整備されていなければありえないからである。また、技術情報の取引可能性は所有権を明確化できなければ発生しないが、その無形財に所有権を付与するものとして特許がある。HHS から大学および産業への研究資金負担についてはこれらが地域イノベーションキャパシティにプラスの影響を及ぼすとの観点からプラスの値を示すと考えられる⁽⁷⁾。生産額についてはイノベーション発生地と生産地とが一致するのかどうかは、イノベーション成果の取引可能性が高いとの観点からは（同一地域に立地している必然性はない）プラスの値を示すと考えられる。

第二式の予測される説明変数の数値符号としては特に、GSP についてはプラスの値を示すと考えられる。企業の立地においては低開発の山岳地帯よりも、より経済規模の大きい地域に集まると考えられる。HHS から大学への研究資金負担はプラスの値を示すと予測される。大学の研究資金増加は地域のイノベーションキャパシティを高めることで、（特にバイオベンチャー）企業の立地に有利となると考えられる。

最後に第三式の予測される説明変数の数値符号としては特に、生産労働者数についてはプラスの値を示すと予測される。GSP についてはマイナスの値を示すと考えられる。生産活動は研究活動と異なり、低開発地域に立地する傾向があると考えられる。

なお、説明変数の設定にあたっては、GSP は各州経済状態を、HHS から大学及び産業への支出については州の医薬品産業に及ぼす影響についての検証を考慮している。

4. 推定結果

まず表2の医薬品産業における州別特許取得件数についての推定結果であるが、HHSから大学への研究資金援助はOLS、2SLSともに1%で有意となっている。また、企業数については2SLSで5%で有意であった。競争的な市場環境特徴を有する同産業において⁽⁸⁾、多くのバイオベンチャー企業数の存在と大学R&Dとの関連性がうかがえる。自由度修正済決定係数は2SLSにおいて0.901であった。特許数を地域イノベーションキャパシティの指数としてみた場合、大学の研究費がその向上に影響を及ぼすことが推察される。この傾向は、大学技術と企業技術の密接な関係を反映していることによるのかもしれない。

次に表3の医薬品産業における州別企業数についての結果であるが、GSPおよび特許数はOLSでは1%で有意となっている。また、2SLSでは5%で有意となっている。企業数の

表2 地域医薬品産業における特許数の決定要素

従属変数：州別医薬品産業のLog特許数

変数	回帰係数 (標準誤差)	
	OLS	2SLS
切片	-1.201*** (0.216)	-1.165*** (0.244)
Log (州企業数：1997-2000年の平均+1)	0.356*** (0.117)	0.523** (0.207)
Log (州出荷額：1997-2000年の平均+1)	0.030* (0.015)	0.010 (0.020)
Log (州HHS負担の大学R&D：1997年)	0.324*** (0.068)	0.298*** (0.080)
Log (州HHS負担の産業R&D：1997年)	0.163*** (0.059)	0.148** (0.066)
サンプル数	48	48
R ²	0.914	0.909
修正済みR ²	0.906	0.901

注：***は1%で有意、**は5%で有意、*は10%で有意。HHS (Department of Health & Human Services) における予算の大半はNIH (National Institutes of Health) のものである。

表3 地域医薬品産業における企業数の決定要素

従属変数：州別医薬品産業のLog企業数

変数	回帰係数 (標準誤差)	
	OLS	2SLS
切片	-1.781*** (0.574)	-1.017 (0.872)
Log (州特許数：1997-2000年の平均)	0.386*** (0.130)	0.646** (0.268)
Log (州出荷額：1997-2000年の平均+1)	0.032** (0.015)	0.023 (0.020)
Log (州HHS負担の大学R&D：1997年)	-0.136 (0.096)	-0.243* (0.137)
Log (GPS：1997-2000年の平均)	0.602*** (0.155)	0.481** (0.189)
サンプル数	48	48
R ²	0.868	0.857
修正済みR ²	0.856	0.844

注：表2に同じ。

多さとパテントの多さが関連するとの結果は、無形財としての技術情報に特許取得と言う形で所有権を付与することで、その取引の可能性を高める効果を持っていることを暗示させる。さらなる特許数の増加は企業数の増加に影響を及ぼすとシンプルに解釈するなら、そこに技術面でのR & D spillover 効果が現れることになる。

意外なことに、HHSから大学への資金負担は2SLSでは-10%で有意となっている。表3及び4においてとくに注目されるのは、特許数と企業数とは関連性があるが、企業数と出荷額とは関連性が乏しい点である。なお自由度修正済決定係数は2SLSにおいて0.844であった。

最後に、表4の医薬品産業における州別出荷額についての推定結果であるが、顕著な特徴として、生産労働者数が2SLSにおいても1%で有意と高い値を示している。表2で出荷額と特許数について2SLSでは符号はプラスだが有意ではなく、イノベーション発生地と生産地の一致が検証されなかった。また表4を見る限り、出荷額の決定要因として特許数はあまり重要ではなく、むしろ生産労働者数が重要な影響を及ぼしていることがうかがえる。イノ

表4 地域医薬品産業における出荷額の決定要素

従属変数：州別医薬品産業のLog 出荷額

変数	回帰係数 (標準誤差)	
	OLS	2SLS
切片	3.616 (2.342)	3.866 (4.335)
Log (州特許数：1997-2000年の平均)	1.073** (0.421)	0.497 (0.841)
Log (州企業数：1997-2000年の平均+1)	0.254 (0.550)	1.113 (1.972)
Log (州生産労働者数：1997-2000年の平均+1)	1.512*** (0.099)	1.484*** (0.158)
Log (GSP：1997-2000年の平均)	-0.969* (0.577)	-1.061 (1.165)
サンプル数	48	48
R ²	0.945	0.941
修正済みR ²	0.990	0.936

注：表3に同じ。

バージョン活動の連続的な同一地域への集積メリットは今回の推定結果からは検証されなかった。

おわりに

こうした推定結果から明らかなように、企業数は特許ではプラスで有意、出荷額ではプラスだが有意ではなかった。特許をイノベーション指標とした場合、イノベーション発生地決定要素としては出荷額が影響しているとは認められなかった。また、生産地の決定要因として特許数はあまり影響を及ぼしておらず、対して労働者数が大きく関係していた。イノベーション発生地と生産地の最適な立地場所の決定が同時に行なわれるものではないことを暗示している。イノベーション発生地に対する企業集積メリットは認められるが、生産地に対する企業集積のメリットはあまりないようである。このことは、イノベーション活動と生産活動の分離がより容易な技術環境を設定している医薬品産業の特徴をあらわしていよう。

医薬品産業は研究施設の多国籍化が最も進んだ産業であるが、それはイノベーション発生地と生産地が同一地域に集積していることのメリットが必ずしも強くないことと関係していると考えられるのである。

注

- 1 この特許間の引用制度はアメリカ特有のものである。
- 2 イノベーションは先行する技術の上になら行なわれるゆえに、技術は基本的には累積的であると一般的に解釈されている。この技術の累積性の観点からの産業別特長について記したものとして、Merge and Nelson (1990) がある。
- 3 引用特許の存在が事後的イノベーションの指標となりうるが、前述したようにその存在はイノベーション活動の一段階についての特許間の数量的価値尺度に過ぎない。
- 4 1995年の産業全体の平均R&D支出配分内訳は、基礎研究活動が5%、応用研究活動が22%、そして開発活動が73%となっている。医薬品産業はそれぞれ10%、34%、56%であった。
- 5 ちなみに、1999年の大学の研究資金源は連邦政府が全体の58.37%、州政府が7.37%、産業が7.45%、その他が26.79%であった。
- 6 企業規模とR&D費・特許取得数についてはGriliches (1990) を参照のこと。
- 7 大学の研究がすぐに地域のイノベーション活動に貢献するとは考えにくく、実際の商用化までには相当の期間を要すると考えられ、Mansfield (1998) は医薬品産業についてはその期間として平均6～8年かかると述べている。本稿でも、HHSから大学や産業への研究援助がすぐに特許と言う形で地域イノベーションキャパシティに影響を及ぼすとは考えないが、その検証には時系列分析を行なう必要があるため、同一期間内にそれが特許と言う形であらわれると考える。
- 8 医薬品産業の1997年時点の市場集中度をあらわすHerfindahl-Herschmann indexは446と非集中している。

参考文献

- Cohen, W. M., Nelson, R.R. and J. P. Walsh (2000) Protecting their Intellectual Assts: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not), *NBER Working Paper*, #7552.
- Feldman, M. P. and R. Florida (1994) The Geographic Sources of Innovation: Technological Infrastructure and Product Innovation in the United States, *Annals of the Association of American Geographers* 84:210-229.
- Griliches, Z (1990) Patent Statistics as Economic Indicators: a Survey, *Journal of Economic Literature* 28:1661-1707.

- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. and R. Henderson (1993) Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations, *Quarterly Journal of Economics* 108:577-598.
- Mansfield, E (1995) Academic Research Underlying Industrial Innovation: Sources, Characteristics, and Financing, *Review of Economics and Statistics* (February) :55-65.
- Mansfield, E (1998) Academic Research and Industrial Innovation: an Update of Empirical Findings, *Research Policy* 26:773-776.
- Merges R. P. and R. R. Nelson (1990) On the Complex Economics of Patent Scope, *Columbia Law Review* 90:839-916.