

工場立地と民間・公的 R&D スピルオーバー効果：
技術的・地理的・関係的近接性を通じた
スピルオーバーの生産性効果の分析

2013 年 5 月

文部科学省 科学技術政策研究所

第 1 研究グループ

池内 健太

深尾 京司

René Belderbos

権 赫旭

金 榮愨

本 DISCUSSION PAPER は、文部科学省科学技術政策研究所が、一橋大学及び経済産業研究所との共同研究の一部の成果をまとめたものであり、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いただくことを目的に作成したものである。

また、本 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り、機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

DISCUSSION PAPER No.93

Plant Location and Private and Public R&D Spillovers:
Productivity Effects through Technological, Geographic and Relational Proximity

Kenta Ikeuchi, Kyoji Fukao, René Belderbos, Hyeog Ug Kwon and Young Gak Kim

May 2013

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

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

- 概 要 -

背景・目的

本研究では、研究開発（R&D：Research and Development）投資と全要素生産性（TFP：Total Factor Productivity）の関係について理解を深め、エビデンス・ベースの科学技術政策の検討の一助とするため、企業の R&D のみならず大学や公的機関における R&D が製造業の生産性に与える効果に注目して分析を行った。

日本ではバブル崩壊以降、「失われた 20 年」と呼ばれる経済成長の長期停滞が問題となっている。一般に、一国の経済成長は国内総生産（GDP：Gross Domestic Product）の拡大によって捉えられるが、GDP 成長は、供給側からみると、労働投入の増加、資本投入の増加、生産技術・効率の改善の度合いを示す TFP の上昇の 3 つの要素の和として決まると考えることができる。支出側からみれば、財政出動などを通じた消費の拡大や投資の拡大は短期的には名目・実質 GDP の成長に影響するが、中長期的には、需要不足は解消され供給能力が成長の限界を規定すると考えられる。そのため、長期的な経済成長を達成するためには上記の供給側の 3 つの要素が重要である。しかし、労働投入は人口の減少や少子化によって今後減少することが確実であり、設備投資の拡大（資本投入の増加）は一般的に労働投入や生産性の動向に左右される性格が強いとされている。そのため、今後の日本経済の成長を考える上では、TFP の動向が鍵であると考えられる（深尾 2012）。

TFP 上昇の要因はいくつか考えられるが、本研究で注目するのは R&D の役割、なかでも「技術知識スピルオーバー効果」と呼ばれる R&D の波及効果である。ある企業の R&D は自社の生産性の上昇に寄与するのみでなく、様々な経路を通じて他社の生産性にも影響すると言われており、この現象は「技術知識スピルオーバー」と呼ばれる。本研究ではスピルオーバーの経路として、「技術的近接性」「地理的近接性」「関係的近接性」の 3 つの近接性の概念に注目して分析を行った。

最近の日本企業の生産性に関する研究成果によれば、大企業を中心とする国際化・生産の高付加価値化に成功した企業群と、中小企業を中心とする国際化・生産の高付加価値化に取り残された企業群の間で、生産性や収益率等の企業パフォーマンスについて格差が拡大し、取り残された企業群の生産性上昇停滞が、日本全体の生産性上昇を抑制していると言われている（深尾 2012）。このような格差拡大の原因として、取引関係や地理的な近接性を通じた大企業から中小企業への技術知識のスピルオーバーが弱まっている可能性があり、「失われた 20 年」の日本経済の停滞の要因を探る上で R&D のスピルオーバー効果に注目することが重要であると考えられる。

また、企業の生産性が影響を受ける技術知識スピルオーバーの発信源として、他企業のみでなく、大学等・その他の公的研究機関も考えられる。公的機関の R&D は、学術論文の公表を通

じた企業の研究者への新しい科学的知識の提供、将来的に企業での R&D に従事する研究者への教育機会の提供、科学的研究成果の蓄積に関するオープンなアクセス環境の提供、等の経路を通じて産業の生産性に寄与している可能性がある (Foray and Lissoni 2010)。そのため、公的機関における調査研究活動が企業におけるイノベーションや生産性向上にどの程度寄与しているか、を把握することは科学技術イノベーション政策の有効性・効率性を高めていくのに極めて重要な課題である。

このような問題意識のもと、本研究では、複数の政府統計マイクロデータを企業レベルで統合したデータベースを構築し、製造業の工場の TFP 上昇率に対する自社内の R&D や企業間の技術知識スピルオーバー（以下では「他社 R&D スピルオーバー」と呼ぶ）の効果、さらには大学・その他公的研究機関からの技術知識スピルオーバー（以下では「公的 R&D スピルオーバー」と呼ぶ）の効果について定量的な分析を行った。

データ・分析方法

本研究の分析対象は 1987-2007 年の日本の製造業であり、工場レベルのパネルデータを構築して分析を行った。主なデータソースは『工業統計調査』（経済産業省）の工場レベルのマイクロ（個票）データ、『科学技術研究調査（企業等、大学等、その他非営利団体・公的機関）』（総務省）の企業または機関レベルのマイクロデータ、東京商工リサーチ社の企業間の取引関係・資本関係に関するデータ、『全国試験研究機関名鑑』（文部科学省）の企業研究所の立地に関するデータである。

上記のデータを工場・企業レベルで接合し、工場レベルの 5 年間の TFP 上昇率を被説明変数とする回帰分析を行った。主な説明変数は 1 年のラグをとった工場レベルの R&D ストック、他社の R&D スピルオーバー、大学及びその他の公的機関からの R&D スピルオーバーの 5 年間の増加率である。まず、各企業の製品分野別の R&D ストックを『科学技術研究調査』における「企業等」に分類される法人企業の「製品・サービス分野」別の R&D 投資のデータから推計し、企業が所有する各工場の製品分野に対応付けて分析に用いた。次に、公的 R&D ストックは『科学技術研究調査』において「大学等」及び「その他の非営利団体・公的機関」に分類される各機関における研究費と専門分野別の研究者数のデータから、市区町村・学術分野別に R&D ストックを推計し、分析に用いた。

各工場が受ける他社 R&D スピルオーバーは、他社の製品分野別の R&D ストックを工場同士の「地理的な近接性」の重みと特許の引用・被引用に関するデータによって定義された産業間の「技術的な近接性」の指標で重みづけて集計することによって測定した。一方、各工場が受ける公的 R&D のスピルオーバーは、市区町村・学術分野別に推計した公的 R&D ストックを工場の立地と各市区町村との「地理的な近接性」の重みと特許の学術論文への引用データを元に推計された産業と学術分野の間の「技術的な近接性」の指標で重み付けて集計することによ

て測定した。なお、「地理的な近接性」が他社及び公的 R&D ストックの効果に与える影響の大きさについては、非線形回帰分析によって推定した。

また、企業間 R&D スピルオーバーにおける「関係的近接性」の効果进行分析するため、企業間の個別の取引関係・資本関係に関するデータを用いることにより、企業間の関係性の有無やタイプによって企業間 R&D スピルオーバーの効果が変わるかどうかを検証した。ただし、この企業間の個別の取引関係・資本関係を通じた企業間 R&D スピルオーバーに関する分析はデータの制約から 2007 年の一時点の分析に限定されている。

本研究の分析結果とその政策的含意

本研究の分析結果とその政策的含意を要約すると、以下のようにとまとめられる。

第 1 に、1987-2007 年の長期データを用いた回帰分析の結果から、次の点が明らかとなった¹。

A) 工場の TFP 上昇率は、自社の R&D ストックや他社の R&D からのスピルオーバー効果に加え、自ら R&D を実施している企業の工場では公的 R&D スピルオーバーからも有意な影響を受けている。なお、『第 2 回全国イノベーション調査報告』（科学技術政策研究所 2010）によれば、少なくとも 30%以上の企業が大学や公的研究機関または専門誌・学術誌をイノベーション活動における主要な情報源としている。本研究の結果はこのような産業でのイノベーションや生産性上昇における公的 R&D の役割を裏付けるものであり、公的 R&D の水準や重点分野の決定においても、経済成長や産業の発展に対する影響を考慮することの重要性を示唆している。

B) 生産規模に比してより多くの R&D ストックを蓄積している企業（すなわち「吸収能力」の高い企業）ほど、公的 R&D スピルオーバーが自社の工場の TFP 上昇率に与える影響がより大きくなる。一方、自ら R&D ストックを全く蓄積していない企業の工場では公的 R&D スピルオーバーの TFP 上昇率に対する効果は有意でなかった。これは、公的 R&D 支出を増やすだけでは製造業全体での TFP 上昇効果は限定的であり、中小企業等の R&D ストックがあまり蓄積されていない企業に対して R&D 支出を支援する等、公的 R&D のスピルオーバー効果を享受するための企業の「吸収能力」を高めるような政策の有効性を示唆する結果である。

C) 企業間 R&D スピルオーバーの地理的な範囲は限定されている。また、工場の生産性に対する自社 R&D 及び企業間 R&D スピルオーバー効果は本社や自社研究所との立地の近接性に依存することもわかった。具体的には、本社に近い工場ほど企業間 R&D スピルオーバー効果の恩恵が大きく、自社研究所に近い工場ほど自社 R&D の効果大きい。これらの結果は R&D ストックを多く有する大企業の工場の海外移転を減速及び国内回帰を促したり²、産業集積地への大企

¹ 詳細は本文の 4.2 節を参照されたい。

² このためには法人税減税や環太平洋戦略的経済連携協定（TPP）の締結等により、国内立地を魅力的にする必要がある。

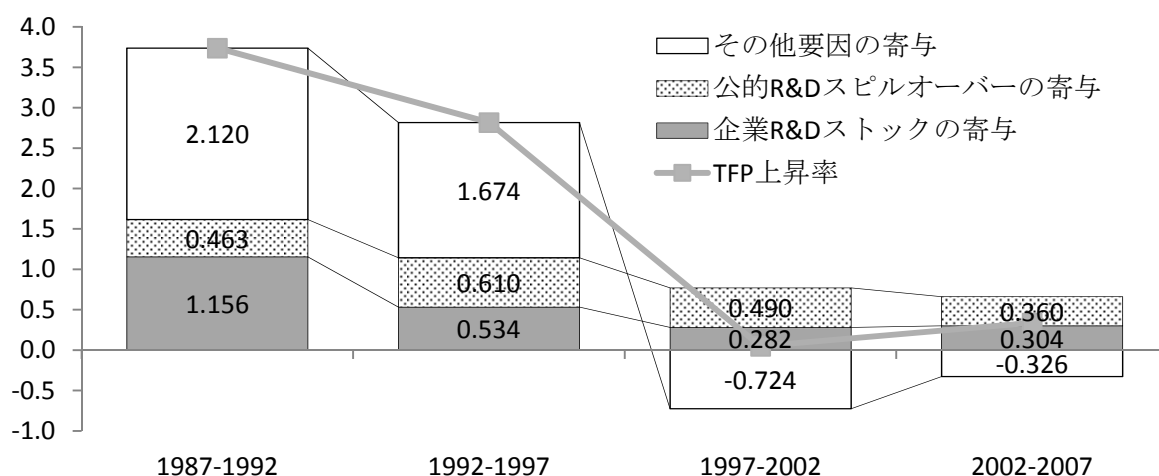
業の進出を促したりすることが製造業の生産性上昇につながることを示唆している。

D) 一方、公的 R&D スピルオーバー効果に対する地理的な近接性の効果を有意に示す結果は得られなかった。これは大学等の公的研究機関の研究成果は主に学術論文などの形で広く社会に公開されるため、地理的な影響を受けにくいことを示唆している可能性がある³。

第 2 に、以上のような回帰分析の結果にもとづいて、1987-2007 年の製造業全体の TFP 上昇率の要因分解すると、次の点が明らかとなった⁴。

① 概要図表 1 に示すとおり、製造業の TFP 上昇率には民間企業自身の R&D のみならず、大学など公的研究機関における R&D も寄与していた。特に、1990 年代のバブル崩壊の後に企業の R&D ストックの TFP 上昇率に対する寄与は大きく低下しているのに対し、公的 R&D スピルオーバーの寄与は逆に上昇していることが特徴的である。製造業全体の TFP 上昇率に対する企業 R&D の寄与の減少は、1990 年代以降の経済停滞の下で、民間の R&D ストックの蓄積が低調になったことを反映していると考えられる。

概要図表 1：分析結果に基づく TFP 上昇率の要因分解
(製造業全体の存続工場における TFP 上昇率への寄与、年率、%ポイント)



注)その他の要因は初期 TFP 水準、年次固有のマクロショック、産業固有の効果等の合計をあらわす。

³ ただし、先行研究（例えば、Anselin, Varga and Acs 1997 等）では企業における特許の生産には大学との近接性が重要であることが示されており、大学や公的研究機関の立地を検討するにあたっては、本分析で対象とした企業の工場の生産性に与える効果のみならず、企業の研究活動の生産性に及ぼす影響も考慮する必要があるだろう。

⁴ 各工場の TFP 上昇率を要因分解し、「ドマー・ウェイト」と呼ばれる）各工場の生産規模を製造業全体の付加価値額で割った値を重みとして合計すると、製造業全体の TFP 上昇率の要因分解が可能になる。詳細は本文の 4.3 節、4.4 節及び 4.5 節を参照されたい。概要図表 1 は製造業全体の TFP 上昇率を企業の R&D ストックの寄与、公的 R&D スピルオーバーの寄与、その他の要因の寄与の 3 つに分解した結果をあらわしており、概要図表 2 はそれらの要因の寄与をさらに詳細に要因分解した結果である。

② 同じく、概要図表 1 に示すとおり、1992 年以降は企業の R&D よりも公的 R&D スピルオーバーの方が製造業全体の TFP 上昇率への寄与が大きい。ただし、上記の回帰分析の結果で説明したように、公的 R&D が全ての工場の TFP 上昇に均等に寄与するというわけではなく、産出額に比べて R&D ストックを多く持つ企業の工場ほど、その強い吸収能力により公的 R&D からより多くのスピルオーバーを享受している。そのため、公的 R&D の寄与の大きさの時間を通じた変化には、企業自身の R&D ストックの蓄積によって吸収能力が上昇する効果を含んでいることに注意が必要である。

③ 概要図表 2 に示すとおり、1990 年代後半から 2000 年代にかけて、製造業の TFP 上昇率に対する自社 R&D 効果の寄与が上昇している一方で、企業間 R&D スピルオーバーの寄与は減少している。また、1992 年から 2007 年の公的 R&D の寄与の低下は、大学等よりもその他の公的機関の R&D ストックの増加率が低迷したことによる部分が大きい。

概要図表 2：分析結果に基づく TFP 上昇率の要因分解詳細
(製造業全体の存続工場における TFP 上昇率への寄与、年率、%ポイント)

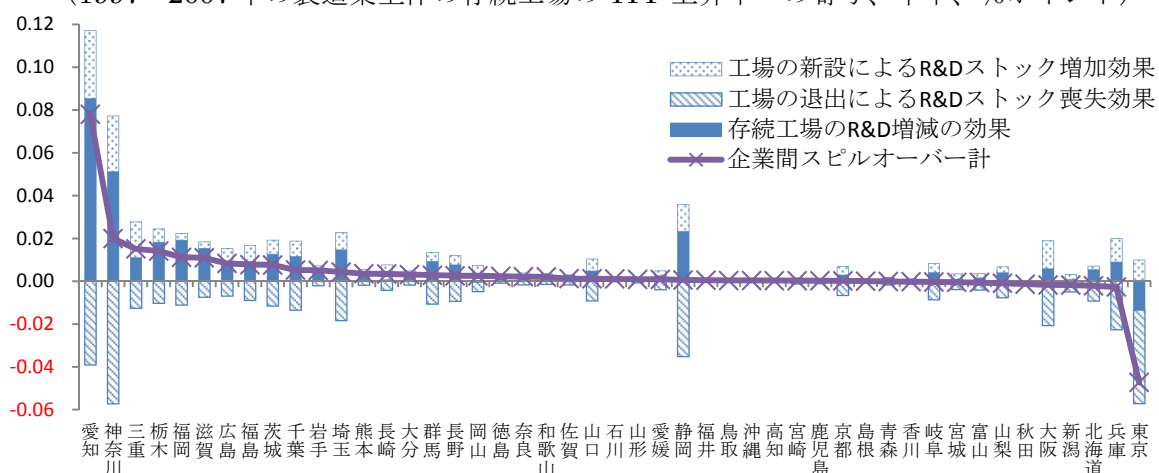
	1987-1992	1992-1997	1997-2002	2002-2007
TFP 上昇率(製造業全体)	3.738	2.817	0.049	0.337
A) 企業の R&D ストックの寄与	1.156	0.534	0.282	0.304
A-1) 自社 R&D 効果の寄与	0.358	0.190	0.120	0.144
A-2) 企業間 R&D スピルオーバー効果の寄与	0.798	0.344	0.162	0.159
B) 公的 R&D スピルオーバーの寄与	0.463	0.610	0.490	0.360
B-1) 大学等からのスピルオーバーの寄与	0.230	0.324	0.264	0.239
B-2) その他公的機関からのスピルオーバーの寄与	0.232	0.286	0.226	0.121
C) その他要因の寄与	2.120	1.674	-0.724	-0.326

④ また、概要図表 3 に示すとおり、より詳細に TFP 上昇率の要因分解し、都道府県別の R&D の寄与をみると、このような企業間 R&D スピルオーバーの低下の主因は R&D ストックの増加率が低迷したことに加え、東京や神奈川、大阪など都市部において、R&D を活発に行っている企業の工場が退出したことの影響が大きい。なお、概要図表 4 をみると、実際に、R&D 集約的な企業の工場の退出が近年増加している。これらの結果は、製造業の TFP 上昇を促進していく上で、産業集積地に取り残された中小企業の R&D 支出を支援するなどの政策の重要性が近年増していることを示唆している。

⑤ さらに、企業の R&D と公的部門の R&D をそれぞれ製品分野別、学術分野別に分けて、製造業全体の TFP 上昇率への寄与を比較すると、企業の R&D に関しては「自動車製造業」向けの R&D の寄与が最も大きく、次いで「情報通信機械器具製造業」向けの寄与が大きい。学術分野別に公的 R&D の製造業全体の TFP 上昇率への寄与をみると「電気・通信」、「その他工学」、「医

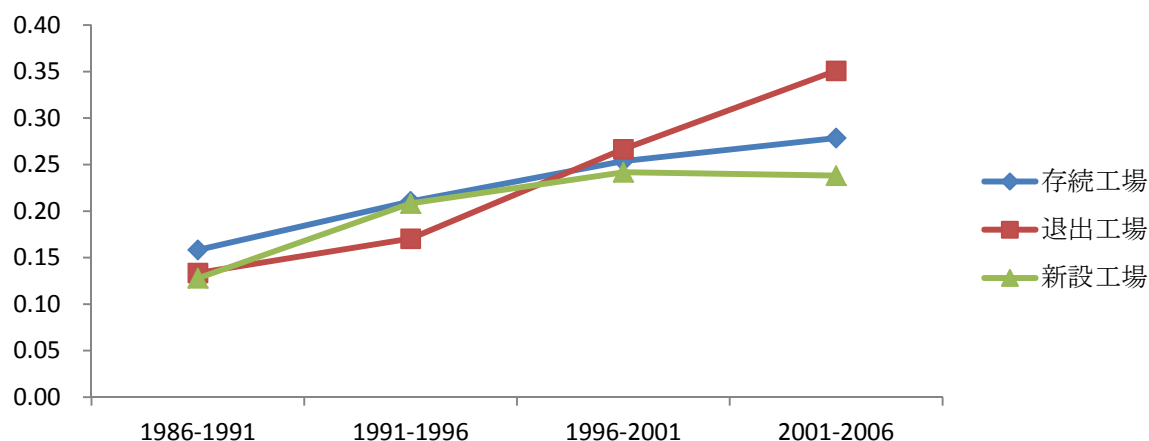
学」、「生物学」などの分野の寄与が大きい⁵。

概要図表 3：都道府県別 R&D ストックの企業間スピルオーバー効果への寄与
(1997-2007 年の製造業全体の存続工場の TFP 上昇率への寄与、年率、%ポイント)



注) 全都道府県の寄与を合計すると日本の製造業全体の TFP 上昇率に対する「企業間スピルオーバーの寄与」に一致する。

概要図表 4：存続・退出・新設工場別 R&D ストック・売上高比率



注) 存続・退出・新設工場別の「R&D ストック・売上高比率」は、まず各企業の製品分野別 R&D ストック(技術的近接性ウェイト付)を各工場の生産額が企業・製品分野別の生産額の合計に占める割合で重み付けて合計することによって存続・退出・新設工場別 R&D ストックの合計額を求め、それぞれ存続・退出・新設工場別の生産額の合計で除すことによって求めた。

第 3 に、企業間の取引関係・資本関係に関する 2007 年の 1 時点のデータのみを用いた回帰分析の結果によれば、企業間の「関係的近接性」(取引関係と資本関係の有無)が企業間の R&D スピルオーバー効果の大きさに影響している。具体的には、仕入先企業及び販売先企業の R&D ストックが大きい企業の工場ほど TFP が高く、また、このような取引関係を通じた企業間 R&D スピルオーバー効果は取引相手が株主である場合にはさらに大きくなる⁶。これらの結果は、民間企業の R&D に対する公的支援を実施した場合、その効果は直接の支援先の企業にとどまらず、

⁵ これら製品・学術分野別の R&D の製造業の TFP 上昇への寄与とその投資対効果に関する具体的な結果の詳細は本文の 4.6 節を参照されたい。

⁶ 詳細は本文の 5 節を参照されたい。

企業間の取引関係及び資本関係を通じて、他企業・他産業に波及する可能性があることを示唆している。

今後の課題

本研究にはいくつかの限界と残された課題もある。まず第 1 に、我々の分析では、公的 R&D が、R&D 集約的な企業に属する製造業工場の TFP 上昇に大きな寄与をしているとの結果を得た。ただし、この結果は、地理的距離がスピルオーバーを減衰させる効果が観察されないこと、海外の公的 R&D の効果を考慮していないこと、学術分野別公的 R&D が製品分野別の生産に与える効果を特許における学術論文に関する引用件数に基づく技術的近接性行列に基づいて測定しているが、この行列の頑健性について検証していないこと、等から判断して、まだ暫定的な結果である。

第 2 に、自社 R&D の効果や企業間の R&D スピルオーバー効果に関する分析結果についても、同様の課題が残されている。具体的には、海外における日本企業や外国企業の R&D の効果を考慮していないこと、製品分野間の技術的近接性については、特許間の引用情報に基づく行列を使って分析を行っているが、この行列の頑健性もまだ検証していないことが課題である。また、本研究の一部の分析結果は、取引関係や資本関係の有無が企業間の R&D スピルオーバーと関係していることを示唆しているが、この結果はデータの制約から 2006 年の一時点のデータのみによる分析に基づいている。そのため、我々のこの結果は、取引先や資本関係のある企業の R&D からのスピルオーバーが工場の生産性を高めているのではなく、生産性の高い工場を有する企業が R&D を積極的に行っている企業との間で取引関係や資本関係を結ぶことができる、という逆の因果関係を包含してしまっている可能性がある。そのため、企業間の取引関係や資本関係に関する分析に関して、データを長期間に拡張したり、分析方法を精緻化したりすることも今後の課題である。

第 3 に、これら企業間・公的 R&D スピルオーバーの TFP 上昇率への効果は吸収能力以外の企業特性や産業特性によっても異なる可能性があるが、本研究ではこれらの効果は企業間・産業間で同一であると仮定して分析を行っている。特に、企業や産業間でのサプライ・チェーンや分業の構造、産学連携への取り組み方には違いがあると考えられ、これらの要因は R&D スピルオーバーの地理的範囲やスピルオーバーが TFP に与える効果に影響している可能性がある。地域の産業集積や産学連携に関して政策的含意を深めるためには、このような企業間・産業間でのスピルオーバー効果の異質性について、より精緻な分析を行うことも今後の課題として挙げられる。

我々は今後もこの分野の研究に取り組み、これら残された諸課題の解決を目指したい。

参考文献

深尾京司（2012）「失われた 20 年と日本経済：構造的な原因と再生への原動力の解明」日本経済新聞出版社。

文部科学省科学技術政策研究所（2010）「第 2 回全国イノベーション調査報告」。

Anselin, L., Varga, A. & Acs, Z., 1997. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42, pp.422-448.

Foray, D. & Lissoni, F., 2010. University research and public-private interaction. In B. Hall and N. Rosenberg eds, *Handbook in Economics: Economics of Innovation Volume 1*, North-Holland.