



RIETI Discussion Paper Series 11-J-044

研究開発のスピルオーバー、リスクと公的支援のターゲット

長岡 貞男
経済産業研究所

塚田 尚稔
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

研究開発のスピルオーバー、リスクと公的支援のターゲット

長岡 貞男（一橋大学・経済産業研究所）
塚田 尚稔（経済産業研究所）

要旨

本研究では、研究開発からの知識のスピルオーバー（科学技術論文などから）と研究開発へのリスク資金制約が、どのようなプロジェクトや企業で重要であるか、また研究開発への公的支援がどのようなプロジェクトや企業にターゲットされており、これらはどの程度整合的かを実証的に研究する。利用するデータは経済産業研究所の発明者サーベイと企業活動基本調査であり、民間企業に所属している発明者の研究プロジェクトにフォーカスする。主要な結果は以下の通りである。まず、民間企業に所属している発明者の研究においても、研究プロジェクトの20%において基礎研究の段階を含むなど、かなりのスピルオーバーがあると考えられる。他方で、発明者サーベイによれば、民間企業の研究開発プロジェクトの1割程度にはリスク資金の不足によって研究の縮小・遅れがあり、約4分の1には事業化投資への制約がある。また、日本の民間企業の研究開発プロジェクトの3%程度のみが政府資金の支援対象であり、資金制約があるプロジェクトではその5.6%が支援対象となっている。本論文の統計的な分析結果によれば、政府支援が行われているプロジェクトの条件は、科学技術論文発表、セレンディピティーなどを指標とするスピルオーバーの発生条件と、全体的には整合しているが、企業の研究開発集約度の高さや博士号所有者の研究プロジェクトへの参加が高いスピルオーバーをもたらすと考えられるが、現状の政府支援の選択条件としてはそれほど高く評価されていない可能性も示唆されている。

Key words: 研究開発、スピルオーバー、補助金

JEL classification: O32, H25

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、(独) 経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

1. はじめに

政府が研究開発を効果的に支援するには、スピルオーバーによる外部性が大きく、同時に研究開発のリスクが高い等の理由で資金制約があるプロジェクトにフォーカスをして支援するのが一般に効率的であると考えられる。公的な支援を行うための費用が存在することを考慮すると、スピルオーバーによる正の外部性が高くても、民間企業が自ら実施できる場合には、公的な支援の付加価値は限定されるからである¹。本研究では、知識のスピルオーバー（基礎研究、科学技術論文生産）と資金制約が、どのようなプロジェクトや企業で重要であるか、また公的支援がどのようなプロジェクトや企業にターゲットされているか、両者は整合的であるかどうかを研究することが基本的な目的である。政府支援が行われているプロジェクトの条件とスピルオーバーの発生条件との整合性に関する実証研究は、支援のメカニズムを設計する上で重要な情報を与えられ、政策的にも非常に重要な研究だと考えられるが、後述するように本格的な実証研究は海外でも乏しい。経済産業研究所で実施した発明者サーベイは、発明をもたらした研究開発の特性、基礎研究段階を含むかどうかなど研究開発のスコップ、産学連携を含む研究における連携、セレンディピティーの有無、科学技術論文の発表の有無、リスク資金の制約によって研究開発あるいは事業化が制約されたかどうかを尋ねており、こうした研究を試みることを可能にしている。

最初に、基本的な概念の整理と本論文の射程を明らかにしておきたい。まず、研究開発からのスピルオーバーであるが、Griliches (1979)やJaffe (1998)が明確しているように、知識自体のスピルオーバーと、知識を体化した財が消費者に余剰を発生させる条件で販売されることによるスピルオーバー（レント・スピルオーバー）に分けることができるが、本研究では最初の知識スピルオーバーについて主として検討する。そのような知識スピルオーバーは、研究者が公刊する科学技術論文、特許文献の開示、商品の販売などからの間接的な開示、共同研究開発に伴うノウハウの移転、従業員の移動に伴って生ずるノウハウの移転など様々なルートによって生ずることになる。特許権を研究開発企業が取得しても、特許権の公開、特許期間は時限であることから、スピルオーバーは必ず生ずる。また、スピルオーバーの経済的な大きさは、外部への流出のメカニズムのみではなく、発明自体の質に依存し、発明が予想されない新規性が高いものであればあるほど大きくなる。本論文では、科学技術論文の公表、発明の価値、発明がセレンディピティーであったかどうか、特許権の取得数、被引用件数をスピルオーバーの大きさの指標として用いる。

2. 公的支援のターゲットについての先行研究

スピルオーバーの存在によって、競争市場において企業の私的利益の最大化行動から導かれる研究開発投資の水準が、社会的に最適な投資水準を下回る可能性については古くから指摘されている（Klette, Moen, and Griliches (2000)、Martin and Scott (2000)、Hall and Lerner (2010)によるサーベイを参照）。しかし他方で、政府支援が企業自身の費用負担を低下させるために全体として研究開発を増やさない可能性（David, Hall, and Toole (2000)によるサーベイを参照）や政府支援の研究開発が補完的な投資を促さないために利用されないままとなる危険性、更に政府の支援が研究開発の重複的な投資を誘発してしまう可能性などもあり、政府の支援が効果的に作用するにはそれを適切にターゲットしていく必要がある。

以下に見るように、既存の文献は、圧倒的に企業レベルあるいは研究開発プログラムレベルのものが多く、公的支援のターゲットの在り方について、事例研究を除くと、深い分

¹ ただ、このような場合も、スピルオーバーを拡大するようなコンディショナリティーを課した上で、政府が支援を行うことで、公的支援によるスピルオーバー効果を確保できる可能性もあり、このような場合には補助金型の支援を行う合理性がある。

析をしたものは少ない状況である。日本も含めて各国の政府支援による研究開発プロジェクトは多数存在し、Sematechプログラム（米国政府による資金援助を受けて1987年に結成された半導体の共同R&Dコンソーシアム）、Eurekaプログラム（欧州企業間の先端研究分野の共同研究の促進を目指して1985年に発足したプログラム）、Advanced Technologyプログラム（米国で1990年に開始）などはよく知られており、これら各国の政府支援研究開発プロジェクトのパフォーマンスを検証した先行研究もかなり存在する（Georghiou and Roessner（2000）によるサーベイを参照）。

近年の研究は、コントロール・グループを設定し、政府支援の前後においてその対象となったグループとそれ以外のグループの間でパフォーマンスに差があるかどうかを検証することで行われるようになってきている（“Difference of the difference”アプローチ。Klette, Moen, and Griliches（2000）によるレビューを参照）。Irwin and Klenow（1996）はSematechプログラムへの参加企業、不参加企業を対象としたパネルデータ分析を行い、同プログラムは参加企業間の研究開発投資の重複を防いだと指摘している。Branstetter and Sakakibara（1998）は、やはり企業レベルのパネルデータを利用して、日本の政府支援による研究開発コンソーシアムには研究開発支出が多い企業が参加しており、研究開発の生産性（特許件数）を向上させること、また、それが知識スピルオーバーによるものであること、また基礎研究を対象としたコンソーシアムの方がインパクトが大きいことを示唆している（Branstetter and Sakakibara（2002））。Bayona-Sáez et. al.（2010）は、Eurekaプログラムがその参加企業のパフォーマンス（ROA）向上をもたらしたこと、また、製造業企業のほうが非製造業企業よりも効果が大きいことを見出した。これらの研究のようなR&Dのインプット指標（研究開発費や研究者数など）、アウトプット指標（特許件数や売上高、利益率）への効果を測った分析だけでなく、政府支援プロジェクトによる共同研究開発の促進や研究開発のマネジメントの変化など、R&Dに関する企業行動の変化（“Behavioral additionality”）に注目した分析も最近では行われてきている（OECD（2006）、Hsu, Horng and Hsueh（2009）など）。Ruegg and Feller（2003）は、政府支援プロジェクトをどのような観点から評価すべきかを議論している。

しかしながら、どのような企業が政府支援プログラムに参加しているのか、あるいは、政府資金をどのような研究開発プロジェクトに投入すべきかという問題を分析した研究はまだ多くはない。Feldman and Kelly（2001）、Blanes and Busom（2004）、Santamaría, Barge-Gil, and Modrego（2010）などがこの点について分析している。Feldman and Kelly（2001）は、ATPプログラムに応募されたプロジェクトを対象とした分析を行い、他組織とのコミュニケーションに積極的でビジネス・リネージュが多く、また、その企業にとって新しい研究分野で組織間のパートナーシップを計画した研究プロジェクトがより多く採用されていることを示している。また、Santamaría, Barge-Gil, and Modrego（2010）はスペイン政府の共同研究開発支援プログラムに応募したプロジェクトの特性と採択結果との関係を分析している。

本研究では、知識のスピルオーバーと資金制約が、どのようなプロジェクトや企業で重要であるか、また公的支援がどのようなプロジェクトや企業にターゲットされているか、両者は整合的であるかどうかを研究することが基本的な目的である。ただし、本研究が依拠する発明者サーベイの場合には、支援を受けたプロジェクトとそれ以外のプロジェクトについてのデータがあるのみであり、パフォーマンスの変化についての時系列的な情報は存在しない。特に、政府が支援をする場合、プロジェクトの実施が円滑化される（場合によってはそれで可能となる）だけではなく、支援によって研究開発投資が拡大する、あるいは支援に伴うコンディショナリティーや条件を満たすために産学連携を行うなど、企業の行動が変化するが、それについての情報は存在しない。そこで、本研究では、支援を受けたプロジェクトの特性をリスク資金不足による研究開発資金不足とスピルオーバーの関連性から特徴づけることを主たる課題とする。コントロール・グループについては、資金制約を指摘しているが支援を受けなかったプロジェクト（以下『制約グループ』）と、支援

を受けなかったプロジェクト全体の2つをコントロール・グループとする。政府が支援を行うことが出来るのは、支援要請を行う企業についてのみであり、資金制約に直面していることがその重要な条件になると考えられる。制約グループをコントロール・グループとしている場合には、制約グループの中でもスピルオーバーが大きいグループをターゲットしているかどうかを分析することになる。

次に企業データについてであるが、企業活動基本調査の個票データとのマッチングを行い、企業の規模(売上額)、研究開発費、資産負債比率などのデータを構築した。

本論文は、以下のように構成される。第3節では、スピルオーバーの構造を実証的に分析する。第4節では、研究開発への資金制約及び政府支援の構造を実証的に分析する。第5節では、政府支援のターゲットをスピルオーバーの発生条件との整合性の観点から分析する。第6節に結論と今後の課題をまとめる。

3. スピルオーバーの構造

外部への知識スピルオーバーの指標として本節では先ず「論文の公表」、研究の段階(「基礎研究」「応用研究」)、「発明者による被引用件数」及び「セレンディピティー」に注目する。発明者サーベイでは、『当該発明の内容を科学技術論文として公表したかどうか』を尋ねている。知識生産は、知識が知識をもたらすという、累積性・相互依存性が強く、知識の外部からのスピルオーバーが高い企業や技術分野では同時に知識の外部へのスピルオーバーも大きいと考えられる。したがって、外部からのスピルオーバーも間接的ではあるが、外部へのスピルオーバーの指標として活用可能であると考えられる。以下では、当該発明につながる研究の着想に有用であった知識源として「科学論文」と「大学等の研究機関」を「非常に重要である」あるいは「重要である」と回答した比率(%、high)や、他組織との連携(大学との連携、サプライヤーやユーザーとの垂直連携、自社の競争相手との水平連携)について採り上げる。他組織との連携は、共同発明者、(特許の共同発明者にはなっていない)発明協力者との連携を指している。なお、技術分野別の表2はサンプルを企業所属の発明のみとしている。(表1～4のサンプルサイズは目安として記載しているもので、それら全てのサンプルに発明者サーベイにおいて各質問項目に回答があったとは限らないことに注意されたい)

3.1. 科学技術論文の公表と基礎・応用研究

調査対象となった特許発明の内容を科学技術論文としても公表しているケースは、501人以上の大企業に所属している場合、16%となっている。発明者が大学やその他の研究機関に所属している場合には、その割合は著しく高い(大学の場合には約80%)、産業界の研究者も高い割合で特許発明の内容を論文として公表していることが分かる。企業規模別では、100人以下の小企業において最も高く(約19%)、次いで501人以上の大企業(16%)となっており、企業規模との関係ではU字型となっている。次に、基礎研究については、501人以上の大企業に所属している場合、調査の対象となった発明を生み出した研究の7.8%が基礎研究のみを対象としており、基礎研究を含む研究とした場合その割合は約2割になる。基礎研究プロジェクトの割合も企業規模のとの関係でU字型になっている。民間企業でもかなり高い頻度で基礎研究に取り組んでおり、その成果が論文などによって公表されていることが分かる。また、これに加えて応用研究のみの研究も16%存在しており、基礎研究を含む研究と応用研究のみの研究の合計で、研究開発プロジェクトの約3分の1を占める。企業では「応用研究のみ」のプロジェクトは「基礎研究のみ」おおよそ2倍程度の頻度を占めている。ただし、101-250人の企業では若干傾向が異なり、「基礎研究のみ」が約5%。「応用研究のみ」はその約4倍であり、応用や開発研究に重点を置いていることが分かる。

(表1)

表2は民間企業に所属する研究者のみについて着目して技術分野別の頻度を示している。技術分野別では、バイオ(56%)、材料(40%)、原子力(31%)、農業・食品(26%)、有機化学(22%)やなどの分野での論文公表が多く、バイオ(33%)、有機化学(23%)、医薬品(15%)、ポリマー(15%)などで基礎研究のみの研究の比率が高い。論文発表の比率が高い分野と基礎研究が重要である技術分野とは、かなりの程度一致し、同時に応用研究を含む研究プロジェクトが高い分野ともかなり一致する。

(表2)

3.2. 被引用件数とセレンディピティー

特許の被引用件数(発明者によって引用された件数)は、他の発明者がそれを先行する知識源として利用した場合に増加するため(但し、知識源として引用している場合と権利情報として引用している場合があり、発明者への追加サーベイによればそれは約半々である)、スピルオーバーの程度を示す指標として潜在的に使うことが出来る。但し、表1に示すように、大学発明と企業の発明の間で被引用件数には差がないことが示すように(501人以上の大企業の場合1.49回であり、大学が1.45回)²、かなりノイズがある指標だと考えられる。次に、セレンディピティーとは、研究開発の主要目的ではなく、また研究を開始した時点では予想もしなかった副産物としての発明を意味しており、それをターゲットとして研究開発を行っても発見できるとは限らない。、そのような発明は知識創造への貢献が大きく、発明の内容が最終的に共有の知的資産となることを考慮すると、スピルオーバーも大きいと考えられる。501人以上の大企業の場合、発明の3.3%がセレンディピティーであるが、大学の場合は11.2%とかなり高い。

技術分野別では被引用件数が高いのは、石油化学、ポリマー、材料、光学であり、基礎研究の比率が高い分野とある程度共通する。セレンディピティーが高い分野は、バイオテクノロジー、ポリマー、半導体、石油化学などであり、こちらも基礎研究が高い分野とある程度傾向が重なる。

3.3. 外部からの知識のスピルオーバーの活発さ

知識の外部へのスピルオーバーが大きい企業は同時に外部からのスピルオーバーの受け手である可能性が高く、後者を把握することは前者の大きさについても重要な手がかりを提供する。表1に見るように、発明の着想としての学術論文及び大学等の重要性(「非常に重要」及び「重要」の回答の合計)は、501人以上の企業の発明者の場合、それぞれ56%と13%となっており、大学発明者の85%と59%と比べて低いが、かなりの高水準となっていると言えよう。また、研究開発への、産学連携は7%、垂直連携は24%であり、垂直連携は水平連携の10倍である。

科学技術論文や大学の発明における重要性、大学との連携については、外向きのスピルオーバーと傾向が似通っており、これもやはりバイオ・医薬、化学系でその水準が高い。他方で、垂直連携は、組織タイプ別には大企業とその他機関では若干少ない傾向にあるが、約30%のプロジェクトが垂直連携を行っている。分野別では機械分野などでは盛んであることが分かる。

4. 研究開発への資金制約及び政府支援の構造

リスク資金の制約のために研究開発に縮小・遅れが生じたプロジェクトの比率は100人

² 「その他組織」の特許は平均被引用件数か3.1回とかなり高いが、例外的に引用件数が高い発明があることが原因だと考えられる。

以下の小企業で最も多い（27%）が、次いで多いのは501人以上の大企業である（11%）。中規模の企業ではそれよりも低く、U字型の構造になっている。政府資金の投入頻度は（研究機関を除くと）100人以下の小企業が最も高い（11%）が、大企業のプロジェクトでは2.4%であり、資金制約で研究開発に縮小・遅れが生じた場合と比較しても全体でその約3分の1と、比率は低い（表1）。事業化への制約は組織タイプに関わらず約25%程度である。技術分野別では、資金不足による研究の制約は、石油化学（24%）、環境技術（18%）、素材（18%）、半導体、農業・食品であるのに対して、政府資金の投入頻度が高いのは、環境技術、素材、熱機器、バイオ、原子力などであり、必ずしも資金制約のみで、政府からの支援のターゲットが決まっているわけではないことが伺える。なお、ただし、発明者サーベイでは、プロジェクト実施後の事後的な評価としてリスク資金制約の有無を質問しているため、政府からの支援がなければ、資金制約下にあったプロジェクトは多少（1%程度）多かったと考えられる。

表3-1によると、約12%のプロジェクトで研究開発のためのリスク資金が不足しており、事業化投資が制約されたプロジェクトも約25%存在する。これらは、発明の着想時における学術論文・大学の重要性が高いことや他組織との連携の多さという意味で、資金制約がなかったプロジェクトと比較して、より多くのIncoming Spilloverを享受しているプロジェクトである。したがって潜在的には高いパフォーマンスをあげる可能性があると考えられる。実際に論文発表率や基礎研究の比率でみた意味でのOutgoing Spilloverも高いことが分かる。表3-2をみると、政府資金が投入されていて、かつ資金制約がなかったと回答しているプロジェクトは45件あるが、これらは、公的な支援を受けたことにより制約がなくなった可能性があるが、その一方で96件のプロジェクトでは、公的な支援を受けているが、なおリスク資金の不足により研究プロジェクトの実施、ないしは事業化の制約が存在していることがわかる。しかしながら、資金制約が存在するプロジェクトの大多数（1,608件）は政府からの資金援助を受けられずにいる。したがって、どのようなプロジェクトが政府支援のターゲットとなっているかが重要である。表4によると論文発表率の高さや基礎研究を対象としているなどの意味でOutgoing Spilloverが高いプロジェクトにより多くの政府資金が投入されている傾向があることが分かる。そしてこれらは研究開発のインプットであるIncoming Spilloverの高いプロジェクトでもある。

（表3-1）

（表3-2）

（表4）

5. 政府支援のターゲット

以下では、プロジェクトの申請段階で政府が知り得ると考えられる情報を外生変数と考え、資金制約、スピルオーバーなどから見て、どのようなプロジェクトに政府資金が投入されているかを検証する。また、スピルオーバーをもたらずであろう要因についても分析し、併せて政府支援の決定要因とスピルオーバーの発生要因との整合性を検証する。分析対象のサンプルは企業の研究開発のみに限る。また、企業の負債比率などを利用することから、特許を単独で出願しているサンプルのみに限定して以下の分析を行うこととする。

5.1. 政府支援のターゲットの決定要因

まず、どのような研究開発プロジェクトに政府資金が投入されているかを検証する。被説明変数は政府資金の有無（0：なし，1：あり）で、説明変数は、プロジェクトの実施形態³（産

³ 産学連携：企業の発明者と大学・研究機関の発明者との共同発明、または大学・研究機関の発明者を外部協力者としている場合に、産学連携と定義する。垂直連携、水平連携も同様に定義した。

学連携、垂直連携、水平連携の有無)、研究の範囲(純粋基礎研究かどうか、基礎研究と応用研究にまたがるプロジェクトであるかどうか、純粋応用研究であるかどうか)、技術革新の類型(新生産技術の開発を基準として、生産技術改善、新製品の開発、既存製品の改良、その他を表わすダミー変数)、事業上の目的(新規事業立ち上げかどうか、または技術基盤の強化であるかどうか表わすダミー変数)、研究の動機(ニーズ志向、シーズ志向、シーズの探索)、プロジェクトの規模として Man-Month(研究プロジェクトに投入された発明者の数×プロジェクトにかかった月数)、そして、リスク資金制約の有無(研究の縮小・遅れ、事業化の制約)の各変数を用いる。PhDの有無で発明者の研究開発能力をコントロールする。また、企業属性として負債比率、研究開発集約度、売上高を用いる。技術分野、および出願年をダミー変数でコントロールする。推計モデルはProbitを用いる。

資金制約が存在するプロジェクトに政府の支援があったかを検証するために、(単独出願の企業のみからなる)全サンプルを用いた推計と、潜在的に政府からの研究開発への援助を申請する可能性があったプロジェクトの中で、どのようなプロジェクトが実際に政府支援を受けているのかを分析するために、資金制約が存在したか、または政府資金が投入されたかいずれかの条件を満たすサンプルによる推計の二つを行う(後者の推計では政府支援は、それを企業が望んで申請しなければ行われないと仮定している)。基本統計量を表5に、相関係数表を表6に示した。

(表5)

(表6)

推計結果を表7に示している。式(1)は全サンプル(単独出願の企業のみ)を対象とした推計である。(1)式の推計結果をみると、推計サンプル全体の中では、純粋基礎研究、基礎研究と応用研究にまたがるプロジェクト、または純粋応用研究のプロジェクトに政府資金が投入されている傾向が高いことがわかる。大学等の研究機関に所属する発明者と連携したプロジェクトである場合が多く、研究の動機としては、シーズ志向が多い傾向にある。すなわち、「潜在的に有用性がある科学的な発見、技術的知見などを新たに事業化すること」を目的としている。出願人企業の負債比率は政府の支援を受けたプロジェクトでは有意に高い。そして、リスク資金の制約によって研究の縮小や事業化の制約が生じたプロジェクトでは、政府資金が投入されている傾向が有意に高い。研究プロジェクトの規模に関しては有意にプラスであり、政府支援が行われるのは大きな研究プロジェクトであることが多いことがわかる。ただし、これは政府が研究開発支援を行った結果であることも考えられるが、Man-Monthの変数を入れない推計も行ったが他の変数の推計結果にはほとんど影響しない。一方で、技術革新の類型としては、「新しい生産技術の開発」を基準とすると「製品改良」をターゲットにしたプロジェクトには政府支援がなされることは有意に少なく、また、研究プロジェクトのその企業内での事業上の目的は支援の有無には関係があるとはいえない。

次に、式(2)の推計結果に注目する。(1)式のサンプルとは異なり、(2)式では、資金制約が存在したか、あるいは政府資金が投入されたサンプルのみを対象としている。全体のサンプルの推計結果と基本的には同様であり、産学連携によるシーズ志向のプロジェクトが政府支援の対象となっている傾向が高く、製品改良のための研究が支援の対象となることは少ない。負債比率の高い企業の研究プロジェクトに政府資金が投入される傾向が高いことも同様である。

(表7)

表8に示した結果は、政府資金の有無ではなく、そのプロジェクトでの政府資金のシェアのデータを用いたものである。被説明変数として、1: 政府資金なし、2: 政府資金シェア

アが 50%未満、3: 政府資金シェアが 50%以上、との値をとる多項ロジットを用いた推計である。(1)式、(2)式の違いは、表 7 の Probit 分析と同様、サンプルの違いである。産学連携は、いずれでも高度にプラスの有意な結果を示しており、大学等の研究機関との連携によるプロジェクトでは政府資金が多いことがわかる。シーズ志向のプロジェクトは (2)式では政府資金が 50%以上のシェアを持つ場合で有意になっている。これらは事業目的としても「長期的な技術基盤の強化」で同様の傾向であり、必ずしも直ちに利益には結びつかないために企業内では予算が認められにくい研究プロジェクトに大きな政府資金が投入されている可能性があることを示唆している。

(表 8)

5.2. ターゲットとスピルオーバーの整合性

民間企業の研究開発への政府による支援は、理論的には研究開発がもたらす外部性を内部化するように促すことが理論的なベンチマークである。すなわち、民間企業の研究開発がもたらす私的な利益を π_i とし、それがもたらす外部性（新たに創造された知識の外部へのスピルオーバー）を ext とした場合、これに見合う補助金（場合によっては罰金）を企業に提供するメニューを予め示すことによって、企業は経済全体としてプラスのプロジェクトを実施し、またそれのみを実施することになる。こうした観点からすると⁴、政府が支援する研究開発プログラムの選定基準が、スピルオーバーをもたらしかどうか（ ext の大きさ）の決定要因と整合的かどうか極めて重要である。以下では、こうした観点から 4.1 節の分析結果を利用した分析を行う。

このため、論文発表の有無、その発明がセレンディピティーであったか否か、発明の経済的な価値（対数）、被引用件数の対数、その研究プロジェクトから生まれた特許件数の対数を被説明変数とし、4.1 節において利用した説明変数（プロジェクト特性と企業特性）を説明変数として推計を行い、どのような条件を満たした研究プロジェクトが高いスピルオーバーをもたらしかを分析した。その分析結果は表 9 に示されている。五つのスピルオーバーの変数は知識スピルオーバーのかなり異なる側面を評価しているが、決定要因にはかなり共通性があることが表 9 から示唆される。例えば、どのスピルオーバーについても基礎研究を含むかどうかは非常に重要な要因であり、産学連携、企業の研究開発集約度、シーズ志向、PhD などが比較的多くのスピルオーバーのタイプで、正の係数を持っている。

(表 9)

以下の図 1 では、この結果を政府支援の結果と比較するために、基礎研究と応用研究の両方を含むかどうかの係数を 100 に基準化して、政府支援の各決定要因の係数の相対的な分布とスピルオーバーの決定要因の係数の分布を比較している⁵。係数の大きさ自体は各変数の単位に依存するので、各要因間の比較は出来ないが（係数が大きくても重要な要因だとは言えない）、政府支援とスピルオーバーの間で同じ要因の比較は可能である。推計された係数には統計的な有意性が乏しいものもあるが、以下ではその問題は考慮していない。Spillover 指標 1 は論文発表、セレンディピティー及び経済価値の対数の決定要因の係数の平均値であり、Spillover 指標 2 はこれに更に被引用件数の対数、特許件数の対数を加え、五つの指標の決定要因の係数の平均値である。図 1 に示すように、政府支援の決定要因の各要因と Spillover 指標はかなりよく似ている。すなわち、公的支援の条件とスピルオーバーの発生条件はかなり整合していることが示唆される。

⁴ 以上の分析では、財政コストを考慮していない。

⁵ 事業上の目的における「その他」と技術革新の類型における「その他」は内容が不均一である可能性があり、検討対象から除外している。

(図 1)

両者が大きく異なるのは、

- (1) 政府の支援がプロジェクトの資金不足（研究資金不足あるいは事業化資金不足）あるいは企業の負債比率に大きな影響を受けているのに対して、スピルオーバー指標では、これらの係数はゼロであり、中立的な要因である。これは、政府の研究開発への支援は基本的には企業のプロジェクト資金の制約を前提としていることを反映したギャップである。これによって支援の付加価値(additionality)がより容易に確保出来、財政コストを削減出来る。
- (2) スピルオーバーの発生条件では評価が高いが、支援の条件としてはそれほど高くはない要因として、先ず企業の研究開発集約度がある。その政府支援における重要性と比較して、スピルオーバー指標における重要性が高い。企業自体がどの程度研究開発集約的であるかどうかは、論文の発表や高い特許価値の発明に重要であるが、政府支援をするかどうかの検討では、それほど重要視されていないことを示唆している。同様に、PhDを研究者が保有していること、基礎研究と応用研究を含むことは、スピルオーバーにプラスの要因であるが、公的支援では余り考慮されていない要因になっている。
- (3) スピルオーバーの発生条件では評価が低い、支援の条件としてはそれほど低くない要因として、技術革新の類型の中で生産技術改良を目的とした場合他の目的と比べてかなりスピルオーバーへの貢献は小さいのでマイナスの評価がなされるべきだが、公的支援では中立的な要因となっている。また、産学連携研究はスピルオーバーへの貢献は高いが、政府支援の条件としてはそれ以上に高く考慮されている。

6. 結論と今後の課題

本研究では、研究開発からの知識のスピルオーバー（科学技術論文などから）と研究開発へのリスク資金制約が、どのようなプロジェクトや企業で重要であるか、また研究開発への公的支援がどのようなプロジェクトや企業にターゲットされており、これらが整合的かどうかを実証的に研究した。利用したデータは経済産業研究所の発明者サーベイと企業活動基本調査であり、民間企業に所属している発明者の研究プロジェクトにフォーカスした。主要な結果は以下の通りである。

先ず、民間企業に所属している発明者の研究においても、研究プロジェクトの20%において基礎研究の段階を含むなど、かなりのスピルオーバーがあると考えられる。他方で、発明者サーベイによれば、民間企業の研究開発プロジェクトの1割程度にはリスク資金の不足によって研究の縮小・遅れがあり、約4分の1には事業化投資への制約がある。また日本の民間企業の研究開発プロジェクトの3%程度のみが支援対象であり、資金制約があるプロジェクトではその5.6%が支援対象となっている。本論文の分析結果によれば、政府支援が行われているプロジェクトの条件は、科学技術論文発表、セレンディピティーなどを指標とするスピルオーバーの発生条件と、全体的には整合しているが、両者に差がある可能性があると考えられる要因もある。例えば、企業の研究開発集約度の高さや博士号所有者の研究プロジェクトへの参加はスピルオーバーの観点からはより高く評価されるべきであることを示唆している。

本研究で試みた、プロジェクト選択の条件とスピルオーバーの発生条件(及び資金制約の発生条件)を比較する実証研究は、支援のメカニズムを設計する上で重要な情報を与えると考えられ、政策的にも非常に重要な研究だと考えられ、一層の研究の深化が重要である。本研究でも、企業の研究開発集約度、産学連携等について、両者の条件に乖離の可能性があることを指摘したが、一層の研究が必要である。また、スピルオーバーは本来内生的であり、例えば、企業としての先行優位性の確保と発明者の論文発表機会確保の誘因のバラ

ンスで論文発表が決まっているとすると、補完資産の有意性などによって専有可能性が高いプロジェクトほど科学論文は発表されやすい可能性も考えられる。同様に、補完的な資産が豊富な企業ほど専有可能性が高く、基礎的な研究に取り組み、また研究の論文発表にも許容的であるかどうか、等についても研究を行うことが重要である。研究開発のリスクあるいは事業化へのリスクを原因とする研究開発への制約の強さは、どのような産業あるいは企業やどのような研究開発プロジェクトで大きいのかの検証も今後の課題である。

参考文献

- Bayona-Sáez, Cristina and Teresa García-Marco (2010), "Assessing the effectiveness of the Eureka Program", *Research Policy*, 39, pp.1375-1386.
- Blanes, J. Vicente, and Isabel Busom (2004), "Who participates in R&D subsidy programs? The case of Spanish manufacturing firms", *Research Policy*, 33, pp.1459-1476.
- Branstetter, Lee, and Mariko Sakakibara (1998), "Japanese research consortia: a microeconomic analysis of industrial policy", *Journal of Industrial Economics* Vol. 46, No. 2, pp.207-233.
- Branstetter, Lee G., and Mariko Sakakibara (2002), "When do research consortia work well and why? Evidence from Japanese panel data", *American Economic Review*, Vol. 92, No. 1, pp.143-159.
- David, Paul A., Bronwyn H. Hall, and Andrew A. Toole (2000), "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence", *Research Policy*, 29, pp.497-529.
- Feldman, Maryann P., and Maryellen R. Kelley (2001), "Winning an award from the Advanced Technology Program: Pursuing R&D strategies in the public interest and benefiting from a halo effect", *NISTIR 6577*,
<http://www.atp.nist.gov/eao/ir-6577.pdf>
- Georghiou Luke and David Roessner (2000), "Evaluating technology programs: tools and methods", *Research Policy* 29, 657-678
- Griliches, Zvi (1979), "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", *Bell Journal of Economics*, Vol.10, pp.92-116.
- Hall, Bronwyn H., and Josh Lerner (2010), "The financing of R&D and innovation," in *Handbook of the Economics of Innovation*, Bronwyn H. Hall and Nathan Rosenberg eds., Elsevier, Amsterdam, pp.609-639.
- Hsu, Fang-Ming, Der-Juinn Horng, and Chao-Chih Hsueh (2009), "The effect of government-sponsored R&D programmes on additionality in recipient firms in Taiwan", *Technovation*, 29, pp.204-217.
- Irwin, Douglas A., and Peter J. Klenow (1996) "High-tech R&D subsidies - Estimating the effects of Sematech", *Journal of International Economics*, 40, pp.323-344.

- Jaffe, Adam B. (1998) "The importance of "Spillovers" in the policy mission of the Advanced Technology Program", *Journal of Technology Transfer*, Volume 23, No.2, pp. 11-19.
- Klette, Tor Jakob, and Jarle Moen, and Zvi Griliches (2000) "Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies", *Research Policy*, 29, pp. 471-495.
- Lerner, Josh (1996), "The government as venture capitalist: The long-run impact of the SBIR program", *NBER working paper*, No.5753.
- Martine Stephen and John T. Scott (2000), "The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation", *Research Policy*, 29, pp. 437-447.
- OECD (2006), "Government R&D funding and company behaviour — Measuring behavioural additionality", OECD Publishing.
- Ruegg, Rosalie and Irwin Feller (2003), "A toolkit for evaluating public R&D investment — Models, Methods, and Findings from ATP's first decade", *NISTGCR03-857*, <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr03-857/contents.htm>

図表

表1 組織別：スピルオーバー、資金制約と政府支援

組織	N	Outgoing Spillover							Incoming Spillover					リスク資金の制約		政府資金 投入頻度
		論文発表 率	基礎研究 のみ	基礎研究 を含む	応用研究 のみ	応用研究 を含む	被引用件 数	Serendipity	発明の着想： 科学論文の重 要性(%high)	発明の着想： 大学等の重 要性(%high)	大学等と の連携	垂直連携	水平連携	研究の縮 小・遅れ	事業化投 資に制約	
企業(501人以上)	4,231	15.9%	7.8%	19.2%	15.9%	36.7%	1.49	3.3%	55.8%	12.6%	6.6%	23.5%	2.4%	11.2%	24.9%	2.4%
企業(251-500人)	278	11.6%	9.4%	21.9%	20.5%	40.6%	1.43	1.1%	53.6%	11.8%	8.5%	31.1%	2.9%	8.5%	23.3%	2.9%
企業(101-250人)	194	11.6%	4.6%	16.5%	16.5%	34.0%	0.80	3.1%	46.2%	13.3%	10.6%	32.6%	1.1%	9.7%	20.5%	2.7%
企業(100人以下)	271	18.8%	8.1%	20.3%	21.0%	42.1%	1.46	4.9%	48.2%	16.1%	13.3%	35.7%	3.8%	26.5%	25.4%	10.9%
大学	108	81.1%	51.9%	72.6%	20.8%	39.6%	1.45	11.2%	85.3%	58.6%	51.9%	33.6%	5.6%	19.0%	23.0%	50.0%
その他	71	67.1%	39.4%	64.8%	19.7%	45.1%	3.11	11.6%	82.1%	43.1%	39.1%	24.6%	5.8%	15.7%	25.7%	38.0%
All	5,153	17.7%	9.1%	21.1%	16.6%	37.3%	1.48	3.6%	55.9%	14.1%	8.6%	25.2%	2.6%	12.0%	24.6%	4.4%

*その他：「国立研究機関」「地方公共団体の研究機関」「財団法人、民間病院、民間非営利研究機関」「その他政府機関」「その他組織」

表2 分野別：スピルオーバー、資金制約と政府支援（企業のみ）

ISI area	N	Outgoing Spillover							Incoming Spillover					リスク資金の制約		政府資金 投入頻度
		論文発表 率	基礎研究 のみ	基礎研究 含む	応用研究 のみ	応用研究 含む	被引用件 数	Serendipit y	発明の着想： 科学論文の重 要性(%high)	発明の着想： 大学等の重 要性(%high)	大学等と の連携	垂直連携	水平連携	研究の縮 小・遅れ	事業化投 資に制約	
Agric&Foods	65	25.8%	10.8%	32.3%	18.5%	58.5%	0.88	0.0%	64.5%	23.0%	23.3%	29.5%	3.3%	17.2%	23.4%	4.7%
Biotechnology	81	55.7%	33.3%	53.1%	21.0%	51.9%	1.26	13.8%	90.0%	41.0%	33.3%	12.3%	0.0%	16.3%	22.5%	7.4%
Materials	113	40.4%	9.8%	33.9%	19.6%	52.7%	3.02	3.6%	72.1%	24.5%	12.7%	30.9%	4.5%	17.8%	34.6%	9.0%
OrganicChem	195	21.9%	32.3%	53.3%	25.1%	52.3%	2.13	4.2%	84.5%	26.5%	14.4%	10.1%	3.2%	12.4%	24.3%	1.1%
PetrolChem/materialsC	48	12.8%	10.4%	29.2%	25.0%	45.8%	3.77	2.1%	57.4%	20.0%	10.4%	35.4%	2.1%	23.9%	19.6%	6.4%
Pharmaceuticals/Cosme	74	16.4%	14.9%	33.8%	35.1%	64.9%	1.20	5.4%	82.4%	20.8%	13.5%	21.6%	2.7%	9.6%	28.8%	1.4%
Polymers	140	10.9%	14.3%	27.1%	26.4%	55.0%	3.08	6.5%	66.2%	13.2%	7.2%	29.7%	4.3%	8.9%	23.0%	1.5%
SurfaceTechn	57	19.3%	10.5%	28.1%	22.8%	45.6%	1.02	3.5%	74.5%	7.5%	3.8%	47.3%	1.9%	14.5%	23.6%	0.0%
ConsGoods	167	7.2%	1.8%	8.4%	13.3%	24.7%	1.25	3.7%	35.9%	9.2%	4.3%	36.0%	2.4%	5.5%	17.6%	1.2%
ConstrTechn	51	20.8%	2.0%	8.0%	16.0%	32.0%	1.80	0.0%	60.0%	14.0%	7.8%	41.2%	2.0%	12.0%	32.0%	4.0%
Audiovisual	255	8.7%	2.8%	9.5%	13.1%	31.0%	0.86	2.8%	52.0%	5.2%	1.6%	15.4%	5.1%	10.5%	23.8%	2.4%
Electr/Energy	433	14.8%	6.9%	15.5%	15.3%	32.9%	1.52	3.7%	49.5%	13.1%	6.9%	22.9%	2.1%	9.7%	26.1%	2.3%
IT	296	11.1%	4.7%	9.1%	16.6%	36.5%	0.86	4.1%	48.3%	8.6%	1.7%	13.3%	2.4%	11.8%	26.0%	1.4%
Semiconductors	226	16.7%	6.2%	16.9%	19.1%	37.8%	0.96	4.9%	62.3%	13.2%	4.9%	21.4%	2.7%	17.7%	31.2%	4.1%
Telecom	239	21.0%	4.6%	13.5%	16.0%	33.3%	0.67	4.2%	63.2%	14.3%	4.7%	12.3%	2.6%	14.0%	21.5%	1.3%
Analysis/Measurement	415	17.7%	8.7%	20.0%	13.0%	34.5%	0.89	2.9%	52.7%	14.7%	8.1%	21.5%	1.7%	13.7%	25.4%	4.9%
MedicalTechn	169	19.3%	6.5%	21.3%	16.0%	37.9%	1.13	3.6%	49.4%	16.4%	13.9%	18.2%	1.8%	11.3%	22.6%	4.9%
NuclearTechn	30	31.0%	13.3%	33.3%	6.7%	40.0%	0.73	3.3%	75.9%	25.0%	17.2%	27.6%	3.4%	10.0%	50.0%	6.7%
Optical	370	14.7%	4.9%	18.8%	15.8%	42.2%	3.01	2.2%	58.3%	8.1%	6.0%	21.5%	2.5%	12.7%	21.1%	2.5%
MachineTools	181	18.5%	5.0%	17.2%	17.2%	35.6%	1.03	2.8%	44.1%	12.4%	8.5%	31.5%	2.8%	10.7%	19.2%	2.8%
MechElements	205	10.5%	3.9%	14.1%	11.2%	22.9%	1.12	2.4%	42.2%	8.9%	2.5%	30.0%	1.5%	10.3%	21.1%	1.5%
Motors	174	15.8%	6.4%	15.0%	16.2%	32.9%	1.15	1.2%	53.8%	6.5%	3.6%	33.7%	1.2%	7.7%	20.2%	1.1%
SpaceTech/Weapons	1	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	4.00	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
ThermProcesses	60	17.5%	5.0%	18.3%	13.3%	31.7%	0.78	1.7%	61.0%	8.8%	8.5%	39.0%	3.4%	12.3%	24.6%	8.5%
Transportation	266	7.2%	4.1%	13.5%	11.7%	27.4%	1.12	1.5%	35.9%	7.3%	3.8%	31.0%	0.8%	11.3%	26.1%	1.5%
Agric&FoodProcess-Mac	34	18.2%	8.8%	26.5%	5.9%	35.3%	1.06	2.9%	41.9%	16.1%	12.9%	25.0%	0.0%	5.9%	20.6%	2.9%
ChemEngineering	90	18.0%	13.3%	20.0%	21.1%	34.4%	2.30	2.2%	66.3%	17.9%	10.3%	33.3%	2.3%	9.2%	39.1%	4.6%
Environment	96	21.1%	5.2%	20.8%	22.9%	51.0%	1.85	3.2%	73.4%	25.5%	12.8%	39.4%	2.1%	18.0%	32.6%	11.6%
Handl/Printing	299	5.2%	3.7%	13.0%	12.7%	30.8%	1.57	2.0%	42.0%	5.6%	3.8%	34.7%	3.1%	9.9%	21.8%	0.7%
Matprocessing/Textile	144	9.2%	9.2%	26.1%	17.6%	40.8%	1.40	3.6%	45.9%	9.7%	9.1%	35.0%	4.2%	10.1%	26.1%	2.1%
All	4,974	15.6%	7.8%	19.4%	16.4%	37.1%	1.46	3.3%	54.9%	12.8%	7.2%	25.0%	2.5%	11.8%	24.6%	2.9%

* 太字：ランクが高い5業種、但し、宇宙を除く

表 3-1 リスク資金の制約の有無：スピルオーバーと政府資金（企業のみ）

リスク資金の制約	N	Outgoing Spillover							Incoming Spillover					政府資金 投入頻度
		論文発表 率	基礎研究 のみ	基礎研究 含む	応用研究 のみ	応用研究 含む	被引用件 数	Serendipity	発明の着想： 科学論文の重 要性(%high)	発明の着想： 大学等の重要 性(%high)	大学等と の連携	垂直連携	水平連携	
研究の縮小・遅れ 有り	568	20.8%	11.7%	29.2%	16.1%	36.6%	1.29	5.2%	68.2%	20.7%	10.7%	28.8%	2.0%	8.1%
研究の縮小・遅れ 無し	4,234	15.1%	7.2%	18.2%	17.7%	43.6%	1.49	3.0%	53.1%	11.8%	6.7%	24.6%	2.3%	2.3%
事業化投資に制約 有り	1,183	20.2%	8.9%	24.7%	15.5%	34.8%	1.45	3.1%	64.1%	16.6%	10.3%	29.7%	3.3%	4.6%
事業化投資に制約 無し	3,619	14.3%	7.3%	17.8%	18.6%	45.5%	1.48	3.3%	51.8%	11.6%	6.1%	23.6%	2.0%	2.4%

表 3-2 政府資金の投入件数（企業のみ）

	政府資金の投入				Total
	なし		あり		
リスク資金制約なし	3,031	98.5%	45	1.5%	3,076
リスク資金制約あり	1,608	94.4%	96	5.6%	1,704
Total	4,639	97.1%	141	2.9%	4,780

表 4 政府資金の有無：スピルオーバー（企業のみ）

政府資金の有無	N	Outgoing Spillover							Incoming Spillover					リスク資金の制約	
		論文発表 率	基礎研究 のみ	基礎研究 含む	応用研究 のみ	応用研究 含む	被引用件 数	Serendipity	発明の着想： 科学論文の重 要性(%high)	発明の着想： 大学等の重要 性(%high)	大学等と の連携	垂直連携	水平連携	研究の縮 小・遅れ	事業化投 資に制約
政府資金あり	237	47.5%	19.9%	43.3%	16.3%	36.9%	1.33	5.6%	73.2%	37.0%	36.6%	31.7%	4.9%	32.6%	38.3%
政府資金なし	4,919	14.8%	7.3%	18.7%	19.9%	50.4%	1.47	3.3%	54.5%	12.2%	6.2%	24.8%	2.2%	11.2%	24.3%

表5 基本統計量

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	
政府資金の有無	4334	0.023	0.149	0	1	
スピルオーバー	論文公表	4347	0.142	0.349	0	1
	被引用件数	4427	0.414	0.695	0	5.634789
	Serendipity	4382	0.032	0.177	0	1
	登録特許件数	4259	1.437	1.078	0	4.324
	発明の経済的価値	3129	0.252	0.805	-0.798	1.755
研究の範囲	基礎研究のみ	4411	0.077	0.267	0	1
	基礎と応用	4411	0.096	0.295	0	1
	応用研究のみ	4411	0.160	0.367	0	1
発明者の協力	産学連携	4357	0.065	0.246	0	1
	垂直連携	4358	0.215	0.411	0	1
	水平連携	4356	0.020	0.141	0	1
研究の動機	ニーズ志向	4398	0.762	0.426	0	1
	シーズ施行	4398	0.209	0.406	0	1
	シーズ探索	4398	0.102	0.303	0	1
事業上の目的	新規事業立上げ	4390	0.221	0.415	0	1
	技術基盤の強化	4390	0.082	0.274	0	1
技術革新の種類	生産技術改良	4312	0.090	0.286	0	1
	新製品	4312	0.594	0.491	0	1
	製品改良	4312	0.216	0.412	0	1
	その他	4312	0.015	0.120	0	1
発明者属性	PhD	4401	0.086	0.280	0	1
プロジェクト規模	ln(Man-Month)	4327	2.275	1.346	0.405	4.963
資金制約	研究の縮小	4275	0.117	0.321	0	1
	事業化の制約	4275	0.241	0.428	0	1
出願人属性	負債比率	3602	0.450	0.281	0	2.492
	研究開発集約度	3602	0.053	0.038	0	0.629
	ln(売上高)	3602	12.700	1.793	6.757	16.024

表6 相関係数表

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)
(1) 政府資金の有無	1																											
(2) 論文公表	0.1217	1																										
(3) 被引用件数	0.0089	0.1056	1																									
(4) Serendipity	0.0332	0.0239	-0.0208	1																								
(5) 登録特許件数	0.0511	0.1593	0.1185	0.0102	1																							
(6) 発明の経済的価値	0.0705	0.2127	0.1219	0.04	0.1992	1																						
(7) 基礎研究のみ	0.08	0.1323	0.0356	0.0492	0.0108	0.017	1																					
(8) 基礎と応用	0.0558	0.1125	0.0564	0.0361	0.1318	0.0988	-0.0944	1																				
(9) 応用研究のみ	0.0068	0.0727	0.0123	0.022	0.016	-0.0002	-0.1262	-0.1425	1																			
(10) 産学連携	0.165	0.1999	0.027	0.0372	0.0608	0.0958	0.1385	0.0484	0.0187	1																		
(11) 垂直連携	0.0147	0.0314	0.0393	-0.0514	0.0763	0.0746	-0.0422	0.0275	-0.0064	0.0939	1																	
(12) 水平連携	0.037	0.0093	-0.0152	-0.0167	0.0481	0.0283	0.0142	-0.0186	0.0095	0.3716	0.197	1																
(13) ニーズ志向	-0.0588	-0.064	0.0128	-0.0595	-0.0153	0.005	-0.1464	-0.0017	-0.0563	-0.1036	0.028	-0.0518	1															
(14) シーズ施行	0.0795	0.1085	0.0165	0.0656	0.0767	0.0575	0.0959	0.1538	0.0411	0.0901	-0.0239	0.0442	-0.6374	1														
(15) シーズ探査	0.0314	-0.0105	0.0137	-0.033	0.0184	0.0264	0.0581	0.0854	-0.0347	0.0207	0.0079	0.0172	-0.387	0.0042	1													
(16) 新規事業立上げ	0.0509	0.05	0.0383	0.0155	0.1502	0.0619	0.0354	0.0982	0.0051	0.0751	0.0209	0.0252	-0.0273	0.0514	-0.0053	1												
(17) 技術基盤の強化	0.0537	0.0398	-0.0347	0.045	-0.032	-0.0351	0.131	0.0185	0.0453	0.0419	-0.0671	-0.0061	-0.2036	0.1154	0.1414	-0.1585	1											
(18) 生産技術改良	-0.0187	-0.0513	-0.0645	-0.0066	-0.1001	-0.0485	-0.0316	-0.0479	0.0582	-0.0381	0.0084	-0.0135	0.053	-0.0647	-0.0157	-0.1149	0.016	1										
(19) 新製品	0.0485	0.0539	0.0902	0.0143	0.1575	0.0905	0.0118	0.0632	-0.0729	0.0574	0.0187	-0.0005	-0.0826	0.1205	0.0396	0.2296	-0.0468	-0.3799	1									
(20) 製品改良	-0.0671	-0.091	-0.0698	-0.0513	-0.1272	-0.1303	-0.076	-0.0788	0.0047	-0.0747	-0.0548	-0.0191	0.0998	-0.1302	-0.0634	-0.2357	0.0079	-0.165	-0.6358	1								
(21) その他	0.0362	0.0634	0.0028	-0.0001	-0.0308	0.0243	0.0673	-0.0073	0.0154	0.0395	-0.0263	-0.0026	-0.0955	0.0281	0.0222	-0.0092	0.0766	-0.0382	-0.1473	-0.064	1							
(22) PhD	0.0531	0.2398	0.0442	0.0458	0.08	0.1049	0.1727	0.114	0.0811	0.1436	-0.0366	0.003	-0.0774	0.0943	0.0098	0.0566	0.0362	-0.0144	0.0313	-0.0849	0.0321	1						
(23) ln(Man-Month)	0.0657	0.171	0.085	-0.0006	0.3344	0.1802	0.077	0.099	0.0474	0.1115	0.1176	0.0348	0.0068	0.088	-0.0382	0.1322	-0.0655	-0.111	0.1811	-0.1585	-0.0541	0.0935	1					
(24) 研究の縮小	0.1013	0.0403	-0.0186	0.0344	0.0436	0.0367	0.0551	0.0447	0.0126	0.0554	0.0427	-0.002	-0.0211	0.0641	0.0138	0.0842	0.0534	-0.02	0.041	-0.0609	0.0194	0.0419	0.0369	1				
(25) 事業化の制約	0.0428	0.0646	-0.0174	-0.0084	0.1243	-0.002	0.0261	0.0706	0.0338	0.0412	0.065	0.0317	-0.0213	0.0472	0.0006	0.1241	-0.0021	-0.0351	0.059	-0.0757	-0.0059	0.0252	0.1307	-0.1399	1			
(26) 負債比率	0.0024	0.0097	0.0063	0.0044	-0.0016	0.0068	0.0124	0.0204	-0.005	-0.0175	-0.0014	0.0044	-0.0021	0.005	-0.017	0.027	0.0066	0.0376	-0.0099	-0.0251	0.0016	0.014	-0.0213	0.0293	0.0602	1		
(27) 研究開発集約度	-0.0035	0.0616	0.0084	0.0066	0.0182	0.0369	0.0402	-0.0187	0.0277	-0.0127	-0.0872	0.0052	0.0016	0.0166	0.0132	0.0095	0.0385	-0.0419	0.0191	0.0116	-0.0025	0.0723	0.0168	-0.0126	-0.0128	-0.0916	1	
(28) ln(売上高)	0.0102	0.094	0.0156	0.0224	0.1493	0.005	0.0239	-0.0124	0.0143	-0.0564	-0.0508	-0.0021	0.0164	0.0097	-0.0216	0.0526	0.0532	-0.0104	0.0219	-0.0239	0.0011	0.0365	0.0608	0.0128	0.0354	0.034	0.2632	1

表7 推計結果（プロビット）

		(1)		(2)	
		政府資金の有無		政府資金の有無	
		Probit Estimation	Marginal Effect	Probit Estimation	Marginal Effect
研究の範囲	基礎研究のみ	0.650*** (0.186)	0.026* (0.013)	0.716*** (0.236)	0.087* (0.045)
	基礎と応用	0.345** (0.170)	0.010 (0.008)	0.337* (0.184)	0.030 (0.022)
	応用研究のみ	0.311** (0.151)	0.008* (0.005)	0.334* (0.177)	0.029* (0.017)
発明者の協力	産学連携	0.936*** (0.169)	0.051*** (0.018)	1.122*** (0.206)	0.179*** (0.056)
	垂直連携	-0.208 (0.149)	-0.003* (0.002)	-0.236 (0.169)	-0.015* (0.009)
	水平連携	0.008 (0.332)	0.000 (0.007)	0.125 (0.414)	0.010 (0.036)
研究の動機	ニーズ志向	0.239 (0.177)	0.004* (0.002)	0.311 (0.211)	0.019* (0.011)
	シーズ志向	0.341** (0.163)	0.009* (0.005)	0.460** (0.189)	0.042** (0.020)
	シーズ探索	0.175 (0.217)	0.004 (0.006)	0.209 (0.262)	0.017 (0.024)
事業上の目的	新規事業の立上げ	0.097 (0.127)	0.002 (0.003)	0.050 (0.149)	0.004 (0.011)
	技術基盤の強化	0.112 (0.171)	0.002 (0.004)	0.162 (0.201)	0.013 (0.018)
技術革新の類型	生産技術改良	-0.010 (0.280)	-0.000 (0.005)	0.084 (0.322)	0.006 (0.027)
	新製品	-0.064 (0.201)	-0.001 (0.004)	0.021 (0.217)	0.001 (0.015)
	製品改良	-0.610* (0.338)	-0.008*** (0.003)	-0.544 (0.383)	-0.028*** (0.011)
	その他	0.068 (0.526)	0.001 (0.012)	0.230 (0.667)	0.020 (0.072)
プロジェクト規模	Man-Month	0.101** (0.047)	0.002** (0.001)	0.085 (0.058)	0.006 (0.004)
資金制約	研究の縮小・遅れ	0.523*** (0.125)	0.017** (0.008)		
	事業化の制約	0.423*** (0.126)	0.011** (0.005)		
発明者属性	Ph.Dの有無	0.044 (0.174)	0.001 (0.004)	0.049 (0.191)	0.004 (0.015)
出願人属性	負債比率	0.735** (0.323)	0.014* (0.008)	1.056*** (0.405)	0.075** (0.032)
	研究開発集約度	0.746 (1.986)	0.015 (0.039)	3.180 (2.659)	0.226 (0.194)
	売上高	-0.024 (0.060)	-0.000 (0.001)	-0.039 (0.065)	-0.003 (0.004)
Constant		-2.877*** (0.836)		-1.761 (1.412)	
Observations		2823	2823	1026	1026
Pseudo R-Squared		0.24	0.24	0.22	0.22
Log Likelihood		-236.45	-236.45	-191.55	-191.55

Standard errors in parentheses

* significant at 10%; ** significant at 5%; *** significant at 1%

Technology dummies and application year dummies are included, but not reported.

表8 推計結果 (多項ロジット)

		(1)		(2)	
		政府資金のシェア		政府資金のシェア	
		50%未満	50%以上	50%未満	50%以上
研究の範囲	基礎研究のみ	1.552** (0.640)	0.796 (0.600)	1.499** (0.687)	1.647*** (0.602)
	基礎と応用	0.663 (0.506)	0.932* (0.516)	0.545 (0.519)	1.137* (0.602)
	応用研究のみ	0.490 (0.591)	1.001** (0.430)	0.577 (0.566)	1.442** (0.595)
発明者の協力	産学連携	2.189*** (0.576)	1.172** (0.491)	2.374*** (0.590)	1.696*** (0.500)
	垂直連携	-0.597 (0.507)	-0.214 (0.376)	-0.698 (0.532)	-0.447 (0.500)
	水平連携	-0.813 (0.989)	0.663 (0.852)	-0.813 (0.968)	1.780* (1.068)
研究の動機	ニーズ志向	0.250 (0.660)	0.525 (0.488)	0.612 (0.675)	0.990* (0.527)
	シーズ志向	0.352 (0.542)	0.745 (0.475)	0.621 (0.574)	1.428*** (0.517)
	シーズ探索	0.150 (0.818)	0.113 (0.495)	0.312 (0.829)	0.317 (0.565)
事業上の目的	新規事業の立上げ	0.155 (0.422)	0.556 (0.397)	-0.002 (0.433)	0.640 (0.542)
	技術基盤の強化	-0.371 (0.559)	1.022* (0.525)	-0.037 (0.561)	1.380** (0.660)
技術革新の類型	生産技術改良	-0.749 (1.090)	0.585 (0.640)	-0.532 (0.939)	0.780 (0.844)
	新製品	-0.196 (0.613)	-0.149 (0.492)	-0.095 (0.534)	-0.547 (0.587)
	製品改良	-0.912 (1.031)	-2.275** (1.099)	-0.609 (0.979)	-35.507*** (0.690)
	その他	0.742 (1.275)	0.374 (1.498)	1.448 (1.336)	-36.421*** (0.972)
プロジェクト規模	Man-Month	0.243 (0.135)	0.083 (0.141)	0.211 (0.153)	0.197 (0.182)
資金制約	研究の縮小・遅れ	1.526*** (0.353)	0.143 (0.524)		
	事業化の制約	0.671 (0.444)	0.731** (0.320)		
発明者属性	Ph.Dの有無	-0.533 (0.548)	0.322 (0.566)	-0.472 (0.522)	0.701 (0.561)
出願人属性	負債比率	1.271 (0.828)	0.869 (0.686)	1.558 (0.973)	1.826 (1.297)
	研究開発集約度	3.433 (5.981)	-2.873 (4.760)	7.762 (8.199)	10.429* (5.900)
	売上高	0.065 (0.137)	-0.203* (0.114)	0.015 (0.143)	-0.288* (0.153)
Constant		-6.260*** (1.778)	-22.531 (0.000)	-4.698** (1.997)	-24.282 (0.000)
Observations		3336		1191	
Pseudo R-Squared		0.2636		0.3071	
Log Likelihood		-315.35		-220.52	

Standard errors in parentheses

* significant at 10%; ** significant at 5%; *** significant at 1%

Technology dummies and application year dummies are included, but not reported.

表9 スピルオーバーの決定要因(プロジェクト特性及び企業特性)

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		Probit	OLS	Probit	OLS	OLS
		Paper Pub	ln(ForwdCite)	Serendipity	ln(SizePatent)	ln(Value_d)
研究の範囲	基礎研究のみ	0.336** (0.134)	0.114* (0.067)	0.205 (0.178)	0.008 (0.073)	-0.039 (0.068)
	基礎と応用	0.435*** (0.092)	0.055 (0.050)	0.256* (0.137)	0.247*** (0.070)	0.175*** (0.065)
	応用研究のみ	0.340*** (0.093)	0.042 (0.034)	0.186* (0.110)	0.068 (0.064)	-0.008 (0.045)
発明者の協力	産学連携	0.701*** (0.133)	0.097 (0.063)	0.325* (0.173)	0.100 (0.080)	0.275*** (0.075)
	垂直連携	0.202*** (0.073)	0.035 (0.029)	-0.338** (0.159)	0.101** (0.042)	0.090** (0.044)
	水平連携	-0.412* (0.250)	-0.265*** (0.090)		0.169 (0.161)	-0.043 (0.153)
研究の動機	ニーズ志向	0.067 (0.097)	0.087* (0.048)	0.180 (0.133)	0.049 (0.060)	0.186*** (0.062)
	シーズ志向	0.213** (0.086)	0.053 (0.048)	0.352*** (0.122)	0.126** (0.060)	0.135** (0.054)
	シーズ探索	-0.050 (0.114)	0.091* (0.050)	0.202 (0.135)	0.159** (0.070)	0.112* (0.065)
事業上の目的	新規事業の立上げ	0.016 (0.084)	0.023 (0.032)	-0.013 (0.116)	0.225*** (0.050)	-0.024 (0.039)
	技術基盤の強化	-0.009 (0.113)	-0.049 (0.049)	0.285* (0.158)	0.037 (0.086)	0.009 (0.072)
技術革新の類型	生産技術改良	-0.382** (0.158)	-0.064 (0.052)	-0.566** (0.228)	-0.144 (0.100)	-0.202*** (0.068)
	新製品	-0.048 (0.102)	0.078* (0.045)	-0.297** (0.148)	0.009 (0.078)	-0.042 (0.054)
	製品改良	-0.164 (0.127)	-0.031 (0.048)	-0.495** (0.198)	-0.113 (0.075)	-0.227*** (0.062)
	その他	0.653*** (0.215)	-0.016 (0.096)	-0.238 (0.366)	-0.113 (0.202)	0.212 (0.168)
プロジェクト規模	Man-Month	0.126*** (0.025)	0.007 (0.009)	-0.014 (0.041)	0.220*** (0.016)	0.069*** (0.012)
資金制約	研究の縮小・遅れ	0.055 (0.091)	-0.090** (0.041)	0.037 (0.150)	0.104** (0.052)	-0.043 (0.056)
	事業化の制約	0.110 (0.073)	-0.054* (0.028)	-0.060 (0.103)	0.150*** (0.045)	-0.125*** (0.037)
発明者属性	Ph.Dの有無	0.557*** (0.090)	0.025 (0.054)	-0.037 (0.155)	0.174** (0.079)	0.131** (0.054)
出願人属性	負債比率	0.058 (0.185)	-0.052 (0.077)	0.311 (0.214)	-0.055 (0.108)	0.067 (0.088)
	研究開発集約度	2.113*** (0.810)	0.331 (0.329)	0.158 (1.183)	-0.050 (0.468)	0.916** (0.463)
	売上高	0.089*** (0.023)	0.007 (0.009)	0.053* (0.030)	0.074*** (0.013)	-0.004 (0.011)
Constant		-2.783*** (0.499)	-0.007 (0.189)	-6.937 (0.000)	-0.370 (0.374)	0.250 (0.370)
Observations		3307	3336	3097	3270	2406
R-Squared (Pseudo)		0.18	0.08	0.10	0.19	0.10
Log Likelihood		-1109.96		-398.88		

Standard errors in parentheses

* significant at 10%; ** significant at 5%; *** significant at 1%

Technology dummies and application year dummies are included, but not reported.

図1 政府による研究開発支援への決定条件とスピルオーバーの発生条件との関係

