

「科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム」
「未来産業創造にむかうイノベーション戦略の研究」
研究開発プロジェクト成果報告書
(研究開発期間 平成 23 年 11 月～平成 26 年 10 月)

研究代表者： 山口 栄一（京都大学大学院 総合生存学館）

1. 設定した課題と目標

21 世紀に入って、日本の産業競争力の低下が加速度を増している。特に科学に基づくイノベーションを必要とする産業が競争力を失い、たとえば日本の医薬品産業の貿易赤字額は 2004 年を契機に急増して 2013 年に 1 兆 7,786 億円に達した。本研究開発プロジェクトは、日本の産業社会のさまざまな課題、なかでもこの、科学を基にしたイノベーションに遅れを生じさせた構造を解明し、その改善に向けた処方提示をすることを目標とするものである。日本社会におけるこの課題解決の遅れの主要因は、イノベーション型産業の担い手が自前主義の「大企業」からオープンな「イノベーターのネットワーク」に変容したにもかかわらず、その把握を怠ってきたことにあると考える。

その主たる制度要因が米国版 SBIR (Small Business Innovation Research) 制度¹を模倣して始まった日本版 SBIR 制度 (1999 年 2 月から施行された中小企業技術革新制度) 設計の思想に集約されているという仮説に基づき、SBIR 制度の日米比較に焦点をしばって、その原点と歴史およびその思想の差異をエビデンスベースで調べ、日本版 SBIR 制度の根源的問題点を分析するとともに、新しいイノベーション政策の制度設計の思想を提言することを第 1 の目標とする。

さらに、日本社会において生起したイノベーションを対象とする「日本知図」を開発する。創出すべき新産業の狙いを構造的に定め、その基盤となる科学とイノベーションを実際に探索してその連結構造を可視化するツールはない。そこで、科学、技術、人間、機関などの有機的な連結を可視化し、解析・評価するためのツール「日本知図」を、ユーザーの意見を取り込みながら開発する。さらに関係協力機関において、イノベーション創発ツールとして公開すること、また学問分野の相互関連性を表現する数学的ツール「分野知図」を開発することを、第 2 の目標とする。

そして、SBIR 研究を通じて、とりわけ医薬品産業において日本のイノベーション・産業システムが抱えている制度的問題を明らかにした上で、その成果をもとに、未来産業を創出するためのより具体的な政策を、サイエンス・リンケージとイノベーション・エコシステムの両観点から提言することを、第 3 の目標とする。

2. プロジェクトの成果

- 1) SBIR 制度の日米比較分析とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム提言
- 2) 「知」の検索システム「日本知図」の開発と一般への公開
- 3) サイエンス・リンケージの分析およびインタビュー調査に基づく政策提言

¹ 1982 年に米国で始まった制度。米国連邦政府の外部委託研究予算の一定割合 (2015 年度現在 2.9%) をスモール・ビジネスのために「賞金」(Award) として拠出することを義務づける。科学行政官は未来産業創造に向かうべき課題 (トピック) を具体的に提示し、「賞金」の授与者を 3 フェーズの選抜方式で決定する。科学者がベンチャー企業を創りフェーズ I に選ばされると、最大 15 万ドルの「賞金」が約 6 か月から 1 年の期間で出される。その後フェーズ II に選ばれると、最大 150 万ドルの「賞金」が約 2 年の期間で出される。最後のフェーズ III は、新製品を省庁が政府調達して強制的に市場を創出するか、民間のベンチャー・キャピタルを紹介する。かくて米国では毎年 2000 人の若き科学者が起業家になり、過去 30 年間で 4 万 6000 社を超える技術ベンチャーが生まれた。

3. 各成果の概要

1) SBIR 制度の日米比較分析とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム提言

- 誰に与えた（与えうる）成果であるか

第1に、日本版 SBIR 制度の運営者および立案者に、なぜどのように当該制度が成功しなかったかを理解していただくための成果である。第2に、日本の大学院行政、科学技術イノベーション行政にかかわってきた行政官に、新しいイノベーション政策のあり方を指南するための成果である。可及的速やかになるべく多くの市民および科学者、技術者、イノベーターに本成果を知っていただき、日本のイノベーション政策の隊列を根本的に組み直してほしい。そのための成果である。

- 成果の具体的内容（どのような効果を与えたか（与えうるか））

現在でも施行されている日本版 SBIR 制度に本質的な問題があることを、(1) SBIR 制度のパフォーマンスの計量経済学的分析、(2) SBIR 被採択企業の代表者の出自調査、(3) SBIR 制度のバイオ産業への影響力、の3つの観点からエビデンスベースで証明した。

(1) については、米国の SBIR に採択された企業と採択されなかった企業との売上高の成長比較を 1999 年に Josh Lerner が行ない、SBIR に採択された企業のほうが高い売上高の成長を呈していることを既に明らかにしているため、同じ解析を日本に対して行なった。その結果、検証した期間において日本の SBIR に採択された企業と採択されなかった企業ともに売上高の成長率はマイナスであり、成長率の落ち込み度合いは SBIR に採択された企業の方が採択されなかった企業より大きいことを、定量的に明らかにした。これにより、科学とイノベーションの間の「死の谷」を超えるための資金として、米国版 SBIR 制度が大変有効であった一方、日本版 SBIR 制度は、その目的が達せられていないことを、エビデンスベースで明らかにした。

(2) については、日本では 1999 年 SBIR 制度施行以来、SBIR 被採択企業代表者の 7.7%しか博士を取得しておらず、大学で生まれた最先進の科学をイノベーションに転換する戦略的意識がなかったことが分かった。一方、米国では SBIR 被採択企業代表者の 74%が博士を取得していて、博士の学問分野は、第 1 位＝化学（11.2%）、第 2 位＝物理学（10.5%）、さらに生命科学と生物学の和は 12.4%で、この 2 つを 1 つの分野とみなせば、最大となることが分かった。これにより、米国は、SBIR 制度を通じて大学で生まれた最先進の知識を体系的にイノベーションに転換してきたことが分かった。さらに米国連邦政府は、戦略的に「コア科学」が将来のイノベーションにとって最も重要だと考えていたことも分かった。

(3) については、特に米国の医薬品産業について過去 30 年間に米国版 SBIR で拠出された「賞金」の累積総額と SBIR 被採択企業がもたらした付加価値の累積総額との比を求めると、1 : 45 であることが分かった。すなわち国税が 45 倍の増倍率で還元されたということである。一方、日本版 SBIR については、その増倍率は限りなく 0 に近かった。実際、日本版 SBIR 被採択企業の累積売上高は、1999 年の日本版 SBIR 運用開始以降 1 億 700 万ドルであり、日本版 SBIR 被採択企業のうち過去に売上を計上した企業は、4 社しか存在しない。

以上のエビデンスから、米国は 1990 年代に「大企業中央研究所方式」とも言うべきイノベーション・モデルから脱却した後、「コア科学」で学位を取った若き無名の科学者を戦略的に技術起業家にして、彼らの中に体化した「知」を「価値」に変えるというナショナル・イノベーション・エコシステムを構築してきたと結論付けられる。そのオープンな「イノベーターのネットワーク」は、かつての大企業中央研究所の機能そのものであって、「アメリカ合衆国中央研究所」と呼ぶことができる。

一方、日本は米国を真似た大企業中央研究所モデルから脱却した後、イノベーションの不確実さを担保するシステム、すなわち「日本国中央研究所」の機能をついに持ちえなかった。その問題の根源は、第 1 に、国における科学とイノベーションの源に関する深い考察の欠如である。第 2 は、かつて大企業中央研究所機能の司令塔となっていた「目利き」の不在である。よって、粒度の細かい課題（トピック）を提示することを通じて、将来の産業の方向性を精密に戦略化できるプロフェ

ショナルな科学行政官制度を可及的速やかに創らねばならない。その上で、日本において米国版 SBIR 制度を実施しなければならない。以上のように、「日本国中央研究所」機能の構想実現に向けて、日本のナショナル・イノベーション・エコシステムは、その隊列を根本から組み直すことの必要性を論証した。

- **成果の今後の展開、課題（中長期的な観点での効果・効用、今後の活用の可能性など）**

今後、本研究をさらに深めて、如何にすればサイエンス型イノベーションの不確実性を担保する「日本国中央研究所」機能を創ることができるかという政策を精緻にするとともに、今まで調査してこなかったヨーロッパ諸国および台湾について、同様の研究を展開していく。また、イノベーション行政に対して、本研究成果をもって意見を述べていく。

- **第三者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など**

研究技術計画学会の学会発表要綱集及び学会論文が入手可能である。さらに 2015 年 3 月に書籍『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』を東大出版会より出版している。

2) 「知」の検索システム「日本知図」の開発と一般への公開

「日本知図」とは、日本地図上に、複数のカテゴリーやキーワードを含む特許の発明人もしくは出願人の居所をプロットし、さらに共同発明人や共同出願人のネットワーク構造を地図上で可視化するとともに、コンカレントに企業情報や関連する論文情報を引き出すことのできるシステムである。創出すべき新産業の狙いを定めれば、その基盤となる科学とイノベーション、さらにそれを生んだ人間や機関を統合的に探索して、その連結構造を容易に可視化できるように設計されている。

- **誰に与えた（与えうる）成果であるか**

第 1 に、「日本知図」を使って知的クラスターを解析することによって得られた提言は、産学連携・地域科学技術振興政策の担当者に、既存の政策を再考するための示唆を与えうるものだと考えられる。第 2 に、「日本知図」を使って特許の分野融合における時間変化を解析することによって得られたエビデンスは、第 5 期科学技術基本計画などを策定する科学技術政策担当者に示唆を与えるものだと考えられる。分野融合における時間変化のエビデンスとは、たとえば知的クラスター拠点において実際には、クラスター内の融合よりもクラスターを超えた連結のほうが発展性をもつことや、次世代半導体において、日本のどこにそのシーズが存在して、それがどのようなダイナミクスで波及していったか、などを実際に観測した。

- **成果の具体的内容（どのような効果を与えたか（与えうるか））**

「日本知図」を使って知的クラスターを解析した結果、特許の共同出願は決してクラスター内にはとどまらず、日本全国に及んでいることと、ポーターの産業クラスターを移動時間で定義しなおした結果、日本を一つのクラスターとしてみなすべきであるという結論に至った。また、「日本知図」を使って特許の分野融合を解析した結果、融合が最も加速しているのが、環境と情報通信の融合であり、最も減速しているのが、ライフサイエンスと情報通信の融合であった。そのため、第 4 期科学技術基本計画におけるグリーンイノベーションには進展が期待できるが、ライフイノベーションには若干の不安を覚えることを指摘した。この点は、第 4 期科学技術基本計画の終了時に検証し、第 5 期科学技術基本計画の策定に生かすことができる。

- **成果の今後の展開、課題（中長期的な観点での効果・効用、今後の活用の可能性など）**

日本を一つのクラスターとして考える施策が必要だという観点から、推進すべきクラスターを見つけ出すためには、新産業の創造につながる有望なシーズを見つけることが必要であるが、そのようなことが実際に医薬品産業で予測できることも明らかにした。したがって、この研究を医薬品産業以外の分野にも拡張し、さらに「日本知図」を「世界知図」に拡張して、その機能の一部として組み込むことによって、世界の科学技術政策の分析ならびに日本の科学技術政策の策定に資することが期待できる。

- **第三者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など**

日本知図：現在は以下の WEB サイト：

<http://stemcell.ifuture.jp/NLPGDMPJNEAHCOQUMLSWOPPREHLKUIIDM/map11.html>

で公開しているが、今後は http://knowledge_map.ifuture.jp/japan/map10_3.html で公開する予定である。本プロジェクトの社会実装の一環として、無料で公開。特許検索と日本地図とを融合した唯一無二のシステムである。

3) サイエンス・リンケージの分析およびインタビュー調査に基づく政策提言

・ 誰に与えた（与えうる）成果であるか

科学技術予算を持つ省庁に対し、新たなグラント制度の創設を提言した。具体的な政策当局者への働きかけとしては、2014年10月の研究技術計画学会の学会発表の場で、聴衆であった総合科学技術会議議員、文部科学省、経済産業省等科学技術予算を持つ省庁の政策当局者にインプットを行った。

・ 成果の具体的内容（どのような効果を与えたか（与えうるか））

米国 SBIR 制度を対象とした分析やインタビュー調査に基づき、以下の条件を満たす新たなグラント制度の創設が求められることを提言した。

- 1) 科学技術の成果の商業化を目指した研究開発を対象とする
- 2) 企業あるいは個人を対象とするグラント制度であること
- 3) 申請者の自己負担がないこと
- 4) 研究開発成果は一定の期間ごとにレビューし、成功と見なされたもののみが次のステップに進める淘汰の仕組みを内包すること
- 5) 補助金の使途は限定しないこと（少なくとも研究者の人件費を支出できること）

・ 成果の今後の展開、課題（中長期的な観点での効果・効用、今後の活用の可能性など）

今後、政策提言の詳細について、東京大学出版会からの書籍の出版等を通じて、引き続き提言した政策の実装に向けてたゆまぬ努力を行なっていくこととしている。

・ 第三者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など

研究技術計画学会の学会発表要綱集及び学会論文が入手可能である。さらに上記のとおり、2015年3月に書籍『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』を東大出版会より出版する。

4. その他の観点からの成果

1) SBIR 制度の日米比較分析とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム提言

NIH の科学行政官に当方の研究成果を示して評価していただくことにより、大変良い共鳴の場を築くことができた。今後とも、意見交換をすることを約束するとともに、大学院生の受け入れを許していただいた。この人的ネットワークを創りえたことは重要な成果であり、今後とも維持発展させていく。さらに、SBIR 制度を生み出した思想的な源流を、1940年代の議会審議、および1960年代の全米科学財団に関する資料を基に、検討・分析した。

政策研究は、政策課題を見出しその政策の費用対効果や政策運営の適切な方法を研究する学問であることから、演繹と帰納等に基づく科学的研究をその手法としている。しかし、実際に政策が決定されるには、その国家の政治風土と集合意識とが複雑に絡み合っており、科学的な研究には限界がある。その場合、歴史的叙述を丹念にマイニングし、コンテキストとしての集合意識を紡ぎながら「なぜその政策がその時代に制定され実行されたのか」を追う必要がある。そのような手法、すなわち「歴史的叙述による政策研究」の手法を確立した。

2) 「知」の検索システム「日本知図」の開発と一般への公開

ソムリエ・ツールズという発想は、本プロジェクト独自のものである。今後、日本中に必要とされるイノベーション・ソムリエ育成大学院のカリキュラムの中で用いることを提案する。さらに完成度の高いソフトウェアとしての「日本知図」は、新規性が高くかつ世界で唯一無二の WEB システムである。今後、これをデファクト・スタンダードとするべく、努力を続ける。

3) サイエンス・リンケージの分析およびインタビュー調査に基づく政策提言

スタンフォード大学バイオデザイン・プログラムの調査を行なった。この調査により、イノベーションの創出には、(1)「作り屋(builder)」・(2)「調べ屋(researcher)」・(3)「診察屋(clinician)」・(4)「まとめ屋(organizer)」という四つの属性が必要であるということ、これらの“イノベーション・パーソナリティー”を備える人材を異業種から採択してチームを組ませることを通じて、異質性を積極的に取り込み、専門領域の垣根を超えた学内外でのアイディアの交流を提供していることが分かった。バイオデザインは、まさに学際性を重視したイノベーション教育の先進事例であると、本調査では結論づけることができた。これらの結果をまとめ、学会論文として発表した。

5. 発展の可能性

1) SBIR 制度の日米比較分析とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム提言

日本版 SBIR 制度の根本的な問題と思想の欠如をエビデンスベースで見出したことから、今後、本研究をさらに精密化させて、あるべき政策を求めるとともに、今まで調査してこなかったヨーロッパ諸国および台湾について、同様の研究を展開していくべきであることを痛感した。

さらに、本プロジェクトで方針を見出したイノベーション・ソムリエの教育カリキュラムについて、まずは京都大学大学院総合生存学館（思修館）で実践する。

2) 「知」の検索システム「日本知図」の開発と一般への公開

「日本知図」が、科学技術政策を考える際の真の社会インフラとなるためには、更に機能を追加する必要がある。特に、未来産業を予測する場合には、特許の文書解析が必要であるので、今後は、リアルタイムで文書解析が行える機能を開発する。また、すでに「米国知図」の開発に着手しているが、今後「欧州知図」、「世界知図」へと拡張していく。これら一連の研究開発を継続して行ない、得られた知見を最大限に用いれば、未来産業の創造や予測が今までよりも容易にできるようになる。

3) サイエンス・リンケージの分析およびインタビュー調査に基づく政策提言

「大企業中央研究所方式」というイノベーション・モデルから脱却した後も、イノベーションの達成に対する不確実性は、非線形に増大している。にもかかわらず、「アメリカ合衆国中央研究所」と呼ぶことのできるナショナル・イノベーション・エコシステムを、SBIR 制度によって構築することに成功した米国に対し、日本は今でも新しいイノベーション・モデルを見つけられずにいる。日本の国際競争力の急落の主因を本研究で発見した以上、可及的速やかに米国版 SBIR 制度の思想の本質を理解して、オープンなイノベーターのネットワーク統合体としての「日本国中央研究所」機能を構築する必要がある。そのために、(1) 米国版 SBIR 制度を可及的速やかに日本に導入すること、(2) 将来の産業への「目利き力」を有し、それに基づいて粒度の細かい課題（トピック）を構想できるプロフェッショナルな科学行政官制度の創設に向けた取り組みを継続していく。