

公開資料

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

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

研究開発プロジェクト

「未来産業創造にむかうイノベーション戦略の研究」

研究開発実施終了報告書

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 教授)

目次

1. 研究開発目標	3
2. 研究開発の実施内容	5
2-1. 実施項目	5
2-1-1 SBIR 制度分析	5
2-1-2 ソムリエ・ツールズ開発	6
2-1-3 政策提言	6
2-2. 実施内容	8
2-2-1 SBIR 制度分析	8
2-2-2 ソムリエ・ツールズ開発	10
2-2-3 政策提言	12
3. 研究開発成果	14
3-1. 成果の概要	14
3-1-1 SBIR 制度分析	14
3-1-2 ソムリエ・ツールズ開発	17
3-1-3 政策提言	18
3-2. 各成果の詳細	18
3-2-1 SBIR 制度分析	18
3-2-2 ソムリエ・ツールズ開発	28
3-2-3 政策提言	33
3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等	35
3-3-1 SBIR 制度分析	35
3-3-2 ソムリエ・ツールズ開発	35
3-3-3 政策提言	35
3-4. 成果の発展の可能性	37
3-4-1 SBIR 制度分析	37
3-4-2 ソムリエ・ツールズ開発	37
3-4-3 政策提言	38
4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動	39
4-1. 研究開発の一環として実施したワークショップ等	39
4-2. アウトリーチ活動	39
5. 論文、特許等	43
5-1. 論文発表	43
5-2. 学会発表	44
5-3. 特許出願	47
6. 研究開発実施体制	48
6-1. 体制	48
6-2. 研究開発実施者	49
6-3. 研究開発の協力者・関与者	50

7. その他.....	53
7-1. 米国版 SBIR インタビュー調査について	53

研究項目別目次

研究者	研究項目	2-1 実施 項目	2-2 実施 内容	3-1 成果 の概要	3-2 成果 の詳細	3-3 人材 育成貢献	3-4 発展 の可能性
SBIR 制度分析		5	8	14	18	35	37
山口,藤田	出自の日米比較	5	8	14	19		
ヤング 吉原	米国 SBIR の 源泉と歴史	5	9	14	21		
本田	日本イノベーション政策史	5	9	15	23		
井上,山口	パフォーマンス 日米比較	5	9	16	23		
山本,山口	バイオ産業の 日米比較	5	9	16	24		
全員	イノベーション・ソムリエ	5	10	16	26		
ソムリエ・ツールズ開発		6	10	17	28	35	37
相馬,内藤, 西田,藤田	日本知図	6	10	17	28		
藤田,川口, 山口	分野知図	6	11	17	31		
治部	指標による国際比較	6	12	17	32		
玉田, 玄場,ヤング 吉原	政策提言	6	12	18	33	35	38

1. 研究開発目標

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解決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方を提示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。こうした問題状況を踏まえ、第1に、日本社会において生じたイノベーションを対象として、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し、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。第2に、サイエンスとイノベーションをつなぐ目利きである「イノベーション・ソムリエ」(*1)の教育体系を研究し、人材育成に貢献する。第3にバイオ産業を例として、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・慣習的問題を明らかにし、これをもとに、未来産業を創出するための政策を提言する。

研究の進展にともなう、「日本の産業社会のさまざまな課題解決に遅れを生じさせた構造」の主たる制度要因が、日本のイノベーション政策の制度設計、とくに1998年度より始まった日本版SBIR (Small Business Innovation Research) 制度(*2)設計の思想に集約されているということが分かってきた。しかもこれが1982年より始まった米国版SBIR制度を模倣して作られたものであるため、日米比較が合理的意味を有する。そこで、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目標の一つとして加えることとした。

さらに、当初より計画していたツール「日本知図」が、上述の有機的な連結を可視化するツールとして極めて有効であることを確認できたので、さらに広範にユーザーの意見を取り込みながら初期計画以上の性能をもつべく改良し、イノベーション創発ツールとして公開することとした。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」を開発することとした。

そして、SBIR研究を通じて、とりわけバイオ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が明らかになったので、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とした。

*1 「イノベーション・ソムリエ」の定義

どのようなサイエンスが新産業の創造に結びつくのか、という点に関して目利きができる人物を「イノベーション・ソムリエ」と呼ぶ。イノベーション・ソムリエには、コンカレント(同時進行的)に分野を超えながら知の越境(*3)を容易に果たしうる能力も必要とされる。

*2 「日本版SBIR制度」の定義

1998年12月に施行された新事業創出促進法に盛り込まれ、1999年2月から施行された「中小企業技術革新制度」を、日本版SBIR制度と呼ぶ。当初は、5省庁(通商産業省、郵政省、科学技術庁、厚生省、農林水産省)がこの日本版SBIRに参加。その後2000年度に環境省が参加し、2005年度に国土交通省が参加して、現在では7省(経済産業省、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、環境省、国土交通省)が、日本版SBIR制度に参加している。

*3 「知の越境」の定義

課題解決型の研究において、解決すべき課題は、常に分野横断的な知見を必要とする。たとえばナノテク産業の競争力を研究するためには、先進的な量子力学の知見と産業分析の知見とを同時に必要とする。あるいは福島原発事故という課題の奥に潜んでいるものを明らかにするには、コーポレート・ガバナンスの知見と核物理学・高圧物理学の知見を同時に必要とする。このように、課題の本質を根本から理解するには、コンカレント(同時進行的)に分野を超えながら、その課題を解決する「グランド・デザイン構想力」が必須であって、このような実践を「知の越境」と呼ぶ。

2. 研究開発の実施内容

2-1. 実施項目

2-1-1 SBIR 制度分析

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スペースで調べ、日本版 SBIR 制度の根源的問題点を分析する。この分析に基づいて、科学行政官制度（*4）の革新とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラムを提言する。

(1) SBIR 被採択企業の代表者の出自調査:

米国版 SBIR と日本版 SBIR の思想の違いを定量的に明らかにするために、それぞれの「受賞者」の出自を調査する。すなわち SBIR に採択された企業の代表者の最終学歴を調べ、博士号取得者についてはその学問分野を調べる。(山口)

さらに、SBIR 被採択企業の代表者と各学問間の相互作用を求め、分野知図の中にその代表者の configuration（学問分野的特徴点）を表現する。(藤田)

(2) SBIR 制度設計の思想的源泉の探索:

米国版 SBIR 制度の歴史分析:

(1)(3)(4)を通じてエビデンススペースで証明されることは、「スモール・ビジネスこそがイノベーションを起こす」という仮説に対する米国連邦政府の「信頼」である。スモール・ビジネスを“イノベーションの担い手”として位置づけ、中小企業の研究活動を政策で支援することで、革新的なアイデアを創出する人材と企業のプールを拡張し、米国産業の競争力向上につなげようとした米国連邦政府の SBIR プログラムの画期的な発想がどこからきたのかを理解するために、SBIR 誕生の歴史的背景を検討し、思想の源泉を探索する。(ヤング吉原)

日本の科学技術イノベーション政策の歴史分析:

それと対照して、日本の科学技術イノベーション政策の歴史を探索し、科学に付帯する自由主義の思想を初期の科学技術政策の立案者たちがどのように解釈したのかを分析する。(本田)

(3) SBIR 制度のパフォーマンスの日米比較:

思想のちがいが明らかにされた米国版 SBIR と日本版 SBIR とが、最終的に社会にどのような効果をもたらしたか、について、計量経済学的分析を行なう。(井上, 山口)

(4) SBIR 制度のバイオ産業への影響力の日米比較:

バイオ産業、とりわけ医薬品産業に焦点をしばり、SBIR 制度がどのようなプロセスを経て、産業を創り出し、社会に富をもって還元したのかを調べる。(山本, 山口)

(5) 科学行政官制度の革新とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム:

以上の研究を総括することで、SBIR 制度を遂行する科学行政官の「目利き力」の違いが浮き彫りになる。日本のイノベーション政策の失敗が、科学行政官制度の欠落にあることを論じ、どのように制度革新を行なえばよいかを分析する。あわせて、「目利き力」を鍛えて、

イノベーション・ソムリエを育成する大学院教育のカリキュラムのあり方について研究する。
(山口, 相馬, 玉田, 山本, ヤング吉原, 玄場, 藤田, 井上, 本田, 治部, 内藤, 西田)

2-1-2 ソムリエ・ツールズ開発

本研究はイノベーション・ソムリエの育成をめざしているが、もし価値創造の「目利き」を育成することができたとしても、彼らが活動する際に必要な武器が用意されていなければ、彼らが社会的に活躍することがかなわなくなる。そこで、「ソムリエ・ツールズ」すなわち「日本知図」と「分野知図」を開発する。さらにこれらの有効性と独自性を測るために、イノベーション指標による国際比較を行なう。

(1) 「日本知図」:

「日本知図」とは、「知」と「産業」に関与するあらゆるものの結びつきを、空間・時間・分野などのあらゆる次元に射影して眺め、検索し、探索でき、イノベーション・ソムリエによる「知の誕生」から「既存産業の生産性向上」、「未来産業と雇用の創造」までを支援するためのツールである。WEB上で、だれもが容易に操作可能な「日本知図」を開発する。(相馬, 内藤, 西田)

(2) 「分野知図」:

「分野知図」とは、さまざまな学問間の距離を求め、それを2次元に写像して見出されたマップをいう。この分野知図を恣意性なく求めるために、新しい数学的方法論を見出し、イノベーションに関わっている人々の学問分野的特徴を表現する。(藤田)

それと同時に、学問分野間の相互作用を求め、「分野知図」の開発に資する。(川口)

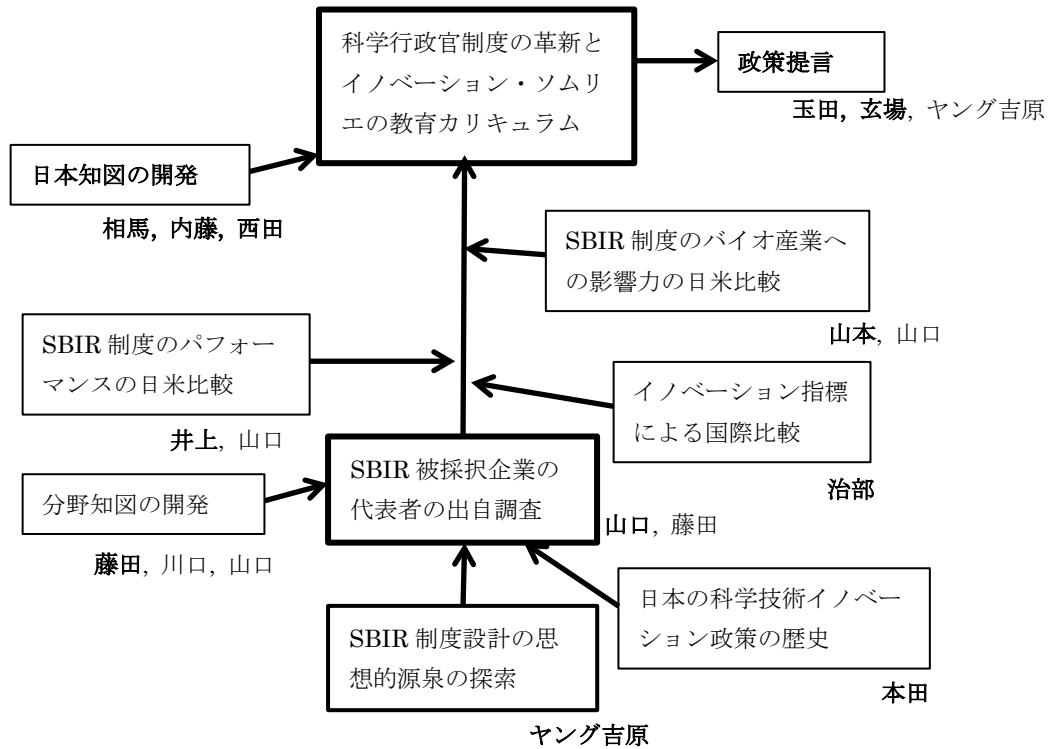
(3) 「イノベーション指標による国際比較」:

これらのソムリエ・ツールズの有効性を実証的に確認する。さらに、研究代表者(山口栄一)の提案するイノベーション・モデルに基づいてイノベーション指標による国際比較を行なう。(治部)

2-1-3 政策提言

「SBIR制度分析」に関するエビデンスベース分析で得られた結果をどのように政策として具現化するかを研究する。サイエンス・リンケージの分析、及びNIH(National Institutes of Health)のSBIR科学行政官(プログラム・ディレクターら)、スタンフォード大学バイオデザイン・プログラム及びシリコンバレー地域のSBIR被採択ベンチャー企業等の詳細なインタビュー調査によるエビデンスに基づいて、科学技術政策に関する政策提言を行なう。(玉田, 玄場, ヤング吉原)

山口,相馬,玉田,山本,ヤング吉原,玄場,藤田,
井上,本田,治部,内藤,西田,川口,田村



註) 太字は終始研究を率いた主幹研究者、細字はアイデアを出したり部分的に関与したりした研究者。

(* 4) 「科学行政官」の定義

米国や英国等にある国家公務員の身分制度で、原則として(1)自然科学の博士号を有し、(2)博士号を取得したのち研究経験を数年有すること、が資格要件であって、**Program Director** や **Program Manager, Program Specialist** などの職務に従事する。言うまでもなく、高級官僚として身分保障されたキャリアパスを上って行く。米国連邦政府の場合は、国防総省 (DoD; Department of Defence)、保健福祉省 (HHS; Department of Health and Human Services)、航空宇宙局 (NASA; National Aeronautics and Space Administration)、エネルギー省 (DoE; Department of Energy)、国立科学財団 (NSF; National Science Foundation) などの省庁で連邦政府の研究・開発予算を統括するとともに、SBIR 制度等を運営している。後述するように、本プロジェクトで 28 名の米国 SBIR 制度を運営する科学行政官 28 名に「あなたのアイデンティティは何か」と問うたところ、博士号を有する全員が (3)「私は科学者である」と答えた。

一方、日本では、戦前の技師制度に由来する技官制度があるものの、(1)博士号を有し、(2)博士号取得ののち研究経験を有し、かつ(3)科学者なるアイデンティティを有する技官は皆無であ

るから、技官は科学行政官ではない。また、JST や NEDO 等に、プログラム・ディレクターないしプログラム・マネージャーなる職務に従事する従業員が存在するものの、彼らは行政官ではないばかりか、(1)(2)(3)を満たさないで、科学行政官ではない。さらに、最近の「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP) や革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 等にもプログラム・ディレクター等が存在し、彼らは(1)(2)(3)を満たすものの、あくまで研究者であるから、科学行政官ではない。よって、日本には、科学行政官制度はなく、かつ科学行政官は存在しないと結論できる。

科学行政官の重要なポイントは、自然科学の博士号を有し、研究経験を有するものの、研究者であることから離れ、研究者と対峙する関係として国家プロジェクトのプロデュースをするという点である。SBIR 等において粒度の細かい研究テーマ (Topic) を立案し、そのテーマ設定の蓄積によって、研究者に新しいパラダイムを創造させることを促したり、研究者を転じイノベーターに仕立てて新産業を創造させることを促したりすることを通じて、国の科学・技術・イノベーション政策に資することが、科学行政官の使命である。

2-2. 実施内容

2-2-1 SBIR 制度分析

(1) SBIR 被採択企業の代表者の出自調査:

パラダイム破壊型イノベーションは、大学に存在する科学的知見から生まれる可能性もっとも高い。1980 年代においては半導体技術やハードウェア技術、1990 年代においてはソフトウェア技術やインターネット技術、さらにバイオテクノロジー、そして 2000 年代においてはそれらが複合した新パラダイムの技術と、すべて科学知から生まれている。したがって、ベンチャー起業家の専門分野を調べることから分析を始めた。

米国版 SBIR については、複数採択を 1 カウントとして数えると 1983 年から 2011 年の 29 年間に 4 万 6354 人の科学者が SBIR に採択され、4 万 6354 社の技術ベンチャー企業が生まれた。毎年平均して 1600 社が誕生したことになる。その事実上の代表者 (Principal investigator) の氏名と連絡先は、SBIR のホームページにすべて掲載されている。ただし、その出自データはここにはない。そこで、2011 年に採択された 1034 社の代表者の全員について、1 人 1 人その略歴を、WEB 上で探し出していった。すると、略歴を探し当てられなかった人は 1034 名中 389 名。略歴を WEB 上で見出すことができた 645 名中、大学学部卒が 12.09%、大学院修士修了が 14.26%。それ以外の 73.65%は博士号 (Ph.D.) 取得者だった。

さらに、日本版 SBIR (中小企業技術革新制度) の被採択者の出自を調べた。日本版 SBIR に採択された企業は、1998 年度より 2010 年度に至る 13 年間で 23,339 社存在する。ただ日本版 SBIR を所管する経済産業省・中小企業庁は、その代表者の氏名を一部しか公開していない。公開されている代表者名は、当庁が実施したアンケートに回答した会社のみであって、その数は 3,559 社と全体の約 15%である。

公開情報を用いるほかはないので、この 3,559 社について代表者の出自を、可能な限りのデータベースを用いて調査した。すると出自がつかない見いだせなかった 1,683 名を除く 1,876 名全員の最終学歴を見出すことができた。さらに大学院修了者については、その博士号取得の有無と学問分野を、博士論文書誌データベース・リポジトリで調べた。

この成果は、さまざまな学会で発表された他、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価

と未来産業の創造』(東大出版会, 2015年3月出版予定)の第1章”イノベーション政策の中核: SBIR 政策とは何か”として執筆された。(山口, 藤田)

(2) SBIR 制度設計の思想的源泉の探索:

米国版 SBIR 制度の歴史分析:

実施項目 2-1-1(2) を具体的に貫徹するために、本研究では、第二次大戦中および戦後の公聴会記録や報告書、新聞や回顧録、スピーチやインタビュー記録などの一次資料をひも解き、さらに米国の科学政策をめぐる先行研究(2次資料)を参考にしながら、SBIR の設置につながった発想に、思想的な出発点を供した1940年代の議会論争と、制度的な骨子を与えた1960年代の全米科学財団内の組織改革に焦点をあてて、SBIR プログラムの源流と歴史的経緯に関する考察と分析を行なった。さらに加えて、SBIR 制度の現状に関する理解を深め、最新の情報を得るために、中小企業庁(SBA)や健康保健省(HHS)を含むワシントンDCの政府機関、および西海岸シリコンバレーのSBIR 受賞企業を訪問し、関係者を対象に集中的な聞き取り調査を行なった。

同研究における発見は、2014年10月19日、研究技術計画学会の第29回年次総会の一般講演(2F09)で報告された他、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』(東大出版会, 2015年3月出版予定)の第2章“米国 SBIR 制度の源流と歴史”として執筆された。(ヤング吉原)

日本の科学技術イノベーション政策の歴史分析:

それと対照して行なった日本の科学技術イノベーション政策の歴史においては、科学に付帯する自由主義の思想を初期の科学技術政策の立案者たちがどのように解釈したのかを分析するために、詳細な文献研究を行なった。特に、昭和期の科学史的事件のうち、財団法人理化化学研究所と技術院の設立経緯を比較し、現代日本の科学技術政策を支える思想の2つの源流をとらえ、両者の間での基礎研究の位置づけと自由主義に対する態度の違いを比較検討した。

この考えは、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』(東大出版会, 2015年3月出版予定)の第3章”日本のサイエンス・イノベーション政策の思想史—理化化学研究所と技術院”の中でまとめられた。(本田)

(3) SBIR 制度のパフォーマンスの日米比較:

米国 Harvard Business School の Josh Lerner が行なった研究とその発見との比較可能性を確保するため、中小企業庁が提供する日本の SBIR 被採択企業と帝国データバンクによる企業データおよび特許データを接合した。その上で、主に回帰分析によって日米の SBIR 政策と効果の違いを明らかにした。

以上の結果は、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』(東大出版会, 2015年3月出版予定)の第4章“日本の SBIR 政策とその効果の日米比較”として執筆された。(井上, 山口)

(4) SBIR 制度のバイオ産業への影響力の日米比較:

本研究では、医薬品産業における過去30年間の日米比較、とりわけ SBIR 政策の成果と創薬ベンチャーの意義について詳細な分析を進めた。データベース EvaluatePharma と Web of

Science、そして米国版 SBIR、日本版 SBIR のそれぞれの公開データを緻密に名寄せし、まったく新しい真実を見出すことに成功した。

以上の結果は、『イノベーション政策の科学－SBIR の評価と未来産業の創造』（東大出版会、2015 年 3 月出版予定）の第 7 章 “医薬品産業－日本は何故凋落したか：イノベーション政策の最適解” として執筆された。（山本，山口）

(5) 科学行政官制度の革新とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム:

研究代表者（山口栄一）のイノベーション・モデルを精緻に解析することにより、新しいイノベーション・モデルは、「知の創造」と「知の越境」という、全く新しい 2 つの知的営みを基軸にすることから再出発するものとなることを論証した。とりわけ社会科学と科学とを縦横無尽に回遊できる人間の育成こそが鍵となることを、分野知図を精査することによって論証した。

この成果は、「4-2-4. 学会以外のシンポジウム等での招へい講演」で列举したさまざまな招待講演で発表された他、『イノベーション政策の科学－SBIR の評価と未来産業の創造』（東大出版会、2015 年 3 月出版予定）の第 15 章 “新しいイノベーション・モデル” として執筆された。（山口，相馬，玉田，山本，ヤング吉原，玄場，藤田，井上，本田，治部，内藤，西田）

2-2-2 ソムリエ・ツールズ開発

「ソムリエ・ツールズ」は、「日本知図」と「分野知図」の総称である。以下では、これら 2 つについて実施内容を説明する。

(1) 「日本知図」

1 年目（2011 年 11 月～2012 年 11 月）は、使用データの作成に関して以下を行なった。

① 特許データの作成

使用する特許データは公開公報の 2001 年から 2011 年（最新版）まで発行されたものである。しかし、特許データベースのままの利用では、速度的に問題を生ずることから、検索データによってカスタマイズしたインデックスを設定して再構築した。

② 地理データの作成

出願人・発明者の住所から緯度経度を求めるために、住所の表記ゆれを吸収することや、市町村合併・政令指定都市などの住所変更情報を吸収するデータを用意した。これと国土交通省の位置参照情報から街区データに接続した。

プログラムの作成に関して以下を行なった。

① サーバプログラムの作成

検索条件をコマンドとして受け取り、データベースおよび各種検索条件の取り出しによって、データを抽出し、JSON で送信するものとした。

② クライアントプログラムの作成

検索条件やデータアップロードなどをサーバに要求するものとし、特に地理情報の描画と J-Global などへの関連データのリンクを示すものとした。特に地理的位置と縮尺について集計値を表示すること（藤田）や発明者の住所情報は市区町村代表点に表示して個人情報保護をするなど、多くの工夫をおこなった。

この時点で、「日本知図」のプロトタイプが完成していたため、「日本知図」とその利用方法を一般に公開するために、日本ソフトウェア科学会「ネットワークが創発する知能研究会」

において「イノベーションの空間分布：日本知図の開発」というタイトルで発表した。この発表では、「日本知図」の使い方の紹介と、大阪北部（彩都）クラスターを「日本知図」で解析した結果について説明した。また、日本行動計量学会の特別セッション社会・経済物理学において「日本知図の開発：イノベーションの空間分布」というタイトルで招待講演を行なった。

2年目（2012年11月～2013年11月）は、使用データの作成に関して以下を行なった。

① 企業データ

2012年8月にファクティブ・カンパニー&エグゼクティブから抽出した日本企業のデータを対応する出願人に接続した。この際に、名寄せをすることに多くの労力を必要とした。

② 分類データ

IPC分類はそのまま利用可能であるが、重点8分野で整理された分類については加工しなければならない。これについて、DWPIのDialog形式で示される検索式をデータ化した（治部）。

プログラムの作成に関しては、引用関係・共同発明について、ネットワーク表現を個別に表示することとした。また、分類を2つ指定することができるようにし、そのAND関係・OR関係を抽出可能とした。学会発表としては、国際ワークショップ Financial Networks and Systemic Risk Analysis 2013 (FNet2013) において“Knowledge Map in Japan”というタイトルのポスター発表を行なった。また、経済産業研究所(RIETI) ポリシーディスカッションペーパーとして、「地理空間上におけるイノベーション検索システムの構築とその応用」というタイトルの論文を発表した。

3年目（2013年11月～2014年11月）は、使用データの作成に関しては、最終年次として最新データに内容を更新した。特許データ・住所変換データ・街区データ・分類データのすべてにわたって更新した。また、プログラムの作成に関しては、利用者から見た日本知図上の属性を異なる表示色とし、また、特許件数ランキングによるリストを表示し、かつその日本知図上の表示箇所を示し、関連情報の表示をするものとした。そして、総合的な見直しとして、更新データの作成にほとんどの労力を費やしたが、それにとまなうプログラムエラーや誤データの混入について、可能な限り改良をおこなった。

学会発表としては、研究・技術計画学会第29回年次大会において、「特許・企業情報のマイクロ・マクロツール「日本知図」の開発（1）」と「特許・企業情報のマイクロ・マクロツール「日本知図」の開発（2）」というタイトルの発表を行なった。そして、『イノベーション政策の科学—SBIRの評価と未来産業の創造』（東大出版会、2015年3月出版予定）では、第11章“「日本知図」の生成と分析”、第12章“日本のクラスター政策”を執筆した。

また、今後の「日本知図」は、各種の指標計算機能を装備する必要がある。そこで、新たな指標として、AMED 日本版 NIH 創設に向けた新しい指標を開発した。（相馬，内藤，西田，藤田）

(2) 「分野知図」

分野知図を作成する上で主要な問題となるのは、各分野の座標をいかにして得るか、ということであるが、相互に親子関係あるいは包含関係も成立しない、独自の的方法論と目的をもっている互いに相当程度独立した学問分野の配置を決定することは、必ずしも自明ではない。

一方、対象間の相互距離が得られていれば、これを反映したユークリッド空間上の配置を算出する手法が幾つか知られている。もしこれらの手法が適用可能であるとすれば、分野間

の相互距離を知ることができ、分野知図上の各分野の座標を取得できる。

また、近年は様々な検索サービスが WEB 上で手軽に利用可能であり、その検索ヒット件数は利用可能な情報のサイズの手軽な近似値としてしばしば用いられる。これらのサービスではキーワードを複数入力することで「and 検索」を実行できるのが普通であり、集合間の相互距離としてしばしば用いられる Jaccard index を計算可能である。

当プロジェクトの分野知図作成においては、空間上の座標の算出には古典的多次元尺度法を、また、各分野及びその共通部分のサイズの推定には Google scholar サービスの検索ヒット件数を用いて、分野知図の基礎となる各分野のユークリッド空間における座標を算出した。

この結果については、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』（東大出版会, 2015 年 3 月出版予定) の第 6 章“サイエンスの風景—「分野知図」の生成と分析”として執筆された。(藤田, 川口, 山口)

(3) イノベーション指標による国際比較

イノベーションシステムにおける知識の流れを可視化することに、これまで OECD は多大な貢献をしてきたといっても過言ではない。OECD ではイノベーションシステムの枠組みが提唱され、2010 年には「イノベーション戦略」が上梓された。そのなかで、「イノベーション政策の評価」は最優先課題の一つとして上げられている。さらにイノベーションの分析やその計測方法に対しても、OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 等を通して提示している。政策評価は、その政策が実現された結果どのような効果があったかを見極め、さらにフィードバックを通じ、政策実行の効率性を向上させるために、非常に重要な手段と考えられ、それらに資する分析手法や指標を開発することは喫緊の課題である。

OECD が 2013 年に発表した OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 から、インプット、アウトプット、さらに研究代表者が提唱するイノベーション・ダイヤモンドの知識の流れ(「演繹」「帰納」「創発」「回遊)」に関して、どのような指標を現状開発し、その指標を使用し、如何なる国際比較が行なわれているかを調査した。

さらに医薬品分野の研究開発に特化して、パイプラインという指標を中心に、論文、特許、ディール等のさまざまなデータをリンケージすることによって、基礎研究から最終製品である医薬品へとつながっていく知識の流れについての新しい指標を開発した。

この結果については、『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』（東大出版会, 2015 年 3 月出版予定) の第 5 章“イノベーション指標の開発と現状”として執筆された。(治部)

2-2-3 政策提言

科学研究の成果がイノベーションに与えている影響を定量的に計測する手法の 1 つとして、特許本文中に引用されている科学論文を調べる「サイエンス・リンケージ」という手法がある。本研究では、独自のデータベースを構築するとともに、機械学習アルゴリズムを用いた。1993 年以降に特許公報に掲載された日本特許の全数・全文解析により、特許本文中に引用されている論文を自動抽出し、それにより計測された特許の科学依拠度が、①分野ごとにどのような違いがあるのか、②イノベーションが科学に依拠する度合いは年とともに増えているのか減っているのか、などといった問いに対して調査を行なった。

この結果、サイエンス・リンケージが明らかに高い分野はバイオ分野であり、しかもバイオ分野における日本のイノベーション創出は欧米に比べて出遅れていることが指摘されている。ただし、バイオ分野のイノベーションは不確実性が高く、その不確実性を克服するため

の政策支援が不可欠である。そこで、本研究では、2012年11月から2013年6月、2014年4月から8月にかけて、スタンフォード大学医学部および工学部の研究者、米国のNIHのSBIRプログラム・ディレクター、米国シリコンバレー地域のSBIRに採択されたベンチャー企業等を対象に、インタビュー調査を行なうとともに、メールによる追加調査を含む詳細なフィールドワークを行なった。

これらのインタビュー調査を踏まえて、不確実性の高いイノベーションを創出するための科学技術政策、具体的には研究開発プログラムに対する補助制度及び産学連携の推進策について考察し、学会発表を行なった。また、『イノベーション政策の科学—SBIRの評価と未来産業の創造』東大出版会、2015年3月出版予定)の第13章“サイエンス・リンケージからみた日本のイノベーション政策の課題”と第14章“新しいイノベーション・モデルに向かうシステム改革”により提言を行なった。(玉田, 玄場, ヤング吉原)

3. 研究開発成果

3-1. 成果の概要

3-1-1 SBIR 制度分析

(1) SBIR 被採択企業の代表者の出自調査:

日本および米国それぞれの SBIR 制度 (Small Business Innovation Research Program、中小企業技術革新制度) の趣意の相違を明らかにするために、被採択者の出自を調べた。調査方法は、2-2 実施内容に記したとおりである。

求められた SBIR 被採択企業の代表者の出自を体系的に示す方法として、「分野知図」を活用することとした。その結果、以下のことが分かった。

- 1) 日本版 SBIR では 1998 年 SBIR 施行以来、代表者の 7.7% しか博士号を取得していない。それ以外は、全体の 20.6% が中学・高校・高専・短大卒。68.2% が大学学部卒。3.46% が修士修了である。
- 2) 日本版 SBIR 代表者で博士号取得者のうち、約半数が工学博士 (全体の 3.3%) で、最大の集団を占める。第 2、第 3 は農学博士 (1.4%)、医学博士 (1.3%) である。一方、米国でマジョリティを示すコア学問の博士号取得者は、化学 0.6%、物理学 0.5% にすぎない。また文系の博士号取得者は皆無である。
- 3) 米国版 SBIR 被採択者の有する博士号の学問分野は、第 1 位 = 化学 (11.2%)、第 2 位 = 物理学 (10.5%) である。また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。
- 4) 「コア学問」が最大の米国版 SBIR 被採択者の出自クラスターを形成する。第 2、第 3 は、「医学クラスター」、「工学クラスター」である。また、分野知図の第 1 象限、すなわち文系「コア学問」の博士号を取得した起業家が存在する。分野は心理学と哲学である。

以上の結果から、米国連邦政府で SBIR を運営する科学行政官は、純粋科学者が申請しやすいテーマを敢えて課題として設定している可能性が高いこと、大学に存する最先端の知を具現化して価値に転ずることをつよく企図している可能性が高いことが分かった。(山口、藤田)

(2) SBIR 制度設計の思想的源泉の探索:

米国版 SBIR 制度の歴史分析:

1970 年代後半の米国で、連邦政府によって SBIR というスタートアップ助成策が始まった。技術の種をもつベンチャー企業から提案公募型でアイデアを募集し、award をさしあげて研究開発を促す制度だが、支援方法に段階性を取り入れて巧みに競争原理を導入し、中小企業によるイノベーションの創出を促進しようとした画期的な試みであった。SBIR は、1982 年に成立した「中小企業技術開発法 (P.L.97-219)」によって正式に法制化され、これまで数回にわたる再認可を経て、30 年以上たった今なお中小企業の初期研究開発を支え、総額 2.2 億ドル(2012 年度) のプログラムへと成長している (米国中小企業庁 2014)。ベンチャー政策の対象を中小企業にまで広げることで、革新的なアイデアを創出する人材と企業

のプールを拡張し、米国の競争力向上に結びつけようとした米国の SBIR 制度は、これまで数多くの新しい技術を生んできたと高く評されている。

本研究は、戦後米国の科学技術政策をめぐるダイナミズムを「中小企業」と「イノベーション」という 2 つのキーワードを基軸にして歴史的に概観し、米国で SBIR 制度が生まれた経緯を大きな流れの中でとらえてみた。当時の公聴会記録や報告書、新聞や回顧録などをひも解き、米国の科学政策をめぐる諸処の研究を参考にしながら、戦後に醸成された政治的土壌が、その後全米科学財団 (NSF) 内に新タイプのイノベーション支援策を生んでいく経緯を考察した。その結果、SBIR 制度の起源となる発想が、はやくも 40 年代初頭に醸成され始めていたことがわかった。米国連邦議会の臨時国家経済委員会 (1942) では「独占企業はともすれば現状維持志向となり、既存のパラダイムを塗り替えるような革新的な技術や商品を発明するインセンティブがない」という指摘がなされ、大企業による独占は国家の潜在的なイノベーションを阻害しようというリベラルな議論が展開されている。また 1942 年に提出された「技術動員法案」(S.2721) には、中小企業や個人発明家の役割を取り入れて米国の技術資源を国益のために動員しようという項目が含まれ、すでに SBIR 制度の骨子を支える考え方が散見できる。また同法案は、自由競争における最大の利点とは「起業家たち (entrepreneurs) が試行錯誤を繰り返しながら新しい発想でビジネスをおこすダイナミズムをもたらす」ことだとも指摘している。のちに高度技術で米国の活力をささえるベンチャー企業の存在を連想させる指摘であると考えられ、中小企業が自由に大企業に挑戦できる環境を整備することの大切さが、早くも戦時中に議会で論議されていたことは興味深い発見であった。

本研究の結果、戦後の科学政策を担う全米科学財団の構想をめぐる対立したリベラル派のハーレイ・キルゴア議員とエリート派科学者ヴァネヴァー・ブッシュの主張を分析したところ、科学論争のキーマンの一部が「中小企業はイノベーションの担い手である」という考え方を共有していたことがわかった。科学研究がまだ大企業と一部のエリート大学に独占されていた時代に、ニューディールの流れをくんだ政治的リベラリズムが、政策立案者や科学者をまきこんで、「中小企業」と「イノベーション」の果たす役割に着目しはじめていたことが明らかにされた。さらに、戦後に科学技術政策の担当官庁として設置された全米科学財団では、1960 年代後半から 70 年代中盤にかけて組織変革期をむかえ、SBIR の先駆けとなる革新的なプログラムが試行されて、同制度の骨格が形成されていったことがわかった。(ヤング吉原)

日本の科学技術イノベーション政策の歴史分析：

イノベーション政策とは、人々がこの世に存在しなかった自然科学の知識や、それらを応用した新しい技術、あるいは既存の技術にこれまでなかった社会的価値を与える新発想などを生み出すように促す施策案のことをさす。科学者技術者の自由な発想をいかに引き出すのかという問題が、この政策の核心に横たわっている。他方で、科学者技術者の可能性を見きわめながら、彼らに研究予算を配分し、研究動向に一定の方向性を与えることも、この政策に関わる問題である。つまり、「自由と計画の両立問題」こそが、イノベーション政策の課題ということになる。

本研究の成果として、研究の自由の保証を科学技術マネジメントの中心にすえ、イノベーションの活性化に成功した事例を日本史の中から見出すことができた。これは即ち、財団法人理化学研究所 (理研) の事例である。本研究では、戦前の理研の発展に寄与した大河内正敏の「科学主義工業」という思想を分析し、その利点を抽出することができた。すなわち、イノベーションの活性化の条件は、研究の自由を保証し基礎研究を充実させることと、基礎研究の成果を工業に結びつける研究 (中間試験) を両立させることであった。その際、発明

者と中間試験の実施者を同一人物にしないということが肝要であるとされた。

大河内のような発想が、戦前の日本にあったことは特筆すべき事柄であり、彼の発想を何らかの形で現代の科学技術政策に活かすことは、イノベーションを活性化させる上で重要であるということが、本研究の中で指摘された。(本田)

(3) SBIR 制度のパフォーマンスの日米比較:

SBIR 制度のパフォーマンスについて、日本と米国のあいだでどのような違いが生じているかを分析することは、SBIR 制度が目的としているスタートアップ企業によるイノベーションを促すための政策の理解を助けうる。そこで、日本において SBIR 制度が導入された当時の背景と、その後の変遷について整理した。

さらに、大規模データを用いて定量的な評価を行なった。ここでは Josh Lerner による米国の SBIR 制度に関する先行研究に基づき、日本 SBIR 制度の検証を行なった。(井上, 山口)

(4) SBIR 制度のバイオ産業への影響力の日米比較:

医薬品産業における SBIR 制度の日米比較を行なった結果、過去 30 年の間に米国 SBIR がもたらした当該産業へのインパクトは、売上高で 3,170 億ドル、M&A 取引金額で 1,229 億ドルにも及ぶことが明らかとなった。不確実性の伴う医薬品産業においては、大企業というよりも寧ろ科学者やサイエンス型ベンチャー企業が産業振興のトリガーとして果たす役割が大きくなっている。

米国医薬品産業において SBIR がもたらした経済効果や SBIR による創薬ベンチャー育成の成功確率といった政策的評価について、エビデンスベースで論証し、画期的な成果をもたらした。(山本, 山口)

(5) 科学行政官制度の革新とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム:

科学(知の創造)に基づくイノベーション(価値の創造)の潜在プロセスをイノベーション・ダイアグラムで表現し、その未来へのパースペクティブを構想できる「目利き」能力を有する人間を、イノベーション・ソムリエと再定義する。すなわちイノベーション・ソムリエとは、イノベーションの全体構造を把握して、「創発」と「回遊」のシナリオを構築できる人間のことである。

この新しいイノベーション理論に基づいて、イノベーション・ソムリエ育成をし「目利き力」を育てるまったく新しい大学院は、次のようなカリキュラム設計思想に基づくべきであることを創発した。

- 1) 10 のコア学問をできる限り広範に修めること。それぞれの個別学問のテクニックは理解しなくても、根本を理解して共通言語を話せるまでになることは十分に可能である。
- 2) 合宿型大学院として科学者と社会学者・人文学者が同じ「共鳴場」に存在すること。そして学生とその卒業生は、10 のコア学問を互いに補完し合えるカレッジメイトとなること。
- 3) 人間の生存に関わるさまざまな社会課題に立ち向かい、3 次元のイノベーション・ダイアグラムを用いてイノベーション・プロセスを俯瞰しながら博士号を取得し、「創発」を自らのものにする。
- 4) 研究テーマである「新しい超域的学問」は、ある特定の学問分野をさすべきではなく、コア学問の円環を常に公転し続けるようなダイナミックなトランス・サイエンスとして位置付けること。(山口, 相馬, 玉田, 山本, ヤング吉原, 玄場, 藤田, 井上, 本田, 治部, 内藤, 西田)

3-1-2 ソムリエ・ツールズ開発

(1) 「日本知図」

誰もが「知」の分布について検索できるシステムとして、「日本知図」を構築して公開し、現在は、「米国知図」の開発に取り組んでいる。「日本知図」においては、その利用方法を紹介する一環として知的クラスターを分析し、特許の共同出願（共同研究）という立場に立てば、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結論を得た。そして、このような観点から、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を AMED 日本版 NIH 創設に向けた新しい指標を開発することによって明らかにした。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「世界知図」の機能の一部として組み込むことによって、科学技術政策の策定に資することが期待できる。（相馬，内藤，西田，藤田）

(2) 「分野知図」

知識や学問の全体構造を把握することは、常に重要である。学問や知識に限らないが、対象となる領域全体的見通しを持たないままに、最適な行動を偶然によらずとることは不可能だからである。まして、そのような認識が視覚情報として得られるのであれば、その有用性はほぼ自明といえる。このように、自明な有用性をもった営みの例に漏れず、学問知識全般を構造化する試みには広範かつ長い歴史がある。

本研究においては、知識構造の可視化の歴史を振り返ることでその要件を整理し、その上でイノベーション理論という観点から、その基礎を与えるような知識構造の可視化を試みた。その結果、次のような特徴を有する「分野知図」を見出した。

- (1) 第1固有ベクトルと第2固有ベクトルで、寄与率は約80%となる。なお、第3固有ベクトルの寄与率は4%以下で無視することができる。
- (2) 第1固有ベクトルと第2固有ベクトルで張られる2次元平面を適当に回転すると、横軸は、意識（文系）－非意識（理系）、縦軸は、生物－無生物という意味付けができる。
- (3) 第1象限と第2象限はそれぞれ文系学問のみ、理系学問のみからなる。
- (4) 分野知図の中央付近には10個のコア学問（数学，物理学，情報学，化学，生命科学，心理学，哲学，経済学，法学，環境学）が配置され、その周りに5個のクラスター（工学クラスター、医学クラスター、人文・社会科学クラスター、経営学クラスター、地学クラスター）が配される。（藤田，川口，山口）

(3) イノベーション指標による国際比較

各製薬企業が有する研究開発パイプライン（研究開発段階にある医薬品候補物質のこと）に着目することで、各国の現状および将来における新薬創出力が把握できることを明らかにし、さらに、複数段階にわたる開発プロセスにおいてオープンイノベーションを円滑に進めるためには、中小企業・ベンチャーを中心とする「創薬のランドアバウト（円形交差点）」の存在が重要であることを、データデータベースから分析した。

また医薬品開発に対する米国政府、財団、および企業におけるファンディング動向の把握をデータデータベースで試み、商品化を目的としたファンディング制度やフェーズ制の導入、積極的な政府調達やベンチャーキャピタル（VC）への紹介等が必要なことを把握した。

さらに医薬品につながらなかった特許とし、医薬品につながった特許に対して、新しい指標であるサイテーション・ラグ、ジェネラリティー・インデックス、サブジェクト・インデックス、スコープを開発分析した。その結果、医薬品につながった特許は、自らカバーする技術領域は狭く、特定の技術に特化した特許であるのに対して、将来の発明に対しては広範囲の影響を与えていることがわかった。（治部）

3-1-3 政策提言

イノベーションの分野別サイエンス・リンケージ調査が示唆するのは、科学とイノベーションとのリンケージの強さがその分野によって大きく異なっているということである。分析の結果、特許中に引用された論文を指標とした科学と技術のリンケージの強さは、バイオテクノロジー分野が突出していた。また、バイオ以外の分野でも、ナノ構造物、ハイブリッド計算機、流体回路素子、走査プローブ、暗号、光コンピューティング、音声合成・認識などに関連する技術などが科学との強い連関を示した。社会からのニーズなど他の要素も勘案しつつ、政府はこうしたイノベーションとの結びつきの強い科学の分野に注力することを通じて、国民のゆとりと豊かさをもたらす経済成長を目指すべきである。特に産学連携を行なう場合には、こうした分野による科学との結びつきの強さの違いを十分に念頭に置いてやり方を変える必要があると考えられる。上記のようにサイエンス・リンケージの分析により、サイエンス・リンケージが高い技術分野において、科学研究成果への関連性を深めていることを実証した。そのため、科学研究の成果をイノベーションに結びつけるための政策支援が必要不可欠であることが分かった。

本研究では、米国の NIH および DOE の SBIR プログラム・ディレクター、米国シリコンバレー地域の SBIR を受けたことのあるベンチャー企業、スタンフォード大学の研究者等を対象に詳細なインタビュー調査を行ない、改めて米国の SBIR 資金が、研究開発型ベンチャー企業の設立・成長に大きな支援となっていることが確認された。特に、SBIR 等の公的研究費のみで企業運営を行なっている企業や、そもそも SBIR に採択されなければ起業できなかったベンチャー企業があることが分かった。また、ベンチャー・キャピタルからの資金調達も有用な選択肢の一つであるが、SBIRの方が研究の自由度が高まり、成果も厳しく問われない。また、ベンチャー・キャピタルからの投資は魅力的であるが、株式を譲渡する必要があり、研究及び経営の自由度が制限されることから、敬遠するベンチャーも少なくないことが分かった。これらの調査結果と日本の現行の補助金制度との比較を行ない、具体的な補助金制度に関して政策提言を行なった。（玉田，玄場，ヤング吉原）

3-2. 各成果の詳細

3-2-1 SBIR 制度分析

- ・ 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、当該制度の本質的問題点がどこにあったのかをエビデンスベースで指し示すための成果である。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あらゆる行政官に、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行政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、本研究をさらに精密化させて、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、本研究をもって意見を述べていく。
- 第3者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など
第5章で述べた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。さらに第4章4-2-1項で述べたように、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する。
- 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）
以下の通り

(1) SBIR 被採択企業の代表者の出自調査:

米国 SBIR 制度は、3つの特徴を有している。第1の特徴は、連邦政府の外部委託研究・開発予算の2.8%（2014年度現在）を SBIR 制度に拠出するように法律で義務付けられている点。この法律は時限立法だったが、1982年より現在に至るまで一貫して延長されている。

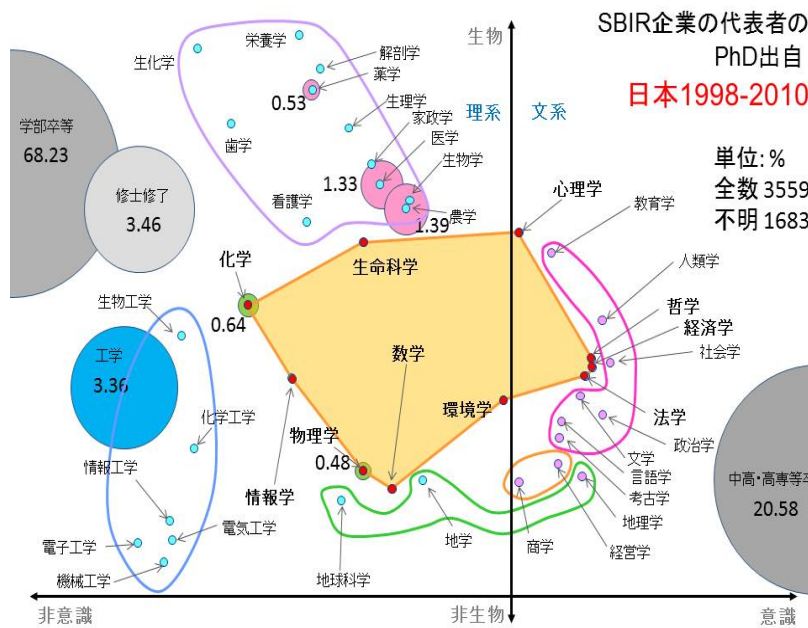
第2の特徴は、多段階選抜制度であるという点。防衛省（DOD）やエネルギー省（DOE）、厚生省（HHS）（この傘下に NIH がある）の科学行政官（プログラムディレクター等）は、フェーズ1と称して、半年間で800万円～1000万円を award にしながら、具体的な課題を提示する。応募できるのは、会社を起業した科学者たちで、採択されるとフィージビリティ・スタディを行なうほか、簡単な経営学の知識を伝授される。フェーズ2においては、8000万円から1億円を award にしながら、2年間の商業化開発に取り組む。1億円という額は、開発と商業化の間に横たわる「死の谷」を超えるのに程よい額である。このフェーズ2に成功すると、フェーズ3に進むことができる。フェーズ3では、award が出ない代わりに、DOD や DOE では、新製品を政府が強制調達して新技術の市場を創り、NIH（国立衛生研究所）では、ベンチャー・キャピタルを紹介する。

第3の特徴は、受賞回数の制限なく、すでに受賞した企業であっても、ふたたび何度でも応募できる、という点。実際2014年3月にシリコンバレーの SBIR 被採択企業の代表者を訪問して構造的インタビュー調査を行なった所、多くの企業が、複数回応募していた。そればかりでなく、フェーズ1のみを3回以上応募し、その award で企業活動を行なっているベンチャー企業もあり、多様な活用の仕方がなされていることが分かった。

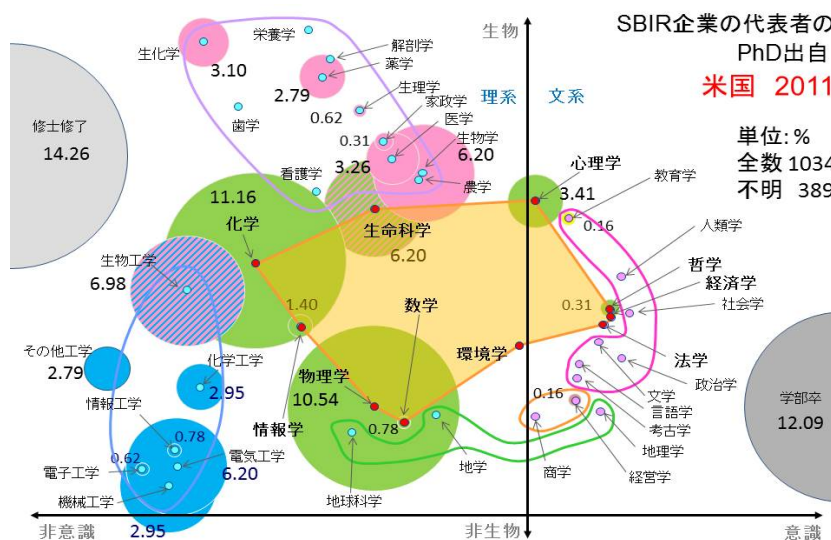
日本は、通商産業省（当時）が主導して米国版 SBIR を真似ながら1998年度より日本版 SBIR 制度（中小企業技術革新制度）を始めた。しかしながら、米国版 SBIR 制度の第1、第2の特徴を持たなかった。即ち国の研究・開発予算の一定額が中小企業に行くように義務付けられてはいず、かつ多段階選抜制度もない。さらに大学の知を用いて科学者がベンチャー企業を創業するようにするといった制度設計もなされていない。

SBIR 制度の日米比較において、その根本思想の相違を明確に見極めるために、SBIR に採択された企業の代表者の出自、とりわけ博士号の取得状況を調べてみた。

前ページの上図に、日本版 SBIR に採択された企業の代表者の出自を分野知図上にプロットした。ここでは1998年より2010年に至る13年間で日本版 SBIR に採択され、かつ代表者の情報が開示されている全企業3559社の代表取締役の最終学歴の学問分野を調べた（不明者1683名）。



日本 SBIR 被採択企業の代表者の出自



米国 SBIR 被採択企業の代表者の出自

この図から分かるように、日本では1998年SBIR政策施行以来、代表者の7.7%しか博士を取得していなかった。また博士のほとんどが工学博士であった。このことから、日本においては米国とまったく異なり、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意識がなかったと結論付けられる。

いっぽう米国はどうか。上記下図に、米国版SBIRに採択された企業の代表者の出自を、分野知図上にプロットした。ここでは2011年度にSBIR(フェーズ2)に採択された企業の代表者(Principal investigator)1034名について、その最終学歴の学問分野を調べた結果をプロットしてある(不明者389名)。分野知図上の円の位置は代表者の博士学位の学問分野、また円の大きさは、代表者の数である。この図から以下のことが分かった。

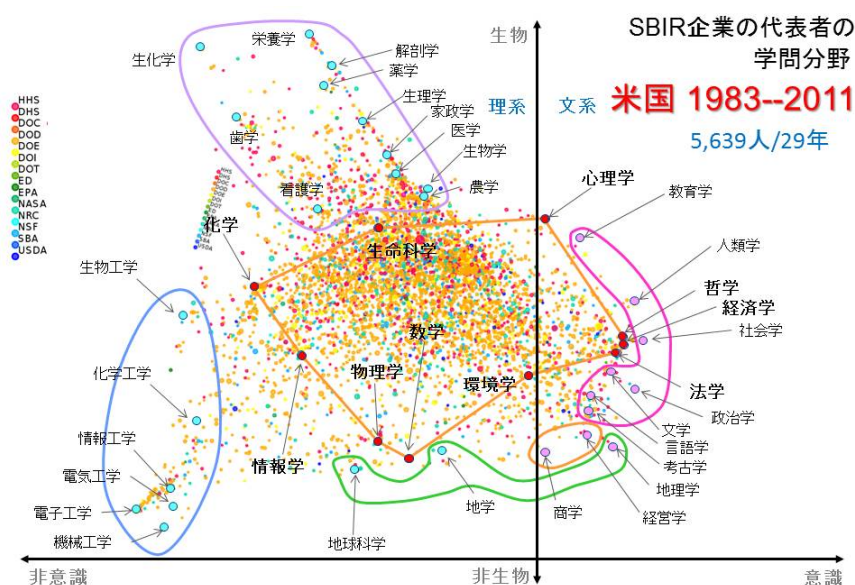
- 1) 74%が博士を取得している。
- 2) コア学問が最大のクラスターを形成する。第2、第3は、医学および工学クラスターである。
- 3) 博士の学問分野は、第1位＝化学（11.2%）、第2位＝物理学（10.5%）である。また生命科学と生物学の和は12.4%で、この2つを1つの分野とみなせば、最大となる。

すなわち米国は、SBIR政策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、戦略的にコア学問および医学クラスターを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。

米国版SBIRに採択された企業の代表者の出自について、さらに次のような分析をした。1983年から2011年まで米国版SBIR被採択企業は、103,910社存在する。ここで、複数採択を1カウントとして数えると、46,354社が存在することが分かる。この代表者46,354人の中から採択回数が多い順に5,639人を抽出すると、103,910社のうちカバー率が39.75%に達する。

この5,639人の各人について、39学問のそれぞれとの相互作用を求め、分野知図にプロットしていくのである。結果を、下図に示す。

この図から、SBIR被採択企業の代表者は、主として生命科学に軸足を置きながら、いずれかのコア学問に2本目、3本目の足を置いているということが理解できる。米国は、SBIR制度によって大学や最先端研究機関の知を活用して、その知を体化した若き科学者をイノベーターに仕立て、戦略的にバイオメディカル産業を育成してきたことが証明された。



米国 SBIR 被採択企業の代表者の隣接学問

すなわち、米国においては、大学院生等の無名研究者をイノベーターにするために、国家が多額のSBIR予算をつぎ込み、科学者起業家のネットワークによるイノベーション・エコシステムを戦略的に構築することに成功したことが分かった。一方日本は、科学者を起業家にする思想がなかったため、サイエンス型ベンチャー企業の体系的な育成の制度設計ができなかった。

日本版SBIR制度が科学知のイノベーションへの転換に資さなかったことが証明されたので、今後日本も、米国版SBIR制度を実行することにより、イノベーション・エコシステムを再構築すべきであることが示唆された。(山口、藤田)

(2) SBIR 制度設計の思想的源泉の探索:

米国版 SBIR 制度の歴史分析：

本調査では、戦時中の米国議会に登場した民主的発想が作り上げた政治的土壌に、プログラムの素案が種として蒔かれ、SBIR として萌芽する経緯を追うことで SBIR 制度前史の歴史叙述を試みた。スモール・ビジネスを革新的な技術の宝庫として明瞭に認識し、イノベーション支援とスモール・ビジネス支援を絡ませて一つの政策プログラムとして体現したのが SBIR である。SBIR は公共政策に市場原理をうまく取り込み、科学技術の促進を狙った画期的なプログラムであったといえる。

起源は、科学技術の振興を目的として戦後に設置された全米科学財団（National Science Foundation, NSF）で、1970 年代後半に Small Business Innovation Research (SBIR) というイノベーション促進制度が導入されたことにある。新しい型のイノベーション政策として SBIR は米国内外で注目を集めているが、これまでの研究は、プログラムの仕組みや運用方法などの制度的側面を取り上げたものや、政策効果に着目したものが主であった。そこで本研究では、SBIR 制度の前史に焦点を絞り、当事者を取り巻いていた時代の流れや制度的要因といったマクロな側面の考察を行なった。

2014 年 3 月、SBIR award を供する側と受ける側の両方の視点からプログラムの現状を考察するために、現地におけるデータ収集を行なった。まず、ワシントン DC において米国中小企業局 (SBA)、保健福祉省 (HHS) 参加の国立衛生研究所 (NIH)、エネルギー省 (DoE) の SBIR 管理官を対象にインタビューを行ない、同プログラムの管理運営制度、および管理官のモチベーション等に関して聞き取り調査を行なった。同時に、米国西海岸シリコンバレーで、SBIR を受賞した企業を訪問し、SBIR がどのように中小企業の研究開発を支援しているか具体的な聞き取り調査を行なった。

さらに、2014 年 3 月から 10 月にかけて、国立議会図書館（ワシントン DC）およびスタンフォード大学図書館（カリフォルニア州）において、分析に必要な各種資料の収集を行なった。具体的には、大戦前後の公聴会記録や報告書、新聞や回顧録、スピーチやインタビュー記録などの一次資料と、米国の科学政策をめぐる先行研究（二次資料）を調査・収集した。それらの文献資料を参考にしながら、SBIR の設置につながった発想に思想的な出発点を供した 1940 年代の議会論争と、制度的な骨子を与えた 1960 年代の全米科学財団 (NSF) 内の組織改革に焦点をあてつつ、同プログラムの源流と歴史的経緯を考察した。

その結果、1940 年代の米国議会で、戦後の科学研究を司る連邦組織の設計をめぐる対立していたリベラル派とエリート派の中核となる人物たちが、高度技術を有するベンチャー企業群が米国の科学技術の振興に果たす潜在性をめぐって、スモール・ビジネスがイノベーションの担い手であるという共通の見解を有していたことがわかった。また、組織改革期にあった全米科学財団で、1960 年代後半から 70 年代中盤にかけて、SBIR の先駆けとなる革新的なプログラムが試行され、制度の骨格が形成されていったことがわかった。

対象を規模の小さな無数の企業にまで広げることで、革新的なアイデアを創出する人材と企業のプールを拡張し、産業の競争力向上に結びつけようとした連邦政府の SBIR は、これまで数多くの新しい技術を生んできたと国内外で高く評されており、各国政府が同様のプログラムの導入を検討している。Wessner (2008) によれば、スウェーデン、ロシア、イギリス、オランダ、日本、韓国、台湾において SBIR が導入もしくは検討されている。また、上述の聞き取り調査では、上記の国以外にも、フィンランド、ラトビア、ドイツ、スペイン、フランス、トルコ、メキシコ、ブラジル、カナダ、リトアニアといった国が米国のモデルに関心を寄せており、当課で助言を行なっているということがわかった。

これらの国々がイノベーション政策の一環として SBIR を参考にしたプログラムを取り入れるにあたって、これまで米国がたどってきた歴史的経緯を考慮し、自国の経路依存性との絡みを鑑みつつ、効果的な制度導入の方法を省察することは非常に重要だと思われる。本研

究により、戦後の米国においてはリベラリズムとエリート主義が葛藤し、全米科学財団では RANN という学際プログラムが失敗した経緯を抱えていることが明らかとなったが、SBIR 制度の誕生前史は紆余曲折に満ちたものであった。政府の研究開発支援が大企業に集中していた戦前、そして大学の基礎研究が公的支援の大半を占めていた戦後の時代を経て、スモール・ビジネスによる研究開発を促進する SBIR が誕生するまでに、40 年近くの月日が費やされたわけである。このように SBIR 制度の前史をひも解く行為は、科学と社会との関わり方を概観する機会を供し、社会現象の体系的な省察を可能とし、各国がイノベーション政策のモデルを模索するにあたって、意義ある視点を与えるものである。

本研究の独自性・新規性は、SBIR の設置につながった発想を、1940 年代の議会論争にまで遡って考察し、同制度の源流と歴史的経緯を考察した点にある。また同制度に骨子を与えた 1960 年代の全米科学財団内の組織改革に焦点をあて、SBIR 制度の前史をひも解くことで、科学と社会との関わり方を概観する機会を供したと考えることができる。

さらに、本研究が用いた方法論も、イノベーション研究としては独自性を供していると思われる。社会科学の論述形態のひとつである歴史的叙述は、人間の営みである社会現象を対象にして、可能な限りデータで裏打ちしつつ、研究者の解釈を物語る手法である。研究者は様々な手法を用いてデータを収集し、分析し、紡いでいく。なぜそうなったのか、そこから何を学べるのか。過去の資料から歴史をひも解き、想像力を巧みにして時代の現場を浮かびあがらせる。現象が生まれた経緯や社会背景を浮き彫りにすることで、過去の経験に体系的な考察を加え、知見を広めることが可能となった。（ヤング吉原）

日本の科学技術イノベーション政策の歴史分析：

日本の科学技術政策の難点がどこにあるのか、その思想的な背景をさぐることを目標としながら研究を進め、科学技術政策の研究者あるいは政策立案者に対して、日本の科学技術政策が内包している思想的課題がどこにあるのかを指摘した。

具体的には「自由と計画の両立問題」こそが、科学技術政策の課題であるということが指摘された。このような指摘の意味は、技術院ひいては科学技術庁の設立思想の背景にあった「自由主義の排斥」という発想が、イノベーションを疎外している可能性があることを認識させた点にある。この指摘により、イノベーションを活性化させるには「自由主義をいかに擁護するか」という問題を中心に考えることが重要であると認識されるようになるであろう。

こうして、研究の自由の保証を科学技術マネジメントの中心にすえた成功例を日本史の事例の中から見出し、その特徴を思想的に分析することができた。取り上げた事例は、戦前の理化学研究所を支えた大河内正敏の思想である。彼が行なおうとしていた科学技術政策の在り方が、現在の日本のイノベーション政策にも活かせると考える。

この研究により、財団法人理化学研究所の設立思想に注目が集まるはずである。大河内正敏の「科学主義工業」という思想が、今後多くの研究者によって探求されることになり、その成果は財団法人理化学研究所の再評価につながるであろう。やがて、大河内の思想は今後の科学技術政策に活かされることになるはずである。（本田）

(3) SBIR 制度のパフォーマンスの日米比較：

SBIR 制度は米国で発案され、日本はそれを参考に実施してきた。これらの国の間でどのような違いが生じているかを分析することは、SBIR 制度が目的としているスタートアップ企業によるイノベーションを促すための政策の理解を助けうる。そこで、日本において SBIR 制度が導入された当時の背景と、その後の変遷について整理した。

次に、大規模データを用いて定量的な評価を行なった。1999 年に Josh Lerner は、米国の SBIR 採択企業は非採択企業に比べて、売上高の成長率が非常に高いことを明らかにしてい

る。

そこで、我々は、Lerner と同じ解析を日本に対して行なった結果、検証した期間において日本がデフレや不況にあったこともあり、日本の SBIR 採択企業と非採択企業ともに売上高の成長率はマイナスであった。さらに驚くべきことに、成長率の落ち込み度合いは SBIR 採択企業の方が非採択企業より大きいことを、エビデンスベースで明らかにすることができた。つまり、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、わが国の「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。

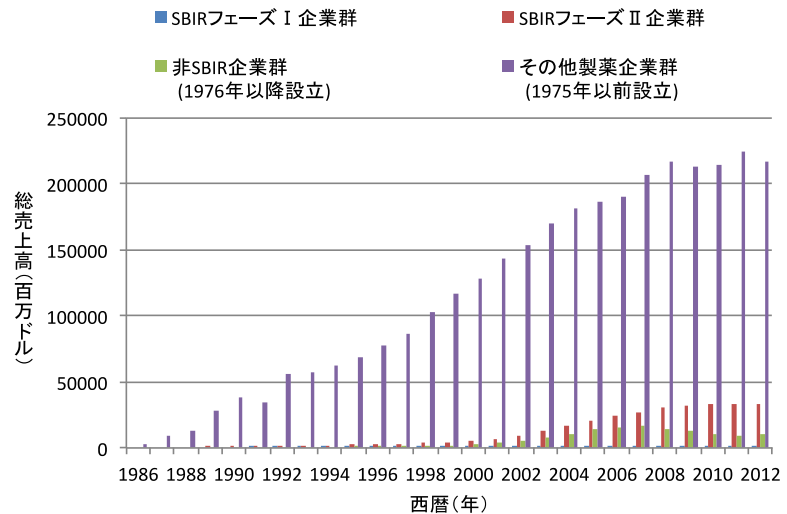
さらなる成果として次のようなことが得られた。

- 1) どちらの国においても SBIR に採択されるだけでは成長することはできず、アーリーステージ投資が不可欠である。
- 2) 日本においては、SBIR 企業はハイテク産業においてのみアーリーステージ融資と結びついて成功している。またアーリーステージ融資の規模が日本では小さいことから、オーバーオールには良い結果が得られていないと考えられる。米国では、国を代表するような企業が SBIR を受けているが、そのような成功例は日本にはない。
- 3) 研究開発の能力を精査する点においては日本の SBIR 制度は機能していると思われる。したがって、よい企業を掘り起こしたにも関わらず適切に育てる機会を逸している可能性がある。(井上, 山口)

(4) SBIR 制度のバイオ産業への影響力の日米比較:

米国で始まった SBIR という、壮大な社会実験が医薬品産業にもたらしたインパクトは、果たしてどのようなものであったのだろうか？

右図は、米国に本社機能を置く製薬ベンチャー群(1976年以降設立)と製薬企業群(1975年以前設立)について、それぞれの総売上高の年次推移を示したグラフである。ここでは、1976年以降に設立された製薬ベンチャー群のうち、SBIR のフェーズ I のみに

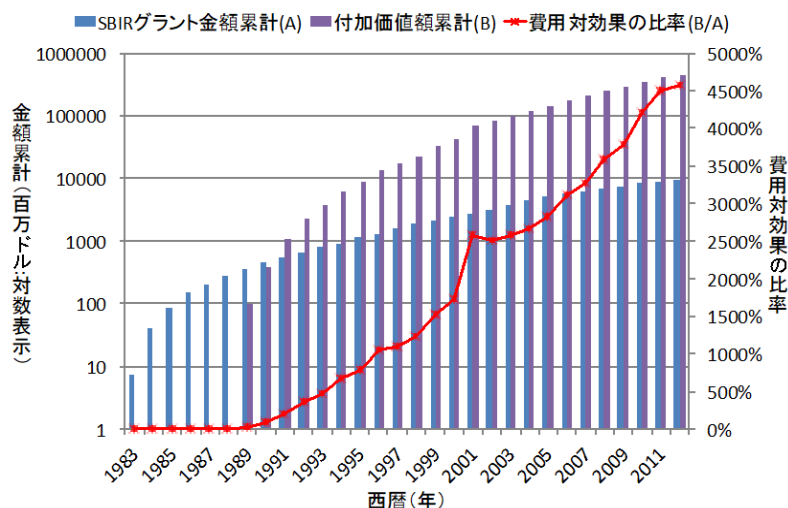


米国医薬品産業におけるSBIRの効果(総売上高)
(EvaluatePharmaおよびSBIR.govより作成)

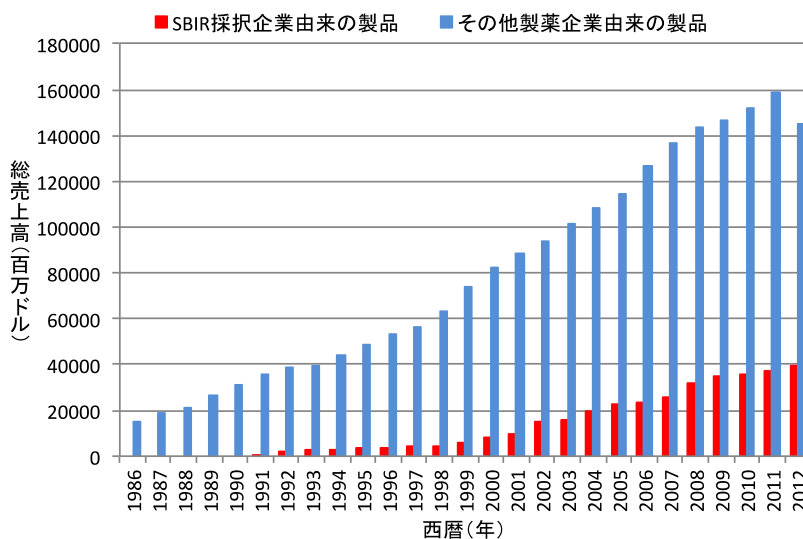
採択された企業群を青色(以下、SBIR フェーズ I 企業群)、フェーズ I/II に採択された企業群を赤色(以下、SBIR フェーズ I/II 企業群)、SBIR には採択されていない企業群を緑色(以下、非 SBIR 企業群)、そして、1975 年以前設立の製薬企業群を紫色の棒グラフで示している。このデータが示すように、1989 年から売上を計上し始めている製薬ベンチャー群のうち、その大半を SBIR フェーズ I/II 企業群が占めているのである。注目すべきは、過去 30 年に渡るその売上累計額は、実に 3,170 億ドルにも及ぶ点である。さらに、M&A 取引金額と取引件数の年次推移を調べたところ、SBIR フェーズ I/II 企業群の取引件数は合計で 139 件、取引総額は 1,229 億ドル(総取引金額の 17.2%) に上った。

それでは、分野横断的な SBIR グラントの中で、バイオ関連分野に果たしてどれくらいの予算がこれまで投じられてきたのだろうか？ 下記に、過去 30 年間で HHS から拠出された SBIR グラント総金額の累計を青色で示した。また、年間売上額と M&A 額の和を「付加価値額」と定義して、この「付加価値額」の累計を紫色で示した。これらのデータを基に、HHS における SBIR の費用対効果を調べた。すなわち「付加価値額」の累計を SBIR グラント総金額の累計で除した額を「SBIR の増倍率」と定義して赤い折れ線で示した（右目盛）。HHS から拠出された SBIR グラント総金額の累計（青色）を、「付加価値額」の累計（紫色）が上回った年を探ってみたところ、SBIR 運用開始後 9 年目となる 1991 年にいわゆる損益分岐点とも呼べるポイントが存在することが明らかとなった。SBIR の運用が開始されてからちょうど 30 年後にあたる 2012 年の時点では、HHS から拠出された SBIR グラント金額累計の実に 45 倍もの「SBIR の増倍率」を医薬品産業にもたらしているということが図から分かる。

さらに、製品毎の売上シェアという少し異なる観点から、米国 SBIR が医薬品の世界市場にもたらしたインパクトを調べた。下図は、世界市場における医薬品売上上位 50 製品の総売上高を示したグラフである。赤色の棒グラフは、当該製品が SBIR に採択された企業をオリジネーターとする製品を、青色の棒グラフはそれ以外の製薬企業由来の製品を示している。このデータからわかるように、SBIR に採択された企業をオリジネーターとする製品群の総売上高は、1991 年に初めて売上上位 50 位圏内に名乗りを上げて以来、急速にその存在感を増しつつある。特筆すべきは、SBIR の運用が開始されてからちょうど 30 年後にあたる 2012 年には、世界市場における売上上位 50 製品の総売上高のうち、実に 21.45% が SBIR に採択された企業をオリジネ



米国医薬品産業におけるSBIR(HHS拠出分)の費用対効果
(EvaluatePharmaおよびSBIR.govより作成)



世界市場における医薬品売上上位50製品の総売上高
(EvaluatePharmaより作成)

ーターとしているのである。

一方、我が国においても米国 SBIR に追随するかたちで、中小企業技術革新制度が日本版 SBIR として 1999 年に施行されているが、ここで米国 SBIR と日本版 SBIR における制度上、運用上の決定的な違いを明らかにしておこう。

米国 SBIR は 1982 年に時限立法として施行され、翌年より運用が開始されている。現在の参加省庁は、農務省、商務省、国防総省、教育省、エネルギー省、国土安全保障省、運輸省、保健福祉省、環境庁、航空宇宙局、全米科学財団の 11 省庁である。予算規模としては、年間外部委託研究開発予算が 1 億ドル以上の省庁に対して、その 2.8%(2014 年)を SBIR に拠出することを義務付けているため、連邦政府全体で毎年 2000 億円以上もの資金が中小企業の実験的研究開発プロジェクトに配分されている計算になる。

一方、日本版 SBIR は 1999 年に法制化され、その運用が開始されている。現在の参加省庁は、総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省の 7 省である。予算規模としては毎年およそ 400 億円程度であるが、中小企業者等向け支出目標額については閣議決定することになっており、詰まる所、各省庁の既存の補助金の総額となっている。これは、中小企業向けの支出が日本版 SBIR においては義務化されていないことを意味している。また、米国 SBIR のような 3 段階の選抜方式も省庁横断的には統一採用されておらず、参加省庁が研究開発のための補助金や委託費等(特定補助金等)を指定し、各省の既存制度で支援しているのみである。

そこで、我が国における日本版 SBIR 制度がもたらしたインパクトについて調べた。まず、日本に本社機能を置く製薬ベンチャー群(1976 年以降設立)のうち、日本版 SBIR に採択された企業とそうでない企業を分類し、製薬企業群(1975 年以前設立)を含めたそれぞれの総売上高の年次推移を調べたところ、製薬ベンチャー群由来の売上高は今日までほぼ皆無であることが分かった。また、日本版 SBIR に採択された企業群由来の累積売上高は、1999 年の日本版 SBIR 運用開始以降わずか 107 百万ドルに留まっていることも分かった。日本版 SBIR に採択され、且つ過去に売上を計上している企業は、合計でわずか 4 社しか存在しない。

このように、我が国の医薬品産業においては、日本版 SBIR に採択された企業群に米国 SBIR のような優位性が存在することはなく、今も昔も伝統的な製薬企業群によって支えられた保守的な産業であることがわかる。すなわち、現在の日本版 SBIR 制度は科学知をイノベーションに転換するという点においては機能不全に陥っており、今後、日本でも米国の SBIR プログラムのようなイノベーション・エコシステムを再構築すべきであることが疑義なく論証された。(山本, 山口)

(5) 科学行政官制度の革新とイノベーション・ソムリエの教育カリキュラム:

イノベーションのグランド・デザインとその構造を言語化することにより、イノベーション・ソムリエは、学校教育のなかで育成することができることを示した。旧来、イノベーションとは「知の具現化」による価値の創造(イノベーション=タイプ 0)のことだとして「演繹」の 1 次元しか見えなかった人々は、「創発」力を育てることをしてこなかった。しかも、自然科学も社会科学も「知の越境」に対して否定的であったために、自然科学と社会科学とを自由に「回遊」することなどまったく教えてこなかった。よって、日本の大学院で 1 つの分野を土壌に向かって掘り進んでいった人間は、その分野しか知らず、つぶしの効かない研究者にしかならなかった。

いっぽう米国では、SBIR 政策の 30 年以上にわたる不断の実行によって「目利き力」を育成するシステムに明確な相転移がもたらされた。2014 年 3 月に米国において、SBIR の立案をするプログラム・ディレクター 28 名に「あなたのアイデンティティは何か」とインタビューしたところ、博士号を有する全員が、「私は科学者である」と答えた。「科学者だから、目

利きができる」と彼らは胸を張った。一方ほぼ同時に SBIR に採択された米国ベンチャー企業等を 10 社訪ね、PhD を持つ代表者に「あなたのアイデンティティは何か」とインタビューすると、やはりほとんどが「私は科学者である」と答えた。

すなわち、米国では科学者のアイデンティティをもつプロフェッショナルが、社会の中で 3 つの役割を担っているということである。第 1 に、日本と同様の研究者。第 2 に、技術起業家。第 3 に、科学行政官である。この 2 番目のベンチャー企業経営者たちは、科学の博士号を持ちながらも会計学や経営学の広範な知識を身に着け、3 番目のプログラム・マネージャーないしプログラム・ディレクターたちは、やはり科学の博士号を持ちながらも政策学や法学の広範な知識を身に着けていることは言うまでもない。

この研究を通じて、これからの日本に、文理の壁を超えて「回遊」しながら「創発」の何たるかを教育する制度をどう根付かせるかこそが危急の課題であることを明らかにした。そのような大学院では、日常的に社会学者が、自然科学者と「共鳴」して事の本質に迫る。いっぽう自然科学者は、社会学者・人文学者の方法論を学んで、共通言語で議論する。その目標は、科学を社会に正しく組み込んだ「グランド・デザイン構築」を目標とする新しい超域的学問を創ることである。たとえば、福島原発事故の原因の一つに「時間軸のグランド・デザイン構想力の欠如」があった。この新しい学問は、それに応えねばならない。どんな社会課題が立ち現われた時にも、「知の越境」をしながらさまざまな分野の知恵をつかって課題を言語化し、それを解決するのである。

そのような、イノベーション・ソムリエを養成する大学院のカリキュラムはどのようなものであるべきか。その回答を得るために、「分野知図」の構造を精査してみたい。

分野知図においては、中央に円環上に存在する 10 個のコア学問（数学、物理学、情報学、化学、生命科学、心理学、哲学、経済学、法学、環境学）は、互いに強い相互作用を持ちながら、最近接する 5 つのクラスター（工学、医学、人文・社会科学、経営学、地学）のいずれかと強い相互作用を有している。かつ、SBIR に採択されて起業家になった自然科学者は、物理学、化学、生命科学というコア学問出身者が最大多数を占めていた。また、社会科学系のコア学問の博士号をもつ起業家も存在した。

このことから、必然的に以下の仮説を導くことができた。すなわち、イノベーション・ソムリエ育成をし「目利き力」を育てるまったく新しい大学院は、次のようなカリキュラム設計思想に基づくべきである。

第 1 に、この大学院の学生は、10 のコア学問をできる限り広範に修めること。それぞれの個別学問のテクニックは理解しなくても、根本を理解して共通言語を話せるまでになることは十分に可能である。

第 2 に、この大学院は、ケンブリッジ大学の 31 のカレッジのように「同じ釜の飯を食う」環境をもつ合宿型大学院として科学者と社会学者・人文学者が同じ「共鳴場」に存在すること。そして学生とその卒業生は、10 のコア学問を互いに補完し合えるカレッジメイトとなること。人生の実存的欲求を共鳴しあえる終生の同志の存在は、イノベーターのネットワーク統合体に常に必要である。

第 3 に、この大学院の学生は、人間の生存に関わるさまざまな社会課題に立ち向かい、3 次元のイノベーション・ダイアグラムを用いてイノベーション・プロセスを俯瞰しながら博士号を取得し、「創発」を自らのものにすること。「この世にないものをあらしめる」あるいは「誰もできないと思っていたことをできるようにする」という経験こそが、ブレークスルーを可能にする。

この大学院の研究テーマである「新しい超域的学問」は、ある特定の学問分野をさすべきではない。むしろ、コア学問の円環を常に公転し続けるようなダイナミックなトランス・サイエンスとして位置付けるべきであろう。

さらに、科学行政官制度の新設についても緻密に議論した。1990年代後半に起きた日本企業の中央研究所モデルの終焉以後、日本は今それにとって代わるべき21世紀型イノベーション・モデルを見つけられずに、漂流している。適切な「目利き」がいて、未来産業のビジョンからバックキャストによってやるべきことを正しく選択し、ちりぢりになって漂流しているボートからイノベーターたちを救い出しさえすれば、この沈みゆく船は救える。

そのためには、これまで日本には存在しなかったプロフェッショナルな科学行政官制度を創らねばならない。その上で、日本において米国版SBIR制度を可及的速やかに実施しなければならない。「日本国中央研究所」の構想に向けて、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が求められていることを論証した。(山口, 相馬, 玉田, 山本, ヤング吉原, 玄場, 藤田, 井上, 本田, 治部, 内藤, 西田)

3-2-2 ソムリエ・ツールズ開発

- ・ 誰に与えた（与えうる）成果であるか
イノベーション・ソムリエおよびイノベーション・ソムリエたらしめる人々に与えうる成果である。これからの科学者は、社会の中で3つの役割を担わねばならない。第1に従来通りの研究者、第2にイノベーター、第3に科学行政官である。この第2、第3の人々をイノベーション・ソムリエに転じて行かねばならず、そのための教育プロセスで、ソムリエ・ツールズが用いられるべきである。
- ・ 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）
今後、とくに「日本知図」をさらに integrate されたものにするるとともに、「世界知図」に向かうことこそ、今後の展開と課題である。まず「米国知図」をつくり、「日本知図」と融合させる。
- ・ 第3者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など
第4章4-2-3項に示す「日本知図」のWEBサイトを無償で一般公開する他、第5章で述べた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。さらに第4章4-2-2項で述べたように、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する。
- ・ 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））
以下の通り

(1) 「日本知図」

- クラスタ政策の検証

マイケル・ポーターの産業クラスター論の見地から「日本知図」を用いて日本のクラスター政策を解析した結果として、日本のクラスター政策に対して、3つの問題点を指摘し、4つの提言を述べる。

1つ目の問題点は、クラスター内部におけるライバル間競争の存否である。ポーターは、「ダイヤモンド」の帰結として産業クラスターという現象が生じるという結論に至った。そして、「ダイヤモンド」の中でもライバル間競争が特に重要な要素であると論じている。いま、ポーターの「ダイヤモンド」と日本のクラスター政策、特に知的クラスター創成事業を照らし合わせて見てみると、この事業は、大学の知識という要素条件と、それを製品化するという関連・支援産業の2つに焦点を当てたものだということがわかる。需要条件に関してある程度は考慮した計画であったとしても、ライバル間競争の条件が欠けていると考えられる。なぜなら、このプログラム自体が申請主義に基づいてい

るため、互いに強力なライバル関係にある企業同士が手を組んで申請するとは考えられないからである。また、手を組んで申請する場合は、採択された後にまったく協力しないか、または競争を避ける方向へ向かうのであって、それ自体がクラスターを停滞もしくは衰退させる原因となってしまう。したがって、国内のライバル間競争を発生させるような仕組みを含んだ施策を講ずることを、1つ目の提言としたい。

2つ目の問題点は、クラスター事業の定量的な評価である。行政刷新会議での答弁の中で、主計局（財務省）は「産学官連携にせよ地域科学技術振興にせよ、そういったキーワードが言われて久しいわけでございます。ずっと長きにわたり、同様の事業が行なわれてきておりますが、成果目標が不明確ではないか。また、これまで多額の国費を投入してきたことによる具体的な成果の検証、これは個別の特許云々というよりも、全体としてどの程度の効果があったのかということの、検証が必要ではないかということ。例えば付加価値というものが、どれだけ生じたかというような定量的な成果を示すべきではないか（行政刷新会議，2009）」という問題点を指摘している。実際には、ヒヤリングの際に定量的なデータを使ってプロジェクトの評価が下されたのかもしれないが、最終的な評価結果は定性的なものとなっている。国際的に競争力のあるクラスターが形成されるには、数十年という長い月日が必要だと考えられるが、今後、定量的な評価方法を開発し、将来的な経済効果を予測しながらクラスター政策の追跡調査をしていくことを2つ目の提言としたい。その際、第三者による評価が必要であり、「日本知図」のようなツールに政策評価機能を追加して、国民の誰も見ることができるようなシステムの構築が必要だと考えられる。また、日本は、民間のデータ会社が、企業間の取引関係のような他国では入手できない豊富なデータを所有しているのだから、それらのデータも組み込んだ形で豊かなデータベースを構築して行くことも必要である。



労働生産性が 2000 万円/人以上の企業

(©2014 Auto Navi, Google, SK planet, ZENRIN)

3つ目の問題点は、地方の大学を核としたクラスター政策の妥当性に関することである。行政刷新会議における答弁の中で、「民間の側から見ると、研究開発型の企業というのは、その地域の大学ではないですね。テーマに合わせた大学ですから、本社あるいは研究所の位置と大学の位置が、必ずしも一致していないケースがほとんどなわけです（行政刷新会議，2009）」という指摘があった。この点は、「さっぽろ Bio-S」を可視化した際にも明らかにしたことであり、日本を一つのクラスターと見なした方が良いと考えることができる。したがって、産業局や都道府県といった、人間が勝手に作った境界を忘

れてクラスターを見つけることを、3つ目の提言としたい。

3つ目の提言と関係して、いま、日本を一つのクラスターと考えることができるということと、競争力のある企業は生産性が高いという事実に基づく、既存のクラスターや新興クラスターという、政府が考慮すべきクラスターを抽出することができる。たとえば、労働生産性が2000万円/人の企業は（日本のすべての企業を完全に網羅している訳ではないが）、上図に示すことができる。したがって、このような企業が、取引関係や特許の共同出願でつながっているネットワークを抽出すれば、それが、すなわち政府が施策を講ずるべきクラスターであると考えられる。そのため、日本全国の企業をターゲットとして、データに基づいて既存クラスターや新興クラスターを抽出することを、4つ目の提言とする。（相馬，内藤，西田，藤田）

- 特許の分野融合の解析

「日本知図」は検索システムでもあるので、可視化のみならず、特許件数などの統計解析にも応用できる。そこで、シュンペーターが言った「新結合」の観点から、科学技術政策に限定してイノベーションを考えることとした。つまり、単独の知識の延長線上よりも、異なる知識の融合によって、イノベーションが起こる可能性が高い、という立場から議論を進めた。また、特許の出願人が、複数の科学技術分野に特許を出願することを分野重複と呼び、それを指数化したものとして分野重複度を定義した。つまり、特許分野AとBの両方に出願した出願人数を $\#(A \text{ and } B)$ とし、どちらか一方に出願した出願人数を $\#(A \text{ or } B)$ としたときに、分野重複度を、 $\#(A \text{ and } B) / \#(A \text{ or } B)$ で定義した。そして、これを科学技術分野の融合に対する代理変数と見なすことによって、分野融合の現状や時間変化について議論した。

分野融合を考える場合、出願特許数を用いて議論することもできる。しかし、その場合は、いくつかの企業が重複分野において大量に特許を申請した場合でも、分野融合が進んでいると見なすことになってしまう。実際、そのような場合でも、特許分野や研究分野という視点に立てば、分野融合が進んでいると考えても良いかもしれない。しかし、「日本において分野融合が進んでいるかどうか」という視点に立てば、融合分野における出願人数を議論することが適していると考えられる。

詳しい解析は、2007年～2011年の5年間（期間1）に対して行なった。この期間は、第3期科学技術基本計画の時期にあたる。第3期科学技術基本計画は、平成18年度～平成22年度（2006年度～2010年度）に実施され、重点推進4分野（ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料）と推進4分野（エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア）に重点を置いた。これらはまとめて、重点8分野と呼ばれる（以下では、「ライフサイエンス」に対しては「ライフ」、「ものづくり技術」に対しては「ものづくり」という略称を用いた）。

そして、分析結果を、経済産業研究所のポリシーディスカッションペーパーとしてまとめて政策提言を行なった。この論文の中では、2002年～2006年の5年間（期間2）における分野融合との比較も行い、下表を得た。この表の値は、期間1の分野重複度を期間2の分野重複度で割った値である。したがって、値が1よりも大きい所は、分野融合が加速し、小さい所は減速していることになる。この表より、最も分野融合が加速しているのが「エネルギー」と「情報通信」の融合であり、その対極が「ライフ」と「情報通信」の融合である。この結果は、第4期科学技術基本計画の推進分野であるグリーンイノベーションを支持し、ライフイノベーションに黄色信号の警告を発している。（相馬，内藤，西田，藤田，治部）

分野融合の変化

	ライフ	ナノ	環境	情報通信	社会基盤	エネルギー	フロンティア	ものづくり
ライフ	1	1.222	1.067	0.912	1.226	1.321	1.034	1.120
ナノ		1	0.940	1.209	1.136	1.178	0.996	1.072
環境			1	1.455	1.174	1.088	1.032	1.181
情報通信				1	1.133	1.407	1.253	1.123
社会基盤					1	1.101	0.933	1.106
エネルギー						1	0.964	1.166
フロンティア							1	1.005
ものづくり								1

(2) 「分野知図」

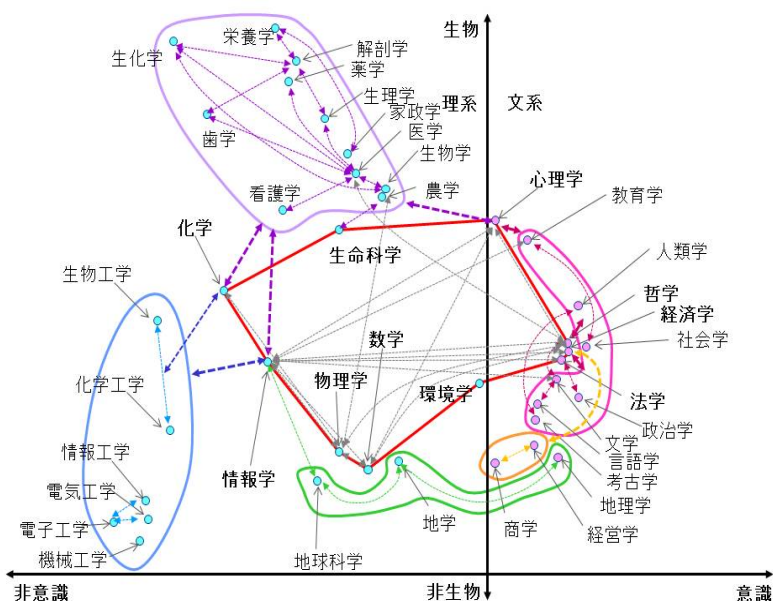
「分野地図」とは、人口に膾炙する 39 学問について、各学問間の距離を測定しプロットした Academic landscape である。グーグル・スカラーを母集団として、学問 A と学問 B の相互作用を、学問 A と学問 B を同時に含むような論文数 $\#(A \text{ and } B)$ で定義する。すると、 $D(A, B) = 1 - \#(A \text{ and } B) / \{\#(A) + \#(B) - \#(A \text{ and } B)\}$ は、もし学問 A と学問 B を同時に含むような論文が存在しなければ 1、一方そのような論文数が $\#(A \text{ or } B) = \#(A) + \#(B) - \#(A \text{ and } B)$ に等しければ 0 となるから、数学的に、学問 A と学問 B のあいだの規格化された距離を意味する (Jaccard distance)。このように 39 学問間の距離を定義して、39 次元空間に対する主成分分析を行なうと、第 1 主成分と第 2 主成分で、説明力が約 80% となることが分かった。

このようにして求めた Academic landscape を分野知図と呼び、それを図示したものが、下図である。

ここで、横軸 (第 1 主成分) は左から右に、理系学問→文系学問と並んでいて、ある値を境に、理系学問、文系学問が見事に分解される。その閾値に縦軸を引いた。この縦軸 (第 2 主成分) もまた明確な意味を持っていて、非生物系学問から生物系学問と並んでいる。そこで、横軸を、意識-非意識軸、縦軸を、生物-非生物軸と呼ぶことにする。

この分野知図に、相互作用の強い学問間を点線で結んでみると、図の破線のようになる。これから、重心に近い学問

分野知図 (Academic landscape)



(たとえば情報学)は、文系の学問とも強く相互作用していてすべての学問群のハブになっていることがわかる。そこで、これら相互作用が強い学問を結ぶと、星座を描くように数学、物理学、情報学、化学、生命科学、心理学、哲学、経済学、法学の9学問が選ばれる。なお環境学は、どこの学問とも強い相互作用を持たないものの、中心付近にあるので、環境学だけ+1という表現の仕方をして、9+1の学問のことをコア学問と呼ぶことにする。

このコア学問の周りに、反時計回りに医学系、工学系、地学系、経営学系、人文・社会科学系の5つのクラスターが形成される。つまり、学問は、円環をなす9+1のコア学問の周囲に、5つのクラスターをなす構造をしているということが分かった。

知識の構造という点から、特に学問知識の振興と産業への波及を図る上で分野知図の意味するところは大きい。当プロジェクトにおける具体的な成果に限定しても、明暗が完全に分かれている日米のSBIR政策における、予算と人員の配分の比較分析において、米国が知識構造の中核を担う基礎的な学問の学位取得者へ重点的に投資(日本の当該政策では学位取得者の存在自体が希薄である)することで、広範な分野におけるイノベーションを生み出すことに成功している事実を明らかにすることができた。

このように、今後の学問知識の振興および産業への波及と経済発展を考える上で、議論の共通基盤の一翼を担うものを構築することができた。(藤田, 川口, 山口)

(3) イノベーション指標による国際比較

● AMED 日本版 NIH 創設に向けた新しい指標の研究成果

また、今後の「日本知図」は、各種の指標計算機能を装備する必要がある。そこで、新たな指標として、AMED 日本版 NIH 創設に向けた新しい指標を開発した。AMED 日本版 NIH や製薬企業における、政策決定・戦略立案に資するエビデンス提供のため、新しい指標に基づいた医薬品産業の現状俯瞰・将来予測を試みた。結果は論文形式で8回にわけ執筆した後、「情報管理」(<http://johokanri.jp/>)に投稿した。

第1回目は、製薬企業等が有する研究開発パイプラインに着目した。パイプラインを研究開発段階ごとに整理し、既に上市された医薬品数との比較などにより、各国の現在及び将来における研究開発能力が把握できることを示した。その結果、研究開発における米国の優位性、日本の特異性などが浮き彫りとなった。(情報管理10月号に掲載)

第2回は、今後の成長が期待されるバイオ医薬品に着目し、各テクノロジーの観点から各国の長所・短所を分析した。その結果、バイオ医薬品の研究開発における米国の優位性が改めて認識された。また、日本の研究開発においても、一部の分野で期待が持てることを示した。(情報管理12月号に掲載)

第3回は、パイプラインを有する事業の規模や種類に着目し、医薬品開発のカギを握る事業について分析をした。その結果、米国の強みは中小企業・ベンチャー企業にあること、また一方で、日本の中小企業・ベンチャー企業は米国のような働きを担っていないことが明らかとなった。(情報管理1月号に掲載)

第4回は、医薬品産業における基礎研究力を特許から把握するため、製薬企業の個々の研究開発テーマの進捗状況(【非臨床試験】→【フェーズ1】→【フェーズ2】→【フェーズ3】→【承認申請】→【承認】→【市販】)と密接に関連する特許を特定するための新しい指標の導出を試みた。指標としては、IPC数、被引用特許数、特許が引用する非特許文献数が有力であることが分かった。それにより、医薬品産業の新薬創出力及び将来の新薬創出力がパイプラインだけでなく、特許においても把握可能となった。(情報管理4月号に掲載)

第5回は、前回導出した製薬企業の個々のパイプラインや医薬品と密接に関連する特許を特定するための新しい指標を使用して、低分子医薬品とテクノロジー別のバイオ医薬品における基礎研究力を各国別、特許の出願人別にみた。新薬創出力の基礎研究力を表す精製特許

ファミリー数は、米国においては非常に多く、今後もさらに新薬を創出していく可能性が高いことがわかる。比して、日本の精製特許数が減少しているということは、日本の低分子医薬品の将来が危ないこと、バイオテクノロジー医薬品の精製特許ファミリー数上位出願人には、米国の公的機関及び大学がランクされているが、日本の公的機関及び大学はひとつもないことが明らかとなった。(情報管理 6月号の掲載)

第6回は、疾患別に見た医薬品の開発状況の分析を行なった。がん、感染、神経系疾患に関する医薬品開発が多いこと、米国及び英国では、中小企業等が研究開発の中心であるのに対し、日本は大企業が中心を担っていることを示した。(情報管理 7月号の掲載)

第7回は、医薬品開発に対する米国政府、財団並びに企業における研究助成の動向の把握を試み、日本においても、商品化を目的としたファンディング制度やフェーズ制の導入、積極的な政府調達やベンチャー・キャピタル (VC) への紹介等が今後必要であることを示した。(情報管理 9月号の掲載)

第8回は、パイプラインと密接に繋がった特許およびその特許に対して審査官および出願人が引用した特許及び学術文献、さらに被引用特許の技術領域をマイクロスコピックに分析することにより、イノベーションにつながる「知識の流れ」を分析、その過程において新しい指標「サイテーション・ラグ」「サブジェクト・インデックス」を開発した。医薬品につながった特許は、そうでない特許に比べて、より広範囲の技術領域から影響を与えられ、かつより広範囲の技術領域に影響を与えている。それにもかかわらず、中心となる特許自体は、より技術的に特化していることが、新しい指標から見えてきた。(情報管理 11月号の掲載)

(治部)

3-2-3 政策提言

- ・ 誰に与えた (与えうる) 成果であるか
本研究調査で得られたエビデンスから、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なった。今後、政策提言の詳細について、東京大学出版会より書籍を出版し、引き続き政策の実装に向けて努力を行なっていくこととする。
- ・ 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)
本提言についての政策当局者への働きかけとしては、2014年10月に、研究技術計画学会発表の場で、聴衆であった総合科学技術会議議員、文部科学省、経済産業省等関係省庁の政策立案者に対してインプットを行なった。今後、政策提言の詳細について、東京大学出版会より書籍を出版し、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3者が利用可能な成果であれば、成果の入手・利用方法 など
第5章で述べた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。さらに第4章 4-2-1 項で述べたように、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する。
- ・ 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))
以下の通り

【サイエンス・リンケージによる産学連携への提言】

イノベーションの分野別サイエンス・リンケージ調査が示唆するのは、科学とイノベーションとのリンケージの強さがその分野によって大きく異なっているということである。そして、特許中に引用された論文を指標とした科学と技術のリンケージの強さは、バイオテクノロジー分野が突出している。バイオ以外の分野でも、ナノ構造物、ハイブリッド計算機、流体回路素子、走査プローブ、暗号、光コンピューティング、音声合成・認識などに関連する技術などが科学との強い連関を示した。もとより、科学の目的はイノベーションのみにあるわけではない。したがって、社会からのニーズなど他の要素も勘案しつつ、政府はこうした、イノベーションとの結びつきの強い科学の分野に注力することを通じて、国民のゆとりと豊かさをもたらす経済成長を目指すべきであると考えられる。

また、産学連携を行なう場合には、こうした分野による科学との結びつきの強さの違いを十分に念頭に置いてやり方を変える必要がある。例えば医薬品やIT産業分野の一部などの、特許の占有可能性が高くかつ製造の規模が小さくて済み製造コストも比較的低い産業分野においては、特許のライセンスによる技術の移転も可能であろうし、それをてこにした大学発ベンチャーもまた可能である。一方、製品の複雑性が高く、規模の経済が働き、サービス網の整備や販売網などイノベーションの補完的資産の維持が不可欠な航空・宇宙や自動車などの産業分野は、やはり大企業の独壇場であり産学連携によるメリットは一部に限られることが示唆される。

【補助金制度への提言】

SBIR 制度が米国のイノベーション創出に果たした役割を考えれば、今後、研究開発プログラムに関する一部の補助制度においては、日本においても同様の制度を科学技術政策として取り入れるべきと考える。すなわち、不確実性が高く民間企業単独ではその不確実性を負えない研究開発制度については、その商業化の重要性を踏まえて国家レベルで不確実性を克服する研究開発制度を整備すべきである。

言うまでもないが、民間企業で収益が十分想定される研究開発テーマは民間企業の研究所において自己資金で推進すべきである。しかし、不確実性があまりに高いため民間企業単独では投資判断が困難であるが、日本のイノベーション創出の観点から必要不可欠な研究開発テーマについては、商業化に向けて日本国全体が基礎研究所として機能する、言わば「日本国中央研究所」と認識して渡しきりのグラントにより支援すべきと考えられる。

具体的には、米国 SBIR 制度というエビデンスに基づき、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。

- 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
- 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
- 申請者の自己負担がないこと
- 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
- 補助金の用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）

内閣府の公開資料によれば、2014 年度における科学技術関係予算は総額で 3 兆 6264 億円となっている（内閣府、2014）。米国 SBIR を参考に、この予算の 2.7% である 1,000 億円の予算を科学技術イノベーションの担い手であるベンチャー企業の支援のために、上記の条件に適合した助成金制度を創設すべきと考えられる。（玉田、玄場、ヤング吉原）

3-3. 学術的成果、人材育成やネットワーク拡大への貢献等

3-3-1 SBIR 制度分析

NIH の科学行政官 28 名と議論をし、かつ当方の研究成果を示して appreciate していただくことにより大変良い共鳴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貢献である。今後とも維持発展させていく。

また、NIH の SBIR に採択された起業家等との人的ネットワークもまた貴重な資産となった。なかでも、Astrea Therapeutics 社 CEO の Narulain Zaveri 博士は、涙を流しながら真剣にインタビューに答えてくださった。インドに生まれ米国に渡って博士号を取った後、さまざまな艱難を乗り越えてついに自ら会社を起こし自己実現を果たした彼女の物語は、同時代に生きるアジア人として誇らしいものであった。今後とも、彼らとの心の交流を続けていく。

さらに、「SBIR 制度設計の思想的源泉の探索研究」では、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・分析するという「歴史的叙述による政策研究」の手法を確立した。今後さらに資料収集を継続し、SBIR 制度の根拠法といえる『スモール・ビジネスイノベーション開発法 (Small Business Innovation Development Act of 1982) 』(P.L. 97-219)が 1982 年に成立するまでの、議会やホワイトハウスにおける審議の記録、および研究者や学会の動向等を検討し、SBIR 前史の分析をさらに多角的な考察に発展させていく。

3-3-2 ソムリエ・ツールズ開発

ソムリエ・ツールズという発想は独自のものである。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。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、たゆまぬ努力を続ける。

なお、分野知図については、本研究で用いたもの同一の数理的手法を時系列データの分析に用い、比較的細分化された多数の学問分野が相互に離散集合しつつ遷移するさまを視覚化し、状況の変化に合わせて先端的なクラスターが形成される様子を観察可能にした研究も行ない、ヨーロッパで開催されたリサーチポリシーの国際会議で発表した。

3-3-3 政策提言

上記以外の成果として、スタンフォード大学バイオデザイン・プログラムの調査については、イノベーション創出のための教育プログラムとして学術的新規性の高い成果が得られ、学会論文として掲載された。具体的な成果は以下の通りである。

イノベーション創出のためには、異質な人材を集めてチームを形成し、メンバー同士の豊富で自由なコミュニケーションを促すことで、異分野における専門知識の融合を推進する場を創出することが有効だと考えられる。そのような学際的プログラムの先進事例として、政策グループは、米国カリフォルニア州にあるスタンフォード大学の Stanford Biodesign(以下、

Biodesign)に着目した。2001年に開始した Biodesign は、医学部、工学部、ビジネススクールなど異なる領域の専門家(ポスドク)に交流の場を提供し、バイオ医療分野における技術革新を担う人材を育成する教育プログラムとして、米国内外でその評価を確立しつつある。

2012年11月から2013年6月、2014年4月から8月にかけて、Biodesignの関係者と、スタンフォード大学医学部および工学部の関係者を対象に、インタビューおよびメールによる追加調査を含むフィールドワークを行なった。合計 20 回以上に及ぶ聞き取り調査の対象とした14名は、可能な限り構造的に選別した。第一に、Biodesign に関する詳細な情報を集める為に同プログラムの創立者の一人を含め、管理運営に学内で直接関わるファカルティ(2名)、スタッフ(3名)、フェロー(1名)を対象に聞き取り調査を行なった。このうち Biodesign の運営に中核的役割を果たしているスタッフとファカルティからは、各一名ずつ、それぞれ四回と三回にわたって繰り返し聞き取り調査およびメールによる追加調査を行ない、最新かつ詳細な情報の収集を心がけた。第二に、より客観的な情報や評価を集めるために、Biodesign の教育を学外から支えるゲスト講師(1名)と、スタンフォード大学工学部で別の学際プログラムを担当するファカルティ(1名)にも聞き取り調査を行なった。第三に、同プログラムをとりまくスタンフォード大学医学部の環境、および米国の医療技術事情 などに関する詳しい情報を集めるため、スタンフォード大学医学部のファカルティ(2名)、スタッフ(2名)、フェロー(2名)を対象に、さらなる聞き取り調査を行なった。インタビュー対象の構造化プロセスを可視化するために、目的と対象者を下記の表に示してある。

インタビューの目的と対象者

インタビュー対象者の構造的分類	インタビューの目的	ファカルティ	スタッフ	フェロー
Biodesign 直接関係者	同プログラムの管理運営に携わる人物から詳しい情報を収集するため	1名	3名	1名
Biodesign 学外関係者	顧問的立場で属する学外の人物から、同プログラムに関してより客観的な情報を収集するため	1名	該当無し	該当無し
学内 Biodesign 非関係者	同プログラムを取り巻くスタンフォード大学および米国の臨床医療・医療技術事情に関する情報を集めるため	2名	2名	2名
	同プログラムを取り巻くスタンフォード大学工学部の学際プログラムに関する情報を集めるため	1名	—	—

詳細なインタビューの結果、Biodesign においては、参加者の選抜段階から異なるスキルと能力を意図的に抽出し、チームとして組み合わせる現場における潜在需要を開拓させる、興味深いマネジメントを行なっていることが明らかとなった。Biodesign の最大の特徴として、「多様な知識・考え方」による潜在需要の探索を可能にさせているマネジメントが指摘でき

る。同プログラムにおいては、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認識に基づき、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ている。チームはスタンフォード大学病院内の医療現場で参与観察の機会を与えられる。Biodesignでは、チームのメンバー同士、および現場の人材との豊富なコミュニケーションを促すことで、バイオ医療デバイスの潜在需要を開拓させて開発につなげる試みがなされている。異質性を積極的に取り込み、シリコンバレーという地の利を最大限に生かして、専門領域の垣根を超えた学内外でのアイデアの交流を提供する Biodesign 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。なお調査の結果は、政策グループの共著論文として『研究 技術 計画』 Vol. 29, No. 2/3, 2014に掲載された。

参考文献

T. J. Brinton, et al., Outcomes from a Postgraduate Bio- medical Technology Innovation Training Program: The First 12 Years of Stanford Biodesign, *Annals of Bio-medical Engineering*, 41(9), 1803–1810(2013)

3-4. 成果の発展の可能性

3-4-1 SBIR 制度分析

目標は達成された。ただし、日本版 SBIR 制度の根本的な不備と思想の欠如をエビデンスベースで見出したので、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。さらにもっと本質的な発見は、プロフェッショナルな科学行政官制度の日本における欠如である。科学行政官制度の新設に向けて、今後もたゆまぬ努力を続けていく。「日本国中央研究所」の構想を可及的速やかに実現したい。

3-4-2 ソムリエ・ツールズ開発

科学技術政策を考える場合に、「日本知図」が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な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。

しかし、「日本知図」の現状は、機能的な動作はできているものの、データの制限が存在している。それは、企業情報の使用に際し、第三者提供権を持っていないためである。それを入手するのは高価であり、現在のプロジェクト予算では到底まかなうことはできない。それに加え、論文や特許のデータは常に増え続けており、利用者にとっては最新の状態を期待されることからその拡張が求められるが、ここでもそのコストについて解決はできていない。

一方で、イノベーションの趨勢はいまやオープンイノベーションを抜きにしては語るこ

はできず、日本にとどまらず世界に目を向けたデータ構築が求められる。すでに欧米の特許データベースとの結合の開発に取り掛かっており、1, 2年以内にはそのベータ版が利用できる予定である。ただし、それはあくまでもシステムの機能であって、データをどこまで揃えることができるかは未だ確定していない。特に、JSTのJ-Globalの国内論文を検索することは有効であるが、海外論文を求めようとする、Thomson Reuter社のWeb Of Scienceは必須であろうし、Elsevier社のScopusもできれば検索できるようにしたい。そのためには高額な費用が求められるだけでなく、第三者提供権を得るに至るまでの道のりはまったく霧の中である。

「日本知図」の開発は、研究開発プロジェクトの中で行なわれており、システムの運用についてコスト管理などはまったく考慮されていない。現在の「日本知図」は、個人による出費でサーバを運用している。それにもかかわらず、研究開発プロジェクトでは「実装」を求められ、実際の政策担当者が使うことができるようにするためのコストを誰が負担するのかは明確になっていない。実際の政策に利用するという事は、いついかなる状況でも検索ができるWEBサイトを用意しなければならず、しかも大容量のデータを検索できる機能が求められる。通常のシステムインテグレータがこのようなシステムを見積もれば、現在のコストの1, 2桁多くの金額を想定することは避けられない。

「分野知図」については、一見すると不思議な、まったく新奇に思える知識も、タネをあかせば往々にして、(すくなくとも考案した本人にとっては)分かりきったことの組み合わせでしかない。Jaccard Index と古典的多次元尺度法は、どちらも1950年代に提唱された既に評価の確立している手法であるが、このように(ある意味では)自明なもの同士であっても、その組み合わせが自明でない問題への回答たりえるという点で、分野知図自体がイノベーション理論の一例として興味深い存在ではないかと考える。

手法自体は適用対象とするデータをほとんど選ばないものであるし、また、再現性、連続性など発案者以外の第三者が利用する上でも、あるいは時系列データの分析にも適する性質を持っているので、今回の適用対象となった包括的知識構造以外にも、様々な出番があると考えている。

イノベーション指標を用いた国際比較の調査結果は、医療分野研究開発推進計画を策定する「健康・医療戦略推進本部」、内閣府「日本医療研究開発機構担当室」、文部科学省研究振興局ライスサイエンス課に対してご説明にあがった。今後も日本医療研究開発機構にとめられている研究開発情報を収集及び分析に資する情報提供を行なう予定である。

3-4-3 政策提言

上記のように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なった。ただし、具体的な政策への実装は今後の課題である。そのため、政策提言の詳細について、東大出版会より書籍を出版し、引き続き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する。

4. 関与者との協働、成果の発信・アウトリーチ活動

4-1. 研究開発の一環として実施したワークショップ等

名 称	年月日	場 所	参加人数	概 要
「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」合同サロン（第3回） 「イノベーションの科学的源泉・知の創造と価値の創造～2つのプロジェクトから導き出される科学的根拠とその結論をめぐって～」	2013年8月20日	JST 東京本部別館	約30名	「科学技術イノベーション政策のための科学」初年度に採択された山ロプロジェクトと長岡プロジェクトが、エビデンスベースに基づいて異なる結果を出した。これについて、両プロジェクトの発表とともに議論を行なった。
研究技術計画学会第29回年次総会19日Fセッション	2014年10月19日	立命館大学びわこ・くさつキャンパス,	約50名	「未来産業創造にむかうイノベーション戦略の研究」の最終報告を行なうため、19日Fセッションをお借りして、代表者・分担者ほぼ全員で発表を行ない、活発な議論を行なった。

4-2. アウトリーチ活動

4-2-1. 主催したシンポジウム（外部向け）等

- (1) International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013. http://www.econophysics.jp/fnet13_kyoto/

京都大学との共同主催。「科学技術イノベーション政策の科学」というセッションを立ち上げた。50名程度の聴衆を得、活発な議論を行なった。全体として経済物理学の国際会議であったが、本セッションのみ、イノベーションに関わる発表と議論を行なった。本研究担当者がほぼ全員、口頭発表を行なうとともに、ポスター発表を行なった。

4-2-2. 書籍、DVD など論文以外に発行したもの

[SBIR 制度分析グループ]

山口 栄一

- (1) 山口栄一編, 『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』, 東大出版会, 2015年3月出版予定(印刷中)。
- (2) 山口栄一, ”序章 はじめに—新しいイノベーション・モデルの探索にむけて”, “第1章 イノベーション政策の中核: SBIR 政策とは何か”, “第15章: 新しいイノベーション・モデル”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)
- (3) 山本晋玄, 高橋裕, 山口栄一, “第10章 農業 —サイエンス型産業への変革にむけて”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

山本 晋也

- (4) 山本晋也, 山口栄一, “第7章 医薬品産業—日本は何故凋落したか: イノベーション政策の最適解”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

井上 寛康

- (5) 井上寛康, 山口栄一, “第4章 日本のSBIR 政策とその効果の日米比較”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

本田 康二郎

- (6) 本田康二郎, “第3章: 日本のサイエンス・イノベーション政策の思想史—理化学研究所と技術院”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

[ソムリエ・ツールズ開発グループ]

相馬 亘

- (7) 相馬亘, “第12章 日本のクラスター政策”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

藤田 裕二

- (8) 藤田裕二, “第6章 サイエンスの風景—「分野知図」の生成と分析”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

治部 眞里

- (9) 治部眞里, 長部喜幸, “第5章 イノベーション指標の開発と現状”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

内藤 祐介

- (10) 内藤祐介, 西田正敏, 藤田裕二, 治部眞理, 相馬亘, “第11章: 「日本知図」の生成と分析”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015年3月出版予定)

[政策提言グループ]

玉田 俊平太

- (11) 玉田俊平太, 内藤祐介, “第 13 章 サイエンス・リンケージからみた日本のイノベーション政策の課題”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015 年 3 月出版予定)

玄場 公規

- (12) 玄場 公規, “第 14 章 新しいイノベーション・モデルに向かうシステム改革”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015 年 3 月出版予定)

ヤング吉原 麻里子

- (13) ヤング吉原 麻里子, “第 2 章 米国 SBIR 制度の源流と歴史”, (『イノベーション政策の科学—SBIR の評価と未来産業の創造』東大出版会, 2015 年 3 月出版予定)

4-2-3. ウェブサイト構築

日本知図: 現在は

<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。立ち上げ年月, 2015 年 3 月 20 日。

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。

4-2-4. 学会以外のシンポジウム等での招へい講演 等

[SBIR 制度分析グループ]

山口 栄一

- (1) 山口栄一, “ブレイクスルー・イノベーションと未来産業の創造 (招待講演)”, 科学技術振興機構・PO 研究会, 東京, 2011 年 12 月 21 日
- (2) 山口栄一, “ブレイクスルー・イノベーションと未来産業の創造 (招待講演)”, 富士通取締役セミナー, 東京, 2012 年 2 月 7 日
- (3) 山口栄一, “イノベーション力と起業家精神を養う高等教育とは (招待講演)”, 関西財界セミナー, 京都, 2012 年 2 月 10 日
- (4) 山口栄一, “ブレイクスルーのイノベーション理論 (招待講演)”, イノベーション研究会, 東京, 2012 年 6 月 11 日
- (5) 山口栄一, “ブレイクスルーのイノベーション理論 (招待講演)”, 旭硝子特別講演会, 横浜, 2012 年 8 月 2 日
- (6) 山口栄一, “ブレイクスルー・イノベーション (招待講演)”, 富士通次世代技術経営特別講演, 東京, 2012 年 9 月 20 日
- (7) 山口栄一, “未来産業創造に向かうブレイクスルー・イノベーションの方法 (招待講演)”, 日立中央研究所特別講演, 東京, 2013 年 1 月 29 日
- (8) 山口栄一, “未来産業創造に向かうイノベーションの方法 (招待講演)”, 京都府ビジネス・クリエイター育成特別公開セミナー, 京都, 2013 年 2 月 23 日

- (9) 山口栄一, “ブレークスルー・イノベーションと未来産業創造 (招待講演)”, 第6回 グリーンナノフォーラム, 大阪, 2013年3月15日
- (10) 山口栄一, “創発と回遊: イノベーションの2つの鍵 (招待講演)”, 京都Dスクール 基調講演, 京都, 2013年5月25日
- (11) 山口栄一, “イノベーションと未来産業の創造—2つの鍵=創発と回遊— (招待講演)”, 第8回けいはんなビジネスメッセ・フォーラム, 京都 けいはんなプラザ, 2013年7月19日
- (12) 山口栄一, “未来産業創造にむかうイノベーション戦略の研究 (招待講演)”, RISTEX 合同サロン (第3回) 「イノベーションの科学的源泉・知の創造と価値の創造~2つのプロジェクトから導き出される科学的根拠とその結論をめぐって~」, 東京 科学技術振興機構, 2013年8月20日
- (13) 山口栄一, “ブレークスルー・イノベーションと未来産業の創造 (招待講演)”, グンゼ株式会社特別講演, 岐阜, 2013年9月4日
- (14) 山口栄一, “沈みゆく船・日本を救え—未来産業創造にむかうイノベーション戦略 (招待講演)”, 日経BP社セミナー, 大阪 ヒルトンホテル, 2013年9月27日
- (15) 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 I (招待講演)”, 富士通シンポジウム, 川崎 富士通ユニバーシティ, 2013年10月3日
- (16) 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 II (招待講演)”, 富士通シンポジウム, 川崎 富士通ユニバーシティ, 2013年10月30日
- (17) 山口栄一, “データ分析から見た素養とイノベーション (招待講演)”, サイエンスアゴラ 2013 シンポジウム「科学技術の智: 分野を超えて新しい価値観をつくる」, 東京 東京国際交流館 3F 国際交流会議場, 2013年11月10日
- (18) 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 III (招待講演)”, 富士通シンポジウム, 川崎 富士通ユニバーシティ, 富士通(株), 2013年11月12日
- (19) 山口栄一, “ブレークスルーのイノベーション理論 (招待講演)”, バックキャストテクノロジー・シンポジウム「材料研究におけるイノベーションの方法論」, 名古屋 名古屋大学, 2014年1月10日
- (20) 山口栄一, “未来産業創造に向かうイノベーションの方法 (招待講演)”, 京都産業エコ・エネルギー推進機構 2013年度ビジネス・クリエイター&マーケター育成スクール, 京都, 2014年1月11日
- (21) 山口栄一, “イノベーション創成論—最先端 ICT は教育をどう変革するか— (招待講演)”, 総務省「教育分野における最先端 ICT 利活用に関する調査研究」シンポジウム, 東京, 2014年1月21日
- (22) 山口栄一, “創発と回遊: イノベーションの2つの鍵 (招待講演)”, 富士通研究所フォーラム 2014, 2014年4月9日 川崎 富士通研究所
- (23) 山口栄一, “パラダイム破壊型イノベーション (招待講演)”, 富士通 2014 Global Knowledge Institute Advanced Course, 川崎 富士通ユニバーシティ, 2014年04月25日
- (24) 山口栄一, “沈みゆく船・日本を救え—産業再生への方法論— (招待講演)”, 燕雀の会, 京都 日新電機, 2014年8月21日
- (25) 山口栄一, “沈みゆく船・日本を救え—ブレークスルーのイノベーション理論”, 日本真空工業会関西支部 秋季合同講演会, 大阪, 2014年10月22日

5. 論文、特許等

5-1. 論文発表

5-1-1. 査読付き (0 件)

5-1-2. 査読なし (14 件)

[SBIR 制度分析グループ]

井上 寛康

- (1) H. Inoue and E. Yamaguchi: “Evaluation of Small Business Innovation Research Programs in Japan”, Munich Personal RePEc Archive (MPRA) 53898, 2014.

本田 康二郎

- (2) 本田康二郎 (2012)「戦後日本の社会規範と福島原発事故を考える」『哲学年報』59, pp.27-35、11 月
- (3) 本田康二郎 (2013)「世間・社会・原発 ―科学知識は誰のものか」『倫理学年報』62, pp.82-85、3 月
- (4) 本田康二郎 (2013)「我慢と無責任 ―戦後日本の社会規範と福島原発事故―」『教養論集』第 4 1 巻、金沢医科大学一般教育機構、pp.25-46、12 月

[ソムリエ・ツールズ開発グループ]

相馬 亘

- (5) 相馬亘、藤田裕二、内藤祐介、西田正敏、治部眞里、地理空間上におけるイノベーション検索システムの構築とその応用、RIETI Discussion Paper Series、13-P-023、2013 年、URL: <http://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/13120001.html>

治部 眞里

- (6) 長部喜幸, 治部眞里. 日本版 N I H 創設に向けた新しい指標の開発 (1) : 新しい指標に基づいた医薬品産業の現状俯瞰・将来予測. 情報管理. 2013, vol. 56, no. 7, p. 448-458.
- (7) 長部喜幸, 治部眞里. 日本版 N I H 創設に向けた新しい指標の開発 (2) : テクノロジー別にみた医薬品開発の現状俯瞰・将来予測. 情報管理. 2013, vol. 56, no. 9, p. 611-621.
- (8) 長部喜幸, 治部眞里. 日本版 N I H 創設に向けた新しい指標の開発 (3) : 医薬品開発を担う事業主体に関する分析. 情報管理. 2014, vol. 56, no. 10, p. 685-696.
- (9) 治部眞里, 長部喜幸. 日本版 N I H 創設に向けた新しい指標の開発 (4) : パイプラインにつながる特許の判別指標. 情報管理. 2014, vol. 57, no. 1, p. 29-37.
- (10) 治部眞里, 長部喜幸. 日本版 N I H 創設に向けた新しい指標の開発 (5) : パイプラインにつながる特許判別指標の応用. 情報管理. 2014, vol. 57, no. 3, p. 178-186.
- (11) 長部喜幸, 治部眞里. AMED (日本版 NIH) 創設に向けた新しい指標の開発 (6) : 疾病別にみた医薬品開発の現状俯瞰・将来予測. 情報管理. 2014, vol. 57, no. 5, p. 323-333.
- (12) 治部眞里, 長部喜幸. AMED (日本版 NIH) 創設に向けた新しい指標の開発 (7) : 米国

のファンディング動向. 情報管理. 2014, vol. 57, no. 6, p. 395-406.

- (13) 治部眞里, 長部喜幸. AMED (日本版 NIH) 創設に向けた新しい指標の開発 (8): 医薬品研究開発における知識の流れ. 情報管理. 2014, vol. 57, no. 8, p. 562-572

[政策提言グループ]

- (14) ヤング吉原麻里子、玄場公規、玉田俊平太、『学際性を重視したイノベーション教育の先進事例ースタンフォード大学 Biodesign プログラム』研究 技術 計画 Vol. 29, No. 2/3, 2014

5-2. 学会発表

5-2-1. 招待講演 (国内会議 4 件、国際会議 7 件)

[SBIR 制度分析グループ]

山口 栄一

- (1) Eiichi Yamaguchi, "Three Types of Breakthrough Innovations for Creating Future Industries (invited)", 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, Nagoya, January 2013.
- (2) Eiichi Yamaguchi, "Why has Japan lost international competitiveness? –Effects of Small Business Innovation Research programs on creating new science-based industries (invited)", 6th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, Nagoya, March 2014.
- (3) 山口栄一, "縮みゆく日本の物理学と物理ベンチャーー求められるイノベーション・ソムリエ (招待講演)", 第 61 回応用物理学会, 青山学院大学, 2014 年 03 月 19 日
- (4) Eiichi Yamaguchi, "Structures of creating breakthrough innovation (invited)", International Council for Scientific and Technical Information (ICSTI 2014), Miraikan-Tokyo, October 21, 2014.
- (5) 山口栄一, "イノベーションとは何か? 無限の可能性を開花するイノベーションを生み出すためには? (招待講演)", The 1st Innovation Forum of Advanced Engineering and Education (IFAEE 2014), 東京 工学院大学, 2014 年 11 月 02 日
- (6) 山口栄一, "イノベーションとは何かーGaN LED に学ぶ (招待講演)", 2014 年電気関係学会関西連合大会, 奈良先端大 ミレニアムホール, 2014 年 11 月 23 日

[ソムリエ・ツールズ開発グループ]

相馬 亘

- (7) 相馬亘 (日本大学理工学部)、日本地図の開発: イノベーションの空間分布, 日本行動計量学会, 新潟県立大学, 2012 年 9 月 14 日
- (8) Wataru Souma (Nihon University), Revisiting citation dynamics, International Workshop on Econophysics of Agent-based Models, Saha Institute, Kolkata, India, 2012 年 11 月 9 日
- (9) Wataru Souma (Nihon University), Network of business, knowledge, and innovation, Tokyo Network Workshop 2013, 東京大学, 2013 年 9 月 8 日
- (10) Wataru Souma (Nihon University), Search engine for innovation management, Tokyo

治部 眞理

- (11) Mari Jibu, "Knowledge flows – Science for innovation (invited)", International Council for Scientific and Technical Information (ICSTI 2014), Miraikan-Tokyo, October 21, 2014.

5-2-2. 口頭発表 (国内会議 20 件、国際会議 7 件)

[SBIR 制度分析グループ]

山口栄一

- (1) Eiichi Yamaguchi (Doshisha Univ.), "A General Theory toward Breakthrough Innovation", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (2) 山口栄一 (京都大学), 藤田裕二 (ターンストーンリサーチ), 「SBIR 被採択者の日米比較ー日本はどこでイノベーション政策を誤ったかー」, 研究技術計画学会第 29 回年次総会, 2F02, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014 年 10 月 19 日
- (3) 飯嶋秀樹 (同志社大学), 山口栄一 (京都大学), 「日本の論文数はなぜ減少したのか: その前に「なぜ論文を書くのか」」, 研究技術計画学会第 29 回年次総会, 2F15, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014 年 10 月 19 日
- (4) 山口栄一 (京都大学), 山本晋也 (同志社大学), 藤田裕二 (ターンストーンリサーチ), 井上寛康 (大阪産業大学), 「SBIR 制度によるイノベーション・エコシステム構築の日米比較ー日本は如何にサイエンス型ベンチャー企業育成に失敗したかー」, 日本ベンチャー学会第 17 回全国大会, 東京大学本郷キャンパス, 2014 年 11 月 29 日 (論文要旨集 pp.76-79)

山本晋也

- (5) Shinya Yamamoto (Doshisha Univ.) and Eiichi Yamaguchi (Doshisha Univ.), "Study of the innovation strategy for Japanese pharmaceutical and biotech industry", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (6) 山本晋也(同志社大学)、山口栄一(京都大学)、「医薬品産業における科学技術イノベーション政策の最適解ー米国 SBIR プログラムがもたらした驚愕の経済効果」, 研究技術計画学会第 29 回年次総会, 2F04, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014 年 10 月 19 日
- (7) 山本晋也(同志社大学)、山口栄一(京都大学)、「医薬品産業における日米 SBIR 制度の効果ーサイエンス型ベンチャー企業育成の意義とは何かー」, 日本ベンチャー学会第 17 回全国大会、東京大学本郷キャンパス、2014 年 11 月 29 日 (論文要旨集 pp.80-83)

井上 寛康

- (8) Hiroyasu Inoue (Osaka Sangyo Univ.), "Revealing the intricate effect of collaboration on innovation", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (9) H.Inoue (Osaka Sangyo Univ.) and E.Yamaguchi (Kyoto Univ.), Evaluation of Small Business Innovation Research Programs in Japan, 研究技術計画学会第 29 回年次総会,

2F05, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014年10月19日

本田 康二郎

- (10) 本田康二郎 (金沢医大), 「自主・民主・公開 戦後社会規範と福島原発事故」、応用哲学会 第4回年次研究大会、千葉大学、2012年4月21日。
- (11) 本田康二郎 (金沢医大), 「世間・社会・原発 —科学知識は誰のものか?」、日本倫理学会 (第63回大会)、主題別討議「原発事故について倫理学は何が言えるか」、日本女子大学、2012年10月。
- (12) Kojiro Honda, "Academic liberty and academic regulation: Fukushima disaster invoking the old and new problem," SPT2013 (Society for Philosophy of Technology: Technology in the Age of Information), ISEG, Lisbon, Portugal, 4-6 July 2013
- (13) 本田康二郎 (金沢医大), 「原子カムラに異を唱えるということ—Fukushima レポート 発刊の経緯」、京都生命倫理研究会9月例会、ワークショップ「異議申し立ての諸形式についての倫理学的研究」、京都大学、2013年9月21日。
- (14) 本田康二郎 (金沢医大), 「科学技術政策における自由と統制 (I)」, 応用哲学会第6回年次研究大会 WS 技術論 (1) 技術とリスク、関西大学高槻キャンパス, 2014年5月10日。

【ソムリエ・ツールズ開発グループ】

相馬 亘

- (15) 相馬亘 (日本大学理工学部)、イノベーションの空間分布：日本知図の開発、日本ソフトウェア科学会「ネットワークが創発する知能」研究会 (JWEIN2012)、立正大学、2012年8月30日
- (16) Wataru Souma (Nihon Univ.), "Analysis of citation networks", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (17) 相馬亘 (日本大学), 内藤祐介 (人工生命研究所), 藤田裕二 (ターンストーンリサーチ), 治部真理 (OECD), 西田正敏 (人工生命研究所), "特許・企業情報のマイクロ・マクロツール「日本知図」の開発 (2)", 研究技術計画学会第29回年次総会, 2F08, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014年10月19日

藤田 裕二

- (18) 研究分野“知”図とその可視化、総計数理研究所共同研究集会「経済物理学とその周辺」、キヤノングローバル戦略研究所、2012年8月28日。
- (19) Yuji Fujita (Turn-stone Research), Mari Jibu (OECD), "Visualising interaction of research fields in time-series analysis of Web of Science database", Proceedings of the 2013 EU-SPRI Forum Conference Madrid 10-12 April 2013, ISBN 978-84-695-7408-9.
- (20) Yuji Fujita (Turn-stone Research), "Time-lapse of academic landscape", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (21) 藤田裕二 (ターンストーンリサーチ), 川口盛之助 (アーサーD リトル), 山口栄一 (京都大学), "イノベーション理論の基盤としての知識構造の可視化", 研究技術計画学会第29回年次総会, 2F03, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014年10月19日

内藤 祐介

- (22) 内藤祐介 (人工生命研究所), 相馬亘 (日本大学), 藤田裕二 (ターンストーンリサーチ), 治部真理 (OECD), 西田正敏 (人工生命研究所), "特許・企業情報のマイクロ・マクロツール「日本知図」の開発(1)", 研究技術計画学会第29回年次総会, 2F07, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 2014年10月19日

【政策提言グループ】

玉田 俊平太

- (23) 玉田俊平太 (関西学院大学)、玄場公規 (立命館大学)、ヤング吉原麻里子 (立命館大学)、『多様な分野の人材を融合させることによるイノベーター教育のケーススタディ』、研究技術計画学会第28回年次総会一般講演 (2G04)、政策研究大学院大学、2013年11月3日
- (24) 玉田俊平太 (関西学院大学)、内藤祐介 (人工生命研究所)、玄場公規 (立命館大学)、『サイエンス・リンケージ手法を用いた科学依拠型産業の時系列分析』、研究技術計画学会第29回年次総会一般講演 (2F01)、立命館大学びわこくさつキャンパス、2014年10月19日

玄場 公規

- (25) 玄場公規 (立命館大学)、玉田俊平太 (関西学院大学)、ヤング吉原麻里子 (立命館大学)、『潜在需要開拓型イノベーションの人材育成』、研究技術計画学会第28回年次総会一般講演 (2G05)、政策研究大学院大学、2013年11月3日
- (26) 玄場公規 (立命館大学)、『不確実性の高いイノベーション創出のための科学技術政策』、研究技術計画学会第29回年次総会一般講演 (2F06)、立命館大学びわこくさつキャンパス、2014年10月19日

ヤング吉原 麻里子

- (27) ヤング吉原麻里子 (立命館大学)、『米国の科学技術イノベーション政策をめぐるダイナミズム: SBIR プログラム設置の歴史的背景』、研究技術計画学会第29回年次総会一般講演 (2F09)、立命館大学びわこくさつキャンパス、2014年10月19日

5-2-3. ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 1 件)

- (1) Yusuke Naito (Artificial Life Laboratory), "Knowledge Map in Japan", International Conference on Financial Networks and Systemic Risk (FNet 2013), Kyoto, July 17-19, 2013
- (2) 相馬亘 (日本大学理工学部)、地理空間上のイノベーション検索システムの構築と経済・経営・政策への応用、日本大学学部連携&研究成果ポスターセッション、日本大学法学部、2013年12月13日

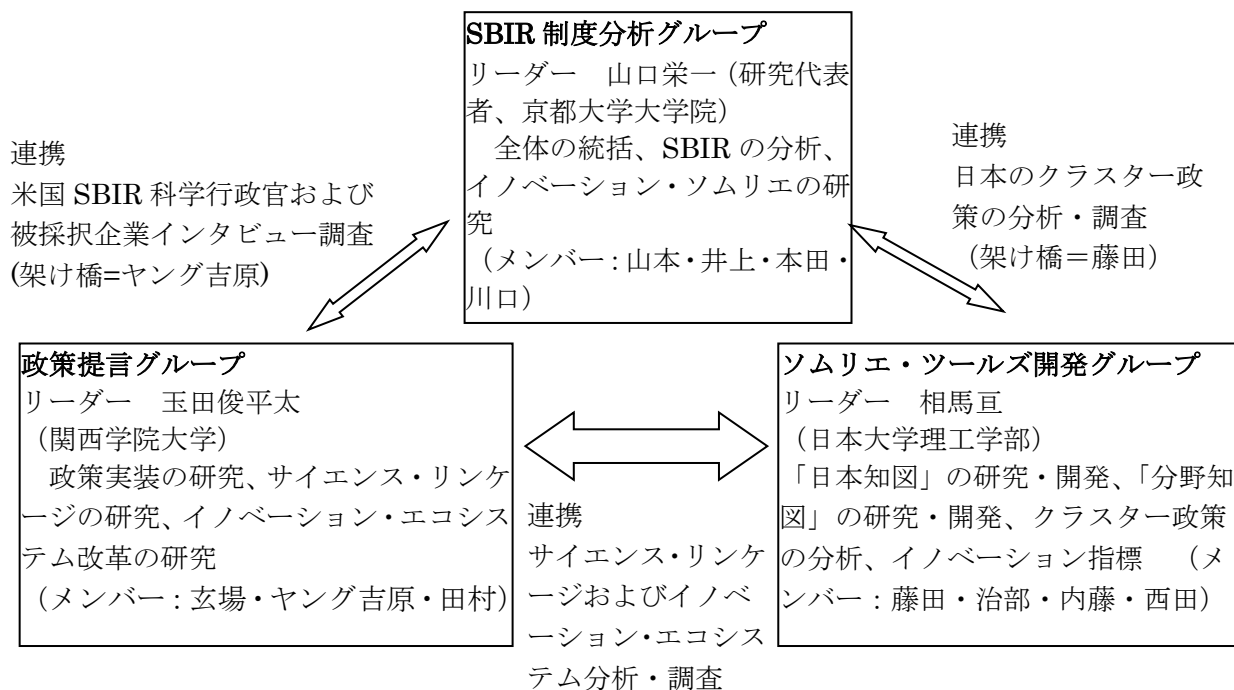
5-3. 特許出願

5-3-1. 国内出願 (1 件)

- (1) 科学技術政策や産学官の技術経営に用いる知識・地理情報システム、内藤祐介、西田正敏、相馬亘、藤田祐二、治部真理、平成24年8月27日、特願2012-187011

6. 研究開発実施体制

6-1. 体制



【特記事項】

学際性、チームワーク：

SBIR 制度分析グループは、イノベーション学者・物理学者（山口栄一）とその大学院生（山本晋也）、ネットワーク科学者（井上寛康）、哲学者（本田康二郎）、企業コンサルタント（川口盛之助）からなる。互いに回遊（transilience）し、絶えず議論を止揚させながら、この未解明の課題にあたった。

ソムリエ・ツールズ開発グループは、ネットワーク科学者・物理学者（相馬亘）、応用数学者（藤田裕二）、ビッグデータ技術者（治部眞理、内藤祐介、西田正敏）からなる。ほぼ毎週会合をもち、日本知図をつぎつぎに改良発展させながら、ついに実用に足るソフトウェアの開発に成功した。なお、分野知図が組上に乗ってからは、ソムリエ・ツールズ開発グループの藤田は、独自の手法で SBIR 分析を行ない、SBIR 制度分析グループと極めて親密な連携を取った。

政策提言グループは、政策学者（玉田俊平太、玄場公規）と政治学者（ヤング吉原麻里子）からなる。なお、SBIR 政策に焦点が絞られて以後、ヤング吉原は米国版 SBIR 政策史に集中することとなり、SBIR 制度分析グループと極めて親密な連携を取った。

完全な Trans-discipline 集団として働いたことにより、単なる Multi-discipline ないし Inter-discipline では到達しえない成果を上げることができたと結論する。ほぼ毎月に 1 回の全体ミーティングを行ない、What's new を出し合ってブレインストーミングしながら、回遊を全員で遂行した。本プロジェクト前と比較すると、全員が Trans-discipline の思想を得る

とともに、新しい分野群の専門性を獲得することに成功した。異分野の専門家の集団について、共鳴場を保ちながらチームワークを取るようにすることで、研究者を新しい分野の専門家に仕立てる方法論をも確立しえた。

プロジェクトの進捗状況や展開に応じた実施体制の変更や資源配分の見直し：

未解決の問題が立ち現れると、俊敏に実施体制の変更を行なってきた。

23年当初のグループは、定性分析グループ（山口、山本、本田）、定量分析グループ（相馬、藤田、治部、内藤、西田）、政策研究グループ（玉田、玄場、ヤング吉原、田村傑）として発足したが、研究を進めるとともに、日本におけるイノベーション政策の問題点の本質がSBIR政策にあることが浮かび上がったので、そこに焦点を絞るべく体制を変革した。

まず24年に、川口盛之助が加わり、彼の分野知図のアイデアを、藤田が数学的に恣意のない形に具現化した。これを用いるとSBIRがより明確に分析できることが分かったので、藤田は、SBIR制度分析グループとともに独自のSBIR分析に取り組んだ。

次に25年に、井上が米国 Northeastern University の Albert-László Barabási 教授のところから帰国するやいなや、定性分析グループと政策研究グループで協働してSBIRの勉強会をはじめた。

こうして、研究のターゲットが3つの 이슈（SBIR、日本知図、政策）に絞れたので、25年より、より具体的な現在のチーム編成とした。さらに、26年3月に米国のNIH科学行政官およびSBIR被採択企業のインタビュー調査をして歴史的源流にさかのぼる必要があることを発見したので、ヤング吉原は政策研究グループとSBIR制度分析グループとのゲートウェイとなりながら、米国SBIRの政策史研究に集中した。

このダイナミックな組織のリストラクチャーに応じて3年間、資源配分を機敏に変更し、全員の研究がスムーズに行なえるようにした。

6-2. 研究開発実施者

※研究開発実施期間：平成23年11月21日～平成26年11月20日

（なお、平成27年3月31日まで成果取り纏め期間を設けた）

(1) SBIR制度分析グループ（リーダー氏名：山口 栄一）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
山口 栄一	やまぐち えいいち	京都大学大学院 総合生存学館	教授	研究全体の総括およびSBIR分析の統括	23	11	26	11
山本 晋也	やまもと しんや	同志社大学大学院 総合政策学 研究科TIM専攻	博士課程 大学院生	医薬品産業におけるSBIR分析	23	11	26	11
井上 寛康	いのうえ ひろやす	大阪産業大学経営学部	准教授	SBIRの計量経済学分析	25	4	26	11
本田 康二郎	ほんだ こうじろう	金沢医科大学	講師	日本の科学技術イノベーション政策の歴史分析	23	11	26	11
川口 盛之助	かわぐち もりのすけ	アーサーDリトル	代表取締役	分野知図の開発	24	11	25	11

(2) ソムリエ・ツールズ開発グループ（リーダー氏名：相馬 亘）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
相馬 亘	そうま わ たる	日本大学理工学 部	准教授	日本知図開発統括	23	11	26	11
藤田 裕二	ふじた ゆ うじ	ターンストーン リサーチ	代表取締 役	分野知図の開発	23	11	26	11
治部 眞理	じぶ まり	OECD	研究員	イノベーションの 国際比較	23	11	26	11
内藤 祐介	ないとう ゆうすけ	人工生命研究所	代表取締 役	日本知図の開発	23	11	26	11
西田 正敏	にしだ ま さとし	人工生命研究所	取締役	日本知図の開発	23	11	26	11

(3) 政策提言グループ（リーダー氏名：玉田 俊平太）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
玉田 俊平 太	たまだ し ゆんぺいた	関西学院大学経 営管理大学院	教授	サイエンス・リンケ ージによる政策分 析	23	11	26	11
玄場 公規	げんば き みのり	立命館大学テク ノロジー・マネ ジメント研究科	教授	イノベーション政 策の分析	23	11	26	11
ヤング吉原 麻里子	やんぐよし はら まり こ	立命館大学	客員教授	米国 SBIR の歴史 分析	23	11	26	11
田村 傑	たむら す ぐる	早稲田大学大学 院国際情報通信 研究科	准教授	イノベーション政 策の分析	23	11	25	3

6-3. 研究開発の協力者・関与者

氏名	所属	役職	協力内容
安藤 晴彦	一橋大学大学院法学研究科	特任教授	日本版 SBIR に関わる情報提供
Dr. Ronald Cooper	Office of Technology Small Business Administration	Technology Policy Analyst	米国版 SBIR の現状に関わる情 報提供
Carl Hebron	Office of Science U.S. Department of Energy (DoE)	SBIR/STTR Program Coordinator	米国版 SBIR の DoE における現 状についての情報提供

Chris O'Gwin	同上	SBIR/STTR Program Coordinator	米国版 SBIR の DoE における現状についての情報提供
Dr. Michael Weingarten	National Cancer Institute (NCI), National Institute of Health (NIH)	Program Director, SBIR Development Center,	米国版 SBIR の NCI (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Andrew J. Kurtz	同上	Program Director, SBIR Development Center,	米国版 SBIR の NCI (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Scott Somers	National Institute of General Medical Sciences (NIGMS), National Institutes of Health (NIH)	Program Director	米国版 SBIR の NIGMS (NIH) における現状についての情報提供と、NIGMS におけるワークショップの主催
Dr. Matthew Portnoy	Office of Extramural Programs Office of Extramural Research National Institutes of Health (NIH)	Director, Division of Special Programs NIH SBIR/STTR Program Coordinator	米国版 SBIR の NIH における現状についての情報提供
Dr. Kurt Marek	National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI), National Institutes of Health (NIH)	Deputy Director and Small Business Coordinator	米国版 SBIR の NHLBI (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Ray Ebert	National Heart Lung and Blood Institute (NHLBI), National Institutes of Health (NIH)	Clinical Trials Specialist	米国版 SBIR の NHLBI (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Margaret C. Grabb	National Institute of Mental Health (NIMH), National Institutes of Health (NIH)	Program Director	米国版 SBIR の NIMH (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Natalia Kruchinin	National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID), National Institutes of Health (NIH)	SBIR/STTR Program Coordinator	米国版 SBIR の NIAID (NIH) における現状についての情報提供と NIAID におけるワークショップの主催

Dr. Tobb Merchak	Division of Extramural Science Programs , National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB), National Institutes of Health (NIH)	Program Specialist	米国版 SBIR の NIBIB (NIH) における現状についての情報提供
Dr. Ping Liu	ARPA-E, U.S. Department of Energy (DoE)	Program Director,	米国版 SBIR の ARPA-E (DoE) における現状についての情報提供
Peder Maarbjerg	同上	Assistant Director for External Coordination	米国版 SBIR の ARPA-E (DoE) における現状についての情報提供
Mike Novotony	Medrio, Inc.	Founder and CEO	医薬品・医療機器の IP システム企業として、情報提供
Dr. K. Jin Kim	Galaxy Biotech, LLC.	CSO	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Raj K. Gupta	eLutions Integrated Systems, Inc.	Founder and President	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Marshall Bern	Protein Metrics, Inc.	Vice President	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Volker Schellenberger	Amunix Operating, Inc.	President and CEO	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Elena S.F. Berman	Los Gatos Research, Inc.	Senior Scientist	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Behzad Moslehi	Intelligent Fiber Optic Systems Corporation, Inc.	CEO and CTO	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Alex Chenchik	Collecta, Inc.	President and CEO、Director of Operations	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Nurulain Zaveri	Astrea Therapeutics, LLC.	President and CFO	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供
Dr. Daniel Sobek	Zymera, Inc.	President & CEO	NIH の SBIR 被採択企業として、SBIR の評価の情報提供

7. その他

7-1. 米国版 SBIR インタビュー調査について

2014年3月に10日間をかけ、SBIR制度分析グループと政策提言グループが合同して、米国版SBIR関係者へのインタビュー調査を行なった。インタビュー対象は、米国のNIHおよびDoE科学行政官11名と関係者17名の計28名、およびSBIR被採択企業等の代表者（PI: Principal Investigator）10名と関連社員2名の計12名であって、その氏名と所属は6-3に掲げてある。

このすべてのインタビューについて完全なテープ起こしを行ない、インタビュアー一同でそれを日本語に翻訳してプロジェクトメンバーに回覧した。

このインタビューは極めて実り多いものであったので、敢えてその全日本語訳を別紙1に掲げることとする。ただし、SBIR被採択企業の代表者へのインタビューについては会社の極秘情報を含み得るので、別紙1には掲げない。さらに、すべてのインタビューについて一般的な公開はしないと調査対象者に約束したので、ご発言そのものを記録した英語版は秘匿するとともに、日本語版も、非公開とする。

今後、我が国において諸先進国と同様の科学行政官制度を新たに創る際に、重要な資料になると考えるので、もし閲覧を希望する方があれば、本プロジェクトの研究代表者に許可を申し出てほしい。申し出があった場合、研究代表者の山口栄一はインタビュー調査参加メンバーの玄場公規、玉田俊平太、山本晋也、ヤング吉原麻里子と協議の上、PDFにて配布する。ただし、閲覧者をご自身の著作物において本インタビュー記録を開示することは、調査対象者との約束に従って、これをかたく禁ずる。