

CRDS-FY2013-OR-02

海外調査報告書

競争力のある小国の科学技術動向 (2013年度版)

0101 000111 0101 00001
001101 0001 0000110
0101 11
0101 000111 0101 00001
001101 0001 0000110
0101 11
00110 11111100 00010101 011



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

研究開発戦略センター（CRDS）は、国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場に立って行う公的シンクタンクの一つで、文部科学省を主務省とする独立行政法人科学技術振興機構（JST）に属しています。

CRDSは、科学技術分野全体像の把握（俯瞰）、社会的期待の分析、国内外の動向調査や国際比較を踏まえて、さまざまな分野の専門家や政策立案者との対話を通じて、「戦略プロポーザル」を作成します。

「戦略プロポーザル」は、今後国として重点的に取り組むべき研究開発の戦略や、科学技術イノベーション政策上の重要課題についての提案をまとめたものとして、政策立案者や関連研究者へ配布し、広く公表します。

公的な科学技術研究は、個々の研究領域の振興だけでなく、それらの統合によって社会的な期待に応えることが重要です。「戦略プロポーザル」が国の政策立案に活用され、科学技術イノベーションの実現や社会的な課題の解決に寄与することを期待しています。

さらに詳細は、下記ウェブサイトをご覧ください。

<http://crds.jst.go.jp/aboutus/vision/>

目 次

はじめに	1
1. スイス	3
1.1 スイスの概要	3
1.1.1 地理・歴史・政治	3
1.1.2 経済・産業・貿易	3
1.2 競争力ランキングにおけるスイス	4
1.2.1 全般的評価	5
1.2.2 科学技術の観点からの評価	5
1.3 スイスの科学技術力	7
1.3.1 インプット指標	7
1.3.2 アウトプット指標	9
1.4 スイスの科学技術イノベーションの特徴	12
1.4.1 イノベーションの成果	12
1.4.2 医薬・バイオテクノロジー分野への“選択と集中”	17
1.4.3 大学主導の産学連携	24
1.5 まとめ・考察	27
1.5.1 高い“研究開発効率”	27
1.5.2 イノベーションを生み出す環境要因	28
1.6 参考文献	29
2. フィンランド	30
2.1 フィンランドの概要	30
2.1.1 本章について	30
2.1.2 フィンランドの概要	30
2.1.3 歴史	31
2.1.4 イノベーションランキングにおけるフィンランド	31
2.2 科学技術・イノベーションのインプット・アウトプット・アウトカム	32
2.2.1 研究開発投資	32
2.2.2 研究人材	34
2.2.3 科学技術・イノベーションに関するアウトプット	35
2.2.4 科学技術・イノベーションに関するアウトカム	37
2.2.5 全体的な傾向	38
2.3 フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴	38
2.3.1 科学技術政策	38
2.3.2 ファンディングシステム	40
2.3.3 高等教育システム	41

2.3.4	ノキアの成長	43
2.3.5	政府の取り組みとノキアとの関係	45
2.3.6	フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴	45
2.4	インプリケーションと今後の展望	46
2.4.1	インプリケーション	46
2.4.2	今後の展望	46
2.5	参考資料	47
3.	アイルランド	49
3.1	アイルランドの概要	49
3.1.1	歴史と社会的背景	49
3.1.2	経済と産業	50
3.2	イノベーションランキングと上位ランクインの要因	51
3.2.1	世界競争力ランキング	51
3.2.2	イノベーションランキング	51
3.2.3	上位ランクインの要素	53
3.3	科学技術力	54
3.3.1	インプット	54
3.3.2	アウトプット	55
3.3.3	科学技術政策	61
3.4	イノベーション力の分析	63
3.4.1	国のイノベーション政策	63
3.4.2	外国企業誘致政策	63
3.4.3	外国企業のR&D力を自国へ	66
3.5	まとめ・考察	70
3.6	参考情報	71
4.	シンガポール	73
4.1	シンガポールの概要	73
4.1.1	歴史	73
4.1.2	経済と産業	74
4.2	イノベーションランキングと上位ランクインの要因	74
4.2.1	イノベーションランキング	74
4.2.2	上位ランクインの要素	76
4.3	科学技術力	76
4.3.1	科学技術政策と動向	76
4.3.2	研究開発の政策運営パターン	81
4.4	イノベーション力の分析	82
4.4.1	バイオメディカル研究	82
4.4.2	水に関する研究	84
4.5	まとめ・考察	91

4.5.1	シンガポール型研究開発イノベーションのモデルパターン	91
4.6	参考資料	92
5.	台湾	93
5.1	台湾の概要	93
5.1.1	歴史的経緯	93
5.1.2	台湾経済の概況	94
5.2	イノベーションランキングと上位ランクインの要因	95
5.2.1	イノベーションランキング	95
5.2.2	上位ランクインの要素	96
5.3	科学技術力	96
5.3.1	科学技術政策の実施体制	96
5.3.2	科学技術・イノベーション政策	101
5.3.3	インプット	104
5.3.4	アウトプット	107
5.4	イノベーション力の分析	108
5.4.1	イノベーションの成果	108
5.4.2	成功要因	109
5.4.3	今後の課題は科学技術・イノベーション	110
5.5	まとめ・考察	111
5.5.1	台湾の成功と今後の針路	111
5.5.2	日本との関係及びインプリケーション	111
5.6	参考情報	112
データ編		113

はじめに

1. 近年、先進国が経済危機に直面し、また新興国の成長が著しい中、世界共通認識として、科学技術は国際競争力強化のための重要な原動力になると捉えられており、各国で様々な政策や取り組みが実施されている。

そのような中、複数の機関から毎年発表される国際競争力の世界ランキングは、各国が自国のポジションを確認する手段として参照・引用されており、ランキングの中には「イノベーション」に特化されたものもある。最近の世界イノベーションランキングで特に注目されるのは、人口一千万人以下の小国が上位に複数ランクされていることである。

米国、英国、ドイツ、フランス等の欧州主要先進国、日本などより上位に位置するこれらの国々が、どの様な点でイノベーション先進国と考えられるのか、また、そのイノベーション力には科学技術による貢献がどの程度含まれるのかといった点を解明することは、科学技術イノベーション政策立案に関与する我々にとって興味深い。とりわけ、研究開発資金が国際的に見ても多く投資されながら、その成果が産業競争力などのイノベーション力に十分転嫁していないと言われる我が国の状況を鑑みれば、イノベーションランキングで上位を占める国々の調査分析を行うことは、我が国の状況を変革していくための重要な示唆を与えてくれる可能性がある。

2. 今回は、人口一千万以下で、各種のランキングで上位に位置する次の国・地域に絞って調査分析を実施した。

- スイス
- フィンランド
- アイルランド
- シンガポール
- 台湾（地域）

3. まず、当該国・地域の大まかな状況を調査し、その上で科学技術イノベーションの向上に資する歴史的・社会的背景について分析した。

つづいて、各種イノベーションランキングで当該国・地域がどのような内容で優れているとの評価となっているかを分析した。

このイノベーションランキングでの結果を念頭に置いて、研究開発投資、人材数などの科学技術インプット及び論文、特許などの科学技術アウトプットの状況を調査して、イノベーション力における科学技術の寄与度について分析した。当然のことながら、高いイノベーション力が科学技術と直接的にリンクしていない場合もありうるが、その場合にはその理由についても考察した。

各種ランキングで高いイノベーション力があると評価されているのは、それぞれに競争力のある企業や業種のあることが理由と考えられるため、これらのいわば成功事例を取り上げ、歴史的・社会的な背景、政策的な意味づけ、科学技術との関連などを分析した。

最後に、我が国の科学技術イノベーション政策への示唆について考察した。

4. 今回はシンガポールを除き現地調査を一回実施したのみであり、また歴史的・社会的な状況についても十分に調査分析できたとは言い難い。それでも、それぞれの国・地域において、科学技術システムがどのようなものであるか、それとイノベーションがどのように関係しているかの概要は調査分析できたと考えている。読者の率直なご批判を仰ぎたいと考えている。

平成26年3月

(独) 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

上席フェロー (海外動向ユニット担当)

林 幸 秀

1. スイス

研究開発戦略センター海外動向ユニット
フェロー 北場 林

1.1 スイスの概要

スイスは、人口約800万人の小国でありながら、国民1人当たりの科学論文数やノーベル賞受賞者比率は世界一で、特許出願率も世界有数という科学技術先進国である。ネスレ、ノバルティス、ロシュ、ABBなど技術集約型のグローバル企業も多く輩出しており、小さなイノベーション大国といえる。

1.1.1 地理・歴史・政治

スイス連邦¹は、九州よりやや小さい国土に人口799万人（2012年、世界銀行）を抱える連邦国家である。西ヨーロッパの中心に位置しているが、山がちで水以外の天然資源に乏しく、四方をドイツ、フランス、イタリア、オーストリア、リヒテンシュタインの五か国に囲まれている。民族は主としてゲルマン民族からなるが、外国人比率も2割と高い。公用語は、ドイツ語、フランス語、イタリア語、レート・ロマンシュ語の4つ²で、ビジネスを中心に英語も広く使われている。

スイスの原型は、1291年に当時の3州の代表がハプスブルク家から独立する誓いを交わしたことに始まった（「誓約同盟」）。数世紀にわたるハプスブルク家との抗争³を経て、30年戦争中に武装中立を宣言、1648年のウェストファリア条約で神聖ローマ帝国からの独立が法的に認められた。ナポレオン戦争後の1815年のウィーン会議においては列強によって永世中立が承認された。中立政策は現在も維持されているが、国連には2002年に加盟した。EUには加盟していないが、包括的自由貿易協定と一連の二国間協定によって、密接な関係を維持している。

政治体制的には、連邦政府と26の州（Cantonカントン）、約2500の自治体の三層構造による分権的な連邦制をとっている。各カントンは、税金、医療、教育、文化等に関して広範な裁量権を持っている。内閣（連邦参事会）は、連邦議会によって選出される7人の閣僚で構成され、閣僚の一人が大臣兼任のまま大統領となる。大統領の任期は一年で、各閣僚が交代で務める。内閣は常に主要政党の代表者からなる連立政権で、閣僚の構成比が変わることはあっても極めて安定的なガバナンスが保たれている。また、重要政策課題の決定には、レファレンダム（国民投票制度）、イニシアティブ（国民提案制度）という直接民主主義的手法が用いられることが特徴的である。

1.1.2 経済・産業・貿易

政治体制と同様、経済的にもスイスは安定的なパフォーマンスを発揮している。GDP総額は6,312億ドル（2012年、世界銀行 以下同）で世界20位、一人当たりGDPは78,924

1 スイス連邦の正式名称はラテン語でConfoederatio Helvetica（「ヘルヴェティアの連合」）。スイスに居住していたケルト部族のヘルヴェティア族に由来。現在の国名コードCHはこの略称。

2 割合は、独語（65%）、仏語（22%）、伊語（8%）、ロマンシュ語（1%）（2011年、スイス連邦統計庁）

3 周辺諸国へ傭兵を出してきたスイスでは、帰国兵士による技術移転が進み、外国為替や銀行業務、機械産業などが勃興した。

ドルで、ルクセンブルク、カタール、ノルウェーなどと共に世界の最富裕国の一つである。GDP成長率（1.05%）や消費者物価上昇率（-0.7%）は堅実な動きを見せる一方、失業率は低く（2.9%）、スイスフランは対外的に強く安定している（1スイスフラン約115円：2014年3月現在）。

財政的にも、政府純債務残高の対GDP比は約28%（2013年、IMF推計）で、良好な成績を維持している（日本は約140%）。財政で特徴的なのは、カントンが課税権限を持っており、企業誘致のために競って法人税や州税の減税措置を講じていることである。また、株式譲渡益課税や相続税がないなど、富裕者に優しい税構造となっているため世界の富裕層を惹きつけている⁴。

スイスの代表的な産業は、機械・機器、金融、食品、製薬、観光などである。中でも時計に代表される精密機械産業と、俗に「スイス銀行」と呼ばれるプライベートバンク機能で競争力を持つ金融業は有名である。時計売上では世界1位から3位までを占めるスウォッチ、リシュモン、ロレックスや、欧州を代表する銀行であるUBSとクレディスイス、再保険会社スイス・リーなどが両産業を代表する企業である。また、食品メーカー世界トップのネスレ、世界有数の医薬品メーカーのノバルティスとロシュ、電力設備建設会社ABB、人材サービスのアデコグループなどもスイス発のグローバル企業である。他方、スイス産業の裾野は多くの中小企業から成り立っている。2008年の統計では、スイスにある99%以上の企業がフルタイム従業員250名以下の中小企業であり、全就労人口の約7割が中小企業に勤めている。その多くが創業者やその後継者による家族経営である。

スイスは日本や韓国と同様に、天然資源に乏しい加工貿易立国であるが、輸出依存度35.4%、輸入依存度31.8%（共に2011年、IMF）と、貿易依存度が非常に高い。日本のそれが14.1%、12.7%にすぎないことと比較してみても、スイスにとって海外との貿易は死活問題といえる。主な輸出品は、化学製品（39.4%）、精密機械（22%）、産業用機械・電気電子機器（16.6%）であるが、化学製品の8割を医薬品が、精密機械の5割を時計が占めており、スイス貿易における両産業の重要性が伺われる。主な貿易相手国は、ドイツ、フランス、イタリア、イギリスなどのEU諸国であり、輸出の3分の2、輸入の5分の4をEU地域が占めている。

1.2 競争力ランキングにおけるスイス

スイスは、毎年発表される各種の国際競争力ランキングにおける上位常連国であり、競争力・イノベーション力がある国とのイメージが定着している。ランキングの評価項目には科学技術に関連する指標も多く取り上げられており、競争力の構成要素としての科学技術による貢献が概観できる。一方、この種の調査には、「競争力」や「イノベーション」の定義やアンケート・サーベイによる主観的調査手法との併用等、様々な問題があるため、評価結果の取り扱いには注意が必要である⁵。

ここでは、世界経済フォーラム（WEF）⁶、国際経営開発研究所（IMD）⁷、世界知的所有権機関（WIPO）・INSEAD・コーネル大学⁸の3つの競争力ランキングを取り上げ、特

4 ボストン・コンサルティングの推計によれば、資産100万ドル以上の富裕層居住の割合は、カタールに次いで世界2位。Boston Consulting Group (BCG), Maintaining Momentum in a Complex World: Global Wealth 2013, May 2013

5 小針泰介「国際競争力ランキングから見た我が国と主要国の強みと弱み」『レファレンス』平成25年1月号

に科学技術の観点からスイスがどう評価されているかを概観し、スイスの科学技術イノベーションの特徴を大まかに捉えることとしたい。

1.2.1 全般的評価

全般的評価から見ると、3つの競争力ランキングでスイスは大変高く評価されている(表1-1)。

表1-1 競争力ランキングにおけるスイスの順位

	2009	2010	2011	2012	2013
WEF	1位	1位	1位	1位	1位
IMD	4位	4位	5位	3位	2位
WIPO	7位	4位	1位	1位	1位

出典：各報告書各年版からCRDS作成

WEFにおいては、スイスは総合1位を獲得し、2009年から5年連続1位となった。「市場規模」を除いて全般的に評価が高いが、特に「イノベーション」と「ビジネスの洗練度」、「労働市場の効率性」や「高等教育・訓練」、「財市場の効率性」、「インフラ」に関する指標でハイスコアをマークしている。

IMDでは総合2位で、最上位グループを維持している。高評価の指標は、「制度的フレームワーク」、「健康と環境」、「科学インフラ」などで、中でも「政策の安定性」と「スキルの高い労働力」「高等教育レベル」「信頼できるインフラ」「競争的な税制」が、経営者サーベイで多くの支持を集めている。

WIPOでは、スイスは総合順位で1位であり、2011年から3年連続首位をキープしている。スイスの評価が高いのはアウトプット指標で、「知識・技術アウトプット」は1位、「創造的アウトプット」は2位となっている。インプット指標では、「インフラ」「市場の洗練度」「ビジネスの洗練度」関連のスコアが高く、中でも「政治環境」「環境持続性」「知識労働者」について高い評価を得ている。

これらのランキングから、全体的に政治・経済の安定性や市場・インフラの質、教育・労働者の質が高く評価されていることがわかる。科学技術関連の指標もスイス評価の中心的存在となっており、WEFの「イノベーション」、IMDの「科学インフラ」、WIPOの「知識・技術アウトプット」では最高レベルの評価を得ている。科学技術が競争力を構成する重要な要素として位置づけられているといえる。

1.2.2 科学技術の観点からの評価

WEFの競争力指数を構成する12分野のうち、科学技術に関係の深い「技術態勢(Technological Readiness)」と「イノベーション」の二つのカテゴリにおける評価は、

6 WEFのGlobal Competitiveness Report 2013-14は、統計データと経営者へのアンケート調査により、12分野から111の指標を用いて評価している。

7 IMDのWorld Competitiveness Scoreboard 2013は、統計データと経営者へのアンケート調査により、4分野20項目329の指標を用いて評価している。

8 WIPOのGlobal Innovation Index 2013は、インプット5項目とアウトプット2項目に大きく分類し、それぞれが3つずつの中項目を含んでいる。中項目はさらに3～6の小項目から成っており、全体では84項目のデータで構成されている。うち60が統計データ、19が複合指標、5がアンケート調査。

表1-2の通りである。「技術態勢」では総合9位で、インターネットの普及率や、最新技術の利用可能性、企業の技術吸収力が高く評価されている。「イノベーション」では総合2位を獲得し、「イノベーション能力」⁹⁾、産学連携、科学研究機関の質、民間企業のR&D投資、米国への特許出願などで1～2位と高い評価となっている。他方、海外直接投資と技術移転、ハイテク製品の政府調達では振るわない結果となっている。

表1-2 WEFランキング：スイスの「技術態勢」と「イノベーション」

技術態勢 総合	最新技術の 利用可能性	企業の技術 吸収	海外直接 投資と 技術移転	インターネット 利用率	インターネット 契約数 (固定)	インターネット 回線容量	インターネット 契約数 (移動)
9位	4位	3位	56位	13位	1位	6位	38位
イノベ ーション 総合	イノベ ーション能力	科学研究 機関の質	企業の 研究開発 支出	産学間 研究開発 協力	先端技術 製品の 政府調達	科学・工学 人材	米国特許
2位	1位	2位	1位	1位	36位	18位	2位

出典：WEF報告書からCRDS作成

IMDランキングで科学技術分野を評価するのは「技術インフラ¹⁰⁾」と「科学インフラ¹¹⁾」の両項目であり、スイスは以下の通りとなっている。両指標とも高水準を維持しており、特に科学インフラはさらに向上していると評価されている。

表1-3 IMDランキング：スイスの「技術インフラ」と「科学インフラ」

	2009	2010	2011	2012	2013
技術インフラ	9位	14位	16位	8位	12位
科学インフラ	7位	9位	6位	6位	4位

出典：各報告書各年版からCRDS作成

WIPOランキングにおける科学技術関連指標の評価は、表1-4の通りである。アウトプット指標が特に高く評価されており、特許や科学論文の生産効率で評価される「知識創造」や映画・雑誌などの「創造的財・サービス」で1位、2位の最高評価となっている。また、商標登録等で構成される「無形資産」、ライセンス収入やハイテク貿易収支などから成る「知識普及」、インターネットにおける国別コードトップレベルドメイン数など「オンライン創造性」においても、4位～6位とハイレベルのアウトプットを産出していると見られている。

9 WEF 調査における「イノベーション能力」とは、企業がどのように技術を習得するかについてのアンケート評価である。海外企業からのライセンスや模倣ではなく、正式な研究実施や独自開発だと評価が高くなる。

10 技術インフラは、以下の項目で構成。情報通信への投資、固定電話、携帯電話契約数、携帯電話費用、通信技術、コネクティビティ、コンピュータ使用数、一人当たりコンピュータ台数、インターネット使用者数、ブロードバンド契約数、インターネット回線容量、情報技術力、資格保有技術者数、技術協力、産学ベンチャー、技術開発・応用、技術開発ファンディング、技術規制、ハイテク輸出（額・割合）、サイバー・セキュリティ

11 科学インフラは、以下の項目から構成されている。総研究開発費（総額・割合・一人当たりの額）、総研究開発人材（総数・割合）、産業界における研究開発人材（総数・割合）、科学系学位、ノーベル賞（数・国民一人当たり）、特許出願（数・一人当たり）、国内特許登録数、保有特許数、科学研究、研究者・科学者数、知的財産権、知識移転、イノベーション能力

表1-4 WIPOランキング：スイスの科学技術関連指標

大項目	インプット指標（7位）				アウトプット指標（1位）					
	人的資本・研究（14位）	インフラ（8位）	ビジネス洗練度（4位）		知識・技術アウトプット（1位）			創造的アウトプット（2位）		
中項目	研究開発	ICTs	イノベーション・リンケージ	知識吸収	知識創造	知識インパクト	知識普及	無形資産	創造的財・サービス	オンライン創造性
順位	9位	20位	8位	34位	1位	10位	5位	4位	2位	6位

出典：WIPO報告書からCRDS作成

3つのランキングにおける科学技術関連指標からは、インプット、アウトプット共に全体的に高い評価を得ていることが読み取れる。いずれのランキングにおいても特にアウトプット関連指標のレベルが高く、スイスにおける科学研究や技術開発の質の高さを反映している可能性が高い。また、民間企業の活動に関連する一連の指標からは、企業の高い研究開発力と活発な産学連携姿勢が伺える一方、ICT分野はスイスにおいて必ずしも競争力のある部門ではないであろうことが看取できる。

1.3 スイスの科学技術力

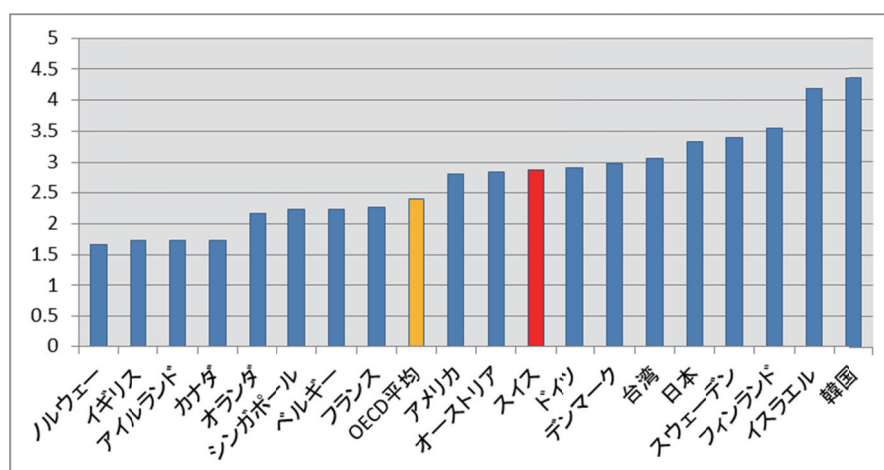
各種競争力ランキングが示唆しているように、スイスの科学技術力は国際競争力の重要な構成要素である。以下では、一国の科学技術力を表す代表的な指標を、インプットとアウトプットに分けて確認する。断りが無い限りデータの出所はOECDである。

1.3.1 インプット指標

(1) 研究開発費

スイスにおける官民合わせた総研究開発費（GERD）は、105億ドル（2008年、購買力平価換算）で、日本の10分の1以下であり絶対額は小さい。また、対GDP比でも、下図が示すように2.87%とOECD平均2.4%は越えているものの、群を抜く高水準ではない。スイスは、韓国・イスラエル・日本・北欧諸国など、研究開発投資にGDPの3%以上を費やすトップグループに次ぐ第2グループに位置しているといえる¹²。

図1-1 総研究開発費の対GDP比（%、2012年）¹³



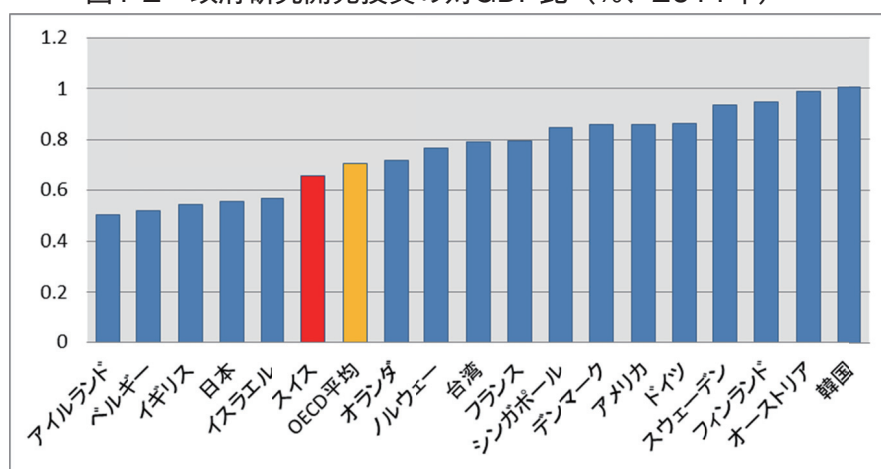
出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

12 総研究開発費を人口比で見た場合は、スイスは世界トップクラスである。

スイスの総研究開発費のフローを見ると、68.2%が産業部門による負担によるもので、22.8%が連邦政府や州＝カントン、その他3%、海外6%となっている。また、研究開発費の使用側では、産業73.5%、高等教育24.2%、政府0.7%、非営利1.6%であり、民間部門の負担・使用割合が高い先進国の中でも、一層民間主導の研究開発が進んでいることがわかる。

連邦政府の研究開発投資は31億ドル（2010年）で、近年増加傾向にあるが、全体に占める割合は大きくはない。対GDP比でもOECD平均を下回っており、研究開発における政府部門の限定的な役割を示唆している（図1-2）。

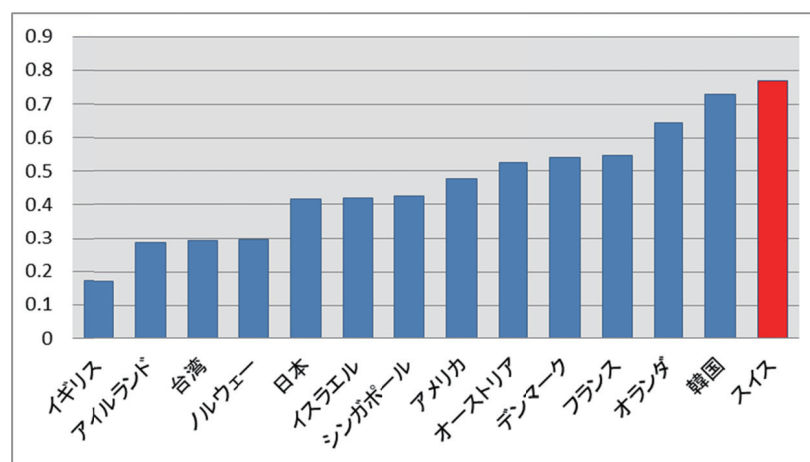
図1-2 政府研究開発投資の対GDP比（%、2011年）¹⁴



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

また、スイスの研究開発投資の大きな特徴として、基礎研究への支援が手厚いことがあげられる。基礎研究投資の対GDP比でみると0.77%で、下図の通り先進國中トップとなっている。

図1-3 基礎研究投資の対GDP比（%、2011年）¹⁵



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

13 スイスは2008年、シンガポールは2011年のデータ。

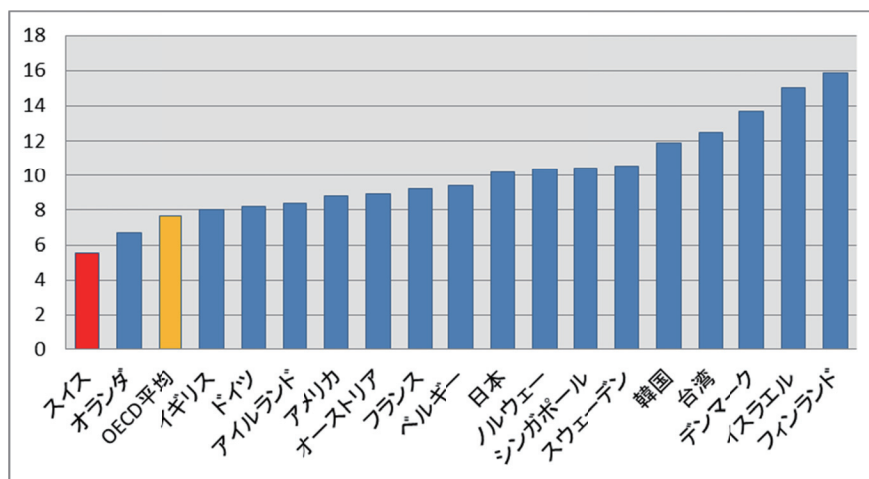
14 スイスは2008年、イスラエルは2010年のデータ。

15 スイスは2008年のデータ。ドイツや北欧諸国などデータがない国がいくつかある。

(2) 研究人材数

スイスの総研究者数は25,142人（2008年）で、125万人の米国、66万人の日本など大国とは比べるべくもない。また、被雇用者1000人あたりの研究者数でみても5.53で、8～16を記録する他の先進国と比べて相当少ないといえる（図1-4）。研究者の内57%は大学など高等教育機関に所属しており、産業部門には41%が所属している。

図1-4 被雇用者1000人当たりの研究者数（人、2011年）¹⁶



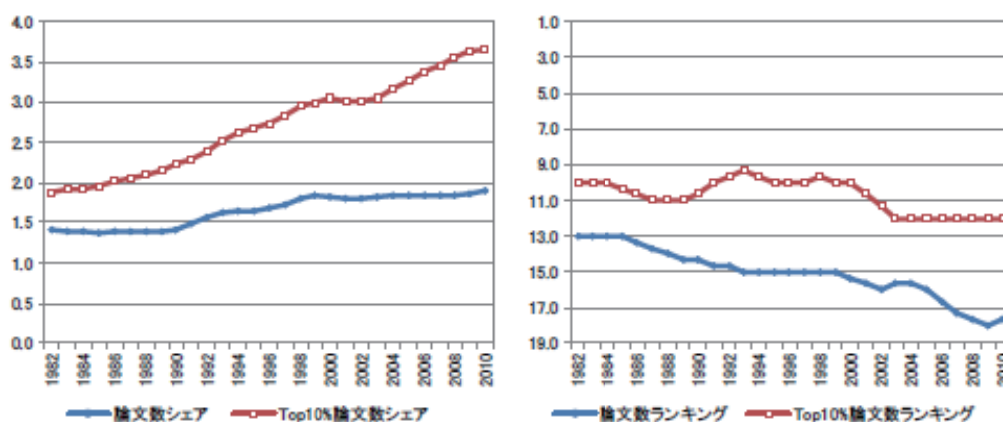
出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

1.3.2 アウトプット指標

(1) 論文数

研究開発のアウトプットとしての論文数は、約23,000（2009－11年平均）¹⁷で日本の3割程度で、ランキングとしては世界18位となっている。ここ30年間、論文数の世界シェアは1.5%～2%（日本6.6%）で、人口規模を考えれば論文数は相対的に多いと言える。

図1-5 スイスの論文数世界シェア（%）とランキング（3年移動平均）



出典：NISTEP調査資料218 科学研究のベンチマーキング2012

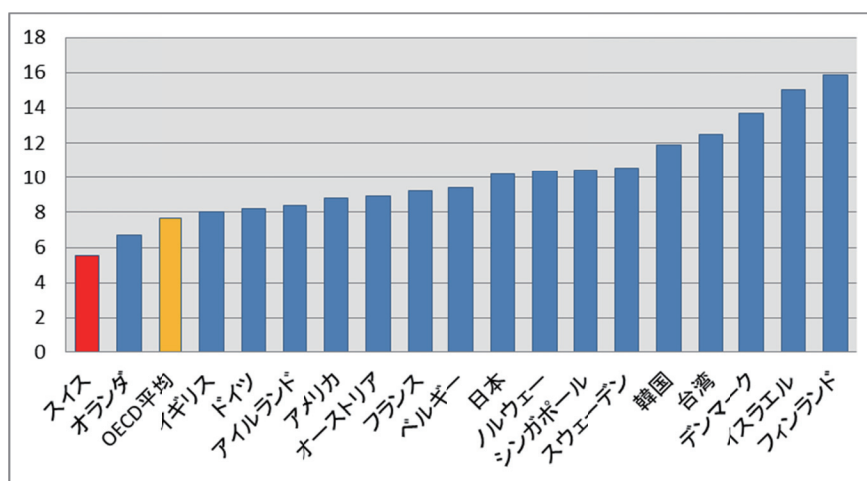
¹⁶ スイスは2008年のデータ。

¹⁷ NISTEP 調査資料 218「科学研究のベンチマーキング 2012 ～論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況～（2013年3月）」

トップ10%論文数のシェアでは約3.5%で、12位（日本5.8%、7位）と健闘しており、研究レベルの高さを伺わせる。Nature関連誌18誌に掲載された論文数によるランキングである「Nature Publishing Index 2012」でも、米英独日仏中の6大国に続いて7位に入っており、研究者が少ないことを考慮すると大変良好なパフォーマンスを見せている。Natureに論文を発表しているスイスの機関は、スイス連邦工科大学チューリヒ校（ETHZ、10位）、スイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL、42位）、ジュネーブ大学（45位）、ロシュ（49位）、チューリヒ大学（58位）などである。

直近約10年間の論文の被引用数では、スイスは約396万で世界12位である。被引用数の多い上位20か国を被引用率でみると、スイスは世界トップである（図1-6）。論文の生産数は必ずしも多いとは言えないが、効率よくレベルの高い論文が生み出されているといえる¹⁸。

図1-6 論文の被引用率（2003年～2013年）



出典：ISI Essential Science Indicators, January 1, 2003–October 31, 2013

スイスの論文生産のもう一つの特徴は、欧州の他の小国と同様に、国際共著率が高いことである。その割合は68.4%（2011年）に上り、論文の約7割が国際共著によるものである。共著の相手国は表1-5の通りであり、科学先進国である米国、英国と、地理的に近接するドイツ、フランス、イタリアの五カ国が主要な共著相手国であることがわかる。特に、科学レベルが高く、歴史的文化的に大きな影響を受けているドイツとの密接な関係が伺える。

表1-5 スイスの国際共著相手国

(%)	1位	2位	3位	4位	5位
1999-2001	米国	ドイツ	フランス	英国	イタリア
	31.5%	27.1%	17.6%	14.4%	12.7%
2009-2011	ドイツ	米国	英国	フランス	イタリア
	31.8%	30.3%	18.1%	18.0%	13.7%

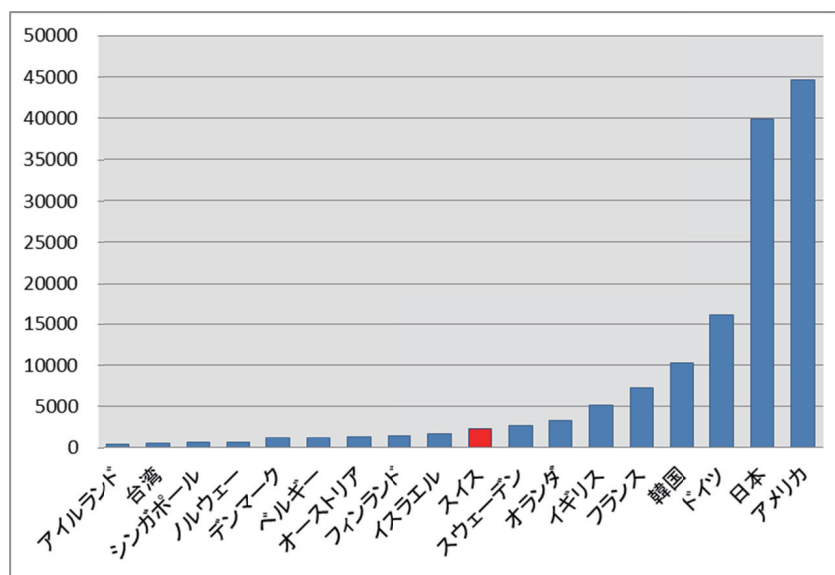
出典：NISTEP調査資料218 科学研究のベンチマーキング2012

18 2004年に、英国の元政府首席科学顧問D・キングは、先進国31カ国を対象に「富裕度」（1人当たりGDP）と「論文の被引用強度」（GDP当たりの被引用数）の関係を調べ、スイスの経済的な豊かさが効率よく優れた学術成果につながっていると論じている。Nature, Vol430(311-316), 15 July 2004

(2) 特許数

特許数についても論文と同じく、絶対数では多いとはいえない。スイスの2011年のPCT特許出願数は約2300件で、他の小国同様大国の後塵を拝している状況である（図1-7）。特許出願が多い常連は、ネスレ、ABB、ロシュ、ノバルティスの4大企業であり、2012年のデータ¹⁹では、ネスレ268件、ABB 213件、ロシュ212件、ノバルティス192件となっている。

図1-7 PCT特許出願数（2011年）

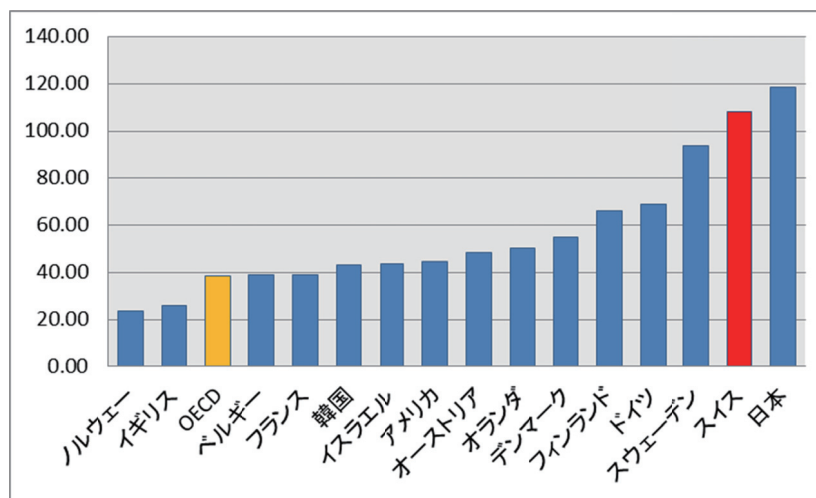


出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

一方、人口当たりの取得数で見るとスイスは世界トップクラスに躍り出る。図1-8に示すように、日米欧の三極特許の人口1000人当たりの取得数は108件で、日本に次いで世界2位である。

19 WIPO Statistics Database, March 2013

図1-8 人口100万人当たり三極特許（2010年）



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

以上見てきたようにスイスは、人口が少なく科学技術や研究開発の各指標の絶対規模は大きくはない。特に、研究開発のインプット指標である研究者数が少なく、また研究開発費もOECD平均より多い程度である。一方、論文・特許などのアウトプット指標については、小国ながら質量ともに健闘しているといえる。特に一人当たりの数値については世界トップクラスを誇っており、科学技術と研究開発の質は一般的に非常に高いレベルにあることが確認できる。

1.4 スイスの科学技術イノベーションの特徴

1.4.1 イノベーションの成果

イノベーション活動は、研究開発費のようなインプット（投入）と、論文・特許などの知財獲得に代表されるアウトプット（直接効果）、さらには生産性や収益性の向上などのアウトカム（最終成果）に整理できるとする考え方がある²⁰。ここでは、スイスのイノベーションによる代表的なアウトカムを確認し、どの様な点でスイスがイノベーション先進国といえるのかを見ておきたい。

(1) スイス発の新発見・新技術

2014年1月、スイスを訪問した朴槿恵韓国大統領は、「スイスは火星探査船に使われるモーターを生産し、世界中で使われるボールペンのボールの90%を作るほど精密機械や化学、医薬品、農業などの分野で世界的な技術力を誇っている」と演説し、スイスの科学技術力を称えた²¹。前節でみたような科学技術における高いレベルのインプットとアウトプットを背景に、スイスは多くの新発見や新技術を生み出している。

スイスではこれまで、アインシュタインを始め20名の科学者がノーベル賞を受賞しており、対人口比率のノーベル賞受賞者数は世界で最も多い²²。P・ミュラーは1939年

20 例えば、青島矢一・楠木建「システム再定義としてのイノベーション」『一橋ビジネスレビュー』2008SPR（2008年3月）、総務省『平成22年版 情報通信白書』、内閣府「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（2013年12月）など。

21 『聯合ニュース』2014年1月20日

22 平和賞、文学賞を含めると24名。

に殺虫剤DDTを発明し、1948年にノーベル賞を受賞した。86年受賞のローラーは、走査トンネル顕微鏡（STM）を発明し、87年のK・A・ミュラーは、酸化物高温超電導体を発見した。91年のエルンストは、高感度・光分解能磁気共鳴法の開発と実用化で、02年のヴェートリッヒは、タンパク質の核磁気共鳴（NMR）法の研究でノーベル賞を受賞している。

表1-6 自然科学分野におけるスイス市民権を持つノーベル賞受賞者

年	受賞者	所属	国籍	受賞
1909	エミール・テオドーア・コッヒャー	ベルン大学	スイス	生理学・医学賞
1913	アルフレット・ヴェルナー	チューリヒ大学	スイス	化学賞
1920	シャルル・エドワール・ギヨーム	国際度量衡局/ フランス	スイス、 1883年より仏に移住	物理学賞
1921	アルベルト・アインシュタイン	カイザー・ヴィルヘルム 物理学研究所/独	独/1901年よりスイス、 1955年から米	物理学賞
1937	パウル・カラー	チューリヒ大学	スイス	化学賞
1939	レーオポルト・レジチカ	スイス連邦工科大学 チューリヒ校	オーストリア生まれ、 1917年よりスイス	化学賞
1948	パウル・ヘルマン・ミュラー	ガイギー社	スイス	生理学・医学賞
1949	ヴァルター・ルドルフ・ヘス	チューリヒ大学	スイス	生理学・医学賞
1950	タデウス・ライヒシュタイン	バーゼル大学	ポーランド生まれ、 1915よりスイス	生理学・医学賞
1951	マックス・タイラー	ロックフェラー財団/米	スイス/南アフリカ、 1922年から米に移住	生理学・医学賞
1952	フェリックス・ブロッホ	スタンフォード大学/米	スイス、1934年から 米に移住	物理学賞
1957	ダニエル・ボベット	高等保健研究所/ イタリア	スイス、1947年から イタリアに移住	生理学・医学賞
1975	ヴラディミール・ブレローグ	スイス連邦工科大学 チューリヒ校	オーストリア生まれ、 1959年よりスイス	化学賞
1978	ヴェルナー・アルバー	バーゼル大学	スイス	生理学・医学賞
1986	ハインリッヒ・ローラー	IBM基礎研究所	スイス	物理学賞
1987	カール・アレクサンダー・ミュラー	IBM基礎研究所	スイス	物理学賞
1991	リヒャルト・ロベルト・エルンスト	スイス連邦工科大学 チューリヒ校	スイス	化学賞
1992	エドモンド・ヘンリ・フィッシャー	ワシントン大学/米	スイス	生理学・医学賞
1996	ロルフ・ツィンカーナーゲル	チューリッヒ大学	スイス	生理学・医学賞
2002	クルト・ヴェートリッヒ	スイス連邦工科大学 チューリヒ校	スイス	化学賞

出典：各種資料からCRDS作成

スイス発の新技术も数多い。1924年に薄いアルミホイルを世界で初めて製造したのはスイスのアルスイス社であり、世界中で現在も使用されている皮むき器レックス（Rex）は、1947年にスイス人アルフレット・ネヴェックツェルツァルが発明した。面ファスナー（日本では「マジックテープ」）は、ジョルジュ・ド・メストラルが野生ゴボウの実にヒントを得て51年に特許出願し、55年に認定されたものである。56年にマックス・ミーディンガーがデザインした「ヘルベチカ（Helvetica）」は、今も使用されている人気フォントの一つである。

コンピュータのマウスは米国で生まれたが、スイスのロジテック社は使いやすいマウスを製品化してマウスの普及に大きく貢献した。1976年に開発されたが斬新すぎて80年代半ばの市場投入時にはあまり受けなかったネスレのカプセルコーヒー「ネスプレッ

ソ (Nespresso)」は、現在世界中でヒットしている。チューリヒのディズニー・リサーチ研究所は、煙や爆発を精密に再現できるコンピュータソフトを開発し、映画「アバター」をはじめ多くのハリウッド映画で利用され、アカデミー科学技術賞も受賞している。

またスイスは、日米英仏独の 5 大国と並んで新薬を創出できる数少ない国である。世界の新薬売上上位100品目 (2010年)²³をみると、アメリカ (44品目) に次いでスイスは16品目で第 2 位である。日本は13品目で第 3 位であり、以下イギリス (9 品目)、フランス・デンマーク (5 品目)、ドイツ (4 品目) と続いている。医薬品の開発と輸出は、現代スイスの製造業における基幹産業であり、後述するように、スイスの科学技術力がイノベーション創出に最も貢献している分野であると思われる。

(2) 高い経済パフォーマンス

スイスのイノベーションの最終成果として取り上げることができるのは、8 万ドルに迫る一人当たり GDP や高い労働生産性など、世界最高水準の経済的成果を上げていることであろう。スイスは、国民の給与水準が世界最高レベルでありながら失業率は世界最低レベルにあり、物価は高いが住みやすい国であるという「スイスの奇跡」を実現しており、イノベーションのアウトカムとして大きな経済的付加価値を獲得しているといえる。

もちろん、スイスの経済的な豊かさの全てがイノベーション、とりわけ科学技術によるものというわけではない。スイスの富の多くは一般的に、競争力ある金融産業や税制、安定したマクロ経済、長年培われてきた開放的で国際的な文化や質の高い教育が生み出す優秀な人材など、科学技術・研究開発とは直接関係のない多様な要因によって形成されてきたと考えられる。実際、経済成長要因において、技術進歩や資本・労働の質的拡大を示す全要素生産性 (TFP) の上昇率は1.2% (2010年) で、韓国 (5.6%)、日本 (3.9%)、スウェーデン (3.4%)、フィンランド (2.8%)、アメリカ (2.1%) などと比べても低い²⁴。

マクロな経済パフォーマンスに対する科学技術による貢献を定量的に評価することは難しいが、スイスが労働生産性で世界最高水準であることは、科学技術イノベーションとの関連で重要である。就業者 1 人当りの国内総生産を示す労働生産性では、スイスは 96,661 ドルで OECD 加盟国中 6 位²⁵であり、製造業の労働生産性 (名目) では、スイスは 158,849 ドルで OECD 中トップとなる²⁶。これは後述するように、スイス製造業の中で、資本集約的で生産性が高くなりやすい精密機械や医薬品が大きなウェイトを占めているためと考えられ、この分野における科学技術・研究開発の大きな役割を想定することができる。

一方、外国との間における特許・実用新案などの国際取引である技術貿易を見ると、スイスは約 51 億ドルの輸入超過となっている (2012 年)。90 年代までは技術収支はプラスであったが、2000 年ごろから収支が赤字に転ずるようになった。米国は約 350 億ドル、日本は約 247 億ドルの巨額の黒字を出していることを考えると、スイスの外国への技術の販売能力は低いように見えるが、収支のマイナスは、必ずしも技術競争力の低さを意

23 厚生労働省「医薬品産業ビジョン 2013 資料編」

24 日本生産性本部『日本の生産性の動向 2013 年版』(2013 年 12 月)。90 年代後半からの約 20 年間をみても、スイスの TFP 上昇率は、5 年毎の平均で 0.0% ~ 0.8% であり、日本以上に低迷してきた。

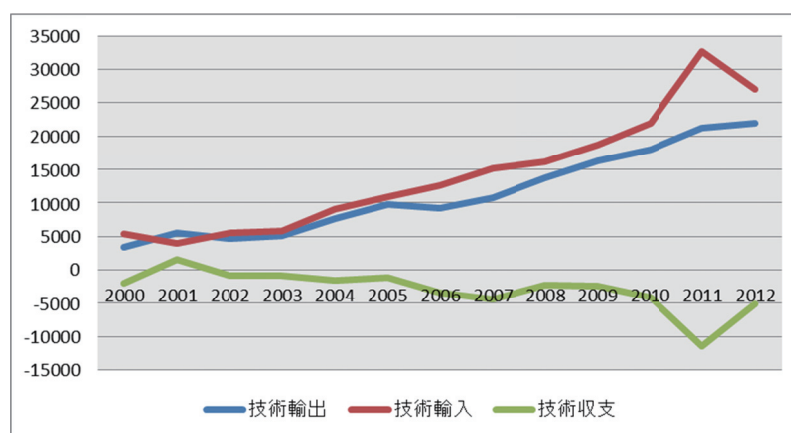
25 購買力平価換算。1 位ルクセンブルク、2 位ノルウェー、3 位米国、日本は 21 位。

26 前出『日本の生産性の動向』。2 位米国、3 位ノルウェー、4 位オランダ、5 位フィンランド。日本は 7 位。

味しているわけではない。

技術貿易は、親子会社間と第三者間の取引に分けられるが、米国も日本も受け取りの7割以上は海外の親会社・子会社からのものであり、第三国間取引は大きくない。特に日本は海外進出が進んでいるものの、海外からの日本進出が少ないため、技術貿易黒字の多くは国内親会社から海外子会社への技術移転と考えられる。スイスでは、製薬企業の海外における研究開発活動の強化に見られるように企業が積極的に海外進出していると同時に、海外企業の研究拠点の受け入れも進んでいるため、技術貿易収支が赤字になっていると考えられる。

図1-9 スイスの技術輸出・輸入と収支（2000年－2012年）



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

(3) グローバル企業群

スイスのイノベーションのアウトカムとして評価されることが多いのは、小国でありながら世界有数の大企業を多数輩出していることである。年度別の売上高ランキングを発表しているフォーチュン・グローバル 500（2013年）には、スイス企業14社がランキングしており、国別では韓国と共に7位となっている²⁷。スイスより上位国は全て人口5000万人以上の大国であることを考えると、九州と同じ程度の面積しかない人口800万足らずの国に、多くのグローバル企業が立地しているかがわかる。

27 Fortune Global 500: <http://money.cnn.com/magazines/fortune/global500/index.html> 1位米国132社、2位中国89社、3位日本62社、4位フランス31社、5位ドイツ29社、6位英国27社、9位オランダ12社、10位カナダ9社。

表1-7 フォーチュン500におけるスイス企業14社（2013年）

	Fortune 順位	企業名	主要事業
1	12	グレンコア・エクストラータ	商品取引商社
2	69	ネスレ	食品・飲料
3	123	チューリヒ保険	保険・金融サービス
4	162	ノバルティス	医薬品
5	197	ロシュ	医薬品
6	255	クレディスイス	総合金融
7	263	UBS	総合金融
8	268	ABB	電力設備・産業機械
9	309	アライアンス・ブーツ	薬局
10	334	スイス・リー	再保険
11	360	エクストラータ	鉱物資源
12	409	スイス・コープ	小売り
13	438	ミグロス	小売り
14	443	アデコ	総合人材サービス

出典：Fortune Global 500よりCRDS作成

また、特許データを基に知財・特許動向を分析し「世界で最も革新的な企業100社」を毎年発表しているトムソン・ロイターによると、100社の中にスイスはABB、ロシュなど4社がランクインし、国別では米日仏に続いて4位であった²⁸。上記14社の中でも、食品・飲料のネスレや医薬品のノバルティス、ロシュ、重電・重工業のABBなどは、研究開発に重きを置くグローバル企業であり、これら各社のパフォーマンスは前節でみたスイスの科学技術力と密接な関係があると考えられる。

スイスには、上記の企業以外にも、世界最大手の補聴器メーカーであるソノバや、セメント業のホルシム、配管システムのジョージ・フィッシャーなど、多くの技術集約型グローバル企業を挙げることができる。これら民間企業の総付加価値が、過去の研究開発投資の累積に対するアウトカムであると考えれば、スイスの“研究開発効率”は、かなり良好であるといえる。

なお、企業によるイノベーションの成果を定量的に測ることは困難であるが、企業に自社のイノベーション実現割合を尋ねた国際比較調査がある。「プロダクト・イノベーションもしくはプロセス・イノベーションのいずれかを実現した企業の割合」についてのOECD調査²⁹によれば、スイスは、調査対象企業の56.4%がイノベーションを実現したと回答しており、ドイツと並んで先進國中トップとなっている。この調査は先進17か国の企業へのアンケートに基づくものだが、具体的な成功体験を伴った結果であり、イノベーションのアウトカムについて一つの参考になるとと思われる。

28 「Top 100 グローバル・イノベーター 2013」ランキングは特許件数に加えて、特許権利化率、特許の地理的範囲や認知度を基準としている。スイスの他の2社は、ST Microelectronics と TE Connectivity。

29 OECD, Innovation in Firms, 2009. NISTEP『国際比較を通じた我が国のイノベーションの現状』2010年。2位以下はドイツ、オーストリア、ルクセンブルク、ベルギー、スウェーデン。日本は34.2%。Innovation in Firmsへの参加国は、イギリス、オーストラリア、オーストリア、オランダ、カナダ、韓国、スイス、スウェーデン、デンマーク、ドイツ、日本、ニュージーランド、ノルウェー、フィンランド、フランス、ベルギー、ルクセンブルクの17か国。調査対象期間は、2002-2004年の3年間となっているが、スイスについては2003-2005年。

1.4.2 医薬・バイオテクノロジー分野への“選択と集中”

各種の指標からは、スイスの科学技術力が全般的にハイレベルにあり、複数の産業分野で競争力を有し、グローバル企業を輩出していることが確認できるが、スイスは人口も市場も小さい小国であり、大国のようなフルセット型の産業構造を持ってはいない。すなわち、金融、機械、化学、医薬品、精密機器、金属加工品などの分野では高い競争力を持っているが、製造業一般や建設業、小売業、農業部門などは脆弱である。

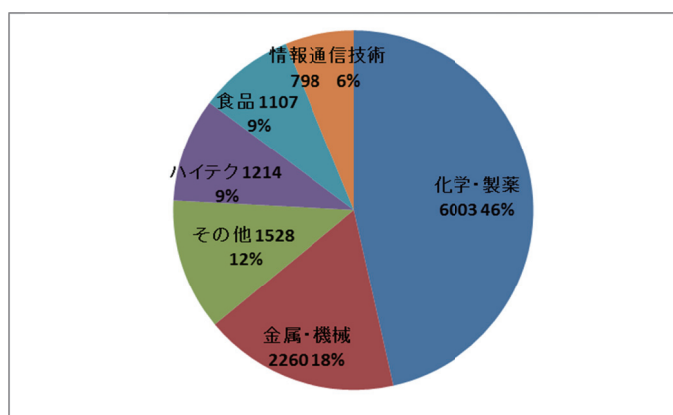
これは、付加価値の高い財・サービスの生産に特化し、収益性の高い市場を重視してきたスイス産業全体の戦略の帰結と言える。スイスは、金融では富裕層の個人資産運用というプライベートバンク事業や再保険業務にリソースを集中し、製造業においては高精度の工作機器や精密計測機器などに特化して生き残りを図ってきた。クォーツ時計の攻勢で一時衰退した時計産業も、ファッション志向の普及品と富裕層向けの高級時計のブランディングに特化することにより復活した。

これらのスイス全体の産業構造と企業の戦略は、研究開発にも当然反映されていると考えられ、スイスの研究開発における医薬・バイオテクノロジー分野の存在の大きさに見ることができる。スイスの医薬・バイオ産業は歴史的に形成・発展してきたものであり、必ずしも政府の産業政策の帰結とは言えないが、結果として製薬企業を中心とする医薬・バイオテクノロジー関連産業に人的・経済的リソースが最適化されていることが、現在の同分野の活況につながっていると考えられる。

(1) スイスの研究開発における医薬・バイオテクノロジー分野

一国の民間部門における研究開発投資への力の入れ方は比較優位を持つ産業によって差異があるが、スイスにおいてはスイス経済・貿易を牽引する化学・製薬産業と金属・機械産業がその中心であり、両部門に投下される研究開発費はスイスの民間研究開発投資総額の6割以上を占めている。図1-10の通り、化学・製薬業が46%を占め、研究開発における支配的なポジションが確認できる。

図1-10 民間研究開発費の産業別内訳（2012年、100万スイスフラン）

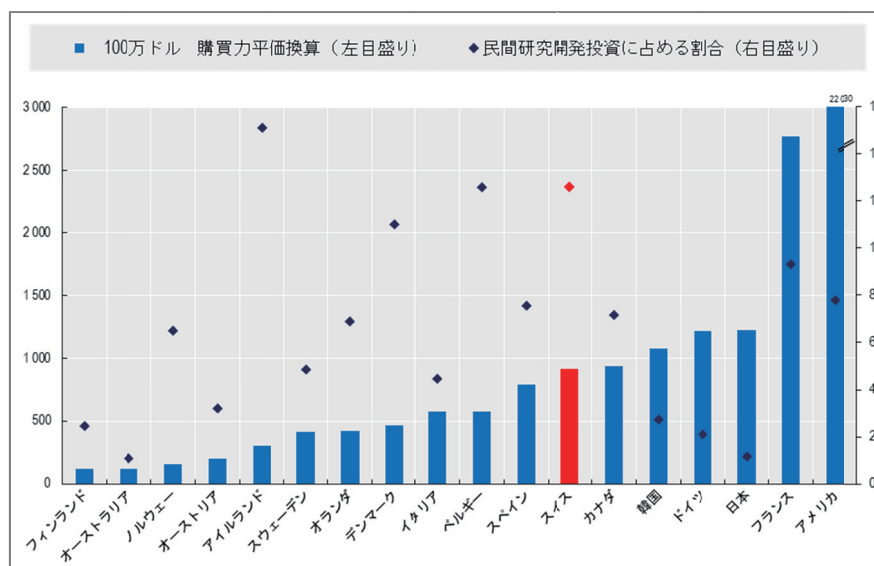


出典 : Federal Statistical Office, Statistical Data on Switzerland 2013, January, 2013

とりわけ製薬産業をはじめとする医薬・バイオテクノロジー関連産業は、典型的な知識集約型のサイエンス産業であり、スイスの科学技術力とより直接的に結びついていると考えられる。OECDのデータによれば、スイスはバイオテクノロジーへの民間R&D

投資の絶対額でも大国に伍しており、また民間投資に占めるバイオ分野の割合も大きい。人材の観点からも同様に、民間研究開発人材は、化学・製薬分野に最も多く（29%）、以下金属・機械21%、情報通信技術19%、その他12%となっている。

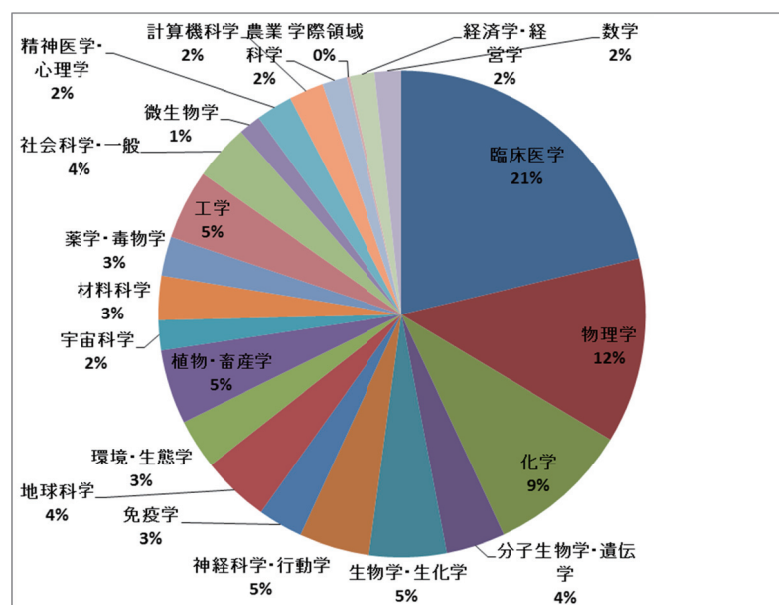
図1-11 民間部門におけるバイオテクノロジー研究開発投資（2010年）



出典：OECD Factbook 2012

アウトプットで見ても、医薬・バイオ分野は目立っている。前述のとおりスイスは、人口当たりの科学論文生産率が極めて高い国だが、生産される論文も医薬・バイオテクノロジーの関連分野が多い。図1-12は直近約10年の分野別の論文数を示しており、臨床医学、化学、分子生物学、生化学、免疫学、薬学など医薬・バイオ関連文献は全体の45%以上のシェアを占めている。

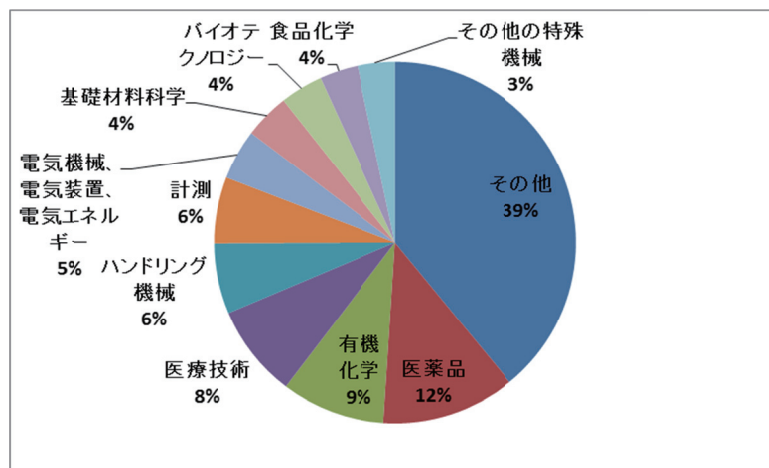
図1-12 スイスの分野別論文数（2003年1月~2013年10月）



出典：ISI Essential Science Indicators, January 1, 2003 - October 31, 2013

また下図に見るように、スイスの特許出願の分野別内訳においても、医薬品や有機化学、医療技術、バイオテクノロジー関連が多くを占めているといえる。

図1-13 スイスの特許出願の上位技術分野（1998年－2012年）



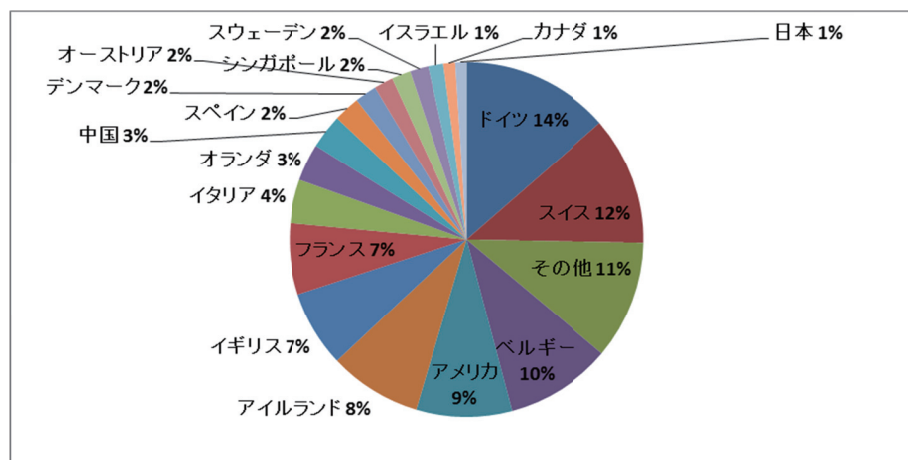
出典：WIPO 特許データベース 2014年1月

産業構造上も、スイスにおける医薬・バイオテクノロジー関連産業の比重は相対的に大きい。Swiss Medtech Report 2012によると、スイスの医療技術産業の関連企業数は約1600社あり、雇用者数は5万1000人で、年率1.5%で増加している。グロスの数字では米国、ドイツ、日本よりも少ないものの、割合でみると同産業はスイスのGDPの2.1%、総雇用者数の1.1%、総輸出額の5.5%を占めており、この数字は米国や英国、ドイツなどよりも高い。バイオテクノロジー産業についても、企業数は250社、雇用者数1万4000人に上り、2012年の同産業の収益は47億スイスフランを越えている（Swiss Biotech Report 2013）。

貿易、特に医薬品貿易におけるスイスのプレゼンスも大変大きい。下図の通り、製薬産業の輸出シェアはトップのドイツに迫る12%で世界2位である。輸出入の収支バランスで見ると、スイスは輸出超過額トップの365億ドル（2012年）であり、アイルランド（357億ドル）、ドイツ（209億ドル）がそれに続いている³⁰。

³⁰ 輸入超過額上位3カ国はアメリカ、日本、カナダ。医薬品の輸出入バランス自体は、国の製薬産業の国際競争力と直接的な関係はない。

図1-14 製薬産業の輸出シェア（2011年）



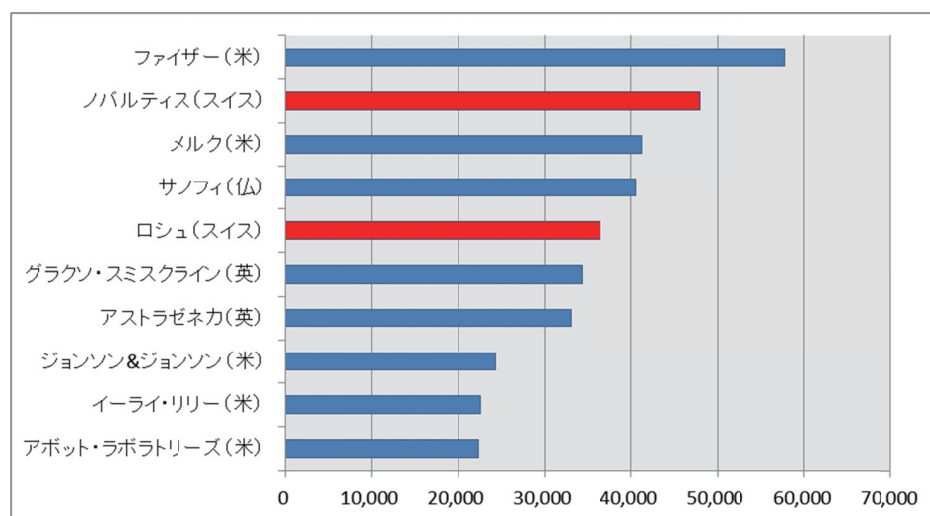
出典：OECD, Main Science and Technology Indicators 2013/2

スイスとアイルランドは、低い法人税率や先端技術産業に焦点を絞った誘致策によって、世界の製薬企業の代表的な製造立地となっているが、スイスとアイルランドの決定的な違いは、スイスには自国の巨大製薬企業＝メガファーマが2社あるということである。

(2) 二大メガファーマ：ノバルティスとロシュ

スイスの医薬関連企業の中でもノバルティス、ロシュというメガファーマ2社は群を抜いて巨大である。図1-15にあるように、医薬品の売上高でノバルティスはアメリカのファイザーに続いて2位、ロシュは5位である。また、医薬品の世界売上上位30品目（2011年）に、ノバルティスは「降圧剤ディオバン」、「抗がん剤グリベック」の2品目、ロシュは「非ホジキンリンパ腫リツキシサン」、「転移性結腸癌アバスチン」、「乳がんハーセプチン」の3品目を送り込んでおり、競争力の高さを示している。

図1-15 世界大手製薬企業の医薬品売上高（2011年、百万ドル）



出典：厚生労働省「医薬品産業ビジョン2013資料編」

両社は研究開発に多大な投資を行っており、EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2013によれば、世界の企業別研究開発投資ランキングの6位にロシュ、7位にノバルティスがランクインしている（表1-8参照）³¹。

表1-8 企業の研究開発支出ランキング（2012年、百万ユーロ）

順位	企業名	国名	産業部門	R&D
1	フォルクスワーゲン	ドイツ	自動車・部品	9515.0
2	サムスン電子	韓国	電子製品・部品	8344.7
3	マイクロソフト	アメリカ	ソフトウェア・コンピュータサービス	7890.7
4	インテル	アメリカ	ハードウェア・部品	7691.4
5	トヨタ	日本	自動車	7070.9
6	ロシュ	スイス 	製薬	7007.8
7	ノバルティス	スイス 	製薬	6922.8
8	メルク	アメリカ	製薬	5995.9
9	ジョンソン&ジョンソン	アメリカ	製薬	5809.5
10	ファイザー	アメリカ	製薬	5740.5

出典：EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2013

ちなみに、上位ランクインしている他のスイス企業は、ネスレ（80位）、ABB（95位）、シンジェンタ（116位、農薬・種苗）、リープヘル（204位、建設機械）、タイコ・エレクトロニクス（219位、電子機械）、アクテリオン（253位、製薬）、ジボダン（282位、香料）などである。

スイスでは、バイオテクノロジーの産業クラスター（「ヘルス・バレー」とも呼ばれる）の形成が進行中で、スイスのバイオテクノロジー関連企業のほとんどは、バーゼル周辺の「バイオバレー」か、ジュネーブを中心とする「バイオ・アルプス」、南部のイタリア語圏「バイオポロ・ティチャーノ」、チューリヒ都市圏の「チューリヒ・メドネット」の4カ所に集まっている。

ノバルティスとロシュは共に「バイオバレー」の中心企業であり、独仏国境に近いバーゼルのライン川沿いに本社を構えている。バーゼルはライン川のほとりに位置し、大型船が航行可能であることから各種工業が発達し15~16世紀には繊維工業が盛んになった。19世紀になるとこれらに合成染料を供給するために化学工業が興り、有機合成技術から派生して薬品工業が生まれた。

ノバルティスは、1996年に新薬メーカーのチバ・ガイギー社とジェネリック薬のサンド社の合併により誕生したが、もともとはガイギー（創業1758年）、チバ（同1859年）、サンド（同1886年）とも、別々の化学・薬品会社であった。従業員数12万人、事業展開国140か国を誇るノバルティスは、診断薬、ワクチン、ジェネリックから大衆医薬品開発まで幅広く取り扱っているが、合併以降は農薬・栄養部門の売却などにより事業の選択と集中に注力している。スイス本国よりも、米・英・日本・豪州等、海外に多くの研究開発拠点を持っており、外国で発明した特許件数が、自国で発明した特許の件数を

31 2011年の順位は、1位トヨタ、2位マイクロソフト、3位フォルクスワーゲン、4位ノバルティス、5位サムスン電子、6位ファイザー、7位ロシュ、8位インテル、9位GM、10位メルク。10位以内に製薬メーカーが4社入っているが、2012年は7社に増加した。

大きく上回っている。各研究所は、スピードを重視した運営を図るため、遺伝・細胞・呼吸器などテーマ別に編成され、規模も250人以下におさえられているという。

ロシュは、1896年創業の製薬・ヘルスケア企業であり、医薬品・診断薬の研究開発に特化している。ノバルティスの前身企業と同じく、繊維用染料を扱う化学メーカーだったが、ビタミンの特許を取得して以来ビタミン生産で企業基盤を築いた。新薬開発に定評があり、戦後はポーランド系ユダヤ人化学者レオ・ヘンリク・スターンバックを中心に、ベンゾジアゼピン系抗不安薬クロルジアゼポキシド（商品名「リプリウム」）や、抗不安薬ジアゼパム（商品名「ヴァリウム」）の開発に成功し大きく成長した。近年では、インフルエンザ治療薬オセルタミビルの製造専売特許を取得して主力商品「タミフル」を販売している。ロシュは、米国のジェネンテックにいち早く出資するなど、創薬技術が低分子医薬からバイオ医薬へと移る時流を捉えて、バイオベンチャーとの連携に経営戦略をシフトしている。また2002年には日本の中外製薬を傘下に収めている。

世界の医薬品市場に占めるスイス国内市場の割合は0.6%で、売り上げに占める割合も1%程度と大変小さいことから、両社とも輸出に力を入れており、医薬品は時計と並んでスイスの主力輸出品となっている。両社ともに、大胆なリストラや組織再編、不採算部門の売却などにより、成長力のある分野にリソースを集中してきたことが現在のところ功を奏していると評価されている。

(3) 政府の医薬・バイオテクノロジー支援策

ノバルティス、ロシュというメガファーマ2社と多数の中小企業を含む医薬・バイオテクノロジー関連企業が立地するスイスの研究開発は、国の基幹産業の一つである製薬産業の影響を大きく受けており、政府支援の重点も相対的に医療技術とバイオテクノロジーに置かれているといえる。

とはいえスイスは分権国家であり、連邦政府の権限はかなり限定されている。科学技術イノベーション政策についても、巨額の政府予算があるわけではなく、強力な産業政策というよりは、研究振興とイノベーション実現のための環境整備という役割を担っている。

スイス連邦政府では従来、経済省（FDEA: Federal Department of Economic Affairs）と内務省（FDHA: Federal Department of Home Affairs）が科学技術政策を担ってきた。経済省は経済成長及び教育の観点から、内務省は科学技術振興の観点から、それぞれ科学技術政策に取り組んできたが、2013年1月、内務省の関連部署を経済省に統合し、連邦政府の科学技術政策は、経済教育研究省（EAER: Department of Economic Affairs, Education and Research）に一元化された。EAERの下には、教育研究イノベーション庁長官（State Secretariat for Education, Research and Innovation）が置かれ、科学技術イノベーション政策の企画立案機能を担っている。

科学技術イノベーション政策の実施を担うのは、基礎研究を支援するスイス国立科学財団（SNSF: Swiss National Science Foundation）と応用・橋渡し研究を支える技術革新委員会（CTI: Commission for Technology and Innovation）である。1952年に設立されたSNSFは、基礎研究や国家として重要な研究、国際共同研究を支援している。年間予算は7億5500万スイスフラン（2012年）で、現役研究者から構成された研究評議会が予算の配分が決定される。毎年7,000名以上の研究者に助成金を与え、5,500名以上

は35歳以下の若手が占めている。研究費は、生物学・医学に最大の41%が割り当てられ、以下、数学・自然科学・工学が35%、人文・社会科学が24%となっている。

CTIは、1947年に経済省傘下の機関として発足した。「Science to Market（科学から市場へ）」を設立理念とし、60年以上に渡って新技術の開発や実用化を促すために企業と大学の橋渡しを支援してきた。これまで、延べ4,500件以上の応用研究に助成し、5,000以上の企業との共同プロジェクトを成立させたとされる。CTIの主な業務は、産学連携による研究開発プロジェクトへの助成や中小企業支援、ベンチャー企業支援、知識・技術移転の促進等で、予算は1億3670万スイスフラン（2012年）である。

CTIの重点分野は、生命科学、実用科学、マイクロ・ナノテクノロジー、エンジニアリング科学の4分野で、特に中小企業を対象として技術移転や海外進出の支援、ハイインパクトなプロジェクトへの助成を行っている。CTIには、事業者や起業家に対応するために常勤の専門担当官が分野ごとに置かれており、50人程度の外部専門家も抱えている。また、スイス全土を5つのエリアに分け、外部契約のコンサルタント企業等を活用し、企業や大学のニーズを日常的にヒアリングしてそれぞれの情報を集約しているという。CTIの予算は大きくはないが、スイスの雇用人口の7割は中小企業に所属しており、医薬・バイオテクノロジー分野にはとりわけ関連する中小企業が多いことから、雇用維持と技術開発におけるCTIの役割は大きいといえる。

基礎研究支援のSNSF、技術移転支援のCTIを中心としてスイス連邦政府は、特にノバルティスの誕生以降、限られたリソースの中でバイオ・医療技術振興に戦略的に取り組んできた。SNSFは、生物学・医学分野に最大の予算配分を行うと共に、1990年代にはバイオテクノロジーのネットワークを構築するため、官民合同イニシアティブとなるスイス・バイオテクノロジー・プライオリティ・プログラム（SPP : Swiss Priority Program Biotechnology）を立ち上げた。1億スイスフランが投入されたSPPは、1992年の発足から2001年に終了する10年の間に、100社以上の企業の参加と250件以上の官民共同研究、及び18社のスタートアップ企業を生み出した。また、民間部門から4,000万スイスフラン、ベンチャーキャピタルから6,000万スイスフランの投資を呼び込み、大学と企業間の大規模な知識・技術交流を実現した。SPPは、バイオテクノロジー業界における産学連携の促進に効果的であったと現在でも評価されている。

SPPの終了後SNSFは、課題解決型のファンディング・プログラムである国家研究プログラム（NRP : National Research Programme）と、研究用のインフラ設備改善を目的とした連邦科学研究能力センター（NCCR : National Centers of Competence in Research）の中で、分子腫瘍学や幹細胞・再生医学などの医療バイオ関連プログラムを継続的に取り上げて支援している。

同様にCTIも、ライフサイエンスを重点四分野の一つとして、企業のスタートアップとスピンオフを支援するCTI Start upプログラムを運営している。特に医療・バイオ分野ではこれまで、医療技術関係の起業家支援を目的としたMedTechや中小企業向けのCTI BioTech、あるいはナノバイオテクノロジー関連の研究開発を支援するTop Nano 21など、起業・技術移転を促進することを目的とした多彩なイニシアティブが実施されてきた。

1.4.3 大学主導の産学連携

論文の質の高さや基礎研究への投資割合が世界トップクラスであることから理解されるように、スイスの科学技術イノベーションを支えているのは、2つの連邦工科大学に代表される教育・研究レベルの高い大学群である。同時に、スイスでは、レベルの高い大学における研究シーズを生かして産業界に技術移転するために、きめ細かい産学連携の仕組みが整備されている。

(1) 二つの連邦工科大学：ETHZとEPFL

スイスは人口が少ない割に、世界レベルの大学と研究機関を多数有している。とりわけ2つの連邦工科大学、スイス連邦工科大学チューリヒ校（ETHZ）とスイス連邦工科大学ローザンヌ校（EPFL）は、自然科学の研究で世界的な評価を得ている。大学の評価ランキングで有名なQS 2013/14³²ではETHZは12位、EPFLは19位であり、事実上欧州大陸ナンバーワンの教育・研究拠点とみられている。スイスには他にも、ジュネーブ大学、チューリヒ大学、バーゼル大学、ローザンヌ大学、ベルン大学など10の州立大学と9の応用科学大学があり、スイスのレベルの高い基礎研究を下支えしている。

表1-9 スイスのトップ大学の各種国際ランキング評価（順位）

	ETHZ	EPFL	ジュネーブ	チューリヒ	バーゼル	ローザンヌ	ベルン
QS Ranking 2013/14	12	19	71	78	110	115	154
Times Ranking 2012	12	40	133	89	142	111	151
Leiden Ranking 2013	26	13	59	70	85	68	177
Shanghai Ranking 2013	20	101-150	69	60	83	201-300	151-200

出典：各報告書からCRDS作成

ETHZは1855年、ドイツ語圏のチューリヒに創設された工学・自然科学を対象とした大学で、5部門16の研究科から構成されている。100カ国以上の国々から約1万8,000人の学生が在籍しており、3,800人は博士課程の学生である。アカデミックスタッフ約6,500人の内、約500人の教授が工学、建築学、数学、自然科学、システム科学、社会科学の各分野で教育・研究を行っている。アインシュタインなど、ETHZで教育を受け、研究を行ったノーベル賞受賞者は21人いる。

研究だけではなく、社会への知識移転がETHZの主要目的の1つとされており、傘下には産学連携のための専門の独立組織がある。毎年80件の新規特許が出願され、1996年から2012年の間には約260件の大学発ベンチャー企業が誕生している。産学で連携すべき今後重要な研究課題としては、エネルギー供給、リスク対応、未来都市開発、食糧問題、人間の健康などが挙げられている。最近では、コンタクトレンズの表面に装着して眼圧を測定する「スマートコンタクト」の実用化に向けた極薄の電子回路を開発した。

もう一つの連邦工科大学EPFLは、1853年の創立当初は私立学校であったが、1869年に公立化、1969年に国有化された。フランス語圏のレマン湖畔ローザンヌに位置し、9,300人以上の学生と3,500人の研究者・スタッフなど合計約1万4,000人が所属している。ETHZと同様、教授陣の半分以上が外国籍であるなど国際色豊かであり、大学院で

32 <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2013#sorting=rank+region=+country=+faculty=+stars=false+search=>

は多くの授業が英語で行われている。

EPFLの大きな特徴は、産業界との連携や資金援助、共同プロジェクトを積極的に推進していることである。EPFLの卒業生ダニエル・ボレルが1981年、EPFLの教授陣と連携して使いやすいコンピュータマウスを製品化し、自ら創業したロジテック社発展の基礎を築いたことは有名である。近年では、水中翼を装備した世界最速のヨット「イドロプテール号」や、有人太陽エネルギー飛行機プロジェクト「ソーラーパルス」、EUの未来科学技術（FET）フラッグシップ・プロジェクトの一つ「ヒューマンブレイン・プロジェクト（HBP）」といった大掛かりな科学技術プロジェクトが、EPFLを舞台に実行されている。

EPFLのイノベーションを重視する路線は、現学長のパトリック・エビシェールが1999年に着任して以降、加速化したといわれている。エビシェールはアメリカのMITやCALTECHをモデルに、教授陣の入れ替えや学部独立採算性の導入、研究における商業化・実用化の重視などの諸改革を断行した。学内には、産学連携拠点として「イノベーション・スクエア」³³を建設し、ロジテック、ネスレ、シスコなどの有力企業との共同研究施設を構え、民間の資金と人材を呼び込むことに成功している。2012年にはEPFLから12社の新興企業と大学発ベンチャー企業が誕生している。

最近の報道によれば、EPFLは他にも、色素太陽電池や、宇宙ゴミを収集する衛星「クリーンスペース・ワン」、体内に埋め込んで心臓発作を予知するセンサーなどの開発にも成果を上げていると報告されている。また、時計メーカーのブライトリングは3000mの深海で使える機械式腕時計「アベンジャー・シーウルフ」を発売しているが、これはEPFLが腕時計の小型化・軽量化の技術開発に協力したことが背景にある。

二つの連邦工科大学の関連研究施設としては、スイス連邦環境科学技術研究所（Eawag）、スイス連邦材料試験研究所（Empa）、ポール・シェラー研究所（PSI）、スイス連邦森林・雪・景観研究所（WSL）の4つが置かれており、ETHドメインを構成している。各研究所では、スイスの地理的特性や強みに応じた研究開発が行われている。Empaは最近、フレキシブルタイプのCIGS薄膜太陽電池³⁴において世界最高記録となるセル変換効率を達成したと発表している。

なお、スイスには多くの国際機関が本部を構えているが、国際的な研究施設も立地している。ジュネーブ近郊にある欧州原子核研究機構（CERN）は、1954年に設立され20カ国が加盟する国際共同機構で、加速器を用いた素粒子物理学の研究が行われている。2013年にはヒッグス粒子の発見という大きな成果を挙げた。さらにスイスには、チューリヒ州リュシュリコンのIBMヨーロッパ研究所やグーグルの欧州研究本部であるグーグル・チューリヒを始めとして、グローバル企業の研究開発拠点が多数集まっている。有力企業を誘致しようという政府やカントン政府の政策と共に、優れた研究者・技術者の存在や、治安の良さ、生活の質の高さが人々を惹きつけている。

（2）大学TLOによる技術移転支援

リソースの少ないスイスの科学技術イノベーションの方法論的特徴は、産学連携の積

33 2013年9月、EPFLは大手企業との共同研究開発向け「イノベーション・スクエア」とスタートアップ企業向けの「サイエンス・パーク」とを統合し「イノベーション・パーク」を発足させた。

34 シリコンではなく環境に優しい銅（Copper）、インジウム（Indium）、ガリウム（Gallium）、セレン（Selenium）を原料とする化合物を使った太陽電池。

極的活用によって、公的部門である大学から民間企業への技術移転が図られていることである。この背景には、スイスの高等教育機関は全て公立で、公的資金が民間企業の研究開発には直接投資されないため、大学から産業界への技術移転を促進する仕組みが求められる素地があった。

また、スイスでは1980年代後半から90年代にかけて、基礎研究志向が強かったETHZとEPFLの2つの連邦工科大学内で、研究成果の社会的活用を求める声が高まる等、研究開発を取り巻く環境が変化してきた。必然的に技術移転の重要性が認識されるようになり、効果的な産学連携の仕組みづくりが課題となってきた。90年代のスイスは日本と同様不況期で、連邦政府が景気刺激策の一環として産学連携による技術移転を推奨したこともあって、両大学は産業界に対する窓口となる技術移転機関（TLO : Technology Licensing Organization）を自ら設置した³⁵。ETHZのETH TransferとEPFLのSRIがそれである。

ETHZの技術移転部門であるETH Transferは、研究者からの要望が発端となり、研究成果の実用化を目標として1985年に設立された。知識・技術移転のための学内組織として位置付けられ、ライセンス担当者1名の配置から始まった。東京工業大学産学連携推進本部の2012年の調査³⁶によれば、現在スタッフは徐々に増員され、5カ国14名で構成され、うち10名は博士号取得者であるという。業務内容は、知的財産に関するコンサルティングや、スピンオフ企業設立支援、広報活動等で、技術移転に関する知識・認識が不足しがちな研究者を全面的に支援している。ETH Transferは、近年年間20社以上のスタートアップ企業を起業しており、これまで150社以上の企業創出に成功してきた。分野としては、IT、バイオ、医療分野における起業がおよそ半分程度を占めているという。

EPFLの技術移転部門であるSRI（Service des Relations Industrielles EPFL産学共同サービス）は、ETHZに遅れること1年後の1986年、EPFLの技術科学支援センター（CAST）内にEPFLの対企業窓口として設けられ、その後98年にSRIとして改組された。SRIは、EPFLの技術移転に関する“ワンストップ・オフィス”を標榜しており、技術・法務・知財・企業財務・起業などの実務経験を持つスタッフ7名で構成されている。また、EPFL内の研究所に約100名のコーディネーターが配置され、研究開発動向をモニタリングし、研究者のニーズをSRIへフィードバックする仕組みとなっているという³⁷。

前出の東工大産学連携推進本部の調査によれば、SRIの技術移転実績は、毎年共同研究等契約件数が300件以上、新規発明件数が80～100件、新規特許出願件数は40～50件で、新規の起業件数は、年間10～15社に上り、1990年からの累計では180社以上の企業を立ち上げてきたとされる。

これらスイスにおけるTLOは、技術移転の実現を優先目標としており、特許など知財獲得については手段の一つとして位置づけられている。研究者と企業間の委託研究契約やライセンシング契約交渉においては、研究者の権利と報酬を守りつつ、最終的に研究成果の実用化を促進することに重点を置いた運営がされているという。また、これらの業務には多様なスキルと経験が求められるため、技術移転機関には有能な人材が必要

35 原山優子「スイスにおける技術移転の現状」研究技術計画学会（2001年）

36 国立大学法人東京工業大学産学連携推進本部『欧州大学における産学連携拠点の調査研究報告書』（2012年3月）

37 伊藤裕美「Anime bless you! Vol.04 スイスにおける技術の研究開発と産業化の連携」2009-03-17

で、スイスでは適材が登用されているとイノベーション政策の専門家であるIMDのアーウー教授は指摘している³⁸。

先述の通り、技術移転を促進する政府機関であるCTIには、公的部門（大学・研究機関）の技術を民間企業（特に中小企業）に移転するため、全国を5つに分けた産学連携促進制度がある。しかし予算も人員も十分とはいえないCTIだけでは大学や企業の個別状況をつかむことは難しいため、これら大学TLOが現場に即した支援を行っている。地域レベルで研究者と企業を結ぶ「アライアンス」やサイエンス・パークなど他の支援制度と共に、大学TLOはCTIの技術移転政策の補完的役割を担っているといえる。

1.5 まとめ・考察

1.5.1 高い“研究開発効率”

スイスは、各種の国際競争力ランキングで高く評価されているように、高い経済パフォーマンスと多くのグローバル企業を生み出している。同時に、多くの科学技術指標が示すように、絶対規模は大きくはないもののハイレベルの科学技術力を有しており、そのアウトプットとアウトカムで見る限り、イノベーション先進国といえる。とりわけ、医薬・バイオテクノロジーに比較優位を持つ研究開発力は、主要輸出産業である製薬産業の国際競争力の維持・発展に大きく貢献していることが伺える。

一般的に小国は、環境変化への迅速な対応、特定産業への選択と集中、戦略的な技術開発への投資などの点において、大国よりも小回りが利くために優位性があるといわれる。それは同時に、少ない人口、乏しい天然資源、市場変化への脆弱性、外需への依存など、小国であることの構造的制約に適応するためには選択肢が限られていることを示している。

スイスも例外ではなく、フルセット型の産業化よりは、金融・精密機械・医薬・観光といった産業の発展に重点を置いてきた。スイスでは、歴史的に形成されてきた製薬産業の基盤の上にたって、医薬・バイオテクノロジー関連の研究開発にリソースを集中させ、大学TLOを中心に産学連携を強化してきた。これらが、先端技術を持つ中小企業群の形成やスタートアップ企業の増加、技術競争力の向上による輸出増などにつながり、スイスの高い国際競争力の維持に貢献しているのである。

決して大きくはない公的部門の研究開発予算と、メガファーマ2社を始めとする民間部門の巨大な富を考え合わせると、スイスは、「過去における研究開発費の支出の累積に対する現在の企業部門の付加価値」として定義される“研究開発効率³⁹”が高い国といえることができるかもしれない。高い研究開発効率の要因としては、①収益率の高い産業や分野に研究開発投資が集中し、②収益率の高い企業に研究開発投資が集中していること、③研究開発人材の質が高く環境変化にも対応しやすい、ことなどを指摘することができる。

日本は研究開発効率が悪いと言われて久しい。スイスの経験からは、量的な研究開発投資促進に重点を置きすぎるのではなく、回り道かもしれないが、TLO人材や技術経営人材の育成支援強化等、地道な施策の重要性を学ぶことができるかもしれない。

38 Georges Haour, Innovative Switzerland, InnovationManagement.se. 2012.11.14

39 「研究開発効率」については、2011年の経済財政白書の試算がある。同白書では、研究開発効率＝付加価値（後方5年平均）/5年前研究開発費（後方5年平均）と定義している（内閣府2011年）。みずほ総合研究所は、研究開発効率＝過去4年間の付加価値/8年前から6年前までの累積研究開発支出として、日本企業500社の研究開発効率を計測している（みずほ総研2010年）。

1.5.2 イノベーションを生み出す環境要因

官民ともに医薬・バイオテクノロジー振興に焦点を合わせてきたことは、スイスの高い“研究開発効率”やイノベーション創出に貢献したと考えられるが、スイスの科学技術イノベーションを考える上で、本質的により重要と思われるのは、スイスとイノベーションとの親和性を形作ってきた様々な環境要因である。すなわち、スイスの高い教育レベルと良質な労働力、多言語を操る国際的人材、世界有数の金融セクター、欧州の大国で市場でもある独仏伊に挟まれた地理的特質、安定した政治経済体制などである。

科学技術イノベーションの観点からは、スイスの経団連であるエコノミースイスが2013年にまとめたレポート⁴⁰が参考になる。このレポートは、「スイスのイノベーション成功の7原則」として、①自由主義経済原則に基づく競争力強化策②理数教育の促進③二重教育システムの充実化④研究開発への資金提供⑤開放市場の維持⑥国際ネットワークの拡大⑦人々の行動の自由を作り出すイノベーション政策の7つを指摘している。ここでは、スイスの科学技術イノベーションを支える重要な環境要因として、特に、基礎研究への十分な投資、二重教育、国際性と対外開放性の3つの重要性を指摘したい。

イノベーション創出のためには公的部門による基礎研究への投資が必要なことは、米国のイノベーション戦略にも明らかである。スイスは、限られたリソースを基礎研究に重点的に配分し、その割合は先進国中トップクラスである。地道で継続的な基礎研究への支援が、連邦工科大学を始めとする高等教育部門の質を高め、イノベーションの土台を支えている。

また、天然資源に乏しいスイスでは、人材が財産と考えられており、教育に力が入れている。大学への進学率は20%程度というエリート教育が行われており、連邦工科大学と州立大学の教育・研究レベルは高い。さらに重要なことは、スイスでは二重教育（dual system）や徒弟制度（apprenticeship）と呼ばれる職業教育訓練が充実していることである。スイスでは、高等教育と職業訓練が社会的に同等の価値を持っているとされ、大卒と比べても就業機会に大きな差がなく給与格差も小さいため、スイスの学生の7割は職業教育訓練を選択する。学校での授業に加えて企業での実地訓練を受けた卒業生たちは、産業界に即戦力人材として重宝されており、スイスにおけるものづくりを下支えしているのである。イノベーションの現場では、アイデアを生み出す研究開発人材と共に、アイデアを形にする生産現場での労働力の質が重要であることは論を待たない。人材は今日のグローバル環境において最も重要な成長要因の一つであり、スイスはここでも高く評価されている⁴¹。

スイスの国際性と対外開放性は、人と人、人とアイデアを“つなぐ”機能が肝要とされるイノベーションにおいて、スイスの重要な武器となっている。多様な言語と英語運用能力及び文化的多様性が、イノベーションの阻害要因になりやすい国境をはじめとする様々なボーダーを無意味にしている。オープン・イノベーションの時代にあって、対外開放性というスイスの強みは、さらに効果を発揮する可能性がある。

一方、スイスの強みは、裏を返せば課題でもある。基礎研究への投資割合は高いものの、

40 economiesuisse, Seven principles of success: The story behind Swiss, April 2013
http://www.economiesuisse.ch/de/SiteCollectionDocuments/economiesuisse_swissinnovation.pdf

41 WEF がと人事・組織コンサルティングのマーサーが共同で作成した「第1回人的資本レポート」で、122か国中スイスが1位の評価。有効な人材育成、成長潜在力、経済成長に資する状況が最も整っているとされた。2位はフィンランド、3位シンガポール。日本は15位、米国は16位。

スイス連邦政府の研究開発投資の絶対規模はまだまだ小さい。高等教育と二重教育は良質な人材を生み出し続けているが、国内の研究開発人材の量的な不足と外国人材への過度の依存はスイス最大の課題である。また、他国と同様にスイスでも若年層の理数教育離れが起こっているため、二重教育システムによる研修先や職業選択の際に科学技術分野の定員割れが続くなどの悪影響が出てきている。スイスの強みであり伝統であった対外開放性についても、EUとの協定により人の往来が自由化された2002年以降は移民が急増しており、移民が経済・雇用・社会の安定に与える影響について議論が巻き起こっている。2014年2月の国民投票で移民規制支持が多数を占めたことは記憶に新しいところであり、スイスの対外開放性に今後どのような影響が出るのか注目される。

1.6 参考文献

- ・黒澤隆文「スイス」財務省財務総合政策研究所「経済の発展・衰退・再生に関する研究会」報告書第6章、139-165頁、2001年6月
- ・JETROジュネーブ事務所「スイスの科学技術政策」2005年10月
- ・OECD, OECD Reviews of Innovation Policy: Switzerland, 2006
- ・磯山友幸『ブランド王国スイスの秘密』日経BP社 2006年2月
- ・税所哲郎「ヨーロッパにおける産業クラスター戦略に関する一考察」『関東学院大学経済系第234集』2008年1月
- ・JETROジュネーブ事務所「スイス・バイオテクノロジー産業」『ユーロトレンド』2008年10月
- ・経済産業省「平成20年度海外技術動向調査 調査報告書 欧州編第三部」2009年3月
- ・文部科学省科学技術政策研究所『国際比較を通じた我が国のイノベーションの現状』2010年9月
- ・内閣府『平成23年度年次経済財政報告（経済財政政策担当大臣報告）—日本経済の本質的な力を高める—』平成23年7月
- ・飯嶋曜子「国境を越えた産業クラスターの形成 独仏スイス国境地域におけるバイオバレーを事例として」『獨協大学ドイツ学研究65号』2012年
- ・長澤優「製薬産業の国際競争力と創薬環境としての税制 ～高付加価値経済への構造転換に国内製薬産業が貢献するために～」医薬産業政策研究所 リサーチペーパー・シリーズ No.52 (2012年3月)
- ・Swiss Medtech Report 2012, Medtech Switzerland, 2012
- ・Swiss Biotech Report 2013, Swiss Biotech, 2013
- ・大前研一『クオリティ国家という戦略 これが日本の生きる道』小学館2013年1月
- ・Federal Statistical Office, Statistical Data on Switzerland 2013, January, 2013
- ・R. James Breiding, Swiss Made, London: Profile Books, 2013
- ・江藤学「スイスのイノベーション力の源泉」研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集（2013年11月）
- ・江藤学「スイスのイノベーション力の虚実」NISTEP講演会資料（2014年2月）

2. フィンランド

研究開発戦略センター海外動向ユニット
フェロー 山下 泉

2.1 フィンランドの概要

2.1.1 本章について

フィンランドというと、福祉制度・教育制度・ノキアに代表される情報通信産業といった点が日本では有名だと思われる。本章では、ノキアに代表されるICT分野を中心としたイノベーティブな小国というイメージからスタートし、その背景にある科学技術・イノベーションの特徴について考察する。

なお、フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴を考えるうえで重要なノキアは、2013年9月に携帯電話部門をマイクロソフトへ売却した。このことが今後のフィンランドの科学技術・イノベーションに与える影響は小さくないと思われる。しかし、本章ではこれまでのストックという観点から考察を行い、基本的にはこの売却が起こる前のノキアを前提に話を進めている。

2.1.2 フィンランドの概要

科学技術・イノベーションについて述べる前に、その前提条件となるフィンランドの概要について簡単に述べる。

フィンランドの面積は33万8,430平方キロメートルで、日本の約9割の面積である。他方人口は約542万人で、北海道の人口とほぼ同じである。そのうちの10%強（約60万人）が首都であるヘルシンキに在住している。公用語はフィンランド語とスウェーデン語である。ただし、第二公用語であるスウェーデン語を話すことのできる人の割合は高くはない。他方、英語を話すことのできる人の割合は高く、たとえば30歳以下の90%以上が英語を話すことができると言われている。この状況は、国際的なビジネスを行ううえで大きな強みになっていると考えられる。

IMFの2011年の統計によると、名目GDPは2,665億5,300万ドル、1人当たり名目GDPは4万9,350ドルである。主要輸出品目は、機械（14.5%）、紙・パルプ（13.8%）、電気機器（10.9%）、鉱物性燃料（10.3%）、鉄鋼（7.1%）の順である。

実質GDP成長率の推移は、2007に5.3%であったところ、2008は0.3%、2009は△8.4%となっており、リーマンショックに端を発した不況の影響を受けていると考えられる。ただし、2010は3.7%、2011は2.9と成長率は上向いており、経済は持ち直しつつあるようである。

貿易に関しては、これまでドイツ・スウェーデンとの取引が多かった。ただし、近年は輸出入ともにロシアの伸びがめざましく、輸入に関しては対ロシアがトップである。また、中国からの輸入も急速に拡大しつつあり、2011年はロシア、ドイツ、スウェーデンに続き第4位となっている。また、主要産業の一つである森林産業（木材、製紙）は生産拠点を中国に移行させつつある。

GDPの4割を輸出が占めており、その伸びが経済成長の大きなカギだと言われている。

しかし、ノキアをはじめとしたIT関連企業や基幹産業である製紙・パルプ企業が生産拠点を中国や旧東欧、南米等にシフトさせており、今後の大きな伸びは期待しにくい。

失業率は7.8%であり、EU27か国の平均である10.4%と比べると低い。ただし、15-24歳の若年層の失業率は20.1%であり、この点が課題になっている。

2.1.3 歴史

では、上述のような現在のフィンランドはどのようにしてつくられてきたか。ここではフィンランドの歴史を簡単に振り返る。

1917年12月6日のロシアからの独立を契機にフィンランド共和国が誕生した。第二次大戦時にはソ連と2度に渡って戦ったが敗れ、多額の賠償金を負った。その後、独自の努力とスウェーデンの援助もあって復興に成功し、1952年にはヘルシンキオリンピックを開くに至った。賠償金の支払いとして工業製品の代物弁済を求められたが、これが逆にフィンランドを先進国へと脱皮させるきっかけとなったと言われている。それまでの主要な産業は農業と林業だったが、ソ連への賠償物品に占める木材・紙製品の割合は全体の3分の1程度であり、残りの3分の2は産業機械、船舶、金属製品であった。

1960年代においても、このような工業化の傾向は続いていた。この時代では、林業を主産業としつつも、それに関連する化学、機械、金属といった産業も発展を続けていた。1952年にソ連への賠償金を完済し、さらにその後の工業化を土台にした経済の好調も伴って、この時期には福祉国家としてのフィンランドが形づくられていった。1960年代には被雇用者返金制度、1970年代には無料医療制度、自営業・農業者の年金制度などが実現されていた。

その後、1980年代の経済成長を経験し、またこの時期にはフィンランド経済が国際化の波にさらされたと言われる。そのころに行われた金融市場の自由化と景気過熱が伴いバブル経済を誘発し、1990年代前半にバブル崩壊による経済不況に見舞われた。1994年10月の国民投票によりEUへの加盟が決定され（賛成率57%）、1995年にEUに加盟した。その後、2002年よりユーロ通貨の流通が開始されている。

2.1.4 イノベーションランキングにおけるフィンランド

では、現在のフィンランドの科学技術・イノベーションについてはどのようなことが言われているか。各種イノベーションランキングについて述べる。

イノベーションランキングにおけるフィンランドの評価は高い。たとえば、WEFのWorld Competitiveness Reportにおいては、イノベーション力においても、総合的な競争力においても3位にランクインしている。EUのイノベーションランキングにおいても4位にランクインするとともに、INSEADのGlobal Innovation Indexにおいても4位にランクインしている。

評価の概要は以下の通りである。まず研究開発に対する投資が旺盛であると評価されている。研究開発費の対GDP比は高く、また企業による研究開発が特に活発であるとされている。2011年現在は3.78%であり、これはThe Global Innovation Index 2013によると世界第2位にランクする。

次に、人材に関する評価が非常に高い。優秀な科学者やエンジニアが活用できるとの評

価である。さらに、政府機関の機能・透明性、産学連携面での評価が高い。

以上のような要素を投入して得られる成果の面では、単位人口あたりのPCT特許出願数が高く評価されている。その他、ICT分野の研究推進やインターネット普及率の高さなどから、ノキアに代表される通信企業のイメージに代表されるようなICT大国としての側面が強そうであるといえる。

他方で、ビジネス環境については近年改善傾向にあるようだが、相対的にネックになっている。

それでは、次項では科学技術・イノベーションにまつわるインプット、それらを活用しつつ得られたアウトプット、アウトカムについて検討する。

2.2 科学技術・イノベーションのインプット・アウトプット・アウトカム

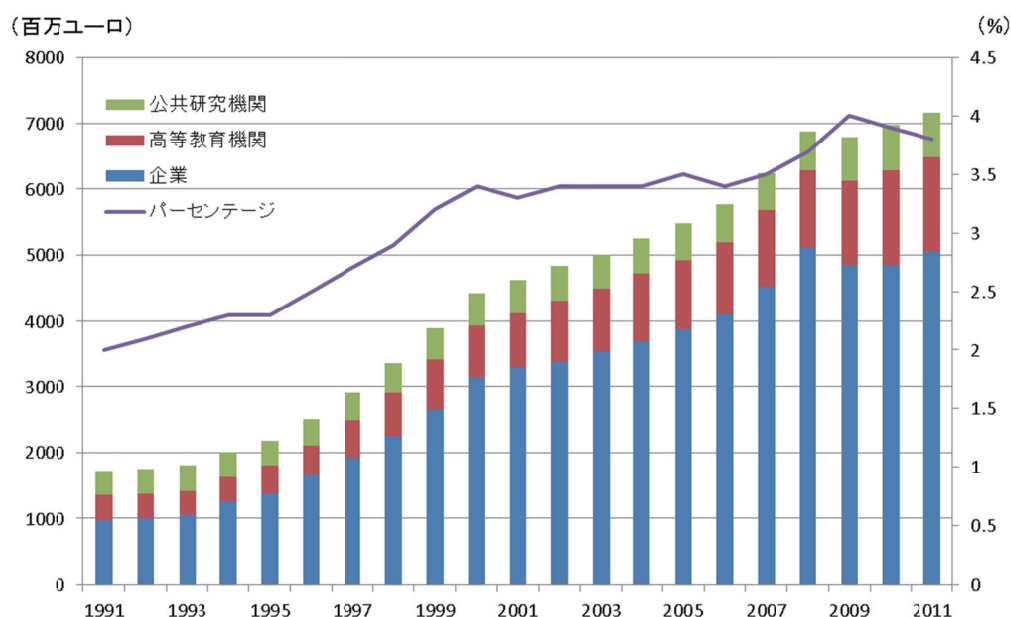
2.2.1 研究開発投資

(1) 研究開発投資の内訳

フィンランドの科学技術研究開発投資の額は、以下の図のようである。2011年度は、総額71.6億ユーロが投資されており、この対GDP比は3.8%であった。企業が70%を占め、高等教育機関が20%、公共研究機関が10%と続く。1991年の研究開発投資の対GDP比は2.0%だったが、1995年以降大幅な増加傾向に転じ、1999年には3.2%と、はじめて3%を超えた。その後も緩やかな増加を続け、2009年には一時4.0%にまで達している。世界的に見ても高水準である。

フィンランド全体の過去20年の研究開発投資の推移をみると、企業の研究開発投資の伸びが、量の面でも割合の面でも著しかったことが分かる。また、伸び率では高等教育機関が最も大きかった。

図2-1 フィンランドの研究開発投資



出典 : Statistics Finland, Science and Technology

(2) 企業による研究開発投資

それでは次に、企業による研究開発投資について述べる。企業の研究開発投資の内訳に目を向けると、ノキアによる投資額が非常に高いという特徴が見て取れる。すなわち、EU R&D Scoreboard によると、2011年には49.1億ユーロのR&D費を費やし、これはフィンランド企業による研究開発の約80%を占めていた。近年のノキアは携帯電話端末で世界的なシェアを誇る会社であり、1998年から2011年までの間、世界市場でのシェア1位を維持していた（2012年第一四半期にサムスンに首位を明け渡し、世界第2位となった。その後2013年9月に携帯電話部門をマイクロソフトに売却）。

研究開発の側面では、1986年にノキア・リサーチセンターをヘルシンキに設立した。この研究所では、モバイル分野での技術革新を目的に、ワイヤレス技術やメディアテクノロジー、材料分野などでの研究を続けてきた。

フィンランド企業の中でノキアに次いで第2位の投資を行っているバルチラ（Wärtsilä）社は、船舶や発電所で用いる動力機器を製造・販売する会社である。2012年度の純売上高は約47億ユーロであり、約300億ユーロの純売上高であるノキアの6分の1程度の規模である。2011年の研究開発投資額は1.7億ユーロであった。

この会社では、中スピードのディーゼル・ガスエンジン、推進装置（小型ロケットを含む）、固定・可変ピッチプロペラ等の分野での研究開発を行っている。特に、これらの装置におけるエネルギー効率や信頼性を高める研究や、環境負荷を低減するための研究に取り組んでいる。

業種が異なるため単純に比較をすることはできないが、売り上げ比が1対6であるのに対し、研究費比は1対29である。相対的に研究開発への取り組みは活発ではないのではないかとと思われる。

(3) 政府による研究開発投資

フィンランドにおける研究開発投資は企業によるものの割合が高いが、同時に政府による研究開発投資も活発である。OECDの2011年の統計によると、フィンランドの公的部門の研究開発費負担の対GDP比は0.95%であり、アイスランド（1.02%）、韓国（1.0%）、オーストリア（0.99%）について第4位である。0.9%を超えたのはスウェーデンを加えた5か国のみであり、フィンランドは上位グループの一角をなしている。

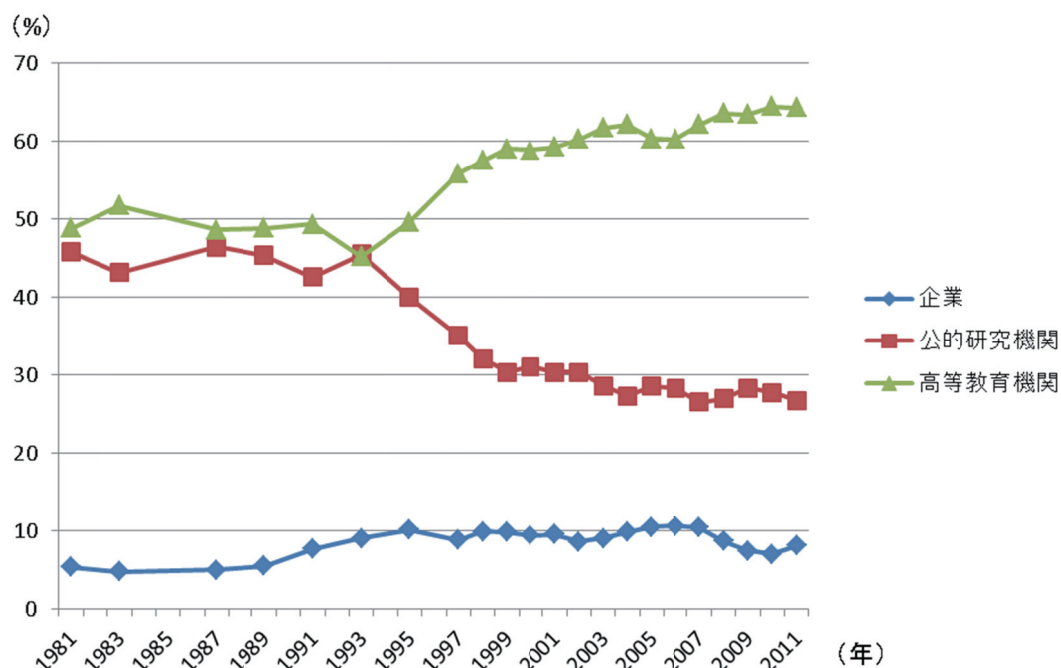
では、この相対的に活発な政府の研究開発費は、どのような形で使われているのか。2011年のデータをみると、政府の研究開発費の約64.3%が大学に配分され、これが最大であったことが分かる。次が公的研究機関で26.7%、企業に対する投資は8.0%であった。この比率からは、フィンランドにおける研究は、公的機関よりも大学で活発に行われている状況がみてとれる。

政府による研究開発投資先の時系列的な変化を見ることで、政府による研究開発投資のポートフォリオを検討する。まず、大学に対する投資は、1980年代に全体の約50%程度だったものが、現在は約65%に増加している。次に、公的研究機関への投資は約半分程度に落ち込んできたことが見て取れる。最後に、企業に対する研究開発投資の割合は、約1.6倍に増えている。当初は大学と公的研究機関は研究推進のうえで同等のインパクトをもっていたが、次第に大学を中心とするシステムに変化していった様子がうかがえる。また、企業に対する投資は絶対額では他のセクターと比べ小さいが、その増加率は最も高い。この状況から、フィンランドでは企業による研究開発を重視し、近年

企業に対する直接的な資金援助を大幅に増やしてきたと推測される。

では、資金は全体的にどのような活動に対し配分されてきたか。OECDの統計によると、1995年には、大学での研究・テーマ別の研究・産業技術に関する研究に対し、概ね1:1:1の割合で資金が配分されていた。また、2012年にはその比が5:3:2になっており、基礎研究の比重が高まっているようである。なお、この2時点の統計データの取得方法は異なっており、単純に比較することはできない。

図2-2 政府による研究開発費の投資先の変化



出典：OECD: Science, Technology and R&D Statistics

2.2.2 研究人材

(1) 研究人材数

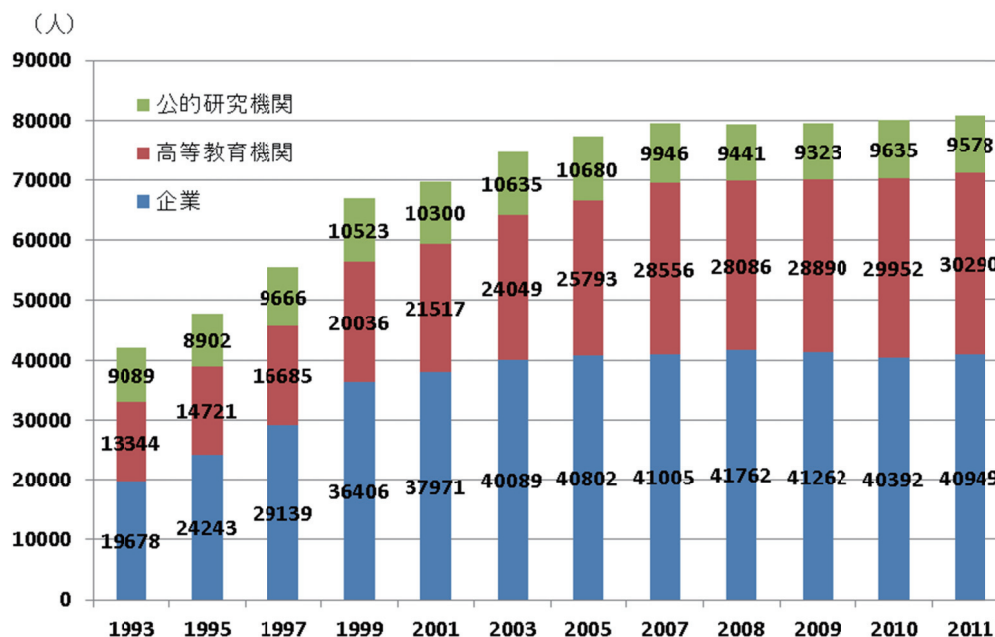
研究人材の状況は、以下のようになっている。

まず、2011年現在では約80,800人が研究者として働いている。そのうち約51%が企業の研究者であり、約37%が高等教育機関の研究者であり、約12%が公的研究機関の研究者である。労働人口千人当たりの研究者数は14.8人で、世界第2位である。

研究者数は、1993年と比べるとほぼ倍増している。ただし、公的研究機関における研究者数はほとんど変化しておらず、1.05倍に増えたのみである。他方、高等教育機関が2.27倍、企業が2.08倍という形で大きな伸びを見せている。

以上の状況を示したのが、以下の図である。

図2-3 フィンランドの研究人材数の推移



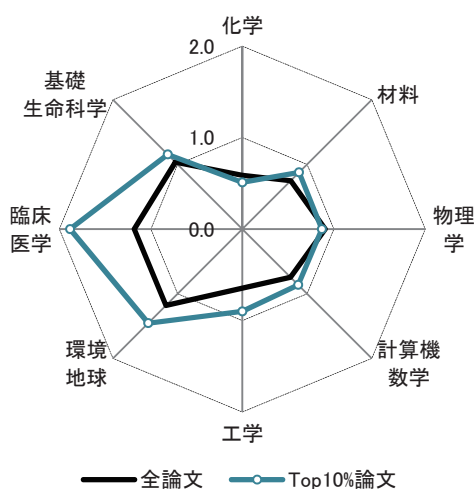
出典 : Statistics Finland, Science, Technology and Information Society

2.2.3 科学技術・イノベーションに関するアウトプット

(1) 論文数

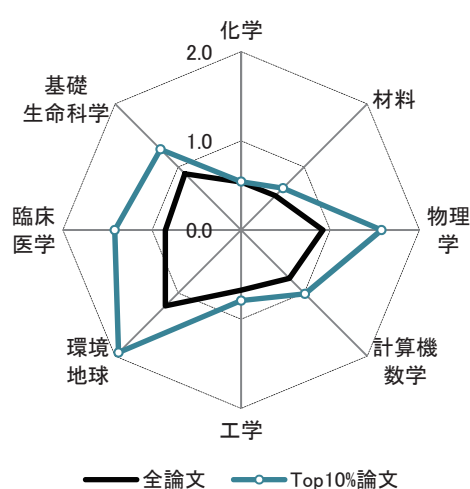
学術の論文の絶対数は116,000で、これは日本の約11%程度である。単位人口当たりでは、日本の2倍程度の生産量である。また、トップ10%引用論文の割合は15.5%で、日本の9%を上回る。

NISTEPによる報告によると、論文の分野別ポートフォリオは以下のようになっている。臨床医学から環境・物理といった面へシフトしつつある傾向が見られるとともに、ICT分野の論文数は中程度の位置を保っていることがわかる。



ポートフォリオ (1999-2001)

出典 : NISTEP 調査資料218



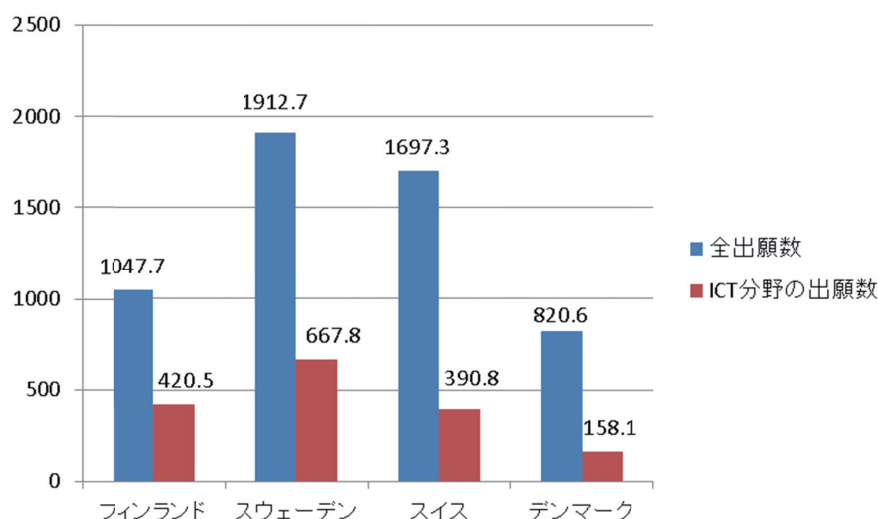
ポートフォリオ (2009-2011)

出典 : NISTEP 調査資料218

(2) 特許数

OECDのScience, Technology and R&D Statisticsによると、2011年のフィンランドのPCT特許出願数は1047.7であった⁴²。これは、スウェーデンの1912.7やスイスの1697.3と比べると小さい値である。また、デンマークの820.6と比べると大きい。他方、ICT分野だけに限ると、PCT特許ではフィンランドが420.5、スウェーデンが667.3、スイスが390.8、デンマークが158.1となっている。スイスを逆転するとともに、スウェーデンとの差も大幅に縮まっている。特許全体で見ると他のイノベーティブな小国と比べてやや劣るが、ICT分野での特許出願を見るとそれらの小国と比べても遜色のないものであることがみてとれる。

図2-4 2011年のPCT特許出願数（全分野、ICT分野）



出典：OECD Science, Technology and R&D Statistics

表2-1 フィンランド国内特許の技術分野別出願比率（1998-2012年）

技術分野	シェア (%)
デジタル通信	18.42
テレコム	12.07
コンピュータ技術	8.36
機械（織物・紙向け）	6.05
運輸	4.57
オーディオ・ビジュアル	3.49
計測	3.48
化学工業	3.36
都市工学	3.1
電子機器	2.99
その他	34.11

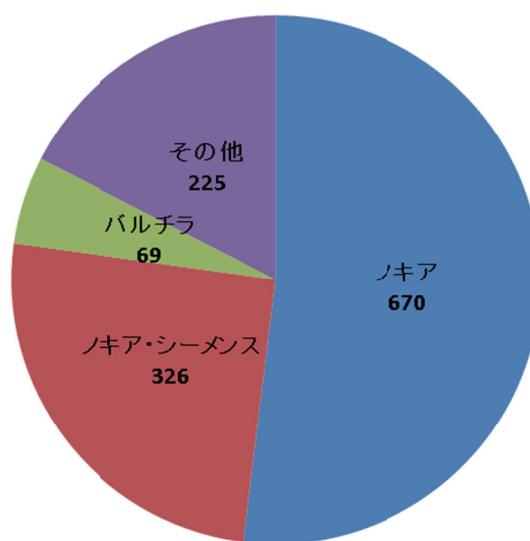
出典：WIPO, Statistical Country Profiles

42 数値が小数点以下を伴うのは、分数カウント（Fractional counts：国際共同出願時の頭割り）を用いているからである。

WIPOのフィンランド国内における特許出願の1998年から2012年のストックを集計したデータによると、分野別の特許シェアは、デジタルコミュニケーション18.4%、テレコミュニケーション12.1%、コンピュータ技術8.4%の順になっている。ICT分野に関連したものだけで、少なくとも45%を数える（前表の網掛け部分）。

WIPOの2012年のPCT特許出願に関するデータによると、企業別のランキングは以下の図の通りである。ノキアの関連企業だけでフィンランド企業による全特許出願の4分の3強を占めていることがわかる。

図2-5 フィンランド企業によるPCT特許出願数（2012年）



出典：WIPO, Statistical Country Profiles

2.2.4 科学技術・イノベーションに関するアウトカム

(1) 大学ランキング・ノーベル賞受賞者数

2011年のQS大学ランキングによると、上位400位にランクインしたフィンランドの大学は6校である。最高位はヘルシンキ大学の89位であり、トゥルク大学が224位、アールト大学が232位と続く。

また自然科学分野でのフィンランド人のノーベル賞受賞者数は2である。1945年にアルトゥーリ・ヴィルタネンが化学賞を、1967年ラグナー・グラニトが生理学・医学賞を受賞している。

(2) 世界的に有名な発明

フィンランド発の世界的に有名な発明としては、Linuxと呼ばれるPC/AT互換パーソナルコンピュータ上で動作させることが可能な、UNIX互換のOSカーネルを挙げることができる。これは、1991年に当時ヘルシンキ大学の学生であったリーナス・トーバルスにより開発された。オープンソースというスタイルにより、世界中の開発者たちの知恵を取り入れるという手法により、世界的に広まるに至った。

また、暗号化通信プロトコルの世界的な標準の一つに数えられるSSH（Secure

Shell) もフィンランド人のタトゥ・ウロネン(Tatu Ylönen)により1995年に開発された。UNIX系のOSを中心に、広く利用されている。

さらに近年では、顔面認証に基づいて決済を行うシステムを開発したユニカル(Uniqul) 社に注目が集まっている。現時点では一般的な決済方法ではないが、IDカードもパスワードも不必要な決済方法であり手軽なため、今後世界的に普及する可能性もあるだろう。

2.2.5 全体的な傾向

ここまでで見られた全体的な傾向は、以下の通りである。

まずインプットに関しては、科学技術研究に対する投資が活発であるという傾向が伺えた。国全体で見ても、政府による研究開発投資という側面で見ても対GDP比で高い割合の研究開発投資が行われている。また、政府による研究開発投資は、大学と企業に対するものがこの数十年で特に重視されてきた。人材の側面では、単位人口あたりの研究者の割合が高いことが見られた。ここでも、研究開発費と同様、大学と企業の研究者数が増え続けてきたという傾向が見て取られた。

次にアウトプット面では、人口単位当たり論文生産数では、高い位置にあることが伺えた。トップ10%論文についても同様のことがいえ、質の高い論文が生産されている。分野については、臨床医学から環境・物理といった面へシフトしつつあることが見て取れた。また、ICT分野の論文数は中程度の位置を保っていた。特許についてみると、ICT分野のものが飛び抜けて多いことが見てとれた。

最後にアウトカムの面では、学術面では歴史的に飛び抜けて高い成果を挙げてきたわけではないということがわかった。大学ランキングやノーベル賞の面では、必ずしも優れているとはいえない。他方、世界的に有名な発明を調べると、ICT分野に関連したものが目についた。ただし、こちらは網羅的な調査を行ったわけではないため、これをもってICT分野の成果が大きいと結論づけることはできない。

それでは、ここに表れた傾向は、どのようにしてつくられているのか。次項では、インプットをアウトプットやアウトカムに結びつけるシステムについて考察をすることにより、フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴にフォーカスを当てる。

具体的には、以下のような問いについて考察する。1. 政府による活発な研究開発投資の背景にはどのような政策がある(あった)か、2. 政府による研究開発費はどのように配分されているか、3. 人材育成の面ではどのような特徴があるか、4. フィンランドを代表するノキアはどのように成長してきたか、5. ノキアの成長に対し1~3はどう関係してきたか、6. 1~5を通じて明らかになるフィンランドの特徴とは何か、である。

2.3 フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴

2.3.1 科学技術政策

(1) 科学技術政策の歴史

フィンランドの研究開発に関する歴史を紐解くと、もともとはあまり活発な研究開発が行われていなかったことが見て取れる。OECDのデータによると、国家研究開発投資の対GDP比は、1970年に0.9%、1981年には1.7%だった。

フィンランド政府が発行する、最も古い科学技術政策のガイドライン「Review 1990」によると、フィンランドでは1970年代後半以降に研究開発への取り組みが急速に成長し始めたとされる。1983年には産業化を目した研究に資金を配分するフィンランド技術庁（TEKES）が設立され、イノベーション推進のための枠組みが整備されはじめた。

この頃は、北欧で通信規格であるGSMに関する大規模な実験が行われた時期である。背景には、欧州共同体（EC）設立の検討にあたり、国境をまたいで通信可能な共通の通信規格を検討したという事情があった。当時の第一世代と呼ばれる段階の携帯電話は各国固有の規格を用いており、互換性がなかった。

1981年に欧州郵便電気通信主管庁会議（CEPT）により統一規格の検討が始まり、1987年にその共通規格案が採択されるに至った。この間に行われた実験に、フィンランドも積極的に参加したと言われている。北欧ではすでにNMT（Nordic Mobile Telephone）という、スウェーデン、ノルウェー、デンマーク、フィンランド間で国際ローミング可能な規格が存在した（スウェーデン・ノルウェー間は1981年に開始、デンマーク・フィンランドが加わったのは1982年、その後1986年にアイスランドも加わった）。この開発にはフィンランドのノキアも深くかかわっており、そのときの経験がGSMの開発にあたっても生かされた。

その後1990年代のフィンランドでは、ナショナル・イノベーション・システムの推進が進められた。ナショナル・イノベーション・システムとは、企業・大学・政府のインタラクションを通じて国全体のイノベーション・システムが進化していくプロセスを重視する考え方である。Review 1990ではこの概念が示され、国を挙げてのイノベーション政策に舵を切った。

1993年「フィンランド国家産業戦略ーイノベーション社会に向けて」では、特に重点とする産業をICTに設定している。この時期はまだ、製紙産業や装置産業などの力のある産業があったのにもかかわらず、である。インターネットですら普及していなかったことを考慮すると、この決断はドラスティックなものであったといえる。なお、このころ研究開発投資額・研究人材数ともに急激な増加を始めるとともに、ノキアも急速な成長を始めた。

その後、一定期間ごとに政策ガイドラインに基づいた複数年計画が作成され、現在は2011- 15年の計画の中にある。

(2) 現在の科学技術・イノベーション政策

フィンランドの科学技術・イノベーション政策の原則は、以下の6つだと言われる（フィンランド研究・イノベーション会議へのインタビューによる）。①選択と集中による資源の適切な配分、②強みのある領域への特化、③評価およびフォー台と活動に基づいた意思決定、④産学連携の推進、⑤リスクをとった先導的な政策の推進、⑥研究開発・イノベーションの成果の経済的な価値への還元、である。このような原則のもと、規模が小さいため互いのことをよく知っていると言われる研究・イノベーション会議のメンバー（首相、9省庁の大臣、ファンディング機関・経済界・大学等の代表から成る）による迅速な意思決定が行われる。

最新の政策文書であるResearch and Innovation Policy Guidelines for 2011-2015に

よると、以下のような優先事項が設定されている。①エネルギーと環境、②金属製品と機械工学、③森林クラスター、④ICT産業およびサービス、⑤医療・福祉、⑥環境イノベーション、である。これらを推進する取り組みを総称してSHOK（Strategic Centres for Science, Technology and Innovation）と呼び、後述するアカデミー・オブ・フィンランドやTEKESによる資金配分の一定割合が割かれている。

2.3.2 ファンディングシステム

(1) ファンディングシステムの概要

政府による研究開発投資のポートフォリオに関して、大学と企業への投資が重視されていることが見てとれた。では、そのような資金配分はどのようなシステムによって実現されているか。ここではフィンランドの政府研究開発費の配分システムについて述べる。

フィンランドのファンディングの全体像は、以下のようになっている。2012年の20億ユーロをもとに説明する。まず、政府の研究開発資金は、研究に関連する各省庁に配分される。最も大きいのが、教育省であり、9億4,600万ユーロの配分を受けた。次が雇用・経済省であり、7億500万ユーロの配分を受けた。残りの3億5,900万ユーロは他の省庁に配分された。

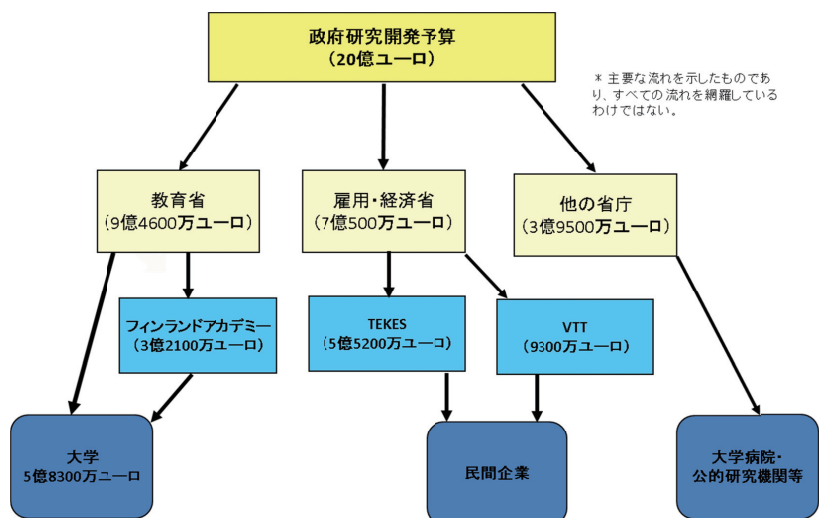
教育省に配分された資金の流れを説明する。9億4,600万ユーロのうち5億8,300万ユーロは、基盤的経費として大学に配分された。3億2,100万ユーロはアカデミー・オブ・フィンランドに配分され、このうちの大部分が競争的資金として配分されている。残りは公的研究機関や技術学校（ポリテクニク）の基盤的経費として配分されていると考えられる。

雇用・経済省に配分された資金の流れは以下のようなものである。まず、7億500万ユーロのうちの5億5,200万ユーロがフィンランド技術庁（TEKES）に配分され、9,300万ユーロがフィンランド技術研究センター（VTT）に配分された。これらの資金は、主に企業を対象とした競争的資金となる。残りは公的研究機関等への基盤的経費であると考えられる。

他の省庁の予算と合わせ、結果的に公的研究機関には3億600万ユーロの資金が配分されている。また、大学病院に4,000万ユーロが配分されている。

以上の流れを示したのが、以下の図である。

図2-6 フィンランドの政府研究開発費の配分（2012年）



（フィンランド研究・イノベーション会議へのインタビューをもとにCRDS作成）

(2) アカデミー・オブ・フィンランドによるファンディング

アカデミー・オブ・フィンランドは、科学的なエクセレンスに基づき、主に基礎研究に対するファンディング機関としての役割を担っている。ファンディングの対象は、特に優れた研究者または研究チーム、あるいは有望な若手研究者である。選考はピアレビュー方式により行われる。支援の対象となる研究は、「科学的・社会的インパクトのある世界レベルの研究」となっている。科学的・社会的にみて重要だと考えられる分野に対し研究資金を配分するという方針に基づいた支援が行われている。特にCoE (Centre of Excellence) プログラムでは、ターゲットに基づいた先端知識の追及に対し資金が配分される。

他方で、同アカデミーは基礎研究プログラムだけでなく、産学連携プログラムも運営している。科学技術イノベーションのための戦略センター (SHOK) と呼ばれるプログラムがそれである。2007年以降、大学を中心とした6つの産学連携拠点が支援対象になっており、ICT分野のほかに、森林、金属製品および機械工学、エネルギーおよび環境、健康・福祉の分野での研究・イノベーションの創出に取り組んでいる。

基礎研究とSHOKの比率は、2011年の値で3:1であった。

(3) TEKESによるファンディング

フィンランド技術庁 (TEKES) は、産業技術研究に投資をするファンディング機関としての機能を担っている。資金配分は多くが民間企業を対象としており、一部公的研究機関や大学に対しても資金配分が行われる。2011年の値では、企業の研究開発、SHOK、その他への投資比率は、9:4:1であった。

TEKESのファンディングの特徴は、ビジネスの視点に立脚した資金配分を行っている点である。研究開発に投資するにあたっては、それが市場においてどのような成果を挙げるかが分析されており、いかにフィンランド経済に富をもたらすかが重視されている。

TEKESのプログラムマネージャーの多くは企業での経験を有する者であり、ビジネスのニーズを熟知していると言われる。また、プログラムの検討にあたっては、技術研究のバックグラウンドを持つ者だけでなく、経済学をはじめとした社会科学的バックグラウンドを持つ者も分析に加わっている。このような体制により、経済的にインパクトのある研究を推進している。

TEKESによる2011年の分野別投資では、テレコムおよびエレクトロニクス産業に対するものが22%と最大になっており、その次に機械産業 (17%)、ソフトウェア・デジタルメディア産業 (13%) と続いており、ICT分野だけで、少なくとも全体の3分の1程度を占めている。

2.3.3 高等教育システム

(1) 高等教育システムの概要

では、研究者を育てる仕組みである高等教育システムはどのようになっているか。フィンランドの高等教育機関は、大学とポリテクニクに分かれる。このうち後者は1990年代に整備されたもので、まだ歴史は新しい。技術教育を志向する若者に対する教育を行うほか、一定の経験を積んだ社会人のスキルアップのための教育も活発に行っている。

大学の授業料は原則として無料である。入学試験は難しめに設定されており、高校卒業後の学生は、なかなかすぐに大学に合格することはできない。そのため、大学入学時の平均年齢は21歳と高めである。高校卒業直後の学生は、オープンユニバーシティと呼ばれる、大学が提供する誰でも受講化である講座を受講することが多いと言われている。この講座は大学の講義と同等レベルであり、単位を取得することができれば、大学入学後の単位に振り替えることができる。ただし、講義のレベルは通常の大学のそれと同等であり、単位取得は易しくはない。また、オープンユニバーシティでは学位を取得することはできず、学位取得のためには大学やポリテクニクを卒業する必要がある。

(2) 自然科学・工学教育

では、科学技術・イノベーションを支える自然科学分野の教育の状況はどのようなになっているか。フィンランド統計局のデータによると、2012年現在の学位保持者のうち、工学分野の学位保持者の占める割合は29.9%である。第2位の社会科学・ビジネスの18.9%を大きく引き離し、圧倒的な首位である。対して、自然科学分野の学位保持者は2.4%と、相対的に低い。また、農学および林学教育のボリュームが近年大幅な縮小傾向にあるとともに、医学およびライフサイエンスが増加傾向にあることもみてとれる。

表2-2 フィンランド学位取得者の学位別の比率

学位の分野	2012年時点の比率 (パーセント)	1987年からの変化 (パーセントポイント)
工学	29.9	-3.6
社会科学およびビジネス	18.9	1.1
医学およびライフサイエンス	13.8	4
サービス学	12.2	-0.9
一般教養	10.5	-1.5
芸術	5	2.1
農学および林学	4.4	-2
教育学	3	-0.1
理学	2.4	1
その他	0.1	0.1
合計	100	

出典：Statistics of Finland

これらの値はここまでの教育制度を反映したストック値であり、ここ50年程度のフィンランドにおける優先順位を反映していると考えられる（大学で学位を取得した者が、その後平均的に50年生きると仮定）。この50年にわたり、フィンランドでは工学教育が最も重視されてきた可能性が高い。

なお、他国の理学・工学分野の学位取得者の割合（フィンランドのみストック値、その他は単年度のフロー値）は以下のとおりである。相対的に高い日本とドイツの工学分野の学位取得者の比率はそれぞれ15.7%と16.3%であり、フィンランドの29.9%とは大

きな差がある。フィンランドの数値とその他の国の数値の性質は異なるため単純に比較することはできないが、フィンランドの工学教育は相対的に盛んな状況にあるとはいえるだろう。

表2-3 工学・理学分野の学位取得者の国際比較（単位はパーセント）

	フィンランド (2012)	日本 (2012)	米国 (2009)	英国 (2010)	ドイツ (2010)
工学	29.9	15.7	8.7	9.1	16.3
理学	2.4	3.2	7.6	19	16.2

出典：フィンランドはStatistics of Finland、
その他は教育指標の国際比較 平成25（2013）年版（文部科学省）

(3) 大学による研究開発

上述の通り、政府による研究開発費のうち、約30%は大学に配分されておりこの割合は他の研究主体と比較して最も大きい。他方、大学数は全国で14であり、他国と比較して決して多い数ではない。2007年当時は約20の大学があったが、近年統合により数が減少している。

その中でも、QS大学ランキングにてフィンランド国内で最も高いランクにあるヘルシンキ大学では、材料・天然資源に関する基礎研究や、生物に関する基礎研究、環境問題に関する研究、脳科学研究などにフォーカスを当てた研究が進められている。材料分野、脳神経科学分野、物理・化学・生物学分野など複数のCoEプログラム（上述のアカデミー・オブ・フィンランド）のプログラムに採用され、ハイレベルな研究が進められている。

また、ヘルシンキ経済大学（Helsinki School of Economics）、ヘルシンキ工科大学（Helsinki University of Technology）およびヘルシンキ芸術・デザイン大学（the University of Art and Design Helsinki）を統合して設立されたアールト（Aalto）大学では、近年活発な研究が行われている。特に、コンピュータ・モデリング、材料科学、ICTとメディアといった分野に力を入れている。

アールト大学は、アカデミー・オブ・フィンランドにより運営されるセンターオブエクセレンス拠点の一つに選定されており、生合成ハイブリッドマテリアルに関する分子工学の分野での研究を進めている。また、ICTの分野では、欧州のHorizon 2020プログラムの一部である欧州工科院研究所（EIT）の6つある拠点の一つとして、VTT技術研究センターおよびノキアとともに参画している。さらに、ERC（欧州研究会議）のグラントを受けている研究者を17人擁している。国内外より一定の評価を得ていることが伺える。

2.3.4 ノキアの成長

(1) ノキアの成長の歴史

フィンランドの科学技術・イノベーションを代表する企業であるノキアは、1865年に製紙・パルプ業者としてスタートを切った。その後、自動車用タイヤやケーブル製品などの事業を営み、1962年に通信機器の開発に着手した。現在のノキアのイメージを

形作るテレコミュニケーションの事業をスタートさせたのは、1981年のことであった。

既に述べたように、この時期はフィンランド政府が研究開発に力を入れ始めた時期と重なる。フィンランドでは1970年代後半以降に研究開発への取り組みが急速に成長し始め、1983年には産業化を目した研究に資金を配分するTekesが設立されてイノベーション推進のための枠組みが整備されはじめた。さらに北欧がGSM（The Global System for Mobile communication）を用いた第二世代の通信規格導入に向けた実験を広く行ったことの影響も強い。フィンランド政府も、無線通信への社会的なニーズの存在を把握し、柔軟な規制緩和を行いつつ実験に参加した。

ノキアは、もともと携帯電話通信が第一世代と呼ばれていた時期に、既に国際ローミング可能なシステム開発に着手していた。上述のNMT（Nordic Mobile Telephone）である。この時の経験を生かしつつGSMの開発に参加し、そこでさらに無線通信の技術を磨いていったと考えられる。

このような環境にも恵まれ、ノキアは技術的な優位を確立し、その後の発展の礎を築いたと考えられる。なお、この時期にこの実験に参加したスウェーデンのエリクソンは、携帯電話機器ではなく、通信インフラなどのエリアで高いシェアを得るに至っており、通信業に強い北欧の礎を築いた。

しかし、1980年代後半にはフィンランドは深刻な不況に陥るとともに、ノキアにも苦しい時代が訪れた。その主な原因は、テレビ事業売却に伴い生じた多額の損失と、多角化し過ぎていた経営であったと言われる。この時期は、相対的に研究開発活動が低迷していたが、TEKESからの手厚いファンディングを受けつつ研究開発を続けていた。この時期には、ノキアの総研究開発費の約25%はTEKESからのものであったといわれる（平均では8%程度）。

その後、1992年に当時CEOのヨルマ・オリラの決断により、事業をテレコミュニケーション分野に絞る決断がなされた。その時期を契機に業績は持ち直し、1998年から2012年は、携帯電話機器部門で世界のトップシェアを誇るようになった。もともと限られた国内市場では十分な売り上げを上げることができない環境であったこともあり、海外展開は積極的に行われてきた。世界各地に研究所を設立するとともに、それぞれの地域のニーズを吸い上げる活動にも力を入れていた。そのような活動も、世界一位のシェア獲得に対し貢献していたはずである。

(2) ノキアの抱えたリスク

他方で、このノキアが成功に至ったプロセス自体にリスクが潜んでいたという主張もある。すなわち、当初得た技術的な優位を背景に、高度に最適化された製造システムに依存しつつ優位を維持するに至ったプロセスである。システムの最適化は既存のシステムを前提としており、それは新しいものを生み出そうとする勢いを削ぐことにつながる。結果、ノキアはイノベティブではなくなりつつある。それがリスクだということである。近年のノキアからは新たな技術に基づいた斬新なモデルは発表されず、豊富なカラーリングなどデザイン面での優位を求めたものが多かった。その状況が、このリスクを端的に物語っているように思われる。

このような状況を生み出した背景の一つに、ノキアが途上国の市場を重視したということが挙げられる。途上国の市場では、高機能かつ高価な最新モデルよりも、ほどほどの機

能で安価なモデルの需要の方が高い傾向にある。そのため、途上国の市場を重視することにより、革新的な技術に基づいた最新モデルよりも、既存のモデルを改良したうえで安価に製造するプロセスを開発するといった方策に力点が置かれることは想像に難くない。このような結果、ノキアのイノベーションは、当初の科学技術に基づいたプロダクト・イノベーションから、生産プロセスの最適化を目指す、プロセス・イノベーションへとシフトしていったと考えられる。

2.3.5 政府の取り組みとノキアとの関係

では、このようなノキアの成長の背景にはどのような政府の取り組みがあったか。少なくとも3つの関係を指摘することができる。第一に、1980年代の北欧を挙げてのGSMの実験に取り組んだことである。実験に参加するために政府が積極的に規制緩和を行ったことは、通信分野でのノキアの研究開発投資を加速させたと思われる。

第二に、1993年のフィンランド国家産業戦略である。ここで国家としてICT産業を優先領域とすることが鮮明にされ、それとほぼ時を同じくしてノキアの急成長が始まった。

第三に、TEKESによる資金配分である。既に述べたように、TEKESはICT分野に多くの通しを行っている。また、ノキアの研究開発費総額に占めるTEKESからの研究資金の割合も、上述の通り平均8%を占めてきた。特に、ノキアの業績が伸び悩んだ1980年代後半にはその割合は25%にも及び、ノキアの研究開発の推進を強力にサポートしたと考えられる。

第四に、これは間接的であるが、工学系人材の充実度である。すでに見たように、この80年間のフィンランドの学位取得者の中に占める工学位取得者の割合は、概ね3割をキープしてきた。これがノキアの研究を支える土台となったのではないかと考えられる。

2.3.6 フィンランドの科学技術・イノベーションの特徴

これまでの議論を踏まえると、フィンランドのイノベーション力は、ICT分野という限られた分野に対する選択と集中の結果であると言える。森林産業や機械産業などの伝統的な産業分野はあるものの、研究開発投資といったインプット指標や特許採択件数といったアウトプット指標をみると、いずれの指標でもこの分野が飛びぬけて高いということがわかった。

ただし、この選択と集中は、主に産業政策のレベルで行われたものであると考えられる。前項で述べた3つの関係がそれである。1980年代のGSMを皮切りに要所々々でICT分野への選択と集中の方向性を打ち出し、当初獲得した技術的優位を、ノキアの成長を通じて経済的な価値に還元してきた。

他方、政府による研究資金は、大学で行われる研究（多くが基礎研究である）に対しても多く配分されている。フィンランドの研究開発費全体に占める割合は高くないものの、政府の投資ポートフォリオを考えるうえでは重要である。また、大学においては工学教育が重視されてきた歴史があり、これがICT分野躍進の基盤となっていたと考えられる。

さらに、ICT以外の分野の研究がほとんど行われていない、というわけではなかった。たとえば、動力機器の製造・販売を手がけるバルチラでは、世界各国を横断する形で研究拠点を設け、研究を展開している。またアールト大学では材料科学分野の研究にも力を入れており、当該分野でERCのグラントを受けるような優秀な研究者を擁している。ただし、

やはりこれらの研究の規模は、電子情報通信分野の研究の規模には遠く及ばないのが現状である。

一般に小国では、資源の制約からすべての分野を万遍なく推進することはできない。フィンランドの場合は、基礎研究や工学教育の基盤整備を行うとともに、初期段階で獲得したICT分野での技術的優位をもとに、一点突破を図るというストーリーを描いたのではないか。

2.4 インプリケーションと今後の展望

2.4.1 インプリケーション

フィンランドのイノベーション力向上のストーリーを概観すると、現状はイノベーションランキングから推し量られた状況に近いことが見て取れた。しかし、ランキングからは、現状に至った過程や、現状に内在する課題について読み取ることは難しい。ある国の科学技術・イノベーションの特徴を考えるうえでは、本稿のような事例調査と組み合わせることが大切である。

本章で述べたストーリーから得られるインプリケーションは、「自身の優位の把握」と「選択と集中」だと考える。北欧では、森林が多いという地形的な特徴から、もともと携帯電話通信に対するニーズが高かった。そのため北欧での統一的な通信規格が早い時期から導入されていた。そこでの経験は、欧州共同体の設立と通信規格の統一化という文脈では、非常に重要な技術的優位として働いた。

フィンランドは人口の少ない国であり、基本的な条件は日本とは大きく異なる。そのため、この事例から直ちに日本の科学技術・イノベーションに関するインプリケーションを引き出すことは難しい。しかし、自身の優位を的確に把握し、政府レベルでの支援を行い、国内の通信企業を世界レベルに導いたフィンランド政府の政策は、日本の政策を考える上でもヒントになるのではないか。

2.4.2 今後の展望

2013年9月、ノキアは携帯電話部門のマイクロソフトへの売却を発表した。携帯電話の部門で、単独でアップルやサムスンなどの企業と渡り合うことが得策でないとの判断があったといわれている。この売却劇は、かつてノキアが自動車用タイヤの会社から携帯電話の会社に転身したようなドラスティックな変化を意味していると思われる。これまで確立した携帯電話の生産・販売モデルを最適化することに注力してきたが、今後は地図情報提供サービスなど新たな分野でのビジネスを推進させる。

他方、ノキアの低迷は、次なるノキアを生み出す動きを加速させていたと言われている。「1つのノキアより100の小さなノキア」というスローガンにより、近年政府はベンチャーの育成に力を入れてきた。その一つの例として、イノベーション・ミルという取り組みを挙げることができる。

イノベーション・ミルとは、ノキアなどの大企業が生み出した知的財産を活用する枠組みである。これらの企業の中には開発は行われたもののビジネスの場では活用されていない知的財産が多く眠っており、それらを、ビジネスプランをもつ中小企業とマッチングし、市場に新たな商品を送り組むという仕組みになっている。

ノキアに眠る知的財産はスクリーニングにかけられ、その中から活用可能なものが特定される。さらに、特定された知的財産に関して、それらを活用しつつビジネスを行おうとする企業とのマッチングが行われる。そこで選ばれたプロジェクトに対しTEKESが資金を配分するという仕組みになっている。

つまり、知識を生み出す者とそれを評価するもの、さらにそれを活用する者といった役割分担ができています。そのような役割分担をすることで、研究開発に端を発する市場化という、非常にリスクの高いプロジェクトの成功確率を高めようとしている。その背景には、TEKESのもつ産業界との強いパイプがある。そのようなパイプを利用しつつ産業界のニーズを吸い上げ、新たなプロジェクトの開発に結び付けているという構造が存在する。

また、ノキアの低迷期から携帯電話部門の売却に伴い、約2万人の情報科学系の技術者がノキアを去ったと言われている。そして、その中には起業の道を選んだ者も多くいたと言われている。その結果、現在のノキアは起業ラッシュに湧いており、数百のベンチャー起業が設立されている。

では、この変化は生産・販売モデルの最適化からの脱却を意味し、ノキアの新たなイノベーション力の源泉となるか。また、起業ラッシュに沸くフィンランドにおいて、次のノキアのような存在は生まれるのか。そして、それらはフィンランド全体のイノベーション力に対しどのような影響を及ぼすか。今後の動向が注目される。

2.5 参考資料

【日本語の書籍・論文】

- ・ 安部清司、フィンランドとノキア、経済研究 第16巻3号、2001年
- ・ 大前研一、クオリティ国家という戦略、小学館、2013年
- ・ 寺岡寛、「経済の発展・衰退・再生に関する研究会」報告書 第2章 フィンランド、財務省財務総合政策研究所、2001年
- ・ 灘山直人、国家イノベーションシステムにおける構成要素の統制について・フィンランドの事例分析より、イノベーション・マネジメントNo.7、2010年
- ・ 文部科学省、教育指標の国際比較平成25（2013）年版、2013年
- ・ レイヨ・ミエッティネン（著）、森勇治（訳）、フィンランドの国家イノベーションシステム、新評論、2010年

【英語の書籍・論文】

- ・ Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2013, The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation, Geneva, Ithaca, and Fontainebleau.
- ・ European Union, 2013, Innovation Union Scoreboard 2013
- ・ European Union, 2013, The 2012 EU Industrial R&D Investment Scoreboard
- ・ Granstrand, O. and Sigurdson, J.(eds.), 1985, Technological Innovation and Industrial Development in Telecommunications, Research Policy Institute, University of Lund
- ・ Ministry of Employment and the Economy Finland, 2012, Evaluation of Tekes
- ・ OECD, 1987, Reviews of National Science and Technology Policy: Finland

- Research and Innovation Council, 1990, Review 1990: Guidelines for Science and Technology Policy in the 1990's
- Sabel, C. and Saxenian, A., 2008, A Fugitive Success, Sitra Reprints 80, Editio Prima Ltd.

【ウェブサイト・新聞記事】

- WIPO, Statistical Country Profiles Finland,
http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/countries/fi.html
- マイクロソフト、ノキアの携帯事業買収 総額7000億円、2013年9月3日、日本経済新聞

3. アイルランド

研究開発戦略センター海外動向ユニット
フェロー チャップマン 純子

アイルランドは小国ながらも、最近は各種世界イノベーションランキングの比較的上位の方にランクインしている。しかし同国の科学技術・イノベーション事情は日本ではあまり知られていない。

本稿では同国のランクインの要因を紐解きながら、アイルランドの科学技術・イノベーションの政策・動向を考察する。

3.1 アイルランドの概要

アイルランドの正式名称は「アイルランド共和国」で、北海道よりやや小さい面積の国土（70,280km²）と、やはり北海道よりやや少ない人口459万人を擁する国である。同国が位置するアイルランド島の北東部には、「グレートブリテンおよび北アイルランド連合王国（以下、英国）」に属する北アイルランドが位置している。

人口の4分の1にあたる約126万人が首都のダブリンに居住している。公用語はゲール語（アイルランド語）と英語で、人口の約87%がカトリック教徒である。

上述のように、英国の北アイルランドとは陸上で国境を接しており、また、アイリッシュ海を挟んだ英国のグレートブリテン島のうち最短距離のウェールズまで、首都ダブリンから直線距離で100キロ、イングランドまでも200キロしか離れていない。そのように近接し、かつ同じ英語圏である英国、特にイングランドとの関係は、アイルランドの歴史を語る上で重要な要素となっている。

3.1.1 歴史と社会的背景

12世紀にイングランド王ヘンリー2世の支配下となったアイルランドは、事実上の植民地化と併合を経た後、1922年に独立するまでこの大国の支配下に置かれた長い歴史を背景に、現在に至るまで英国とは必ずしも常に友好関係にあったとは言えない。特に北アイルランドを巡る問題は、今でもくすぶっている。

長い間英国の支配下にあったアイルランドはその間、19世紀半ばに欧州全域でジャガイモが疫病により枯死したことにより、国内各地で食糧難が発生した。このときイングランドが自国民を救うためアイルランドから食糧輸入を続けたことも被害を拡大させ、アイルランドでは「ジャガイモ飢饉」が発生。19世紀後半には、飢饉から逃れようと国民が海外に流出し、その多くが移民として米国に渡った。国民の海外流出が経済の低下や失業率の増大に拍車をかけ、更なる人口流出が1990年代半ばまで続くこととなった。

人口流動は、現在ではプラス、つまり流入数が流出数を超えるに転じており、この流入数が人口増加数の半分以上を占めるに至っている。その背景には外国企業の移転に伴う外国人従業員の流入もあるが、「ケルトの虎」と呼ばれる急速な経済発展時の労働力不足を、政府が柔軟な移民受け入れ政策で対応しようとEU新規加盟国に門戸を開いたことによるものでもある。複数の言語を操ることができるマルチリンガル人材も多数流入し、そのこ

とも外国企業にとってアイルランドに移転する魅力の1つとなっている。

3.1.2 経済と産業

1922年の独立に伴い、工業が集中していたベルファスト周辺が北アイルランドとして英国に併合されたことは、アイルランドを農業中心国へと向かわせ、同国の経済に少なからず打撃を与えた。その後、保護主義による輸入代替政策から、積極的な輸出促進政策への転換というプロセスを経たアイルランドは、1965年の英国・アイルランド間自由貿易協定（FTA）締結、1973年の欧州共同体（EC）加入を契機に、オープンな自由経済へと向かった。しかしオープンになったことにより海外との競争に直面するに至り、政府は産業政策に本腰をいれることとなった。その際に、高付加価値で重要なセクターとして政府が選定したのが、ライフサイエンスとICT（情報通信技術）、金融である。

1995年から2007年までの急速な経済成長時、アイルランドは「ケルトの虎」と呼ばれ、EUにおける最貧国から富裕国への脱却に成功した。その主な要因は、外国企業誘致に向けた様々な取り組みが奏功し、海外のハイテク企業が移転してきたことである。例えば、低い法人税率の維持、政府による助成金、教育・インフラに対するEU助成金の増額、またEU内では比較的安い人件費なども、外国企業には魅力だった。この外国企業の誘致は現在でも継続され、政府政策の重要な成功例として挙げられ、各種世界イノベーションランキングの要素でも、海外直接投資（FDI）の規模の大きさとしてその強みが表れている。この点についてはもう少し詳細に後述する。

2008年以降は、リーマンショックに始まる世界経済低迷の影響を受け、特に金融が大打撃を受け不動産バブルがはじけるが、アイルランドのGDPの約9割を占める輸出は比較的回復が早く影響は軽微だった。これは、製薬やICTなど世界的需要が根強い産業がアイルランドの主要輸出産業だったためと言われている。

しかし、依然として財政赤字に苦しんでいたアイルランド政府は2010年に国際通貨基金（IMF）やEUに救済措置を申請し、675億ユーロ規模の救済プログラムの下で財政再建をおこなった。2013年12月には、救済プログラムからの脱却に成功したが、それを支えたのは2010年以降も衰えることがなかった海外直接投資の流入だった。

GDPに占める産業構造（2009年）は、サービス業67%（日本73%）、工業32%（日本26%）、農業1%（日本1%）で、雇用に占める産業構造（2010年）は、サービス業75%（日本70%）、工業20%（日本25%）、農業5%（日本4%）である。また、製造業の輸出に占めるハイテク製品の割合は23.1%（2011年）で、日本の17.5%（同年）を超える。特に医薬品は世界輸出市場の8.44%を占め、小国としてその規模は著しく大きいと言える。（World Bank、OECD）

2012年の経済状況は、GDPが2,103億3,100万米ドル（日本5兆9,597億2,000万米ドル）で、その成長率は0.94%（日本1.95%）だが、国民一人当たりのGDPは45,836米ドルで日本の46,720米ドルと大差ない。（World Bank）

主な輸出品目は、医薬品（25.1%）、有機化学品（23.8%）、光学・測定機器（9.3%）、精油・香料（6.8%）、機械（6.6%）。主要輸出国は、米国（19.6%）、英国（16.5%）、ベルギー（14.9%）、ドイツ（8.0%）、スイス（5.6%）で、EU27は59%と多くを占める。（ジェトロ）

主要産業であるライフサイエンス、ICT、金融は、他のセクターに比べて外資の割合が高いため、政府による海外投資誘致政策が特に功を奏したセクターだと言える。

3.2 イノベーションランキングと上位ランケインの要因

3.2.1 世界競争力ランキング

世界競争力ランキングとして頻繁に引用される世界経済フォーラム（WEF）とIMDによるアイルランドのランキングは以下の通りである。

表3-1 World Economic Forum (WEF) とIMDによる世界競争力ランキング（総合）

WEF: Global Competitiveness (2013-2014)	IMD: World Competitiveness (2013)
28位（9位）	17位（24位）

WEFは、日本9位や隣の大国、英国10位に比べ、アイルランドの28位は見劣りがする。しかしIMDのランキングでは、英国18位や日本24位を抑え、アイルランドは17位にランクインしている。

3.2.2 イノベーションランキング

(1) 各種イノベーションランキング

イノベーションに関するランキングを以下に示す。比較対象国としては、主要先進国である日本、英国、米国に加え、小国であり、かつ各種世界競争力ランキングやイノベーションランキングがアイルランドとほぼ同じレベルに位置するベルギー、オーストリア、デンマーク、ノルウェー、ニュージーランド（NZ）を挙げ、アイルランドの順位との比較を含めるものである。

表3-2 各種世界イノベーションランキングに見るアイルランドの順位

	WEF: Innovation (2013-14)	WEF: Technological Readiness (2013-14)	INSEAD&WIPO : The Global Innovation Index (2013)	EIU: Innovation performance index (2004-08)
アイルランド	20	13	10	19
日本	5	19	22	1
英国	12	4	3	18
米国	7	15	5	4
ベルギー	14	18	21	15
オーストリア	15	20	23	12
デンマーク	14	5	9	10
ノルウェー	13	3	16	17
NZ	26	24	17	23

(2) 世界経済フォーラム（WEF）のイノベーションランキング

世界経済フォーラム（WEF）の世界競争力ランキングにおいて、日本や他の先進国と同様に、アイルランドも「開発段階ステージ3：イノベーション志向」グループに分

類されている。

「イノベーション」と「技術態勢 (Technological readiness)」のカテゴリーにおいては、以下の順位となっている。

a) 「イノベーション」

表3-3 WEF「イノベーション」カテゴリーの要素別順位（148カ国中）

	イノベーション能力	科学研究機関の質	企業の研究開発支出	産学間研究開発協力	先端技術の政府調達	科学・エンジニア人材	特許出願
アイルランド	20	14	21	13	70	20	21
日本	6	9	2	17	37	4	4
英国	8	3	12	5	56	23	18
米国	5	5	5	3	15	6	12
ベルギー	10	4	16	6	45	30	14
オーストリア	14	23	14	23	47	47	10
デンマーク	13	17	10	22	87	36	7
ノルウェー	12	22	19	14	20	45	11
NZ	21	18	34	20	65	58	22

アイルランドが比較的高いランキングを示している強みは、「科学・エンジニア人材」で、反対に弱みは「先端技術の政府調達」であることがわかる。

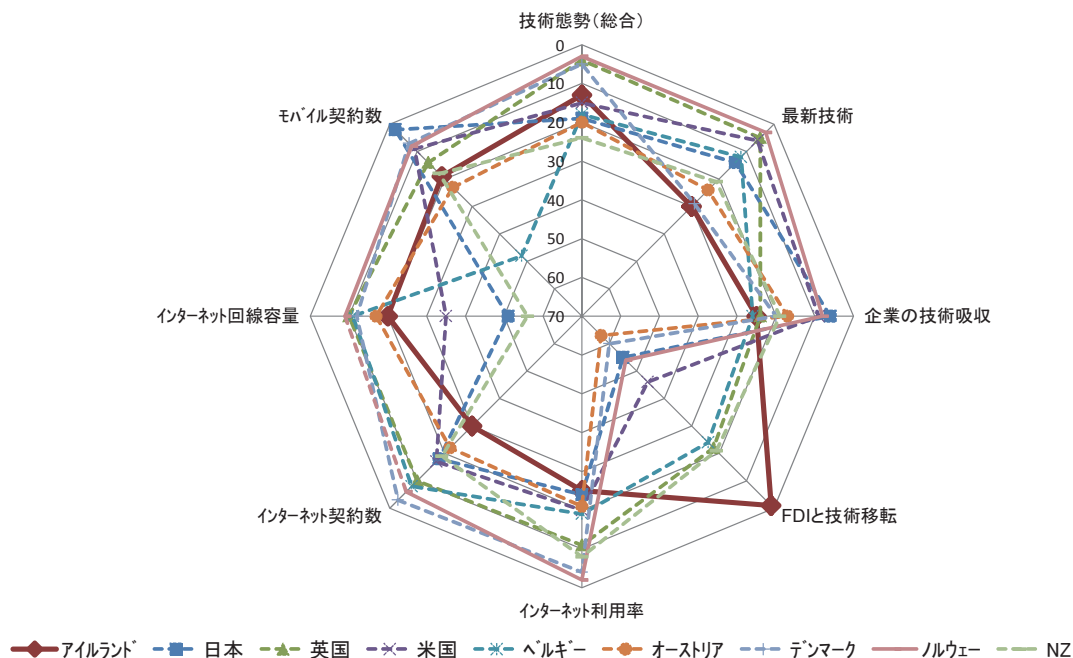
b) 技術態勢

表3-4 WEF「技術態勢」カテゴリーの要素別順位（148カ国中）

	最新技術の利用可能性	企業の技術吸収	FDIと技術移転	インターネット利用率	固定インターネット契約数	国際インターネット回線容量	モバイルブロードバンド契約数
アイルランド	30	25	1	25	30	20	19
日本	14	6	55	24	18	51	2
英国	5	24	22	11	10	10	14
米国	6	9	46	20	17	35	9
ベルギー	12	26	24	19	8	11	48
オーストリア	24	17	63	21	22	17	23
デンマーク	29	20	60	4	3	12	7
ノルウェー	3	8	54	2	6	9	8
NZ	21	19	21	8	19	56	18

上記の技術態勢の各国順位をグラフにしたのが下記の通りである。

図3-1 WEF「技術態勢」カテゴリーの要素別順位



アイランドはほとんどの項目で、比較対象国の中でも低い順位を占めているが、唯一「FDI（海外直接投資）と技術移転」だけが突出しており、ランキング対象国全体の中で1位にある。つまり、「FDIと技術移転」がアイランドのランキングを押し上げており、政府による外国企業誘致政策が成功していると言える。

3.2.3 上位ランクインの要素

日本や他の先進国と同様にアイランドは、WEFによる開発段階の最高位である「ステージ3：イノベーション志向」グループに分類されているが、同グループ内ではスコアや順位が芳しいとは言えない項目が多い。アイランドが唯一傑出しているのは「FDI（海外直接投資）と技術移転」における1位という順位で、同国のイノベーションランキングを押し上げているのは、この項目であることがわかる。

しかし、この項目のスコア・順位は「あなたの国では海外直接投資がどの程度新たな技術と呼び込んでいるか。」という質問に対するアイランドの経営者たちの回答サーベイに基づくものであり、正確なエビデンスに基づく結果とは言えないことに留意すべきである。

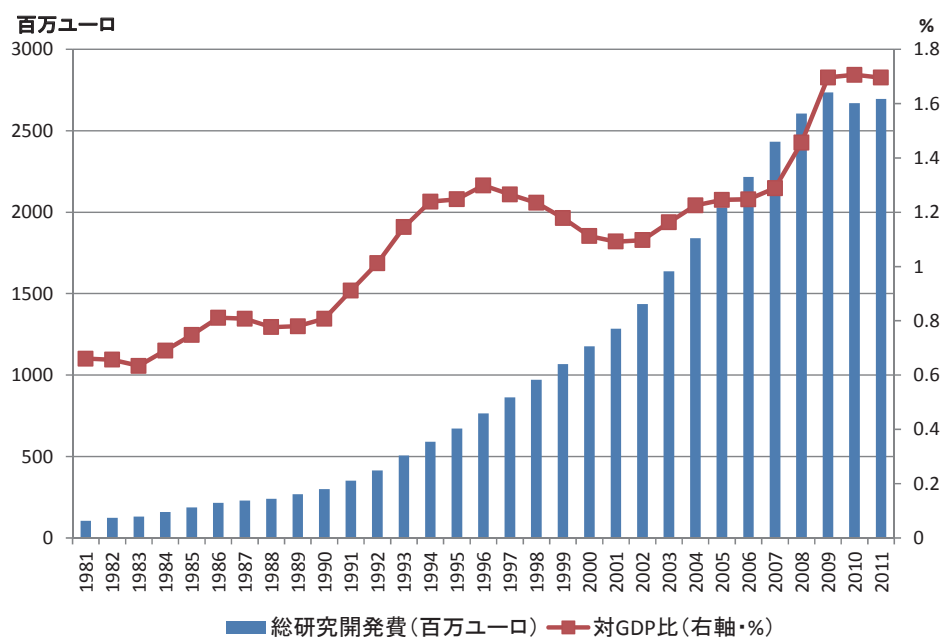
それでは、果たしてアイランドでは、外国企業や海外技術をどのように呼び込もうとしているのか、外国企業が自国産業の発展に寄与しているのか、後に考察する。

3.3 科学技術力

3.3.1 インプット

(1) 研究開発費

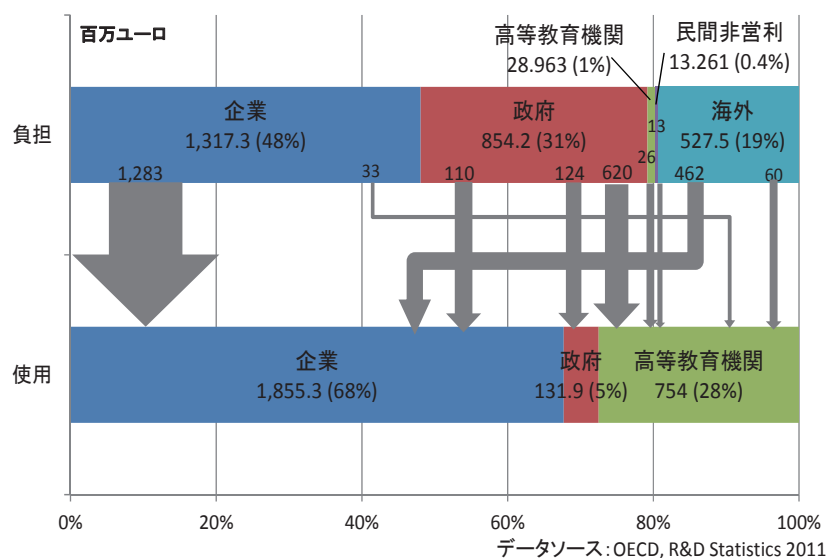
図3-2 総研究開発費とその対GDP比



出典：OECD, Main S&T Indicators 2013/1

まず科学技術インプットを概観してみる。アイルランドの総研究開発費（2011年）は、総額（PPP換算）が約32億2,300万米ドル（日本1,465億3,730万米ドル）、対GDP比は1.70%（日本3.39%）で、主要先進国に比べると明らかに少ない。

図3-3 研究開発費のセクター別内訳（2011年）



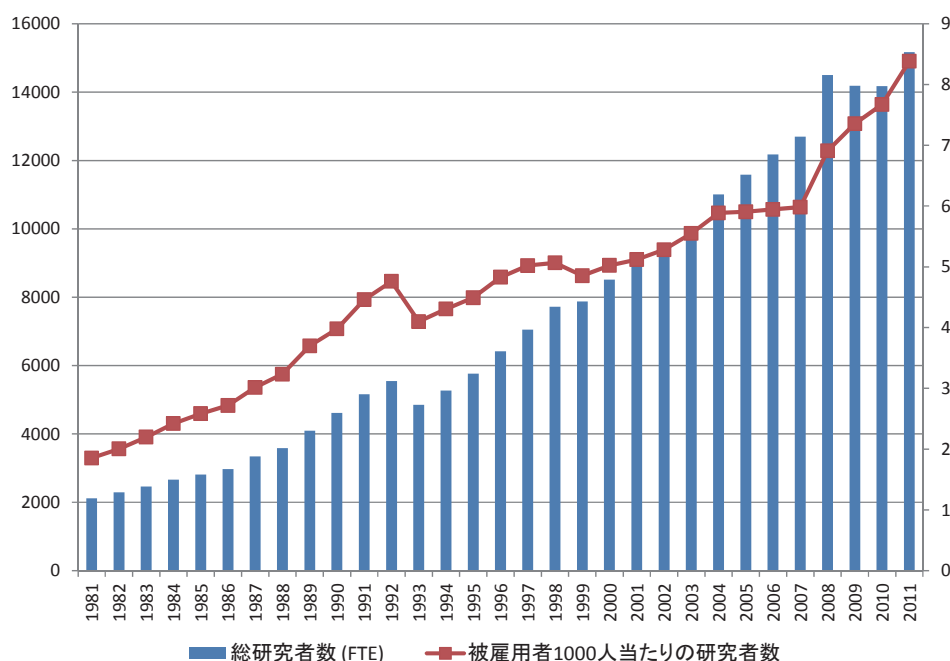
データソース：OECD, R&D Statistics 2011

そのセクター別内訳は、隣の英国に比べて、出資元セクターでは英国の方が民間非営利による負担割合が多い（その分、アイルランドは海外からの負担割合が多い）という以外は大差ない。使用セクターについては、アイルランドの政府機関の割合が低く、その分、企業の割合が高くなっている。民間企業による研究開発費の使用は全体の約2/3を占めているが、そのうちの7割は外国企業によるものである。

更に、OECDによると他の加盟諸国と比べて、政府によるR&D支援のうち、R&D費の税控除制度による間接的な政府支援の割合が比較的高いのも特徴として挙げられる。（OECD (2013)）

(2) 研究人材数

図3-4 研究者の総数と被雇用者1000人当たりの人数



出典：OECD, Main S&T Indicators 2013/1

2011年の研究者の総数は、15,200人（日本656,651人）で、人口が少ない分、当然主要先進国に比べて少ないが、被雇用者1000人当たりの研究者数は8.4人（日本10.2人）で、これは主要先進国の標準とほぼ同じである。

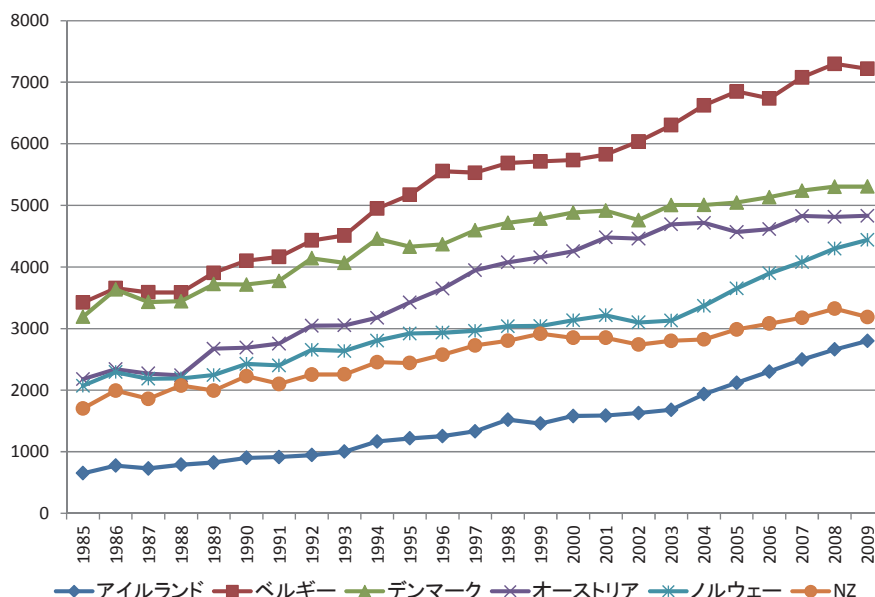
また民間R&D人材の半分以上にあたる53%が外国企業におけるR&Dに従事している。（Central Statistics Office）

3.3.2 アウトプット

(1) 論文数

アイルランドの科学論文の数は、上昇傾向にあるものの主要先進国の数には及ばず、先述の比較対象国と比べても不足している状況にある。

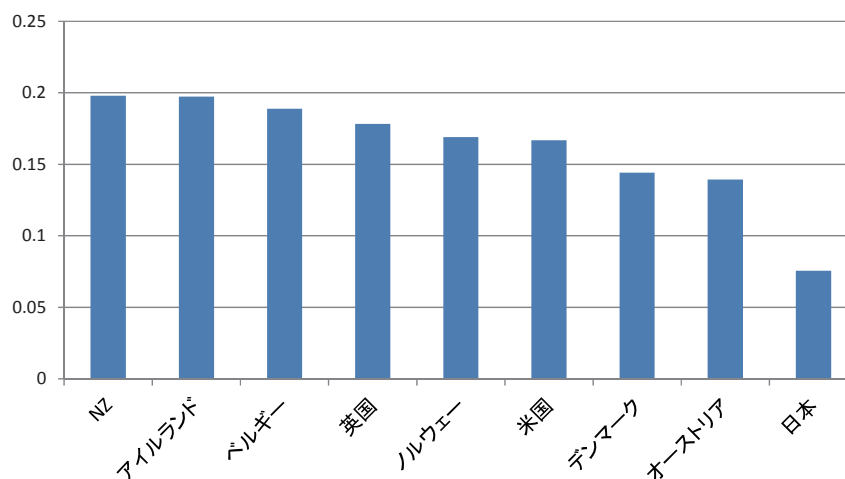
図3-5 科学論文数の推移



出典：World Bank, World Development Indicators

しかし、アイルランドの人口や研究者数の少なさを考慮し、科学論文数を研究者数（FTE）で割り、研究者一人当たりの科学論文数を概算して比較したのが、下記のグラフのとおりである。アイルランドはニュージーランドに次ぎ、その数値が高いことがわかる。（ただし、科学論文数と研究者数の出典が異なることに留意する必要がある。）

図3-6 研究者一人当たりの科学論文数（2009年）



出典：World Bank, World Development Indicators

OECD, Main Science and Technology Indicators

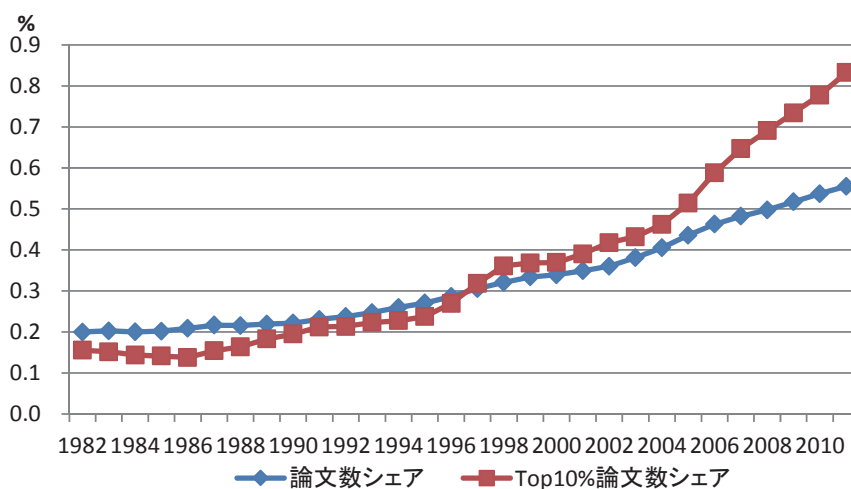
トムソンロイター発表の「Essential Science Indicators」によると、一論文当たりの引用回数による世界ランキングで、アイルランドは2003年の36位から2010年には20位に上昇し、2011年も20位を維持している。分野別では、免疫学で3位、材料科学で8位である。（Thomson Reuters (2011)、DJEI (2011)）

Nature社による「Nature Publishing Index 2012」⁴³は、Natureの名を冠する科学誌（以下、Nature関連誌）18誌に掲載された論文数（年間）によるランキングで、アイルランドは2008年の30位から2012年には20位に上昇している。「Nature」誌のみの掲載数を研究者の数で割った場合（研究者一人当たりのNature誌掲載論文数）では、アイルランドは8位に上昇する。またNature関連誌の中でも免疫学の専門誌「Nature Immunology」に関する同様の数値は、アイルランドが1位である。同じく「Nature Publishing Index 2012」における大学・研究機関別の世界トップ200には、ダブリン大学（トリニティ・カレッジ）が145位にランクインしている。

科学技術学術政策研究所（NISTEP）の調査・分析によると、論文数の世界シェアは0.56%（2011年）（英国7.3%、日本6.4%）と低いものの、次のグラフから、トップ10%論文数の世界シェアは、1997年を境に論文数のそれを越えるほど、論文の質が向上していることがうかがえる。

しかし世界ランキングは、過去10年間（2002-2011）、論文数は世界37～38位の間を、トップ10%論文数は30～33位の間を行き来しており、大きなランクアップは見られないことから、その他の先進国と比べて大きな前進が見られるとは言い難い。

図3-7 世界におけるアイルランドの論文数シェアとトップ10%論文数シェア



データソース：NISTEP調査資料218

注：両シェア数値とも、共著各国を1と数える整数カウントによる

またアイルランドの特徴は国際共著率が高いことで、その割合は56.2%（2011年）（英国53.8%、日本27.3%）に上り、半分以上が国際共著によるものである。その相手国は以下の通り。

43 Nature Publishing Indicators に関しては、分数カウント方式を採用している。

表3-5 アイルランドの国際共著相手国

(%)	1位	2位	3位	4位	5位
1999-2001	英国 (42.5)	米国 (21.5)	ドイツ (12.1)	フランス (9.7)	イタリア (7.4)
2009-2011	英国 (36.9)	米国 (28.6)	ドイツ (17.0)	フランス (13.0)	オランダ (9.2)

出典：NISTEP調査資料218

1999-2001から2009-2011では相手国の顔ぶれは大きく変わらず英国、米国、ドイツがアイルランドにとって最大の共著相手であるが、各国シェアでは、英国がそのシェアを減らし、その他の国のシェアが増えている。

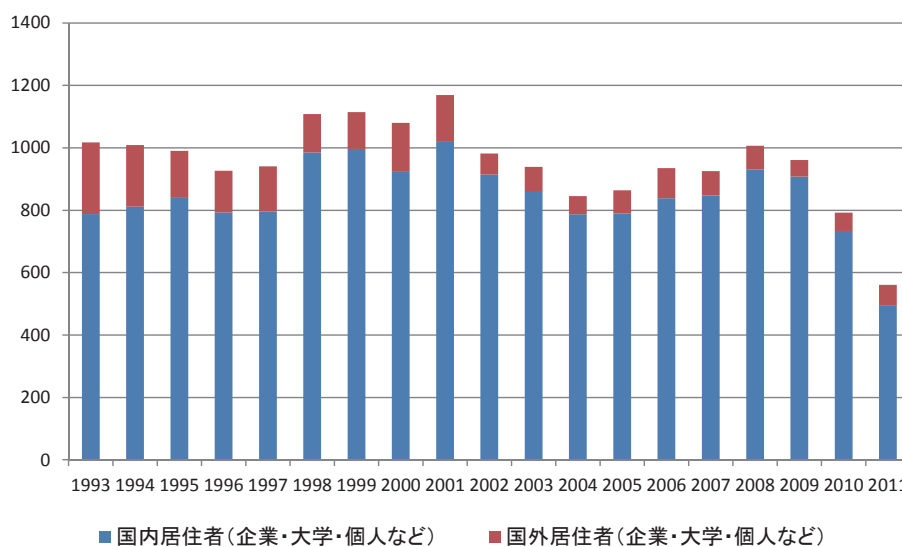
Nature関連誌に限定すると、共著相手国の1位は米国、2位が英国の順となり、この2カ国との共著率はそれぞれ、アイルランド国内での共著（アイルランドの同一大学・機関、あるいはアイルランドの大学や研究機関間の共著）の数よりも高くなる。

(2) 特許数

近年アイルランドにおける特許出願数（同国の特許庁に対する国内外からの出願数）は、緩やかではあるものの減少傾向にある。

特に「国内居住者（国内にある企業や大学、国内に居住する個人）」からの出願が大きく減少していると同時に「国外居住者（国外にある企業や大学、国外に居住する個人）」からの特許出願数も10～20年前に比べると大きく減少しており、政府関係者からこの点に関して懸念の声も聞かれている。

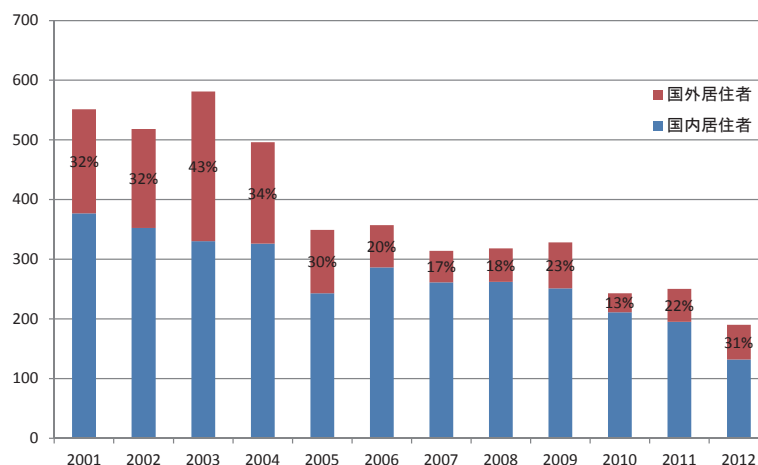
図3-8 アイルランドにおける特許出願の国内・国外居住者の内訳



出典：World Bank, World Development Indicators

一方、アイルランド特許庁が付与した特許の、国内居住者と国外居住者別の取得数を示したのが下記のグラフである。

図3-9 アイルランドにおける特許付与の国内・国外居住者の内訳



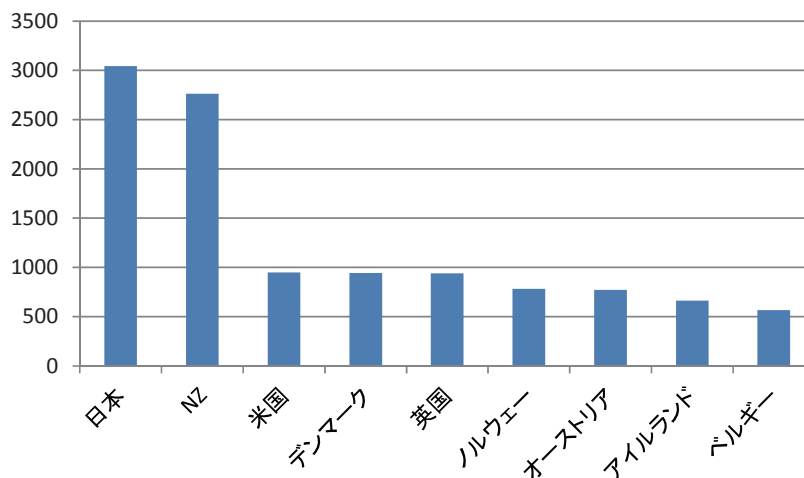
出典：WIPO, IP Statistics

出願数と同様に付与数の総数は減少しているが、ここで注目したいのは、総数に占める国外居住者の割合である。出願数に比べ、国外居住者による取得割合が多いことが見て取れる。これは、出願と付与のタイミングを考慮した正確な分析ではないが、国内居住者よりも国外居住者による出願の方が特許になりやすいとも解釈できる可能性がある。

一方、国外居住者の取得割合が減少傾向にあることにも注目したい。これは出願数にも見られる傾向だが、絶対数は少ないものの、国内居住者が徐々に活発な生産活動に参加し始めていることがうかがえる。

下のグラフは、研究開発費10億ドルから創出される（国内居住者の）特許出願数の各国比較である（付与数でなく出願数であることに留意）。

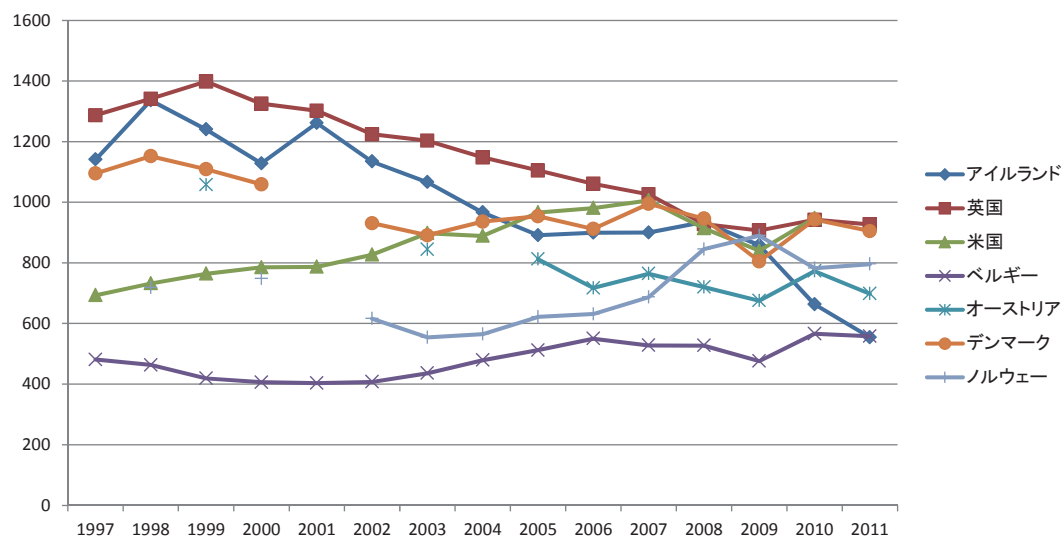
図3-10 研究開発費10億ドルから創出される特許出願数（国内居住者）（2010年）



出典：WIPO, IP Statistics

1997年以降のデータでは日本とニュージーランドが常に突出しているため、両国を除外して経年変化でみたのが下のグラフである。

図3-11 研究開発費10億ドルから創出される特許出願数（国内居住者）の推移

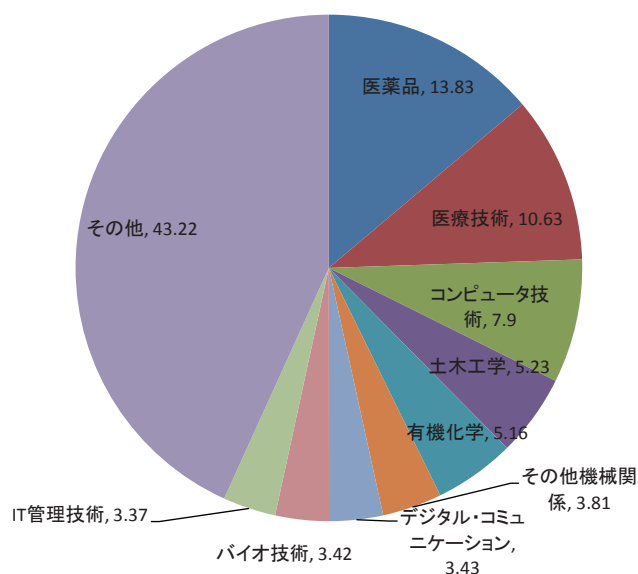


出典：WIPO, IP Statistics

アイルランドは、1997年代後半はこれらの国の中では英国に次ぐ数字を示していたのに対し、その後、減少しつつあることがわかる。

下のグラフはアイルランドにおける特許出願の分野別内訳を示しており、製薬や医薬技術、そしてコンピュータ技術の分野が特許出願の多くを占めており、先述のように、アイルランドが競争力を有し、かつ政府も注力しているライフサイエンスやICTといった産業セクターと合致している。

図3-12 アイルランドにおける特許出願の分野別内訳（1998-2012）



出典：WIPO, Statistical Country Profiles

(3) 世界大学ランキング

QS世界大学ランキング2013（総合）では、61位にダブリン大学（トリニティ・カレッジ）⁴⁴（東京工業大学66位）、139位にユニバーシティ・カレッジ・ダブリン（九州大学133位、北海道大学144位）がランクインしている。

TIMES世界大学ランキング2013-2014（総合）では、ダブリン大学（トリニティ・カレッジ）が129位（東京工業大学125位）、ユニバーシティ・カレッジ・ダブリンが161位（東北大学150位）にランクインしている。

3.3.3 科学技術政策

上記のインプット・アウトプットにみるように、研究開発パフォーマンスは決して良好とは言えない状況にある。そのパフォーマンスを向上させるために政府が推進している科学技術政策はどういったものなのか、考察してみる。

(1) 産業促進のための科学技術強化

アイルランド政府が科学技術に対して本格的な投資を始めたのは、1990年代半ばから後半にかけてである。この時期、同国の労働賃金が上がったことにより国際競争力が下がり、政府は代替策として、それ以前にも産業政策として注力していたライフサイエンスやICTなどの高付加価値産業を科学技術の強化により更に促進しようとしたのである。現在では、基礎科学へのファンディングをおこなっているアイルランド科学財団の優先分野としても、ライフサイエンス／バイオテクノロジーとICTが、エネルギーとともに挙げられている。小国であるアイルランドでは、科学技術投資額に限られる中、また比較的最近の注力開始により、そのような分野の選択と集中投資が必然かつ可能であった。

(2) 科学技術イノベーション戦略（SSTI）（2006～2013年）

雇用・企業・イノベーション省（DJEI）は2006年7月に、「科学技術イノベーション戦略（SSTI）（2006～2013年）」⁴⁵を、国家開発計画の主要な柱の1つと位置付けて策定した。

「2013年までに、イノベーション主導型文化の中で、知識ベースの経済に根差した研究の卓越性で世界に認められる存在になる」というビジョン達成に向けたアクションと成果目標をまとめたものとなっている。具体的な目標は以下の通りである。

- ・若い世代の科学への参加を拡大させる。
- ・科学・エンジニアリングの分野で高度な資格を有する人材数を大幅に増やす。
- ・農業、ヘルス、環境、海洋・天然資源などの公共政策に関連するすべての分野にわたり、経済的・社会的発展に資する研究による貢献を拡大させる。
- ・単独あるいは大学と協力しておこなう企業による研究の質と量を転換させる。
- ・経済に関連した知識、ノウハウ、特許といった、企業や大学からの成果を増やす。
- ・国際科学技術協力や国境を越えた研究活動への参加を拡大させる。

44 ダブリン大学トリニティ・カレッジは、創立1592年のアイルランド最高の国立大学。創設者は英国の女王エリザベス1世。

45 “Strategy for Science, Technology and Innovation 2006～2013”

(3) 14優先研究分野

2011年11月には、インテル・アイルランドの元General ManagerだったMr. Jim O'Haraを議長とした有識者グループ「The Research Prioritisation Steering Group」が、政府の依頼に基づき、14分野を優先研究分野として選定した。

この内容を承認した政府は、翌2012年3月に雇用・企業・イノベーション省（DJEI）大臣から「Research Prioritisation Plan⁴⁶」を発表した。これは、科学研究のための政府投資5億ユーロを、大幅な経済的利益が見込まれる分野に優先投資することを示すものである。このことは、上述のような科学技術研究を産業促進に利用しようとする政策と合致する。

選定基準と選定された14分野は以下の通り。

選定基準

- ・アイルランドにベースを置く企業が競争できるグローバルマーケットが存在する分野
- ・機会を生かすためには公的R&Dが必要とされる分野
- ・関連研究領域においてアイルランドが競争力を有している分野
- ・アイルランドが対応すべき、国の、あるいは世界的課題が存在する分野

選定された14分野

- A) 未来のネットワークとコミュニケーション
- B) データの分析・管理・セキュリティ・プライバシー
- C) デジタルプラットフォーム・コンテンツ・アプリケーション
- D) コネクテッド・ヘルスと自立生活
- E) 医療機器
- F) 診断方法
- G) 治療学：合成・製剤・加工・医薬品提供
- H) 健康のための食物
- I) 持続可能な食物生産・加工
- J) 再生可能な海洋エネルギー
- K) スマートグリッドとスマートシティ
- L) 製造業の競争力
- M) 加工技術と新材料
- N) サービスやビジネスプロセスにおけるイノベーション

このように、アイルランドの科学技術政策は産業促進を目的として注力が開始されたもので、その歴史は浅く、様々な取り組みを始めたのはわずか過去5~10年のことである。

先述の通りTop10%論文数の世界シェア数が少しずつではあるが徐々に増加の割合を高めているのも、その成果によるものと考えられ、今後も成果が期待される段階にある。

46 <http://www.djei.ie/press/2012/20120301.htm>

3.4 イノベーション政策・動向

3.4.1 国のイノベーション政策

アイルランドにおける科学技術やイノベーションに関連した主な政策としては、「科学技術イノベーション戦略（SSTI）（2006～2013年）」と「イノベーション・アイルランド」が挙げられる。

(1) 科学技術イノベーション戦略（SSTI）（2006～2013年）⁴⁷

先述のとおり、雇用・企業・イノベーション省は2006年に「科学技術イノベーション戦略（SSTI）（2006～2013年）」を発表し、科学技術に留まらずイノベーションも国の経済発展のベースにしようと、アクションや成果目標を定めている。（先述参照）

しかし、SSTIの期間は2006～2013年であることから、その期限は終了したことになる。科学技術については多少の成果が見られるが、特に民間R&Dの拡大などイノベーション創出に重要な要素である部分について、その成果は十分とは言えず、そもそも政府による戦略計画が非現実的だったという批判の声も聞かれる。

今後の同戦略の更新版はまだ発表されていないが、内容がどういったものになるのか、注目されている。

(2) 「イノベーション・アイルランド」

2009年には首相主導により、アイルランドを国際的なイノベーションハブとして展開させるための戦略を助言したりイノベーションや起業家精神を向上させたり、また科学技術研究投資を高価値雇用や持続可能な経済成長へ転換させるための選択肢を提示する組織として、「イノベーション・タスクフォース」が設置された。

同タスクフォースは、2010年3月に「イノベーション・アイルランド」報告書⁴⁸を発表。これは、グローバル・イノベーションハブとしての国のビジョンや、輸出主導型の経済を再構築し、生産性の成長を取り戻し、持続性の高い雇用創出といった重要な変革をもたらすための24の提言を示している。これらの提言が実施されれば、2020年までに最低でも117,000人分の新たな雇用が生み出されると予想されている。

提言には、政府によるR&D投資をGDPの3%とする他、主要なプロジェクト実施の際には公共調達をおこなうこと、数学や科学の教育レベルを引き上げることなどが含まれている。

3.4.2 外国企業誘致政策

(1) 外国企業の誘致

WEF以外のランキングでも比較的イノベーションランキングが高く、小国としてイノベーション力も高いとされるアイルランドだが、先述のように科学技術力はまだ離陸しようとしている段階で、ランキング結果は直接的に科学技術力に起因するものではないと考えられる。最も直接的な要因かつ、アイルランドの強みと言えるのは、先述のWEFのランキング要素に現れているように、海外投資の多さと言える。

47 “Strategy for Science, Technology and Innovation 2006-2013”

48 “Innovation Ireland, Report of the Innovation Taskforce”

1970年代に、特にアイルランドの法人税の低税率に魅かれた外国企業が多数アイルランドに流入し、それとともに製薬産業やICT産業も拡大した。

2013年6月現在、アイルランドに進出している外国企業数は1,033社、それら外国企業による被雇用者数は152,785人、輸出額は1,220億ユーロに上る。同国の輸出総額は1,696億ユーロであることから、その7割以上が外国企業によるものであることがわかる。(IDA)

また、ライフサイエンスとICT双方のセクターそれぞれで、世界のトップ10社のうち9社がアイルランドに欧州本部など事業の一部を既に移転させている。(IDA)

(2) 誘致成功の理由

外国企業の誘致成功の理由として、まず同国の法人税率の低さが挙げられる。従来より、そして現在でも、低い法人税率は外国企業がアイルランドに進出する最大の要因の1つである。しかし最近になり、米国アップル社が、法人税率の低いアイルランドの子会社に利益を蓄え米国の連邦法人税の支払いを回避した、と非難され、米上院小委員会の公聴会で説明を求められるといった問題がおこった。これに対してアイルランド政府は、同国の税制に不透明性はなく、他国の税制に起因する問題なのでその国で問題に対処すべきだ、という立場を表明している。しかし、アイルランドに進出する外国企業は税回避のために同国の税制を利用しているだけだという見方が拡大しており、EUや米国からも是正を求められている。

外国企業の進出先としてのアイルランドの魅力は他にも、同国の社会的・立地環境が挙げられる。その例は以下の通りである。

- ・ユーロ圏で唯一英語が公用語
- ・教育水準の高さ
(高等教育進学率と理数系学位取得者の割合が比較的高い)
- ・EUの中では比較的低い労働賃金
- ・オープンな移民受入政策によりマルチリンガルな人材が豊富
- ・整備された知的財産制度
- ・その他、国民のフレキシブルな文化など。

更に、米国の企業にとっては、アイルランドは地理的に5億人を抱える欧州市場の入り口に位置する。アイルランド人は移民時代のハングリー精神から製造業従事を厭わず、英国の製造業における人手不足をアイルランド人雇用によりカバーしていた時代もあり、そのため米国の製造業企業の移転が容易だったとも言われている。多数のアイルランド系移民が米国で成功したこと、また彼らがアイルランドへの帰属意識を持ち続けていることからアイルランドを移転先として選択することが多いことも考えられる。

2011年にアイルランドに流入した海外直接投資額の74%は米国によるものである。特にICTセクターでは、アイルランドは米国にとって世界最大の投資先であり、医薬品を含む化学セクターでも世界で3番目の重要な投資先となっている。(American Chamber of Commerce)

また、アイルランド国内で10万人以上が、531社の米国企業により、雇用されている。(IDA (2013))

上記のような理由に加え、長年にわたる産業開発庁の誘致経験も、外国企業がアイルランドに進出する理由に挙げられるため、同庁について以下に触れるものとする。

(3) 産業開発庁 (IDA)

アイルランド政府が長年注力している海外投資とそれに伴う外国企業（多国籍企業を含む）の誘致政策の中心となっているのが、雇用・企業・イノベーション省（DJEI）傘下の産業開発庁（以下、IDA）である。上述のような外国企業にとっての好環境に加え、IDAによる尽力なしには誘致は成功に至らなかったと言われるほど、同庁は重要な役割を果たしてきた。

IDAは1949年にその前身が設立されて以来、同国からの人口流出を食い止めるために必要な雇用創出のため、外国企業の誘致や支援を積極的に進めてきた。

設立当初、経済成長のための産業振興を主要責務としていたIDAは、その後、海外企業の誘致とアイルランドでの彼らの発展支援にその責務を変えている。それ以来、長年、大規模な組織改編もなく、集中して首尾一貫した誘致政策に取り組んできた。

外国の企業を誘致するため、IDAは東京を含めた海外各地20拠点に事務所を設けている。最近開設された中国やインドの事務所の取り組みによっても、中国のファーウェイやインドのウィプロなどがアイルランドに進出している。

更にIDAは、外国企業に対する積極的な誘致政策や働きかけに留まらず、移転後のアフターサービスまで、ワンストップサービスとして外国企業を支援している。このようなIDAの取り組みは、1990年の米インテルの巨大工場（米国外では最大）誘致の他、同じく米国のDELLやヒューレット・パッカートの誘致を成功へと導いた。

IDAは、同じく外国企業誘致に成功しているシンガポールの経済開発庁設立に際してモデルとされる等、外国企業誘致のための政府機関の先駆者的存在でもある。

アイルランド政府は、科学技術やイノベーションの政策を所管する雇用・企業・イノベーション省（DJEI）傘下にIDAを置くことで、外国企業や海外投資誘致政策を同国の科学技術・イノベーションシステムに取り組んで推進している。そしてIDAは、外国企業のR&Dや国内大学・企業との連携や技術移転を推進する際には、同じ雇用・企業・イノベーション省傘下の商務庁（EI）やアイルランド科学財団（SFI）と連携している。EIは、自国企業のイノベーション（産学連携）・ビジネス・国際化支援、SFIは、大学の基礎科学研究への資金助成機関である。イノベーション促進のための連携事業については、後述する。

(4) バリューチェーンの拡大

現在IDAが注力しているのはバリューチェーンの上流および下流への拡大である。例えば、セールスオフィスをアイルランドに設置した外国企業が、その後に製造工場を設立し、また製品開発ラボの開設、そしてR&Dセンターやイノベーションセンターの設置へと拡大していく例もある。

例えば、1989年に欧州製造施設設立によりアイルランドに進出したインテル社は、以来工場の拡大などを行い、同社として北米外では最大の製造拠点をキルデア州リークスリップに有し製造をおこなっている他、2003年にはITイノベーションセンターを設立し、デジタルヘルスやモビリティソリューションなどの幅広い分野でのIT用途の研

究開発をおこなっている。また、イノベーション・オープン・ラボを開設し、同国内の大学や産業界との研究開発協力も推進している。更に、クレア州シャノンにはソフトウェアやシリコンなどの設計拠点も有している。

そのようなバリューチェーンの拡大を支援することにより、外国企業をアイルランドに長年引き留め海外投資の流入を継続させることができる。外国企業に依存するアイルランドにとって、外国企業の引き留めは最大の課題の1つと言える。同時に、自国企業を外国企業のサプライヤーとしての役割を担わせることにより、自国企業のR&D能力の向上や外国企業との強固な関係の構築、そして外国企業の更なる長期的残留に資することも期待されている。

3.4.3 外国企業のR&D力を自国へ

更にアイルランドでは、誘致した外国企業をどのように国のイノベーション政策に利用しているのだろうか。2012年9月には、雇用・企業・イノベーション省のRichard Bruton大臣が、「我々の産業政策は、次のグーグルやマイクロソフトをアイルランドに呼び込むことを目的にはいけない。次のグーグルやマイクロソフトをここで創出するように努力しなければならない」と宣言しており、外国企業の能力を自国の能力に転換しようとする政府の目標がある。しかし実際には、外国企業依存からの脱却にはまだ時間がかかるようである。

(1) 外国企業のR&D

IDAは、上述のようなバリューチェーンの拡大を狙い、研究開発投資の税控除制度の整備の他、アイルランド科学財団(SFI)と協力して海外企業のR&D活動への投資をおこなう等、外国企業によるアイルランドでのR&D活動を促進している。2010年の企業による研究開発支出の7割以上が外国企業によるもので、またIDAにより支援された海外直接投資の43%はR&Dへの投資だとされている(2008年)。(CSO, Brennan and Verma (2010))

2009年にはDELL社がアイルランドの賃金高騰を受け、リムリック州リムリック⁴⁹にあった製造拠点を他国に移転させるに至った。しかし一方で、2011年にはダブリンに同社初のクラウド研究開発センターを開設することを発表した。これは、アイルランドが徐々に、労働力集中型産業から知識基盤型産業にとって魅力ある場になってきたことの表れだと言える。

「科学技術イノベーション戦略2006～2013(SSTI)」では、2003年時点で、何らかのR&D活動を同国でおこなう外国企業は213社、本格的なR&D活動をおこなう外国企業は60社あり、それぞれ2013年までに520社と150社に拡大させようとする目標を立てた。

49 アイルランドでは、ダブリン、コークに次いで3番目に人口が多い都市。

表3-6 「科学技術イノベーション戦略（2006 - 2013）」
R&D活動をおこなう外国企業数の目標

	2003年実数	2013年目標
「ある程度のR&D活動」*をおこなう外国企業数	213	520
「本格的なR&D活動」**をおこなう外国企業数	60	150

* 「ある程度のR&D活動」＝年間10万ユーロ以上をR&Dに投資

** 「本格的なR&D活動」＝年間200万ユーロ以上をR&Dに投資

しかしIDAの年間報告書（2012年）によると、IDAが支援する外国企業のうち、年間10万ユーロ以上をR&Dに投資している外国企業は293社で全体の28%に留まっており、2013年目標の520社を大幅に下回っている。

つまり、外国企業の誘致政策には成功しているアイルランドだが、その多くは同国ではまだR&D活動をおこなっておらず、セールス部門や管理部門を進出させるに留まっている。例えば、グーグル社のアイルランドスタッフのほとんどは、セールス管理かローカライゼーションを担当しており、コークにあるアップル社のスタッフは主に事務担当。ダブリンにあるマイクロソフト社はローカライゼーションにフォーカスしており、同社の海外にある3つの戦略R&Dセンターは、イスラエル、中国、インドにある。アップル社も新たな3番目のR&Dセンターをイスラエルに設立すると発表している。

そのような中、2013年10月にインテル社 から発表されたQuark X1000搭載のArduino互換開発ボード「Galileo」は、アイルランドで設計・開発された初めてのインテル製品として話題になっている。「Galileo」ボード、Quark X1000ともに、アイルランドのリークスリップにあるキャンパスで70人のチームにより設計されたチップである。IDAは、開発プロジェクトの初期の段階からその重要性を認識し同プロジェクトを支援をしてきた。IDAは、「これはアイルランドが高い専門知識とスキルを有する証拠だ」としている。

(2) 外国企業とアイルランドの大学との連携

IDAは、R&D活動支援の一環として外国企業に同国の大学との産学連携プログラムへの参加を勧めている。同じ雇用・企業・イノベーション省（DJEI）傘下で、しかもオフィスが同じ敷地・建物内に位置していることから、特にアイルランド科学財団（SFI）とは緊密な協力が可能となっている。

外国企業が参加する産学連携プログラムの具体的な例としては、CSETs（Centres for Science, Engineering & Technology）とSFI Research Centres Programme、そしてNIBRT（National Institute for Bioprocessing Research & Training）がある。

CSETsは、SFIの助成により大学と複数の企業が参画するセンター（Centre for Science, Engineering & Technology）を設立し、産学間により共同研究を進めるものである。2013年時点で9つのCSETsが設立されているが、同プログラムは2013年で助成を終了したため詳細は割愛し、2012年に開始されたSFI Research Centres ProgrammeとNIBRTについて記述する。

① SFI Research Centres Programme

世界トップレベルの研究をおこなう産学連携コンソーシアムに投資する、SFIによるプログラムである。採択されたプロジェクトには、SFIから年間100～500万ユーロが6年間投資される。しかしそれは、全予算の最大7割にとどまり、残りの3割以上は産業界からのパートナーが投資するものである。

アイルランドにとって重要な、先述の14優先研究分野を含む分野における研究のエクセレンスや高いインパクトを有するプロポーザルが採択され、研究センター（Research Centre）と呼ばれるコンソーシアムによりヘルスやエネルギーなどの重要な社会的課題解決を目的とした研究が実施される。2012年に開始された同プログラムでは、2013年現在7つの研究センターが採択されている。

各プロジェクトは、大学等のアカデミアスタッフであるリード研究者が主導する。参画する企業にはアイルランドに進出している外国企業や中小企業も想定されており、同プログラムの目的には、若手の科学者やエンジニア、博士課程の学生がそのような企業で雇用されるためのトレーニングや教育をおこなうといったことも含まれる。

現在決定しているプロジェクトの参画企業の中には、日本のサントリー社や米国のインテル社を始め、外国企業が多数含まれている。

② NIBRT (National Institute for Bioprocessing Research & Training)

バイオプロセッシング分野のトレーニングと研究のための世界的COEとして、IDAが中心となって国内の大学や技術研究所と協力して設立されたNIBRTも、外国企業によるR&D活動の推進において、重要な役割を担っている。同分野の産業発展を支援するためのR&Dを推進する他、外国企業のニーズに合ったR&D人材を育成するための最新設備を備えた研究施設である。また上述の通り複数の大学に外国企業との共同研究を活発に推進していることから、その中で育成された若手人材が、今後は自国企業で研究活動を続け、自国企業のR&D能力向上につながることを期待される。

このような試みは、政府のビジネス重視の方針と合致している。アイルランドでは、実用化志向の大学が多く、産業界との連携の重要性を認識しており、複数の大学が、外国企業との共同研究を活発に推進しようという姿勢が見られる。

しかし一方で、産業界から大学（アカデミックリサーチ）への投資は低く（図3-3参照）、外国企業からもアイルランドの大学研究へファンドが十分に流れていないことが想像できる。そうすると、世界的商業化の可能性を有する大学研究も、小規模なローカルマーケットのみを対象とした商業化に甘んじるか、商業化の可能性自体さえも絶たれてしまうことになり、外国の大企業がアイルランドに進出しているという利点をアイルランドの大学が十分に生かせていないとも言える。

(3) 外国企業と自国企業との連携

複数の大学が外国企業との共同研究を活発に推進しようとしている一方で、外国企業と自国企業間の共同研究や技術移転は限られていると言わざるを得ず、その主な要因は、実質的なR&Dをおこなう自国企業の数不足が考えられる。

アイルランド政府は、R&D活動をおこなう外国企業の誘致と並行して、助成金や研究開発投資の税控除、技術支援の提供により、本格的なR&D活動をおこなう自国企業数の増加も目指している。

「SSTI」では、外国企業と同様に、自国企業でもR&D活動をおこなう自国企業数の増加目標を明示している。2003年時点では、何らかのR&D活動をおこなう自国企業は462社、本格的なR&D活動をおこなう自国企業は21社あったが、これを2013年までにそれぞれ1050社と100社に拡大させようとする目標を立てた。

表3-7 「科学技術イノベーション戦略（2006 - 2013）」
R&D活動をおこなう自国企業数の目標

	2003年実数	2013年目標
「ある程度のR&D活動」*をおこなう自国企業	462	1050
「本格的なR&D活動」**をおこなう自国企業数	21	100

* 「ある程度のR&D活動」＝年間10万ユーロ以上をR&Dに投資

** 「本格的なR&D活動」＝年間200万ユーロ以上をR&Dに投資

EUが発表した産業R&D投資に関するスコアボードの2013年版では、R&D投資額トップ1000社の中に「アイルランド企業」として11社がランクインしている。しかし各企業のR&D投資額は、実際にR&Dをおこなった国を考慮しておらず、その企業全体の金額が登記されている国の企業として全額が計上され、ランク付けされている。（EU（2013）

しかし、「アイルランドの企業」としてランクインされた11社のほとんどが、アイルランドに法人登記しているのは節税目的だと考えられる企業で、アイルランド国内ではR&Dをおこなっていないケースである。例えば、11社の中のトップランクにあるSeagate社はハードディスクドライブのメーカーで、法人登録はアイルランドの首都ダブリンだが、米国で設立された企業で経営陣は米国カリフォルニアにおり、一般にアイルランドの企業とは認識されていない。

先述のとおりアイルランドで使われる民間R&D費の7割以上が外国企業によるものであるというデータからもわかるように、実質的にアイルランドで操業し、かつR&D活動をおこなっている企業はまだ少ないことがわかる。つまり、外国企業と自国企業間の共同研究や技術移転のための連携を強化するには、まず自国企業のR&D能力を高める必要がある。

これまで見てきたとおり、IDAによる取り組みは海外投資誘致に留まらず、アイルランドに既に移転してきた外国企業による投資の持続推進や事業のバリューチェーン拡大支援を進めてきた。一方IDAのスピンオフである商務庁（EI）は、自国企業の輸出や海外進出を支援する組織であり、自国企業のR&D能力強化を目的として、産学連携の推進や技術移転の拡大、起業家育成などに努めている。

従来は、自国企業のR&Dを支援するEIと海外企業のR&Dを支援するIDAとの目立った連携事業は見られず、それが克服すべき課題の1つでもあった。最近になり、国内外の複数の企業が協力して産業界主導により、アカデミアも巻き込んで設立する技術セン

ターである「コンピテンスセンター」の設立等で協力を本格化し始めており、政府は今後もIDAとEI間のより強力な連携を推し進め、外国企業から自国企業への技術移転をより迅速に促進しようとしている。

科学技術政策と同様に今後の連携の取り組みが期待される。

3.5 まとめ・考察

アイルランドは、世界競争力ランキングやイノベーション関連ランキングにおいて、高く評価されているものもある。その主な要因は、科学技術力によるものではなく、海外直接投資の多さや外国企業の進出によるものであると言わざるを得ない。

アイルランドの科学技術は、政府の注力が開始されたのが比較的最近であることから、今後の成長が期待されているところである。そのような中、小国であるアイルランドは、経済成長の源泉を外国企業の科学技術やR&D力に頼らざるを得ない中、外国企業を呼び込む環境が良好であり、かつIDAを始めとする政府による誘致政策が奏功している。誘致するだけではなく、進出後の活動支援として、外国企業のR&D推進と国内大学・企業との連携や技術移転を推進している。結果、各種プログラムにも実際に外国企業を参画させている。

一方で、外国企業にはR&Dのリーダーとして自国企業への効率の良い技術移転を、自国企業にはR&D規模を拡大させ、本格的イノベーション創出を始動させなければならないなど、まだ克服しなければならない課題が残っている。そのような中、経済成長にとって外国企業誘致は不可欠であり、実際に既に長い期間、依存してきたという事実があり、その脱却は想定できない。

このたび同調査をおこなうにあたりアイルランドの政府関係者の話を聞いた際、アイルランドは海外依存に対する懸念を抱くというよりも、海外と協力してグローバルなオープンイノベーションを推進することを重視していると感じた。自国企業による本格的なイノベーション創出を推進してはいるものの実現にはまだ時間がかかること、また外国企業誘致のこれまでの成功を受け、今後も注力を継続する計画で、海外依存に対する脅威は感じられない。むしろ外国企業の能力を環境の整うアイルランドで発揮してもらい、同時に、協力を通じてお互いに成長を果たせるよう取り組んでいる。その背景には、先述のような社会的・歴史的な理由から、海外に対してオープンな文化があり、海外をライバルではなくパートナーと捉えている。これは学术界から産業界まで多くの人々が国際的なマインドセットを有している結果であると言える。国際共著論文や国際共同特許の割合が高いのもその裏付けと言える。

R&Dの面で自国企業が十分に育っていない中、海外投資とそれに伴うR&D拠点の移転を誘致し支援することにより、大学と外国企業との共同研究によりイノベーション創出を目指し、人材育成を進め、徐々に自国企業によるR&D活動の拡大を図っている。その結果、製造業における賃金高騰による競争力低下の中にあっても、知識集中型産業の拡大によりアイルランド経済は恩恵を受ける。

このようなアイルランドの事例から、イノベーション推進の1つのアプローチとして、海外の力を利用して海外と協力するという方法も、国によっては大いに有効なのではないかと感じた。アイルランドは、そのように海外の力を引き込みその力を利用するという素

地と能力に長けていると言える。その結果、グローバルなオープンイノベーションを推進するとともに自国のイノベーション力の向上にもつなげようとしている。

小国は概して、海外の事例を調査して良いと思ったものは迅速に採用し、さらにそれが奏功する傾向がある。またアイルランドの場合、スタートが遅れた分、海外の経験事例に基づくモデルを採り入れることができるのも幸運だが、受け身ばかりでなく、海外投資・企業の誘致を専門とするIDAのような先駆者的な存在も強みとなった。

アイルランドは、国の弱点を強みに変え、海外とのつながりを強化しつつも、単に依存するのではなく、外国企業支援を積極的におこないながら、意志を持って協力を発展させていると言える。

3.6 参考情報

- 科学技術政策研究所（NISTEP）「科学研究のベンチマーキング2012－論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況」（調査資料218）（2013年3月）
- ジェトロ（日本貿易振興機構）海外調査部「アイルランド概況」（2013年11月）
- 東洋経済「アイルランドの魅力は法人税率だけではない」（2013年12月10日）
(<http://toyokeizai.net/articles/-/25873>)
- 日経BP社「Dell、アイルランドにクラウド研究開発施設とソリューションセンターを建設」（2011年6月8日）(<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20110608/361161/>)
- American Chamber of Commerce, US Investment in Ireland – Ireland’s Most Important Economic Relationship, US Investment – Key Statistics (<https://www.amcham.ie/article.aspx?id=461>).
- Brennan, L. and R. Verma (2010), “Inward FDI in Ireland and its policy context”, Columbia FDI Profiles, October 7, 2010.
- Central Statistics Office (2013), “Press Release Business Expenditure on Research and Development 2011/2012”, CSO Databank, 15 February 2013 (<http://www.cso.ie/en/newsandevents/pressreleases/2013pressreleases/pressreleasebusinessesexpenditureonresearchanddevelopment20112012/>).
- DJEI (2006), “Strategy for Science, Technology and Innovation 2006-2013”, 18 June 2006 (<http://www.djei.ie/science/technology/sciencestrategy.htm>).
- DJEI (2011), “Ireland’s University Rankings – we’re ranked 6th globally but it’s not the whole story”, 22 November 2011 (<http://www.djei.ie/press/2011/20111122.htm>).
- DJEI, Forfás and etc. (2011), “Strategy for Science, Technology and Innovation – Indicators”, December 2011.
- Doran, J., D. Jordan and E. O’Leary (2013), “Effects of R&D spending on Innovation by Irish and Foreign-owned Business”, MPRA(Munich Personal RePEc Archive) Paper No. 44579, February 2013.
- EU(2013), “EU R&D SCOREBOARD-The 2013 EU Industrial R&D Investment Scoreboard”, 2013.
- Forfás (2011), “Analysis of Ireland’s Innovation Performance”, “March 2011.
- Forfás (2012), “Report of the Research Prioritisation Steering Group”, 1 March 2012

(<http://www.forfas.ie/publications/featuredpublications/title,8958,en.php>).

IDA (2012), “IDA Ireland - Annual Report & Accounts 2012”, IDA Ireland

IDA (2013), “US Investment in Ireland”, IDA Ireland, November 2013 (<http://www.idaireland.com/invest-in-ireland/us-investment-in-ireland/>).

IDA, “Foreign Investment in Ireland” (<http://www.idaireland.com/invest-in-ireland/fdi-in-ireland-2013/index.xml>).

Innovation Taskforce (2010), “Innovation Ireland”, Report of the Innovation Taskforce, March 2010 (<https://www.enterprise-ireland.com/en/About-Us/News/Innovation-Task-Force.html>).

Nature (2013), “Nature Publishing Index 2012 (Global)”, 20 June 2013.

OECD (2012), “OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012”, OECD Publishing.

OECD (2013), “OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013”, OECD Publishing.

OECD, Main Science and Technology Indicators

OECD, R&D Statistics

QS (2013), “QS World University Rankings 2013”, 2013.

Thomson Reuters (2011), “Top 20 countries in all fields, 2001-August 31, 2011”, Special Country Feature, December 2011.

Times Higher Education (2013), “World University Rankings 2013-2014”, 2013.

WIPO, IP Statistics (Data Center)

WIPO, Statistical Country Profiles, Ireland

World Bank, World Development Indicators (Databank)

雇用・企業・イノベーション省 (DJEI) ウェブサイト : <http://www.djei.ie/index.htm>

SFIウェブサイト : <http://www.sfi.ie/> (アイルランド)

IDA Irelandウェブサイト : <http://www.idaireland.com/> (アイルランド)、
<http://www.idaireland.jp/> (日本)

EIウェブサイト : <https://www.enterprise-ireland.com/en/> (アイルランド)、
<http://www.enterprise-ireland.or.jp/> (日本)

Finfacts Irelandウェブサイト : <http://www.finfacts.ie/>

【調査訪問機関】

- ・ 駐日アイルランド大使館
- ・ アイルランド政府産業開発庁／ IDA Ireland (アイルランド、東京事務所)
- ・ アイルランド政府商務庁／ Enterprise Ireland (アイルランド、東京事務所)
- ・ アイルランド科学財団／ SFI (Science foundation Ireland)
- ・ 雇用・企業・イノベーション省 (Department of Job, Enterprise and Innovation)
- ・ Forfás (企業、貿易、科学技術、イノベーションに関する政策諮問機関)
- ・ 高等教育庁 (Higher Education Authority)

4. シンガポール

JSTシンガポール事務所
所長 小林 治

4.1 シンガポールの概要

シンガポールは北緯1度22分、東経103度88分のほぼ赤道直下、マレー半島の突端マラッカ海峡の西端に位置する都市国家で、東京23区をやや上回る程度の710平方キロメートル余りの国土に、2011年現在、約518万人が居住している。この518万人はシンガポール市民と永住権者を合わせた379万人と駐在員や出稼ぎ労働者等で構成される139万人から成っており、人口の4分の1強が流動的人員であるという独特な人口構成となっている。市民・永住権者の内訳としては中華系74.1%、マレー系13.4%、インド系9.2%、その他3.3%から成る多民族国家であり、英語、中国語（マンダリン）、マレー語（憲法で定められた国語）、タミル語が公用語として日常生活では用いられている。英語+その他の公用語を初等教育から教育する二言語主義システムの成果でほぼ全てのシンガポール人が英語を解する。

2011年現在のGDPは326,832百万シンガポールドル（SGD）（約21兆380億円 1S\$=64.37円）であるが、国民一人あたり（Per Capita）では61,692SGD（約3,971千円）とアジアにおいては最も豊かな国のひとつである。その主な産業構造をGDP内比で見ると製造業約20%、小売卸売り業約16%、金融保険業約11%、輸送保管業約8%である。

また、2011年現在のシンガポール人の平均年齢は38歳であるが、合計特殊出生率は1.22であり、他の先進国と同様にこれからほどなくして高齢化社会を迎えることが危惧されている。

4.1.1 歴史

シンガポールが歴史に登場するのは、1819年、イギリス東インド会社の書記官であったトーマス・ラッフルズ卿がシンガポール島に上陸して以降である。ラッフルズは、当時この地域で勢力争いをしていたオランダの勢力がシンガポール島まで及んでいないことを確かめると、即座にシンガポール島の支配権を有するジョホール王国のスルタンと商館をこの地に設置運営する契約を締結した。その後、1824年の英蘭条約により、マラッカ海峡以北を勢力圏としたイギリスは同年8月にはスルタンとシンガポールについて完全主権と永久領有権に関する新しい条約を結び、シンガポールの整備、植民地化を進めることとなる（1867年には英国政府直轄植民地化）。

その後、シンガポールは、東西交易の中継港として貿易業を中心として発展を続け、20世紀初頭までには天然ゴムや錫等の簡易加工業も行うようになり、第一次世界大戦終了後、イギリスが英国東洋艦隊の海軍基地をシンガポールに建設して以降は、貿易や簡易加工業に加え、艦船修理、整備に資する基地産業も育つこととなった。

そして、1942年から45年の日本軍占領による昭南島時代、戦後のイギリスによる再植民地化、1959年の自治州化を経て、1963年にはマレーシア連邦の一員としてイギリスより完全に独立。2年後の1965年8月には経済、人種政策の相違からマレーシア連邦から分

離される形で共和国として独立し、今日に至っている。

4.1.2 経済と産業

(1) 工業化と外資導入と科学技術

1965年に政策的相違によりマレーシア連邦から分離されたことで、中継先としてのマレーシア市場を失い、また1968年の突然の英国海軍極東基地の撤退により当時のGDPの約15%に相当する英軍関連の経済活動を失ったことは、失業率の上昇につながり、大きな社会不安を生み出したところ、雇用創出による安定した社会の構築が急務となった。

シンガポール政府は、安定社会にむけた経済方針策定において、4つの産業、すなわち、1)中継貿易・商業に加えて2)観光業、3)金融業、4)工業を推進すべきものとして採用した。大きな雇用創出が見込める「工業」においては、1961年の国連調査団Albert Winsemans博士のレポートにおいて、当時のシンガポールには自前で工業化を推進する基礎力が不足していることから、まずは外資導入による工業化を実施すべきことが指摘されたところ、実働機関として、1961年に設立された外資誘致のための機関である経済開発局（Economic Development Board）と1968年にEDBから工業団地デベロッパーとして独立設置されたJTC（Jurong Town Corporation、現在はJTC Corporation）の協働により工業化の推進を図ることとなったが、この仕組みは今日の政策主導によるバイオメディカル産業、水関連産業、航空宇宙産業の育成スキームにおいても踏襲されていると考えられる。

ちなみに、「自前で工業化を推進する基礎力が不足している」という状態は独立後約50年を経た今日でもその通りであり、統計によれば製造業における2011年度固定資産投資額SGD13,734百万のうち、外資は実に86%強のSGD11,858百万（米国5,047、日本995、欧州2,131、アジア太平洋及びその他地域3,684（単位SGD百万））を占める状態である。

また、シンガポールでは、低賃金労働力に依存した単純労働に基づく労働集約型産業での競争においてはいずれ他のアジア諸国等との競争には勝てないことから、持続的発展に資するべく高付加価値を生み出す知識集約型産業への構造転換を目指すこととなり、その結果として科学技術力向上への意識が高まることとなった。

60年代から産業育成に資する科学技術による研究開発支援が続いたが、1991年にはさらにその政策方向性を明確にしつつ「産業と研究開発（科学技術）の一体化」を推進するために、国家科学技術委員会（National Science & Technology Board : NSTB）（後のシンガポール科学技術研究庁（Agency for Science, Technology and Research : A*STAR））が産業貿易省（Ministry of Trade and Industry）の下に設立された。

4.2 イノベーションランキングと上位ランクインの要因

4.2.1 イノベーションランキング

(1) WEFのイノベーションランキング

シンガポールは、WEFの国際競争ランキング（2013-2014）の総合において2位であった。

イノベーションに関するランキングでは、

表4-1 WEFランキング：シンガポールのTechnological Readiness

順位	最新技術	企業の 技術吸収	FDIと 技術移転	インター ネット 利用率	大容量 インター ネット 契約数	インター ネット 回線容量	モバイル 大容量イン ターネット 契約数
7	16	13	5	29	20	4	1

であり、シンガポールらしく、海外直接投資が新たな技術を呼び込んでいるかという項目で高い評価を得ている。また、一人当たりの国際インターネット回線容量、モバイル大容量インターネット契約数も好評価である。一方、個人的実感だが、実際にシンガポールで生活してみると、モバイルについては納得するとしてインターネット回線容量についてはそれほど十分であるとは思えないところもままある。

次にWEFの「イノベーション」指標を見てみると、

表4-2 WEFランキング：シンガポールのInnovation

イノベ ーション総合	イノベ ーション能力	科学研究機 関の質	企業の研究 開発支出	産学間研究 開発協力	政府調達	科学・エン ジニア人材	PCT 特許申請数
9	18	11	8	4	2	14	13

総合ランキングで9位である。ここでは、政府の調達決定が技術イノベーションを促進するか、どの程度の産学間研究開発協力がおこなわれているか、企業が研究開発にどの程度支出するかという項目において好評価である。

(2) INSEADのイノベーションランキング

INSEADのGlobal Innovation Index 2013によると、シンガポールは総合順位で8位であり、特に「ビジネスの高度化」（高知識の労働者、知識重視の雇用、高い知識吸収等）、「人材と研究」（高等教育、研究者数等）、「市場の高度化」（関税率、投資家保護、貿易・競争等）、「インフラストラクチャ」（電子行政サービス、物流効率、ICT等）、「制度」（ビジネス環境、規制、政府の効率性等）というインプット項目において1位である。また、「知識・技術アウトプット」（中上位ハイテク製造業等）が11位、「創造性アウトプット」（無形資産、印刷出版業、トレードマーク登録等）からなるアウトプット項目において18位であるが、アウトプット指数／インプット指数から導き出されるイノベーション効率では121位とイノベーション総合のトップ10で最低位となっている。

表4-3 INSEADイノベーションランキング：シンガポール

イノベーション (総合)	インプット・ インデックス	アウトプット・ インデックス	イノベーション効率
8	1	18	121

4.2.2 上位ランクインの要素

以上から見て取れる傾向は、まさにシンガポール政府が国を挙げて推進している政策項目に合致する。すなわち、外資系研究開発型企業の積極的誘致（海外直接投資が新たな技術と呼び込んでいるか）、産学官連携の推進（企業がどの程度新しい技術を吸収しているか・どの程度の産学間研究開発協力がおこなわれているか・企業が研究開発にどの程度支出するか）、政府主導による大規模研究インフラの整備（政府の調達決定が技術イノベーションを促進するか）である。特にINSEADランキングでトップとなっているインプット項目は悉くシンガポール政府の政策推進事項であり、強化しているところである。

4.3 科学技術力

4.3.1 科学技術政策と動向

(1) 5ヵ年科学技術計画

シンガポールの製造業構造が石油化学等の資本集約型産業からエレクトロニクス等の技術集約型産業への移行を図ろうとする1991年に、産業と研究開発（科学技術）の一体化を推進するためNSTBが設立されたが、同年よりシンガポールでは国の科学技術行政の5ヵ年間の方向性の指針として国家技術計画が導入された。以後、順次5ヵ年毎に発表され、2013年現在では第5次の科学技術計画に沿った活動が展開されている。

1991年以来その骨子となっているのは、産学官連携による出口重視の研究開発の促進、高度知識・技能人材の育成等であるが、またその時々的情勢を鑑みつつ次代のシンガポール産業にインパクトの大きいと考えられる特定研究分野（バイオメディカルや水等）への重点的かつ集中的な資金投入も政策の特徴となっている。

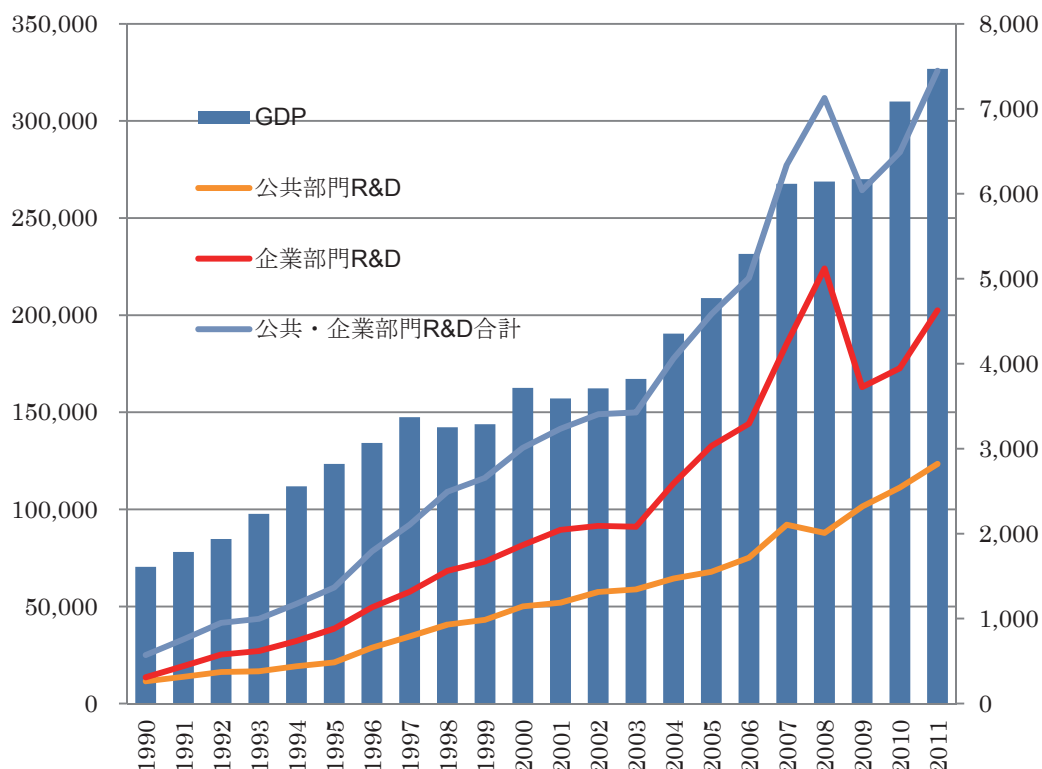
(2) 科学技術予算

シンガポールにおいては、GDPの伸びに応じて着実に研究開発投資が増大しており、1990年にGDPがSGD70,391百万、研究開発投資額がSGD572百万（GDP比：0.81%）であったところ、2011年にはそれぞれSGD326,832百万、SGD7,448百万（GDP比：2.28%）と20年間で金額ベースでGDPは4.64倍、研究開発投資額は13倍になっている。

シンガポールの政策方針を検証すると、次の10年から15年程度の間にシンガポールの産業を支えると政策的に考えられる科学技術分野に先ず政府が大規模な研究開発投資を行い、それを呼び水として同分野の外資系研究開発型企業を誘致、それらの企業の研究開発投資との産学相乗効果を以って徐々に科学技術レベルを向上させることがパターンとなっているように考えられる。

90年代のIT、エレクトロニクス、2000年代前半からのバイオメディカルサイエンス、後半からの環境・水等はその典型であるといえよう。第4次（2006年～2010年）の科学技術計画において政府は、EUのリスボンターゲットを参照にしつつ、計画期中にGDPに占める研究開発費比率を3.0%まで引き上げる計画であったが2008年のリーマンショック等の影響で民間による研究開発投資が落ち込んだことから、それを達成することはできなかった。ちなみに現在の研究開発投資額における民間部門と公共部門の比率は約6:4となっている。

図4-1 シンガポールのGDPと研究開発投資（単位：S \$百万）

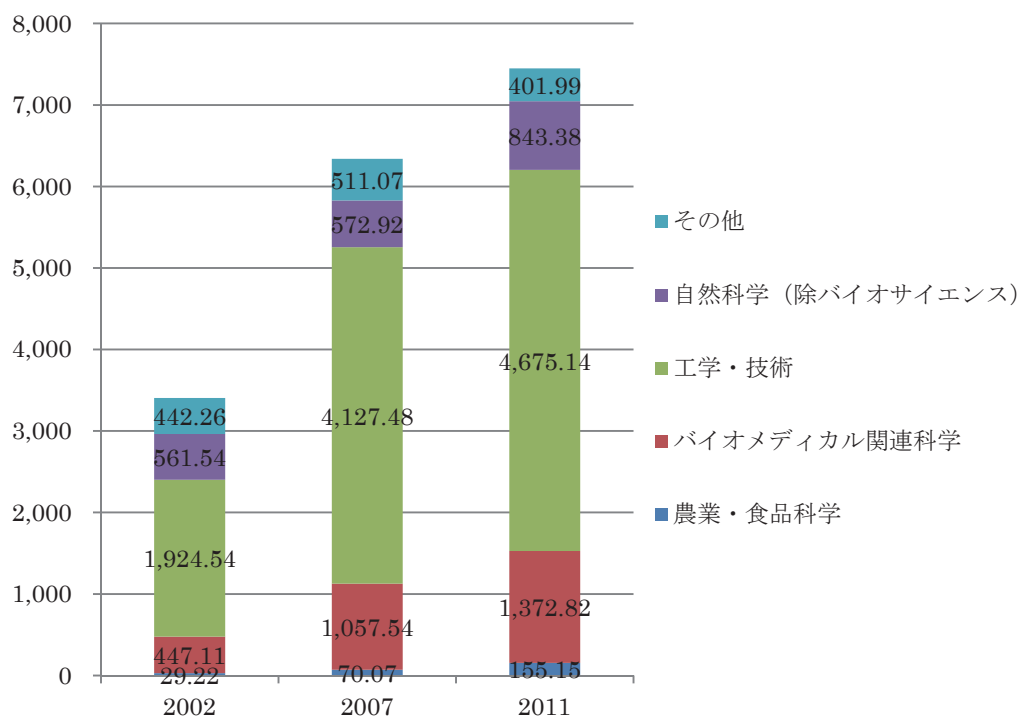


（数値について、GDPは左軸、研究投資額は右軸）

出典：A*STAR National Survey of R&D in Singapore 2011より

また、分野別の研究開発投資状況を見てみると、エレクトロニクスや機械産業を含むエンジニアリング技術部門では、2011年現在で民間：公共がSGD3,520百万：SGD1,155百万（75:25）であり、この分野における民間の研究開発型企業による研究開発活動が十分に定着しているといえるが、2000年以降に力を入れ始めたバイオメディカル部門では、2002年の段階で民間：公共の比率がSGD142百万：SGD305百万（32:68）、2011年時点でもSGD517百万：SGD855百万（38:62）であり、まだまだ公共投資を呼び水とした政府によるバイオメディカル産業育成強化が続くものとする。

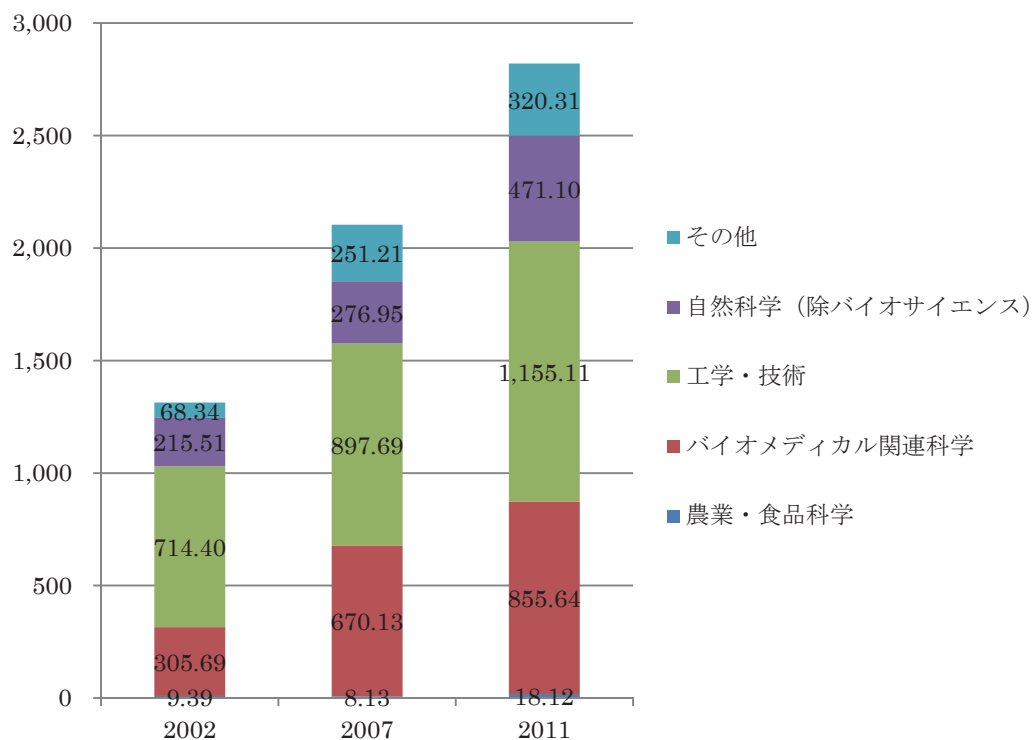
図4-2 2002、2007、2011年度分野別研究開発投資



(民間公共部門合計/単位 : S \$百万)

出典：当該年度A*STAR National Survey of R&D in Singaporeより

図4-3 2002、2007、2011年度分野別研究開発投資



(公共部門のみ/単位 : S \$百万)

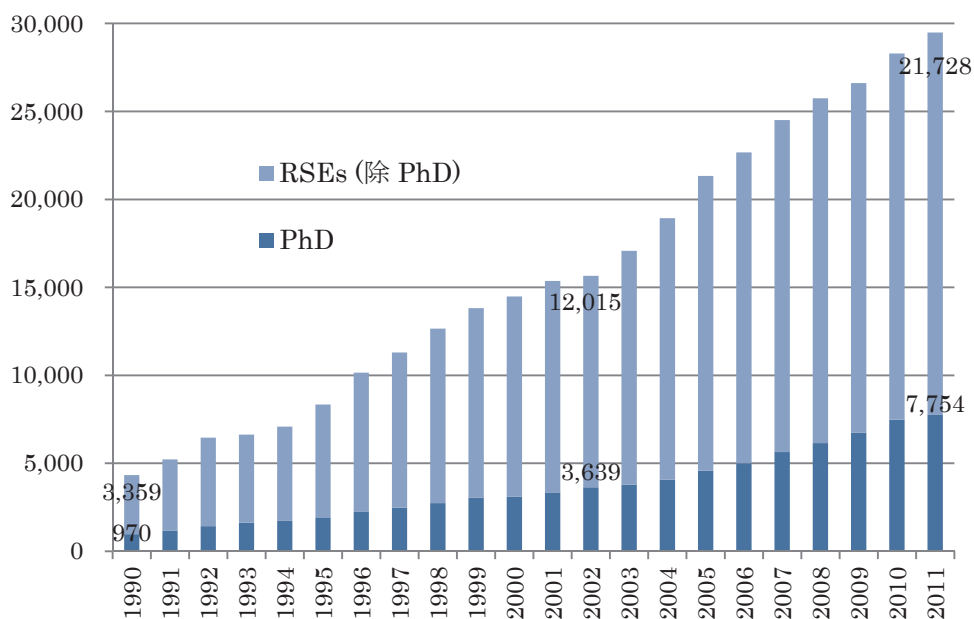
出典：当該年度A*STAR National Survey of R&D in Singaporeより

(3) 研究人材数

研究人材の状況は、以下のようになっている。

まず、2011年現在では合計29,482人のRSE（Research Scientist and Engineer）が働いているが、内7,754人がPhD取得研究者である（残りの21,728人は修士号または学士号取得者）。研究者数は、1990年と比べると研究者全体としては約6.8倍、博士号所有者は約8倍に増えている。29,482人のRSEのうち、56%の16,535人が企業部門で働いており、36%の7,780人がシンガポール市民・永住権者以外の研究者で占められている。

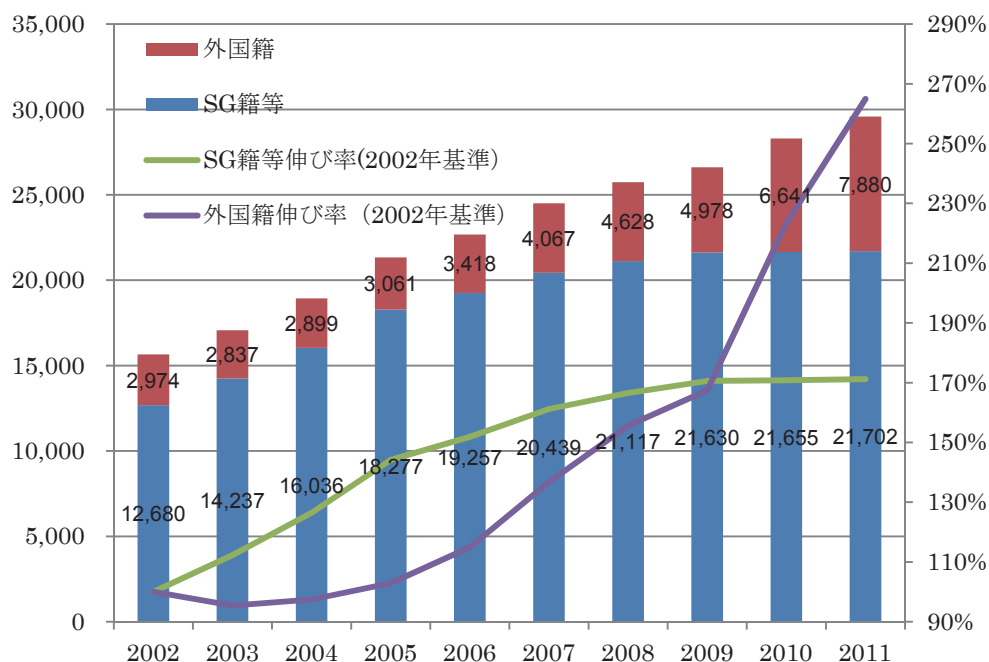
図4-4 シンガポールの研究人材数の推移（単位：人）



出典：A*STAR National Survey of R&D in Singapore 2011より

特に、バイオポリス等の大型クラスターが軌道にのり、政府研究開発予算が大幅に増加した第4次の科学技術計画の実施以降は、シンガポール国籍・永住権者の研究者数の伸び率が2002年基準で一定であるのに比べて、外国人研究者の伸び率が顕著であり、順調に外部のグローバル人材を引き付けているといえる。

図4-5 2002年から2011年シンガポールRSE推移（単位：人）



出典：A*STAR National Survey of R&D in Singapore 2002から2011より

(4) 論文数

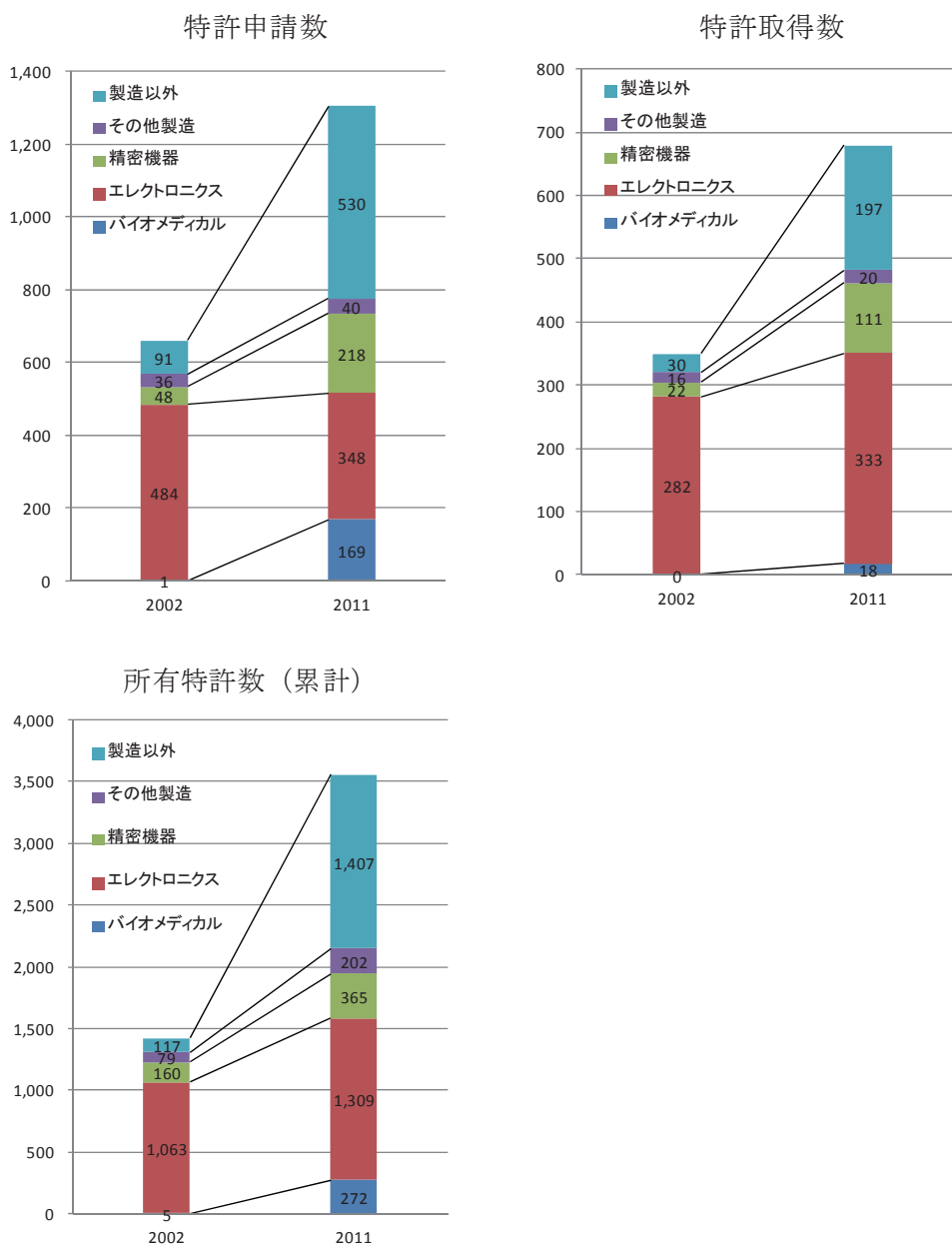
NISTEP資料によると、2012年のシンガポールの論文発表数平均は9,259本（シェアは0.78%）である。同時期の日本の発表数平均が76,285本（シェア6.39%）であることから、人口が日本の24分の1程度であることを考えると、単位人口あたりの論文生産量は3倍程度となる。

(5) 特許数

特許数指標について、公共部門、企業部門の2002年、2011年の特許申請数、取得数及び所有数を比較（2002年 公共:企業、2011年同）すると、申請数276:660、608:1,305、取得数101:350、176:679、所有数315:1,424、1,203:3,555と全てにおいて企業部門が優れており、企業部門の研究開発力の強さが伺える。

また、その企業部門の分野別特許の指標を見てみると、1990年以降高付加価値な技術集約型産業として力を注いできたエレクトロニクス・精密系部門が継続的に強く、また2000年以降、政策的に研究開発力が強化されてきたバイオメディカル部門においては企業の研究開発力が2002年には累積所有特許数5件に過ぎなかったが、2011年には272件、特許申請数はそれぞれ1件が169件になっており、この10年間に着実に伸びてきていることが伺える。

図4-6 特許数（単位：件）



出典：A*STAR National Survey of R&D in Singapore 2002、2011より

4.3.2 研究開発の政策運営パターン

シンガポールにおいて科学技術とは、極論するとシンガポール経済の持続的発展に資する高付加価値産業育成のための主なツールであり、かつ、その産業の主役は基礎力が備わっていることから導入後の立ち上げが容易で規模も大きい外資系研究開発型企業が想定されている。

そのような企業を引き付けるためには、法制度の整備もちろん重要であるが、実際に研究開発活動を実施する際にそれを支えるインフラストラクチャー（施設、人材等）の整備が重要となり、シンガポールの科学技術はその整備に資するべく政策的に運営されているといえよう。

以下、それぞれ2000年代前半、後半に重要研究開発分野として指定され、積極的にシ

ンガポールのイノベーション力向上に貢献してきたバイオメディカル分野、特に近年イノベーション力において世界トップの評価を受けている水研究分野について言及する。

4.4 イノベーション力の分析

4.4.1 バイオメディカル研究

第3次の科技5ヵ年計画である「Science & Technology Plan 2005」（2001年～2005年）において、バイオメディカル分野は次に依るべき21世紀の高付加価値産業の種として集中育成すべき分野に指定された。2001年「世界のバイオメディカル研究のハブ」を建設するとしてバイオポリス（Biopolis）計画が着想され、2003年には第1期7棟からなる研究開発クラスターが完成した。その後、第5期まで絶え間なく増築され、2013年10月現在では、つい先ごろ完成した第4期の1棟も含めて計12棟、約295,000平米の床面積に、38のバイオメディカル企業、10の公共研究所が入居し、70カ国から2,500名以上の研究者が活動する一大バイオクラスターとなっている。

土地建物開発には、第1期SGD500百万、第2期SGD70百万、第3期SGD100百万が投じられたが、第4期はプロクター&ギャンブル（P&G）1社によって整備開発され、神戸バイオメディカルイノベーションクラスター地域に設置されていた同社のアジア研究開発拠点機能のほとんどが移設された。

バイオポリス設立の2000年当時はまだシンガポールのバイオメディカル系研究基盤は脆弱なものであった。そこで、バイオポリス計画の主導者であり政策実施の中心人物であったフィリップ・ヨー前A*STAR長官は、「鯨（海外の大物研究者）がグッピー（シンガポール国籍の研究者）を育てる（人材育成）。」との例えのとおり、ふんだんな研究資金（基礎・応用研究を問わず）を元に海外の大物研究者を誘致し、研究開発環境を支えるための重要なインフラである人材開発と育成に努めたが、その後、ある程度人材育成や研究開発系企業の進出も進んだ2010年には、Industry Alignment Fund (IAF)と呼ばれるファンディングスキームを導入し、政府支援の研究資金の重点を出口志向型研究に移すこととなった。

この傾向はシンガポールの科学技術の性質を考えると極めて当然の流れであるといえるが、バイオポリス創設期に招聘され、引き続き学問としての科学技術的基礎研究に取り組むことを願う海外の大物研究者の中にはシンガポールから離れる者も続出することとなった。

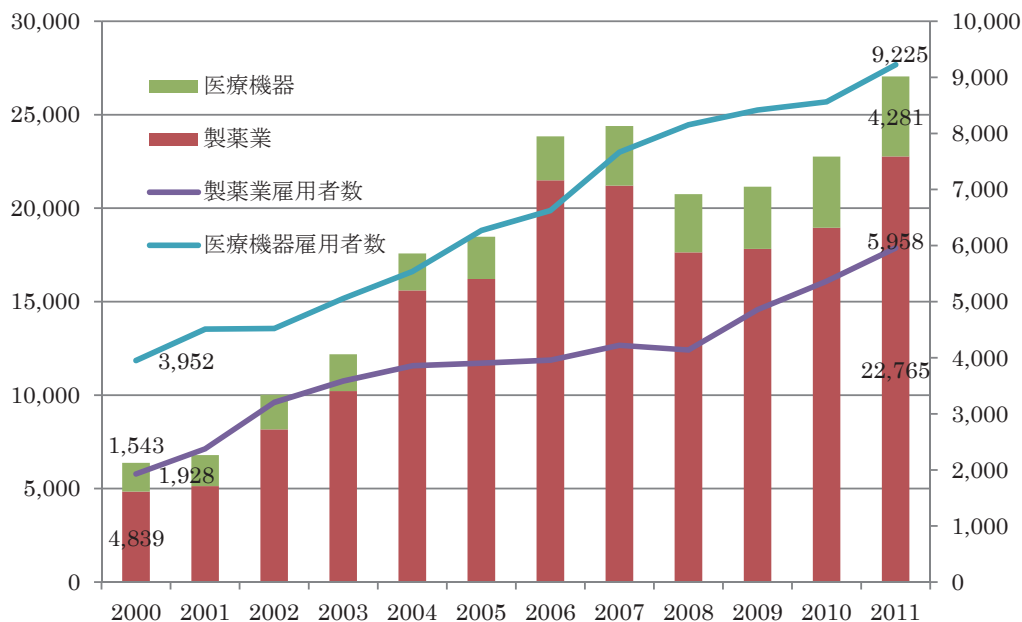
IAFは原則研究予算の3割をカットし、そのカット分を産業界から補填できた場合は同額をマッチングファンドとして追加配賦するというもので、産業界の関心を得られない研究は必然的に先細りになるような仕組みとなっている。この傾向は第5次の科技計画においても引き続き健在である。

バイオポリス計画が動き出した2000年前半から2011年にかけて、バイオメディカル科学研究のシンガポールに与えたインパクトを定量的に検証すると、下図のとおり、

- 1) バイオメディカル産業の売上・雇用規模はそれぞれ、徐々に拡大している。
- 2) 人材育成面においてもバイオメディカル研究者は増加、特に博士号取得者が増加しており研究レベルが向上している。

といえる。

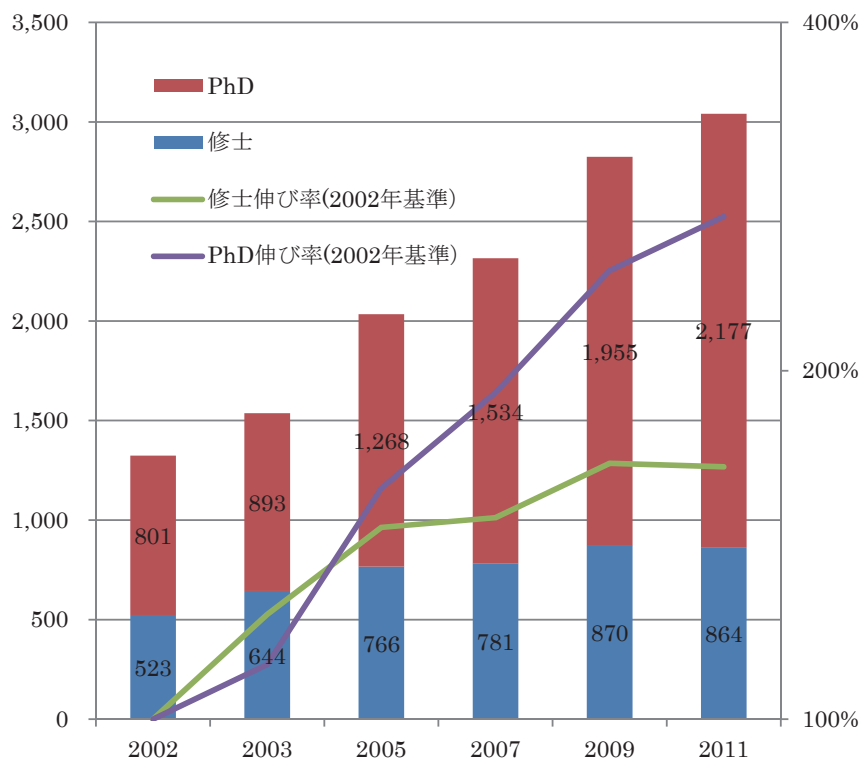
図4-7 バイオメディカル産業 売上高と雇用数推移



(数値について、売上高は左軸、単位 :S\$百万、雇用数は右軸、単位 :人)

出典 : シンガポール統計庁:Principal stats of mfg by industry clusterより抜粋

図4-8 バイオメディカル関係分野における研究者数推移



出典 : 当該年度A*STAR National Survey of R&D in Singaporeより

4.4.2 水に関する研究

シンガポールはほぼ赤道直下の北緯1度22分に位置し、熱帯雨林気候区分に属することから年間2,400mmの降水量（日本は1,700mm程度）があるが、国土の狭さゆえに、その雨量を十分に貯蔵する地域が限られており、また、大きな河川、天然の帯水層や地下水も存在しないことから、いかに資源としての水を確保するかはシンガポールにとって独立以来文字通り死活問題であった。

人間は石油エネルギーがなくても生きられるが、水がなければ死んでしまう。1942年の日本軍侵攻時、マレーシア・シンガポール間の水パイプラインが破壊され、水供給を絶たれた英軍が早期降伏をせざるを得なかったこと、1965年8月9日（シンガポール独立日）、当時のマレーシア首相が「もしシンガポールがマレーシアに不利な政策をとるようなら、いつでもジョホール水道の水を止めることもやぶさかではない。」という不穏当な発言（潜在的脅迫）をしたことは、1965年の分離独立時にリー・クアン・ユー初代首相に水の重要性を強く意識させることとなった。

1965年の独立当時は、水供給源はジョホール水道経由のマレーシアからの輸入と小規模の貯水池の2種類のみであったが、安定した水供給の実現は、国民の生活維持には言うまでもなく、国家成長の手段として国土の狭隘なシンガポールが唯一選択すべき工業化のためにも必須要件であった。いわば「水の一滴は、血の一滴」であり、「水の独立」が国家開発計画の一丁目一番地と位置づけられ、建国以来それを達成するための法整備、リスク分散のために複数の水供給源確保を志向した国土開発、インフラストラクチャー構築、そして「研究開発」が堅実に着々と進められてきたのである。

(1) 水の独立にむけて「国家の4つの蛇口」

リスク分散の方針としては、「国家の4つの蛇口」として以下の対応を行った。

1) 雨水：効果的な都市設計による効率的な雨水の貯蔵システム。

2008年マリーナベイエリアに海を堰き止めて淡水貯水池として造成されたマリーナ貯水池（マーライオン公園があるエリア。故にマリーナベイ（海浜）でありながらシンガポール名物マーライオンの吐く水はしょっぱくない）等、現在は17つの貯水池が整備され、側溝、ドレイン等計画的にはりめぐらされた雨水集積システムによって国土の3分の2（70%弱）が雨水確保エリアとなっている。シンガポールにおいて水事業全般を司るシンガポール公益事業庁（PUB⁵⁰）では今後2060年までに雨水確保エリアを90%まで拡張する予定。

2) 輸入水：2つのジョホール水協定

ジョホール州政府とシンガポール政府機関では、2つの水の売買協定を締結している。

50 PUB: Public Utility Board シンガポールの貯水池管理、取水、浄水、配水、下水処理、再生処理、雨水排除の事業を一元して行う政府機関。1963年通商産業省傘下の水・ガス・電気インフラの供給機関として発足。2001年ガス・電気を民営化し環境省（当時）の内局であった下水道部門を移管して環境省（当時）傘下となった。環境水資源省（Ministry of the Environment and Water Resources: MEWR）管轄下の組織。

i) 1961年～2011年

テブラウ・スクダイ川水協定 (Tebrau and Scudai Water Agreement)

86百万ガロン／日までの水をテブラウ川、スクダイ川から引水できる協定。

ii) 1962年～2061年

ジョホール川水協定 (Johor River Water Agreement)

250百万ガロン／日までの水をジョホール川から引水できる協定

ただし、両協定とも見返りとしてジョホール州政府に50セント／千ガロンで処理水を提供しなければならない。実際には浄水処理には240セント／千ガロンのコストがかかり190セント／千ガロンはシンガポール政府補助金で賄うことになることから、シンガポールにとっては不利な条件の条約であるといえよう。一方で25年毎に売買価格の見直しができることになっており、水の調達コストが一般的に考えて増加する方向にぶれるという点もシンガポール側にとって計画的で費用対効果にあった取水政策を実施するにあたっての不確定要素である。

ちなみに第1回目の見直しである1986年、1987年には売買価格は据え置きであったが、2011年の第2回目交渉において、テブラウ・スクダイ川水協定は水の売買価格交渉で妥結せず2011年に失効した。

3) 再生水 :NEWater

NEWaterは2002年に発表された排水等の利用済の水を化学的（紫外線殺菌）、物理的（薄膜除菌）処理することで再利用可能とした水である。100,000以上の科学的検査を経ており、WHOの基準もクリアしている。現在のところNEWaterはその極めて純水たる性質ゆえに主に半導体工場等の商業ユースに使用されている。

このNEWaterの開発成功はシンガポールが革新的水技術において世界の舞台に踊り出たきっかけとなったといえる。2011年現在で5つの処理場が稼働しており、総供給の30%を占める。

4) 海水淡水化：脱塩淡水化技術

海に囲まれたシンガポールは海水が豊富であることから、適切なコスト及びエネルギー消費を前提としたうえで無尽蔵の海水の脱塩淡水化技術開発に注力し淡水を確保するという研究開発政策は合理的である。2005年にはトゥアス工業団地にてシンガポール発の淡水化プラントを稼働。このSingSpring 脱塩淡水化工場はPUBとハイフラックス (Hyflux)⁵¹の官民パートナーシップ形式 (PPP) によって開設され、30百万ガロン／日の淡水製造を行う。また、2013年9月にはハイフラックスにより第二の脱塩淡水化工場Tuaspringが稼働を開始、70百万ガロン／日の淡水を供給する。2011年現在で総供給の10%をまかなう。

51 ハイフラックス (Hyflux) は1989年に創設されたシンガポールを代表する水道事業運営会社。2001年下水を処理して工業用水や飲料水として再利用する「NEWater」プラント第1号の建設と運営をシンガポール政府から受注することで注目される。翌年に生産を開始。05年には同国で、海水から塩分を取り除き飲料水に変えるアジア最大級の脱塩処理施設 (SingSpring 脱塩淡水化工場) (処理能力30百万ガロン／日) も稼働させた。NEWaterの施設と合わせると、シンガポールの水需要量の約35%を供給している。同社の事業規模はシンガポール国内のみにとどまらず、中国、中東等海外400箇所で開催されている。

PUBによると2010年現在での水需要量380百万ガロン／日のうち家計45%、家計外55%であるが、2060年には需要量が倍増し、且つ比率は家計30%、家計外70%となる見込み。その供給内訳は上記のとおり2011年現在で脱塩水が10%、NEWaterが30%であるが、これらは土地という物理的制約を受ける貯水池整備や相手国のある水条約と違い、低コスト、低エネルギーの持続可能な革新技术の研究開発推進によって現実的に大きくその供給量を増加できる可能性を持っているところ、2060年にはそれぞれ25%、55%までの供給をこの2つの「蛇口」から確保するべく2006年以降重点的な研究開発支援が進められている。

(2) 水の科学技術開発にむけた体系的取組み（科学技術政策・組織）

4つの蛇口のうち、NEWaterと脱塩による海水淡水化技術については科学技術を用いた研究開発に負うところが大きい分野である。2002年のNEWater開発成功、2005年の大規模脱塩淡水化プラントの稼動成功以降、これまではどちらかといえば国内の水供給確保という内向き（国内的・受動的）であった研究開発政策の重点がより外向き（対外的・積極的）になったという。その結果として、水分野は「高い知識と技能に基づく研究開発」によって高付加価値産業としてユニークで差別化できる成長産業候補となり、第4次の科学技術計画（2006年から2010年の5ヵ年計画）において重点分野の一つに明示されるに至った。

次にシンガポールの水分野の科学技術研究開発体制について述べる。

(3) 水研究の転機となる2006年

1970年代には既に水基本計画（Water Master Plan）が策定されているが、規制、組織の役割やインフラストラクチャー整備を主眼とするものであった。科学技術計画としては、第1次の国家技術計画（National Technology Plan: 1991年～1995年）の時点で、重点分野として水は他の製造技術、IT、エレクトロニクス、材料、エネルギー、環境、バイオ、医療等とともに指定されているが、多くの指定分野のうちの一つであるに過ぎない。その後、第4次の「科学技術計画2010」（Science & Technology Plan 2010: 2006年～2010年）において、経済重点分野として「環境と水」、「双方向メディア、デジタルメディア」の2つが指定され、本格的な水の開発研究にむけた枠組みが動き出した。2006年には、政府は次なる成長分野である水分野の発展のため、5年間でSGD330百万の国家予算を配賦することとなった。

(4) 環境・水関連産業開発評議会(EWI⁵²)

この資金を政府の指針に応じた研究開発に効率よく運用し、環境・水関連産業の発展を包括的に主導することを目的として2006年5月に「環境・水関連産業開発評議会(EWI)」が環境水資源省により設置された。EWIはその活動方針として、2015年を目処に、環境・水部門のGDP比率を付加価値ベースで0.3%（SGD500百万）（2003年）から0.6%（SGD1,700百万）に、又、当該部門の雇用規模を高度技術人材向けの職種を中心に現在の2倍程度の約11,000名に増加させるという産業育成に係る数値目標を掲げ、

52 EWI: Environment & Water Industry Programme Office

その実現にむけて

- 1) 外国企業の誘致や地元企業の育成によるクラスター形成、
- 2) 研究開発支援や人材育成による研究能力開発、
- 3) 政府主導による水関連産業輸出支援やブランディング推進によるローカル企業の国際化

の3つの主戦略に基づきシンガポールにおける環境・水関連産業育成開発を支援している。

2006年には、第4次の科学技術計画に基づき、政府は成長セクターとしての環境・水分野に5年間でSGD330百万の研究開発支援を行うこととしたが、5ヶ年終了後の2011年には更にSGD140百万の追加配賦が行われ、総計SGD470百万が環境・水分野の研究開発支援に向けられることとなった。これらの予算はEWIを通して、最新技術の育成とダイナミックな研究コミュニティの創出に資するべく様々な研究プロジェクトに投下されている。

EWIはシンガポールの水・環境産業の発展成長について包括的な方針をまとめるバーチャルなエージェンシー間組織（暫定的に2006年から2010年の5年間、その後引き続き2011年から2015年まで設置される）であるが、実質的にはPUBの資源（人材、施設等）を以って事務局を運営する。その役割は主に様々なコンポーネント、水・環境産業に寄与する研究開発プログラムの調整と取りまとめであり、シンガポールが水関連産業のグローバルハブたる目的をできるだけ早く達成できるように様々な活動を支援している。EWIは行政的にはPUBに属するが、各種の主要な環境・水関連産業発展にかかる政府機関、例えばPUB、シンガポール経済開発庁（EDB⁵³）、シンガポール国際企業庁（IES⁵⁴）等の資源や人材を活用できる。EWIの統合指揮の下、異なる機関の協力を得つつ全政府の取り組みとして、一体とした環境・水政策の効率的な実践が可能である。

(5) 研究開発促進のための施策（ファンディング）について

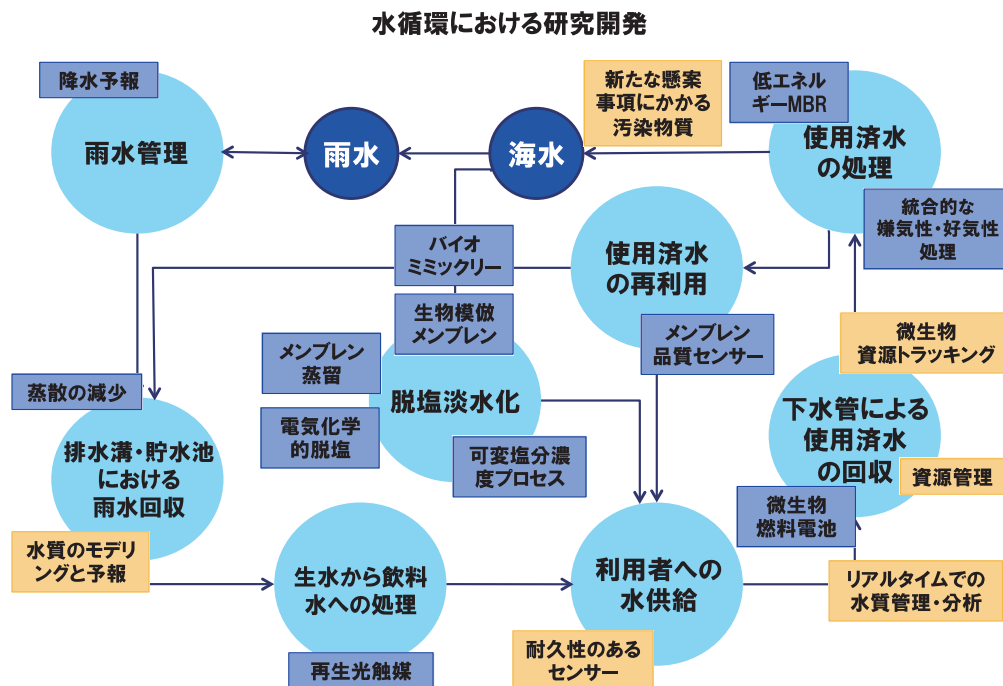
その実践に資するため、水にかかる基礎研究・応用研究、新技術の早期採択、及び才能育成・人材開発促進等を支援する数々のファンディングプログラムが研究開発強化のために用意されている。ここでは、特に基礎研究・応用研究を支援する「環境・水処理研究プログラム（EWRP : Environment & Water Research Programme）」について詳細する。

EWRPは包括的水研究開発にむけた「基礎研究・応用研究レベル」のファンディングにおいて、研究開発力の強化の中心に据えられているが、主に国の政策に沿ったトップダウンの研究開発を推進するための競争的ファンディングプログラムである。本プログラムでは政策に基づきシンガポールが水関連技術においてグローバルリーダーの地位を確保維持するために必要とされる研究分野が主な支援の対象となる。（図4-9）

53 EDB : Economic Development Board

54 IES : International Enterprise Singapore

図4-9 シンガポールにおける水研究分野



PUB資料「Ensuring Water Sustainability in Singapore」より抜粋 5

EWRPでは、実施者が大学／公的研究機関または私企業に関わらず、イノベーティブで新しいアイデアを追求する基礎から応用までの幅広い研究課題の実施にかかる資金援助が可能であるが、いずれの研究課題においても支援を得るためには最終的に産業化の道筋が視野に入れられていなければならない。また、課題実施機関はシンガポールを拠点とする必要がある（シンガポールに居を構えていれば良く、シンガポールにおける法人格を有する必要はない）。

EWRPには下記の2種類の支援スキームがあり、ファンド資金は人件費、設備投資、役務費、トレーニング等にかかる費用に充てることができる。公的機関は費用の100%、私企業は70%を支援される。

1) イノベーション開発型：Innovation Development Scheme (IDS)

シンガポールに拠点を置く私企業に対して応用研究にかかる資金を一部支援する。公募の時期を定めず随時支援申請を受け付けるもの。（EWIによると）次に述べるIRISに比べると配分予算は少ない（支援課題詳細は不詳）。

2) 研究・イノベーション インセンティブ型：Incentive for Research & Innovation Scheme (IRIS)

競争的プロセスを経て公的研究機関、大学等高等教育機関、私企業に対する研究資金支援を実施する。IRISには目的に応じて4種類の公募スキームがある。

すなわち、

i) 分野未指定公募（Open Call）

水に関連する研究開発であれば応募者の興味に応じて何にでも支援できるボトム

- アップ式の公募。これまでの公募回数3回。
- ii) 研究プログラム公募 (Research Programme Call)
- 研究者によって重要と定められた分野における研究開発を支援する。半ボトムアップ式。これまでの公募回数2回。
- iii) 分野指定公募 (Directed RFP)
- EWIによって指定された分野における研究開発を支援する。実現可能なレベルの目標が提示される。トップダウン式。これまでに6回公募。
- iv) 挑戦的公募 (Challenge RFP)
- EWIによって指定された非常に実現困難なチャレンジングな分野における研究開発を支援する。トップダウン式。これまでに4回公募。
- である。

IRISの枠組の下では、2006年以来これまで計15回の公募が実施され、現在82プロジェクトにSGD133百万が投入されている。

(6) 研究開発のプレイヤー - 大学等研究機関における水R&D

シンガポールにおける基礎・応用レベルでの水関連研究の重要組織は2つの大学、すなわちシンガポール国立大学 (NUS) と南洋理工大學 (NTU) 及びPUBである。それぞれの大学では水研究に資するための組織を構成し体系的に水関連科学技術の研究開発を行っている。

1) シンガポール国立大学 (NUS⁵⁵) - NUS環境研究所 (NERI⁵⁶)

シンガポール国立大学環境研究所 (NERI) はアジアにおける総合的環境研究において主導的役割を果たすことを目的として設置されたバーチャルな研究所である。NERIはNUS学内の理学部、工学部等の様々な学部、学科及び学外の優れた研究者や知識・技能を結集して、以下の活動をコーディネートする。

すなわち、

- ・ 環境・水分野における共同学際研究の育成
- ・ 戦略的な課題解決型研究の促進
- ・ 環境科学技術分野における若手研究者のキャリア構築の後押し
- ・ 産学連携の促進

等であるが、NERIは、限られた研究資源を有効活用してイノベティブで地球規模に影響のある研究を実施しており、現在実施されている研究は、環境モニタリング、調査、環境汚染管理、気候変動に関連する環境、健康問題、食品の安心安全、そして地球にやさしい化学 (グリーンケミストリー) と廃棄物のエネルギー転換等の持続可能エネルギー研究開発である。水研究では、バイオミミック技術として「自然界における脱塩淡水化技術としてのマングローブシステム統合研究」や環境監視ネットワークとしての「NUSwan: Smart Water Assessment Newtworkの構築」、バイオテクノロジーを活用した水質管理手法として「環境調査のための遺伝子組み換えフィッ

55 NUS : National University of Singapore

56 NERI : NUS Environmental Research Institute

シュの開発」等を行っている。また、NERIではシンガポールのみならず海外の他の機関⁵⁷との協力にも注力している。

2) 南洋理工大学 (NTU⁵⁸) – 南洋環境水処理研究所 (NEWRI⁵⁹)

2008年3月に発足したNEWRIは8つのユニットと400名の研究者から成り、NTUにおける環境・水技術研究開発の一大研究センターである。シンガポールのみならず地域の主要な環境科学技術研究&教育の拠点となることを目的として設立され、水研究を含む環境科学技術におけるNTUの教育、基礎研究、トランスレーショナルな研究や応用研究をNEWRI内の研究グループやセンターを通じて統合し、社会に価値を還元することを使命とする。NERIには、EWIとEDBに支援される4つのCOE (Centres of Excellence) があるが、そのうち、特にDHI-NTUセンターとシンガポール膜技術センター (SMTC) は水に特化した研究を行っている。NEWRIでは、NTUにおける研究開発の常の特性として、産業と強力に結びついた出口志向の研究を行っているとの強い印象を受ける。

3) シンガポール公益事業庁 (PUB)

PUBでは2002年より地元企業や外資系企業との協力にて実施する研究開発プログラムを開始しており、これまでSGD214百万の予算を投じて、364のプロジェクトが実施されている。また、2010年にはPUBにおける年間の研究開発費予算がSGD5百万からSGD20百万に増加し、研究機関としてのPUBの役割は益々大きくなっている。PUBでは2004年に産官連携の拠点となすべく「ウォーターハブ (WaterHub)」を設立し、シンガポールに拠点を置く水関連産業機関に対しアカデミックな知識習得、研究開発、ネットワークの場を提供している。その施設の概要は、シンガポールのバイオメディカル分野における次世代産業育成に資するために産学官・学際協力、人材育成のクラスターとして2003年に完成したバイオポリスの (かなり) 小規模版という印象を受ける。

現在ウォーターハブではEWIの活動コンセプトに貢献すべく、研究開発・技術開発を中心としつつ、人材開発として、水関連産業に寄与する専門性の高い人材育成にむけた能力開発プログラムの実施 (Academy@WaterHub)、クラスター開発と国際化の推進として、内外の水関連産業関係者の協力を促すためのインキュベーションセンターの設置 (R&D@WaterHub (2007年より)) や物理的に近接して研究開発を行うことにより容易に発生が見込まれる双方向交流機会の提供 (Connect@WaterHub) を行っている。

ウォーターハブに入居している産官の水研究開発プレイヤーとしては、床面積20,300m²の事業所ブロックにPUBの技術部門や政策企画部門等と日東電工、東芝、三菱レーヨン、シーメンス、メムシス等の外資系企業や地元のオプティカ⁶⁰等があり、同5,400m²のトレーニングブロック (Academy@WaterHubエリア) には、PUBの

57 NUS-GE シンガポール水技術センター (NUS-GE Singapore Water Technology Centre)、シンガポール・北京・オックスフォード研究事業 (SPORE : Singapore Peking Oxford Research Enterprise)、NUSDeltares

58 NTU : Nanyang Technological University

59 NEWRI : Nanyang Environment and Water Research Institute

60 http://www.optiqua.com/component/option,com_frontpage/Itemid,1/

人材開発部門や水の国際機関である国際水協会（IWA⁶¹）やシンガポール水協会等が在所している。入居の日系企業によると、双方向ネットワークのプラットフォームはいろいろと準備されているが、企業同士では余程意識しないとなかなかコネクションは生まれにくいという。

シンガポールには水関連で現在100社以上の地元及び海外企業が拠点を構えている。シンガポールは、水関連研究開発を実施するうえで不可欠の高知識・高技能の人材も充実しており、また、シンガポールに拠点を設ける海外企業に対しても、様々なファンディングスキームを通じて、通常の企業研究活動ではハイリスク案件として排除されるようなチャレンジングな研究への資金支援を行う等、水関連研究開発を行う為の人材・資金・インフラ・制度面でのエコシステムが整っているが、これらの要素は海外の企業がシンガポールで水の研究開発を行ううえでメリットであろう。

その中でも魅力的なメリットとして、研究成果をシンガポール内の機関が有する設備等を使って実際に試行できるという点があげられよう。すなわち、テストベッドとしてのシンガポールの活用である。

研究所で開発された新しい技術は実際の環境下で試験評価される必要がある。シンガポールでは新技術のマーケット展開にあたり、開発企業はPUBの協力でそれらの新技術を実際の水処理施設で試行試験をすることができるが、その際、企業は新技術の試行試験用として稼働中のプラントから実際の水や排水を入手できる。企業にとってはこれらの実地試験は新技術の実績実証や改善・最適化に資することができることから非常に有益であろう。2006年以来、140以上の試行実験プロジェクトが水道施設や再処理場で実施されている。

4.5 まとめ・考察

4.5.1 シンガポール型研究開発イノベーションのモデルパターン

シンガポールでは1965年の建国以来、安定した国家社会の構築の為に「いかに国民を食わせて行くか？」ということこそが達成すべき最重要政策であった。狭隘な土地しかなく、また天然資源もないことから農業、鉱業等の第一次産業を捨て、また人口も少ないことから、他のアジア諸国との競争において勝ち目のない労働集約型産業からも建国早々に脱皮しなければならなかったシンガポールにとって、自己の総合的国力を顧みつつ残された大きな選択肢は、高度な知識と技術によって高付加価値を生み出す工業の推進という差別化であった。

一方、1965年当時のシンガポールには、独自で高付加価値工業を興す実力はなく、また国民が食べて行けさえすればその食い扶持の供給源は誰でもよかったことから、手取り早く研究開発系の多国籍企業群の受け入れに資するべく条件整備を行って行くことになる（これは今現在も変わらない政策傾向である）。

シンガポールの科学技術・研究開発とは極論すると国民の食い扶持たる産業誘致と育成に資する手段の整備であり、その手段として産業界にとって魅力的な人材育成とインフラ

61 International Water Association <http://www.iwahq.org/1nb/home.html>

整備が48年間脈脈と行われているといっても過言ではなかろう。この結果が、諸々のイノベーション指標においても人材指標である高知識の労働者、高等教育システムの充実と十分な研究者数等、インフラ・制度指標である、物流効率、ICT整備、ビジネス環境、規制、政府の効率性等という項目で高い評価を得ることにつながり、その評価は、更に新規の産業発展のチャンスを得るための良い呼び水となってプラスの連鎖反応が継続していくことになる。またその科学技術・研究開発投資の手段は小規模国家であるが故に全ての資源が限られることから、科学技術の諸分野全般への全方位展開は考えず、次の世代に国民に雇用を約束し、国家に富を還元する産業に資するであろう分野に絞ったトップダウン型にならざるを得ない。2005年の独立記念日演説におけるリー・シェンロン首相の一節、

「シンガポールは小国であるがゆえに全ての賭け札（分野）に賭ける（研究投資する）ことはできない。一歩下がって（どこに賭けるかを）考えなければならない。だが、もし賭け（研究投資）に成功すれば永久ではないにしても向こう15年、20年はシンガポールに繁栄と仕事をもたらすことになるだろうが、それは次の賭け先を考えるには十分な期間だ。」

はシンガポールの科学技術の方向性を如実に表している。

2000年代前半のバイオメディカル分野や後半の水分野の研究開発への集中投資も、これといった高付加価値産業がなかったシンガポールを現在ある姿まで押し上げてきたシンガポールの成長戦略の典型である「国の研究資金の集中投入による研究開発力強化を通じたエコシステム整備を呼び水とした外資系企業の誘致、更なる研究開発による産業振興、雇用創成、高度能力人材育成の成長ループ」の形成に至りつつあり、今後は航空宇宙産業等その他の新たな成長分野候補への投資も考慮しつつ、引き続き成長ループの形成に向けた研究開発投資がなされていくことになる。

4.6 参考資料

- ・ 顔 尚強 シンガポール経済を主導するGLC（シンガポール政府系企業）、JCCIシンガポール、2007年
- ・ 岩崎 育夫、物語シンガポールの歴史、中公新書、2013年
- ・ A*STAR 20 Years of Science and Technology in Singapore, A*STAR, 2011
- ・ Singapore in Figures・2012, Department of Statistics Singapore
- ・ Ivy Ong Bee Luan, International Journal of Water Resources Development, Singapore Water Management Policies and Practices, Routledge, 2010

5. 台湾

研究開発戦略センター海外動向ユニット
フェロー 岡山 純子

5.1 台湾の概要

台湾は、日本の九州と同等の面積を有し、人口は2332万人と日本の2割弱、GDPは474億米ドルと日本の1割弱程度となっている。日本政府は、台湾を中華人民共和国の一部とした中国の立場を尊重するスタンスを取っているが、政府主導での科学技術・イノベーションを核とした経済成長に成功し、各種競争力ランキングでも高評価を得ていることから、ここに台湾を事例として取り上げる。

5.1.1 歴史的経緯

(1) 周辺国との関係

台湾は1895年から第二次世界大戦が終わる1945年までの間、日本による統治を受けており、日台間には極めて深い関係がある。

中国との関係については、政治面と経済面とで分けて考える必要がある。

政治面においては、1949年に成立した中華人民共和国政府は、台湾の最終帰属は中華民国の立場を継承した中華人民共和国にあると主張し、中国主導での統一を望まない台湾との間で緊張関係が続いていた。1978年に中国で鄧小平氏が改革開放政策を掲げたのに伴い、1979年に「台湾同胞に告げる書」が発表され、中台間で「通商、通航、通郵」の「三通」を速やかに実行することが提案された。さらに1982年には「一国二制度」の名のもと、台湾の経済社会体制を変えない前提での平和統一を模索するようになった。これに対し、1987年に台湾は台湾住民の中国大陆観光及び親族訪問を解禁したものの、三通方式については拒否し、2000年代に入るまでは香港を経由した往来が続いていた。しかし、2001年に入ると、小三通と称し、厦門と金門島の間で客船が運航され、三通が限定的に実施されるようになった。同年、中国と台湾は経済貿易機関（WTO）への同時加盟も果たした。更に2008年の台湾総選挙により、台湾独立派の陳水扁政権から馬英九政権に変わると、台湾の対中政策は大きく変わった。2008年末には、中国・台湾間で直行チャーター便が毎日運航されるようになり、三通が実現した。翌2009年には中台間の自由貿易協定（FTA）である两岸経済協力枠組協議（ECFA）の協議開始がトップレベルで合意し、2010年に正式調印された。

経済面については、1997年のタイでの通貨下落に端を発したアジア通貨危機に伴い、主としてASEAN地域に進出していた台湾企業は大きく挫折した。このような背景もあり、台中関係が悪かった1990年代から2008年以前に、既に台湾企業は大陸に進出していた。現在中国で成功している台湾企業の多くが、2008年以前に進出していたとされている。

科学技術面においては、馬政権の発足及び四川大地震が起きたことを背景に、2008年に中台間で地震をテーマに取り上げ共同研究の枠組みが構築された。現在も熱帯病や水産生物資源等、経済・社会的な課題のもとに協力が進められている。

(2) 戦後の経済開発

第2次世界大戦後、台湾は政府主導の経済政策のもとで産業の発展を遂げた。台湾の工業化の進展を概観すると、1950年代に輸入代替工業化、1960年代に輸出志向工業化、1970年代に重化学工業化、1980年代以降にハイテク産業の育成と変遷している。1976年に蔣経国行政院院長（当時）が海外から高度技術を導入し、台湾の産業の高度化を図ることを志向し、この時期から台湾では「科学技術で国家の建設を促す」との方針が採られた。台湾の電子・情報通信機器産業が発展した背景には、政府による強力な支援策があり、1980年代には半導体産業を重点的に育成し、1990年代半ばには液晶産業等を支援した。結果、これら産業は5年ほどで国を支える基幹産業として花開き、1988年～1993年には、年平均成長率が7.1%を達成するなど、台湾経済の牽引役となった。

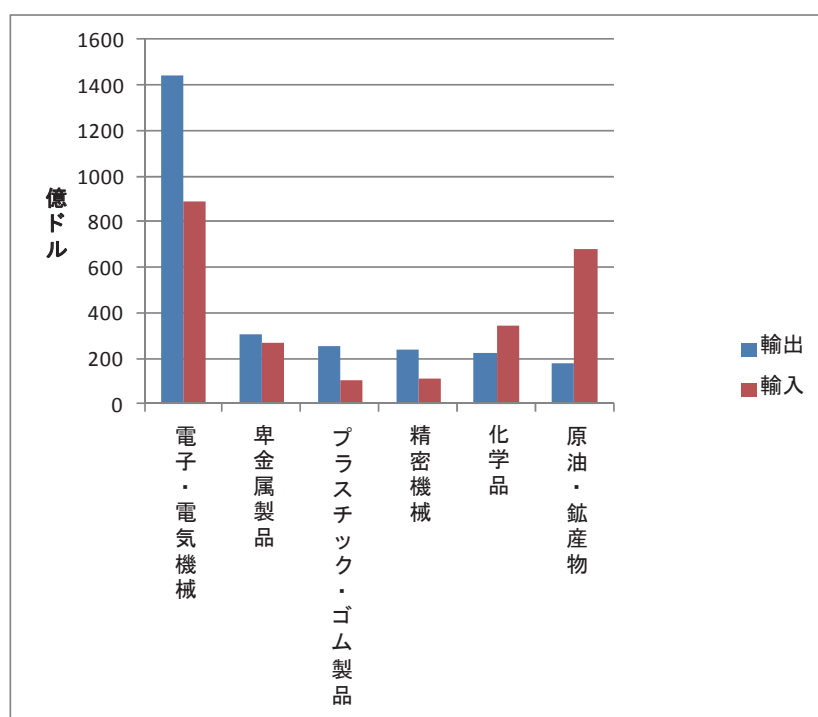
5.1.2 台湾経済の概況

(1) 産業の動向

台湾の一人当たりGDPは約2万ドルと日本の半額程度である。

貿易動向をみると、図5-1に示す通り電気・電子産業を中心とした工業製品が貿易黒字を生み出していることがわかる。

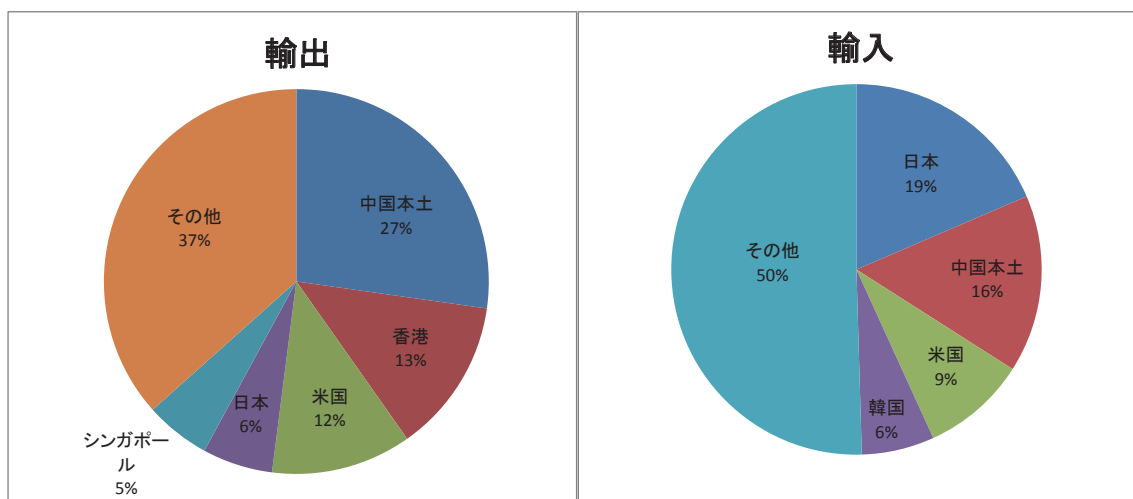
図5-1 台湾における輸出入品目（2011年、主要品目のみ）



出典：JETRO

台湾の2011年における輸出入先を国別に見ると、輸出先が中国本土の27%、次いで香港の13%となっており、輸入が日本の19%、次いで中国本土の13%となっている。（図5-2）

図5-2 台湾の貿易先（2011年、国別）



出典：JETRO

(2) 金融面の特徴

台湾経済の特徴として、中小企業が経済発展に大きく寄与している、あるいは中小企業の新設企業比率が高いことなどが指摘されている。台湾で創業が活発である背景には、台湾の文化的側面の他に、金融面での特徴も影響していると考えられる。

台湾では株式市場が発達しており、日本の東証一部・二部に相当するメインボード、JASDAQ・マザーズ等に相当するベンチャー市場の他に、合法化された未公開株取引市場が存在している。これが、設立したばかりのベンチャー企業の資金調達源となっている。野村総合研究所の台湾ヘルプデスクによると、そもそも台湾では、起業家に投資して100倍、1000倍のリターンを得る可能性を追求する代わりに、株式が紙くずとなっても構わないとの風潮があるため、主婦からお年寄りに至るまで熱心に株の取引を行っているとのことである。このように株式市場から資金調達を行うことの優れている点は、「起業家が失敗しても再起できる」点にある。銀行からの借入れをもとにした起業では、失敗すると借金に追われ、次のチャレンジができなくなってしまうからである。

また、上述の様な個人レベルのみならず、政府レベルでも様々な基金が設置されており、例えばITRIからのスピンオフ企業の株式をITRIや国家発展基金が持つことでキャピタルゲインを得て、この資金が次の技術や産業育成に活用されている面がある。

5.2 イノベーションランキングと上位ランクインの要因

5.2.1 イノベーションランキング

(1) WEFのイノベーションランキング

台湾は、2013-14年のWEF・世界競争力ランキングで12位にランクインしている。特に、全評価項目の中でイノベーションに係る項目が8位と高く評価されており、この5年間堅調であるとコメントされている。同指標の2011-12年ランキングでは総合12位、イノベーションに係る項目が8位であったため、順位を1つ伸ばしている。

(2) EIUのイノベーションランキング

2009-13年のEIUイノベーションランキングによると、台湾は6位にランクインしている。

(3) IMDのイノベーションランキング

2013年のIMD世界競争力ランキングによると、台湾は前年の7位から11位に落ちている。科学技術に関連する箇所を取り上げると、海外からの人材を引き付ける科学インフラが弱く、頭脳流出が生じている点等がランクを下げる要素となっていた。

5.2.2 上位ランクインの要素

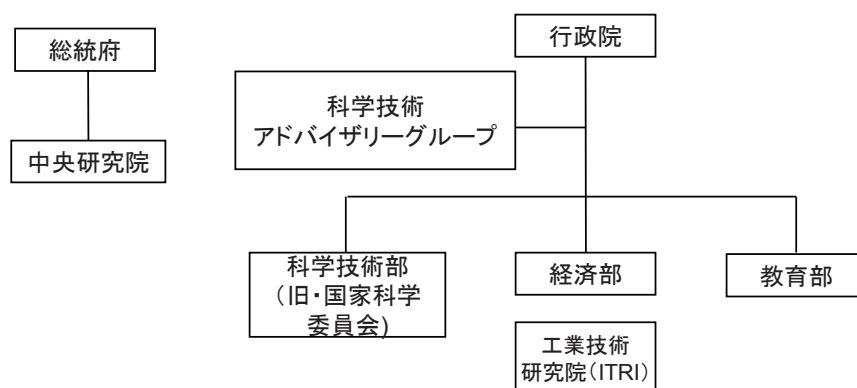
EIUの評価によると、台湾はイノベーションのパフォーマンスが良いとされている。また、WEFの2011-12年の評価では、台湾のインフラ、とりわけハイテク分野における製造業のビジネスクラスターの質を高く評価していた。実際、台湾においては政府主導で建設された新竹サイエンスパークが台湾最大のハイテク産業クラスターの形成に大きく寄与しており、特にサイエンスパークに隣接して立地している工業技術研究院（ITRI）がハイテク分野の起業に大きく貢献している、との評価が各所でなされている。

5.3 科学技術力

5.3.1 科学技術政策の実施体制

台湾の科学技術政策の実施機関は、科学技術部（旧国家科学委員会、NSC）、経済部および中央研究院が中心的な役割を担う。政府の科学技術予算は2012年実績で940億台湾ドルであり、その約4割を科学技術部、3割を経済部、1割を中央研究院が担う。

図5-3 台湾における主要な科学技術関連行政組織



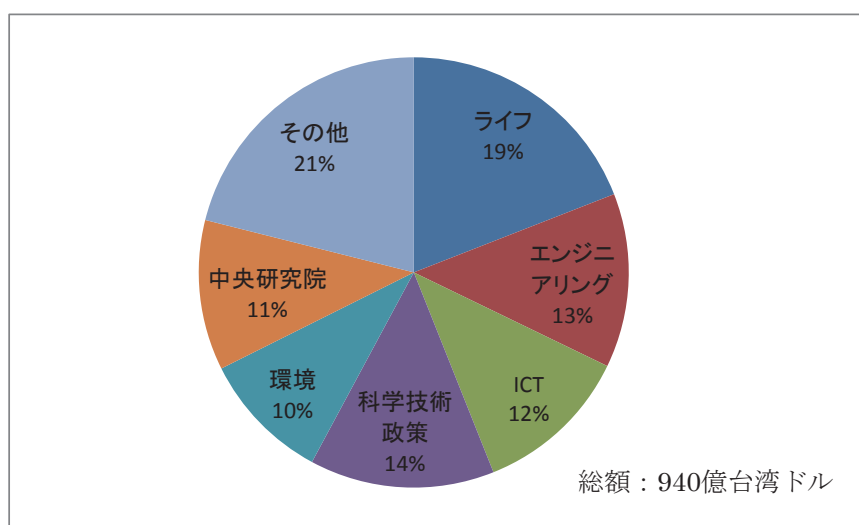
出典：台湾NSC「科学技術白書（2011-2014）」

科学技術部（MOST）は、2014年3月より前身である国家科学委員会（NSC）を部（省）に格上げする形で発足した機関である。大学等の研究機関へのファンディングや科学技術に係る基盤整備（施設設備、サイエンスパーク整備等）を担う。大学は教育部所管であるが、主たる研究開発資金は科学技術部から配分されている。経済部は産業に直結した技術開発を担っており、プロジェクト資金を提供している。また、工業技術研究院（ITRI）

をはじめとする公的研究機関を擁する。一方、中央研究院は総統府直属となっていることから、極めて独立性が高い。

政府の科学技術予算を分野別に見ると、台湾の強みであるエンジニアリング、ICTに加え、今後有望視されるライフサイエンスや環境分野にも目配りをした資金配分がなされている。また、科学技術政策に係る予算や中央研究院の研究費が1割強確保されている点が特徴的といえる。

図5-4 台湾における政府科学技術予算の分野別内訳（2012年）



出典：台湾NSC「国家科学技術発展計画（2013-2016年）」

台湾における研究開発の実施機関として特に重要な中央研究院、大学、工業技術研究院について以降に詳しく述べる。

(1) 中央研究院

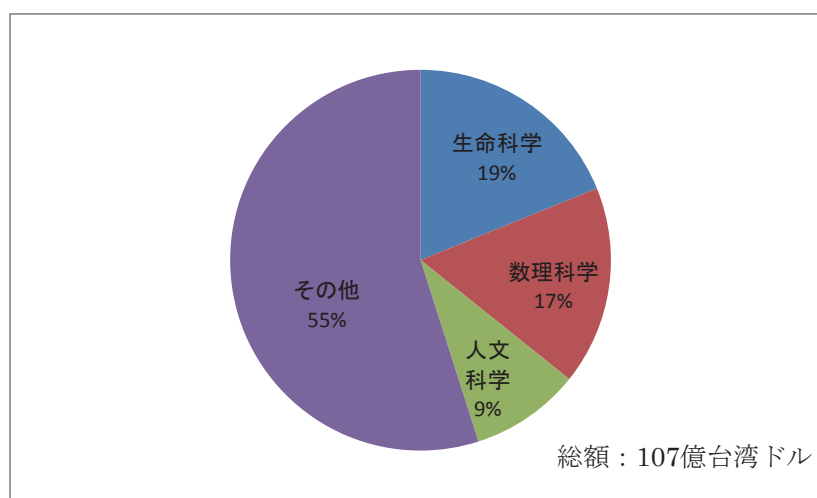
中央研究院は1954年に建設された学術研究機関であり、その前身は、1928年に南京に設立された中央研究院である。中央研究院の最大の特徴は、総統府直轄の機関であり、省庁直轄ではない点にあると言える。傘下に数値研究所、物理研究所、化学研究所、地球科学研究所、情報科学研究所、統計科学研究所、原子物理科学研究所など、30以上の研究所を擁する。

1994年に、米国で研究生活を送っていた台湾出身のノーベル化学賞（1986年）受賞者である李遠哲氏は、李登輝総統の呼びかけにより台湾に帰国し院長に就任した。同氏は中央研究院の国際化を積極的に推進し、12年の任期中に海外から研究者を招聘し後生の指導に当らせる一方、海外で活躍する研究者の帰国を推進する等の取り組みを通じて、国際的に通用する研究機関へと発展させた。

李遠哲氏によると、1994年の院長就任当時、バイオ分野における研究が大きく動いていたため、当該分野に積極的に投資すべきと考えたとのことである。そこで、米国にいた優秀な研究者を中央研究院に招聘し、バイオ研究と産業とをつなげる取り組みを強化した。中央研究院の予算をみると、生命科学に比較的多く配分されていることがわか

る（図5-5）。その結果として台湾発のイノベーションが出てきているとのことである。最近の中央研究院での具体的成果としてご紹介いただいたのは、肺がんワクチン開発につながる原理解明である。喫煙者が肺がんになりやすいのは広く知られている事実であるが、喫煙しない女性については台所で煙を吸うことが要因になっているというのが通説であった。しかし中央研究院の研究結果によると、台所の煙とは実は無関係であり、実際には腎臓との関係に原因があることを明らかにした。この他にも、バイオ分野を中心に、世界トップレベルの研究成果が出てきているとのことである。

図5-5 中央研究院の予算内訳（2013年）



出典：台湾NSC「国家科学技術発展計画（2013-2016年）」

コラム：アジア発の持続可能な発展に向けた日本への期待（李遠哲博士より）

2012年12月に中央研究院の李遠哲氏より、「今後世界を救えるのは日本だ」という熱いメッセージとともにいただいた。李遠哲氏によると、世界規模で持続可能な発展に向けた構造転換が必要なのだが、欧米では「自然」を外部要因と位置付け、「人間が制御する対象」と捉えている。一方で東アジアに目を向けると、「人間は自然の一部」であるとの価値観が根底にあるため、欧米の感覚に違和感を覚える。このアジアらしい価値観に基づいて、持続可能な発展を先導できるのはアジアの成熟国家である日本だけだ、というのが同氏の主張であった。

西欧に端を発した近代科学技術は、外敵（自然の脅威を含む）などと戦い、人々の暮らしを快適にする為に知が活用されてきた。正に、李遠哲氏の指摘する人間が自然を制御するという思想がそこに込められている。しかし一方で、人類が大量の人工物を投入した結果、地球規模での温暖化や様々な環境破壊が起きており、これに対処する道筋が見えていないのが現実である。

日本としては、アジア周辺国からこのようなニーズがあるうちに、自らイニシアチブを取りながら周辺国・地域と連携し、自然と人を共に豊かにする方策及び新たなシステムづくりを行うべきなのではなかろうか。そして、このような取り組みがアジアの新たな成長のポテンシャル開拓につながるのではないかと考えられた。とりわけ、2020年の東京オリンピックは、世界に向けて日本発のメッセージを発信する最大のチャンスであり、今は新たな成長モデルを真剣に検討する良い機会であるといえよう。

(2) 大学

台湾の大学は、日本の統治下に始まった高等教育の流れをくむ国立台湾大学、国立台湾師範大学、国立成功大学等がある一方、第二次世界大戦中に大陸から移転してきた国立清華大学、国立交通大学、国立中央大学等がある。2007年現在、台湾の大学数は、国公立大学55校、私立大学108校の計 163校である。台湾では伝統的に大学はアカデミックな場であり、講義と学術研究を行う場であると考えられてきたため、産業界との連携に重きを置いてこなかった。2008年における大学のR&D費のおよそ半額が基礎研究に向けられている。

しかし最近では世界的な競争に打ち勝つため、国立大学も産業発展に積極的にかかわることが期待されるようになってきた。また、政府は2000年代に入ると、国立台湾大学をはじめとする一部の大学に対して「大学学術追求卓越計画(大学学術卓越発展計画)」や「研究型大学整合計画」等を通じて、研究大学として育成することに努めるようになった。特に新竹工業科学園區に隣接する国立清華大学や国立交通大学は産業界との連携が活発といわれている。

最近では、台湾から中国大陸への工場の移転により台湾は産業の空洞化という問題に直面している。よって、新たな産業の担い手となる新規創業企業の育成と、既存中小企業の新規事業創出や事業転換を狙い、インキュベータを各大学に設置するなど、大学の研究開発力を活用することを政策的に推進しているところである。2007年時点で、台湾には約100カ所のインキュベータが設置・運営されているが、そのうち95%は大学に設置されている。

(3) 工業技術研究院 (ITRI)

ITRIは、1973年に經濟部傘下に非営利組織として設立された研究機関である。基礎研究、応用研究、技術開発、商業化に至るまで幅広い領域をカバーしており、特に応用研究と技術開発に活動の重点を置いている。

ITRIの組織は、研究開発ユニットとサービスユニットに大別されている。研究ユニットは電子・オプトエレクトロニクス、情報通信、機械システム、材料化学、グリーンエネルギー・環境等の14分野を対象とした研究所・センターからなる。サービスユニットは技術移転、商業化・産業サービス、マーケティング、国際センター等の9部門からなる。ITRIの事業化支援は、技術的側面のみならず、施設・設備の提供、ベンチャーキャピタル、マーケティング、事業性評価など、研究成果を事業する上で必要なあらゆる機能をサービスユニットが提供している点が大きな特徴となっている。ITRIの2011年時点での従業員数は5721人、総収入は193億台湾ドル（1台湾ドル＝3.3円で換算するとおおよそ640億円）であり、同年の特許出願件数は1947件、承認件数は1585件、技術移転額は19億台湾ドル（1台湾ドル＝3.3円で換算するとおおよそ63億円）となっている。ITRIが創業支援を行った企業は200社を超え、ITRI発で現在も営業している企業は80社にのぼる。特に世界初のファウンダリ専業に取り組み成功をおさめたTSMCはITRI発の企業として有名である。

ITRIの2011年の収益構造を見ると、おおよそ半額に相当する92億台湾ドルが政府研究開発プロジェクト、残る半額弱に相当する86億台湾ドルが民間企業との契約案件、16億台湾ドルが技術移転に由来するものとなっている。このように多額の外部資金を獲得

している公的研究機関は世界的に見ても珍しく（例えば、日本で同等の予算規模を誇る産業技術総合研究所は予算の9割以上が政府資金）、産業界との連携が活発に行われている様子が見えてくる。

5.3.2 科学技術・イノベーション政策

台湾の憲法は、「教育、科学、文化の予算は優先的に配分しなければならない」と規定される極めてユニークなものとなっている。総統府直属の中央研究院はいわば聖域のように扱われてきた。また、大学もアカデミズム色が強い側面があった。

イノベーション政策の観点からみると国外からの技術導入による産業振興という経済政策の一環として推進され、多大なる成果をあげてきた。

しかし近年では、産業の国際競争力を強化するためには、従来のキャッチアップ型のイノベーションから台湾のアカデミアの知を活用したイノベーションへの転換が必要と認識されるようになってきた。このような背景から、1999年に科学技術基本法が公布された。また、科学技術発展計画等において、省庁連携プログラムを打ち出すなど、アカデミアの知識を産業に流すための努力が行われるようになってきている。

(1) 科学技術発展計画

台湾では4年ごとに科学技術発展計画を制定している。この科学技術発展計画に基づき、政府予算配分や省庁連携プログラム等が実施されている。

2012年に開催された科学技術会議で確定した科学技術発展計画（2013-2016年）においては、経済的・社会的課題を解決し、人々の幸福を高めることが重要問題との認識のもと、①研究システムの強化、②知的財産保護の強化、③持続可能な発展の促進、④アカデミアと産業のConvergence、⑤トップダウンプログラム実施体制の強化、⑥科学技術産業イノベーションの強化、⑦台湾の人材危機の解決を推進する方針が掲げられている。

この政策は極めて総花的なものであるが、特にアカデミアと産業とのConvergenceを強調している点において、「産学連携」という表現にとどまっていた前回の計画と比較して、より科学技術・イノベーションを重視する姿勢を打ち出しているといえる。

科学技術発展計画の中でも、社会及び経済発展とかかわりの深い分野に関する省庁連携プログラムとして実施されているのが「国家科学技術プログラム」である（表5-1）。本プログラムは5年～10年程度のスパンで研究開発成果を実用化させることを目指しており、これまでに台湾の強みであるICT分野等の経済政策の一環として、あるいはバイオ発展や防災技術の様な公益的な技術など、経済・社会ニーズを充足するための投資が行われてきた。政府科学技術予算の1－2割程度がこのプログラムに向けられており、2013年現在はネットワークコミュニケーション、ナノテクノロジー、エネルギー、バイオ・創薬、インテリジェントエレクトロニクス（注：創薬、グリーンエネルギー等のニッチ領域における電子技術開発）が関連省庁連携のもと実施されている。ただし、台湾が強みを有するエレクトロニクス分野以外の農業科学技術等のプロジェクトにおいては、その成果を産業につなぐことに苦慮しているのが現状である。

表5-1 国家科学技術プログラム（省庁連携型）

プログラム名	Phase	期間	総支援額	参加省庁
			(10 億 NT \$)	(下線は所管省庁)
ネットワーク コミュニケーション	Phase1	1998-2003	10.7	<u>NSC</u> , 經濟部、教育部、 郵政部、衛生部等
	Phase2	2004-2008	13.4	
	Phase3	2009-2013	11.1	
チップシステム	Phase1	2003-2005	5.6	<u>NSC</u> , 經濟部、教育部
	Phase2	2006-2010	11	
ナノテクノロジー	Phase1	2003-2008	22.3	<u>NSC</u> 、經濟部、教育部、 原子力委員会等
	Phase2	2009-2014	22.1	
農業バイオ技術	Phase1	1998-2001	0.8	中央研究院、 <u>NSC</u> 、 經濟部、衛生部
	Phase2	2002-2004	2	
	Phase3	2005-2008	4	
バイオ製薬	Phase1	2000-2002	1.7	<u>NSC</u> 、經濟部、衛生部
	Phase2	2003-2006	6	
	Phase3	2007-2010	3.2	
ゲノム創薬	Phase1	2002-2005	6.9	<u>NSC</u> 、經濟部、衛生部
	Phase2	2006-2010	9.6	
デジタルアーカイブ 及びE ラーニング	Phase1	2008-2012	8.9	<u>NSC</u> 、經濟部、教育部、 中央研究院、他
エネルギー	Phase1	2009-2013	30.8	<u>NSC</u> 、經濟部、教育部、 原子力委員会等
バイオ医薬	Phase1	2011-2016	16.7	<u>NSC</u> 、經濟部、 原子力委員会、衛生部
インテリジェント エレクトロニクス	Phase1	2011-2015	12.4	<u>NSC</u> 、經濟部、教育部

※NSC: 国家科学技術委員会。2014年3月のりMOSTとなったが、ここで原典である科学技術白書の記載通りNSCとした。

出典：台湾NSC「科学技術白書（2011-2014）」

(2) 經濟部の政策

台湾は産業振興策として海外技術を導入し、自国産業へと展開させる政策を1970年頃から実施した。この際、政府の産業技術政策の最大の担い手はITRIであった。

1974年には政府が打ち出した「設置積体電路示範工廠計画（ICパイロットプラント設置計画）」の下、ITRI内に電子工業研究発展センターが設置された。この際、米国企業から7.0 μ m CMOS製造技術を導入して、1977年にITRI内にICモデル工場が設立され、そこで生産された民生電子製品用のICが香港等に輸出されるようになった。また、このモデル工場建設で得たノウハウや人材を活用して、台湾初のICメーカーであるUMCが1980年に設立された。更に1980年代初頭には、行政院科学技術顧問会議から台湾において超LSI技術を確立することが必要との要請を受け、ITRIは1984年に超LSI実験工場の建設に着手した。この成果を活用し、1987年に世界初のファウンドリ専業という事業形態を採用したTSMCが設立された。ちなみに、TSMCの董事長は、当時のITRIの

院長であり、米・テキサスインスツルメンツ社の副社長を務めた経験を有する張忠謀（モリス・チャン）氏が兼務した。

現在においても、ITRIは政府技術開発プロジェクトの中心的役割を担っており、経済部のプロジェクト資金の75%がITRIにおいて実施されている。しかし、図10に後述する通り現在においては、民間企業の研究開発投資が伸びてきている。そこで、民間の活力もいかしつつ、産業を多様化する、あるいは強い分野をより強くする、との2つの方針で産業政策として「六大新興産業」と「四大新興智慧型産業」が実施されている。

「六大新興産業」は、台湾の産業構造がエレクトロニクス分野に集中している現状を鑑み、より多元的な産業発展を目指すものであり、バイオテクノロジー、観光業、グリーンエネルギー、医療介護、ハイエンド型農業、文化・創造産業を振興するものである。総じて生活密着型、あるいは課題解決型の分野を対象に、萌芽段階にある領域を支援する。

「四大新興智慧型産業」は、台湾のエレクトロニクス産業の競争力を活用し、これを更に高めることを目的としており、クラウド・コンピューティング、電気自動車、発明・特許の産業化、スマートグリーン建築が対象となっている。

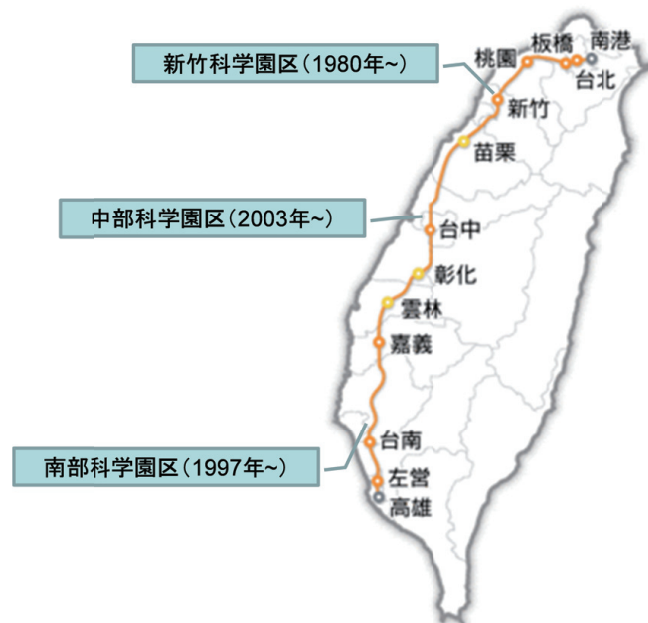
(3) 地域クラスター

1970・80年代、米国において、テキサスインスツルメンツ社や、インテル社が躍進し、新興分野に大きな機会があると認識した台湾政府は、ハイテク分野において研究開発や税制面等で強力に支援した。とりわけ、1980年に新竹サイエンスパークを設立したのがハイテク産業への舵切りの始まりとされている。

この新竹科学工業団地は、1980年12月に設立された台湾初のサイエンスパークである。サイエンスパーク内は全て保税区に指定され、輸出産業を振興する政策が展開された。また、研究開発面では、政府主導の研究開発投資を行い、プロジェクトの中心的担い手としてサイエンスパークに隣接して立地する工業技術院（ITRI）が大きな役割を果たした。設立から30年余年を経て、台湾最先端の科学技術研究開発産業の中心地として台湾の経済発展に大きく貢献してきた。現在は新竹だけでは用地が不足していることや地域均衡発展に鑑み、南部、中部地域にも拡張された。

現在、新竹科学園區には半導体、オプトエレクトロニクス、バイオテクノロジー分野を中心に454社の企業が立地している。また、中部科学園區にはオプトエレクトロニクス、精密機械、集積回路を中心に118社、南部科学園區にはオプトエレクトロニクス、集積回路、グリーンエネルギー分野を中心に、174社が立地している。これら科学園區は高速鉄道の駅や高速道路等の輸送インフラと比較的近接している。

図5-6 台湾高速鉄道と科学園區の立地



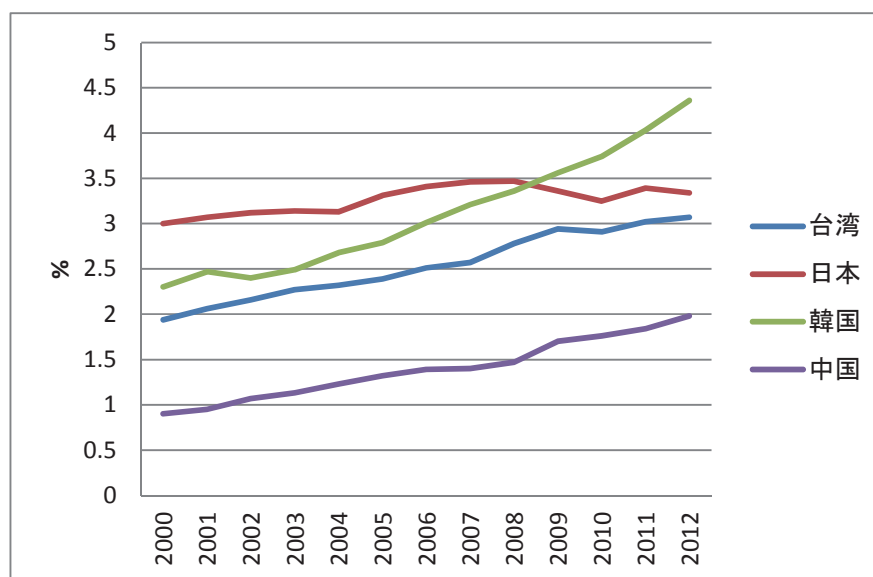
5.3.3 インプット

(1) 研究開発費

台湾の研究開発費の状況を韓国・日本及び中国本土と対比させる形で見ると、

台湾の研究開発投資は近年一貫して伸びており、2012年には対GDP比率で3.07%となった。これは、日本の3.34%、韓国の4.36%には達していないものの、近年一貫した増加傾向にある。また、中国本土は日台韓を追いかける形で投資を伸ばしている。

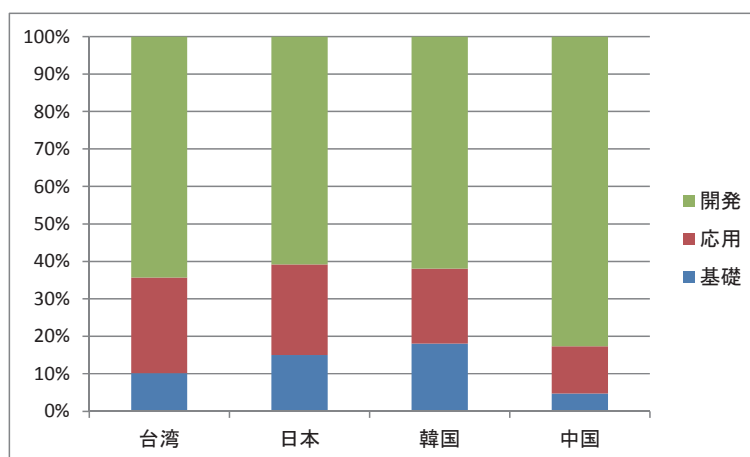
図5-7 台湾及び日中韓の研究開発投資の対GDP比率



出典：OECD

台湾における基礎研究比率は、韓国・日本より若干低いですが、中国と比較すると多い状況にある。

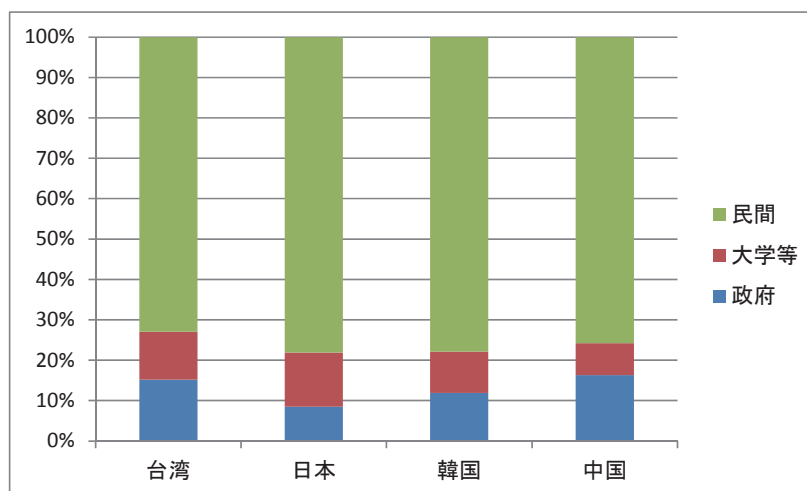
図5-8 台湾及び日中韓における研究費の性格別割合
(2009年、ただし台湾のみ2008年)



出典：台湾NSC「科学技術白書（2011-2014）」、
NISTEP「科学技術指標2012」

台湾および日中韓の研究開発費の使用状況をセクター別に比較すると、いずれも民間の割合が70～80%程度と高い点において似た状況にある。日本と台湾とを比較すると、日本は大学の割合が低く、政府の割合が多い点に若干の違いが見受けられる。なお、台湾においては政府の3割程度に相当する額をITRIが担っていると考えられる。

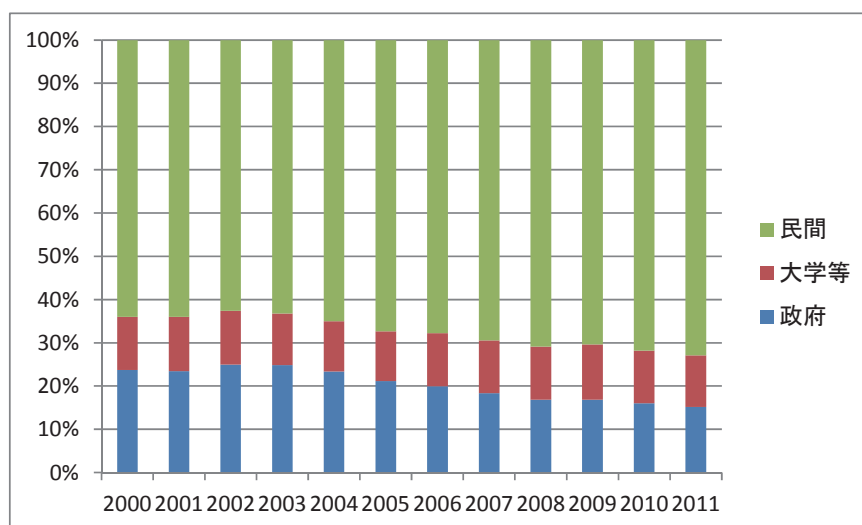
図5-9 台湾及び日中韓における研究開発費のセクター別使用割合（2011年）



出典：NSC及びNISTEP科学技術指標2012

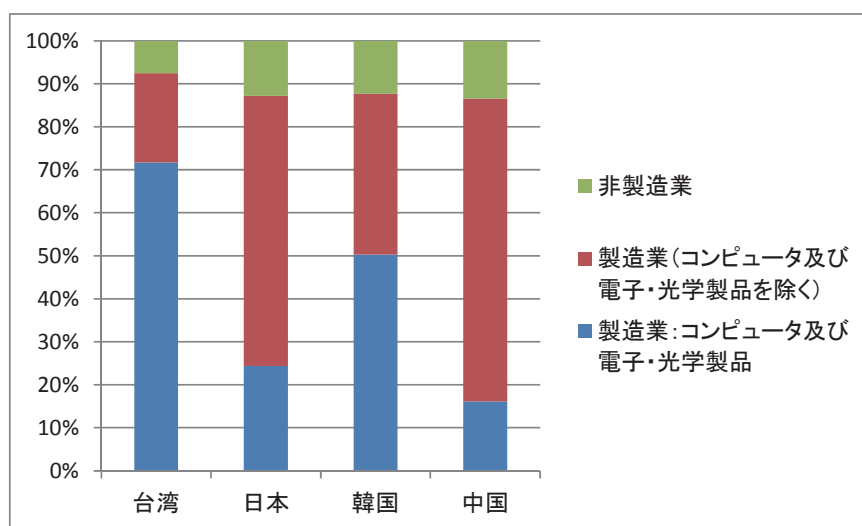
台湾全体の研究開発費のうち、民間の使用割合が近年増加傾向にあることがわかる。逆に、政府機関による使用割合が徐々に減少している。

図5-10 台湾における研究開発費のセクター別使用割合推移



出典 : OECD

台湾の研究開発費の約7割を使用する民間セクターの業種別の状況を図5-11に示す。産業別に見ると、製造業による研究開発投資が全体の93%を占めており、特にコンピュータ及び電子・光学製品が全体72%と、日中韓と比較しても突出して多い。このことから、台湾ではコンピュータ及び電子・光学関連分野の民間企業のR&D活動がとりわけ活発である様子がうかがえる。

図5-11 台湾及び日中韓における研究開発投資の業種別割合
(2010年、中国のみ2011年)

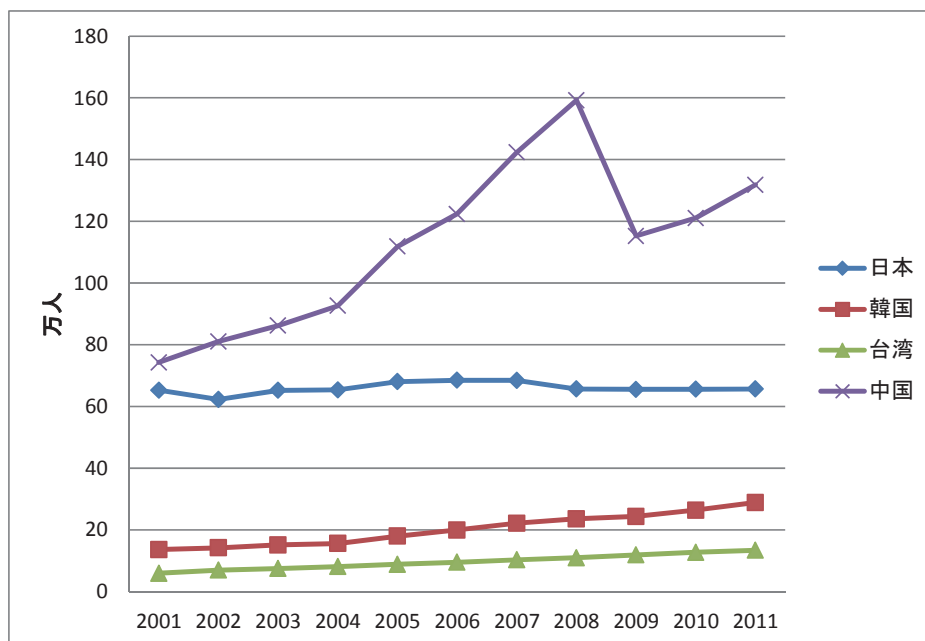
出典 : OECD

(2) 研究人材数

台湾の研究者数は、日本と比較すると1/4程度であり、韓国のおよそ半分である。台湾の人口が日本のおよそ2割であることと考え合わせると、人口規模にほぼ即した人数であるといえる。中国本土は人口規模が圧倒的に多いことから、日韓台それぞれの研究

者数を大幅に上回っている。

図5-12 台湾及び日中韓の研究者数推移（FTE）



注：2008年以前の中国のデータはOECD基準に準拠していない
出典：OECD

5.3.4 アウトプット

(1) 論文数

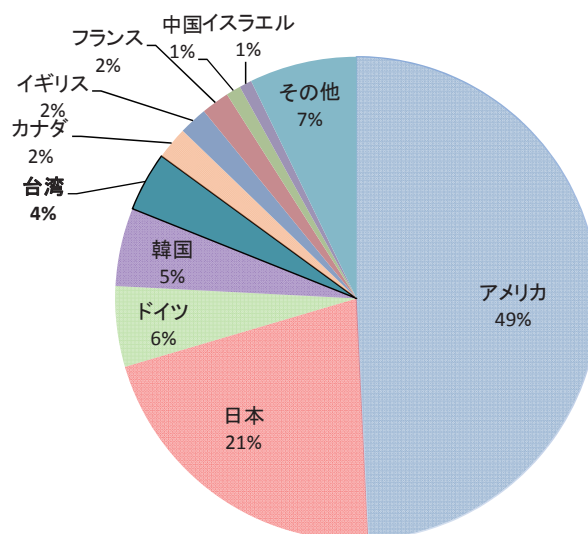
NISTEPの調査によると、2009-2011年の世界における台湾の論文数（分数カウントによる平均値）のシェアは1.8%（21051篇）と世界15位になっている。日本のシェアが5.7%（65167篇）と世界3位であることから、これは日本のおよそ1/3に相当する数となっている。台湾の研究者数が日本の1/4であることを考慮すると日本よりも論文生産効率が良いことが示唆される。

また、分野別にみると、台湾がトップ10に食い込んでいる分野として挙げられるのは、材料科学（台湾は9位、日本は3位）と工学（台湾は8位、日本は4位）が挙げられる。

(2) 特許数

米国特許取得件数（意匠を除く）のシェアをみると、米国が49%で1位、日本が21%で2位となっており、台湾は4%と5位である（図5-13）。これをみると、台湾の特許数は世界上位に食い込んではいないものの、その数は日米等と比較して少ない状況にあることがわかる。

図5-13 米国特許（意匠を除く）取得件数上位国のシェア（2009年）



出典：台湾NSC「科学技術白書（2011-2014）」をもとに作成

5.4 イノベーション力の分析

5.4.1 イノベーションの成果

(1) 世界トップシェアを誇る製品群

政府の政策により、台湾では半導体産業等を重点的に育成し、成功をおさめた。その結果、台湾の企業は製造業の特定分野において大きな存在感を示している（表5-2）。例えば、2009年の台湾企業による半導体関連製品・サービスの対世界シェアは、上流工程であるICデザインが23.2%、半導体製造のうちウェハが65.2%、マスクROMが99.4%、下流工程のICパッケージングが45.7%、ICテストが70.5%等となっており、圧倒的な世界シェアを誇っている。また、液晶モニタの分野でもTFT液晶パネル等において世界シェア2位を誇る。

半導体製造委託事業であるファウンダリ大手のTSMC（世界シェア1位）及びUMCは台湾企業であり、ともにITRIからのスピナウトによって設立されている。ファウンダリビジネスの様に、特化した領域において世界市場を席巻する水平分業型のビジネスモデルを採択した多くの台湾企業が世界市場で存在感を示している。この点は、開発から生産までを一貫して手掛ける垂直型のビジネスモデルを展開する日本の大手企業とよく対比されるところであり、台湾のイノベーション政策上最大の成功事例といえる。

表5-2 台湾の主要IC製品（2009年実績・域外生産分を除く）

製品・サービス		世界シェア	売上高（百万ドル）
		（台湾の順位）	
IC デザイン		23.2% (2)	10,525
半導体 製 造	ウェハ	65.2% (1)	12,091
	IC 基板	20.0% (2)	1,420
	プリント IC 基板	14.3% (3)	4,950
	マスク ROM	99.4% (1)	345
	DRAM	15.7% (2)	3,511
IC パッケージング		45.7% (1)	6,048
IC テスティング		70.5% (1)	2,655
モニタ	大型 TFT 液晶パネル	33.1% (2)	20,127
	中小型 TFT 液晶パネル	23.8% (2)	4,120
	OLED パネル	29.5% (2)	225
	PND（小型モニタ）	36.5% (2)	2,007

出典：台湾NSC「科学技術白書（2011-2014）」をもとに作成

(2) 企業の研究開発力の向上

図5-9に見た通り、台湾における研究開発投資の7割以上が企業によって実施されている。民間企業が自力で研究開発を行うキャパシティを身に着けたという点も、イノベーションの重要な成果といえる。

5.4.2 成功要因

(1) 政府の重点投資と徹底した産業化志向

台湾では、限られた研究開発予算を重点分野に配分する「選択と集中」が長く行われてきた。これにより、1988年～1993年には、年平均成長率が7.1%となるなど台湾は持続的な経済成長を成し遂げた。

政府は、資金・資源・人材（海外からの華僑系研究者の呼び戻しを含む）を重点分野に投資した。また、産業技術開発の中心的役割を担ったITRIでは、「1ドルの政府資金を得たら、それをもとに1ドル稼ぐ」との精神が根付いており、政府資金をもとにしたR&Dにより産業化が徹底的に追及されてきた。R&Dの成果を産業化するのに必要なあらゆる支援策を用意する努力を行い、研究者も論文数等ではなく、組織が掲げるミッションへの貢献度で評価される。これは、日本に置き換えると公的研究機関というよりむしろ、企業の開発研究に近い取り組みといえよう。このような政府の取り組みに加え、台湾には充実した直接金融の市場が存在していたことも、新産業を興す上で創業初期の企業の資金調達を容易にし、産業の発展に貢献した可能性が高い。

結果として、政府研究開発として実施されたR&Dの成果が台湾の電子産業の基盤を構築するのに大きく貢献した。

(2) セクターを超えた連携

台湾では、様々なセクターを超えた連携が活発に行われている様に見受けられる。

省を超えた連携としては、先に紹介したITRIにおいて、そのインキュベータを卒業した企業は、サイエンスパークに進出することで様々な優遇策を受けることができる。経済部傘下のITRIと旧NSC所管のサイエンスパーク等、省を超えた政策連携が行われている様子が見えてくる。

産学等のセクターを超えた連携としては、産学研の間の人材流動が容易である点が挙げられる。この背景には人材流動を促す仕組みもあった。例えば、ITRIの技術を商業化することに成功した際、ITRIにとどまること、あるいはスピンオフ企業に在籍すること、更には一定期間スピンオフ企業に在籍した後ITRIに戻るもののいずれかが選択可能とのことである。更には、ITRIからスピンオフ企業に出た場合、当該企業の給与に加え、ITRIからも一部給与を補てんされるばかりでなく、株式公開等によるキャピタルゲインも得られる余地がある。このような仕組みは、企業化の成功に貢献したITRIの研究者が得られるリターンを大きくするものであり、R&Dの成果をイノベーションへと転換する大きなインセンティブになると考えられる。これらの特徴により、ITRIでは現在でもアクティブに産業界と連携した研究開発活動が実施されている。

このように省やセクターを超えた連携が行えるのは、比較的規模が小さい地域で、お互いの顔が見えている中であるからこそ、成功している可能性が高い。

(3) 米国とのネットワーク

台湾は、華僑ネットワークを通じて米国とも深いつながりがある。そもそも台湾がハイテク産業を振興する意思決定を行ったのも、華僑ネットワークを通じて米国の状況を把握していたからといえる。また、ITRI院長を勤めると同時にTSMCを創設したモリス・チャン氏や中央研究院の国際化を進めた李遠哲氏は米国から招聘されており、台湾の科学技術・イノベーションの発展に大きく貢献した。

5.4.3 今後の課題は科学技術・イノベーション

(1) 研究開発の多様化

台湾企業で実施されているR&D投資はコンピュータ及び電子・光学関連企業によるものが全体の7割以上を占めており、これは日本等と比較すると極端に偏っている様に見受けられる。この原因は、政府の政策に呼応して資金・資源が投下され、そこに人材が集まるため、政策に沿った産業群が形成されがちであることが考えられる。結果として、台湾では研究開発型企業の多様性が十分に確保され難い状況になっている可能性がある。

(2) 既存の強みの高付加価値化

台湾の経済成長を牽引した半導体をはじめとする電気電子産業であるが、市場の成熟とともに、電子・情報通信機器産業の利益率が低下してきている。このような環境下、2000年以降は、経済成長の失速及び失業率の増加などが問題としてあらわれている。中国本土のキャッチアップや、既存の強みとなっているハイテク産業の成熟化に伴い、新たな高付加価値産業を発掘することが、台湾の科学技術・産業政策における重要な課

題となっている。

(3) アカデミア発の成果の産業応用

研究開発の多様化、あるいは高付加価値化を実現する上で、アカデミアの知の活用したイノベーションを実現されることが有望視されており、台湾政府は様々な取り組みを行っているものの、まだ大きな成果は得られていない。

中央研究院の国際化に進められた李遠哲元院長は、台湾の産業は台湾の科学を信用しておらず、アメリカの大学ばかりと連携している点が残念だと指摘され、近年中央研究院内に設置されたインキュベータが機能してくれることに期待を寄せられていた。キャッチアップの時代に得意とした応用技術開発ばかりでなく、基礎研究から出てきた良い成果をイノベーションにつなげていくことこそが、台湾の科学技術政策上最大の課題といえよう。

5.5 まとめ・考察

5.5.1 台湾の成功と今後の針路

台湾は、人口が日本の2割と比較的小規模であることから企業が自前で研究者を十分に確保し難い、あるいは中小企業が主体となっているため産業界にR&Dを行う余力があまりないといった事情がある。よって、政府が重点的に育成する産業を決め、研究開発投資を行い、これをITRI等の研究開発機関が担い、そこから出たベンチャーをサイエンスパークで大きくする、という仕組みが効果的に機能してきた。このように、官民が一体となり育成に成功した水平型産業が、米国や日本の大企業の隙間に入り込む形で、世界市場の中でも特化した領域において食い込むことに成功した。これは比較的小規模な地域であるからこそ成功したといえる可能性が高い。

その一方で、市場の成熟化等に伴い、台湾が世界市場において比較的ローエンドのポジションでしか存在感を発揮できていない、あるいは一部のハイテク領域においてしか存在感を発揮できていないという問題を抱える。

そこで現在、台湾政府は、半導体・液晶の次の基幹産業となる分野を模索し、既存の強みを活用する、あるいは国民生活の課題等のニーズ主導型で新たな産業のポテンシャルを探索する、という2つの方面から産業振興を試みている。

加えて、ここ10年来のトレンドとして、従来分離していたアカデミアを産業・技術開発へと連携させる試みがなされている。省庁連携プログラムの展開やこれまで基礎研究を中心的に担ってきた中央研究院、大学等においてインキュベータを積極的に設置するなど、その方策を模索している最中といえる。

5.5.2 日本との関係及びインプリケーション

先に述べた通り、台湾は中国との経済的関係を益々深めている。一方、現在日本と台湾の産業界ではM&A等を通じて関係が深化している。

今後、ECFAによって規制が更に緩和され、現在は50%以下に制限されている中国からの台湾の半導体分野等のハイテク企業への投資比率が拡大されれば、日本-台湾、中国-台湾とそれぞれに深化した関係が、中国—台湾—日本という新たな垂直統合が進む可能性も

出てくる。

台湾の立場に立つと、短期的には仲介者としての役割を果たすことができるが、長期的に見て産業のアンブレラを担う中国本土と部品・素材に強みを持つ日本との間で自らの強みを発揮する方策をどう打ち出すかが課題となろう。

一方、日本の立場としては、台湾と中国本土との関係に注視しながら、長期的視点に立ち周辺国とどのような関係を構築するか、部品・素材産業の強みを生かすのか、中国に長期的に対抗できるアンブレラ産業は何かについてじっくりと戦略を練り関係を強化することが望まれる。

5.6 参考情報

<文献>

- ・ 国家科学技術委員会「科学技術白書（2011-2014年）」
- ・ 国家科学技術委員会「国家科学技術発展計画（2013-2016年）」
- ・ 工業技術研究院 "Annual Report 2011"
- ・ 科学技術政策研究所「科学技術指標2012」（2013年8月）
- ・ 科学技術政策研究所・日本総合研究所「基本計画の達成効果の評価のための調査 主要国における施策動向調査及び達成効果に係る国際比較分析報告書（NISTEP Report No.91）」（2005年3月）
- ・ JST/CRDS「科学技術・イノベーション動向報告 中国・台湾編（2008年度版）」
- ・ JETROホームページ <http://www.jetro.go.jp/world/asia/tw/#basic>
- ・ OECD "Main Science and Technology Indicators" (2013)
- ・ World Economic Forum "The Global Competitiveness Report 2011-2012" (2011)
- ・ IMD "The World Competitiveness Scoreboard 2012" (2012)
- ・ 朝元照雄「開発経済学と台湾の経験」勁草書房（2004）
- ・ 岸本千佳司「台湾における創業・新事業創出支援体制」Working Paper Series Vol. 2010-06、財団法人国際東アジア研究センター（2010年3月）
- ・ 川上桃子「急成長を遂げる台湾の半導体設計業」、交流、2011.5
- ・ 川上桃子「台湾の研究開発活動の動向と政府の役割」、交流、2012.7
- ・ 日本政策投資銀行シンガポール駐在員事務所「-台湾の産・学・研究機関を結ぶ連携- 工業技術研究院（ITRI）の取組み」（2002年10月）
- ・ 岡山純子、林幸秀、「小国の科学技術・イノベーション力：台湾の事例」、研究技術計画学会第28回年次学術大会（2013年11月）

<インタビュー・意見交換等実施先>

- ・ 中央研究院元院長 李遠哲博士
- ・ JETROアジア経済研究所 新領域研究センター 企業・産業研究グループ長 佐藤幸人氏
- ・ 国家科学技術委員会（NSC）
- ・ 国家実験研究院 科学技術政策研究資料センター（STPI）
- ・ 台湾経済研究院
- ・ 工業技術研究院（ITRI）
- ・ 野村総合研究所台北支店

データ編

研究開発戦略センター海外動向ユニット
フェロー チャップマン純子
調査員 澤田 朋子

■ 世界競争力ランキング

World Economic Forum (WEF): The Global Competitiveness Report 2013-2014 (総合ランキング)				IMD: The World Competitiveness Scoreboard 2013 (総合ランキング)			
1	スイス	16	オーストリア	1	米国	16	豪州
2	シンガポール	17	ベルギー	2	スイス	17	アイルランド
3	フィンランド	18	ニュージーランド	3	香港	18	英国
4	ドイツ	19	アラブ首長国連邦	4	スウェーデン	19	イスラエル
5	米国	20	サウジアラビア	5	シンガポール	20	フィンランド
6	スウェーデン	21	豪州	6	ノルウェー	21	中国
7	香港	22	ルクセンブルグ	7	カナダ	22	韓国
8	オランダ	23	フランス	8	UAE	23	オーストリア
9	日本	24	マレーシア	9	ドイツ	24	日本
10	英国	25	韓国	10	カタール	25	ニュージーランド
11	ノルウェー	26	ブルネイ	11	台湾	26	ベルギー
12	台湾	27	イスラエル	12	デンマーク	27	タイ
13	カタール	28	アイルランド	13	ルクセンブルグ	28	フランス
14	カナダ	29	中国	14	オランダ	29	アイスランド
15	デンマーク	30	プエルトリコ	15	マレーシア	30	チリ

【略称説明】

WEF: World Economic Forum
IMD: International Institute for Management Development
INSEAD: Institut Européen d'Administration des Affaires
WIPO: World Intellectual Property Organization
EIU: Economist Intelligence Unit

■ イノベーション関連ランキング

	WEF: Innovation (2013-14)	WEF: Technological Readiness (2013-14)	INSEAD&WIPO : The Global Innovation Index (2013)	EIU: Innovation performance index (2004-08)
1	フィンランド	スウェーデン	スイス	日本
2	スイス	ルクセンブルグ	スウェーデン	スイス
3	イスラエル	ノルウェー	英国	フィンランド
4	ドイツ	英国	オランダ	米国
5	日本	デンマーク	米国	スウェーデン
6	スウェーデン	香港	フィンランド	ドイツ
7	米国	シンガポール	香港	台湾
8	台湾	オランダ	シンガポール	オランダ
9	シンガポール	スイス	デンマーク	イスラエル
10	オランダ	アイスランド	アイルランド	デンマーク
11	デンマーク	フィンランド	カナダ	韓国
12	英国	豪州	ルクセンブルグ	オーストリア
13	ノルウェー	アイルランド	アイスランド	フランス
14	ベルギー	ドイツ	イスラエル	カナダ
15	オーストリア	米国	ドイツ	ベルギー
16	カタール	マルタ	ノルウェー	シンガポール
17	韓国	フランス	ニュージーランド	ノルウェー
18	ルクセンブルグ	ベルギー	韓国	英国
19	フランス	日本	豪州	アイルランド
20	アイルランド	オーストリア	フランス	豪州
21	カナダ	カナダ	ベルギー	香港
22	豪州	韓国	日本	イタリア
23	香港	イスラエル	オーストリア	ニュージーランド
24	プエルトリコ	ニュージーランド	マルタ	スロベニア
25	マレーシア	バルバドス	エストニア	キプロス
26	ニュージーランド	スペイン	スペイン	スペイン
27	アイスランド	ポルトガル	キプロス	ハンガリー
28	アラブ首長国連邦	アラブ首長国連邦	チェコ	チェコ
29	ポルトガル	エストニア	イタリア	クロアチア
30	サウジアラビア	台湾	スロベニア	エストニア

■ World Economic Forum

● 「イノベーション」

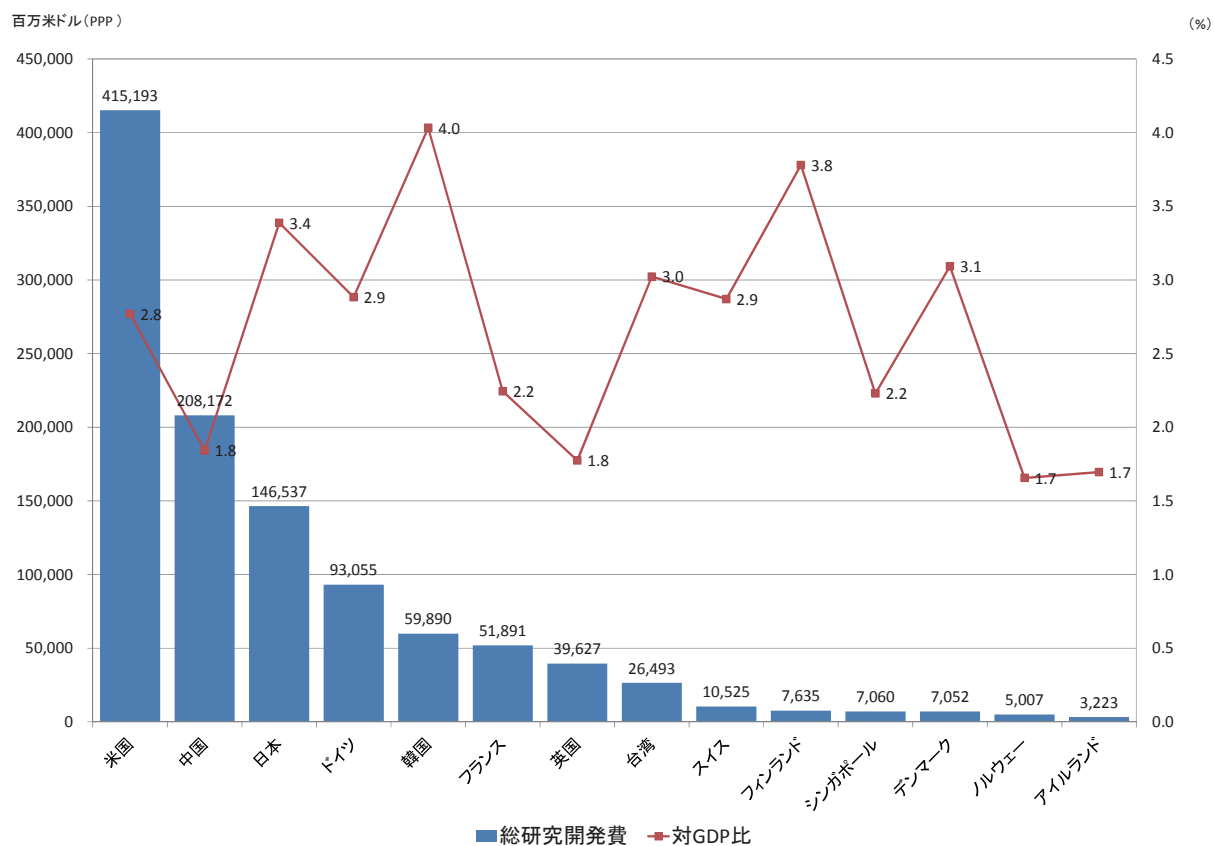
- ① イノベーション能力
あなたの国では、企業はどのように技術を習得するか。
(1=海外企業からのライセンスあるいは海外企業の模倣による、～7=正式な研究実施と独自の開拓による)
- ② 科学研究機関の質
あなたの国の科学研究機関をどのように評価するか。
(1=非常にお粗末、～7=国際的にもその分野でベスト)
- ③ 企業による研究開発支出
あなたの国の企業は、研究開発にどの程度支出するか。(1<7)
- ④ 産学間の研究開発協力
あなたの国では、どの程度の産学間研究開発協力がおこなわれているか。(1<7)
- ⑤ 先端技術製品の政府調達
あなたの国では、政府の調達決定が技術イノベーションを促進するか。(1<7)
- ⑥ 科学者・エンジニアの人材
あなたの国では、科学者やエンジニアの人材がどれ位いるのか。(1<7)
- ⑦ PCT特許出願数
人口100万人当たりのPCT特許出願数

● 「技術態勢」

- ① 最新技術の利用
あなたの国では、最新技術がどの程度利用可能か。(1<7)
- ② 企業レベルの技術吸収
あなたの国では、企業はどの程度新たな技術を吸収しているか。(1<7)
- ③ FDIと技術移転
あなたの国では、海外直接投資がどの程度新たな技術を呼び込んでいるか。(1<7)
- ④ 個人のインターネット利用
何%の人がインターネットを利用しているか。
- ⑤ 固定ブロードバンド・インターネット契約数
人口100人当たりの固定ブロードバンド・インターネットの契約数
- ⑥ 国際インターネット回線容量
利用者一人当たりの国際インターネット回線容量
- ⑦ モバイルブロードバンド契約数
人口100人当たりのモバイルブロードバンド契約数

■ 科学技術関連データ

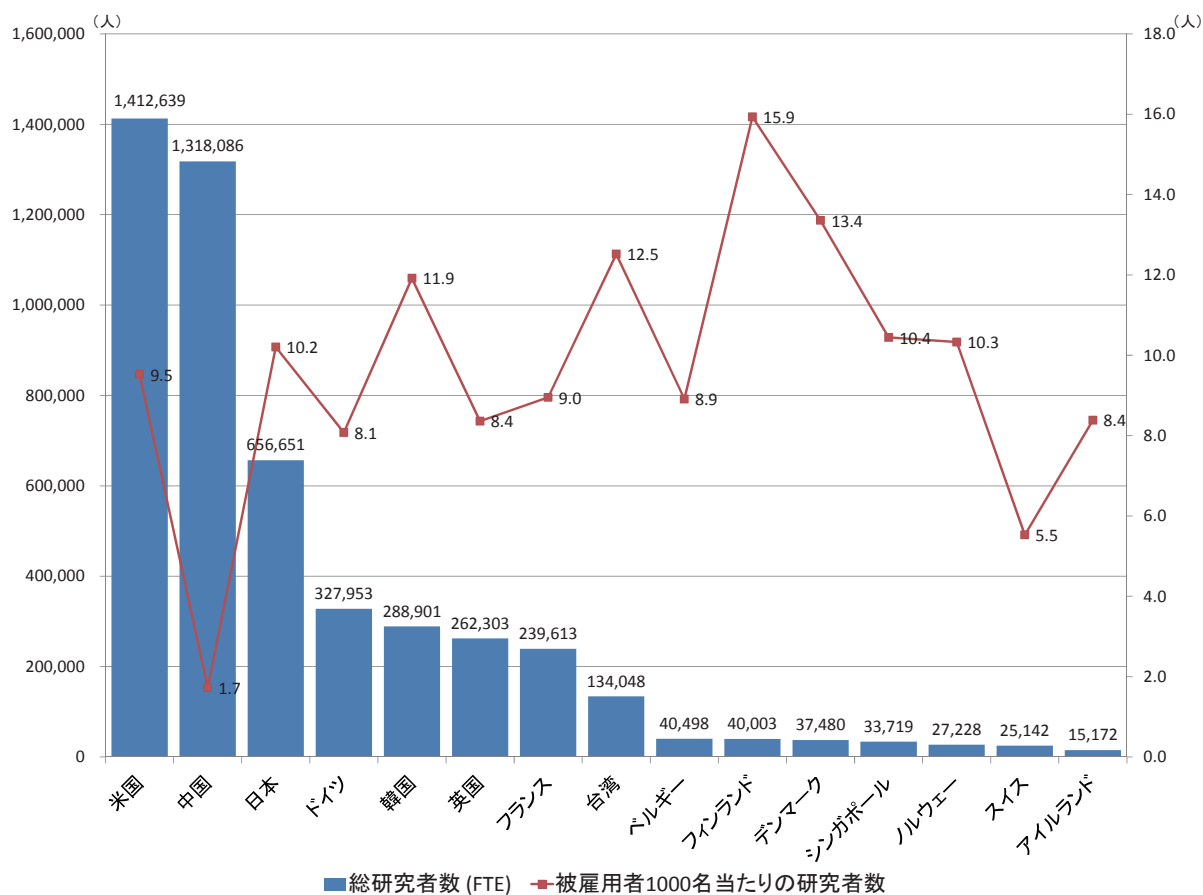
【総研究開発費】



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators (2013/1)

データ年：スイス 2008 年、それ以外は 2011 年

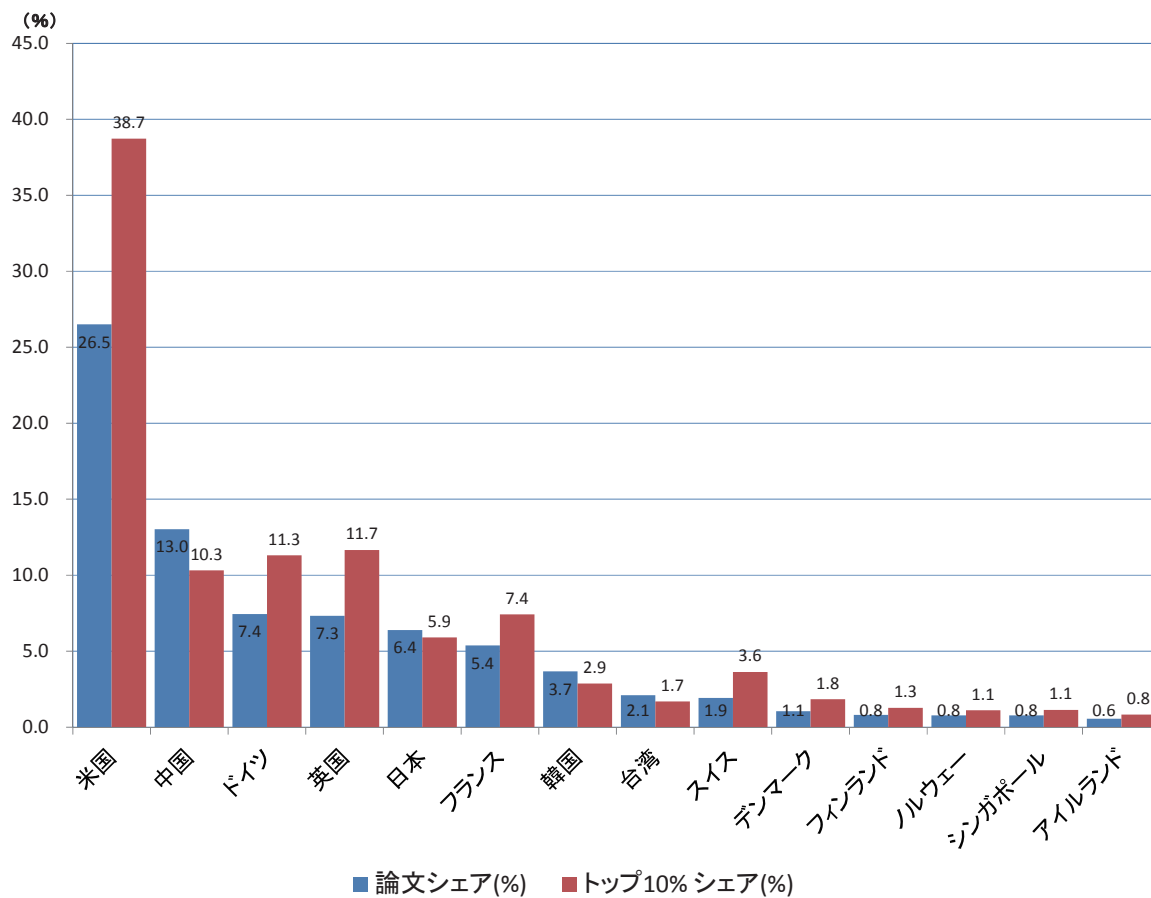
【研究者数】



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators (2013/1)

データ年：スイス 2008 年、韓国、ドイツ 2010 年、それ以外は 2011 年

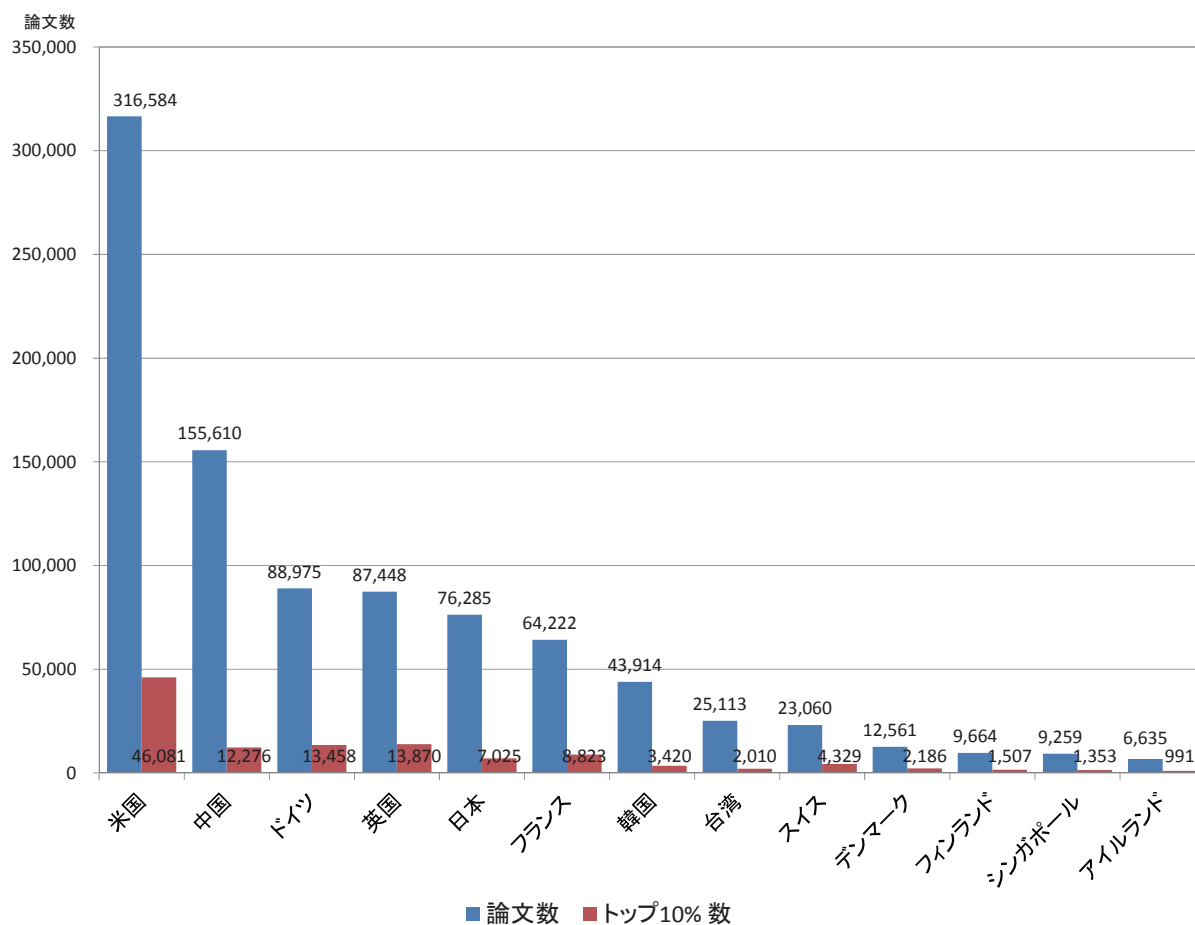
【論文シェア】



出典：NISTEP 調査資料 218 「科学研究のベンチマーキング 2012

～論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況～（2013 年 3 月）」

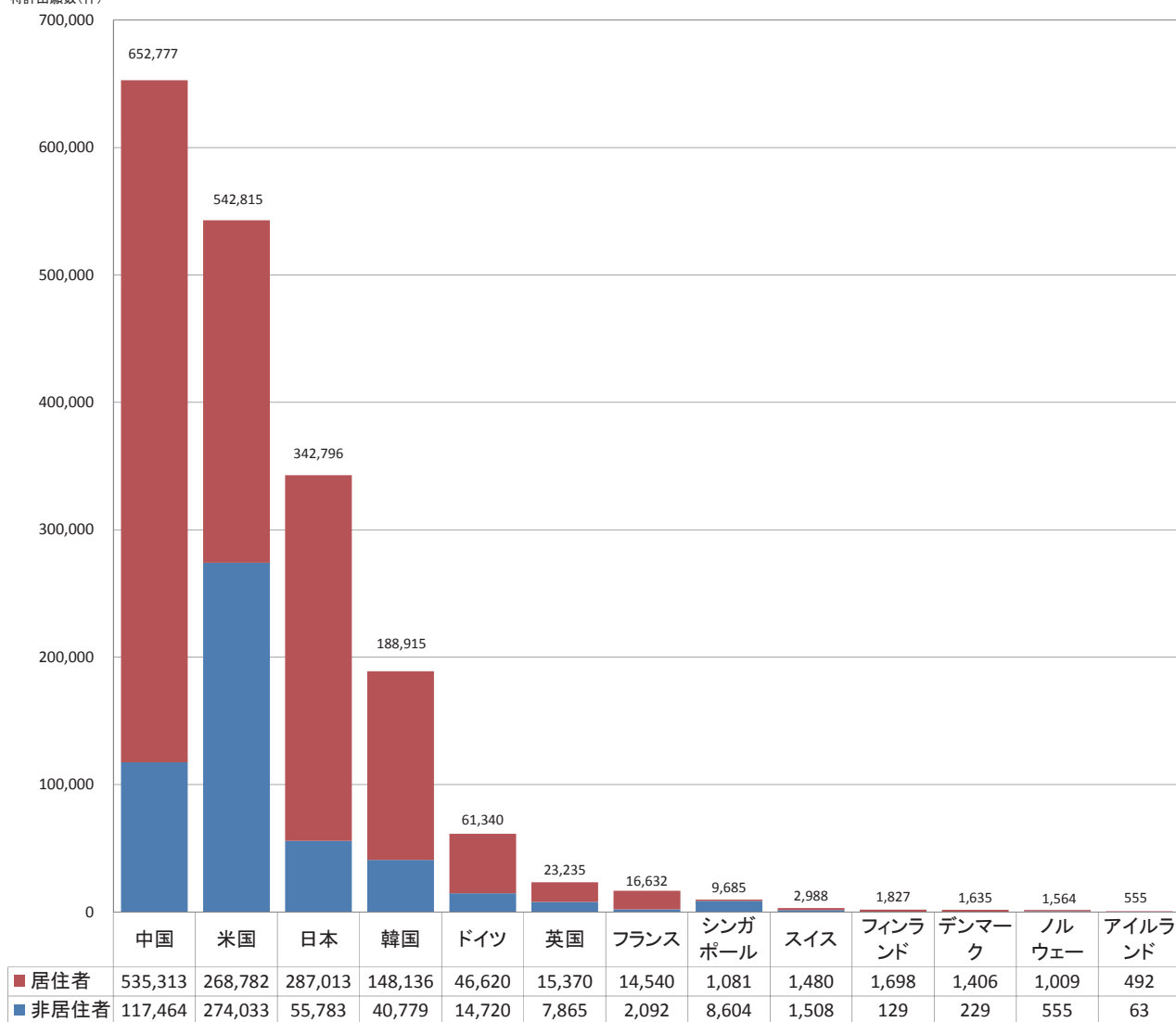
【論文数】



出典：NISTEP 調査資料 218 「科学研究のベンチマーキング 2012
～論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況～（2013 年 3 月）」

【特許数（出願）】

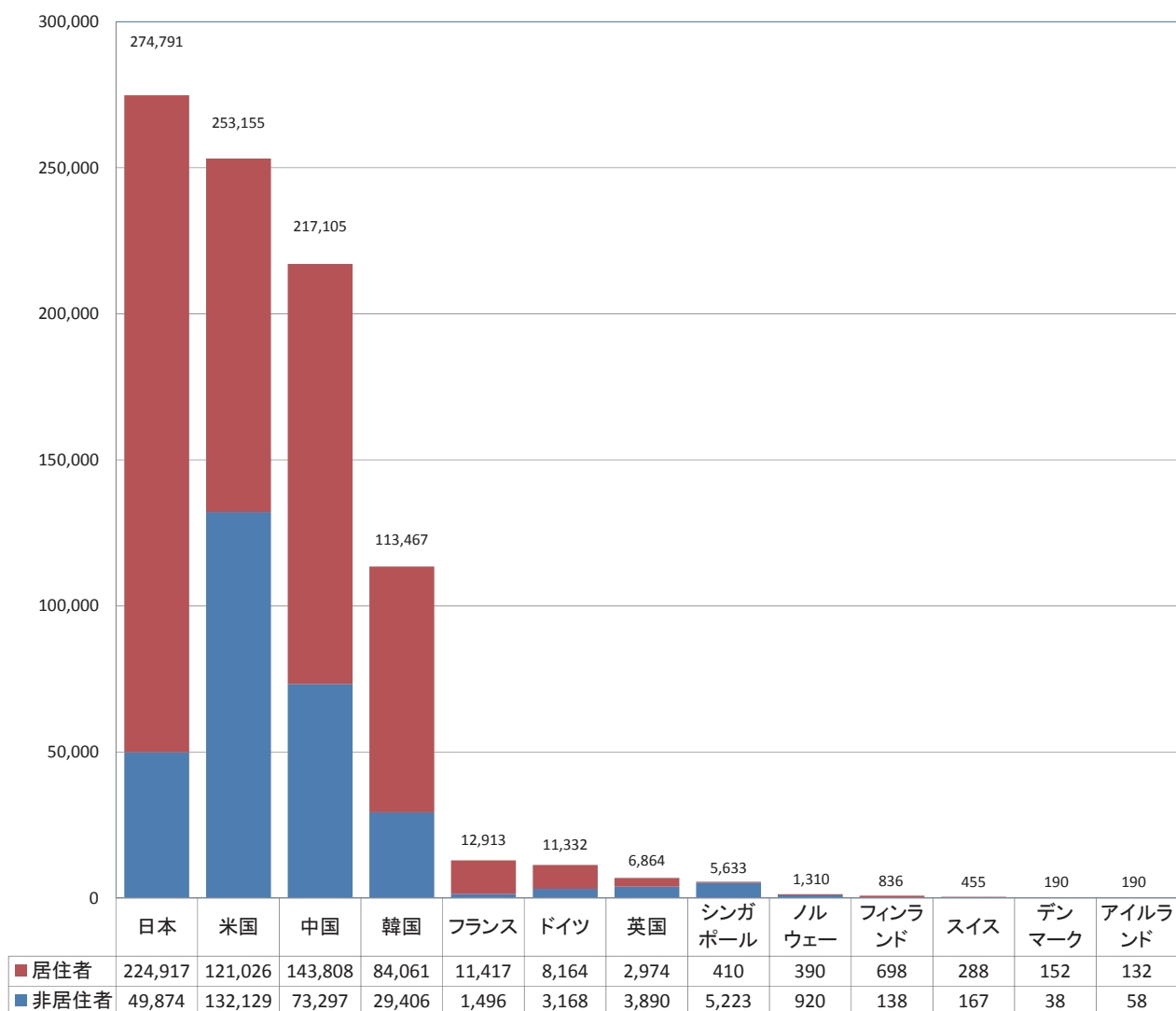
特許出願数（件）



出典：WIPO, World Intellectual Property Indicators 2013（各国の特許当局への出願数）

【特許数（登録）】

特許登録数(件)



出典：WIPO, World Intellectual Property Indicators 2012（各国の特許当局での登録数）

■ 社会・経済関連データ

【人口・GDP・一人当たりの GDP】

	人口（百万）	GDP (US \$ billions)	一人当たりの GDP (US \$)
デンマーク	5.6	314.89	56,326
フィンランド	5.4	247.55	45,721
アイルランド	4.6	210.77	45,932
ノルウェー	5	499.67	99,558
シンガポール	5.3	274.7	51,709
スイス	8	631.17	78,925
台湾	23.2	474	20,328
日本	127.6	5959.72	46,720
米国	313.9	16244.6	51,749
英国	63.2	2471.78	39,093
ドイツ	81.9	3428.13	41,863
フランス	65.7	2612.88	39,772
韓国	50	1129.6	22,590
中国	1,350.70	8227.1	6,091

出典：World Bank, World Development Indicators（台湾のみ、WEF）

データ年：2012年

■ 執筆担当者 ■

全体統括	JST/CRDS	上席フェロー	林 幸秀
スイス	JST/CRDS	フェロー	北場 林
フィンランド	JST/CRDS	フェロー	山下 泉
アイルランド	JST/CRDS	フェロー	チャップマン純子
シンガポール	JST シンガポール事務所	所 長	小林 治
台 湾	JST/CRDS	フェロー	岡山純子
企画・編集	JST/CRDS	フェロー	チャップマン純子
	JST/CRDS	調査員	澤田朋子

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いいたします。

CRDS-FY2013-RR-01

海外調査報告書

競争力のある小国の科学技術動向 (2013 年度版)

平成 26 年 3 月 March 2014

独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター 海外動向ユニット
Department of Strategy,
Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒 102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's 五番町
電 話 03-5214-7481
ファックス 03-5214-7385
<http://crds.jst.go.jp>
©2012 JST/CRDS

許可なく複写・複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission.

Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.