

Title	小国の科学技術イノベーション力：スイスの事例
Author(s)	北場， 林； 林， 幸秀
Citation	年次学術大会講演要旨集， 28： 839-842
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11839
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

小国の科学技術イノベーション力:スイスの事例

○北場 林、林 幸秀（科学技術振興機構）

1. はじめに

スイスは、世界知的所有権機関（WIPO）や国際経営開発研究所（IMD）、世界経済フォーラム（WEF）などが毎年発表する各種国際競争力・イノベーションランキングの上位常連国である¹。スイスの高い国際競争力については、さまざまな背景要因が指摘されている。欧州の大国である独仏伊に挟まれた地理的特質、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、富裕者優遇税制、安定した政治経済などである。本稿では、高く評価されるスイスの国際競争力やイノベーション力に科学技術がどう関係しているのかを概観する。小国であることの制約と優位性をどのように科学技術の発展につなげているかが焦点である。

2. スイスの科学技術イノベーション力

最初にスイスの科学技術イノベーション力を示す指標を素描したい。研究開発の代表的なインプット指標としての研究開発費総額は163億スイスフラン（2008年、約1兆5600億円）で、対GDP比は2.99である。うち75%が民間部門によるもので、2割が連邦政府や州（カントン）、残りは大学などの研究機関が出資している。連邦政府の研究開発予算は7億470万スイスフラン（2011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く、スイスでは典型的な民間企業主導の研究開発が行われているといえる。また、研究人材は約6万2000人で、1000人当たりの研究人材の割合は約13人であり、これは日独と同水準である。

研究開発のアウトプットとしての論文数は約22000（2009–11年平均）で日本の3割程度だが、人口当たり論文数や国際共著論文数、被引用度でみるといずれも世界最高レベルを示している。同様に特許件数でも、日米欧の三極特許の人口1000人当たりの取得数は111件で、OECD国中のトップである。

スイスではこれまで、アインシュタインを始め18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受賞者数は世界で最も多い²。世界レベルの教育機関も有しており、チューリヒ連邦工科大学（ETHZ）とローザンヌ連邦工科大学（EPFL）は、自然科学の研究で世界的な評価を得ている³。両工科大学には、昔から多くの外国人研究者が在籍しており、今でも教授陣の半分以上が外国人を占めるほど国際色豊かである。また他にもジュネーブ大学、ベルン大学など有力な8大学と応用科学技術大学がある。

これらの高いインプットとアウトプットを背景にスイスは、7万ドルを越える一人当たりGDP、低いインフレ率と失業率、持続的な経済成長など、高水準の経済パフォーマンスを実現している。また、九州より少し大きい程度の国土と人口800万人に満たない小国でありながら、世界有数の大企業を多数輩出している。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、食品メーカー世界トップのネスレ、医薬品のノバルティスとロシュ、世界最大級の電力設備建設会社ABB、人材サービスのアデコグループなどが代表的である。スイス伝統の時計産業でも、スウォッチ、リシュモン、ロレックスが売上世界1位から3位までを占めている。革新的な医薬品や精密な医療検査機器、太陽光パネル用高性能ガラスなど、スイス発のイノベーションは、世界市場で大きな成功をおさめている。

上記のようにスイスは、人口が少なく科学技術や研究開発の各指標の規模は大きくはないが、一人当たりの数値については軒並み世界有数を誇っており、科学技術と研究開発の質が極めて高いレベルにある。特に、過去の研究開発費の累積に対する現在の企業部門の付加価値という意味での研究開発効率は世界トップクラスといえる。

¹ スイスの2013年ランキングは以下の通り。INSEAD&WIPO（The Global Innovation Index 2013）1位、IMD（World Competitiveness Scoreboard 2013）2位、WEF（Global Competitiveness Report 2012-13）4年連続1位。

² 平和賞、文学賞を含めると24名。

³ 大学の評価ランキングで有名なQS2011ではETHZは18位、EPFLは35位となっている。

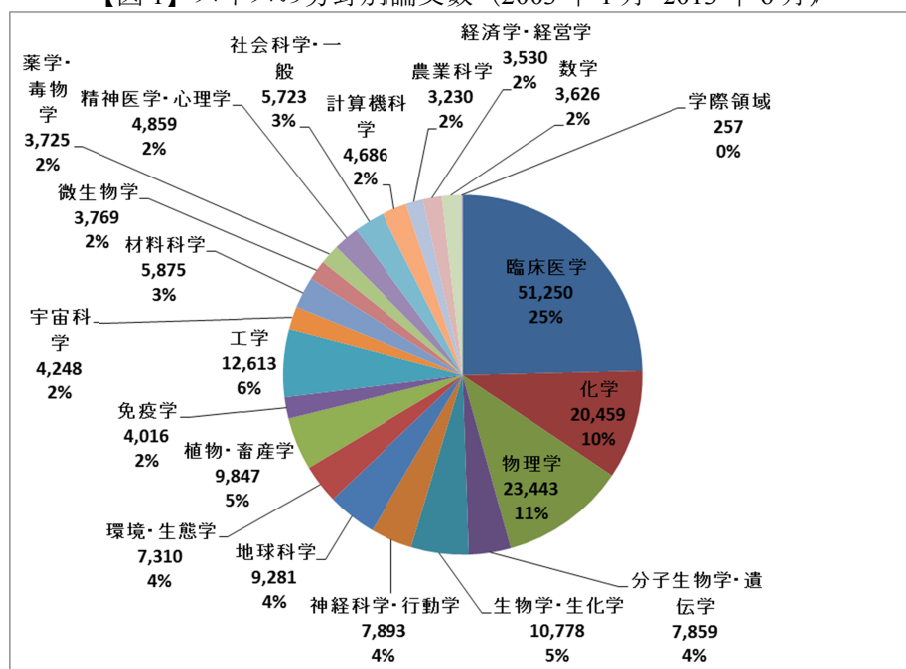
3. スイスの研究開発におけるバイオ・医療技術分野

科学技術指標からは、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、フルセット型の産業構造を有してはいない。すなわち、機械、化学、医薬品、精密機器、金属加工品などの分野では競争力があるが、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。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、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、ファン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ると考えられる。民間部門における研究開発投資への力の入れ方は産業によって差異があるが、スイスにおいては製薬産業と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約半分を占めている。とりわけ製薬産業をはじめとするバイオ・医療技術関連産業は、典型的な知識集約型のサイエンス産業であり、スイスの高い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。

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、生産される論文もバイオ・医療技術関連分野が圧倒的に多い。図1はここ10年の分野別の論文数を示しており、臨床医学、分子生物学、免疫学、薬学などバイオ・医療関連文献は全体の45%以上のシェアを占めている。

【図1】 スイスの分野別論文数（2003年1月～2013年6月）

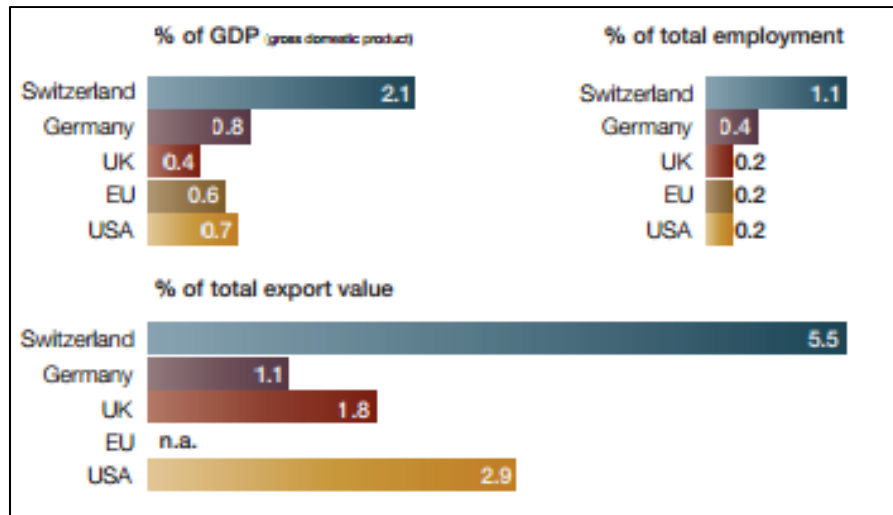


(ISI Essential Science Indicators, January 1, 2003 - June 30, 2013)

産業構造上も、スイスにおけるバイオ・医療技術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独日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（図2参照）。

また、研究開発には収益の13%が費やされており、スイスの6割のバイオ・医薬系企業がETHZとEPFLの二つの連邦工科大学やバーゼル大など10の州立大学と連携して研究開発を行っている。さらにスイスでは2000年以降、官民が連携して、バイオ技術と医療技術の産業クラスター（「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・医療技術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。

【図 2】 各国経済に占める医療技術関連産業の大きさ



(Swiss Medtech Report 2012)

スイスの医薬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。EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2012 によれば、世界の企業別研究開発投資ランキングの 4 位にノバルティス、7 位にロシュがランクインしている⁴。この 2 社とも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 年にチバ・ガイギー社と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。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。

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。2000 年代に入って米国バイオベンチャーの雄であったジェネンテックや日本の中外製薬を傘下に収めている。

医薬品の国別輸出ランキング（2011 年）で見るとスイスは 531 億ドルでドイツに次いで 2 位となっているように、医薬品は時計と並んでスイスの主力輸出品である。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療技術関連企業が立地するスイスの研究開発は、製薬産業の影響を大きく受けており、彼らが依存する医療技術とバイオテクノロジーに重点が置かれているといえる。

4. 政府のバイオ・医療技術支援策と産学連携

スイスは、連邦政府・26 のカントン・2556 の自治体の三層構造からなる分権国家であり、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インフラ整備という役割を担っている⁵。しかし特にノバルティスの誕生以降、スイス連邦政府は、限られたリソースの中において、バイオ・医療技術振興に戦略的に取り組んできたといえる。1990 年代に始まったスイス・バイ

⁴ 他の順位は、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、5 位サムスン電子、6 位ファイザー、8 位インテル、9 位 GM、10 位メルクで、10 位以内に製薬メーカーが 4 社入っている。

⁵ 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。

オテクノロジー・プライオリティ・プログラム（SPP）は、その代表的なものである。SPP は 1992 年の発足から 2001 年に終了する 10 年の間に、50 社を超える大学発ベンチャーの設立を支援し、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評価されている。民間部門から 4000 万スイスフラン、ベンチャーキャピタルから 6000 万スイスフランの投資呼び込みを実現し、特許・ライセンスの移転が活発に行われた。

また、スイス国立科学財団（SNSF : Swiss National Science Foundation）は、連邦政府の科学技術関連予算の配分を実施しているが、年間予算 7 億 5500 万 CHF（2012 年）の研究費は、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。

「Science to Market」を設立理念とし、60 年以上に渡って企業と大学の橋渡しを行って新技術の実用化を支援してきた技術革新委員会（CTI: Commission for Technology and Innovation）においてもバイオ・医療技術が支援されている。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、ハイリスクなプロジェクトへの助成を行っている。CTI の予算は 1 億 3670 万スイスフラン（2012 年）と大きくはないが、スイスの雇用人口の 7 割は従業員 250 名以下の中小企業に所属しており、バイオ・医薬分野にはとりわけ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。

5. おわりに

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。また、ノバルティス、ロシュという大企業自体も、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奏功している。

研究開発の観点からも、官民ともにバイオ・医薬関連技術振興に焦点を合わせてきたことが、スイス固有の優位性である人材の多様性と国際性とに支えられて、高い研究開発効率を生み出していると考えられる。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、バイオ・医薬関連技術の選択と集中により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。

6. 参考文献

- [1] J. Bart Carrin, Yuko Harayama, J. Alexander K. Mack, Milad Zarin-Nejadan, Science-Technology-Industry Network, The Competitiveness of Swiss Biotechnology: A Case Study of Innovation, RIETI Discussion Paper Series 04-E-007, 2003
- [2] JETRO ジュネーブ事務所「スイスの科学技術政策」2005 年 10 月
- [3] OECD, OECD Reviews of Innovation Policy: Switzerland, 2006
- [4] 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
- [5] 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
- [6] 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
- [7] 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
- [8] Swiss Medtech Report, Medtech Switzerland, 2012
- [9] 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