

イノベーションに関する総合的指標開発の試み（第1報）

—イノベーション・インデックスの検証と研究アクティビティ—

○原陽一郎（東レ経営研／長岡大），福岡忠治，黒田明生，武澤 泰（東レ経営研），佐久田昌治（日本総研），能見利彦（経産省）

1. 研究の狙い

イノベーションは経済の健全な成長と産業の競争力の源泉である。我が国の経済成長や産業の競争力の基盤であるイノベーションについて、そのパフォーマンスを示す国際比較可能な総合的指標が開発されれば、その指標に基づいて、例えば、我が国産業の競争力基盤の国際的位置付けや変化の傾向が判断でき、政策策定のツールにもなり得る。

筆者らは、研究開発活動がイノベーションに結びつき、経済的効果を発揮するまでのプロセスに影響を与えると考えられるさまざまな因子の影響の強さを、OECD 諸国の過去 20 年間にわたる種々のデータの統計的解析によって推計し、イノベーションのパフォーマンスを示す総合的指標開発の可能性を検討することとした。

本研究は、現在のところ、国際比較可能な統計データの中から手がかりを模索している段階であって、結論を示すまでには至っていない。本報告では、その最初の段階でのアプローチの方法や見出した結果を紹介し、関係各位のご批判を仰ぎたいと考えている。

2. イノベーション指標の先行例

M.ポーターら¹⁾は、同様の狙いをもって、イノベーション・インデックスを開発し、それに基づいて、OECD 諸国の将来に向けてのイノベーションのポテンシャルティを推定した。彼らは、イノベーションの代表指標として国際特許出願件数をとり、これと「イノベーションのインフラの質」「クラスター特有の条件」「両者のリンケージの質」に関する 8 個の因子との関係を、17 カ国、21 年間の国際比較可能なデータの重回帰分析によって求めている。

IMD²⁾の国の競争力ランキングは、イノベーションに焦点を当てたものではないが、同じように国のポテンシャルティを国際比較可能なデータに基づいて総合的に評価したものである。

EU³⁾は、総合的な指標化は行っていないが、同じような目的で、EU 各国のイノベーション・スコアボードを発表している。

3. イノベーション・インデックスの検証

筆者らは、解析の手がかりとするために、M.ポーターらのイノベーション・インデックス推計のモデル式の検証を行った。モデル式を求める過程で、データの取り扱い等でいくつかの疑問点を見出したが、当然のことながら、ほぼ同様の性質をもつ重回帰式を導き出すことができた。

4. M.ポーターらが用いた因子間の相関関係

M.ポーターらは 17 カ国、21 年間のデータを 1 つの集合として扱って解析を行っていたが、筆者らは、上述の検証の過程で、17 カ国全体では相互に相関関係がないものの中に、国別に見ると相関関係が認められるものがあることを見出した。

図表1 国別の因子間相関係数

国名	国際特許件数 vs 研究者数	国際特許件数 vs 研究費	国際特許件数 vs 教育費 GDP 比率	国際特許件数 vs 人口当り GDP	国際特許件数 vs 民間R&D 比率	国際特許件数 vs 大学R&D 比率	研究者数 vs 研究費	研究者数 vs 教育費 GDP 比率	研究者数 vs 人口当り GDP	研究者数 vs 民間R&D 比率	研究者数 vs 大学R&D 比率
17カ国全体	0.929	0.944	0.035	0.062	0.437	-0.528	0.959	0.002	-0.005	0.252	-0.528
フランス	0.802	0.789	0.607	0.745	0.420	-0.754	0.938	0.839	0.977	0.704	-0.719
ドイツ	0.526	0.674	0.184	0.685	0.713	-0.420	0.941	-0.212	0.911	0.766	0.133
日本	0.964	0.978	0.662	0.970	0.871	-0.878	0.991	0.542	0.989	0.894	-0.993
イギリス	0.188	0.061	0.146	0.046	0.209	0.044	0.894	-0.257	0.900	0.991	0.923
アメリカ	0.964	0.947	-0.308	0.926	0.494	0.653	0.994	-0.268	0.984	0.539	0.620
イタリア	0.724	0.661	-0.133	0.558	-0.529	0.123	0.955	-0.009	0.913	0.019	0.354
カナダ	0.922	0.916	0.168	0.933	0.683	0.291	0.992	0.371	0.955	0.749	0.469
スイス	-0.920	-0.626	0.464	-0.243	0.941	-0.895	0.828	-0.344	0.408	-0.978	0.850
スウェーデン	-0.899	0.083	-0.796	0.725	0.968	-0.685	0.342	0.916	-0.403	-0.812	0.770
フィンランド	0.884	0.864	0.762	0.834	0.377	-0.430	0.990	0.857	0.957	0.326	-0.446
オーストラリア	0.595	0.666	-0.012	0.625	0.724	-0.761	0.971	0.285	0.943	0.908	-0.766
オーストリア	-0.297	-0.285	0.706	-0.269	-0.284	0.392	0.978	-0.680	0.976	0.301	0.374
デンマーク	0.465	0.449	0.552	0.442	0.263	-0.351	0.999	0.934	0.993	0.778	-0.868
オランダ	0.010	0.126	-0.390	-0.009	0.692	-0.574	0.962	-0.252	0.958	-0.102	0.413
ニュージーランド	-0.012	0.056	-0.391	-0.076	0.119	-0.282	0.933	0.769	0.868	0.409	0.788
ノルウェー	0.617	0.654	0.540	0.658	0.219	-0.214	0.996	0.848	0.984	-0.151	0.068
スペイン	0.800	0.859	0.539	0.488	-0.482	0.547	0.794	0.263	0.064	-0.280	0.375

	研究費 vs 教育費 GDP 比率	研究費 vs 人口当り GDP	研究費 vs 民間R&D 比率	研究費 vs 大学R&D 比率	教育費 GDP 比率 vs 人口当り GDP	教育費 GDP 比率 vs 民間R&D 比率	教育費 GDP 比率 vs 大学R&D 比率	人口当り GDP vs 民間R&D 比率	人口当り GDP vs 大学R&D 比率	民間R&D 比率 vs 大学R&D 比率
17カ国全体	0.075	0.225	0.375	-0.52	0.334	-0.233	0.061	0.273	0.213	-0.106
フランス	0.879	0.993	0.613	-0.737	0.873	0.455	-0.426	0.621	-0.714	-0.258
ドイツ	-0.070	0.936	0.814	-0.067	-0.044	-0.241	0.113	0.809	-0.111	-0.360
日本	0.571	0.996	0.873	-0.878	0.538	0.610	-0.606	0.853	-0.859	-0.996
イギリス	-0.481	0.996	0.891	0.797	-0.477	-0.287	-0.014	0.898	0.815	0.911
アメリカ	-0.258	0.996	0.563	0.617	-0.245	-0.423	-0.540	0.575	0.630	0.694
イタリア	0.177	0.978	0.165	0.374	0.295	0.395	0.343	0.267	0.508	0.062
カナダ	0.372	0.979	0.726	0.425	0.221	0.292	0.626	0.703	0.359	0.535
スイス	-0.401	0.806	-0.737	0.593	-0.424	0.344	-0.385	-0.346	0.339	-0.929
スウェーデン	0.290	0.708	0.259	0.287	-0.385	-0.745	0.687	0.851	-0.288	-0.657
フィンランド	0.779	0.982	0.435	-0.534	0.682	-0.162	-0.048	0.528	-0.591	-0.609
オーストラリア	0.190	0.986	0.941	-0.882	0.079	-0.048	0.136	0.977	-0.886	-0.946
オーストリア	-0.650	0.999	0.464	0.495	-0.640	-0.270	0.146	0.472	0.516	0.498
デンマーク	0.918	0.986	0.787	-0.874	0.907	0.760	-0.862	0.806	-0.884	-0.930
オランダ	-0.241	0.977	0.101	0.178	-0.250	-0.488	0.174	-0.058	0.355	-0.866
ニュージーランド	0.808	0.989	0.601	0.884	0.845	0.388	0.851	0.724	0.933	0.583
ノルウェー	0.837	0.992	-0.081	0.013	0.876	-0.379	0.450	-0.160	0.110	-0.905
スペイン	0.765	0.638	-0.685	0.768	0.832	-0.700	0.828	-0.699	0.774	-0.810

これは国によって、各因子の影響の度合い（方向も含めて）が異なっていて、同一の係数をもつモデル式をすべての国に当て嵌めることができないことを意味する。

5. 研究アクティビティとアウトプットに関する指標との関係

以上の検討で、研究開発費と研究者数は OECD 全体としても、各国別に見ても、相互に強い相関があり、直線で近似できることが明らかになった。そこで、国全体の研究開発費と研究者数を統合する指標（筆者

らは「研究アクティビティ」と名付けた)を作成して、この指標とアウトプットに関連する指標、すなわち人口当たり国際特許数、人口当たり実質 GDP、労働生産性、全要素生産性との関連性を検討した。対象とした国は主要5カ国、北欧3カ国の都合8カ国、82~98年のOECD統計を用いた。

「研究アクティビティ」は次式で求められるとした。

$$\text{「研究アクティビティ」} = W_0 + W_1 \times \text{「研究開発費」} + W_2 \times \text{「研究者数」}$$

8カ国、17年間の国別、年別の研究開発費、研究者数データの主成分分析を行い、第1主成分の各係数を求めた。第1主成分は累積比率99%であった。

図表2 主成分分析の結果

			第1主成分
累積比率			0.991763
係数	W_0	定数項	-1.11353
	W_1	研究開発費	1.3121×10^{-5}
	W_2	研究者数	2.2785×10^{-6}
相関係数			0.983527

人口当たり研究アクティビティと各アウトプット指標との相関を求めた結果は次のとおりである。

図表3 研究アクティビティと各アウトプット指標の相関係数

	人口当たり GDP	人口当たり 国際特許件数	TFP	労働生産性
日本	0.9839	0.9453	0.9572	0.9618
米国	0.9610	0.9245	0.9583	0.9357
イギリス	0.9097	0.5661	0.9001	0.8879
ドイツ	0.9656	0.4899	0.9704	-0.4001
フランス	0.9742	0.7583	0.9792	0.9851
フィンランド	0.8322	0.9657	0.9748	0.9747
ノルウェー	0.9791	0.8449	0.8914	0.9691
スウェーデン	0.8758	0.4101	0.9803	0.9939
総合	0.6920	0.6022	0.4340	0.3820

東西ドイツの
統合の影響

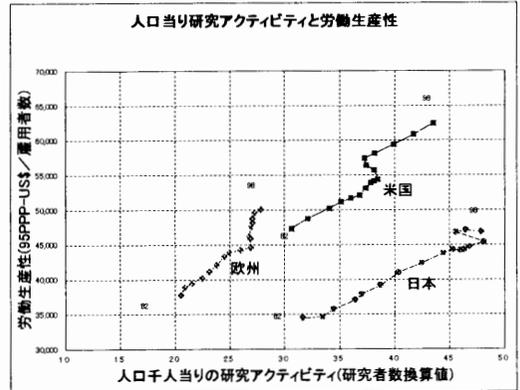
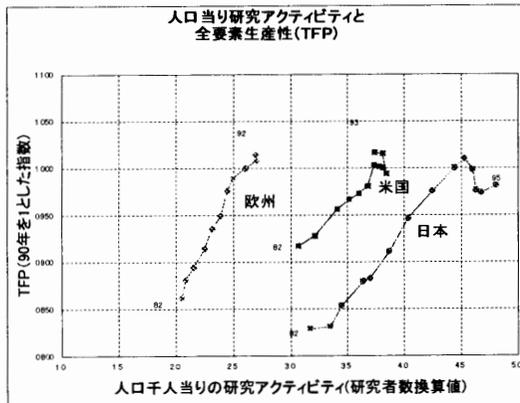
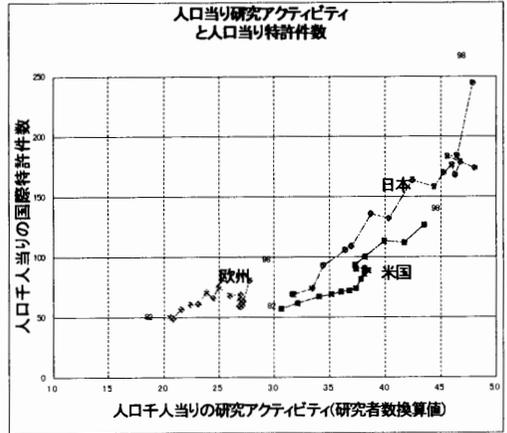
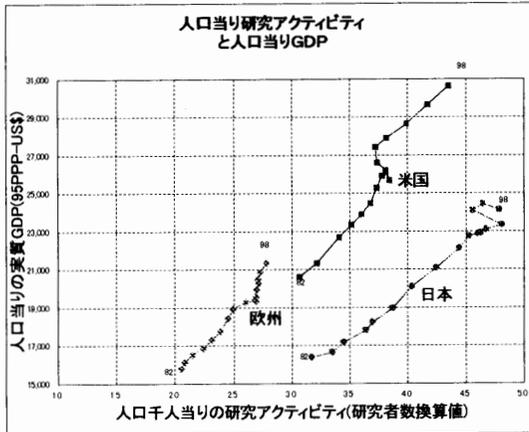
すなわち、研究開発活動と GDP、TFP、労働生産性の間には各国とも強い相関関係が存在する。

次いで研究アクティビティと各アウトプット指標の対前年変化率との関係を検討した。その結果、タイムラグを考慮しても、いずれの国においても、強い相関が認められる関係は見いだせなかった。相対的に相関係数の高い GDP 成長率との相関係数は次のとおりである。

図表4 GDP成長率と研究アクティビティとの相関係数

	日本	米国	英国	ドイツ	仏	フィンランド	ノルウェー	スウェーデン	全体
相関係数	0.333	0.603	0.555	0.556	0.293	0.630	0.680	0.412	0.400

人口当たり研究アクティビティと各アウトプット指標の実績値との関係を、以下に示した。欧州はイギリス、フランス、ドイツ3カ国を総合したものである。



この結果からは、日本は人口当たりの研究アクティビティ (= 研究開発活動) は高いが、その割には、国際特許件数を除いて、経済の実態への貢献が欧米に比べて低いように見られる。

6. 今後の予定

以上の検討過程で、GDP 等に増加には、累積効果 (イヤー・エフェクト) が存在する可能性が議論された。また、予想に反して、研究アクティビティ (= 研究開発活動) がタイムラグなしで直接 GDP と繋がっていることも注目された。以降、これらの問題意識を踏まえて、検討を進めることとした。

参考文献

- 1) Michael E. Poter, Scott Stern, "The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index" (Council on Competitiveness Washington, D.C.)
- 2) IMD 「世界競争力レポート」
- 3) Communication from the commission to the council and the European Parliament: Innovation in a knowledge-driven economy, Commission of the European Communities, Com (200) 567 final