

第2章 生産性・イノベーション関係指標の国際比較

酒巻 哲朗¹

【要旨】

人口減少・高齢化の下で経済成長を実現し、生活水準を向上させるには、生産性の上昇が必要である。日本のような一定程度の高い技術水準を実現した経済において持続的な生産性向上を図るには、新しい製品・市場の創造を中心としたイノベーションを活性化することが重要である。イノベーションを通じた生産性向上の方策を検討する上で、主要な先進国との比較により日本の位置付けや課題を検討することは有用と考えられる。

2000年代以降の日本の労働生産性の伸びはOECD平均をやや下回る程度であり、労働投入の減少が生産性を押し上げている点で他の先進国と異なる動きを示している。1990年代以降の日本の実質GDP成長率はOECD諸国の中でも低位にあり、労働投入が減少する一方で、資本投入や全要素生産性の伸びはそれを補うほどには高くない。イノベーションを直接捉える指標として、イノベーションを実現したと考える企業の割合は主要先進国の中では比較的低位、引用数の高い研究論文の比率も必ずしも高くない。

イノベーションを生み出す背景要因として、R&D支出の水準（GDP比）は先進国の中で上位にあり、研究者数の割合も比較的高い。一方、研究論文に占める国際的な共同研究は他の先進国と比較して活発でない。また、製品市場における規制や補助金・税などの公的支援は主要な先進国の中で平均的な水準にある。日本では高水準のR&D投資などが、実際のイノベーションの実現や経済成長などの成果に必ずしも結びついていないことが課題である。

1. はじめに

日本では、今後人口減少・高齢化が急速に進展することが見込まれているが、そうした中でも経済成長を実現し、生活水準を向上させるには、生産性の上昇が必要である。人口減少・高齢化に伴う労働投入の減少は生産性を押し下げる要因となるが、生産性が大きく上昇すれば、高い経済成長を維持することができる。

国全体の生産性指標としては、GDPを総労働時間で除した時間あたり労働生産性や、実質GDP成長率から労働投入、資本投入の寄与を差し引いた全要素生産性が広く使われている。労働生産性、或いは全要素生産性は、新しい製品の開発や生産工程への新技術の導入といった、いわゆるイノベーションの他、労働密度を高めることや、生産性の高い産業への生産要素のシフト、労働生産性の場合には投資による資本ストックの増加などによっても上

¹ 財務省財務総合政策研究所副所長

昇しうる。しかし、日本のような一定程度の高い技術水準を実現した経済において持続的な生産性向上を図るには、イノベーションを活性化することが不可欠である。

イノベーションは経済活動の様々な場面で生み出される可能性があるが、一般的な整理としては、新しい製品を開発する「プロダクト・イノベーション」、新しい生産工程等を導入する「プロセス・イノベーション」、新しいマーケティング手法を導入する「マーケット・イノベーション」、新しい組織運営手法を導入する「組織イノベーション」がある²。AI、IoTなどの新技術を活用した財・サービスが次々と登場する時代背景に鑑みれば、特にプロダクト・イノベーションによる新しい製品・市場の創造により生産性向上を図ることが重要と考えられる。なお、イノベーションが経済成長に結びつくには、生み出された財・サービスの価値が市場で実現されることが前提である。イノベーションの活性化を図る際には、単に新技術を利用するだけでなく、消費者・企業のニーズを捉え、価値を実現していく視点が重要である。

イノベーションを通じた生産性向上の方策を検討する上で、主要な先進国との比較により日本の位置を確認し、課題を検討することは有用と考えられる。本章では、主に OECD が公表している生産性やイノベーションに関する国際比較指標を用いる。以下、第2節で生産性指標、第3節でイノベーションに関する指標、第4節でイノベーションを生み出す背景要因となる指標について、日本の状況を検討する。第5節は簡単なまとめである。

2. 生産性指標の動向

(1) 生産性指標の定義

生産性の指標には様々なものがあるが、国全体の指標として広く使われる時間当たり労働生産性と全要素生産性の上昇率を主要先進国と比較する。

時間当たり労働生産性は、GDP を総労働時間で除した指標である。時間当たり労働生産性の上昇は持続的な経済成長のために不可欠であり、就業者個人にとっても労働時間を増やさずに高い所得を獲得し、或いは所得水準を落とさずにより多い自由時間を得ることで生活水準の向上につながる。以下では、生産性上昇率の動向を比較するため実質ベースの数値を用いる。

全要素生産性の上昇率は、実質 GDP の伸び率から、労働投入の伸びと資本投入の伸びの寄与を差し引いて算出される。労働生産性は、資本投入の増加によっても上昇するが、全要素生産性はすべての生産要素の影響が除かれるため技術進歩を表す指標とされる。全要素生産性はイノベーションの活性化によって上昇するが、計算上は残差として算出されるため、イノベーション以外の要因の影響も含まれることに留意が必要である。

OECD の生産性指標における生産性の計算式は図表 1 の通りである。全要素生産性の計算における労働投入は総労働時間が用いられる。資本投入は、各国の財別投資データを用い

² OECD と Eurostat が作成する企業のイノベーション調査に関するガイドラインでも、この4つの形態のイノベーションが対象となっている。詳細は第3節を参照。

て OECD が推計した資本サービスの指数が用いられる。ICT 関係資本とそれ以外の資本別に推計されている。

図表 1 OECD の生産性指標の定義

<時間当たり労働生産性（実質ベース）>

労働生産性 = 実質 GDP / 総労働時間

<全要素生産性の増減率>

実質 GDP 成長率のうち、労働投入、資本投入の伸びで説明できない残差として把握。

$$\ln\left(\frac{MFP^t}{MFP^{t-1}}\right) = \ln\left(\frac{Q^t}{Q^{t-1}}\right) - \ln\left(\frac{X^t}{X^{t-1}}\right)$$

$$\ln\left(\frac{X^t}{X^{t-1}}\right) = \frac{1}{2}(s_L^t + s_L^{t-1})\ln\left(\frac{L^t}{L^{t-1}}\right) + \frac{1}{2}(s_K^t + s_K^{t-1})\ln\left(\frac{K^t}{K^{t-1}}\right)$$

MFP:全要素生産性 Q: GDP L: 労働投入の指数 K: 資本投入の指数

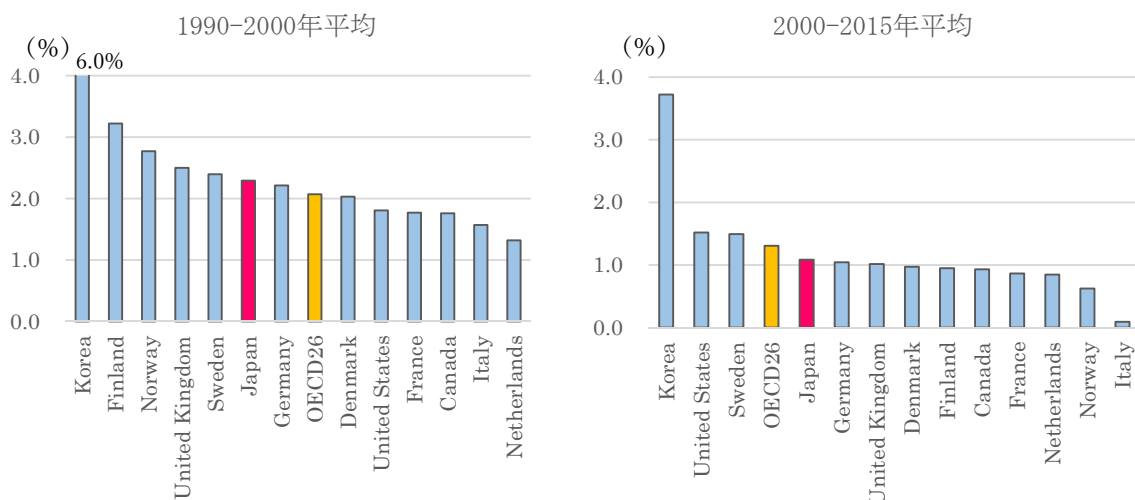
s L s K は労働コスト、資本コストのシェア

(出所) OECD Compendium of Productivity Indicators 2017 に基づき作成。

(2) 時間当たり労働生産性上昇率の比較

図表 2 は、主要先進国の時間当たり労働生産性の上昇率を比較したものである。比較対象は G 7 諸国と北欧諸国、オランダ、アジアの先進国である韓国としている。長期的な傾向をみるため、1990 年代、2000 年以降の平均を示した。

図表 2 時間当たり労働生産性の年平均伸び率

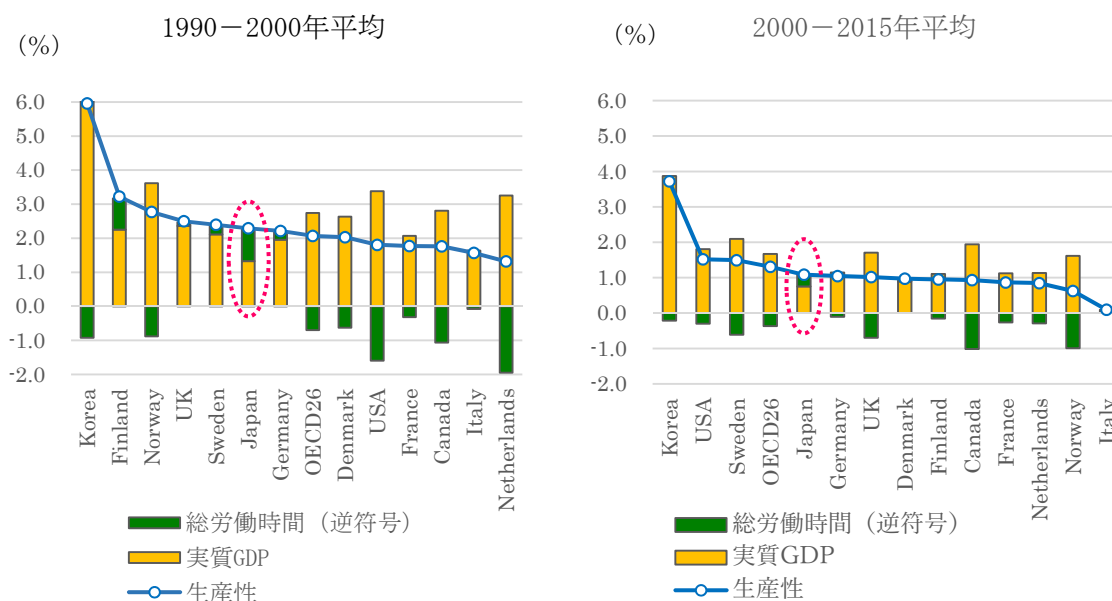


(出所) OECD Productivity Statistics Database により作成。OECD26 は対象とした年にデータが存在する 26 か国の値。

1990年代と2000年以降を比較すると、先進国では全体的に労働生産性の伸びが低下していることが指摘できる。OECD平均でみると、90年代は2%程度であったものが、2000年以降の平均では1%強程度に低下している。その中で日本の労働生産性上昇率は、1990年代にはOECD平均をやや上回っていたが、2000年以降の平均ではOECD平均をやや下回り、相対的な位置が低下している。

労働生産性の上昇率を分子である実質GDPの寄与度、分母である総労働時間の寄与度に分解したものが図表3である。総労働時間が増えると労働生産性が下がる方向に作用するので、寄与度は逆符号で表示している。これによると、多くの国では総労働時間の寄与はマイナスであり、総労働時間の増加が生産性を押し下げているのに対し、日本では他の先進国と異なり、総労働時間の減少が生産性を押し上げる形となっている。これは日本の就業者数の増加が他の国に比べて低いことを反映しており、バブル崩壊後の日本の雇用情勢の悪化が影響しているとみられる。

図表3 時間当たり労働生産性の年平均伸び率の内訳



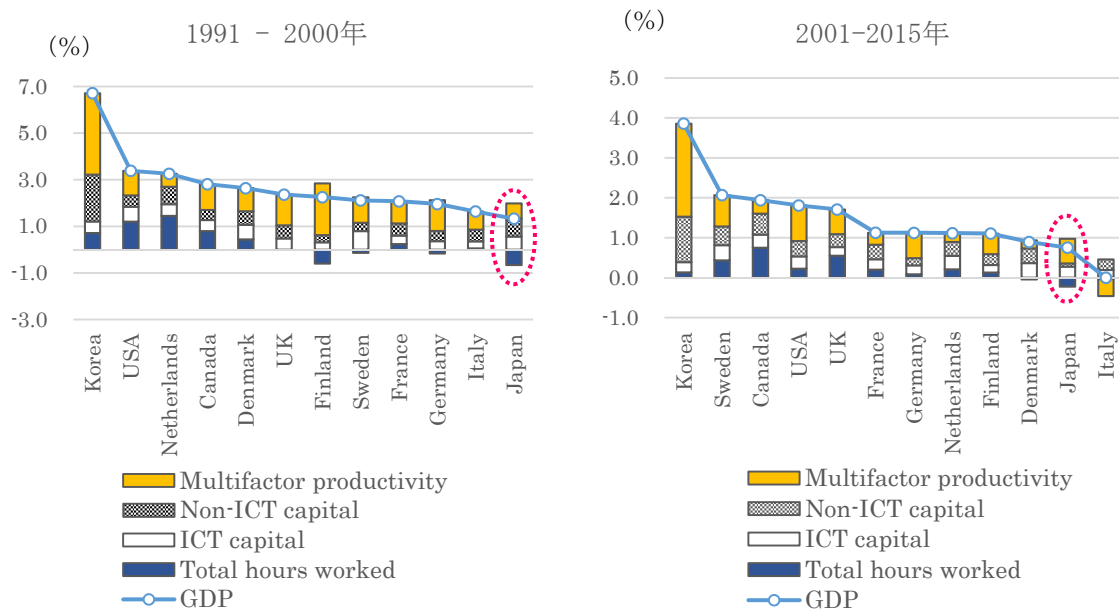
(出所) OECD Productivity Statistics Database により作成。OECD26 は対象とした年にデータが存在する 26 か国の値。

(3) 全要素生産性上昇率の比較

図表4は、実質GDP成長率を労働投入、資本投入、全要素生産性の寄与度に分解したものである。労働生産性と同じく、1990年代と2000年以降の平均を示している。資本投入の寄与はICT関係資本とそれ以外に分けて表示している。これによると、日本の1990年代以降の実質GDP成長率は他の先進国と比較して低い。労働投入の減少が成長率を押し下げしており、資本投入や全要素生産性の伸びがそれを補っていない姿になっている。資本投入の寄与

与は、90年代は比較的高かったが、2000年以降はかなり小さくなっており、投資の伸びが低いことを反映していると思われる。全要素生産性の伸びはやや高まっているが、イノベーションの活性化の影響とみなせるかどうかについては、例えば第3節でみるような他のイノベーション関係指標の動向など、様々な観点から検討する必要がある。

図表4 実質GDP成長率の寄与度分解



(出所) OECD Productivity Statistics Database により作成。毎年のデータを各期間で単純平均したもの。

3. イノベーションの実現状況

本節では、イノベーションの状況を直接捉える指標として、企業調査によるイノベーション実現率、イノベーションにつながる新しい情報である研究論文の状況をみる。

(1) イノベーション実現率

企業のイノベーション活動の実態を把握するため、OECD と Eurostat (欧州委員会統計局) が策定したイノベーションに関するデータの収集及び解釈のためのガイドライン (オスロ・マニュアル) に準拠した企業に対する統計調査が各国で実施されている。日本では、文部科学省が「全国イノベーション調査」として実施している。

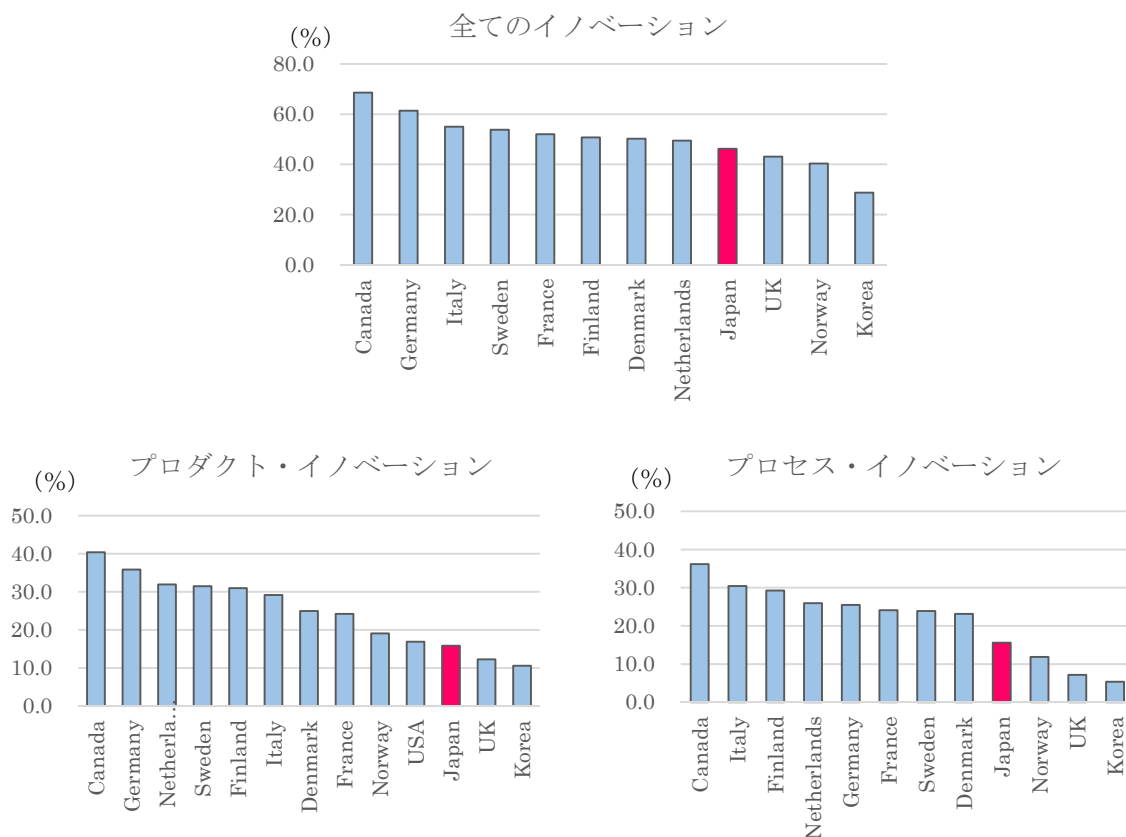
このガイドラインでは、以下の4つの形態のイノベーションが対象とされている³。

³ イノベーションの定義は、文部科学省 (2016) 「第4回全国イノベーション調査統計報告」の記述を参考とした。

- ・ プロダクト・イノベーション：自社にとって新しい又は大幅に改善された製品・サービスの市場への導入
- ・ プロセス・イノベーション：新しい又は大幅に改善された生産工程・配送方法の自社内における導入
- ・ マーケティング・イノベーション：新しいマーケティング方法の自社内における導入
- ・ 組織イノベーション：企業の業務慣行、職場組織又は社外関係に関する新しい方法の自社内における導入

図表 5 は OECD が収集・公表しているデータ等を用い、企業のイノベーション活動の状況を比較したものである。イノベーションの形態に関わらず、イノベーションを実現した企業の割合をみると、日本は主要先進国の中では低めの数値になっている。プロダクト・イノベーション、プロセス・イノベーションを実現した企業の比率も比較的低位にある。

図表 5 イノベーションを実現した企業の比率（2010～2013 年）



(出所) OECD Innovation Indicators 2015 等により作成。プロダクト・イノベーションに関する米国の数値は、文部科学省 (2014) 「第 3 回全国イノベーション調査報告」による 2008～2010 年の数値。

この調査は国際比較可能な枠組みで実施されたものであるが、実際の調査では、イノベーションの有無は、その定義を提示した上で各企業の回答者によって自己評価される。このた

め、回答者の認識が結果に影響している可能性があり、国際比較においては国民性が反映されている可能性がある。米谷（2012）では、オスロ・マニュアルに示されたイノベーションの詳細な分類ごとに具体的な事例を設定し、日米独のインターネットモニターを対象として、それぞれの事例をイノベーションと認識するか調査している。その結果によれば、ある事例をイノベーションと思う程度はアメリカで最も高く、次いでドイツ、日本の順になる傾向がみられている。

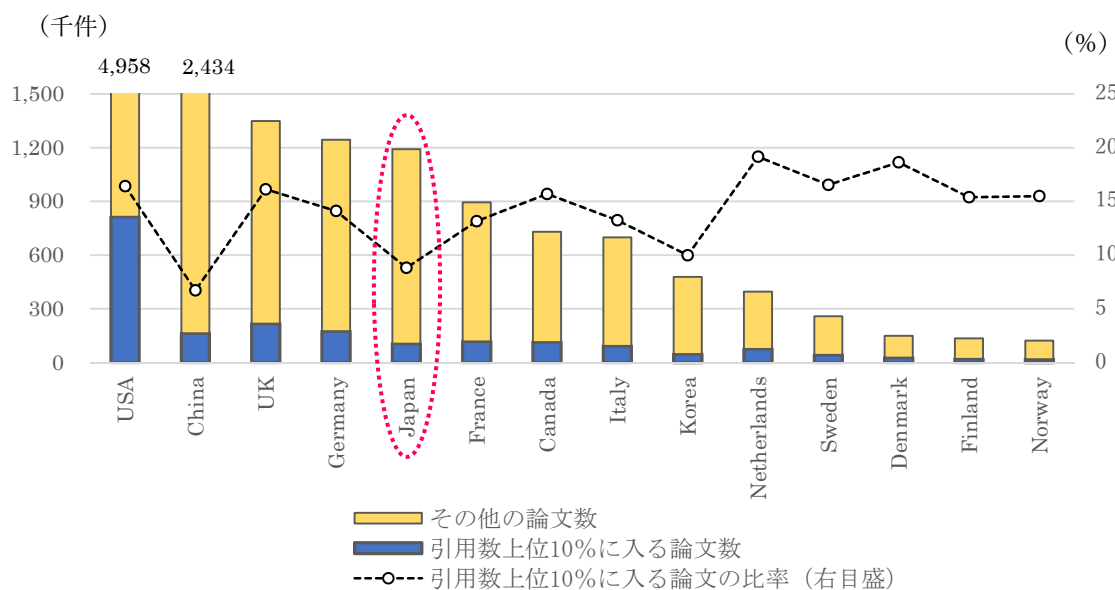
上記の調査結果にはこうした国民性が反映している可能性があることに留意する必要があるが、データからは日本の企業のイノベーションはあまり活発ではないとみられる。

(2) 研究論文数でみたイノベーション状況

イノベーションの状況を把握する指標として、研究論文の数や引用数が用いられる。論文は数だけでなく質も重要であり、引用数の多い論文は質が高いとみなされる。研究論文はイノベーションにつながる重要な情報であり、質の高い論文を数多く発表している研究者が多い国では、イノベーションも活発である可能性が高いと考えられる。

図表6は、オランダのエルゼビア社が提供する大規模な論文の抄録・引用情報のデータベースを使ってOECDが分析した国別の論文数を示したものである。2003年～2012年の論文数、そのうち引用数の上位10%に入るものの内訳を示すとともに、その比率を折れ線グラフで示した。論文数はアメリカが圧倒的に多いが、中国が近年その数を急増させており、2位となっている。日本は、論文数は比較的多いが、引用数の多い論文の比率はそれほど高くない状況にある。

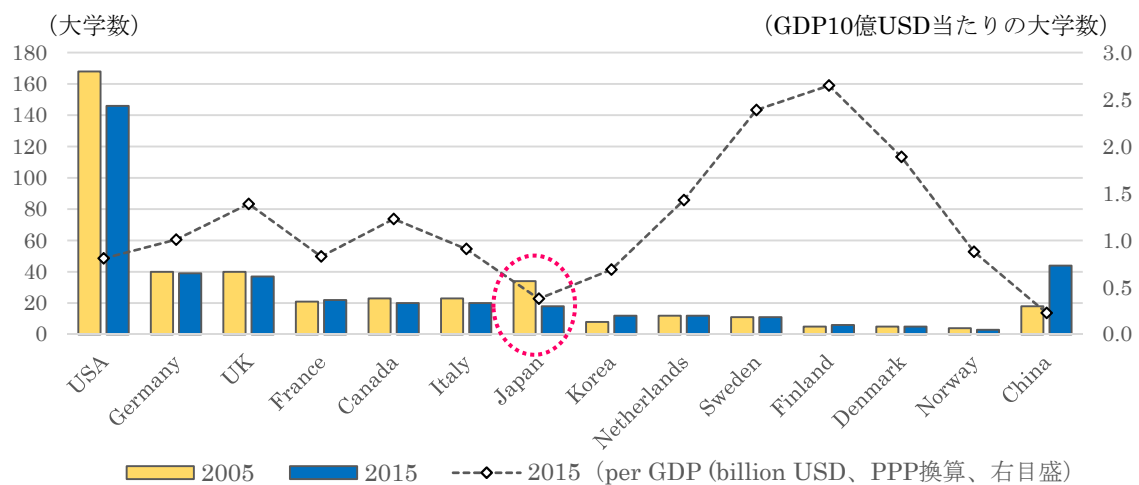
図表6 論文の総数・うち引用数の多い論文数（2003～2012年の合計）



(出所) OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015 により作成。引用数の順位は研究分野ごとに計算。

図表7は、ARWU（Academic Ranking of World Universities）のトップ500位以内の大学数を比較したものである。ARWUは論文の引用数などを基に大学をランキングしたもので、OECDの科学技術指標にも採用されている。ランキングの高い大学数はアメリカが最も多く、日本は中ほどの位置にある。2005年と2015年を比較すると、この10年で日本の大学数は減少しており、相対的な地位が下がっている。国の規模が大きければランキングの高い大学も多くなる可能性があるため、参考として2015年の大学数をGDPで除した数値を折れ線で示しているが、日本は比較的低位である。このランキングでは論文数の急増を反映して中国の大学数が増加しており、その分先進国の大学数が減っている状況になっている。

図表7 ARWUのトップ500位以内の大学数とGDP比



(出所) OECD Science Technology and Innovation Outlook により作成。ARWUは、Shanghai Ranking Consultancyが、学術誌に掲載された論文数や論文引用数の多い研究者数などの客観指標に基づき、大学を順位付けしたもの。GDPはPPPベース。

4. イノベーションを生み出す背景に関する指標

イノベーションを生み出す背景としては様々なものが考えられるが、一つの整理として、

- ・ イノベーションへの投資（R&D支出、研究者数等）
- ・ 研究に関する情報の交流（研究における国際交流、企業間の研究協力の状況等）
- ・ イノベーションを支援する政策（規制・制度、財政支援等）

に関する指標を比較する。

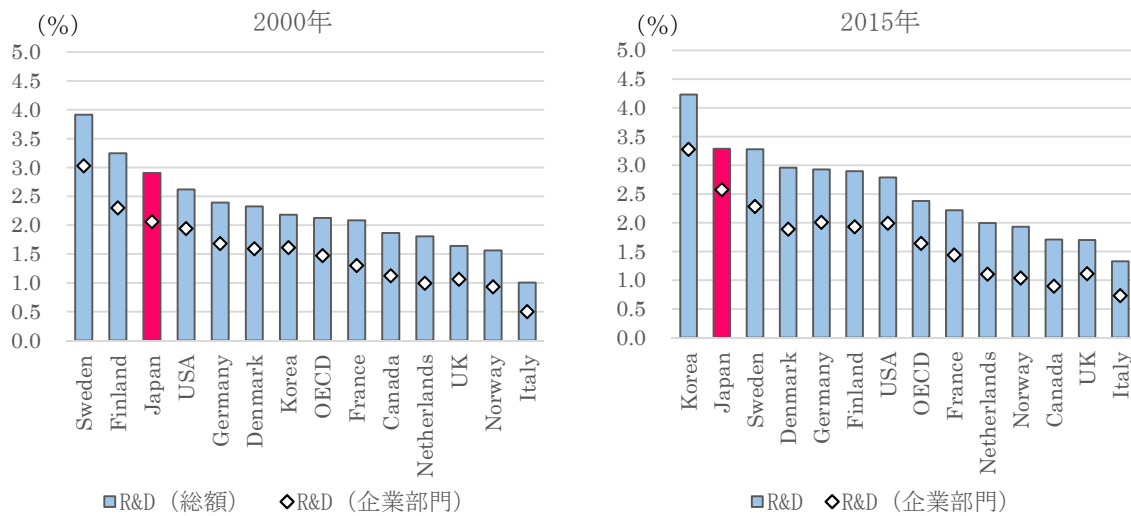
(1) イノベーションへの投資

図表8は、イノベーションに対する投資の規模を測る指標として、R&D支出のGDP比をみたものである。2000年と2015年について、国全体とともに企業部門の数値を示した。日本は3%程度で推移しており、先進国の中でも高い水準にある。企業部門のR&Dでも水準は高い。比較した国の中では韓国が急速に比率を高めており、2000年にはOECD平

均に近いところだったが、2015年には1位になっている。

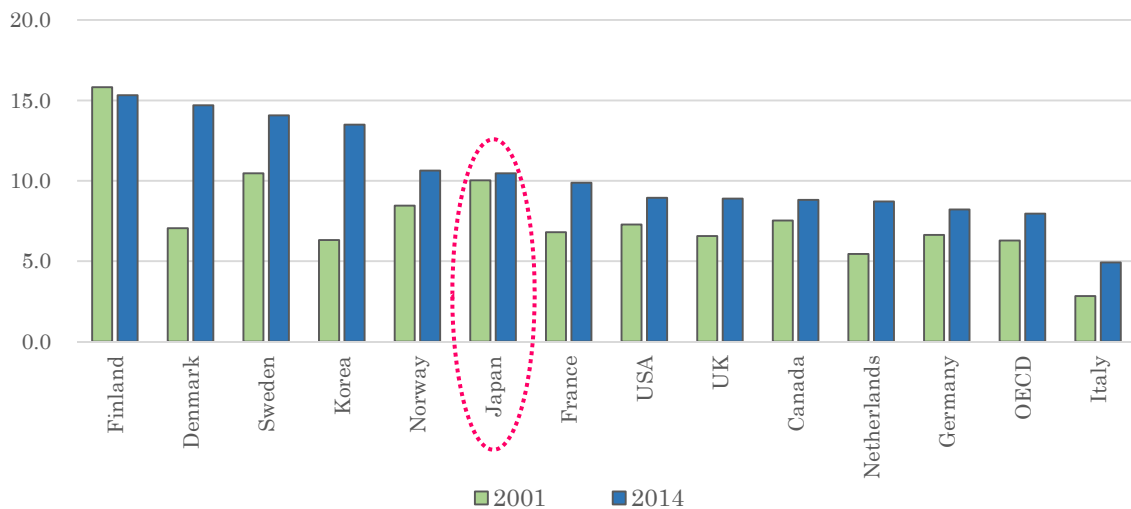
研究者数は投資ではないが、イノベーションを支える人的資本の状況を表す一つの指標と考えられる。図表9に研究者の就業者に占める比率を示した。この指標は、研究に費やされた総時間数をフルタイムの就業者の平均労働時間で除して一人当たりへに換算した数値を、就業者数で除して計算したものである。日本は、比較した国の中では中ほどの位置にあるが、OECD平均と比べると比較的高い水準と言える。

図表8 R&D支出のGDP比



(出所) OECD Science and Technology Database により作成。左グラフで Denmark、Norway、Sweden は 2001 年の数値。

図表9 就業者 1000 人当たりの研究者数

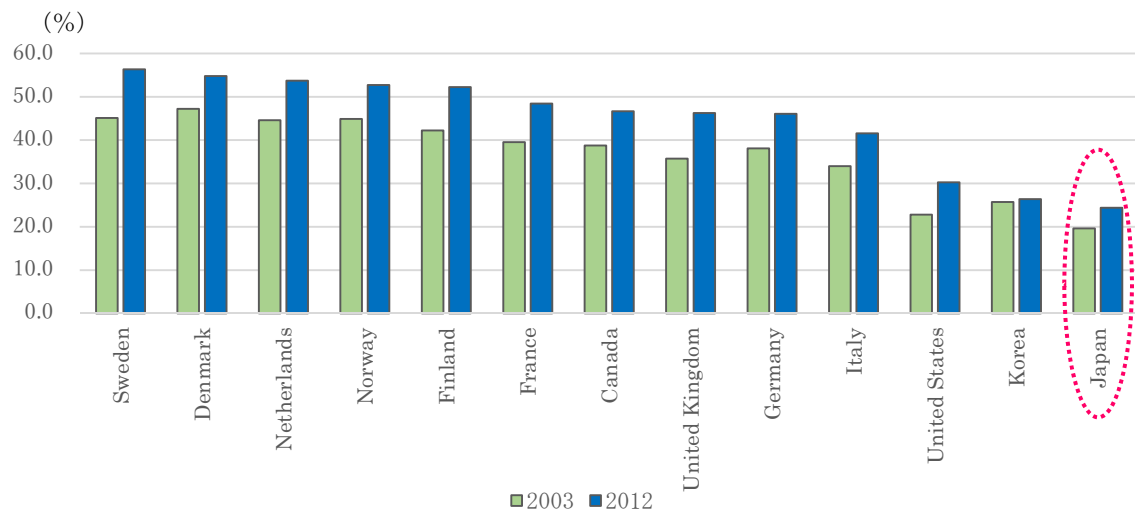


(出所) OECD Science, Technology and Industry Outlook 2016 により作成。USA、Canada、OECD は 2013 年の値。

(2) 研究に関する情報の交流

イノベーションにつながる新たな知識を生み出すためには、多様なアイデアが活発に交換されるような環境が重要である。図表 10 は学術研究に関する情報交流の一つの指標として、前述の論文データベースを用いた分析に基づき、研究論文に占める国際的な共同研究の比率をみたものであるが、日本の数値は他の先進国と比較して低い。ここ 10 年で各国とも国際的な共同研究の割合が高まっており、日本の数値も高まっているが、相対的には低い状況が続いている。

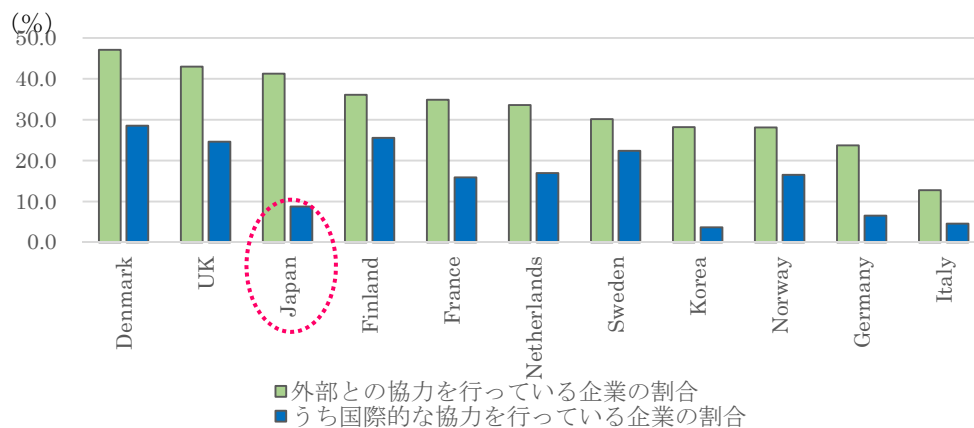
図表 10 研究論文に占める国際的な共同研究の比率



(出所) OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015 により作成。

次に、企業のイノベーションにおける外部機関との協力の状況を見る。図表 11 は、前述のイノベーションに関する企業統計に基づき、イノベーションを実現した企業のうち外部の機関と協力した企業の割合を示したものである。

図表 11 イノベーションを実現した企業のうち、研究協力を行っている企業の割合 (2010～2013 年)



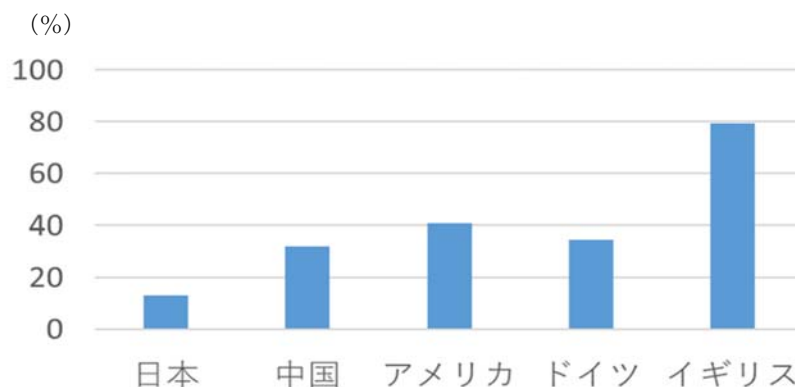
(出所) OECD Innovation Indicators 2015 により作成。

日本は外部との協力をを行った企業の割合は比較的高いが、海外の機関との協力をを行った企業の割合は低くなっている。

グローバルな企業ネットワークを分析した戸堂（2017）では、特許所有ネットワークに注目して国際的な共同研究ネットワークの分析が示されている。図表 12 は、ビューロ・パン・ダイク社の企業レベルのデータを用い、特許の共同所有相手のうち、外国企業のシェアを計算したものであるが、日本は 13%程度と、分析を行った中国、アメリカ、ドイツ、イギリスと比較して低い状況にある。

以上から、日本のイノベーションに関する国際的な情報交流はあまり活発とは言えない状況にある。

図表 12 特許共同所有相手の外国企業のシェア



(出所)

1. 財務省 2017 「企業の投資戦略に関する研究会－イノベーションに向けて－」報告書第 7 章より引用。
2. 戸堂・柏木（2017）「グローバルな企業ネットワークから見た日本企業の現状」より転載。データはビューロ・パン・ダイク社の Orbis による。

(3) 製品市場の規制

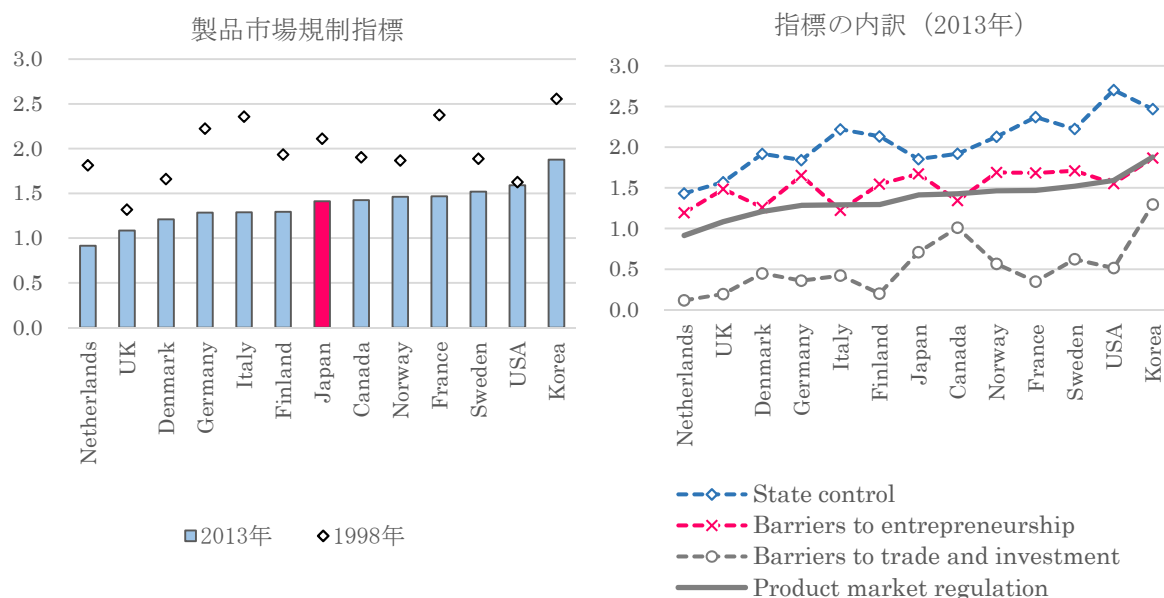
市場の規制の状況は必ずしもイノベーションと直結するものではないが、新しい事業を試みるには一般に規制が少ない方が望ましいであろう。図表 13 は、OECD の製品市場規制指標（Product Market Regulation、PMR）を比較したものである。PMR は、OECD が各国にクエスチョネアを送付して、様々なセクター別に、規制の有無や強さに関する情報を収集して点数化・集計したものであり、財・サービス市場の競争の程度を測る指標である。

2013 年の全体の指標をみると、日本は主要先進国の中で、中ほどに位置している。1998 年の数値と比較すると、日本を含めた各国とも指標が低下し、規制緩和が進んでいる状況にある。右側のグラフは、PMR の内訳として 3 つの分野を示した。「State Control」は政府の関与がある企業の有無や関与の強さ、「Barriers to entrepreneurship」は起業に係る手続きの負担やサービスセクター・公共サービス部門（電力、運輸等）への参入規制の状況、「Barriers to trade and investment」は貿易や直接投資の規制の状況を表しているが、分野別でも日本が特

に高い状況ではない。

イノベーションの活性化に向けた規制改革には様々な課題があるが、この指標でみると日本は主要先進国の中で平均的な位置にある。

図表 13 OECD の製品市場規制指標

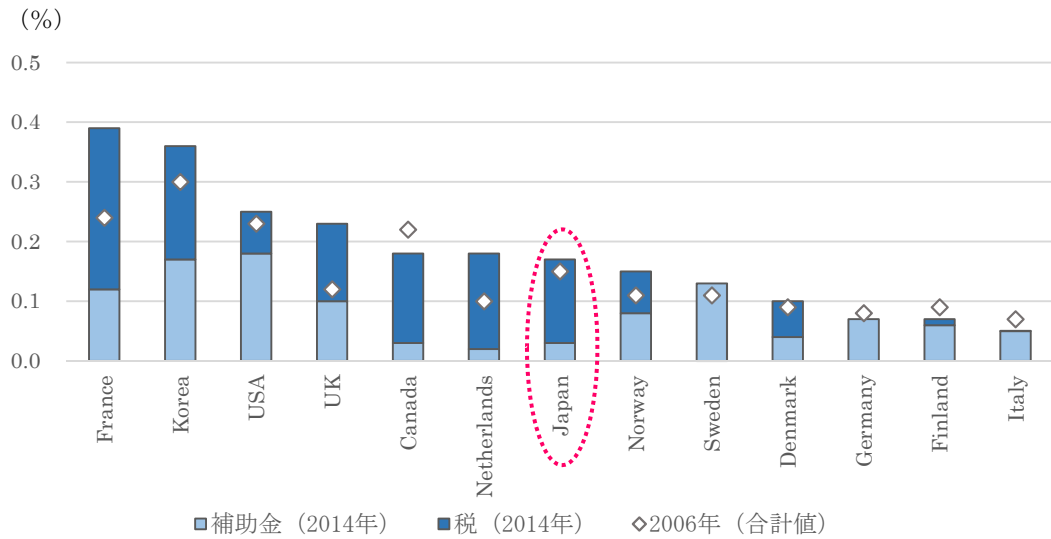


(出所) OECD Indicators of Product Market Regulation により作成。

(4) R&Dに対する政府の支援

図表 14 は、R&D への公的支援の指標として、企業の R&D に対する直接支援と、税によるインセンティブの GDP 比をとったものである。税によるインセンティブは OECD が各国の制度情報を収集し、それを基に推計したものである。合計値でみると日本は主要先進国の中では中ほどに位置し、この指標でみた政府の支援の水準は平均的な位置にある。

図表 14 補助金・税による企業 R&D への支援（GDP 比）



(出所) OECD Main Science and Technology Indicators により作成。

5. まとめ

生産性上昇率や、イノベーションの実現状況、イノベーションを生み出す背景事情に関するいくつかの指標を主要先進国と比較した。

生産性上昇率の動向をみると、近年、日本の労働生産性の伸びは OECD 平均をやや下回る程度である。労働投入の減少が生産性を押し上げている点で他の先進国と異なる動きとなっている。1990 年以降の日本の実質 GDP 成長率は OECD 諸国の中でも低位にあるが、要因分解を行うと、労働投入が減少する一方で、資本投入や全要素生産性の伸びはそれを補うほどには高くない。

イノベーションの実現状況に関する指標をみると、イノベーションを実現した企業の比率は主要先進国の中で相対的に低い。イノベーションにつながる重要な情報である研究論文については、その数に比較して引用数の多い論文の比率は必ずしも高くない。論文引用数等による大学のランキングも近年低下している。

イノベーションを生み出す背景事情に関する指標をみると、R&D 支出の水準（GDP 比）は先進国の中で上位にあり、研究者数の割合も比較的高い。一方、研究に関する国際的な情報交流はあまり活発とは言えない。製品市場における規制や補助金・税などの公的支援は先進国の中で平均的な水準にあるとみられる。

以上、各種指標を概観すると、日本は高水準の R&D 投資などが実際のイノベーションの実現や経済成長などの成果に必ずしも結びついていないことが課題と言える。イノベーションを生み出す背景としては、国際的な情報交流の活性化が求められる。

参考文献

- 戸堂康之 (2017), 「グローバルな企業ネットワークから見た日本企業のあるべき投資戦略」, 財務省財務総合政策研究所『企業の投資戦略に関する研究会－イノベーションに向けて－』第7章。
- 内閣府 (2017), 「平成 29 年度 年次経済財政報告」。
- 内閣府 (2017), 「日本経済 2016-2017」。
- 西川浩平・大橋弘 (2010), 「国際比較を通じた我が国のイノベーションの現状」, 文部科学省科学技術政策研究所 Discussion Paper No.68. <http://hdl.handle.net/11035/482>
- 文部科学省 (2016), 「第4回全国イノベーション調査報告」。
- 文部科学省 (2014), 「第3回全国イノベーション調査報告」。
- 米谷悠 (2012), 「『イノベーション』に対する認識の日米独比較」, 文部科学省科学技術政策研究所 調査資料-208. <http://hdl.handle.net/11035/1142>
- OECD (2017), "OECD Economic Surveys: Japan 2017", OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-jpn-2017-en
- OECD (2017), "OECD Compendium of Productivity Indicators 2017", OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/pdtvy-2017-en>
- OECD (2016), "OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016", OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en
- OECD (2016), "G20 Innovation Report 2016".
- OECD (2015), "OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society", OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en
- OECD (2009), "Innovation in Firms, A Microeconomic Perspective".
- OECD (2005), "Oslo Manual, Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data".
- OECD (2001), "Measuring Productivity, Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth".
- OECD and SCImago Research Group (CSIC) (2016), "Compendium of Bibliometric Science Indicators", OECD, Paris. Accessed from <http://oe.cd/scientometrics>
- Office for National Statistics (2007), "The ONS Productivity Handbook, A Statistical Overview and Guide".
- Shawn Sprague (2017), "Below trend: the U.S. productivity slowdown since the Great Recession," Beyond the Numbers: Productivity, vol. 6, no. 2 (U.S. Bureau of Labor Statistics, January 2017), <https://www.bls.gov/opub/btn/volume-6/below-trend-the-us-productivity-slowdown-since-the-great-recession.htm>