

日本のソフトウェア産業と技術者の現状を国際的に評価する： ソフトウェア技術者の5カ国調査結果の分析

同志社大学 総合政策科学研究科 中田 喜文

1 日本のソフトウェア産業の現状

1.1 ソフトウェア関連財・サービスの貿易収支

我が国のソフトウェア産業の現状評価を行う場合、2つの視点が存在する。一つは、マクロ経済の視点である。そこでの注目点は、マクロ経済レベルでの世界の競合国との相対的な評価となる。そのような評価にふさわしい指標は、ソフトウェア及び関連情報サービスの国際的な収支状況である。そこで、日米間の貿易収支の状況を見てみよう。表1がその収支数値である。ここでは、直近の統計データが存在する2016年の数値と約10年前の数値を比べることで、現状とその変化が見えてくる。これを見ると、日本のソフトウェア産業がいかにアメリカとの比較において競争力が劣っているか、一目瞭然である。この表が示す日本の大幅な輸入超過とその近年の拡大傾向は、対欧州においても同様に確認できる。マクロの指標による評価では、日本のソフトウェア産業の国際競争力は、欧米諸国と比べ劣位にあると言える。

表1 ソフトウェア及び関連情報サービス日米貿易収支 (百万ドル)

	2007年	2016年	2016年/2007年 増加率
輸入	856	1,459	70%
輸出	620	447	-28%
収支	-236	-1,012	329%

出典：Bureau of Economic Analysis, U.S. Department of Commerce

1.2 ソフトウェアと企業の市場価値

では、視点を企業というミクロな経済単位に移すと、日本企業の国際競争力はどのように評価できるだろうか？産業全体で見ると国際競争力が低くとも、個別の日本企業の中には、独創的なソフトウェアを開発したり、あるいは既存のソフトウェアを用いて、国際的にも大きな経済価値を創出している企業が存在するのだろうか？表2には、世界で最も大きな企業価値を持つ企業上位5社を示した。アップルをはじめとするこれら最上位企業は、すべて米国企業であり、かつソフトウェアから大きな企業価値を創出している企業が並んでいる。他方日本企業の中で、最大の企業価値を有するのは、42位のトヨタである。今日乗用車の上位車種では、その製品開発コストの大半が各種走行機能を管理するソフトウェアの製造費用と言われている^[1]。その意味で、正にトヨタは日本を代表する、ソフトウェアから大きな

企業価値を創出する企業と言えよう。とは言え、世界的に見た企業の価値創出において、日本企業の存在感が希薄である実態は否めない。

表2 世界時価総額上位企業 (2017年12月末時点)

	社名	企業価値(米十億ドル)	国籍
1	アップル	868.90	米国
2	アルファベット (Google)	729.50	米国
3	マイクロソフト	659.90	米国
4	アマゾン・ドット・コム	563.50	米国
5	フェイスブック	512.80	米国
42	トヨタ自動車	189.10	日本

出典：180.co.jp

2 日本のソフトウェア技術者の現状(1): 彼らの生産性は高いのか？

以上、マクロ・ミクロの経済指標で見る限り、日本のソフトウェア産業の国際競争力の高さを示唆するよりも、むしろ低さが示唆されたが、視点を変えて、ソフトウェアを制作し、活用するソフトウェア技術者の目線で日本のソフトウェア産業の国際競争力を見てみよう。

ここでは、ソフトウェア技術者による自身の生産性に関する評価から、日本のソフトウェア産業の国際競争力、生産性を評価することとする。用いるデータは、IPA/SECの委託研究で2016年に実施した日中米独仏5カ国のソフトウェア技術者に対するアンケートによって収集したものである^[2]。

2.1 ソフトウェア技術者の生産性自己評価比較

このアンケートでは、5カ国のソフトウェア技術者に対して、職務での能力発揮、職務成果、及び職務の重要度についての自己評価を行ってもらった。これら3つの評価情報を主成分分析し、その第一主成分得点を技術者レベルの生産性の自己評価指標とした。その各国の平均値を比較した結果が図1である。ここでは、職務内容をより同質化するために、ソフトウェア技術者が専ら扱うソフトウェアのタイプにより、ERP技術者と組込みソフトウェア技術者に分けて比較した。

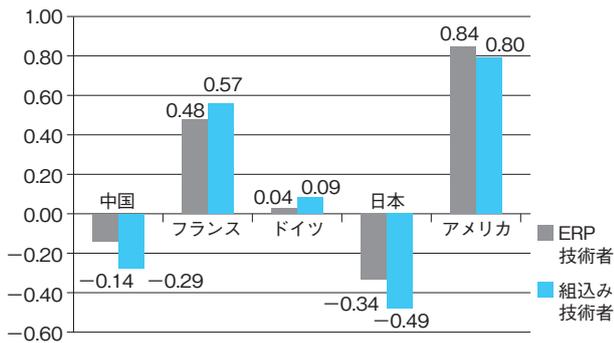


図1 ソフトウェア技術者の生産性の自己評価比較 (2016年)

この指標でも日本の水準は、ERP、組込み技術者共に、5カ国中最も低い水準である。日本のソフトウェア技術者は、自分たちの生産性を高く評価しておらず、ミクロな技術者の視点からの評価でも、日本のソフトウェア生産性は比較対象4カ国と較べ、最も低い水準である。

2.2 ソフトウェア技術者の能力自己評価指標での比較

上記の生産性の自己評価には、様々な要因が影響を与えていると思われる。そこで、それらの要因の影響を除去した指標比較を行うために、次にソフトウェア技術者の能力に着目して同様な国際比較を行うことにする。生産性の自己評価は、各人に任された仕事の内容に大きく依存する。例えば、高い能力を持ちながらも、その能力を十分に発揮できない仕事を担当した場合、生産性の自己評価は低くなる。しかし、技術者の能力そのものの評価であれば、能力と職務のマッチングの程度に影響を受けない安定的な指標となる。その意味では、能力評価指標での生産性比較は、生産性のポテンシャル比較とも言える。質問票の中では、様々な能力項目について自己評価を求めた。その自己評価データに対し主成分分析を行うことで、3つの主成分を抽出した。各主成分を構成する質問項目を検討したところ、3主成分は、専門職力、組織人力、及びマネジメント力と定義できた。これら3能力の5カ国の数値を比較すると、結果は図2のようになる。ここでも日本の低さは一目瞭然である。

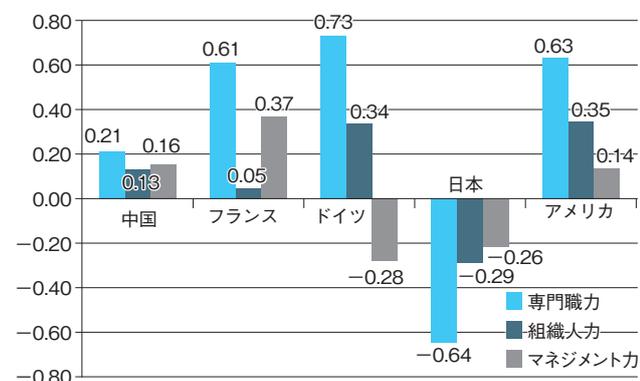


図2 3能力の5カ国比較 (2016年)

これら3つの能力指標のうち、専門分野の知識や論理的思考力を表す専門職力とコミュニケーション力、責任感や向上心などを含む組織人力では、日本の水準が5カ国中で最も低い。また、リーダーシップや管理能力を表すマネジメント力においても、日本のソフトウェア技術者の水準は、最も低い中国とほぼ同水準の低さである。以上からこれらの指標でも、日本のソフトウェア技術者の潜在的な生産性は、ほかの4カ国と比べ、どの国よりも低い水準であることが確認できた。

以上を総括すると、マクロ、ミクロどちらの視点から評価しても、また日本のソフトウェア技術者の生産性で見た国際比較においても、日本の水準は、主要国と比べ大きく見劣りすると結論できる。

3 日本のソフトウェア技術者の現状 (2): 日本の労働条件に国際競争力はあるのか?

前節の結論である日本のソフトウェア産業の生産性の低さは、そもそもどこから来ているのだろうか。本節と次節では、ソフトウェアの制作が資本設備を用いず労働集約的に行われることから、ソフトウェア技術者の労働条件や働き方、及び彼らの仕事と職場のあり様に、この低い生産性の原因を探ってみよう。

3.1 労働時間を見た日本のソフトウェア技術者の労働条件

日本のソフトウェア技術者の労働時間は、国際的に見て長いのだろうか? 2人の技術者が同じ仕事を行った場合、より生産性の高い技術者のほうが短い時間で作業を終えることができる。つまり生産性と労働時間は、ある条件の下では逆相関の関係となる。以下に示す図は、通常週における総労働時間の各国分布を、組込みソフトウェア技術者について比較したものである。同様の図をERP技術者についても作成したが、組込みソフトウェア技術者の場合と極めて類似性が高く、ここには掲載しない。

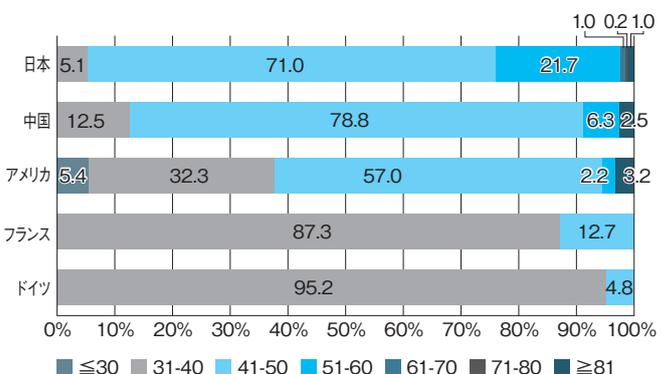


図3 組込みソフトウェア技術者の週労働時間

各国のソフトウェア技術者がどのように働いているか、その特徴がこの図から読み取れる。この図では、左から順に、労働時間が短い者の割合が示されている。日本の法定週労働時間が40時間であることから、図では灰色部分より右側が、週労働時

間が40時間を超える残業労働を行っている者の割合となる。日本は、5カ国中残業を行っている者の割合が最も高く約95%である。また、週残業時間が10時間を超える長時間残業者の割合も、日本が最も高く約24%である。他方、フランス、ドイツではそのような長時間残業を行うソフトウェア技術者は皆無である。以上から、日本のソフトウェア技術者は、国際的に見て極めて長時間の労働を行っていることが確認できた。

3.2 2つの給与指標での比較

次に給与水準を見てみよう。給与の国際比較には注意が必要だ。各国では異なる通貨で給与が支払われており、その通貨価値の共通化が必要となる。その場合、標準的な手法は為替レートを用いた共通化である。もう一つは物価水準の差異を考慮した購買力平価を用いる共通化である。このどちらを用いるのが適切か判断が必要となる。第二の注意点は、通常給与額は労働量(労働時間)に大きな影響を受ける。既に見たように、各国でソフトウェア技術者の労働時間には大きな差異が存在する。その差異の影響を調整するためには、単位時間当たりの給与で見なければならぬ。そこで以下では、単純に為替レートを用いた統一通貨で表した年収額比較結果と、物価の差異と労働時間の差異を考慮した購買力平価で評価した、時間当たり給与での比較結果の両者を示す。

為替レートを用いた年収比較

図4Aに各国のERP及び組込みソフトウェア技術者を含むソフトウェア技術者全体に関する年齢グループ別平均年収のプロフィールを示した。この図を見ると、日本のソフトウェア技術者の年収は、どの年齢グループについても5カ国中3位と中位に位置することが分かる。また、年齢グループが上がるにつれて日本の位置は、4位のフランスの平均値からの乖離が増大し、2位に位置するドイツの平均値に近づいていく。その限りで、日本のソフトウェア技術者の平均年収は、年齢と共に世界の中での相対的な位置は向上し、50歳グループでは、5カ国中で2番目に位置するドイツと同水準となること分かる。

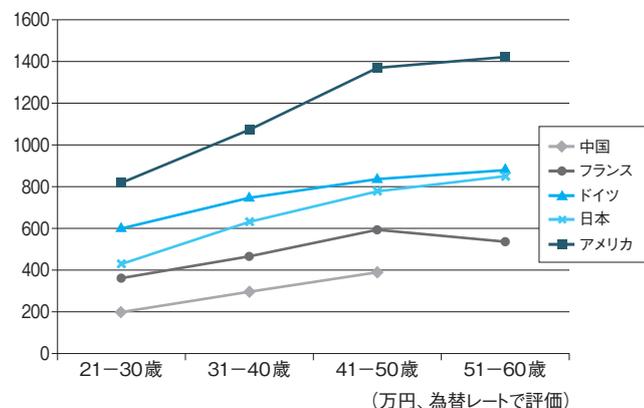


図4A 年収の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体

では、各国の物価の差異と労働時間の差異を調整すると日本の相対位置は変化するのだろうか。

購買力平価を用いた時給比較

図4Bがその比較結果である。観察単位を時間当たり収入とし、物価の5カ国間の差異を調整すると、日本の時給水準の相対位置は低く、フランスの水準を下回り、5カ国中4番目となる。そして、最も低い中国の時給水準との差が大きく縮小すると共に、最上位のドイツとの格差が広がり、20歳代の若年技術者では、ドイツの時給水準の50%にも届かない低さとなる。

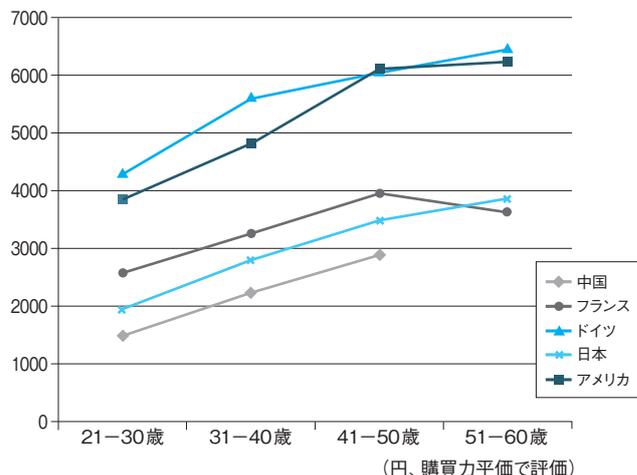


図4B 時給の年齢プロフィール：ソフトウェア技術者全体

以上、労働時間と給与の2つの労働条件の現状を主要5カ国の中で評価したが、結果を総括すると、日本のソフトウェア技術者の労働条件は、欧米3カ国から大きく劣り、国際的にはほぼ中国の労働条件と同水準の低さであると評価できる。

4 日本のソフトウェア技術者の現状 (3): 彼らの職場はどうなっているのか?

前節では、日本のソフトウェア技術者の労働条件が低位にあることを確認したが、この結果は、彼らの生産性についての低い評価結果とも整合的である。なぜなら、労働条件と生産性は、相互に規定し合う関係にあるからである。良い労働条件は、生産性の高い技術者を集めるための誘因であると共に、高い生産性は、より良い労働条件を実現するのに必要なより多くの原資を提供するからである。では次に、労働条件とは独立に生産性を規定すると思われるソフトウェア制作のマネジメントについて見てみよう。

4.1 人的資源マネジメントの比較

ここで注目するマネジメントは、ソフトウェア技術者の人的資源マネジメントである。具体的には、ソフトウェア技術者の能力や仕事を適切に評価し、またその評価に納得できない技術者の苦情へは的確に対応しているか。また、そのような評価と対応の結果、技術者たちは、能力、業績評価に納得しているのか。これら人的資源管理に対する技術者による評価を主成分分析し、そこから得た第一主成分得点を「良好な評価処遇制度の運用」指標として示したのが図5である。

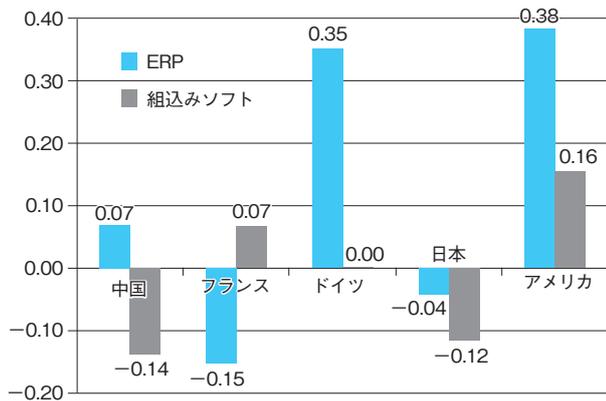


図5 評価処遇制度の運用の良好度比較

日本企業の評価処遇制度運用の状況は、ERP、組込みソフトウェア両者において決して良いとは言えないことが分かる。ERP、組込みソフトウェア技術者共に、日本の数値は、5カ国平均値を下回り、マイナス値となっている。ERP、組込み両者の評価が5カ国平均を下回るのは、5カ国の中では日本のみである。ソフトウェア技術者たちの能力や貢献が適切に評価されないなら、技術者たちは仕事に対するモチベーションを維持することが難しくなる。そのようなモチベーションの低下は、彼らの働きぶりの変化を経由して、結果的に生産性に対してマイナスの効果を持つだろう。生産性の向上には、日本のソフトウェア企業において人的資源マネジメントを改善する余地があることを示唆する結果である。

4.2 職場マネジメントの比較

次に職場のマネジメントを見てみよう。ソフトウェアの制作やそれらを経済・経営活動に効果的に活用する作業は、高度な専門知識と高いレベルの抽象的思考力を必要とし、技術者の創造的なマインドが最大限に発揮されなければならない。そこで注目したのは、職場がそのような創造的な活動ができる環境であるかどうかである。そこで「新しいことに挑戦することが歓迎され」「仕事や研究に関して議論」でき、「仕事で困ったときなど、気軽に相談できる」職場かどうかを見てみた。これらの創造的職場を構成する要因に関する技術者評価を主成分分析することで、「オープンで進取の職場」指標を作成した。それを図示したのが下記の図6である。

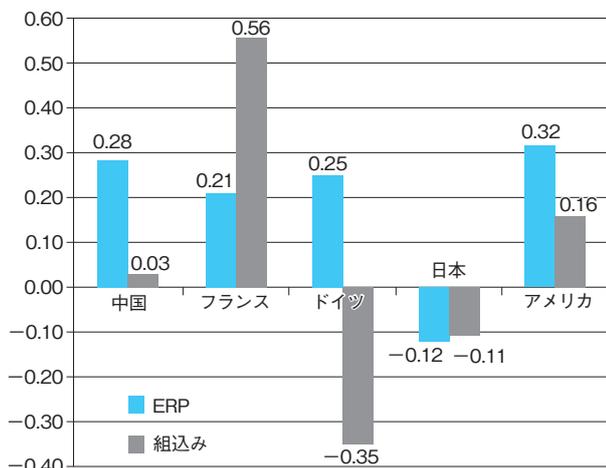


図6 「オープンで進取の職場」マネジメント

この指標でも、日本のソフトウェア職場は世界の中では低位であることが分かる。5カ国中、日本のみが、ERP、組込みソフトウェア両者で、「オープンで進取の職場」指標が、5カ国平均を下回っている。扱う製品がERPか組込みソフトウェアにかかわらず、日本企業のソフトウェア職場には、自由で闊達な創造的空氣が不足しているようだ。

5 将来に向けてのまとめ

以上、本稿では、日本のソフトウェア産業とそこで働くソフトウェア技術者の現状を、2016年にIPA/SECの委託調査で収集した、日米中独仏5カ国のソフトウェア技術者データに基づき分析を行った。具体的には、ソフトウェア技術者の生産性、労働条件、そして人と職場のマネジメントの現状を5カ国比較の形で評価した。その結果、日本のソフトウェア産業の国際競争力、そしてそこで働くソフトウェア技術者の生産性は米、中、独、仏4カ国と比べ低位にあることが確認できた。また、彼らの労働条件を構成する給与と労働時間では、日本は5カ国中、中国と共に最も低い水準であることも確認された。更に、これらの低い評価の背景には、多くのソフトウェア企業において、人と職場のマネジメントに問題を持っていることも明らかになった。

日本のソフトウェア産業は、国際競争力を高め、その競争力に見合った労働条件を技術者に提供できなければ有能な若者の参入は期待できない。日本のソフトウェア職場が、オープンで進取の空氣が満ちた創造的職場となり、技術者の能力と成果が適切に評価され、処遇されれば、より創造的に働くインセンティブが彼らの中で高まるだろう。その創造的意欲を職場の成果に効率良く結び付ける職場マネジメントを行えば、閉塞的な現状は、おのずと改善されよう。

【参考文献】

- [1] 刀川眞：我が国の社会的特性に着目した組込みシステム開発の方向性，科学技術動向，2011年9・10月号，pp12-22.
- [2] 同志社大学：「日本のソフトウェア技術者の生産性及び処遇の向上効果研究：アジア，欧米諸国との国際比較分析のフレームワークを用いて」に関する成果報告書，2016.