

# 主観的評価からみたソフトウェア技術者の生産性比較 ～業務位置づけからみた日本のソフトウェア技術者の現状～

## Comparison of Productivity of Software Engineers from the Subjective Evaluation

臼井由樹<sup>†</sup> 金田重郎<sup>†</sup> 中田喜文<sup>‡</sup> 古田克利<sup>§</sup>  
Yoshiki Usui<sup>†</sup> Shigeo Kaneda<sup>†</sup> Yoshifumi Nakata<sup>‡</sup> Katsutoshi Furuta<sup>§</sup>

<sup>†</sup>同志社大学大学院 理工学研究科

<sup>‡</sup>同志社大学大学院 総合政策科学研究科

<sup>§</sup>関西外国語大学 英語キャリア学部

<sup>†</sup> Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

<sup>‡</sup> Graduate School of Policy and Management, Doshisha University

<sup>§</sup> College of International Professional Development, Kansai Gaidai University

### 要旨

我が国では、ソフトウェア技術者の約3/4がICTベンダあるいは大手製造メーカーのICTベンダ部門に属し、残りの約1/4が顧客側企業SE（社内SE）に属す。一方、米国では逆に社内SEが約3/4である。この日本固有のソフトウェア技術者の分布比率は、彼ら/彼女らの仕事満足度・生産性及び生産性決定に影響を与えられ得る。本稿では、上記問題意識に基づき技術者の主観的な評価に基づく生産性と生産性決定要因の分析を行った。分析対象は、IPA-RISE2014年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業「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」（代表者：中田喜文）で収集された個票データである。分析は、データを社内SEとベンダSEに分けて行った。分析の結果、社内SEとベンダSEでは、主観的な生産性評価については、有意な差が存在しないことが確認できた。一方、生産性決定要因のうち、「仕事独創性」は社内SEが、「教育・育成に関する人的資源管理」については、ベンダSEが、それぞれ有意に高い結果となった。また、社内SE及びベンダSEについては「仕事独創性」及び「教育・育成に関する人的資源管理」変数が、主観的な生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが確認された。ここから日本のソフトウェア産業の生産性を向上させる要因として、独創性を発揮できる環境及び教育・育成環境が有力な候補であることが示唆された。

## 1. はじめに

我が国では、ソフトウェア技術者の約3/4がICTベンダあるいは大手製造メーカーのICTベンダ部門（以下ベンダSE）に属し、残りの約1/4が顧客側企業SE（以下社内SE）に属す。一方、米国では逆にソフトウェア技術者の約3/4が顧客企業に属す[1]。この日本固有のソフトウェア技術者の分布比率は、日本独自の多重下請け構造下での開発体制が原因であると考えられる。また、日本固有のソフトウェア技術者のベンダSEと社内SEの分布比率は、彼ら/彼女らの仕事満足度・生産性及び生産性決定に大きな影響を及ぼすと推定される。

また、IPA-RISE2014年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業「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」（代表者：中田喜文）では、我が国と欧米のソフトウェア技術者の仕事への達成感及び、やりがいの比較研究を行った。その結果、欧米のソフトウェア技術者に比べて、日本のソフトウェア技術者は仕事への達成感や主観的な生産性が低いことを個票データから明らかにした[2]。

そこで本稿では、上記先行研究で2015年度に電機連合（日本電機・電子・情報関連産業労働組合連合）と共同で収集した個票データを用いて我が国の技術者を、業務位置づけに着目し、ベンダSEと社内SEに分類し分析を実施した。まず、ソフトウェア技術者の生産性を分析するに当たり、「成長」や「やりがい」に焦点を当て生産性決定モデルを構築した。次に、彼ら/彼女らが主観的に評価した生産性変数と生産性決定要因変数との間で重回帰分析の手法を用いて生産性決定モデルを検証した。その結果、ベンダ

SE及び社内SEについては、「仕事独創性」変数及び「教育・育成に関する人的資源管理」要因の統合変数の2変数が主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが確認された。以降、第2章では、比較に用いる生産性変数及び生産性決定モデルについて述べる。第3章では、生産性決定モデルについての分析結果を示す。第4章では、分析についての考察を示し、第5章で本研究の結論を述べる。

## 2. 分析方法

### 2.1. 分析データと生産性変数

本分析で用いたデータは、IPA-RISE2014年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業「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」（代表者：中田喜文）で電機連合と共同で収集した個票データである。個票データは、業務の位置づけを分類できる項目を持つ。そこで、本項目を用いてベンダSEと社内SEを分類した。

具体的には、個票データに回答した技術者からソフトウェア技術者を取り出し、そこからベンダSEと社内SEを分類した。ソフトウェア技術者を取り出すのに着目した項目は、「担当製品分類（現在の主な担当製品分野）」である。本項目は、1)「電気部品関連」、2)「産業用機器関連」、3)「プラント関連」、4)「事務・業務用機器」、5)「家庭用電子機器」、6)「ERP等のビジネスパッケージ及びそれらを用いたソリューション」、7)「組込みソフトウェア（車載アプリ、携帯アプリを含む）」、8)「上記以外のソフトウェア」、9)「その他」から成る。そこから、6)、7)及び8)を選択した回答者をソフトウェア技術者と定義した。また、1)から5)を選択した技術者をその他技術者とした。これにより、業務内容の主な役割が、ソフトウェア技術関連の技術者のみに限定した。ソフトウェア技術者と定義した以外の技術者においても、ソフトウェア技術を提供する側の技術者が存在する。しかし、ソフトウェア技術関連以外の仕事に由来する、技術者の主観的な仕事に対する評価への影響を最小限にするため、「担当製品分類（現在の主な担当製品分類）」を用いた技術者の分類を採用した。

次に、定義したソフトウェア技術者を業務位置づけに着目し、ベンダSEと社内SEとに分類した。使用した項目は、「あなたの業務位置づけについてお聞きます。」である。本項目は、1)「ソフトウェア技術を提供する立場（ベンダ）」、2)「ソフトウェア技術を提供される立場（ユーザ）」、3)「両方の立場（ベンダでもありユーザでもある）」、4)「該当しない」から成る。このうち、1)「ソフトウェア技術を提供する立場（ベンダ）」をベンダSEと定義した。本研究で利用したデータは、大手電機10社に属する技術者が大半を占める。そのため、ベンダSEとして定義した技術者は、ソフトウェア開発の上流工程担当技術者が大半を占めると考えられる。また、3)「両方の立場（ベンダでもありユーザでもある）」を社内SEと定義した。これは、社内SEの場合、自社製品ソフトウェアや社内生産管理システム等を提供するベンダ側でもあり、そのシステムを会社内で使用するというユーザ意識もはたらく。そのため、ただ単に「ソフトウェア技術を提供する立場（ベンダ）」と回答しないと考えられる。よって、社内SEの定義項目として3)「両方の立場」が適切であると判断した。

また、分析にあたり生産性変数を定義する必要がある。生産性変数は、上記先行研究に基づいた主観的生産性を用いた。主観的生産性とは、自分自身の行う業務の遂行がどれほどの価値を生み出すと考えるかの主観的評価値である。個票調査に置き換えると、「期待されている成果を出しているか」、「成果が組織にとって価値があるか」、「成果が社会に貢献しているか」である。この評価を統合したものが、主観的生産性指標（変数）である。本分析では、この3つの次元での価値創造に関する主観的な評価を主成分分析で統合し、第一主成分得点を主観的生産性指標（変数）として用いた。

### 2.2. 生産性決定モデルの構築

第2.1節で述べた生産性指標である主観的生産性の決定モデルを構築する。モデル作成にあたり、技術者本人の意識の中での「成長」及び「やりがい」に焦点を当てた。そこで、回答者が主観的に評価した項目を説明変数とした。これは、技術者の意識の中での「成長」や「やりがい」を計るにあたり、技

術者の主観的な思いや評価が適切であると判断したためである。そのため、取り入れた主観的生産性変数に対する説明変数は、1)「教育・育成に関する人的資源管理」要因、2)「仕事独創性」要因、3)「職務遂行能力」要因、4)「仕事意識」要因、5)「対人能力」要因の5要因から成る16変数とした。本モデルに説明変数として取り入れた各要因の理由は、以下の通りである。

- 1) 多くの企業の人事の指摘事項<sup>†1</sup>として、ベンダSEの方が社内SEと比較して、学ぶ機会が多く与えられる。それゆえ、仕事に対するスキルの成長が速いとの事であった。そのため「教育・育成に関する人的資源管理」を含める。
- 2) ベンダ側は、他企業のシステム開発を行うことになり、上流工程担当企業においても少なからず、受動的開発になる可能性を有する<sup>†1</sup>。このことは、技術者のモチベーションの決定要因となり、生産性に影響を与えると考えられる。そのため、「仕事独創性」を含める。
- 3) 技術者の仕事に対する自信や自負がモチベーションの向上につながると考えられる。そのため「職務遂行能力」を含める。
- 4) 仕事に対する責任感や挑戦の意欲・向上心が仕事に対してのモチベーションの決定要因になると考えられる。そのため「仕事意識」を含める。
- 5) 我が国のソフトウェア技術者は、受託開発の影響により、対人折衝の機会が多い<sup>†2</sup>。システム開発において、顧客とベンダ間での意思疎通を行い、円滑にプロジェクトを遂行するためには、コミュニケーション能力が重要であると考えられる。そのため「対人能力」を含める。

この5要因から成る説明変数と前節で定義した主観的生産性変数との関係を図1に示す。「対人能力」、「仕事意識」、「職務遂行能力」要因は、職務遂行に対する回答者の主観的評価である。「仕事独創性」要因は、回答者が、現在の仕事に対して独創的な仕事であるか否か主観的に評価した項目である。また、「教育・育成に関する人的資源管理」要因は、会社が回答者に対して行う教育・育成について、回答者がどのように捉えているのかの主観的評価項目である。これら5要因が主観的生産性に、図1の青線のように

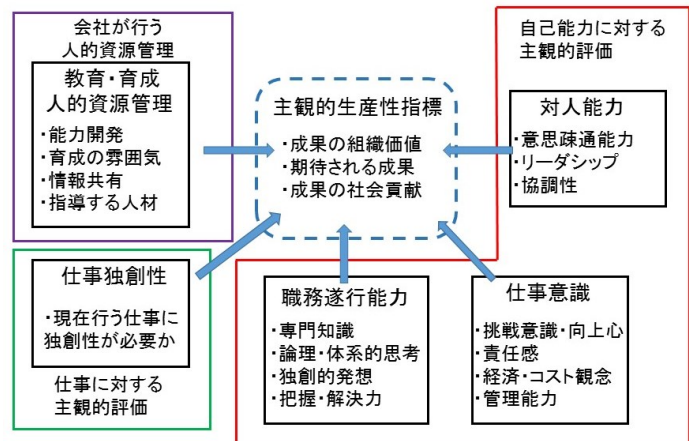


図1：主観的生産性決定モデル

に正に作用すると推測したため、上記モデルを作成した。本モデルは、前述した先行研究の生産性決定モデル<sup>†3</sup>とは異なる。本モデルは、先行研究のモデルと、①各技術者の主観的な評価に基づく生産性決定要因のみに焦点をあてたこと、②国内の技術者のみに対しての分析であること、などの点で異なるものである。

### 2.3. 生産性決定モデルの検証

第2.2節で構築した主観的生産性決定モデルに対して、ソフトウェア技術者をベンダSEと社内SEに分けたデータを用いて検証した。具体的には、次の手順を用いた。まず、ベンダSEと社内SEにおける、主観的生産性変数と5つの生産性決定要因の各統合変数の合計6変数の水準の比較を実施した。次に、図1のように構築した、「教育・育成に関する人的資源管理」、「仕事独創性」、「職務遂行能力」、「仕事意

<sup>†1</sup> 筆頭著者が参加したインターン及び就職活動での人事・社員面談中にヒアリングした結果である。ヒアリングを実施した企業の中には、銀行・証券系SIer及び製造業のIT部門などが含まれる。

<sup>†2</sup> 我が国のシステム開発は自社内で全てを行うわけではなくRFP(Request For Proposal)を社内SEが作成し細かい要件定義は顧客側企業とベンダ企業が共同で作成する。そのためベンダSEと社内SEは高度なコミュニケーション能力が要求される。

<sup>†3</sup> 先行研究では、国際比較の実施が前提にありモデルが作成された。モデルは、4要因ソフトウェア技術者生産性・労働条件モデルであり、4要因は①個人、②職場環境、③マネジメント、④外部環境であった。

識」, 「対人能力」の各要因が主観的生産性指標に対し, 説明要因として有効であるか否か, 重回帰分析の手法を用いて検証した. ここで, 本分析に利用したデータのサンプル数及び比率を表1に示す.

表1: サンプル数と比率

業務の位置づけ		サンプル数	比率 (%)	ソフトウェア技術者比率 (%)
ソフトウェア技術者	ベンダ SE	384	18.04	68.82
	社内 SE	145	6.81	25.99
	ユーザ・該当なし	29	1.36	5.20
	全体	558	26.21	100.00
その他技術者		1571	73.79	-
合計		2129	100	-

### 3. 分析結果

#### 3.1. 生産性決定要因の比較結果

まず, 第2章で構築した主観的生産性決定モデルに取り入れた5つの生産性決定要因の各統合変数と主観的生産性変数の合計6変数について, ベンダSEと社内SE間の比較を行った. その結果, ベンダSEと社内SEとでは, 主観的な生産性評価については, 有意な差が存在しないことが確認できた. また, 主観的生産性決定要因のうち「仕事独創性」及び「教育・育成に関する人的資源管理」について, ベンダSEと社内SEの間にそれぞれ有意な差が認められた. この2要因の比較結果を図2及び図3にそれぞれ示す. 分析で使用した項目は「あてはまる」から「あてはまらない」を4から1で評価したものである. これを平均0, 標準偏差1となるように標準化した値を用いて図を作成した.

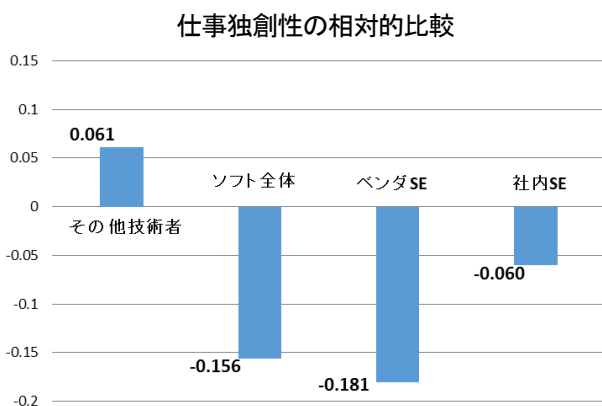


図2: 仕事独創性

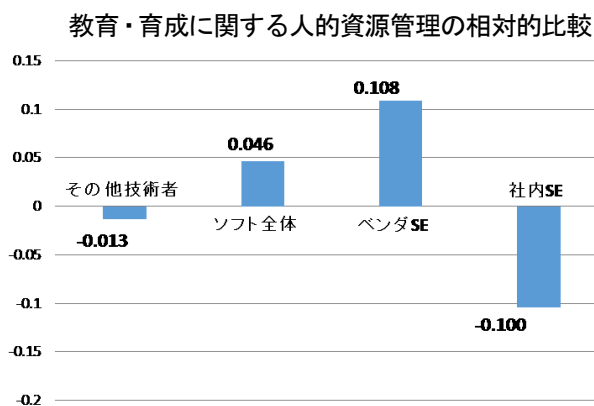


図3: 教育・育成に関する人的資源管理

図2及び図3は, その他技術者とソフトウェア技術者をプールした全体について, その平均は0, 標準偏差1となるように標準化されている. 図2より生産性決定要因として取り入れた「仕事独創性」は, ベンダSEより社内SEの方が有意 ( $P < 0.01$ ) に高い. そのため社内SEの方がベンダSEより, 現在行っている仕事に対して独創性が要求される仕事であると考えていることが確認された. また図3より, 「教育・育成に関する人的資源管理」については, ベンダSEの方が, 社内SEよりも有意 ( $P < 0.01$ ) に高い. そのため, ベンダSEの方が社内SEより, 会社が彼ら/彼女らに対して行う教育・育成が行われていると感じていることが確認された.

#### 3.2. 生産性決定モデルの重回帰分析結果

第2章で構築した生産性決定モデルの重回帰分析結果を表2に示す. 分析は, ソフトウェア技術者全体, ベンダSE及び社内SEに対して行った. その結果, ソフトウェア技術者全体に対しては, 「教育・

育成に関する人的資源管理」, 「仕事独創性」, 「職務遂行能力」, 「仕事意識」の変数と主観的生産性変数の間に有意な正の相関性が存在することが確認された。そのため、生産性決定モデルで説明要因として取り入れた5要因のうち、「対人能力」以外の4要因がモデルで想定した影響を持つことを確認できた。

また、ソフトウェア技術者をベンダSEと社内SEとに区分すると、共通して「仕事独創性」及び「専門知識」変数が主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが確認された。また、社内SEとベンダSEとを分けてみると、社内SEのみが「対人能力」要因の「協調性」変数と主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが確認された。同様に、ベンダSEのみが「仕事意識」要因の2変数と主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが確認された。

表2：生産性決定モデルの回帰分析結果

要因	説明変数	ソフトウェア技術者全体		ベンダSE		社内SE	
		係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
教育・育成に関する人的資源管理	能力開発	0.1512	0.0753 **	0.2330	0.0972 **	-0.1471	0.1295
	育成の雰囲気	0.0866	0.0701	0.0647	0.0903	0.2130	0.1344 *
	情報共有	0.0178	0.0682	-0.0012	0.0856	0.1074	0.1237
	指導する人材	0.0493	0.0663	0.0223	0.0869	0.1178	0.1232
仕事の独創性	仕事独創性	0.2700	0.0554 ***	0.2592	0.0700 ***	0.2739	0.1027 ***
職務遂行能力	専門知識	0.2779	0.0670 ***	0.1891	0.0831 **	0.5635	0.1242 ***
	論理・体系的思考	0.0494	0.0789	0.0895	0.1016	-0.0047	0.1460
	独創的発想	-0.0672	0.0659	-0.0847	0.0795	-0.0442	0.1396
	把握・解決力	0.1398	0.0781 *	0.1448	0.0993	0.0280	0.1457
仕事意識	挑戦意識・向上心	0.1501	0.0641 **	0.1913	0.0815 **	0.1617	0.1150
	責任感	0.1402	0.0700 **	0.1283	0.0879	0.1246	0.1313
	経済・コスト観念	0.0183	0.0584	-0.0283	0.0738	0.1301	0.1092
	管理能力	0.1222	0.0685 *	0.1871	0.0897 **	0.0091	0.1193
対人能力	意思疎通能力	-0.0123	0.0650	-0.0051	0.0843	-0.0403	0.1140
	リーダーシップ	0.0919	0.0701	0.1112	0.0888	0.0338	0.1305
	協調性	0.0624	0.0725	-0.0047	0.0938	0.2456	0.1382 *
サンプル数		558		384		145	
自由度修正済決定係数		0.3412	***	0.3164	***	0.3368	***

有意水準：P<0.01 \*\*\* , P<0.05 \*\* , P<0.1 \*

#### 4. 考察

第3章における分析を通して、ソフトウェア技術者全体、ベンダSE及び社内SEでは、主観的な生産性評価については、有意な差が存在しないことが確認できた。一方、説明変数である生産性決定要因変数と主観的生産性変数との間には、いくつかの有意な正の相関性が存在することが確認された。

第一に「仕事独創性」変数が、ベンダSE及び社内SE双方について、主観的生産性変数に対しての有意な正の相関性が存在することが確認された。また、図2よりベンダSEの方が社内SEより「仕事独創性」が有意に低い。これは、ベンダSEでは上流工程担当SEにおいても、外部顧客企業からの受託開発を行うため、図4のように受動的な開発となる。結果として、「仕事独創性」が社内SEと比較して低い結果となったと示唆する。

第二に「教育・育成に関する人的資源管理」については、ベンダSEに対して「能力開発」変数が、社内SEに対して「育成の雰囲気」変数が主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが認められた。また、図3より、社内SEの方が「教育・育成に関する人的資源管理」は有意に低い。通常、外部企業のシステム開発を行うベンダ部門に属するSEの方が、人数が多く企業の主たる部門に

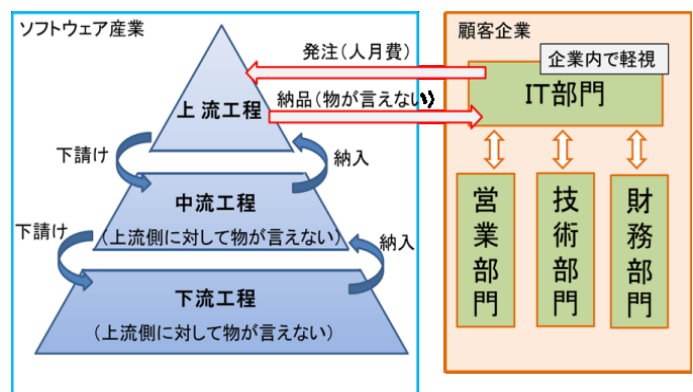


図4：日本のソフトウェア産業の関係図

置かれている。そのため、ベンダSEの方が、教育・育成環境が整備されていることが要因の一つとして疑われる。また、社内情報システム部門が経営陣・他部門から軽視されている現状[3]から教育・育成に対するリソースが与えられないことも要因のひとつとして考えらえる。

第三に「対人能力」要因の3変数については、ソフトウェア技術者全体及びベンダSEに対して、主観的生産性変数との間に有意な相関性が認められなかった。一方、社内SEでは、「協調性」変数と主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが認められた。会社の内外で、対人折衝する機会が多いため、学生に「コミュニケーション能力」を期待するソフトウェア企業が多い[4]中では意外な結果となった。社内SEに対しては「協調性」変数と主観的生産性変数との間に有意な正の相関性が存在することが認められた。これは、会社の内外で現場部門との対人折衝機会が多いこと、またアカウントSEが多く在籍していることが要因として挙げられる。

## 5. まとめ

本分析は、ソフトウェア技術者の業務の位置づけに着目して、個票データをベンダSEと社内SEに分けて行った。その結果、彼ら/彼女らが主観的に評価した生産性については、有意な差が存在しないことが確認できた。一方、主観的生産性要因については、示唆に富む結果が得られた。

大きな点としては、「仕事独創性」が挙げられる。我が国では、多重下請け構造下でのソフトウェア生産を行っている。受託開発である以上、開発が下流工程側へ進むにつれて受動的な仕事となる。結果として仕事に必要な独創性は低下する。本研究においても、ベンダSEより社内SEの方が、「仕事独創性」が高いことが示された。本分析で用いたアンケート回答者は、電機連合に属する大手電機10社の技術者が大半を占めている。そのため、ベンダSEと定義したソフトウェア技術者は上流工程担当技術者だと考えられる。上流工程担当のベンダSEにおいても、社内SEより「仕事独創性」が低い分析結果となったのは、顧客企業からの受託開発体制の影響が疑われる。ベンダ側の上流工程担当技術者でも、「仕事独創性」が低い結果を考慮すると下流工程側では、さらに低い結果となると推定される。

また、ベンダSEと社内SE共に主観的生産性変数と「仕事独創性」変数との間に有意な正の相関性が確認できた。同時に、ベンダSEの方が社内SEより「仕事独創性」が低いことが確認できた。この二点より、日本のソフトウェア産業の生産性が低い要因の一つとして「仕事独創性」が低いことを示唆した。実際、多重受託開発構造に属する元請け、中間的下請け、最終的下請け、と独立型企業を比較した場合、独立型企業の方が、労働生産性が高いという研究結果も報告されている[5]。

現状では、日本のソフトウェア技術者の約1/4が社内SEに属す。そのためシステム開発は、外部ベンダに発注する。一方、大企業の多くがシステムの100%内製化を目指している今日、社内SEの増員は必須と考えられる。しかし、社内SEの教育・育成環境がベンダSEと比較して整備されていない。そのため、単に社内SEの人員を増やすだけでは無く、企業側は、独創性を発揮できる環境及び教育・育成環境を整備することが、我が国のソフトウェア産業の生産性を向上させる要因の有力な候補であることが示唆された。

## 参考文献

- [1] 谷島宣之, 「ソフトを他人に作らせる日本、自分で作る米国」, 日経BP社, 東京, 2013年12月
- [2] IPA-SEC 委託研究(RISE), 「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」, 2014年6月~2016年8月, 受託: 同志社大学 (研究代表: 中田喜文), <https://www.ipa.go.jp/sec/raise/index.html> (参照日: 2017-07-17)
- [3] 斎藤昌義, 「システムインテグレーション崩壊~これからSIerはどう生き残ればいいか?」, 技術評論社, 東京, 2014年7月
- [4] 金田重郎, 古田克利, 白井由樹, 「多重構造受託開発体制とソフトウェア技術者に求められるもの—企業ヒアリングの分析から—」, 情報システム学会 第12回全国大会・研究発表大会, 2016年11月
- [5] 峰滝和典, 元橋一之, 「日本のソフトウェア産業の業界構造と生産性に関する実証分析」, RIETI Discussion Paper Series 07-J-018