



RIETI Discussion Paper Series 09-J-002

# ソフトウェア産業の重層的下請構造： イノベーションと生産性に関する実証分析

峰滝 和典

関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構

元橋 一之

経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

ソフトウェア産業の重層的下請構造：イノベーションと生産性に関する実証分析<sup>1</sup>

平成 20 年 12 月

峰滝和典（関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構統計分析主幹）

元橋一之（RIETI ファカルティフェロー・東京大学工学系研究科教授）

【要旨】

本稿においては、企業活動基本調査と特定サービス産業実態調査の接続データを用いて日本のソフトウェア産業の生産性に関する分析を行った。ソフトウェア企業を同業者との間の受発注に関するデータを用いて、「独立型」、「元請型」、「中間下請型」、「最終下請型」の4つのタイプに分類して、全要素生産性の比較を行った。その結果、「独立型」ソフトウェア企業の生産性は、他のタイプ、すなわち、元請→中間下請→最終下請と重層的なソフトウェア産業を構成する企業よりも高いことが分かった。また、パテントやR&Dで見たイノベーション活動や従業員に占めるSE比率やプログラマー比率などの人材の質に関するファクターが生産性に与える影響についても分析を行った。その結果、イノベーション活動については特に元請型企业において、人材の質については独立型企业において、生産性の決定要因として重要であることが分かった。

キーワード：ソフトウェア、下請け構造、生産性、イノベーション

JEL コード：D24、L86

---

<sup>1</sup> このペーパーは経済産業研究所における「ITと生産性に関する実証分析」の一環として行われた研究成果に基づいて作成されたものである。「企業活動基本調査」及び「特定サービス産業実態調査」の個票利用に際しては経済産業研究所ならびに経済産業省調査統計部の担当者の方々にお世話になった。また、RIETIにおけるDP検討会においては参加者から貴重なコメントを頂いた。ここに感謝の意を表したい。

## 1. はじめに

日本経済の潜在成長率を高めるためには、サービス産業の生産性を向上させなければならない。国際的な流れから考えてもサービス産業の重要性は高いにもかかわらず、日本のサービス産業の生産性上昇率は低いのが現状である。サービス産業は GDP シェアでも雇用でも製造業と比較して高いシェアとなっている。経済のサービス化は日本のみならず OECD 各国で進んでいる。OECD 各国の総付加価値に占めるマーケット・サービスのシェアは、2001 年で 45%~55%と、1980 年と比較して 10%ポイント上昇している。

サービス産業はシェアが高いだけでなく、イノベーションの観点からも重要である。サービス産業には医療、教育、コンサルティングなど、知識集約型の分野が多く含まれている。イノベーションによる生産性向上のポテンシャルが高い知識集約型サービス業の典型的な事例がソフトウェア業である。経済全体の IT 化の進展によってソフトウェアの需要は急激に拡大しており、ソフトウェア工学の進展やソフトウェア開発ツールの発展に支えられて生産性上昇が進むソフトウェア産業は、マクロレベルで見た日本経済の生産性を牽引する産業としての期待が高い。

ただし、ソフトウェア産業のイノベーションのスピードは IT ハードウェア産業と比べると遅れている。コンピュータや通信機器などのハードウェアは、半導体集積回路のムーアの法則に支えられて、目覚ましいスピードで技術革新が進んでいる。その一方でソフトウェアは CASE (Computer Aided Software Engineering) などの開発ツールやより自然言語に近いプログラム言語の登場など開発環境は向上しているものの、その生産性はソフトウェアプログラマーの能力に左右される労働集約的な色彩が強い。従って、生産技術の進展が著しい IT ハードと比較して生産性の伸びは緩やかであると考えられる。

特に日本のソフトウェア産業は貿易統計で見た国際競争力が低く、欧米と比較して生産性のレベルが低いと考えられる (今井・石野、1991)。その要因としては規模の経済性が働くパッケージソフトの比率が低く、クライアント毎に対応が必要な受注ソフトの割合が高いことが考えられる (田中、2003;元橋、2005)。また、ソフトウェア企業の多くが生産性の低い中小企業であり、元請けの大手企業と下請け企業からなる重層的な業界構造となっていることも影響していると考えられる (峰滝・元橋、2007)。

本稿では「企業活動基本調査」と「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」の個票データを用いて生産性に影響を与える要因に関する実証分析を行った。情報サービス産業のなかでもソフトウェア産業は元請けと下請けという重層的な産業組織構造を持つ

ている。それが日本のソフトウェア産業の生産性にどのような影響を与えているかについては峰滝・元橋(2007)を除いてまだあまり実証分析はなされていない。本稿では、ソフトウェア産業に焦点をあて、産業組織上、独立型、元請け型、中間下請け型、最終下請け型、の各企業群の生産性を比較するとともに、パテントや研究開発投資などのイノベーションが生産性に与える影響について実証分析を行った。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、第2節においては本研究において用いたデータの内容について述べるとともに、ソフトウェア企業のグループ分けを行う。第3節においては、生産性分析に関するフレームワークを提示し、実証分析の結果を示す。最後に第4節において結論と今後の課題について述べることとする。

## 2. データ・ベースの作成

### 2.1 「企業活動基本調査」と「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」のマッチング

今回「企業活動基本調査」と「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」個票データのマッチングを行い、2001年から2005年にかけてのソフトウェア企業のデータ・ベースを作成した。

「企業活動基本調査」(以下、企活調査と略す。)は経済産業省が行っている指定統計であり、資本金3000万円以上かつ従業員数50名以上の製造業、卸小売業に属するセンサス統計として1992年に調査が始まった。2001年調査(2000年データ)から経済産業省が所管するサービス業についても調査対象業種が広がり、情報処理サービス業に対しても調査が行われるようになった。従って、ここでは2001年調査からのデータを用いて分析を行うこととした。調査内容としては、生産性を分析するための企業の財務諸表に関する情報に加え、研究開発や特許の所有状況も含まれている。ただ、企活調査にはソフトウェアに関する売上(受注ソフトやパッケージソフトの割合、顧客タイプ別売上高)や従業員の構成(SEやプログラマーの比率)について詳細な情報が含まれていないことから、「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」のデータを接続させることとした。

「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」(以下、特サビ調査と略す)はやはり経済産業省が行っている指定統計であるが、事業所ベースで調査が行われている点で企活調査とは異なる。事業所ベースのデータを企業レベルデータと接続するためには、まず事業所の企業名寄せを行うことが必要である。特サビ調査には本社住所に関する情報があるため、まずこの情報を用いて事業所ベースのデータを企業ベースに名寄せ・集計し

た。次に企活調査との企業レベル接続であるが、これは企業名、本社住所などを用いて行った。

図表 1 に両者に接続状況に関する状況を示す。「特定サービス産業実態調査(情報サービス)」に対応する「企業活動基本調査」の業種はソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット付随サービス業である。2004 年を除いてほしい 940 社から 960 社程度の企業と時系列的にも安定した結果となった。2004 年だけは 1000 社超となっているが、この年は元の「企業活動基本調査」のソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット付随サービス業に分類される企業数も、1618 社と前年の 1440 社から大幅に増加しているので問題はないと考える。なお、両者が完全にマッチできない理由としては、「企業活動基本調査」は従業者 50 人以上かつ資本金又は出資金 3000 万円以上の企業を対象にしているので小規模のソフトウェア企業は含まれていないこと、また、接続プロセスにおいて企業名や住所表記が統一されていないためにマッチできなかった企業があることなどが考えられる。

図表 1 「企業活動基本調査」と「特定サービス産業実態調査」のマッチング結果

|        | 企業活動基本調査・<br>特定サービス産業実態調査<br>マッチング企業数 | 企業活動基本調査 企業数<br>(ソフトウェア業,情報処理・提供サ<br>ービス業,インターネット付随サ<br>ービス業) |
|--------|---------------------------------------|---|
| 2001 年 | 952 社                                 | 1398 社  |
| 2002 年 | 958 社                                 | 1451 社  |
| 2003 年 | 939 社                                 | 1440 社  |
| 2004 年 | 1002 社                                | 1618 社  |
| 2005 年 | 951 社                                 | 1556 社  |

図表 2 には作成したパネルデータの時系列パターンを示している。+の印は存在していることを示し、-の印は存在していないことを示す。例えば 2001 年から 2005 年の期間すべてに存在していた企業は全体の 42.6%であった。本稿で用いるデータはこのアンバラストパネルデータであるが、かなり安定したパネルデータ構造になっていることが分かる。

図表 2 パネルデータ・パターン

| 割合(%) | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 42.6  | +    | +    | +    | +    | +    |
| 5.1   | -    | +    | +    | +    | +    |
| 5.1   | +    | +    | -    | -    | -    |
| 4.8   | -    | +    | +    | +    | +    |
| 4.5   | -    | -    | +    | +    | +    |
| 4.3   | -    | -    | -    | +    | +    |
| 4.2   | +    | -    | -    | -    | -    |
| 4.1   | -    | -    | -    | -    | +    |
| 3.6   | +    | +    | +    | -    | -    |
| 3.3   | +    | -    | +    | +    | +    |
| 2.9   | -    | -    | -    | +    | -    |
| 1.9   | +    | +    | -    | +    | +    |
| 1.8   | -    | +    | -    | -    | -    |
| 1.7   | +    | +    | +    | -    | +    |
| 1.0   | -    | -    | +    | +    | -    |
| 1.0   | -    | +    | +    | -    | -    |
| 1.0   | +    | -    | -    | +    | +    |
| 1.0   | +    | +    | -    | +    | -    |
| 0.8   | -    | -    | +    | -    | -    |
| 0.8   | -    | +    | +    | +    | -    |
| 0.7   | -    | +    | -    | -    | +    |
| 0.7   | +    | +    | -    | -    | +    |
| 0.6   | -    | +    | -    | +    | +    |
| 0.5   | -    | -    | +    | -    | +    |
| 0.5   | -    | +    | -    | +    | -    |
| 0.5   | +    | -    | -    | +    | -    |
| 0.5   | +    | -    | +    | +    | -    |
| 0.4   | +    | -    | -    | -    | +    |
| 0.3   | +    | -    | +    | -    | -    |
| 0.2   | -    | +    | +    | -    | +    |

なお、ここで構築したデータベースについていくつかの留意点について述べておきたい。まず、企業のアウトプットに関するプロダクトミックスの問題である。特サビ統計はアクティビティベースの統計であることから、企業において少しでもソフトウェアに関する活動が存在すると調査対象となることになっている。従って、ここではいわゆるソフトウェア企業にフォーカスした分析を行うために、付加価値、従業員数、有形固定資産の値が正で、ソフトウェア分野(受注ソフトウェアとソフトウェアプロダクト)の売上高に占める割合が 80%超の企業を分析対象とした。<sup>2</sup>

<sup>2</sup>付加価値、従業員数、有形固定資産の値が正でソフトウェア分野が売上高に占める割合が 70%超の

また、事業所レベルのデータには同一企業内の異なる事業所間で行われた取引に関するデータも売上として含まれ、これを企業ベースで積み上げると内部取引が企業売上に含まれてしまうという問題がある（西村・峰滝、2004）。そのため、ここではまず生産性の計測にあたっては、企活調査における企業レベルデータを用いることとした。また、ソフトウェアのタイプ別売上高に関するデータについては、特サビ調査のデータを用いているが、売上高に関するデータはすべてシェアに変換したものをを用いてダブルカウントによって売上高が過大になる問題を少なくしている。<sup>3</sup>

## 2.2 ソフトウェア企業のグループ分け

次に、ソフトウェア産業の産業組織の特徴である階層構造を明らかにするために、企業を、外注費比率(外注費の総費用に占める割合)と同業者向け売上高比率(売上高に占める同業者向け割合)の2つの指標を用いて、4つの企業グループに分けた。具体的には外注費比率の平均以上と未満、同業者向け売上高比率の平均以上と未満で区分し、峰滝・元橋(2007)にならい以下の4つに分類した(図表3)。

ここで、外注費比率が高く同業者向け売上高比率が低い企業を大手元請けと考えた。大手元請けはピラミッド型の産業組織構造の上位部分に位置し、下請けへの外注化は高いが自らは情報処理産業以外への売上割合が高い傾向にあるからである。外注費比率が高く同業者向け売上高比率も高い企業は、中間的な下請けと考えた。元請けからの発注を受ける(同業者向け割合が高い)とともに、自らも外注化する傾向にあると考えられる。外注費比率が低く同業者向け売上高比率が高い企業は、最終的な下請け企業と考えた。外注費比率が低いのは、その下に発注するところがないからであり、同業者向け売上高比率が高いのは、中間的な下請けへの売上を上げていると考えられるからである。最後に、外注費比率が低く同業者向け売上高比率が低い企業は、同業者に依存しない独立型企業と考えた。

---

企業は 4098 社、80%超の企業は 3832 社、90%超の企業は 3450 社、100%の企業は 2769 社であり 80%超からは企業数がかなり減少する。また多くのソフトウェア企業はインターネット関連等も兼業している。

<sup>3</sup> 企業内取引と企業外取引でタイプ別ディストリビューションが異なる場合は、シェアの情報バイアスを含んでいるが、企業内外で区別したデータが特サビ統計からは得られないため、ここでは企業内外でディストリビューションが同一であるとの仮定をおいている。

図表 3 情報サービス産業に属する企業の分類

|            |                    |                    |
|------------|--------------------|--------------------|
|            | 同業者向け売上高比率<br>平均以上 | 同業者向け売上高比率<br>平均未満 |
| 外注費比率 平均以上 | 中間的下請け             | 元請け                |
| 外注費比率 平均未満 | 最終的下請け             | 独立型企业              |

### 2.3 TFP の計測

次に TFP(Total Factor Productivity)の計測を行うのに必要なデータの説明を行う。付加価値は「企業活動基本調査」を用いて、売上高－営業費用+賃借料+給与総額+原価償却費+租税公課として求めた値をデフレーターで除して計算した。デフレーターは企業向け価格指数を用いた。労働投入は労働時間のデータがないので「企業活動基本調査」の従業員数とした。資本ストックは「企業活動基本調査」の有形固定資産に簿価時価比率を乗じ、さらに稼働率を乗じて計算した<sup>4</sup>。

TFP は、Caves-Christensen-Diewert(1982)や中島(2001)の手法により求めた。

$$\ln TFP_{it} = (\ln Y_{it} - \overline{\ln Y_t}) + \sum_{s=1}^t (\overline{\ln Y_s} - \overline{\ln Y_{s-1}}) - \left[ \sum_{f=1}^n \frac{1}{2} (\overline{S_{ift}} + \overline{S_{it}}) (\ln X_{ift} - \overline{\ln X_{ft}}) + \sum_{s=1}^t \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (\overline{S_{is}} + \overline{S_{is-1}}) (\ln X_{is} - \ln X_{is-1}) \right] \quad \dots(1)$$

ここで、 $Y_{ft}$  は t 期におけ f の付加価値である。 $X_{ift}$  は生産要素 i の投入量、 $S_{ift}$  は生産要素 i のコストシェアである。また、各記号の上の傍線は各変数の平均を表す。生産要素は、従業員数と資本ストックを用いている。付加価値と生産要素は幾何平均、コストシェアは算術平均とする代表的ユニットを定義し、そこからの乖離を用いて各企業の TFP を横断的に計測している。時系列的には代表的ユニットの基準年の値を 1 とし、隣接時点について計算された連鎖指数を連結して代表的ユニットの TFP を計算している。このようにしてソフトウェア産業における個々の企業の TFP を時系列かつ横断面の両面における TFP の絶対比較が可能となり、企業レベルの TFP 指標としては標準的な方法とされ

<sup>4</sup> 非製造業には稼働率指数のデータがないので、財務総合研究所(2002)に従い、資本ストックから計算される資本係数の逆数を用いる。資本係数の逆数の対数値の変動は、長期的には資本使用的な技術関係をもっているために一定の傾きをもったものになるが、年毎では変動している。ここでは、その変動が資本稼働率の変動によるものと仮定し、資本係数の逆数を時間トレンドで回帰して計測した。



ているものである (Baily et. al, 1992)。

本稿においては、ソフトウェア業と情報処理・提供サービス業及びインターネット付随サービス業に2つに分けて、それぞれ(1)式に基づいてTFPを計算した。

図表4は上記の4タイプ別の企業規模、生産性、パテントや研究開発の状況をまとめたものである。まず、付加価値額や従業員数などでみた企業規模であるが、元請型、中間下請型、最終下請型の順番になっており、重層的構造の下位レイヤーにいくほど規模が小さくなっている。独立型は最終下請型より更に規模が小さくなっており、日本においてはマイクロソフトやオラクルのような大規模な独立系ソフトハウスが育っていないことを示している。またTFP指数を見ると、元請型の生産性が最も高く、独立型、中間下請型が並び、最終下請型が最も低くなっている。なお、図表4はそれぞれの指標の平均値のみを示しているが、最大値、最小値、標準偏差などの分布に関する情報を別添の付図表1～3に示している。独立系ソフトウェア企業においてTFP指数の標準偏差が最も大きくなっており、このカテゴリには非常に生産性の高い企業の存在することを表している。

次に部門別売上高比率であるが、元請け型、中間的下請け型、最終的下請け型においては、受注ソフトウェア比率が2/3以上となっている。独立系ソフトウェア企業においてもこの比率は50%以上となっており、日本のソフトウェア産業は受注ソフトが中心で構成されていることが再確認された。ただし、独立系については、パッケージソフトの割合が他と比べて高くなっており、その中でも業務用パッケージソフトの比率が高い。

職種別従業員比率については、全従業員に占めるSE(システムエンジニア)とプログラマーの割合を示している。なお、特サビ調査において、これら以外には管理・営業部門、研究員(エコノミスト、アナリスト、その他調査研究プロジェクト要員)及びその他(オペレーター、キーパンチャー、資料収集などその他の業務)という職種が設けられている。従って、SEやプログラマーの比率は企業の中で直接プログラム開発に従事する専門性の高い従業員の割合と考えることができる。SE比率については、元請型、中間下請型、最終下請型の順番になっており、これらの順番でプロジェクトマネジメントの重要性が高いより大規模なシステム開発に取り組んでいると考えられる。また、SEの仕事の一つは他社に工程の一部をアウトソーシングを行いその管理を行うといったプロジェクトマネジメントが含まれる。これは受注ソフトウェア開発ならではの業務である。一方で、プログラマー比率はこの逆の順番となり、実際のプログラム開発については、重層的構造の下位レイヤーで支えられていることが分かった。なお、独立型については、両者とも比率が低くなっており、ソフトウェア開発に直接関係しない業務に従事

する企業の割合が高いことを示している。

最後にパテントや R&D といったイノベーション関連指標についてみていきたい。パテントを所有しないあるいは R&D を行っていない企業の割合が多いため、ここではこれらの両者について「あり」とする企業の割合を示している。パテントを保有している企業の割合が、独立型、元請け型、中間的下請け型、最終下請け型がそれぞれ 9.3%、13.5%、12.5%、9.2%と大差ないことがわかる。研究開発の実施企業割合については独立型、元請け型、中間的下請け型、最終下請け型がそれぞれ 25.0%、34.7%、31.1%、23.7%となっておりこれは元請け型、中間的下請け型が比較的高い割合といえる。なお、ここでの指標は有無に関する定性的なデータとなっているため、企業規模が大きいほどなんらかの活動を行っている可能性が高い。

また、パテントの有無については企業の業務内容によっても異なる。図表 5 は業務分野別のパテント保有企業割合を示している。基本ソフトウェア開発業務を行っている企業のパテント保有企業割合が最も高い結果となり、一方で受注ソフトが中心の企業はパテントの保有率が少ない。ソフトウェアに関する特許は 1990 年代後半以降、認められたものであり、独立系ソフトウェア会社のイノベーションを促進する効果があると見られている。その一方で、パテントになる技術についても「データベース・検索」、「イメージ処理」、「プログラム制御」などの分野に偏りがある（元橋、2008）。イノベーションの代理変数としてパテントデータを用いる際にはこのような特性について留意することが必要である。

図表4：ソフトウェア企業タイプ別状況

|            | 全体    | 独立型   | 元請型   | 中間下請  | 最終下請  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 企業数        | 3832  | 452   | 778   | 1990  | 612   |
| 付加価値額(*)   | 4158  | 2176  | 5994  | 4359  | 2633  |
| 従業員数       | 415   | 257   | 412   | 485   | 308   |
| 有形固定資産額(*) | 1276  | 626   | 3116  | 961   | 441   |
| TFP指数      | 0.07  | 0.06  | 0.20  | 0.06  | -0.05 |
| 部門別売上比率    |       |       |       |       |       |
| インターネット関連  | 0.2%  | 0.2%  | 0.0%  | 0.4%  | 0.1%  |
| 受注ソフト      | 69.9% | 53.9% | 67.3% | 75.3% | 67.7% |
| 業務用パッケージ   | 6.8%  | 13.9% | 7.4%  | 4.9%  | 7.2%  |
| ゲームソフト     | 1.2%  | 1.2%  | 1.4%  | 1.1%  | 1.4%  |
| 基本ソフトウェア   | 1.2%  | 1.2%  | 1.5%  | 1.1%  | 1.4%  |
| 職種別従業員比率   |       |       |       |       |       |
| SE         | 41.3% | 32.3% | 43.7% | 43.8% | 36.4% |
| プログラマー     | 22.9% | 19.3% | 21.6% | 23.9% | 24.4% |
| パテント保有比率   | 11.8% | 9.3%  | 13.5% | 12.5% | 9.2%  |
| R&D実施比率    | 29.9% | 25.0% | 34.7% | 31.1% | 23.7% |

(\*) 単位：百万円

(注) ソフトウェア比率 80%超, 付加価値・従業員数・有形固定資産があるデータを対象

図表5 パテント保有企業割合

| 業務分野名     | パテント保有企業割合 |
|-----------|------------|
| 受注ソフトウェア  | 11.7%      |
| 業務用ソフトウェア | 18.6%      |
| 基本ソフトウェア  | 24.9%      |
| ゲームソフトウェア | 20.6%      |
| インターネット関連 | 23.2%      |

(注) ソフトウェア比率 80%超, 付加価値・従業員数・有形固定資産があるデータを対象

### 3. 生産性分析のフレームワークと分析結果

#### 3.1 分析フレームワーク

前節の(1)式で計算した各企業の TFP 指数を被説明変数として、説明変数のなかに企業のグループによる差異と、各グループによるパテント有無や研究開発の有無を表す変数を用いて推計を行った。またその他のコントロール変数として、部門別売上比率や企業規模による影響、年次ごとの影響などについても説明変数に加えた。いずれの推計式も推計方法はパネル分析であり、ハウスマン検定により固定効果モデルか変量効果モデルを選択した。なお、すべてのモデルにおいて固定効果モデルが支持されていることから、ここでは固定効果モデルによる推計結果のみを示す。

まず推計式 1 では、独立型、元請け型、中間下請け型、最終下請け型のどのグループに属する企業かで TFP に違いがあるのかを検証する。最終下請け型を基準として、残りの型についてダミー変数を用いた。ただし、ここでは固定効果モデルによって推計しているので、ダミー変数にタイムトレンドを掛けることによって、タイプ別の TFP 伸び率の違いについてみることにした。また、4 種類の企業タイプは同業他社売上比率や外注比率を用いて分類しているため、生産性の推計にあたって内生性の問題が生じる可能性がある。従って、ここでの結果の解釈は、企業タイプ→生産性という因果関係をみるものではなく、企業タイプ別に生産性の違いをみる記述的回帰分析と解釈することが適当である。

[推計式 1]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^5 \beta_k \text{sales\_ratio}_{i,t} + \gamma \text{dummy\_seize}_{i,t} \\ & + \sum_{t=2002}^{2005} \lambda_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(2)$$

$\text{dummy\_firms}_{i,t} : j=1$  独立ダミー(独立型1,それ以外0),  
 $j=2$  元請けダミー(元請け型1,それ以外0),  
 $j=3$  中間的下請けダミー(中間的下請け型1,それ以外0)

$sales\_ratio_{i,t}$ : 業務分野別売上高(インターネット関連分野, 受注ソフトウェア  
業務用パッケージソフトウェア, ゲームソフトウェア, 基本ソフトウェア)

$dummy\_seize_{i,t}$ : 規模ダミー(従業員規模平均超 1, それ以外 0)

$dummy\_year_t$ : 年次ダミー

$cons.$ : 定数項

$\varepsilon_{i,t}$ : 攪乱項

推計式 2 では推計式 1 の説明変数にさらに企業グループダミーとパテント保有ダミーの交差項を加えた。この交差項を加えることで、グループごとにパテント保有の効果を検証することができる。

[推計式 2]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j dummy\_firm_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k cross\_firm_{i,t} - patent_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \gamma_l sales\_ratio_{i,t} + \lambda dummy\_seize_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t dummy\_year_t + cons. + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(3)$$

$cross\_firm_{i,t} - patent_{i,t}$ :  $dummy\_firm_{i,t}$  とパテント有無ダミー(パテント保有1, なし0)の交差項

推計式 3 では推計式 2 と同様に企業グループダミーと研究開発実施企業ダミーの交差項を加えてその効果を検証する。

[推計式 3]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - R \& D_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \gamma_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \lambda \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(4)$$

$\text{cross\_firm}_{i,t} - R \& D_{i,t}$  :  $\text{dummy\_firm}_{i,t}$  と研究開発実施ダミー(研究開発実施企業1,実施しない企業0)の交差項

図表 6 が推計式 1-3 の結果である。まず推計式 1 であるが企業ダミー（最終下請型がベース）については独立型ダミーのみが正で統計的有意になった。図表 4 によると TFP 指標としては元請型が最も高かったが、各種コントロール変数を入れてパネルデータ推計を行うと最終下請型企业との生産性格差は見られないという結果となった。一方で、独立系企業については、それ以外の企業と比べて生産性が高いということがいえる。次に推計式 2 と推計式 3 を見るとパテントとの交差項については元請型ダミーが、R&D と交差項については、元請型と中間下請型のダミーについて正で統計的有意な係数がみられる。すなわち、これらの企業において生産性を向上させるためにイノベーション活動が重要な役割を担うということである。

図表 6 推計結果 1

|                             | 推計式1    |            | 推計式2    |            | 推計式3    |            |
|-----------------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|                             | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       |
| 企業ダミー(独立型)                  | 0.0302  | 0.0102 *** | 0.0302  | 0.0105 *** | 0.0262  | 0.0107 **  |
| 企業ダミー(元請け型)                 | -0.0033 | 0.0088     | -0.0054 | 0.0091     | -0.0097 | 0.0094     |
| 企業ダミー(中間下請け型)               | -0.0031 | 0.0073     | -0.0002 | 0.0075     | -0.0065 | 0.0077     |
| 企業ダミーとパテント有無ダミーの交差項(独立型)    |         |            | 0.0717  | 0.0942     |         |            |
| 企業ダミーとパテント有無ダミーの交差項(元請け型)   |         |            | 0.1405  | 0.0618 **  |         |            |
| 企業ダミーとパテント有無ダミーの交差項(中間下請け型) |         |            | -0.0207 | 0.0425     |         |            |
| 企業ダミーとパテント有無ダミーの交差項(最終下請け型) |         |            | 0.1049  | 0.0789     |         |            |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(独立型)    |         |            |         |            | 0.0751  | 0.0554     |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(元請け型)   |         |            |         |            | 0.0947  | 0.0389 **  |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(中間下請け型) |         |            |         |            | 0.0578  | 0.0280 **  |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(最終下請け型) |         |            |         |            | 0.0024  | 0.0480     |
| インターネット関連分野売上高比率            | 0.3321  | 0.1804 *   | 0.3417  | 0.1804 *   | 0.3300  | 0.1803 *   |
| 受注ソフトウェア売上高比率               | 0.0854  | 0.0354 **  | 0.0806  | 0.0354 **  | 0.0854  | 0.0354 **  |
| 業務用パッケージ売上高比率               | 0.1045  | 0.0741     | 0.0969  | 0.0741     | 0.0882  | 0.0743     |
| ゲームソフトウェア売上高比率              | -0.1472 | 0.1660     | -0.1488 | 0.1659     | -0.1199 | 0.1661     |
| 基本ソフトウェア売上高比率               | 0.1141  | 0.1066     | 0.1151  | 0.1066     | 0.1038  | 0.1066     |
| 規模ダミー                       | -0.0420 | 0.0378     | -0.0445 | 0.0378     | -0.0406 | 0.0378     |
| 年次ダミー(2002年)                | -0.0023 | 0.0182     | -0.0041 | 0.0182     | 0.0008  | 0.0182     |
| 年次ダミー(2003年)                | -0.0001 | 0.0211     | -0.0039 | 0.0213     | 0.0083  | 0.0215     |
| 年次ダミー(2004年)                | 0.0181  | 0.0249     | 0.0134  | 0.0253     | 0.0315  | 0.0257     |
| 年次ダミー(2005年)                | 0.2546  | 0.0300 *** | 0.2473  | 0.0305 *** | 0.2716  | 0.0311 *** |
| 定数項                         | -0.0233 | 0.0409     | -0.0222 | 0.0410     | -0.0389 | 0.0415     |
| サンプル数                       | 3832    |            | 3832    |            | 3832    |            |
| グループ数                       | 1159    |            | 1159    |            | 1159    |            |
| R-square: within            | 0.1206  |            | 0.1234  |            | 0.1236  |            |
| between                     | 0.0049  |            | 0.0046  |            | 0.0080  |            |
| overall                     | 0.0267  |            | 0.0256  |            | 0.0308  |            |
| chi2                        | 42.71   |            | 46.32   |            | 46.80   |            |
| Prob>chi2                   | 0.0001  |            | 0.0002  |            | 0.0001  |            |
| ハウスマン検定結果                   | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            |

(注)ソフトウェア比率 80%超, 付加価値・従業員数・有形固定資産がある企業を対象

\*\*\*:1%有意水準,\*\*:5%有意水準,\*:10%有意水準 以下同様

次に各グループにおける労働の質の違いが TFP に与える影響を検証するために推計式 4-5 を用いた。推計式 4 は企業グループダミーと総従業員に占める SE 比率の交差項を用いた。推計式 5 は企業グループダミーと総従業員に占めるプログラマー比率の交差項を用いた。

[推計式 4]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - SE_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \gamma_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \lambda \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(5)$$

[推計式 5]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - \text{programmer}_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \gamma_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \lambda \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(6)$$

図表 7 がその結果である。推計式 4-5 とともに、独立型の企業において SE 比率あるいはプログラマー比率が生産性に対してポジティブの影響をもたらしていることが分かった。峰滝・元橋(2007)においては IPA における情報産業経営実態調査のデータを用いて、情報処理技術者試験の合格者割合をソフトウェア人材の質として、生産性との関係に関する分析を行ったが、その結果、中間下請型企業において、人材の質と生産性の関係が見られ、今回はそれとは異なる結果となった。ソフトウェア企業における SE やプログラマーは何らかの情報処理技術者試験に合格している可能性が高いので、この両者の指標は相関性が高いと考えられる。そのような前提で違う結果がでたことは、推計方法が異なることによる。峰滝・元橋(2007)は 1 時点のデータを使ったクロスセクション分析であるのに対して、今回の分析ではパネルデータの固定効果モデルを用いて、観



測できない企業ごとに異なる生産性に影響を与える各種要因をコントロールしたものとなっている。従って、今回の方がよりロバストな結果であると考えられる。

図表 7 推計結果 2

|                               | 推計式4    |            | 推計式5    |            |
|-------------------------------|---------|------------|---------|------------|
|                               | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       |
| 企業ダミー(独立型)                    | 0.0393  | 0.0120 *** | 0.0395  | 0.0118 *** |
| 企業ダミー(元請け型)                   | -0.0005 | 0.0105     | -0.0040 | 0.0103     |
| 企業ダミー(中間下請け型)                 | -0.0030 | 0.0087     | -0.0053 | 0.0087     |
| 企業ダミーとSE従業員比率の交差項(独立型)        | 0.0604  | 0.0219 *** |         |            |
| 企業ダミーとSE従業員比率の交差項(元請け型)       | 0.0296  | 0.0206     |         |            |
| 企業ダミーとSE従業員比率の交差項(中間下請け型)     | 0.0125  | 0.0142     |         |            |
| 企業ダミーとSE従業員比率の交差項(最終下請け型)     | 0.0162  | 0.0216     |         |            |
| 企業ダミーとプログラマー従業員比率の交差項(独立型)    |         |            | 0.0537  | 0.0214 **  |
| 企業ダミーとプログラマー従業員比率の交差項(元請け型)   |         |            | 0.0059  | 0.0160     |
| 企業ダミーとプログラマー従業員比率の交差項(中間下請け型) |         |            | -0.0043 | 0.0100     |
| 企業ダミーとプログラマー従業員比率の交差項(最終下請け型) |         |            | 0.0078  | 0.0177     |
| インターネット関連分野売上高比率              | 0.3143  | 0.1807 *   | 0.3092  | 0.1809 *   |
| 受注ソフトウェア売上高比率                 | 0.0874  | 0.0355 **  | 0.0862  | 0.0355 **  |
| 業務用パッケージ売上高比率                 | 0.1034  | 0.0745     | 0.1012  | 0.0741     |
| ゲームソフトウェア売上高比率                | -0.1460 | 0.1660     | -0.1430 | 0.1659     |
| 基本ソフトウェア売上高比率                 | 0.1213  | 0.1066     | 0.1140  | 0.1066     |
| 規模ダミー                         | -0.0410 | 0.0378     | -0.0383 | 0.0379     |
| 年次ダミー(2002年)                  | -0.0037 | 0.0186     | -0.0020 | 0.0186     |
| 年次ダミー(2003年)                  | -0.0027 | 0.0224     | 0.0012  | 0.0223     |
| 年次ダミー(2004年)                  | 0.0134  | 0.0275     | 0.0195  | 0.0275     |
| 年次ダミー(2005年)                  | 0.2475  | 0.0337 *** | 0.2549  | 0.0336 *** |
| 定数項                           | -0.0040 | 0.0426     | -0.0195 | 0.0425     |
| サンプル数                         | 3832    |            | 3832    |            |
| グループ数                         | 1159    |            | 1159    |            |
| R-square: within              | 0.1233  |            | 0.1229  |            |
| between                       | 0.0128  |            | 0.0066  |            |
| overall                       | 0.0359  |            | 0.03    |            |
| chi2                          | 79.72   |            | 70.59   |            |
| Prob>chi2                     | 0.0000  |            | 0.0000  |            |
| ハウスマン検定結果                     | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            |

最後にこれまで分析に用いたイノベーション要因と人材要因の両方を勘案したモデルの推計を行う。推計式 6～推計式 9 は、それぞれ SE 比率とパテント有無ダミーを入れたもの、SE 比率と R&D 有無ダミーを入れたもの、プログラマー比率とパテント有無ダミーを入れたもの、プログラマー比率と R&D 有無ダミーを入れたものである。

[推計式 6]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - SE_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \gamma_k \text{cross\_firm}_{i,t} - \text{patent}_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \lambda_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \mu \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(7)$$

[推計式 7]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - \text{programmer}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \gamma_k \text{cross\_firm}_{i,t} - \text{patent}_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \lambda_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \mu \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(8)$$

[推計式 8]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - SE_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \gamma_k \text{cross\_firm}_{i,t} - R \& D_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \lambda_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \mu \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(9)$$

[推計式 9]

$$\begin{aligned} \ln TFP_{i,t} = & \sum_{j=1}^3 \alpha_j \text{dummy\_firm}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \beta_k \text{cross\_firm}_{i,t} - \text{programmer}_{i,t} + \sum_{k=1}^4 \gamma_k \text{cross\_firm}_{i,t} - R \& D_{i,t} \\ & + \sum_{l=1}^5 \lambda_l \text{sales\_ratio}_{i,t} + \mu \text{dummy\_seize}_{i,t} + \sum_{t=2002}^{2005} \theta_t \text{dummy\_year}_t + \text{cons.} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad \dots(10)$$

図表 11 は推計式 6-9 の結果である。イノベーション指標との関係では、推計結果 1 と同様、元請型において生産性の決定要因として重要であるという結果が得られた。一方で R&D については、元請型の他、独立型、中間下請型についても有意水準は 10% であるものの、統計的有意な係数が得られた。すなわち、最終型下請企業を除いて R&D は生産性との関係で重要はファクターであるということが分かった。また、人材の質については SE、プログラマーともに独立型において統計的に有意となっているという点については、推計結果 2 と同様の結果が得られた。

図表 4 推計結果 3

|                             | 推計式6    |            | 推計式7    |            | 推計式8    |            | 推計式9    |            |
|-----------------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
|                             | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       | 係数      | 標準誤差       |
| 企業ダミー(独立型)                  | 0.0393  | 0.0123 *** | 0.0364  | 0.0121 *** | 0.0392  | 0.0121 *** | 0.0361  | 0.0121 *** |
| 企業ダミー(元請け型)                 | -0.0019 | 0.0107     | -0.0058 | 0.0108     | -0.0058 | 0.0105     | -0.0095 | 0.0106     |
| 企業ダミー(中間下請け型)               | -0.0001 | 0.0089     | -0.0051 | 0.0089     | -0.0029 | 0.0088     | -0.0078 | 0.0089     |
| 企業ダミーとSE比率の交差項(独立型)         | 0.0586  | 0.0220 *** | 0.0639  | 0.0222 *** |         |            |         |            |
| 企業ダミーとSE比率の交差項(元請け型)        | 0.0313  | 0.0207     | 0.0294  | 0.0207     |         |            |         |            |
| 企業ダミーとSE比率の交差項(中間下請け型)      | 0.0114  | 0.0142     | 0.0118  | 0.0143     |         |            |         |            |
| 企業ダミーとSE比率の交差項(最終下請け型)      | 0.0152  | 0.0216     | 0.0096  | 0.0219     |         |            |         |            |
| 企業ダミーとプログラマー比率の交差項(独立型)     |         |            |         |            | 0.0525  | 0.0214 **  | 0.0572  | 0.0215 *** |
| 企業ダミーとプログラマー比率の交差項(元請け型)    |         |            |         |            | 0.0074  | 0.0160     | 0.0074  | 0.0162     |
| 企業ダミーとプログラマー比率の交差項(中間下請け型)  |         |            |         |            | -0.0062 | 0.0101     | -0.0053 | 0.0101     |
| 企業ダミーとプログラマー比率の交差項(最終下請け型)  |         |            |         |            | 0.0081  | 0.0177     | 0.0037  | 0.0177     |
| 企業ダミーとバテント有無ダミーの交差項(独立型)    | 0.0544  | 0.0945     |         |            | 0.0607  | 0.0944     |         |            |
| 企業ダミーとバテント有無ダミーの交差項(元請け型)   | 0.1355  | 0.0618 **  |         |            | 0.1409  | 0.0619 **  |         |            |
| 企業ダミーとバテント有無ダミーの交差項(中間下請け型) | -0.0258 | 0.0426     |         |            | -0.0236 | 0.0426     |         |            |
| 企業ダミーとバテント有無ダミーの交差項(最終下請け型) | 0.0998  | 0.0789     |         |            | 0.1034  | 0.0792     |         |            |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(独立型)    |         |            | 0.0964  | 0.0566 *   |         |            | 0.0955  | 0.0563 *   |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(元請け型)   |         |            | 0.0960  | 0.0390 **  |         |            | 0.0989  | 0.0392 **  |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(中間下請け型) |         |            | 0.0555  | 0.0281 **  |         |            | 0.0539  | 0.0280 *   |
| 企業ダミーと研究開発有無ダミーの交差項(最終下請け型) |         |            | -0.0019 | 0.0487     |         |            | -0.0006 | 0.0482     |
| インターネット関連分野売上高比率            | 0.3259  | 0.1807 *   | 0.3113  | 0.1805 *   | 0.3216  | 0.1809 *   | 0.3053  | 0.1807 *   |
| 受注ソフトウェア売上高比率               | 0.0828  | 0.0355 **  | 0.0872  | 0.0354 **  | 0.0817  | 0.0355 **  | 0.0865  | 0.0354 **  |
| 業務用パッケージ売上高比率               | 0.0970  | 0.0745     | 0.0853  | 0.0747     | 0.0942  | 0.0742     | 0.0835  | 0.0743     |
| ゲームソフトウェア売上高比率              | -0.1487 | 0.1660     | -0.1162 | 0.1662     | -0.1445 | 0.1658     | -0.1132 | 0.1661     |
| 基本ソフトウェア売上高比率               | 0.1227  | 0.1066     | 0.1093  | 0.1066     | 0.1152  | 0.1065     | 0.1021  | 0.1066     |
| 規模ダミー                       | -0.0436 | 0.0378     | -0.0392 | 0.0378     | -0.0407 | 0.0378     | -0.0359 | 0.0378     |
| 年次ダミー(2002年)                | -0.0056 | 0.0186     | -0.0016 | 0.0186     | -0.0036 | 0.0186     | 0.0004  | 0.0186     |
| 年次ダミー(2003年)                | -0.0064 | 0.0226     | 0.0040  | 0.0226     | -0.0020 | 0.0224     | 0.0084  | 0.0225     |
| 年次ダミー(2004年)                | 0.0085  | 0.0278     | 0.0241  | 0.0278     | 0.0157  | 0.0276     | 0.0310  | 0.0279     |
| 年次ダミー(2005年)                | 0.2399  | 0.0342 *** | 0.2608  | 0.0341 *** | 0.2486  | 0.0339 *** | 0.2691  | 0.0342 *** |
| 定数項                         | -0.0034 | 0.0427     | -0.0220 | 0.0432     | -0.0192 | 0.0425     | -0.0374 | 0.0432     |
| サンプル数                       | 3832    |            | 3832    |            | 3832    |            | 3832    |            |
| グループ数                       | 1159    |            | 1159    |            | 1159    |            | 1159    |            |
| R-square: within            | 0.126   |            | 0.1266  |            | 0.1257  |            | 0.1262  |            |
| between                     | 0.0117  |            | 0.0155  |            | 0.0059  |            | 0.0092  |            |
| overall                     | 0.0342  |            | 0.0389  |            | 0.0285  |            | 0.0333  |            |
| chi2                        | 83.94   |            | 83.37   |            | 75.46   |            | 76.82   |            |
| Prob>chi2                   | 0.0000  |            | 0.0000  |            | 0.0000  |            | 0.0000  |            |
| ハウスマン検定結果                   | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            | 固定効果モデル |            |

以上の推計結果より得られた主な論点をまとめると以下のようになる。

- (1) 独立型ソフトウェア企業は、その他の重層的構造を形成している企業よりも生産性が高い。
- (2) 生産性に影響を与える要因として、イノベーション活動については元請型企業において最も影響が大きい。また、独立型企業、中間下請型企業においてもやや影響が

見られる。

- (3) 人材の質については、独立型において SE 比率とプログラマー比率について生産性に対する影響が見られた。

#### 4. 結論と今後の課題

本稿においては、企業活動基本調査と特定サービス産業実態調査の接続データを用いて日本のソフトウェア産業の生産性に関する分析を行った。ソフトウェア企業を同業者との間の受発注に関するデータを用いて、「独立型」、「元請型」、「中間下請型」、「最終下請型」の4つのタイプに分類して、全要素生産性の比較を行った。その結果、「独立型」ソフトウェア企業の生産性は、他のタイプ、すなわち、元請→中間下請→最終下請と重層的なソフトウェア産業を構成する企業よりも高いことが分かった。また、パテントや R&D で見たイノベーション活動や従業員に占める SE 比率やプログラマー比率などの人材の質に関するファクターが生産性に与える影響についても分析を行った。その結果、イノベーション活動については特に元請型企业において、人材の質については独立型企业において、生産性の決定要因として重要であることが分かった。

それではこのような重層的なソフトウェア産業の構造は日本のソフトウェア産業の生産性の低さと関係あるのであろうか？ソフトウェア産業の階層構造は受注ソフトにおいて特に顕著に見られるものと考えられるので、パッケージソフトが中心となっている欧米と単純に比較することはできない。ただ、西村・峰滝(2004)は、「特定サービス産業実態調査」を用いた分析で、情報サービス企業の生産性分析において外注化が必ずしも効率的に行われていない結果、情報サービス産業が低い生産性の伸び率に陥っていると分析している。今回の分析によって、パッケージソフトの売上高比率が高い独立系ソフトウェア企業の生産性が高いことが分かったが、これは日本のソフトウェア産業が重層的下請構造を解消し、それぞれの企業が独自の技術やビジネス方法によって競争するシステムに移行していくことによって、産業全体の生産性が上昇する可能性を示唆している。

しかし、日本において、独立系のソフトウェア企業はまだまだその規模は小さく、重層的下請構造を形成する企業の中で最も規模の小さい最終下請型企业とほぼ同等の規模に留まっているということも事実である。依然として、日本のソフトウェア産業は、大規模の受注ソフトに関するプロジェクトを引き受けている元請型企业が中心的な存在である。従って、これらの大手企業におけるイノベーション活動を活性化させ、生産性向上を図っていくことが重要である。また、独立系ソフトウェア企業は規模が小さいことから、パテントや R&D の有無が生産性に対して有意な影響は見られなかったが、SE 比

率やプログラマー比率といった人材に関する変数の影響が見られた。人材育成によって独立型ソフトウェア企業の振興を図ることも重要である。

IT 産業の構造が大きく変化する中でソフトウェア産業のあり方にも変革が見られることに留意することも必要である。情報処理システムのダウンサイジングやオープン化の流れの中で、ソフトウェア開発手法も「ウォーターフォール型」からユーザーとのインタラクションを重視した「プロトタイプング」や「スパイラル型」が主流になってきた。日本の重層的なソフトウェア産業の構造は「ウォーターフォール型」モデルにおいては効果的であったと思われるが、プロセス間のインタラクションやフィードバックが頻繁に発生する状況ではトランザクションコストが大きくなり非効率であると考えられる（クスマノ、2004）。この点について検討するためにはソフトウェア開発プロジェクトのタイプ毎に最適な組織形態について分析することが必要である。

また、ここでは受注ソフトに関する下請構造の属する企業群とそれ以外の独立系ソフトウェアハウスに分類して分析を行ったが、独立系というカテゴリは TFP の標準偏差が大きいことからみるように、極めて多様な企業によって構成されていることにも留意することが必要である。ソフトウェアの生産性決定要因として重要な人材やイノベーションについてもゲームソフトを中心とする独立系と業務用パッケージを開発する企業では異なる。このようなソフトウェア企業のより詳細な分類まで降りて、生産性決定要因に関するよりミクロな分析を行っていくことが重要であると考えられる。

更に、今後の課題として IT システムのユーザーも含めた IT 投資全体に関する生産性に関する分析も重要である。受注ソフトはユーザー企業のニーズを反映して開発されるものであるため、開発業者サイドにおいてパッケージソフトより生産性が低くなるものの、ユーザー企業においては導入効果が高まるはずである。しかし、その一方で開発業者が独自のシステムでユーザーをロックインして、ソフトウェア業者間の競争が進まない場合はユーザー企業にとっても最適なシステムが導入されるとは限らない。また、日本企業は米国や韓国の企業と比べて、IT システムを外注するための要件定義能力が低いというユーザーサイドの問題を指摘する分析結果も存在する（元橋、2007）。このような IT ベンダーとユーザーの両者の関係も含めた IT システム全体の生産性について分析を行うことについても今後の重要な課題といえよう。

【参考文献】

- 今井賢一・石野福弥(1991)、日本のソフトウェア、『ビジネスレビュー』、Vol.41、No.1、pp.1-18、東洋経済新報社
- クスマノ、マイケル・A (2004)、『ソフトウェア企業の競争戦略』、サイコムインターナショナル (翻訳)、ダイヤモンド社、2004年12月
- 財務省財務総合政策研究所(2002)『都道府県の経済活性化における政府の役割－生産効率・雇用創出からの考察』、財務省財務総合政策研究所報告書
- 田中辰雄(2003)、「ソフトウェア産業」、『サイエンス産業』(後藤晃・小田切宏之編)第8章、NTT出版社
- 中島隆信(2001)、『日本経済の生産性分析』、日本経済新聞社
- 西村清彦・峰滝和典(2004)、『情報技術革新と日本経済「ニューエコノミーの幻を超えて」』、有斐閣、2004年5月
- 峰滝和典・元橋一之(2007)、「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」、経済産業研究所 RIETI Discussion Paper Series 07-J-018
- 元橋一之(2008)、「ソフトウェアに関するプロパテント制度と出願動向に関する分析」、『平成19年特許統計経済分析に関する報告書』、知的財産研究所、2008年3月
- 元橋一之(2007)、「日米韓企業のIT経営に関する比較分析」、RIETI Discussion Paper Series 07-J-029
- 元橋一之(2005)、『ITイノベーションの実証分析』、東洋経済新報社、2005年3月
- Baily, M. N., C. Hulten, and D. Campbell (1992): “Productivity dynamics in manufacturing plants.” *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics*, 187-267.
- Caves, D., L. Christensen and W. Diewert(1982), “Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers,” *Economic Journal*, Vol. 92, pp.73-86.
- Motohashi, K. (2006), *The IT Revolution's Implications for the Japanese Economy*, in *Japan: Moving Toward a More Advanced Knowledge Economy*, T. Shibata ed., World Bank Institute, Washington DC

付図表 1 基本統計量（付加価値，従業員数，有形固定資産,TFP）

(1) 全体

| 基本統計量 | 付加価値   | 従業員数 | 有形固定資産 | TFP   |
|-------|--------|------|--------|-------|
| サンプル数 | 3832   | 3832 | 3832   | 3832  |
| 平均    | 4158   | 415  | 1276   | 0.07  |
| 標準偏差  | 14227  | 716  | 13051  | 0.57  |
| 最大値   | 390227 | 7980 | 400950 | 2.61  |
| 最小値   | 9      | 50   | 1      | -7.75 |

(注) 単位 付加価値(100 万円)、従業員数(人)、有形固定資産(100 万円)、TFP は水準の対数値である。ソフトウェア比率 80%超、付加価値・従業員数・有形固定資産があるデータを対象(以下同様)

(2) 独立型

| 基本統計量 | 付加価値  | 従業員数 | 有形固定資産 | TFP   |
|-------|-------|------|--------|-------|
| サンプル数 | 452   | 452  | 452    | 452   |
| 平均    | 2176  | 257  | 626    | 0.06  |
| 標準偏差  | 3140  | 348  | 1667   | 0.68  |
| 最大値   | 25458 | 2696 | 14885  | 1.97  |
| 最小値   | 79    | 50   | 1      | -4.10 |

(3) 元請け型

| 基本統計量 | 付加価値   | 従業員数 | 有形固定資産 | TFP   |
|-------|--------|------|--------|-------|
| サンプル数 | 778    | 778  | 778    | 778   |
| 平均    | 5994   | 412  | 3116   | 0.20  |
| 標準偏差  | 27629  | 819  | 28328  | 0.54  |
| 最大値   | 390227 | 7980 | 400950 | 1.91  |
| 最小値   | 64     | 50   | 1      | -2.98 |

(4) 中間下請け型

| 基本統計量 | 付加価値   | 従業員数 | 有形固定資産 | TFP   |
|-------|--------|------|--------|-------|
| サンプル数 | 1990   | 1990 | 1990   | 1990  |
| 平均    | 4359   | 485  | 961    | 0.06  |
| 標準偏差  | 8587   | 770  | 3413   | 0.53  |
| 最大値   | 112354 | 7082 | 45892  | 2.03  |
| 最小値   | 9      | 50   | 1      | -7.75 |

(5) 最終下請け型

| 基本統計量 | 付加価値  | 従業員数 | 有形固定資産 | TFP   |
|-------|-------|------|--------|-------|
| サンプル数 | 612   | 612  | 612    | 612   |
| 平均    | 2633  | 308  | 441    | -0.05 |
| 標準偏差  | 6434  | 539  | 1340   | 0.59  |
| 最大値   | 65862 | 5123 | 11425  | 2.61  |
| 最小値   | 20    | 50   | 1      | -4.22 |

付図表 2 部門別売上高比率

(1) 全体

| 基本統計量 | インターネット<br>関連分野売上高<br>比率 | 受注ソフトウェ<br>ア売上高比率 | 業務用パッケー<br>ジ売上高比率 | ゲームソフトウ<br>ェア売上高比率 |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| サンプル数 | 3832                     | 3832              | 3832              | 3832               |
| 平均    | 0.0005                   | 0.5436            | 0.0472            | 0.0108             |
| 標準偏差  | 0.0062                   | 0.3678            | 0.1444            | 0.0981             |
| 最大値   | 0.2082                   | 1.0000            | 1.0000            | 1.0000             |
| 最小値   | 0.0000                   | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000             |

(注) ソフトウェア比率 80%超, 付加価値・従業員数・有形固定資産があるデータを対象  
(以下同様)



## (2) 独立型

| 基本統計量 | インターネット<br>関連分野売上高<br>比率 | 受注ソフトウェ<br>ア売上高比率 | 業務用パッケー<br>ジ売上高比率 | ゲームソフトウ<br>ェア売上高比率 |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| サンプル数 | 452                      | 452               | 452               | 452                |
| 平均    | 0.0004                   | 0.3360            | 0.0981            | 0.0088             |
| 標準偏差  | 0.0072                   | 0.3773            | 0.2406            | 0.0859             |
| 最大値   | 0.1518                   | 1.0000            | 1.0000            | 1.0000             |
| 最小値   | 0.0000                   | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000             |

## (3) 元請け型

| 基本統計量 | インターネット<br>関連分野売上高<br>比率 | 受注ソフトウェ<br>ア売上高比率 | 業務用パッケー<br>ジ売上高比率 | ゲームソフトウ<br>ェア売上高比率 |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| サンプル数 | 778                      | 778               | 778               | 778                |
| 平均    | 0.0002                   | 0.5281            | 0.0490            | 0.0131             |
| 標準偏差  | 0.0029                   | 0.3875            | 0.1526            | 0.1094             |
| 最大値   | 0.0565                   | 1.0000            | 1.0000            | 1.0000             |
| 最小値   | 0.0000                   | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000             |

## (4) 中間下請け型

| 基本統計量 | インターネット<br>関連分野売上高<br>比率 | 受注ソフトウェ<br>ア売上高比率 | 業務用パッケー<br>ジ売上高比率 | ゲームソフトウ<br>ェア売上高比率 |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| サンプル数 | 1990                     | 1990              | 1990              | 1990               |
| 平均    | 0.0006                   | 0.6040            | 0.0333            | 0.0103             |
| 標準偏差  | 0.0075                   | 0.3349            | 0.0974            | 0.0954             |
| 最大値   | 0.2082                   | 1.0000            | 0.9638            | 1.0000             |
| 最小値   | 0.0000                   | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000             |

## (5) 最終下請け型

| 基本統計量 | インターネット<br>関連分野売上高<br>比率 | 受注ソフトウェ<br>ア売上高比率 | 業務用パッケー<br>ジ売上高比率 | ゲームソフトウ<br>ェア売上高比率 |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| サンプル数 | 612                      | 612               | 612               | 612                |
| 平均    | 0.0004                   | 0.5200            | 0.0528            | 0.0115             |
| 標準偏差  | 0.0034                   | 0.3775            | 0.1576            | 0.1002             |
| 最大値   | 0.0476                   | 1.0000            | 1.0000            | 1.0000             |
| 最小値   | 0.0000                   | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000             |

## 付図表 3 基本統計量 職種別従業員比率

## (1) 全体

| 基本統計量 | SE 従業員比率 | プログラマー従業員比<br>率 | 研究員従業員比率 |
|-------|----------|-----------------|----------|
| サンプル数 | 3832     | 3832            | 3832     |
| 平均    | 0.4126   | 0.2293          | 0.0089   |
| 標準偏差  | 0.2625   | 0.2098          | 0.0560   |
| 最大値   | 1.0000   | 0.9794          | 0.8734   |
| 最小値   | 0.0000   | 0.0000          | 0.0000   |

(注) ソフトウェア比率 80%超, 付加価値・従業員数・有形固定資産があるデータを対象  
(以下同様)

## (2) 独立型

| 基本統計量 | SE 従業員比率 | プログラマー従業員比<br>率 | 研究員従業員比率 |
|-------|----------|-----------------|----------|
| サンプル数 | 452      | 452             | 452      |
| 平均    | 0.3228   | 0.1925          | 0.0052   |
| 標準偏差  | 0.2711   | 0.2124          | 0.0301   |
| 最大値   | 0.9854   | 0.9767          | 0.4423   |
| 最小値   | 0.0000   | 0.0000          | 0.0000   |

(3) 元請け型

| 基本統計量 | SE 従業員比率 | プログラマー従業員比率 | 研究員従業員比率 |
|-------|----------|-------------|----------|
| サンプル数 | 778      | 778         | 778      |
| 平均    | 0.4366   | 0.2157      | 0.0135   |
| 標準偏差  | 0.2788   | 0.2247      | 0.0759   |
| 最大値   | 1.0000   | 0.9794      | 0.8734   |
| 最小値   | 0.0000   | 0.0000      | 0.0000   |

(4) 中間下請け型

| 基本統計量 | SE 従業員比率 | プログラマー従業員比率 | 研究員従業員比率 |
|-------|----------|-------------|----------|
| サンプル数 | 1990     | 1990        | 1990     |
| 平均    | 0.4383   | 0.2385      | 0.0092   |
| 標準偏差  | 0.2518   | 0.2036      | 0.0581   |
| 最大値   | 1.0000   | 0.9535      | 0.7943   |
| 最小値   | 0.0000   | 0.0000      | 0.0000   |

(5) 最終下請け型

| 基本統計量 | SE 従業員比率 | プログラマー従業員比率 | 研究員従業員比率 |
|-------|----------|-------------|----------|
| サンプル数 | 612      | 612         | 612      |
| 平均    | 0.3644   | 0.2437      | 0.0046   |
| 標準偏差  | 0.2477   | 0.2043      | 0.0248   |
| 最大値   | 1.0000   | 0.9630      | 0.3942   |
| 最小値   | 0.0000   | 0.0000      | 0.0000   |