



企業におけるクラウド・コンピューティング普及の可能性  
～全要素生産性への影響を中心に～

高橋 靖生

Potentiality of the Cloud Computing diffusion in Japan

Yasuo Takahashi

**ITEC Working Paper Series**

**14-01**

**March 2014**

企業におけるクラウド・コンピューティング普及の可能性  
～全要素生産性への影響を中心に～  
Potentiality of the Cloud Computing diffusion in Japan

同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター  
ワーキングペーパー14-01

高橋 靖生  
同志社大学大学院 総合政策科学研究科  
技術・革新的経営専攻  
602-8580 京都市上京区今出川通烏丸東入  
Tel : 075-251-3183  
Fax : 075-251-3139  
E-mail : t-yasu@mtb.biglobe.ne.jp

キーワード：クラウド・コンピューティング(Cloud Computing)  
生産関数(Production Function)  
SaaS(Software as a Service)

本文内容の専門領域：生産性分析(Productivity Analysis)  
ICT 経済(Information and Communication Technology  
Economics)

著者（共著者を含む）の専門領域：情報システム論(Information System)

#### 要旨：

本稿では、クラウド・コンピューティング普及の可能性を探るため、企業がクラウド・コンピューティング利用することによる生産性への影響、利用における課題・問題点について、「情報処理実態調査」の個票データを用いて分析を行った。

生産性への影響については、生産関数にクラウド・コンピューティングサービスの提供形態の一つであり、ソフトウェアサービスを提供する SaaS の関連指標を説明変数に加え、分析を行い、企業における SaaS 利用に関する課題・問題点については、ロジットモデルを用いて分析を行った。

推計結果から、企業における SaaS の利用は、限定的ではあるが全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果をもたらしていることがわかった。SaaS 利用において、企業は SaaS の信頼性や安全性に不安があることや、自社のビジネスモデルの変更が伴うことを理由に SaaS を利用していないことがわかった。一方、カスタマイズの自由度が低いことや、システムおよびデータ連携のための API が標準化されていないなどの不満を持ちつつも、SaaS を利用している実態が明らかになった。

#### 謝辞：

本稿は、文部科学省の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「持続的イノベーションを可能とする人と組織の研究」の研究テーマの 1 つである「持続的イノベーションを可能とする組織の研究」の研究成果である。本稿執筆にあたっては、経済産業省商務情報政策局情報経済課から『情報処理実態調査』調査票データの利用許可を得た。ここに記して感謝の意を表します。

# 企業におけるクラウド・コンピューティング普及の可能性

～全要素生産性への影響を中心に～

高橋 靖生

## 1. はじめに

インターネットの発展は、人々に ICT (Information and Communication Technologies) が新しいコミュニケーションの手段や生産性を向上させるツールとして重要であることを認識させた。<sup>1</sup>Lin (2002) は、インターネット上で生まれたサイバーネットワーク<sup>2</sup>上に、ソーシャルキャピタル (社会関係資本) の革命的な増加が生じていると論じている。これらは持続的イノベーションを起こすものとして様々な産業分野から期待されている。平成 22 年度版『情報通信白書』においても、「クラウド・コンピューティングを利用したサービスは、今までの ICT 分野に大きなパラダイムシフトをもたらし、情報通信、ソフトウェアアプリケーション、コンテンツ、端末などに今後大きな変革をもたらす可能性を秘めている。」と記されている。このことは ICT と従来の産業が融合し新たな社会システムが構築される可能性が高いこと示唆している。

Open cloud manifesto (2009) では、クラウド・コンピューティングはインターネットの革命の次のステージに当たるものとしている。またクラウド・コンピューティングはオープンな環境から、今後大きな発展可能性を秘めているとしている。そのほか ICT 産業以外の業種が参入し、様々なコンテンツを生かしたサービスが展開される可能性も非常に高い、としている。

初めてクラウド・コンピューティングの技術を用いてサービスを提供したのは、Google 社や Amazon 社である。両社は自社で所有しているコンピュータの余剰設備を利用してサービスを提供したのが始まりとされている。これらのサービスがクラウド・コンピューティングのサービスとして、世界中に認知されるに至った。クラウド・コンピューティングの出現によって、コンピュータシステムを利用する企業は、システムへの資本支出を無くし、都度料金を支払って、システムサービスを利用することが可能となった。そして ICT コストの削減をはかることができるようになった。

企業におけるクラウド・コンピューティングのサービスの利用は、自社内部の情報システムの置き換えとしての利用から、他の企業とシステムの共同利用などにもおよび、大きな初期投資なしで利用できることのメリットは大きい。

一方、独立行政法人情報処理推進機構が行った調査<sup>3</sup>によると、全回答者 300 人のうち、27.3%に当たる 82 人は「クラウド・コンピューティング」という言葉を聞いたことがないと回答している。「クラウド・コンピューティング」とい

う言葉を聞いたことがある 218 人の回答者においても、クラウド・コンピューティングのサービス利用形態の一つである PaaS や IaaS などクラウド・コンピューティングを表す特有の言葉について、60%以上が知らないという状況である。そのため機構では、クラウド・コンピューティングのサービスを検討していない企業に対して、まず、①「クラウド・コンピューティング」という言葉を知ってもらい、次に、②「クラウド・コンピューティング」が何であるのかを知り興味を抱いてもらい、さらに、③「クラウド・コンピューティング」のメリットを理解し導入意欲を高めてもらう、という段階を踏むことの重要性を指摘している。そのためには「クラウド・コンピューティング」を認知・理解するきっかけとなる情報をわかりやすい形で提供することが重要である、としている。

本稿ではサービスを需要する側の立場に立つ。企業は ICT 投資を行うことで生産性にプラスの影響を与えたように、クラウド・コンピューティングのサービスを利用することで、ICT 投資と同様に生産性にプラスの影響を与えるのか実証分析を行う。また企業にとってクラウド・コンピューティングのサービス利用における課題・問題点についても実証分析を行う。第 2 章では、クラウド・コンピューティングの歴史的経緯、導入のメリット・デメリット、今までの ICT 投資との違いを含め先行研究サーベイを通じて取りまとめる。第 3 章からは、「情報処理実態調査」データのデータを用いて、クラウド・コンピューティングのサービス提供形態の 1 つである SaaS の利用実態を明らかにする。第 4 章では、企業が SaaS を利用することは、今までの自社で構築した情報システムの一部を SaaS に代替して利用することであると想定し、その代替としての SaaS 利用が企業の全要素生産性にどのような影響を与えているか、生産関数を用いた実証分析を行う。第 5 章では、企業が SaaS を利用する際の課題・問題点について分析する。最後に第 6 章で本稿のまとめ、および今後研究を進めていくにあたっての課題についてまとめる。

## 2. クラウド・コンピューティングとは

ここでは、クラウド・コンピューティングの歴史的経緯、導入のメリット・デメリット、今までの ICT 投資との違いを含め先行研究サーベイを通じて取りまとめる。

クラウド・コンピューティングについては様々な定義が存在するが、最も広く社会に知られているのは 2011 年に NIST<sup>4</sup>が定めたものである。国際的に標準化された定義ではないが、クラウド・コンピューティングの有する基本的機能を明確にするとともに、そのサービス提供形態・サービス利用形態の分類を行

っている。

これによると、クラウド・コンピューティングとは、ネットワークやサーバ、アプリケーション資源を素早く用意し展開できるという前提の上に、①必要にあわせてサーバやストレージを利用できる (On-demand self-service)、②パソコン・携帯電話・PDA<sup>5</sup>など様々な端末からネットワークを利用して利用できる (Broadband network access)、③サーバ等の資源を共有して利用する (Resource pooling)、④必要な時にサーバなどのスケールアップやスケールダウンが簡単にできる (Rapid elasticity)、⑤適切な計測方法によりサービスの透明性が確保される (Measured Service)、という 5 つの基本機能を有するものとしている。

また、ユーザに提供する際のサービス提供形態について、①ソフトウェアサービスを提供する形態 (SaaS: Software as a Services)、②ソフトウェアの開発環境を提供する形態 (PaaS: Platform as a Services)、③サーバなどのインフラ基盤の環境を提供する形態 (IaaS: Infrastructure as a Services)、の 3 つに分類している。ユーザがサービスを利用する形態は、①特定の企業や組織のためだけに利用する形態 (Private Cloud)、②いくつかの企業や組織で共有しながら利用する形態 (Community Cloud)、③不特定多数の利用が共有して利用する形態 (Public Cloud)、④ ①～③を組み合わせる形態 (Hybrid Cloud)、の 4 つに分類している。

一方、EU の報告書<sup>6</sup>では、「クラウド・コンピューティングとは、ユーザがインターネットなどのネットワークを使って、サービスプロバイダのコンピュータに置かれたデータ及びソフトウェアにアクセスするソフトウェア群や技術群である。企業や行政機関を含むユーザは、これによりソフトウェアや関連機器を自前で用意し、データを保存し管理する必要がなくなり、経費を削減できる。そしてエネルギーの利用効率も改善できる。<sup>7</sup>」としている。また、事業者からみたクラウド・コンピューティングの特徴は、非機能的側面としてハードウェア・システムの能力増強が容易であること、経済的側面として経費削減や新しいサービスを従来と比較して早く安価に提供することが可能であること、技術的側面として同一のサーバに複数のユーザを割り当て、プライバシーや安全性に適合したサービスを提供することが可能であること、であるとしている。さらに、報告書ではクラウド・コンピューティングの展開は米国が先行していることを共通の認識とし、欧州にてクラウド・コンピューティングを広めていくための強みと弱みについて分析を行い、クラウドエコシステムやグリーン IT などいくつかの分野で、EU は米国とは違う強みを発揮できると報告している。

Michel *et al.* (2009) は、クラウド・コンピューティングの特徴は、①無限のコンピュータリソースを必要な時に利用することができ、前もって利用するコ

ンピュータを準備しておく必要が無い、②企業はシステムを小規模から始める事ができ、必要な時だけハードウェア機能を追加することができる、③利用者は短時間で必要なコンピュータ資源を必要に応じて利用するので、機器やストレージを常に保持する必要がない、という3点を挙げている。

## 2.1 クラウド・コンピューティングの歴史

次に、「クラウド・コンピューティング」の歴史について、整理をしておく。

「クラウド・コンピューティング」という言葉は、2006年8月に開催された Search Engine Strategies Conference において、Google社の Eric Emerson Schmidt が初めて提唱<sup>8</sup>し、実際に Google 社や Amazon 社が自社のコンピュータの余剰設備を利用してサービスを提供したのが始まりとされている。クラウド・コンピューティングと同様の形態をとるシステムはそれ以前にも存在し、Sutherland (1968) がコンピュータでの処理を時間で区切って配分することの可能性を論じており、これがリソースを配分する考え方の起源とされている。その後「TSS (Time Sharing System)<sup>9</sup>」、「ユーティリティコンピューティング<sup>10</sup>」、「ネットワークコンピューティング<sup>11</sup>」、「ASP (Application Service Provider)<sup>12</sup>」、「SaaS (Software as a Service)<sup>13</sup>」、「Grid Computing<sup>14</sup>」というように機能の追加と名称の変更を経て現在に至っている。

Armbrust *et al.* (2009)、Dillon, *et al.* (2010) は、クラウド・コンピューティングは過去に同様のシステムが存在していたと指摘し、それは SOC (Service-Oriented Computing) 及び Grid Computing であると主張している。

SOC とはサービス指向コンピューティングと呼ばれ、新しくアプリケーションを作る際にローカルに全ての機能を実装したライブラリ<sup>15</sup>を用意するのではなく、Web サービスとして提供・公開されている機能をネットワーク越しで利用することで新たなアプリケーション (Web サービス) を構築する手法で、インターネットを通じてハードウェア資源やソフトウェア資源を端末と結びつけて利用する点が SaaS モデルと似ているとしている。一方、Grid Computing とは、インターネット上にある複数のコンピュータ資源を結びつけてひとつの複合コンピュータとして利用する仕組みで、大規模な計算処理などに利用されている。仮想的なコンピュータ資源を使う点や資源のスケールアップ・スケールダウンが容易である点がクラウド・コンピューティングの仕様と似ている、としている。

## 2.2 クラウド・コンピューティング導入のメリット

では、企業はクラウド・コンピューティングを導入することで、どのようなメリットを得ることができるのであろうか。

Rafique *et al.* (2011) は、経済的なインパクトとして、①巨大なデータセンタ

ーを利用することで供給側のコストを削減し、需要をひとつの固まりにまとめ、サーバに複数のユーザを収容し効率よく運用できるため、規模の経済が働く、②企業にとってシステム構築の初期の ICT 投資が少なくなり、需要量に応じた変動費用として扱うことができる、③クラウド・コンピューティングサービス提供事業者から操作しやすい API が提供されることにより、利用者のシステム運用の負荷が非常に低くなり、低い管理コストが実現する、④サーバのリソースやデータベース、アプリケーション、ミドルウェアなどクラウド・コンピューティングとして提供され、ライセンスやソフトウェアのアップデートの心配をすることが無くなり、低い運用及び保守コストが実現する、⑤マクロ経済へのインパクトとしての雇用機会拡大や経済回復に寄与する、の 5 つを挙げている。また Armbrust *et al.* (2009) は、①ICT 投資の支出を、資本項目からの支出から運用項目での支出に変化させ、②利用した分だけ支払うことが可能になり、③機器の償却コストもかからず運用コストの削減も図れる、としている。EU(2010)も、クラウド・コンピューティングの導入は、企業にとって経費削減など経済的なメリットが極めて大きいとしている。

### 3. 企業における利用実態

本章では、クラウド・コンピューティングの提供形態の一つであり、ソフトウェアサービスを提供する SaaS について、企業における利用状況を業種別、売上高別、売上高に占める情報処理関係支出総額割合別に明らかにする。

経済産業省が毎年実施している「情報処理実態調査」の平成 20 年～平成 22 年までの 3 年間の個票データ（調査対象年は平成 19 年度～平成 21 年度）を用いた。なお、本稿では特に断りのない限り、年は調査年を示す。SaaS が、企業においてどのぐらい利用されているのか、また、どのような貢献をしているのか、あるいは導入を阻害する要因はどのようなものなのかといった点を明らかにすることである。本分析で利用した個別データは、経済産業省商務情報政策局に情報利用承認申請を行い、データの個別利用が認められたものである。

#### 3.1 情報処理実態調査

経済産業省が毎年実施している「情報処理実態調査」において、SaaS の利用状況に関する設問が登場したのは平成 19 年が初めてである。またクラウド・コンピューティングの利用状況に関する設問が登場したのは平成 22 年からである。

「情報処理実態調査」とは、昭和 44 年から毎年調査されている経済産業省の公式統計であり、民間企業における情報処理に関する支出やその用途・効果などを把握し、国の情報政策の基礎資料となるものである。また本調査は IT 産業

の競争力強化に加え、IT の戦略的活用による経済・産業・社会の再生に向けた政策を適切に進めていく上で、重要な役割を果たしている。調査対象は 26 の業種の約 9500 の法人であり、回収率は約 50%である。対象企業のサンプリングは、同じ経済産業省が行っている企業活動基本調査をもとにしているが、業種の偏りなどを補うために一部帝国データバンクの資料も利用している。対象企業は資本金 3000 万円以上かつ従業員 50 名以上の企業とされており、これらの抽出は無作為に行われている。<sup>16</sup>

この調査には、SaaS を利用するためにサービス提供事業者などへの支払いなど外部への支払いが発生したかどうかを答えさせる質問がある。ここでは、費用が発生したと回答した企業は SaaS サービスを利用した企業と見なして分析を進めていく。

本分析においては、製造業・非製造業に業種を分類して分析を行った。(表 1 参照)

表 1 産業分類

産業分類	業種名
製造業	食料品、飲料・たばこ・飼料製造業、繊維工業、パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、石油・石炭・プラスチック製品製造業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業、非鉄金属・金属製品製造業、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、輸出用機械器具製造業、その他機械器具製造業、その他の製造業、
非製造業	農林漁業・同協同組合、鉱業、建設業、電気・ガス・熱供給・水道業、映像・音声情報制作・放送・通信業、新聞・出版業、情報サービス業、運輸業・郵便業、卸売業、小売業、金融業・保険業、医療業(国・公立を除く)、教育(国・公立を除く)、学習支援業、その他の非製造業、

### 3.2 企業における SaaS の利用状況

まず製造・非製造に見たクラウド・コンピューティングのサービスを利用している比率を集計した(図 1 参照)。それによると製造業で 8%、非製造業で 7% が利用し、全体では 8%の企業が SaaS を用いたサービスを利用している。

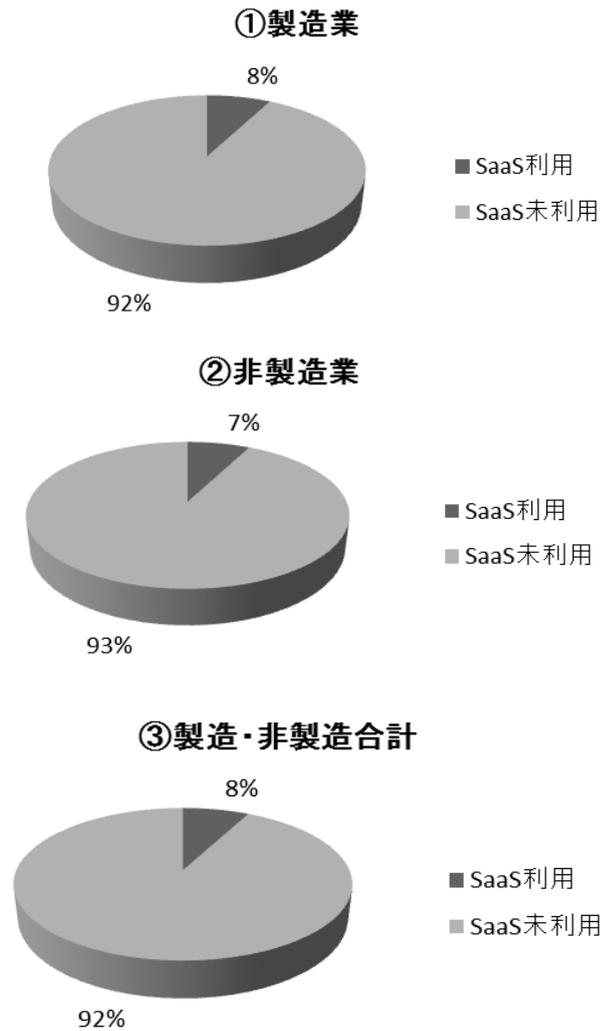


図 1 SaaS の利用状況

出所) 経済産業省「平成 22 年情報処理実態調査」のデータから作成

### 3.3 年間事業収入別に見た SaaS の利用比率

次に、製造・非製造の年間事業収入別に見たクラウド・コンピューティングのサービスを利用している比率を集計した(図 2 参照)。

これによると、製造業では、年間事業収入 250 億円以上の企業では 10%以上の企業が利用している。特に年間事業収入 5000 億円以上の企業では 30.2%の企業が利用している。年間事業収入が 50 億円に満たない企業では利用率が低く、年間事業収入 10 億円以下の企業では 1.7%の企業しか利用していない。

一方、非製造業では、年間事業収入 500 億円以上の企業は 10%以上の企業が利用している。特に年間事業収入 5000 億円以上の企業では 28.1%の企業が利用している。年間事業収入が少ない企業では利用率が低く、年間事業収入 10 億円以下の企業では 3.1%の企業しか利用していない。

製造業・非製造業をあわせると、年間事業収入 250 億円以上の企業での利用

率が10%を超えており、年間事業収入が大きくなるにつれて、利用率が高くなっていることが確認できる。

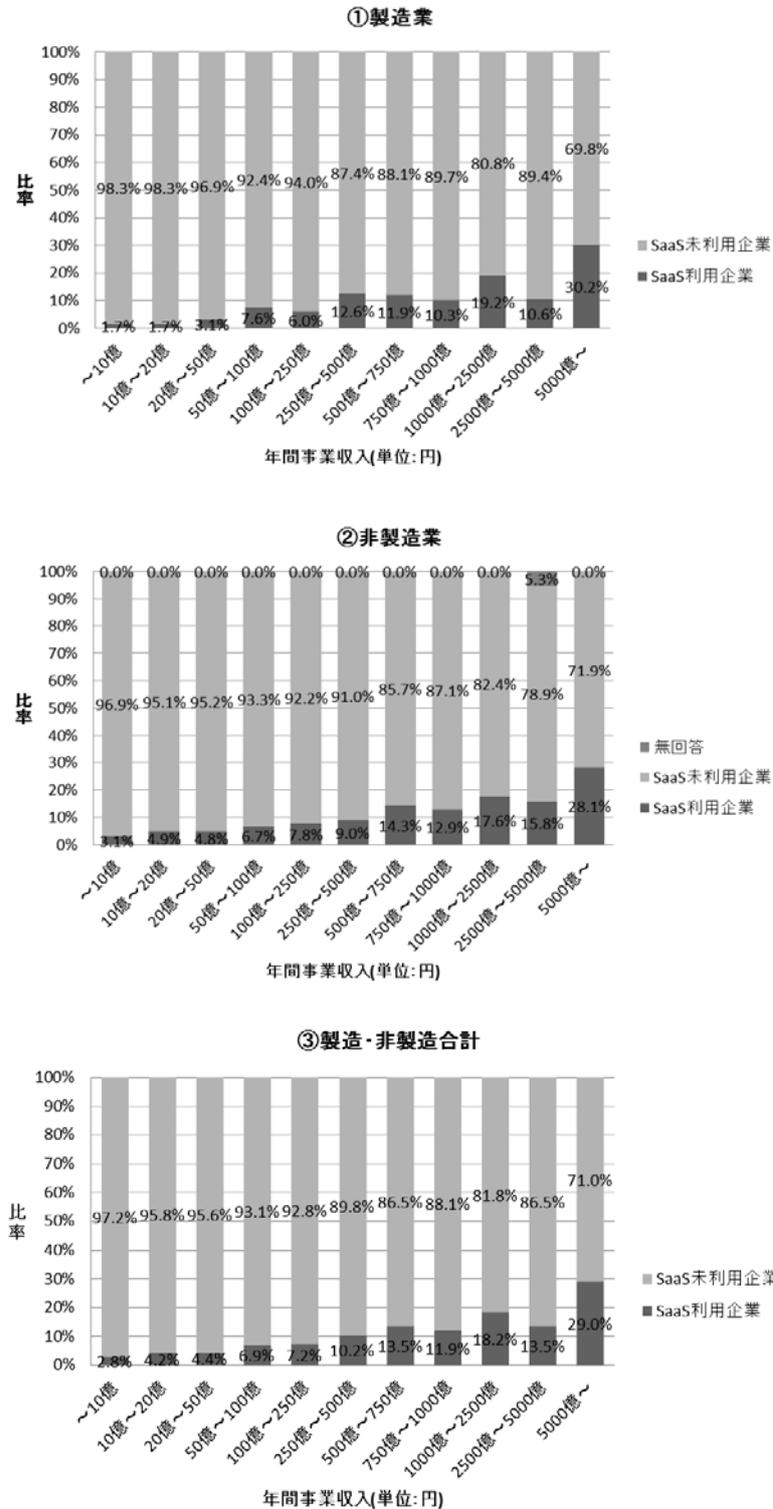


図 2 年間事業収入別に見た SaaS 利用企業の比率  
出所) 経済産業省「平成 22 年 情報処理実態調査」のデータから作成

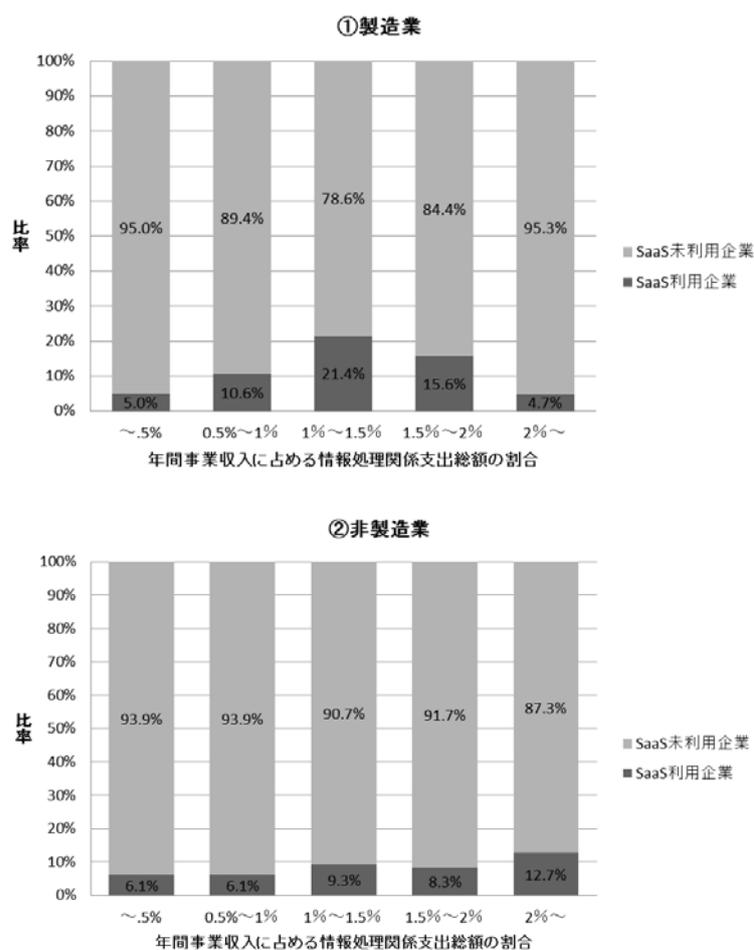
### 3.4 年間事業収入に占める情報処理関係支出総額割合別 SaaS 利用企業の比率

最後に、各企業の年間事業収入に占める情報処理関係支出総額<sup>17</sup>の割合別に、SaaS の利用している企業を集計した（図3参照）。

製造業では、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が1%～1.5%の企業で21.4%の企業が利用していることがわかる。その次に、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が1.5%～2%の企業で15.6%の企業が利用している。一方、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が0.5%以下の企業では、5%の企業しか利用していない。

非製造業では、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が2%以上の企業では、12.7%の企業が利用している。割合が1.0%～1.5%の企業で9.3%の企業が利用している。一方、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が0.5%以下の企業では、6.1%の企業しか利用していない。

製造業・非製造業の合計では、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が、1.0%～1.5%の企業で13.9%の企業が利用しており、他に比べて利用割合が高いことが確認できる。



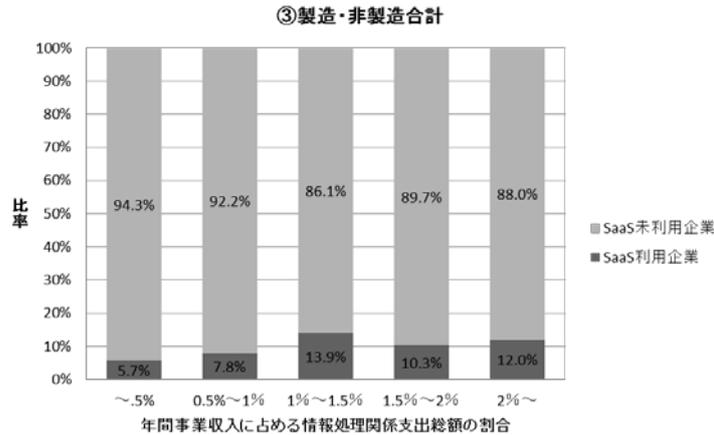


図 3 年間事業収入に占める情報処理関連総支出の割合別に見た SaaS 利用企業の比率  
出所) 経済産業省「平成 22 年 情報処理実態調査」のデータから作成

今まで企業は事業の競争力維持及び向上を目指して、社内システムの ICT 化を進めるため、多額の ICT 投資を行ってきた。しかしながらシステムが複雑化、巨大化することで自社設備を維持するコストが増加している。株式会社アイ・ティ・アールの調査<sup>18</sup>では、IT 運用コストの削減について、37%の企業が「喫緊の課題」としてとらえ、56%の企業が「中長期的課題」としてとらえている、と報告している。

自社設備を持つことのデメリットとして、ソフトウェアライセンス、ハードウェア、メンテナンス費用など総所有コストがかかり、ソフトウェア、ハードウェアのアップグレードの柔軟性に欠け、企業の成長や処理量の急増に応じてシステムを拡張することが難しいなどが指摘されており、SaaS などの情報システムサービスを利用することのメリットが高まっている。そこで次章では SaaS などのクラウドサービスが企業の生産活動の向上に役立っているのかを生産性の実証分析を行うことで明らかにしていく。

#### 4. 生産関数の分析

本章では、企業が SaaS を利用することで、その企業の全要素生産性にどのような影響を与えているか、生産関数に SaaS 関連指標を説明変数に加え、実証分析を行う。

SaaS 利用のメリットは情報システムを「所有」から「活用」することへ変化させ、ハードウェアおよびソフトウェアリソースを全てアウトソースすることができ、情報システムの運用負荷を軽減し、専任の情報システム部門を持たない企業でもシステムを手軽に導入することができる。SaaS を利用することによ

って、企業は経営環境や市場の変化へ柔軟に対応することができる。またシステム固有のノウハウや専門性を自社に持たず外部にアウトソースすることで、業務品質の向上や標準化を推進することが可能となる。そのため顧客への対応や情報提供がスムーズになり、業務の効率化が実現し生産性が向上することが考えられる。

#### 4.1 先行研究

ICT と企業の生産性についての先行研究は多数存在する。Brynjolfsson and Hitt (1996) は 1987 年から 1993 年のアメリカ企業 367 社の財務データを用いて、ICT 投資が企業の生産性の向上に寄与していることを実証分析で示した。非 ICT 資本に対する利益率は 6.26%であったが、ICT 資本に対する利益率は 81%であるとし、ICT 投資は企業の利益率向上に大きな貢献をしていると指摘している。

また Lehr and Lichtenberg (1999) は、ICT 資本は労働生産性の向上に貢献しており、ICT 資本の収益構造は収益逡増型であると指摘している。

日本でも様々な実証分析が行われている。黒川・峰滝 (2006) は、日本企業を対象に実証分析を行い、IT 化の進展は生産性に正の効果をもたらし、企業組織改革や人的資本の対応と結びつくことでさらに生産性を高めることを示した。

廣松・小林 (2007) は情報処理実態調査と企業の財務データを結合し、情報装備<sup>19</sup>の経済効果と情報装備率の変化が全要素生産性の成長率へ与える影響について分析している。

宮崎・井戸田・三好 (2009) は、ICT 活用の発展段階を、部門内システム活用が進んだステージ、全社レベルのシステム活用が進んだステージ、企業間システムの活用が進んだステージに分類して推計を行った。分析結果によると、企業の ICT 活用の発展段階が上昇するにつれて、ICT 資本の生産性への寄与が拡大していると示している。

#### 4.2 推計モデルの設定

宮崎・井戸田・三好 (2009) はコブ・ダグラス型の生産関数を用いて、ICT 活用の発展段階をダミー変数で表し、生産性との関連性を分析している。本稿ではその手法を用いて、SaaS 関連指標と生産性との関連性を分析する。

##### 4.2.1 基本モデルの設定

基本形の生産関数を以下に設定する。コブ・ダグラス型生産関数は代替の弾力性が 1 であるとの特徴を持っている。

$$Y_{it} = A \cdot KO_{it}^{\beta_1} \cdot KS_{it}^{\beta_2} \cdot L_{it}^{\beta_3} \quad (1)$$

ただし、Y：付加価値、A：技術水準（資本・労働以外による貢献分）、KO：

一般資本（有形固定資産）、KS：ソフトウェア資本（無形固定資産）、L：総従業員数、i：企業ID、t：時間とする。

(1) の式をそれぞれの式の両辺の自然対数を取った式を基本モデルとして推計を行った。

$$\log Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 \log KO_{it} + \beta_2 \log KS_{it} + \beta_3 \log L_{it} + \mu_{it} \quad (2) \quad \cdot \cdot \cdot \text{基本モデル}$$

本稿では、パネルデータ分析にて以下の手順にて推計を行う。まず基本モデルを推計し、パネル分析での推計モデルの特定を行った。全て企業の個別効果が共通であるか否か、つまり全ての企業に対して $\alpha_i = \alpha$ という帰無仮説が棄却できるか否かをF検定にて調べた。帰無仮説が棄却された場合、各企業はそれぞれ特有の効果（特性）を有すると判断することができる。

次に $\alpha_i$ を確率変数として扱うのか、非確率変数として扱うのかを調べる。確率変数として扱う場合を変量効果モデル（Random Effect Model）、非確率変数モデルとして扱う場合、固定効果モデル（Fixed Effect Model）とする。これらはHausman検定にて調べた。帰無仮説が棄却されれば固定効果モデルを採用することとなる。

これにあわせてLM（Lagrange Multiplier）統計量をベースとしたBreusch-Pagan検定も行う。これは変量効果モデルよりもプーリングモデル（Pooling Model）が正しいことを帰無仮説として検証を行う。この仮説が棄却されれば、変量効果モデルが採択されることとなる。

#### 4.2.2 SaaS 関連指標を考慮したモデルの設定

本稿では、(2) の基本モデルにSaaS関連指標の変数を追加して分析を行う。

宮崎・井戸田・三好（2009）は、ICT活用の発展がどのようなプロセスで付加価値の上昇に寄与するかを、①全体的な生産効率性が上昇し、付加価値上昇に寄与する、②ソフトウェア資本の効率性が上昇して付加価値の上昇に寄与する、の2つを想定し、分析を行っている。その際、(2) の生産関数の基本モデルにこのプロセスを考慮した下記の式を設定し推計している。

$$\log Y_{it} = \alpha + \beta_1 \log KO_{it} + \beta_2 \log KS_{it} + \beta_3 \log L_{it} + \sum_n \gamma_n D_{nit} + \mu_{it} \quad (3)$$

本稿では、この(3)式を利用して、説明変数 $D_{ni}$ にSaaS関連指標に関する変数を投入し、SaaSの利用が、全体的な生産効率性が上昇し、付加価値上昇に寄与すると想定し、推計を行った。

#### 4.3 利用したデータ

本分析では、平成20年から22年の情報処理実態調査のデータと企業財務データとをマッチングさせ財務情報を付加した新たなデータベースを構築した。なお情報処理実態調査は、調査年毎に対象企業をサンプル抽出している。本分析では対象期間全期間に渡りサンプル抽出された企業を対象としている。利用

したデータは表 3 のとおりである。付加価値は、企業財務データから対応する項目を合算<sup>20</sup>して、経済活動別国内総生産の産業別デフレーターによって実質化した。一般資本は有形固定資産を経済活動別国内総生産の産業別デフレーター<sup>21</sup>を用いて実質化した。ソフトウェア資本は、無形固定資産のソフトウェア部分を用い、日本銀行の企業向けサービス物価指数<sup>22</sup>を用いて実質化した上で分析を行った。総従業者数は「情報処理実態調査」の総従業者数データ<sup>23</sup>を用いた。基本統計量は表 3 にまとめた。製造業 483 サンプル、非製造業 330 サンプルで推計を行った。

表 2 利用した変数

変数名	単位	算出方法
付加価値 (Y)	百万円	企業の財務データから付加価値に対応する項目を合算し、経済活動別国内総生産の産業別デフレーターによって実質化
一般資本 (KO)	百万円	企業の財務データから「有形固定資産合計」をGDPデフレーターの「民間設備投資デフレーター」で実質化
ソフトウェア資本 (KS)	百万円	企業の財務データからの無形固定資産の「ソフトウェア」部分を用い、日本銀行の企業向けサービス物価指数を用いて実質化
総従業者 (L)	人	経済産業省『情報処理実態調査』 総従業者数

表 3 基本統計量

■ 製造業

平成20年～平成22年						
変数	標本数	単位	平均	標準偏差	最小	最大
付加価値	483	百万円	60538.93	125208.24	263.58	1151389.13
一般資本	483	百万円	82127.05	157788.79	549.68	1247809.63
ソフトウェア資本	483	百万円	2560.51	5810.59	0.98	47269.31
総従業員数	483	人	3351.64	5004.02	95.00	28525.00

■ 非製造業

平成20年～平成22年						
変数	標本数	単位	平均	標準偏差	最小	最大
付加価値	330	百万円	39034.34	79311.48	1413.97	669578.94
一般資本	330	百万円	87342.39	306633.26	29.71	2817476.00
ソフトウェア資本	330	百万円	2221.96	7221.13	1.97	62665.35
総従業員数	330	人	2986.09	8171.51	110.00	131200.00

#### 4.4 推計結果

本稿では、(2) 式の基本モデル、および SaaS 関連指標を変数として組み込んだ (3) 式のモデルについて、推計を行った。

##### 4.4.1 基本モデルでの推計結果

ここではまず(2) 式の基本モデルにおける推計結果を表 4 に示した。なおプーリングモデル、固定効果モデル、変量効果モデルでの推計結果を提示している。

表 4 基本モデルの推計結果

■製造業(平成20年～平成22年)												
	プーリングモデル				固定効果モデル				変量効果モデル			
	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値
一般資本(対数)	0.4104	0.0307	13.3618	[.000] ***	0.4877	0.0391	12.4660	[.000] ***	0.4287	0.0310	13.8277	[.000] ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1162	0.0176	6.5858	[.000] ***	0.1005	0.0205	4.8949	[.000] ***	0.1120	0.0174	6.4345	[.000] ***
従業者数(対数)	0.4487	0.0433	10.3519	[.000] ***	0.3563	0.0554	6.4304	[.000] ***	0.4282	0.0438	9.7863	[.000] ***
定数項	1.8259	0.1928	9.4703	[.000] ***					1.8154	0.1937	9.3716	[.000] ***
調整済み決定係数	0.8527				0.8780				0.8526			
サンプル数	483				483				483			
F検定	F(1,480)=2163.873***											
Hausman test	60.83 [.000]***											
Breusch and Pagan検定	254.373 [.000]***											
■非製造業(平成20年～平成22年)												
	プーリングモデル				固定効果モデル				変量効果モデル			
	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値
一般資本(対数)	0.2163	0.0162	13.3228	[.000] ***	0.1740	0.0203	8.5933	[.000] ***	0.2130	0.0163	13.0992	[.000] ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1479	0.0158	9.3851	[.000] ***	0.1612	0.0202	7.9594	[.000] ***	0.1491	0.0158	9.4248	[.000] ***
従業者数(対数)	0.4796	0.0294	16.3006	[.000] ***	0.4494	0.0360	12.4915	[.000] ***	0.4772	0.0294	16.2248	[.000] ***
定数項	3.4174	0.1648	20.7382	[.000] ***					3.4589	0.1658	20.8669	[.000] ***
調整済み決定係数	0.8509				0.8582				0.8509			
サンプル数	330				330				330			
F検定	F(1,327)=2779.184***											
Hausman test	17.267 [.001]***											
Breusch and Pagan検定	284.457 [.000]***											

まず製造業の推計結果である。個別効果の有無についてF検定を行ったところ、1%の有意水準で $\alpha_i = \alpha$ という帰無仮説は棄却することができ、各企業は観測できない企業特性を持っている、つまりプーリングモデルよりも固定効果モデルを用いる方が妥当であることがわかった。

次に、変量効果モデルとプーリングモデルとの比較を行った。これら比較においても、推計結果の係数に違いがある。そこでLM (Lagrange Multiplier) 統計量をベースとした Breusch-Pagan 検定を行い、プーリングモデルの誤差項が平均的にゼロであると設定した。その結果、1%有意水準で帰無仮説が棄却され、プーリングモデルより変量効果モデルを用いる方が妥当であることがわかった。

続いて、固定効果モデルと変量効果モデルの比較を行った。これらを比較すると、推計結果の係数に違いがあることが確認できる。そこで Hausman 検定を行い、個別企業の特徴と説明変数は無相関であるとの帰無仮説を設定し、検定を行った。その結果、1%有意水準で帰無仮説が棄却され、変量効果モデルよりも固定効果モデルを用いる方が妥当であることがわかった。以上の結果から、製造業においては固定効果モデルが妥当であるとの結論を得ることができた。

次に非製造業の推計結果である。個別効果の有無について F 検定を行ったところ、1%の有意水準で $\alpha_i = \alpha$ という帰無仮説は棄却することができ、各企業の観測できない企業特性があり、プーリングモデルよりも固定効果モデルを用いる方が妥当であることがわかった。

次に変量効果モデルとプーリングモデルとの比較を行った。これらの比較においても、推計結果の係数に違いがあることが確認できた。そこで LM (Lagrange Multiplier) 統計量をベースとした Breusch-Pagan 検定を行い、プーリングモデルの誤差項が平均的にゼロであると設定した。その結果 1%有意水準で帰無仮説が棄却され、プーリングモデルよりも変量効果モデルを用いるほうが妥当であることがわかった。

続いて、固定効果モデルと変量効果モデルの比較を行った。これらを比較すると、推計結果の係数に違いがあることが確認できる。そこで Hausman 検定を行い、個別企業の特性と説明変数は無相関であるとの帰無仮説を設定し検定した。その結果 1%有意水準で帰無仮説が棄却され、変量効果モデルよりも固定効果モデルを用いる方が妥当であることがわかった。以上の結果から、非製造業においても固定効果モデルが妥当であるとの結論を得ることができた。

これら基本モデルは、1次同次（収穫一定）の仮定を置いていないが、製造業の場合、3つの生産要素の係数は全てプラスで有意であり符号条件を満たしている。係数の合計は 0.9753 であり、ほぼ収穫一定であると考えられる。

非製造業の場合も 3つの生産要素の係数は全てプラスで有意であり符号条件を満たしている。しかしながら係数の合計は 0.8438 となり、規模に対して収穫逓減であると考えられる。ソフトウェア資本の係数は製造業で 0.1005、非製造業で 0.1479 となり、非製造業のほうがソフトウェア資本の弾力性への貢献が大きいことが確認できる。従業者数の係数は製造業で 0.3563、非製造業で 0.4796 となり、これらも非製造業のほうが従業者数の弾力性が大きいことが確認できる。

一方、一般資本は、製造業の係数が 0.4877、非製造業の係数が 0.2163 となり、製造業のほうが一般資本の弾力性が大きいことが確認できる。

#### 4.4.2 SaaS 利用を考慮したモデルの推計結果

ここでは、基本モデルに SaaS 関連指標の変数を追加した (3) 式のモデルにて、分析を行った。

##### ① SaaS 利用有無と生産性

SaaS 利用のメリットは、「導入・運用コストの削減」と「ICT に関する高度な知識や運用知識が不要」および「セキュリティの向上」である。企業は SaaS を利用することにより従来よりも ICT にかかるコストを削減することができる

期待している。また SaaS 導入により業務の効率化を実現し、生産性の向上が期待できるとされている。そこで SaaS の利用と生産性との関連性を、(3)式の $D_{ni}$ に SaaS 利用有無の回答<sup>24</sup>を加えることによって分析を行った。 $\gamma_n$ の係数がプラスになれば SaaS 利用が全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えること SaaS があることが確認できる。推計した結果が表 5 である。

表 5 SaaS 利用有無に関する推計結果

■ SaaS 利用有無(平成20年～平成22年)

	製造業 (固定効果モデル)				非製造業 (固定効果モデル)			
	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値
一般資本(対数)	0.4871	0.0394	12.3732 [0.00]	***	0.1740	0.0203	8.5725 [0.00]	***
ソフトウェア資本(対数)	0.1009	0.0207	4.8769 [0.00]	***	0.1604	0.0205	7.8239 [0.00]	***
従業者数(対数)	0.3570	0.0557	6.4119 [0.00]	***	0.4495	0.0361	12.4666 [0.00]	***
SaaS利用有無	-0.0135	0.0891	-0.1512 [0.88]		0.0242	0.0893	0.2706 [0.78]	
調整済み決定係数	0.8776				0.8576			
サンプル数	483				330			

(注) \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準を表す。

推計結果から SaaS 利用有無の係数は統計的に有意で、係数が正の値をとらなかった。つまり SaaS 利用が全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えることは確認することができなかった。

② SaaS 情報システムに占める SaaS の割合と生産性

次に情報システムに占める SaaS の割合が高い企業は、全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えるのではないかと考え、情報処理関係支出総額に占める SaaS 関連費用の大きさ<sup>25</sup>を説明変数 $D_{ni}$ に投入し推計を行った。なお SaaS 関連費用の大きさを表す変数は、SaaS を利用するために外部への支払いが生じたと回答した企業で、情報処理関係支出総額に対してどのぐらいの割合を占めたか回答させる設問を 10 段階の変数に変換し推計に用いた。推計値が統計的に有意でプラスの符号をとるならば、情報システムに占める SaaS の割合が高いほど全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えると考えられる。推計結果は表 6 のとおりである。

表 6 SaaS 関連費用の大きさに関する推計結果

■ SaaS利用費用の大きさ(平成20年～平成22年)

	製造業 (固定効果モデル)				非製造業 (固定効果モデル)			
	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値
一般資本(対数)	0.4879	0.0393	12.4090	[.000] ***	0.1741	0.0202	8.6007	[.000] ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1004	0.0207	4.8608	[.000] ***	0.1603	0.0203	7.9093	[.000] ***
従業者数(対数)	0.3561	0.0556	6.4011	[.000] ***	0.4484	0.0360	12.4595	[.000] ***
SaaS関連費用の大きさ	0.0047	0.0807	0.0588	[.953]	0.0563	0.0531	1.0603	[.290]
調整済み決定係数	0.8776				0.8583			
サンプル数	483				330			

(注) \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準を表す。

推計結果から、製造業、非製造業とも SaaS 関連費用の大きさは統計的に有意で正の値をとっておらず、企業の情報システムに占める SaaS の割合が高いことは全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えることを示すものとはならなかった。これは単純に情報システムを SaaS に代替しても生産性を高めることにつながらないことが示唆される。

② SaaS 利用の業務領域と生産性

次に、SaaS を適用する業務領域により生産性向上に違いがあるのではないかと考え、情報処理実態調査の中の SaaS 利用する業務領域について 10 の選択肢から複数回答させる設問の回答<sup>26</sup>を用いて説明変数として利用した。表 7 はその推計結果である。

表 7 SaaS 利用の業務領域に関する推計結果

■ SaaS適用業務領域(平成20年～平成22年)

	製造業 (固定効果モデル)				非製造業 (固定効果モデル)			
	係数	標準誤差	t値	p値	係数	標準誤差	t値	p値
一般資本(対数)	0.4894	0.0390	12.5613	[.000] ***	0.1648	0.0208	7.9248	[.000] ***
ソフトウェア資本(対数)	0.1116	0.0206	5.4267	[.000] ***	0.1680	0.0209	8.0445	[.000] ***
従業者数(対数)	0.3392	0.0550	6.1665	[.000] ***	0.4483	0.0363	12.3438	[.000] ***
財務・会計	0.0738	0.3191	0.2314	[.817]	-0.0914	0.4034	-0.2265	[.821]
人事・給与	-0.4009	0.3424	-1.1708	[.243]	0.3204	0.3369	0.9509	[.343]
開発・設計	0.9531	0.3612	2.6387	[.009] ***	0.2454	0.4943	0.4965	[.620]
調達(SCMなど)	-0.8834	0.3805	-2.3218	[.021] **	0.3512	0.3349	1.0489	[.295]
生産・サービス提供	-1.5571	0.5975	-2.6063	[.010] ***	-0.3666	0.3803	-0.9639	[.336]
販売(顧客管理・営業支援など)	-0.1744	0.1735	-1.0054	[.316]	-0.4093	0.1897	-2.1580	[.032] **
カスタマーサポート	0.3725	0.4281	0.8700	[.385]	-0.2737	0.3956	-0.6918	[.490]
グループウェア、文書管理	0.0312	0.1984	0.1574	[.875]	0.1316	0.1995	0.6594	[.510]
セキュリティ	-0.0317	0.1831	-0.1732	[.863]	0.1838	0.3898	0.4715	[.638]
その他	-0.0638	0.1479	-0.4317	[.666]	0.1317	0.1347	0.9771	[.330]
調整済み決定係数	0.8828				0.8588			
サンプル数	483				330			

(注) \*\*\*は1%、\*\*は5%、\*は10%の有意水準を表す。

製造業では、「開発・設計」が統計的に有意で正の値をとり、SaaS を利用することは、全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与えることがわかった。一方、「調達 (SCM など)」や「生産・サービス提供」においては、係数がマイナスで有意な結果となり、これらの業務での SaaS 利用は生産

性を下げってしまうことが確認できた。

非製造業では、SaaSを利用することによる全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇にプラスの効果を与える業務領域は見当たらなかった。一方、「販売（顧客管理・営業支援など）」では、係数がマイナスで有意な結果となり、これらの業務でのSaaS利用は生産性を下げってしまうことが確認できた。

製造業、非製造業とも、そのほかの業務領域ではSaaSを利用することにより生産性を高める傾向があることは確認できなかった。

#### 4.5 小括

本稿では、SaaS利用が企業の生産性に影響を与えるか製造業・非製造業に分類して分析を行った。一部に統計的に有意でプラスの値をとり、全要素生産性の上昇を通じた生産性の上昇が確認できたものの、SaaS利用と生産性に明確な有意性があるとは言い切れず、企業の生産活動のパフォーマンス上昇にあまり寄与できていないことが分かった。一方、製造業では「開発・設計」のように、SaaSの利用が生産性向上に寄与している領域もある。なぜ、「開発・設計」業務がSaaSで利用することでその企業の生産性を高めることができたのであろうか。

情報処理実態調査では、製造業における「開発・設計」の業務領域は、調査・研究、新商品・サービス企画、試作品開発、設計等と定義されている。新製品の開発などは、自社だけでなく系列の企業や提携をしている海外の企業など、複数の企業との協業で行う。あるいは開発業務の一部を業務委託しているケースもある。それらの業務システムを自社サーバに設置している場合、委託先企業から自社のサーバへアクセスを許可する必要がある、その業務以外のデータを閲覧される可能性、あるいはデータそのものを抜き取られてしまう可能性など、新たなリスクが発生し、それらのリスクに対する対応が必要となる。このように複数の企業で情報システムを利用する場合、様々な考慮すべき内容があり利用するのが難しい。

ところがSaaSで提供している業務システムを利用すれば、インターネット上にあるサーバでサービス提供しているので、複数の企業がインターネット経由で手軽にシステムを利用し、情報を共有することが可能となる。

「開発・設計」業務では、他の企業との情報連携など企業間のコミュニケーションが円滑にとることができることが、全要素生産性へのプラスの寄与につながっていると考えることができる。この結果は今後のSaaS利用拡大に向けて鍵となる可能性を与えている。

同じ製造業でも「調達」「生産・サービス提供」については、マイナスで有意となり、SaaSで利用することは、逆に生産性を下げってしまう可能性があること

を示唆している。これらの業務領域は ERP (Enterprise Resource Planning)<sup>27</sup>の中核となる業務であり、企業ごとに ERP システムなどを構築している可能性がある。そのため、連携している ERP システムの一部を SaaS に切り替えると逆に効率性が損なわれていることが考えられる。

全般的に有意な結果を得ることができなかった理由として、調査データが SaaS 利用率の低い初期段階であることも影響していると考えられるが、そもそも企業が SaaS を利用するに当たり、メリットを感じない、あるいは利用しやすい要因がないなど、何か障害となる要因があるのではないかと考える。

そこで、次章では企業における SaaS 利用の阻害となる要因は何なのか、同じく情報処理実態調査のデータを用いて分析を進めていく。

## 5. SaaS 利用の阻害要因

前章の結果を踏まえ、本章では企業が SaaS を利用するに当たり、阻害となる要因について、情報処理実態調査のデータを用いて分析を行う。

平成 22 年「情報処理実態調査」では、クラウド関連費用が発生した企業、発生しなかった企業の双方を対象に、クラウド・コンピューティングの導入・利用上の課題を 11 個の選択肢を設けて複数回答で答えさせている。また、平成 20 年、21 年「情報処理実態調査」では、SaaS の導入・利用上の課題を、平成 22 年調査と同じ選択肢で答えさせている。以下では、この設問に対する回答を用いて、SaaS 利用状況をプロビットモデルによって分析する。ここでは、まず、「その他」を除く 10 個の選択肢について解説する。

### ① 「システムの信頼性・安全性が不十分」

企業は、SaaS など外部のサービスにデータを預けることに不安があり、データの漏洩は大丈夫か、他の SaaS 利用企業からシステムを覗き見られたりしないか、あるいはセキュリティ対策は万全であるか、など不安要素がある。そのため SaaS 利用に踏み切れない可能性が考えられる。

### ② 「サービス保証などに関する契約内容が不十分」

最近企業はコンプライアンスなどの法令遵守を求められ、そのため SaaS 業者との契約内容についてもより一層厳密に確認することを求められている。企業は、契約時において利用するサービスに関する品質保証基準などが明確にされていない場合、そのサービス利用を見送る可能性があると考えられる。

### ③ 「自社のビジネスプロセスの変更が必要」

日本企業は現場の業務にソフトウェアの仕様を合わせる傾向が強く、米国などと比較してソフトウェアのカスタマイズ比率が非常に高い。SaaSなどクラウド・コンピューティングのサービスは安く不特定多数のユーザに利用してもらうようにしているため、基本的にソフトウェアのカスタマイズが出来ないようになっており、利用する場合、ビジネスプロセスの変更が必要になってくる。それは業務フローを変えることとなり、日本企業では受け入れられにくい性質を持っている。

#### ④ 「カスタマイズの自由度が低い」

田中 (2010) によると、日本企業は社内に蓄積したその企業特有のノウハウを生かすためにソフトウェアのカスタマイズを実施していると述べている。一方、SaaSなどのクラウド・コンピューティングのサービスは汎用性が高いため、カスタマイズは基本的に認めていない。このため、その企業独自のノウハウを情報システムに反映させることができない。

#### ⑤ 「重要データを外に出せない」

企業の中には、情報セキュリティ対策の一環で、自社以外の場所にデータを保管したり持ち出したりすることを禁止している。こうした場合は、SaaSやクラウド・コンピューティングのサービスを利用することが困難となる場合があると思われる。

#### ⑥ 「既存システムとの連携ができない」

情報システムは単体で動くだけでなく、利用ユーザを識別する認証情報や複数のデータベースなど連携して稼働している。企業は、情報システムの一部をSaaSに代替させる。しかもSaaSは単体で稼働するばかりではなく、社内のシステムと連携して稼働する場合もある。また、複数のSaaS事業者を利用している場合、相互連携が必要となるが、現在、連携のための標準的な仕組みはできていない。既存システムと連携を取ることは、今後、SaaSやクラウド・コンピューティングのサービスが発展していくために不可欠な機能であると考えられる。

#### ⑦ 「トータルコストが高い」

企業は所有している情報システムをSaaSなどクラウド・コンピューティングのサービスに代替する場合、既存の情報システムを導入した場合と比較して費用対効果の有無を検討する。サービスを提供する事業者は、サービスを安価に提供するため、地方自治体のデータセンター誘致策なども利用して原価低減を行っている。しかし、AmazonやGoogleのような大規模なデータセンターに投

資を行っている企業は数少ない。このため、規模の経済が働かず、利用者側が期待する程コスト削減につながっていないとも考えられる。

また、大手システムインテグレータにとって SaaS などの ICT サービス化は先行投資も大きく、今までの事業構造を大幅に変化させるものであり、経営上に大きな影響を与える。このことがサービス事業への展開が進まない要因となっている可能性がある。

#### ⑧ 「システム連携・データ連携するための API<sup>28</sup>が標準化されていない」

第 1 章の先行研究で論じたとおり、NIST の定義が一般的となっているが、標準化された統一仕様はまだ策定されておらず、事業者毎に異なっている。今後標準化の対応が期待されている。

#### ⑨ 「他のサービスに比べてメリットが少ない」

SaaS は、まだサービス提供が開始されてから時間が経っていない。そのため、自社システム構築との比較において、メリットが明確に伝わっていない可能性がある。

#### ⑩ 「必要なアプリケーションや機能が提供されていない」

調査対象年度が平成 22 年以前のものであり、SaaS のサービスラインナップは未だ少なかったと考えられる。これが SaaS の利用意欲を低下させている可能性がある。

### 5.1 阻害要因についての実証分析

ここでは「情報処理実態調査」における SaaS の導入・利用上の課題・問題点に関する選択肢、並びに年間事業収入や年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合が、SaaS の利用にどの程度影響を与えているのかを (4) 式のプロビットモデルにて分析する。

$$Y_i = \alpha + \sum_{j=1}^{12} X_{ij} + \mu_i \quad (4)$$

$$Y_i = 1, (Y_i^* > 0 \text{ のとき})$$

$$Y_i = 0, (Y_i^* \leq 0 \text{ のとき})$$

ただし、 $Y_i$  は、SaaS 利用による外部への支払いの有無、 $X_{ij}$  は、SaaS の導入・利用上の課題・問題点に関する選択肢、並びに年間事業収入や年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合、 $i$  は、企業 ID、 $j$  は設問番号とする。

なお平成 20 年、平成 21 年調査の設問は「SaaS 利用による外部への支払いの有無」であるが、平成 22 年調査では、「クラウド・コンピューティング利用による外部への支払いの有無」へと設問内容が変わっている。そのため外部への支払いがあった企業のうち、SaaS 利用企業のみ抽出している。

説明変数は、情報処理実態調査における SaaS の導入・利用上の課題・問題点に関する設問を用いた。その他の項目として、該当企業の年間事業収入、年間事業収入に占める情報処理関係支出総額の割合を説明変数として用いた。

## 5.2 推計結果

推計結果は表 8 および 9 である。

表 8 分析結果(製造業)

対象年 変数	平成20年			平成21年		
	係数	t 値	p値	係数	t 値	p値
定数項	-1.0200	-8.0255	[.000] ***	-1.1204	-7.9530	[.000] ***
システムの信頼性・安全性が不十分	-0.3742	-2.3637	[.018] **	-0.3365	-2.1104	[.035] **
サービス保証などに関する契約内容が不十分	0.0077	0.0372	[.970]	-0.2526	-1.0557	[.291]
自社のビジネスプロセスの変更が必要	-0.4180	-2.7026	[.007] ***	-0.3262	-2.0752	[.038] **
カスタマイズの自由度が低い	0.3439	2.4565	[.014] **	0.4271	3.0352	[.002] ***
重要データを社外に出せない	-0.5143	-3.1191	[.002] ***	-0.4202	-2.5751	[.010] **
既存システムとの連携ができない	-0.1768	-1.2364	[.216]	-0.1982	-1.3867	[.166]
トータルコストが高い	-0.0986	-0.6424	[.521]	-0.1523	-0.9553	[.339]
システム連携・データ連携するためのAPIが標準化されていない	0.2292	1.1449	[.252]	0.4465	2.0667	[.039] **
他のサービスに比べてメリットが少ない	-1.1048	-2.7199	[.007] ***	-0.6034	-1.9031	[.057] *
必要なアプリケーションや機能が提供されていない	-0.6581	-3.6269	[.000] ***	-0.4657	-2.5481	[.011] **
その他	-0.6503	-3.2346	[.001] ***	-0.4515	-2.2023	[.028] **
年間事業収入	0.0002	1.8233	[.068] *	0.0001	1.0125	[.311]
年間事業収入に占める情報処理関係総支出比率	1.6090	0.6130	[.540]	0.0979	0.3669	[.714]
決定係数	0.0717			0.0494		
サンプル数	1124			1028		

対象年 変数	平成22年		
	係数	t 値	p値
定数項	-1.3310	-11.2945 [ .000]	***
システムの信頼性・安全性が不十分	-0.4194	-3.2043 [ .001]	***
サービス保証などに関する契約内容が不十分	0.4504	2.9405 [ .003]	***
自社のビジネスプロセスの変更が必要	-0.3128	-2.2529 [ .024]	**
カスタマイズの自由度が低い	0.4644	3.6963 [ .000]	***
重要データを社外に出せない	-0.0730	-0.5761 [ .565]	
既存システムとの連携ができない	0.0363	0.2930 [ .770]	
トータルコストが高い	-0.2852	-2.1090 [ .035]	**
システム連携・データ連携するためのAPIが標準化されていない	0.5663	3.1655 [ .002]	***
他のサービスに比べてメリットが少ない	-0.9286	-2.3183 [ .020]	**
必要なアプリケーションや機能が提供されていない	-0.0611	-0.4172 [ .677]	
その他	-0.4421	-2.0050 [ .045]	**
年間事業収入	0.0002	1.7412 [ .082]	**
年間事業収入に占める情報処理関係総支出比率	3.6118	1.0800 [ .280]	
決定係数	0.0715		
サンプル数	1108		

(注)\*\*\*は 1%水準、\*\*は 5%水準、\*は 10%水準でそれぞれ有意であることを意味する。

表 8 は製造業の分析結果を示したものである。「システムの信頼性・安全性が不十分」、「自社のビジネスプロセスの変更が必要」、「他のサービスに比べてメリットが少ない」、「その他」の変数が 3 年とも係数がマイナスで有意な結果となり、SaaS を利用するのに大きな阻害要因となっていることが示唆される。一方、「カスタマイズの自由度が低い」の変数は 3 年とも係数がプラスで有意な結果となった。また、「システム連携・データ連携するための API が標準化されていない」の変数は平成 21 年、平成 22 年で係数がプラスで有意な結果となった。「カスタマイズの自由度が低い」「システム連携・データ連携するための API が標準化されていない」等、SaaS の仕様で実現できないことに対してはその仕様を受け入れて利用するが、「ビジネスプロセスの変更が必要」といった組織全体のプロセス変更を伴ったり、「システムの信頼性・安全性が不十分」といった自社の情報セキュリティ方針などと照らし合わせてサービスの仕様や事業者の水準に問題があったりする場合、企業はあえて SaaS を利用しないのではないかと考えることが出来る。これについては別途詳細な調査を行う予定である。なお、「年間事業収入」については、平成 21 年を除いて、係数がプラスで有意な結果となり、年間事業収入の規模が大きい企業ほど SaaS を利用していることが統計的に示されている。

しかしながら、「年間事業収入に占める情報処理関係総支出比率」は、全期間とも係数がプラスで有意な結果にならなかった。これは、ICT 投資に積極的な企業が必ずしも利用している訳ではないことを示している。つまり、ICT 投資金額が十分でなくても SaaS は利用できることを示している。

表 9 分析結果(非製造業)

対象年 変数	平成20年			平成21年		
	係数	t 値	p値	係数	t 値	p値
定数項	-1.4238	-17.0721	[.000] ***	-1.0835	-12.9302	[.000] ***
システムの信頼性・安全性が不十分	-0.4589	-3.9957	[.000] ***	-0.4737	-4.5966	[.000] ***
サービス保証などに関する契約内容が不十分	0.2525	1.8175	[.069] ***	0.1269	0.9674	[.333]
自社のビジネスプロセスの変更が必要	-0.3037	-2.6813	[.007] ***	-0.4371	-4.0851	[.000] ***
カスタマイズの自由度が低い	0.6747	7.0593	[.000] ***	0.5919	6.8782	[.000] ***
重要データを社外に出せない	-0.1265	-1.2069	[.227] **	-0.2163	-2.2754	[.023] ***
既存システムとの連携ができない	-0.0446	-0.4514	[.652]	-0.1915	-2.1412	[.032] **
トータルコストが高い	0.0348	0.3133	[.754]	-0.0470	-0.4711	[.638]
システム連携・データ連携するためのAPIが標準化されていない	0.2091	1.3912	[.164] ***	0.5940	4.5784	[.000] ***
他のサービスに比べてメリットが少ない	-0.9555	-3.4031	[.001] ***	-0.8701	-3.9216	[.000] ***
必要なアプリケーションや機能が提供されていない	-0.2453	-2.2603	[.024] ***	-0.4056	-3.8898	[.000] ***
その他	-0.2818	-2.3110	[.021] ***	-0.5800	-4.6388	[.000] ***
年間事業収入	0.0003	2.8947	[.004] ***	0.0006	4.9818	[.000] ***
年間事業収入に占める情報処理関係総支出比率	0.3568	0.7639	[.445]	-0.0022	-0.0195	[.984]
決定係数	0.0618			0.0997		
サンプル数	2307			2285		

対象年 変数	平成22年		
	係数	t 値	p値
定数項	-1.4466	-18.7648	[.000] ***
システムの信頼性・安全性が不十分	-0.3000	-3.3996	[.001] ***
サービス保証などに関する契約内容が不十分	-0.0441	-0.3787	[.705]
自社のビジネスプロセスの変更が必要	-0.0782	-0.8515	[.394]
カスタマイズの自由度が低い	0.5574	6.5367	[.000] ***
重要データを社外に出せない	-0.0900	-1.0419	[.297]
既存システムとの連携ができない	0.0394	0.4608	[.645]
トータルコストが高い	-0.0462	-0.5040	[.614]
システム連携・データ連携するためのAPIが標準化されていない	0.4854	3.9470	[.000] ***
他のサービスに比べてメリットが少ない	-0.5910	-2.2794	[.023] **
必要なアプリケーションや機能が提供されていない	-0.1836	-1.7322	[.083] *
その他	-0.3829	-2.7665	[.006] ***
年間事業収入	0.0004	4.5754	[.000] ***
年間事業収入に占める情報処理関係総支出比率	0.3670	0.8025	[.422]
決定係数	0.0575		
サンプル数	2504		

(注)\*\*\*は 1%水準、\*\*は 5%水準、\*は 10%水準でそれぞれ有意であることを意味する。

表 9 は非製造業の分析結果である。「システムの信頼性・安全性が不十分である」「他のサービスに比べてメリットが少ない」「必要なアプリケーションがない」「その他」が 3 年とも係数がマイナスで有意となり、SaaS を利用するのに大きな阻害要因となっていることが示唆される。「カスタマイズの自由度が低い」「API が標準化されていない」「年間事業収入」は 3 年とも変数がプラスで有意となった。この結果は、上述した製造業の結果と同様に解釈することができよう。なお、企業規模を示す「年間事業収入」については、製造業とは異なり全期間においてプラスで有意となり、売上規模が大きい企業ほど SaaS を利用していることが統計的に示されている。「年間事業収入に占める情報処理関係総支出総額比率」は、製造業同様係数がプラスで有意とはならなかった。

## 6. まとめ

本稿では、企業における SaaS 利用に焦点を当て、SaaS 利用有無および情報処理関連総支出に占める SaaS 関連費用の大きさが生産性へ及ぼす影響について、分析を行った。結果、企業の全要素生産性の上昇を通じて生産性が上昇することについて、明確な推計結果を得ることができなかった。これは企業にお

いて SaaS 利用の割合が低く、平成 22 年でも 10%を満たない程度の利用率であることも影響していると思われる。

また SaaS 適用の業務領域と生産性との関連について分析を行ったところ、製造業において「設計・開発」業務がプラスに有意となった。一方で「調達 (SCM など)」や「生産・サービス提供」はマイナスで有意な結果となった。これらから適用業務において SaaS 利用に適した業務領域、あるいは適していない業務領域があると考えられる。それぞれの企業において業務領域と SaaS の特性を見極めた上で、SaaS 利用を促進させていくことが生産性へのプラスの寄与につながっていくことが考えられる。

次に SaaS 利用における課題・問題点など、阻害要因についての分析を行った。企業は「カスタマイズの自由度が低い」「システム連携・データ連携するための API が標準化されていない」等、SaaS の仕様で実現できないことに対してはその仕様を受け入れて利用するが、「ビジネスプロセスの変更が必要」といった全体組織のプロセス変更を伴ったり、「システムの信頼性・安全性が不十分」といった自社の事業リスクマネジメント等と照らし合わせてサービスの仕様や事業者の水準に問題があったりする場合、企業は SaaS を利用しないことが明らかになった。さらに「年間事業収入に占める情報処理関係総支出の比率」が高いほど、SaaS を利用している訳ではないことが分析から明らかになった。これは、ICT に対する支出や投資に積極的な企業のみ SaaS を利用している訳ではなく、情報システムを運用することが難しい企業や、情報システムの高度な知識がない企業などが利用しているなどの要因が考えられる。このあたりの原因についてはさらに分析を進めていく予定である。

また、分析結果から、SaaS 利用を拡大させていくには、SaaS 提供事業者は「システムの信頼性・安全性」を確保し、「必要なアプリケーション」のラインナップを増やすなど、企業が SaaS 利用に関して課題と感じている部分を解消させていくことが、今後 SaaS 利用を拡大させていくことにつながっていくと考えられる。

一方、推計では、SaaS を利用している企業は、製造業・非製造業問わず、「カスタマイズの自由度が低い」「システム連携・データ連携するための API が標準化されていない」などの課題を抱えつつ、SaaS のサービスを利用していることが明らかになった。これらの仕様を SaaS 提供事業者は改善させていくことで、企業は SaaS の利用で生産性を向上させることができる可能性がある。これについては、今後検証を進めていく予定である。

以下、今後研究を進めていくにあたっての課題を述べる。  
まず業種の分類である。本稿では製造業、非製造業と大きな分類にて分析を行った。業種を細分化して分析を行うことでより深化した分析を行うことができる。

企業規模についても今後の検討である。年間事業収入の規模によって SaaS の利用比率に差があることが「情報処理実態調査」で明らかになっている。この規模の違いが SaaS に対する企業の考え方に違いが出ているとも考えられる。

なお、今回はクラウド・コンピューティングに関するデータがまだ充実していないため、サービス提供形態を SaaS に限定して分析を行った。既存のアプリケーションソフトを利用する、あるいは独自のアプリケーションを利用する企業も存在し、それらの企業は PaaS や IaaS などシステムのプラットフォーム部分のみ利用している。それらを分析対象に加えることで、より企業の利用実態に即した分析が可能となる。これは今後最新のデータを入手して引き続き分析を行っていく予定である。

－以上－

- 
- <sup>1</sup> Miller M.J.は、インターネットは「コミュニケーション、情報取得、娯楽、ビジネスの仕方を変える」としている。(PC Magazine, February 2, 1999, P4)
- <sup>2</sup> サイバースペース、特にインターネット上の社会的ネットワークとして定義されている
- <sup>3</sup> 平成 23 年 3 月「中小企業等におけるクラウドの利用に関する実態調査」 p7～p8
- <sup>4</sup> National Institute of Standard and Technology の略で、アメリカ合衆国の国立標準技術研究所のことを指す。
- <sup>5</sup> Personal Digital Assistants の略で、個人用携帯情報端末の意味である。
- <sup>6</sup> [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/events-20100126-cloud-computing\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/events-20100126-cloud-computing_en.html) (2013 年 8 月 3 日閲覧)
- <sup>7</sup> [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-11-128\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-11-128_en.htm) (2013 年 8 月 3 日閲覧)
- <sup>8</sup> 発言内容は以下である。"Today we live in the clouds. We're moving into the era of "cloud" computing, with information and applications hosted in diffuse atmosphere of cyberspace rather than on specific processors and silicon racks. The network will truly be the computer. (Don't bet against the Internet)"
- <sup>9</sup> 1 台の大型コンピュータを複数のユーザで同時に利用できるようにしたもので、1960 年代に発展した。この技術は Microsoft 社の Windows や Linux などのオペレーションシステムに機能として組み込まれ、マルチタスク、マルチユーザの機能として利用されている。
- <sup>10</sup> コンピュータの主記憶装置や記憶容量などコンピュータ資源を必要な時に必要なだけ利用する形態を表す概念で、クラウド・コンピューティングの考え方の前身と理解することができる。
- <sup>11</sup> ネットワークを中心としたコンピュータの利用形態を指し、1990 年代に Sun Microsystems や Oracle が提唱した。
- <sup>12</sup> アプリケーションソフトをネットワーク経由でユーザに提供する事業者のことを指し、クラウド・コンピューティングの考え方の前身となっている。
- <sup>13</sup> 必要な機能を必要な時だけネットワーク経由で提供され、利用できるソフトウェアのことで ASP とほぼ同じ概念とされている。
- <sup>14</sup> ネットワーク経由で複数のコンピュータを結び仮想的に高機能コンピュータを作り出し、必要な機能を取り出して利用する形態。
- <sup>15</sup> 汎用性の高い複数のプログラムを、再利用可能な形でひとまとまりにしたもの。
- <sup>16</sup> 詳細は経済産業省ホームページに記載されている。  
<http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/> (2013 年 8 月 3 日閲覧)
- <sup>17</sup> 情報処理関係支出総額とは、コンピュータ・周辺機器、通信機器などのハードウェアの買取額・レンタル料・リース料などの支出総額、パッケージソフト。委託開発ソフト・自社開発ソフトなどソフトウェアの買取額・レンタル料・リース料、情報システムの企画・設計コンサルタント料、システムの機能変更・拡張等の改修費、データ作成費用、運用保守委託費用、処理サービ

---

ス料(SaaS/ASP 使用料など)、外部派遣要員人件費、通信関連支出、人件費、賃借料、消耗品費、輸送費、データセンター利用料、共益費又は補修費、社内要員人件費の総額を指す。

18 2013年7月 「IT 運用コストの削減施策に関する調査」(株式会社アイ・ティ・アール)

19 情報装備とは情報関連資本を指し、ハードウェア資本とソフトウェア資本の総計としている。

20 付加価値は、財務データの「経常利益」「支払利息・割引料」「社債発行費・差金償却」「人件費」「労務費」「減価償却費」「租税公課」「賃借料」の合計から「役員賞与」を差し引いたものである。

21 平均10年間で償却されると仮定し、それぞれ調査対象年の過去10年間のデフレータの平均値を用いた。

22 「情報サービス」の中の「ソフトウェア開発」のそれぞれ調査対象年から過去4年分の平均価格指数にて実質化した。

23 総従業者数とは、「常時従業者」を指している。これは有給役員、常時雇用者(正社員、準社員、アルバイト等の呼称にかかわらず1か月を超える雇用契約者と、それぞれの年度末の前2か月においてそれぞれ18日以上働いた雇用者)を指している。人材派遣業者からの派遣従業者は、派遣企業の従業者となるため、ここには含めていない。

24 情報処理実態調査における質問の内容は以下の通り。

「クラウド・コンピューティングを利用するために、利用料金、カスタマイズ費用、コンサルティング費用、あるいはサポート費用など外部への支払いが発生しましたか。」

詳細は、

<http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/result-2/pdf/H22chosahyo.pdf>  
参照。(2013年8月3日閲覧)

25 情報処理実態調査における質問の内容は以下の通り。

「貴社のクラウド・コンピューティング関連費用は、情報処理関係総支出総額のどのぐらいの割合を占めますか。」

詳細は、

<http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/result-2/pdf/H22chosahyo.pdf>  
参照。(2013年8月3日閲覧)

26 情報処理実態調査における質問の内容は以下の通り。

「貴社において、どのような業務領域などでクラウド・コンピューティングを利用していますか。」

詳細は、

<http://www.meti.go.jp/statistics/zyo/zyouhou/result-2/pdf/H22chosahyo.pdf>  
参照。(2013年8月3日閲覧)

27 企業全体の経営資源を有効活用するために開発されたソフトウェアシステムであり、生産、販売、在庫、購買、物流、会計、人事、給与など経営資源に関わるシステムが含まれた統合パッケージのことを指す。日本では1990年代から導入が進んだ。

28 Application Programming Interface の略称で、アプリケーションプログラ

---

ムを容易に開発するために用意された関数やコマンドを指す。

参考文献

外国語文献

European Commission.(2010) ‘The Future of Cloud Computing,’  
Charlemagne building Room Alcide de Gasperi 170 Rue de la Loi (Wetstraat)  
1040 Brussels Belgium.

ICCP Technology Foresight Forum.(2009) ‘Cloud Computing: The Next  
Computing Paradigm ?’,  
[http://www.oecd.org/internet/interneteconomy/iccptechologyforesightforum-  
cloudcomputingthenextcomputingparadigm.htm](http://www.oecd.org/internet/interneteconomy/iccptechologyforesightforum-cloudcomputingthenextcomputingparadigm.htm)(2013年8月3日閲覧)

Katherine Campbell, Lawrence A. Gordon, Martin P. Loeb and Lei  
Zhou.(2003) ‘The economic cost of publicly announced information security  
breaches empirical evidence from the stock market’ Journal of Computer  
Security, (11):431-448.

Kundra, V.(2011)‘FEDERAL CLOUD COMPUTING STRATEGY’,:1-39.

Khalid Rafique, A.W.T., Muhammad Saeed, Jingzhu Wu, Shahryar and  
Shafique Qureshi.(2011) ‘Cloud Computing Economics Opportunities and  
Challenges,’Proceedings of IEEE IC-BNMT,2011:401-406.

Media, E.C.I.S.a.(2010)‘The Future of Cloud Computing Opportunities for  
European Cloud Computing Beyond 2010,’ European Commission  
Information Society and Media, :1-71.

Michael Armbrust,Armando Fox,Rean Griffith,Anthony D. Joseph,Randy H.  
Katz,Andrew Konwinski,Gunho Lee,David A. Patterson,Ariel Rabkin,Ion  
Stoica,Matei and Zaharia.(2009)‘Above the Clouds,’A Berkeley View of Cloud  
Computing.

Open Manifesto org.(2009) ‘Open Cloud Manifesto,’  
<http://www.opencloudmanifesto.org/Open%20Cloud%20Manifesto.pdf>.(2013  
年8月3日閲覧)

Peter Mell, T.G.(2011) ‘The NIST Definition of Cloud Computing  
Recommendations of the National Institute of Standards and  
Technology,’NIST Special Publication, September 2011.

SUTHERLAND, I.E.(1968) ‘A Futures Market in Computer Time,’  
Communications of the ACM, 11(6) : 449-451.

Tharam Dillon, C.W.a.E.C.(2010)‘Cloud Computing :Issues and

---

Challenges,'2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, :27-32.

日本語文献

株式会社野村総合研究所(2010)「平成 21 年度産業技術研究開発委託費（産学連携ソフトウェア工学実践事業（クラウド・コンピューティングに関する国内外の制度・技術動向等の調査研究））報告書」:1-94 頁

黒川 太・峰滝 和典 (2006)「日本企業の IT 化の進展が生産性にもたらす効果に関する実証分析－企業組織の変革と人的資本面の対応の役割－」『経済分析』178 号.

総務省(2010)『スマート・クラウド研究会報告書』

廣松 毅・小林 稔 (2007)「情報装備の経済効果に関する分析－2003 年（平成 15 年）「情報処理実態調査」と企業財務データベースによる分析－」 ESRI Discussion Paper Series 175

宮崎 悟・井戸田 博樹・三好 博昭(2010)「ICT 活用の発展段階と企業の生産性」 ITEC Working Paper 10-03