

# クラウドコンピューティング時代 の成長戦略<sup>1</sup>

---

関西大学 鵜飼康東研究会 産業分科会

田沢和彦 寺村忠祥 山中貴博

2010年12月

---

<sup>1</sup>本稿は、2010年12月11日、12日に開催される、ISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2010」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、鵜飼康東教授（関西大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

# クラウドコンピューティング時代の 成長戦略

---

2010年12月

## 要約

アメリカ発のサブプライムローン問題やリーマンショックの影響は日本経済にも暗い影を落としている。GDP 成長率はマイナスを記録し、完全失業者数や有効求人倍率も横ばいのままだ。このような経済状況の中で、菅直人政権が発足した。「経済成長」を最重要課題の一つと位置づけている。

一方で、近年、クラウドコンピューティングが高い注目を集めている。Google、Amazon、Salesforce.com などの大手企業がクラウドコンピューティングに力を入れていることは、メディアを通して耳にすることがあるだろう。世界の情報通信産業は、確実にクラウドコンピューティング時代へと歩みを進めている。そこで本稿では、クラウドコンピューティングが普及することで日本経済にどのような影響を与えるかを明らかにし、クラウドコンピューティングが閉塞している日本経済に創造的破壊をもたらすような政策を提案する。

そもそもクラウドコンピューティングの定義とは何か。クラウドコンピューティングとは、サービス提供事業者が構築するネットワーク上で、個別利用者が情報処理を行うシステムのことである。このクラウドコンピューティングには様々な種類が存在し、大きく分けて利用形態による分類と、提供するサービスによって分けられた分類が存在する。これらのサービスはネットを通して、ソフトウェア、アプリケーションの実行環境などのミドルウェア、情報システムを運用するのに必要な仮想マシンやストレージなどの IT インフラを利用することを可能とする。さらにこれらのサービスを利用することにより、固定費用や管理・運用費用の削減、環境問題の改善といった大きなメリットを得ることが可能となる。また、サービスを利用することで企業の設立を容易にすることも可能となる。

本稿では、クラウドコンピューティングの普及により、雇用代替効果と雇用誘発効果、雇用創出効果が生まれると考えている。雇用代替効果は、クラウドコンピューティング利用により大幅なコスト削減が可能となるが、その影響で今まで必要とされてきた既存の IT 部門や SE といった管理・運用者が不要となる。雇用誘発効果は、クラウドコンピューティング利用による異業種とのコラボレーションや、固定費用の削減による新規企業や個人ビジネスの増加などが見込まれる。また、雇用創出効果においては、ロングテールビジネスの発達や、仮想化が実現する供給の最適化といったようなものがある。

まず、本稿では、ヨーロッパにおけるクラウドコンピューティングの経済分析を行った Etro(2010)や日本における情報関連投資の経済分析を行った篠崎(2003)を先行研究とし、日本におけるクラウドコンピューティングの経済分析を、コブ・ダグラス型生産関数を用いて行った。分析結果より、クラウドコンピューティングが普及することで、中小企業の増加が日本の GDP を上昇させることが分かった。

我々はクラウド提供事業者に日米両政府の補助金を出すことを提案する。

## 目次

### 第1章 はじめに

### 第2章 現状認識

- 第1節 (1. 1) クラウドコンピューティングとは何か？
- 第2節 (1. 2) 日本経済の状況
- 第3節 (1. 3) クラウドコンピューティング時代の到来

### 第3章 問題意識

- 第1節 (1. 1) クラウドコンピューティングが持つ創造的破壊力
- 第2節 (1. 2) クラウドコンピューティングの雇用代替効果
- 第3節 (1. 3) クラウドコンピューティングの雇用誘発効果
- 第4節 (1. 4) クラウドコンピューティングの雇用創出効果
- 第5節 (1. 4) 問題意識

### 第4章 先行研究と本稿の独創性

- 第1節 (1. 1) 先行研究
- 第2節 (1. 2) 本稿の独創性

### 第5章 分析

- 第1節 (1. 1) 研究目的
- 第2節 (1. 2) 生産関数モデル
- 第3節 (1. 3) 分析
- 第4節 (1. 4) 生産関数分析

### 第6章 政策提言

### 先行論文・参考文献・データ出典

# 第 1 章 はじめに

---

2007 年のサブプライムローン問題や 2008 年のリーマンショックに端を発した世界同時不況により、日本の実質 GDP は 2007 年に 2.4% のプラス成長だったものが、2008 年においては -1.2% のマイナス成長になった。2009 年の GDP 年間成長率も、各国大幅なマイナス成長をしているが、先進国の中でも、日本は最も高いマイナス成長だ。

また、世界同時不況の影響は日本企業に深刻な打撃を与えている。雇用は削減され、完全失業率は上昇の一途を辿っている。また、就職活動中の学生にとっても深刻な事態に陥っている。2011 年 3 月卒業予定の大学生・大学院生に対する民間企業の求人倍率が、2008 年の 1.62 倍から 1.28 倍に低下している。これは、10 年ぶりに低い水準で、過去 6 番目の低水準となっている。

このような経済状況の中で 2010 年 9 月に菅直人政権が発足した。菅政権は「経済成長」を最重要課題の一つと位置づけ、デフレの進行を食い止めるために雇用を増加させることなどを提案した。

一方で、クラウドコンピューティングというアメリカ発の大きな波が日本に押し寄せてきている。例えるならば、情報通信産業のマクドナルド化だ。マクドナルドは多くのことを破壊してきた。クラウドコンピューティングも日本経済の多くに創造的破壊をもたらすことが予想される。

我々がもっとも恐れていることはクラウドコンピューティングが日本経済に創造的破壊ではなく破壊だけをもたらすことだ。本稿ではクラウドコンピューティングが閉塞している日本経済に創造的破壊をもたらすような政策を提案することを目的とする。

## 第2章 現状認識

---

### 第1節 クラウドコンピューティングとは何か？

#### 第1項 クラウドコンピューティングの定義

クラウドコンピューティングとはサービス提供事業者が構築するコンピュータネットワーク上で個別利用者が情報処理を行うシステムである。

クラウドコンピューティングの定義は曖昧であり、NIST(国立標準技術研究所)では「クラウドコンピューティングとは設定によって変えられるプールされた共有コンピュータ資源(例えば、ネットワーク、サーバ、ストレージ、アプリケーション、サービス)に対して、オンデマンド型のネットワークアクセスを便利に実現するモデルである。」と定義している。

シスコシステムズ CTO に就任したパドマスリー・ウオーリアー女史は「クラウドコンピューティングとはサービスやアプリケーションを物理的なリソースから切り離して抽象化し、オンデマンドのレイヤーとして提供するもの」と定義している。

#### 第2項 クラウドコンピューティングの種類

クラウドコンピューティングには利用形態による分類で分けられた三種類と提供するサービスによって分けられた三種類がある。一般的には利用形態による分類ではパブリッククラウド、プライベートクラウド、ハイブリッドクラウドに分けられ、ほかにも企業向けにクラウドを提供するエンタープライズクラウド、地方自治体が運営する自治体クラウド、コミュニティクラウドなども存在する。

利用形態による分類の一つめはパブリッククラウドである。不特定多数のユーザーが同じ環境でクラウドを共用するものである。

二つめはプライベートクラウドである。同じグループ会社のユーザーだけが接続する閉じたクラウドであり、他のネットワークとは分断されている。

国内のプライベートクラウド市場は年率 30% で成長を続けており、2014 年には 3759 億円に達すると IDCJapan は分析している。

事業仕分けで大きく話題になった神戸市灘区に開発中の処理能力世界一を目指すスーパーコンピュータ京は費やす予算に見合った成果が得られないとされ、一度は凍結になった。しかし、ノーベル賞受賞者やそのほかの研究者からの強い反発があり、この予算は復活することになった。この予算が復活することになったのは大学や独立行政法人のスーパーコンピュータや既存の学術ネットワーク SINET と接続することにより、ハイパフォーマンスコンピューティングインフラの構築という形のものになり低価格で実現が可能になったからである。この技術はクラウドという言葉はついていないが、学術ネットワークと新しく完成するスーパーコンピュータ京を接続したネットワーク環境をサービス提供事業者、それを利用

する科学者たちをサービス利用者と考えれば、この技術は一種のプライベートクラウドである。

三つめはハイブリッドクラウドである。パブリッククラウドとプライベートクラウドの両者を利用するものである。通常データはパブリッククラウドで管理し、重要な機密データはプライベートクラウドで管理する。

次に提供するサービスによる分類を紹介する。一つめは SaaS である。ソフトウェアを提供するサービスである。個人、エンドユーザー企業を対象としている。GoogleApps や SalesforceCRM があげられる。図 1 は ASP・SaaS の国内における導入状況である。ASP とは Application Service Provider の略であり、SaaS と同じようなものである。

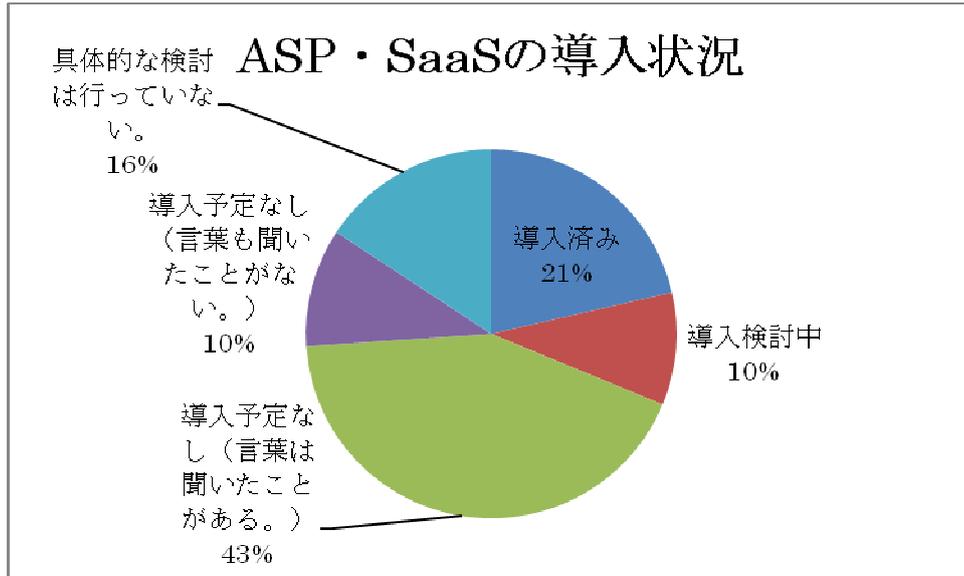


図1 ASP・SaaS の導入状況

SaaS の利用が適している分野はグループウェア、CRM、ワークフローなどである。例えば、製造業における生産管理、原価管理、小売業における販売管理、売上予測、サプライチェーンマネジメントである。日本郵政グループが CRM アプリケーションを導入した例や日本大学が Gmail を導入した例などがある。

二つめは PaaS である。アプリケーションの実行環境などのミドルウェアを提供するサービスである。PaaS を提供する主要企業は Microsoft であり、代表的な PaaS は Windows Azure、GoogleAppEngine や force.com などがあげられる。

三つ目は IaaS や HaaS である。情報システムを運用するのに必要な仮想マシンやストレージなどの IT インフラをインターネットを通じて貸し出すシステムである。利用者は仮想マシンを自由に利用でき、オペレーションシステムやデータベース、ミドルウェア、アプリケーションなどをインストールすることができる。PaaS や決められたオペレーションシステムやウェブサーバ、アプリケーションサーバしか利用できなかった従来のホスティングサービスよりもシステム構築の自由度が高い。

HaaS を提供する主要企業は Amazon であり、代表的な HaaS は AmazonEC2 などがあげられる。

## 第2節 日本経済の状況

### 第1項 日本の GDP

2009年、日本の実質 GDP は約 525 兆円であり、他国と比較すると世界 2 位の立場である。この地位を日本は長年維持してきた。しかしながら、近年の中国の目覚ましい経済発展により、図 2 で見てとれるように 2010 年に日本は中国に追い抜かれ世界 3 位になると予測されている。さらにインドは、長期的に見れば中国を遙かに凌ぐ GDP をもつ経済大国になるだろうともいわれている。つまり、長期的に見れば日本の GDP は、アメリカ・中国・インドに抜かれ、その地位は世界 4 位もしくはそれ以下に陥ってしまうと考えられる。さらに、日本は国としての GDP は世界 2 位と高順位であるが、国民一人あたりの GDP に変換するとその順位は世界 23 位と先進国としてはかなり低い順位に位置する。

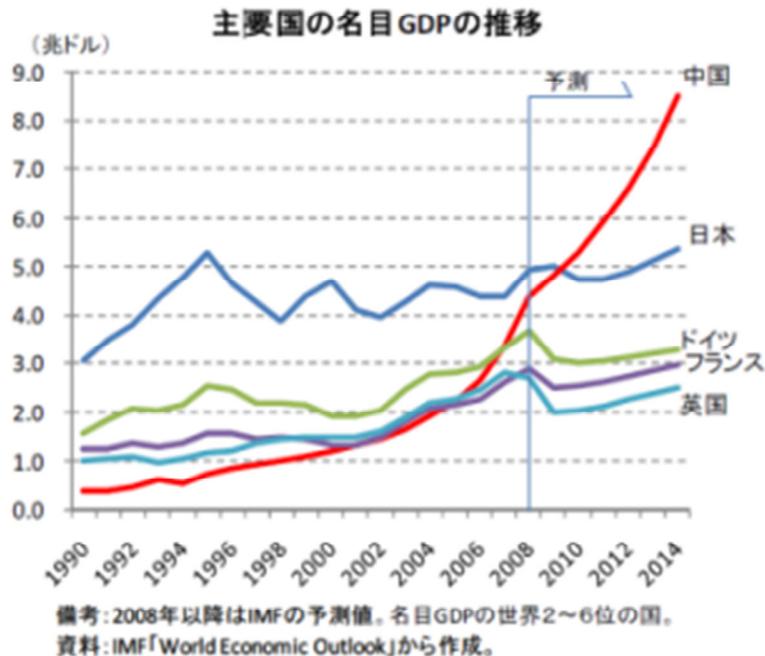


図 2 主要国の名目 GDP の推移

また、2008年のリーマンショックに端を発した世界金融危機により、2007年に2.4%のプラス成長だったものが、2008年においては-1.2%のマイナス成長になった。ここで注目していただきたいのが、図 3 の各国の年間成長率である。この図によると、2008年度にマイナス成長を記録したのは、発端先のアメリカではなく、日本とイギリスだけである。2009年の GDP 年間成長率も、各国大幅なマイナス成長をしているが、この図の先進国の中でも、日本は最も高いマイナス成長だということがわかる。

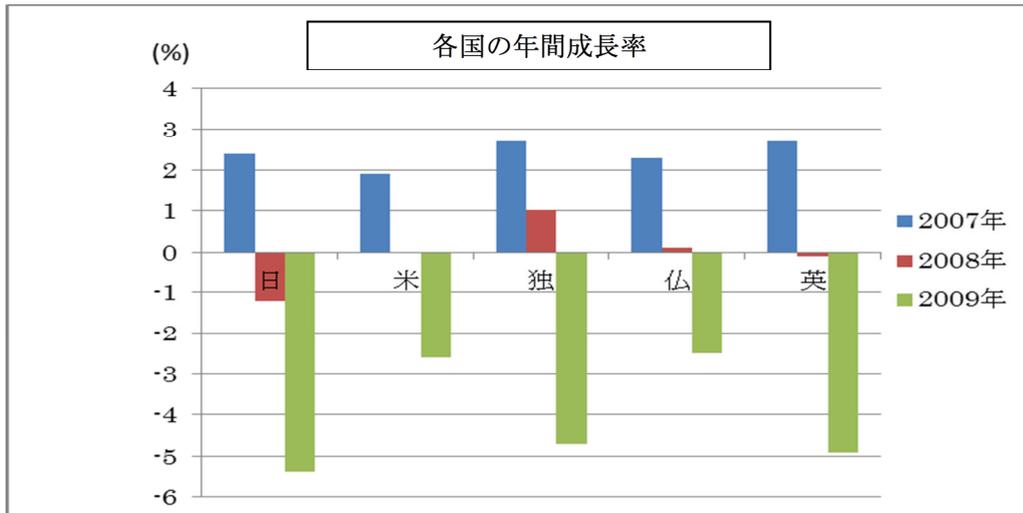


図3 各国の年間成長率

## 第2項 雇用に関する状況

世界同時不況による影響は日本経済における雇用情勢にも及んでいる。日本国内の完全失業者数は2010年10月の時点で約340万人に達している。また、仕事を求める人に1人当たり平均何件の求人があるかを表す「完全失業率」は、約5.0%と高い水準に位置している。

## 第3項 新成長戦略

2010年9月に民主党総裁に再選した菅直人政権は「有言実行内閣」を掲げ、発足した。経済の低迷が続き、失業率や自殺率、孤独死などが増加し、社会の閉塞感が深まっている。こういった現状を受け、「経済成長」、「財政健全化」、「社会保障改革」、「地域主権改革の推進」、「主体的な外交の展開」の五つを最重要政策課題と位置づけた。

最初の課題である「経済成長」では、コスト削減努力によるデフレの進行を食い止めるためにも雇用を増加させる必要があると述べている。医療や介護、子育て、環境の四つの分野をターゲットとしている。こうした雇用と成長に重点をおいていく荷造りを実現するために三段構えの経済政策を推進する。第一段階は急激な円高デフレ状況への対応である。為替介入や雇用対策への予備費投入などを提案している。第二段階は今後の動向を踏まえた機動的な対応である。第一の柱が雇用、人材育成、第二の柱が新成長戦略の推進、第三の柱が子育てや医療、介護、福祉、第四の柱が地域活性化、社会資本整備、中小企業対策、第五の柱が規制、制度改革である。再生可能エネルギーに関する規制緩和や国際医療交流拠点の整備などを提言している。第三段階は新成長戦略の本格実施である。需要創造や雇用創出を強化することを提言している。

## 第3節 クラウドコンピューティング時代の到来

クラウドコンピューティングという言葉をはじめて使ったのは、2006年8月にアメリカ・カリフォルニアで開かれたサーチエンジン戦略会議でGoogleのCEO エリック・シュミットの発言だといわれている。シュミットは次のように発言した。「我々はまさに今新しいモ

デルに直面しています。この新しいモデルはデータサービスやアーキテクチャがサーバ上にあることを前提に始まっています。それを私たちは“クラウドコンピューティング”と呼んでいます。」この会議で紹介された“クラウドコンピューティング”は今までの科学技術計算用に使われていたグリッドコンピューティングや IT リソースを公共財のように使うユーティリティコンピューティングの流れと、ASP や SaaS の流れが合わさってできたものだ。

かつて、IBM の創業者トーマス・ワトソンが「コンピュータの需要は世界で 5 台くらいだろう。」と発言して、専門家もしばしば間違った予測をするといわれたが、ワトソンが言ったことが今現実に起きようとしている。世界中のコンピュータが Google や Amazon、Salesforce、Microsoft、Yahoo の 5 台に収束する流れになってきた。

総務省の「スマート・クラウド研究会報告書」の推計によると、図 4 で見てとれるように 2015 年にはクラウドサービスの市場規模は 2.4 兆円になると見込まれており、2009 年の 3900 億円と比較すると、約 4 倍に増加することになる。

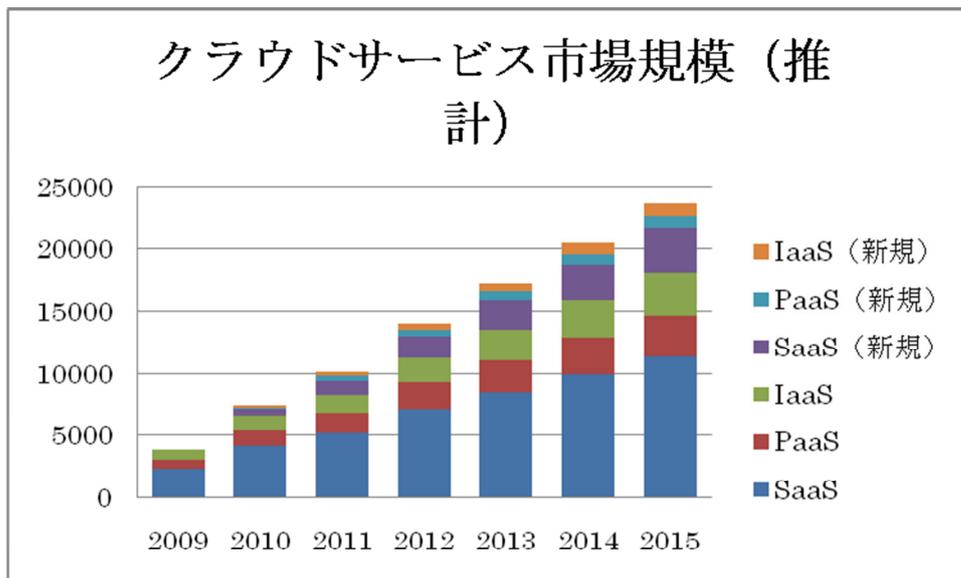


図 4 クラウドコンピューティング市場規模

第 1 項から第 4 項ではクラウドコンピューティング時代が到来した背景について説明する。

## 第1項 世界同時不況によるコスト削減圧力の上昇

世界同時不況により、各企業は黒字になるのに必死になっている状況である。売上は減少をしている。そのため、コスト削減をすることにより固定費用の削減をしなければ、赤字になってしまうという危機感が各企業にはある。各企業は現在、人員削減や、原材料見直し、広告費削減など様々なことで、コスト削減に励んでいる。

事例として、三洋電機は 4 月以降、パナソニックに倣って、原材料の原価を見直し、社内の各部門で共同購入を進め、コスト削減を行った。コスト削減が奏功し、最終黒字を確保した。

また、グンゼは 2010 年 11 月 4 日に創業地の京都府綾部市にある本工場を、年内をめどに閉鎖すると発表した。ストックキングの生産拠点の一つだが、近年はストックキングを身に着

けない女性が増えたため、需要は低迷していた。今後は宮崎県小林市にある小会社の九州グンゼの工場と、中国・三東省の工場に生産を集約して、コスト削減をする。

## 第2項 B2B から B2C への転換

従来のウェブ 2.0 とクラウドコンピューティングの違いは企業から消費者へのサービス、つまり、B2B なのか企業間取引、つまり、B2C なのかということにある。ウェブ 2.0 はインターネットのあちら側のサービスと表現される。このインターネットのあちら側というものはクラウドコンピューティングの提供事業者が構築しているネットワークにあたる。

ウェブ 2.0 の代表的なサービスにソーシャルネットワーキングサービスの Facebook や MySpace、一行ぐらいのつぶやきを記入していくツイッターなどがある。ウェブ 2.0 は 2004 年頃から話題になってきた。しかし、サブプライムローン問題やリーマンブラザーズの破綻などが引き起こした世界同時不況の影響を受けてベンチャーキャピタルからの投資や企業の広告費などの収入も得られなくなり、立ちゆかなくなっている。消費者主体の無料インターネット文化であるウェブ 2.0 ブームの終焉である。そこで、現在推進されているのが企業向け有料サービスのクラウドコンピューティングである。

## 第3項 情報爆発時代

IDC と EMC が 2008 年に行った調査によれば、2007 年に全世界で生成されたデジタル情報は 281 エクサバイトでこれは地球上の全人口の一人当たり約 45 ギガバイトだったが、2011 年には 1800 ギガバイトに達し、5 年間で 10 倍になると予測している。世界中で流通しているデータ量が爆発的に膨張しているため、大規模なデータセンターが必要になっている。

ビジネスや身の回りの様々な技術のコンピュータ化、コンテンツのデジタル化によって情報量が増大しているが、やはりインターネットの発展が大きく寄与している。インターネット上では毎日ニュースが大量に生成され、日々の出来事が常にブログに追加されている。モバイルデバイスからの入力が可能になることでさらに情報の量が増加している。また、センサーネットワークがインターネットと融合している影響も大きい。

また、集合知や巨大知という現象も起きている。インターネットはデータの量やネットワーク外部性を成長させた。ユーザーが書き込んだ情報が共有されることにより新しい社会的次元を切り開く、いわゆる、集合知という現象である。また、バイオテクノロジー・高エネルギー物理・地球環境などの科学分野に置いて膨大なデータを扱うようになった。ビジネスに置いてもデータとその関係から戦略的な価値を創出するデータマイニングやビジネスインテリジェンスが発達した。いわゆる、巨大知という現象である。日本においては文部科学省が進める「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究（情報爆発プロジェクト）」や経済産業省が進める「情報大航海プロジェクト」が進行している。

## 第4項 二酸化炭素問題

情報量の増大に伴って CO<sub>2</sub> の問題も発生している。京都議定書で日本は 2008 年から 2012 年までの平均で 1990 年に比べ二酸化炭素排出量を 6%削減するように求められている。ところが、このままデータ量が増加していけば、サーバが増設され電力消費量が増大してしまう。経済産業省所管のグリーン IT 推進協議会の実証実験によれば、2025 年の IT 機器の発熱量は現在の約 5 倍に達すると予想されている。

この二酸化炭素問題をクリアするのがクラウドコンピューティングなのである。

## 第3章 問題意識

---

### 第1節 クラウドコンピューティングがもつ創造的破壊力

クラウドコンピューティングは創造的破壊力を持っている。例えるならば、情報通信産業のマクドナルド化だ。この技術はクリステンセン（2008）で述べられている破壊的イノベーションに当てはまる。

篠崎(1999)では情報化投資が経済に与える影響を分析した。第一に既存の雇用の代替効果、第二に情報化投資そのものに伴う雇用誘発効果、第三に全く考えられなかった雇用創出効果がタイムラグを経て重層的に発生すると考えられると書かれている。

次の節ではクラウドコンピューティングの普及で日本経済に与える影響を雇用代替効果、雇用誘発効果、雇用創出効果に分けて説明する。

### 第2節 クラウドコンピューティングの雇用代替効果

#### 第1項 規模の経済性と分散処理技術が実現する破格のコスト削減

規模の経済性とは、生産規模の拡大に伴って、生産物の単位当たりのコストが下がり、効率が上昇することである。クラウドコンピューティングの特徴に規模の経済性が当てはまる。Google や Amazon など世界中に大規模なデータセンターを創っており、コストを減少させている。米国カリフォルニア大学バークレー校(UC Berkeley)の Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory が 2009 年 2 月に発表した論文によれば、5 万台以上のサーバを運用する大規模センターは、1000 台以下のサーバを運用するデータセンターに比べて、ネットワークコストは 7 分の 1、ストレージコストは 6 分の 1、管理コストは 7 分の 1 になるといっている。なので、ますますクラウド提供事業者は世界中にデータセンターを現在建設し続けている。

仮想化技術とはコンピュータの CPU やメモリ、ディスクなどのリソースの物理的な構成を隠蔽した上で、仮想的なハードウェア環境（仮想マシン）を複数作り出し、各仮想マシンが CPU やメモリを備えているように見せかけることのできるソフトウェア技術である。具体的にいうと、仮想化技術を利用すれば、1 台のサーバを、あたかも複数のサーバを利用しているように機能させることができるため、複数のユーザーの処理に対して、1 台のサーバ

で対応できる。このため、サーバの利用効率が向上し、低料金でサービスを提供できる。また、同じ能力のデータセンターで、これまでよりも少ない台数のサーバで構築・運用できるようになる。そのため、電力や冷却コストの削減、IT機器の設置スペースの節約につながるというメリットもある。

ユーザーが使用しているサーバのキャパシティが不足した場合には、仮想化によって作成した仮想マシンをプロビジョニング技術により追加するだけでよいため、容易に対応することができる。スケールアウトする上で欠かせない技術である。

数年前まで、仮想化技術は、パフォーマンスの悪さが指摘されるなど課題も多く見られた。現在ではこうした問題も解消されており、年々、そのパフォーマンス向上している。intel や AMD などのチップメーカーがプロセッサレベルでの仮想化技術の提供を開始したことも大きい。こうした、ハードウェアレベルでの仮想化とソフトウェアレベルでの仮想化が相まって、現在の仮想化技術の進展に寄与している。

カー (2008) ではクラウドコンピューティングは巨大な発電所と例えている。仮想化されたクラウドコンピューティングが供給の最適化を実現するという水を水道に例えて説明する。

今日のクラウドコンピューティング技術を支えているのが、分散技術である。分散技術とは、大量の汎用サーバで構成したコンピュータ・クラスタ上で大規模なデータ処理を実行するのに適したフレームワークである。分散技術処理で有名なものが、google が独自に開発をしたマップリデュースである。同社の高速検索エンジンを支える中核技術である。しかし、自社技術をクラウドコンピューティングの標準として広めるため、一部の情報は開示されている。この情報を元に開発が進められているのが、Apache ライセンスのもと、オープンソースとして公開されているのがハドゥープである。ハドゥープを利用した分散処理では、まずアプリケーションをクラスタ上のいずれのノードでも実行可能な何百、何千という細かいワークロードに分割する。そして、多数のノードに割り当て、各ノードから瞬時に返された情報を再構成し、最終的に回答を出す。同様のプログラムに比べ、その処理速度は抜きん出たものとされている。

ハドゥープは Google が利用しているほか、Amazon も仮想サーバ上でユーザーが必要に応じて簡単に利用できる環境を用意している。また、IBM もクラウドコンピューティング環境の構築に利用している。ハドゥープの利用はクラウドコンピューティング以外にも広がっている。Yahoo では、自社の検索エンジンの処理効率を Google 並みに高めるために活用している。急成長を遂げている米国の SNS プロバイダ、Facebook では、ユーザーの行動分析やサイト上の広告効果を分析するためにハドゥープを活用している。ハドゥープはその性質上、すべてのアプリケーションに適用可能なわけではないが、クラウドコンピューティングを支える重要な技術であることは間違いない。

また、分散処理の根底にあるのはエラー忘却型コンピューティングという考え方である。エラー忘却型コンピューティングとはメモリに何かしらのエラーが発生しても、コンピュータプログラムはそれをなかったことにして、処理を継続してしまうシステムである。通常のプログラムであれば、エラーが発生した時点でプログラムにそのことを通知し、処理を停止してしまう。エラー忘却型コンピューティングでは、プログラムに無効な値を返すだけで、そのまま処理を続行させるという仕組みになっている。

Google の場合、このエラー忘却型コンピューティングという概念を、同社が独自に開発した並列データ処理言語「Sawzall」において実装したとしている。また、Amazon はエラー忘却型コンピューティングという名前は使っていないものの、独自に開発した高可用ストレージシステム「Dynamo」で非常に近い概念を実装している。この Dynamo は、同社の e コマースシステムを支える基盤やオンライン・ストレージ・サービス [Amazon S3] で利用されている。

このプログラムにより、たとえディスクに障害が発生しても、ネットワーク経路が混雑していても、さらにはデータセンターがトルネードによって倒産していても、ネットに繋がるようになっていく。

このクラウドコンピューティングの規模の経済性や仮想化技術や分散処理技術が企業の破格のコスト削減を実現する。

中古車販売店ガリバーは GoogleApps を 2009 年 5 月から導入し、年間 4000 万円以上の運用コストを削減した。今までの社内メールの保存量は一人あたり 100MB でメールがたまったら従業員は不要なメールを削除していたが、中国支社では Gmail を利用し、記憶容量を気にする必要はなかった。

Ustream はインターネット上で動画の生中継ができるサービスを提供している会社だ。Ustream のサービスを利用した (株) 日本工営は数千円のウェブカメラと月額 5000 円で東京とハノイを結ぶテレビ会議ができる。テレビ会議のシステムは最低でも数十万円かかる上に保守料金が別途かかることを考えれば Ustream のサービスはタダ同然である。

## 第2項 オフショア開発がもたらす発展途上国の労働需要の高まりと先進国労働者の失職

「アウトソーシングがクラウド化を促進させる」という指摘をする人がいる。現代では、いろいろな分野でアウトソーシングが利用され、それらのクラウド化が進んで、企業はクラウドに引きずり込まれてしまうというのだ。その結果、クラウド化された外部利用のアプリケーションと企業内の既存システムとの連動は避けられなくなる。

近年、中国やインドなどのアジア諸国におけるオフショア開発が増加している。2008 年度のオフショア開発取引額は総額が 1011 億円となり、1000 億円を超えている。オフショア開発の目的は開発コストの削減や国内人材不足の確保が最も多く、オフショア開発相手国は中国が最大である。図 5 がオフショア開発の発注相手国の実績である。中国では多くの IT 人材が育成され、比較的安価な労働力確保が可能であったことや日本からの距離の近さなどの利便性などの理由で注目されている。また、インド、ベトナム、フィリピン、マレーシア、ミャンマー、モンゴルなどの国々も存在感を増している。

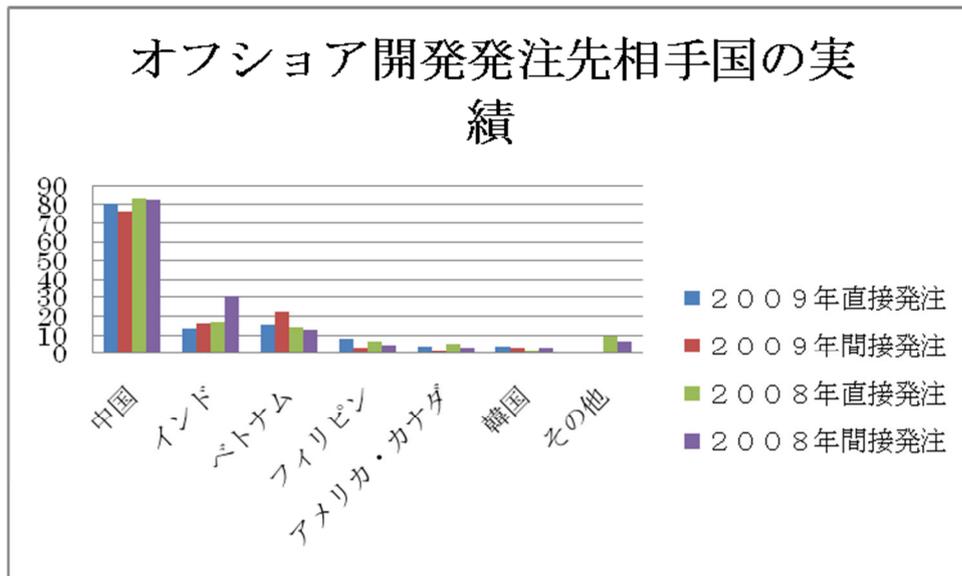


図 5 オフショア開発発注先相手国の実績

クラウドサービスの GoogleApps は多言語に対応することができ、グローバルな規模でプロジェクトを進めていくことに適している。Googlemail は海外出張の多い社員が多く使っている。接続環境の悪い海外でも通信が途切れたりすることがない。

フリードマン（2008）ではインドがアメリカその他の工業国家の情報通信分野の海外アウトソーシングの重要な供給源になっていることがつづられている。また、中国の大連のことも記されている。大連には総合大学や工業大学、広大なソフトウェア企業団地が集中し、日本や韓国から飛行機で 2 時間という近距離にあり、日本語ができる中国人も多く、大連は日本のアウトソーシングにとってのうってつけの場所となった。日本企業は日本人ソフトウェアエンジニアを一人雇うお金で中国人を三人雇えるため、日本企業 280 社が大連に拠点を置き、中国企業と提携している。

このような状況が進めば、先進国の労働者は発展途上国の労働者に仕事を奪われ、失職してしまう懸念がある。

### 第3項 ユーティリティコンピューティングの登場による企業コンピューティングの終焉

Carr（2005）ではクラウドコンピューティングの登場により、企業コンピューティングの終焉、極端に言えば、全企業の IT 部門が閉鎖になるととらえられることが書かれている。

現在のクラウドコンピューティングは 100 年前とよく似ている。当時の製造業者は自分たちの工場に発電機を所有していた。しかし、発電機を手放し、電力会社から電気を買って仕事をするようになった。この状況が IT リソースを従量課金・ユーティリティコンピューティングで提供しようというクラウドコンピューティングに似ているというのだ。企業の IT 部門はクラウド提供事業者から IT リソースを必要なときに必要な分だけ買うようになる。そして、既存の IT 部門がこのままの形では存在しなくなるという。近年、多くの企業の IT 部門がビジネスプロセスを重要視しているのはこの流れになるためであると見て取れる。

## 第3節 クラウドコンピューティングの雇用誘発効果

### 第1項 コストとセキュリティの二律背反

コンピュータセキュリティとコストとは常に二律背反の関係にある。コストを下げれば、その情報はセキュリティの面で不安にさらされる。セキュリティ面を重視すれば、コストがかかる。クラウドコンピューティング時代には情報が規模の経済性や電力の効率化を求めて世界中を飛び回ることになる。広い土地と寒冷な気候という条件がデータセンターの立地に適している。

図 6 で見てとれるようにデータセンターで消費される電力の割合は最も多いのは冷却器で 33%、ついで IT 機器で 30%と続く。PUE という指標があり、データセンターの電力効率を表す。Power Usage Effectiveness の略で、 $PUE = \text{データセンターで消費する全電力} \div \text{IT 機器が消費する電力}$  である。PUE が低いと余分な電力を消費していないということである。また、コンテナ型のデータセンターも登場してきている。Sun Microsystems 社の Project Blackbox や IBM の PMDC、HP の POD などである。ISO 標準のコンテナが使用されてお

り、荷扱いの機器や陸上輸送のためのトレーラーもすでに存在しているので、運搬や据え付けに余計な手間をかけなくてよくなる。

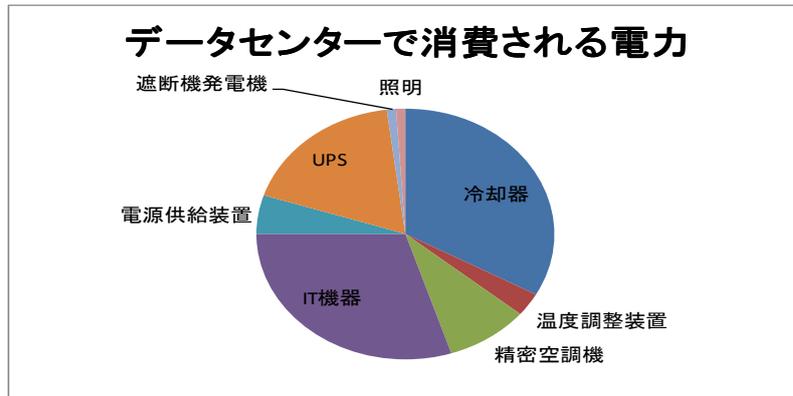


図6 データセンターで消費される電力

経済産業省は「クラウドコンピューティング時代のデータセンター活性化策に関する検討会」を開催した。日本は地価が高いことや地震対策などの安全基準が厳しく建物のコストが高いことなどから、海外と比較してデータセンター建設に不利になっていることが報告された。日本は治安の良さや品質の高さを活かしてデータセンターの建設を進めている。データセンターが消費する電力の3分の1が冷却に使われることと広大な土地が用意できることで北海道に期待が集まっている。

## 第2項 異業種とのコラボレーション・産業融合

(株)富士通は宮崎県都城市で現地の宮崎県都城市の農業再生法人都城ふるさと園芸組合とともにクラウドコンピューティングの技術を使った農業改革プロジェクトに取り組んでいる。農地にカメラやセンサーを取り付け、カメラからは作物の生育状況をセンサーからは気温や土中の水分や温度のデータなどを取得する。農作業の従事者には腰に加速度センサーを取り付け、行動データを記録する。蓄積したデータを元にコンピュータが今何をすべきかを算出し、農作業の従事者が持っている携帯電話に指示が表示される。このシステムの導入により、無駄な動作がなくなり効率的な作業ができるようになったり、水の浪費をなくすことができたりする。また、農業経験のない人でも指示に従って仕事をすればいいので若者の農業への参入も促すことになるだろう。また、NECも農業プロジェクトを発足させた。

経済産業省が開催している「クラウドコンピューティングと日本の競争力に関する研究会」では交通分野やヘルスケア分野、ものづくり・物流分野とのコラボレーションも消化している。

### 第3項 固定費用の大幅削減による新規企業や個人ビジネスの増加や中小企業の IT 化

クラウドコンピューティングは固定費用の大幅削減を可能にする。図 7 で見て分かる通り、固定費用の減少により限界費用曲線も下方へシフトすることになる。

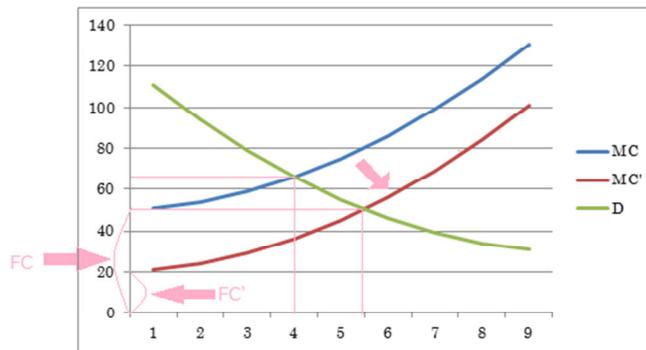


図 7 固定費用削減による限界費用曲線シフトのイメージ

従来のレンタルサーバと AmazonEC2 の料金を比較してみることにする。従来のレンタルサーバなら初期費用としてサーバ代が 1~10 万円程度月額固定費として 1~10 万円程度かかるのが普通だ。ところが、AmazonEC2 でサーバを構築するなら初期費用や固定費用は一切かからない。必要なのは使った時間あたりの料金と転送したデータあたりの料金だ。ごく一般的な中小企業のサイトとしてスモールインスタンスを利用したとして計算すると月 1~2 万円程度で収まることになる。

新規企業の代表例として Hadoop ベンチャーの Cloudera があげられる。また、総合人材サービスのアデコはクラウドコンピューティング技術を使った在宅人材サービスを始める。クラウドコンピューティングは自宅に高性能のコンピュータがなくてもネットを通じてソフトを利用できる。そのため出産や育児で在宅を余儀なくされた女性や障害者などでも業務に携わることができる。

中小企業の IT 化が進んでいない理由は 4 つある。戦略的要因と人的要因、外的要因、コスト要因である。クラウドコンピューティングはこれらの状況を解決できる。特に注目すべきなのはコスト面での問題を解決できることである。東大阪の特殊ねじ専門商社ツルガはクラウドコンピューティングを導入することで売上を上げることに成功した。今までのツルガは商談の状況が把握できず、すべての案件に対応できないという状況に悩まされていた。そこで、クラウドサービスの Salesforce CRM を導入した。このサービスの導入により、売り上げ上位の案件や停滞案件などが一目でわかるようになり、毎月比 120% のペースで売り上げが伸びた

### 第4項 課金体系の変化が後押しする国内 IT アウトソーシング市場の成長

クラウドコンピューティングは IT リソースを「所有」するものから「利用」するものへと変化するため、課金体系も無料あるいは従量課金制となる。

経済学者が「無料のランチはない」、先人が「タダより高いものはない」と教えるように、無料でサービスを提供してきたクラウド提供事業者がここに来て少しずつ商用化にシフトしてきた。2006年にスタートした Google Apps は今までは無料版だけだったが、2007年2月それまでよりも多くのディスク容量と稼働保証を付けたプレミアム版がスタートした。無料版とプレミアム版のどちらも利用できるという状態だ。しかし、無料版にはユーザーアカウント数の制限なしと記載されているにもかかわらず、アカウント数の上限は 200 アカウントとなっていた。2009年にはこの無料版のアカウントの上限が 50 アカウントになった。このアカウント数の制限は無料版から有料版への移行を促すためだろう。

従量課金制は急な法改正や災害時にとても有効である。

山梨県甲府市は定額給付金を配布する際に、その管理システムに Salesforce over VPN を採用した。定額給付金は一度限りのことなので、システム開発に大きな経費はかけられなかった。また、準備期間も短く、クラウドコンピューティングは最適なサービスだった。その他、エコポイント制度を管理しているグリーン家電普及推進室の例も同様にクラウドコンピューティングを採用している。

宮崎県は 2010年8月末、口蹄疫で被害を受けた家畜 30万頭や手当金の情報を管理するシステムに富士通の SaaS 型顧客管理システム「CR-Mate」を採用した。手当金の算定や支払い状況、牛や豚の等級や種類、生後日数などの数十種類の情報が必要になるため、作業効率を高めるためにこのシステムを導入した。

図 8 で見てとれるように矢野経済研究所の「IT アウトソーシング市場に関する調査結果」では 2008年度から 2014年度の年平均成長率は 4.1%で推移し、2014年には 3兆 3025億円に達すると予測されている。その要因はクラウドコンピューティングのユーティリティコンピューティングにあると矢野経済研究所は分析している。

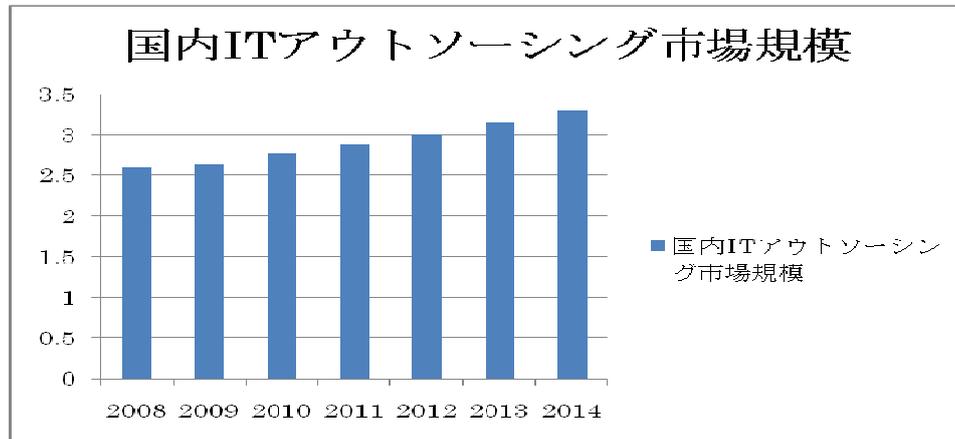


図 8 国内 IT アウトソーシング市場規模

## 第4節 クラウドコンピューティングの雇用創出効果

### 第1項 ロングテールビジネスの発達

ロングテールビジネスはインターネットという双方向のメディアが生み出した新しいビジネススタイルである。ロングテールとは、オンライン小売店における新しいビジネスモデルのことで、しばしば Amazon が例として挙げられることが多い。一般的にオフライン小売店は特定の分野における売り上げ上位 20%を主力商品として売り出し、残り 80%のあまり需要のない商品は見過ごされてきた。その理由は、在庫管理や物流にかかるコストの関係上、仕方ないことであると考えられてきた。しかし、オンライン小売店では、オフライン小売店に比べ残個管理や物流にかかるコストが遥かに低いため、その見過ごされてきた 80%の商品をも戦力として組み込み、そこから得られる売り上げを集積することにより、より大きな利益を生み出すビジネスモデルを創り出すことに成功した。また、ロングテールの名前の由来は、商品の売り上げをグラフ化した時、縦を販売数量、横を商品名にすると、あまり売れない商品、つまり上でも述べた 80%の商品が恐竜のしっぽのようにとても長く伸びていくことから、ロングテール(long tail)と呼ばれている。

ロングテールビジネスをうまく活用した例として大分県知事平松守彦の「一村一品運動」があげられる。「梅栗植えてハワイに行こう」をスローガンに農業ではあまり主要でない作物を栽培することで付加価値を生み、成功を収めた。

クラウドコンピューティングが提供するサービスは利用者が簡単に操作できることも特徴でロングテールビジネスが多く発生することが期待できる。

### 第2項 バンドワゴン効果・ネットワーク外部性がもたらす寡占化・勝者総取りの法則

バンドワゴン効果とは利用者が一定の規模を超え、自己増殖的にそれらがポジティブ・フィードバックを起こす現象のことである。Google の検索エンジンなどは既にバンドワゴン効果が起きていると言える。クラウドコンピューティングの普及によって世界の IT 市場がアメリカ勢に独占されてしまっている。

しかし、日本でも「東雲プロジェクト」が始まっていて、いずれは海外展開して日本が IT 市場で国際的に優位になることも考えられる。

ムーア (2002) では、一つの技術が市場に浸透して成功を収めるにはどのような場合もいくつかの裂け目を超えなければならないと指摘している。市場を構成する人々は大きく分けて三つに分類される。まず、「技術革新を好み、物事に興味深く初期でも使いたがる人たち」、次が「主力市場の人たち」、最後は「何事にも保守的な人たち」だ。各セグメントの大きさは初期市場は全体の 15%~16%、主力市場はさらに飛び月の早い人と遅い人に別れておのおの 34%ずつ合計 68%、後期市場は 16%程度である。2012 年までには完全に初期市場を抜け出て主力市場の前半頂上に向かう。

### 第3項 仮想化が実現する供給の最適化

仮想化とは誰が作った商品かを隠蔽するテクニックである。例えば、井戸を掘って水を手したとき、水をくみ出す装置は井戸であり、その井戸は自分や家に属している。井戸が潤

れたりしたら家族は水不足に苦しんでしまう。そうした事態に保険をかけるために仮想化が行われる。水源には供給能力があり、契約している利用者すべてに水を供給することができる。部分的には水が出なかったり、水が汚染されていたりするかもしれないが、どの家庭に配られるかわからない仕組みになっているのである。

今までのシステムをコロケーションシステム、仮想化されたクラウドコンピューティングのシステムをクラウドシステムと呼ぶ。この供給方法では一人一人の利用者にとって最適解ではないかもしれないが、社会全体を見渡したときに非常に効率的である。

コンピュータの生み出すサービスは電力や水道よりは複雑だが、標準化・仮想化しやすい。したがって、コンピュータ技術はクラウドモデルに本質的に向いているのだ。

## 第5節 問題意識

クラウドコンピューティング市場において、最先端を走っている企業は Google や Amazon、Salesforce、Microsoft、Yahoo などのアメリカ企業である。我々がクラウドコンピューティングに期待していることは閉塞した日本経済に創造的な破壊をもたらすことであり、最も恐れていることは日本経済に破壊だけをもたらすことである。経済学的に言えば、雇用代替効果が雇用誘発効果と雇用創出効果を上回ってしまうことである。もしも、そのような事態になれば、菅政権が五つの最重要政策のうちの一つとして掲げた「経済成長」で述べたデフレから脱却するために雇用を増加させるということが根本から崩れてしまうかもしれない。

## 第4章 先行研究と本稿の独創性

### 第1節 先行研究

#### 第1項 Etro(2010)

ヨーロッパにおけるクラウドコンピューティングの経済分析を行った Etro(2010)を参考にした。この論文では、動学的確率一般均衡モデルという高度な分析手法が使われているため、オイラー方程式を用いて日本経済について同様のモデルを構築することはわれわれの能力を超えている。しかし、動学的モデルの内生変数として市場構造、すなわち企業数、が時間とともに変動する点は非常に魅力的であった。

Etro (2010) の分析の結果、ヨーロッパ全体で短期的に見るとクラウドコンピューティングの早い導入で 0.15%、遅い導入で 0.05%、中期的に見ると早い導入で 0.3%、遅い導入で 0.1%の GDP 年間成長率に変化が起きる。

さらに、部門別に見ると、卸売業や小売りで事業創造や 144,000 の新しい中小企業が起ると推計される。事業創造は永久的で時がたてば増加する傾向にあるが、新しい中小企業の増加は時がたてば消えるが、経済の構造に永続的な衝撃を与える。

また、国別に見ると、イタリアでの事業創造が最も多く、81,000 の新しい中小企業が起ると推計された。次いで、スペイン、フランス、ドイツ、イギリス、ポーランドである。クラウドコンピューティングの導入により、消費や賃金、生産高、企業数が増加し、労働時間は減少することが分かった。この分析結果を受けて、クラウドコンピューティングの早期導入を税額控除や補助金によって促進すべきだとこの論文では提案している。

#### 第2項 篠崎(2003)

次に日本における情報関連投資の経済分析を行った篠崎(2003)を参考にした。篠崎(2003)では、マクロ・データを用いて情報資本の限界生産性と労働生産性への影響が実証分析されている。ここでは情報化投資の実証分析に資本ストックを情報資本ストック( $K_i$ )と一般資本ストック( $K_0$ )に分け、一次同次の仮定をおいた次のようなコブダグラス生産関数を用いている。なお、ここでいう情報通信ストックとは、コンピュータの他に通信機器やオフィス機器も含めた広義の概念でとらえられている。

$$V = AK_0^\alpha K_i^\beta L^\gamma \quad (1)$$

ただし、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 、 $V$  : 付加価値、 $L$  : 労働投入  
ここで(1)式を変形して次のモデルを導いた。

$$\ln V/L = A' + (\alpha + \beta) \ln K_0/L + \beta \ln K_i/K_0 \quad (2)$$

篠崎(2003)の分析の結果、(2)式より資本の限界生産性を求めたところ、一般資本ストックが 20.2%なのに対し、情報資本ストックは 63.9%と非常に高いことが分かった。これにより、情報化投資の限界収益率が高いことが明らかにされた。

また、一般資本の装備率が上昇するほど、資本設備の情報化が進むほど労働生産性が上昇することも分かった。つまり、例えば情報資本が高く、しかしシェアが小さくとも、情報化投資は労働生産性上昇に影響することが明らかにされた。

## 第2節 本稿の独創性

ヨーロッパにおけるクラウドコンピューティングの経済分析は Etro(2010)で行われていたが、日本におけるクラウドコンピューティングの経済分析は未だ行われていない。したがって本稿の独創性としては、日本におけるクラウドコンピューティングの経済分析を行うこととする。

しかし、Etro(2010)で用いられていた分析ツールは動学確率一般均衡モデルであり、我々の理解を超えている。よって本稿の分析ツールとして篠崎(2003)で用いられたコブ・ダグラス型生産関数を用いて分析を行う。また、本来であれば民間資本ストックをクラウド関連資本ストックとクラウド無関連資本ストックとにするべきなのだが、クラウドコンピューティングが 2008 年頃から登場してきた極めて新しい技術であるということもあり時系列的なデータが存在しない。したがって民間資本ストックは、コンピュータ関連資本ストックとコンピュータ無関連資本ストックとする。しかし、それではクラウドコンピューティングの経済分析ではなく単純に情報化の経済分析になってしまう。よって、Etro(2010)でヨーロッパにおいて増加するという結果が出ていた賃金、企業数、消費、生産高、労働者数等のデータをコブ・ダグラス型生産関数に  $\ln B$  という外部効果として投入して重回帰分析を行う。

この 5 つのデータの中で、我々は特に中小企業に焦点を当てて分析を行うこととした。その理由の一つめは、クラウド化は情報通信産業のマクドナルド化である。マクドナルド化は工業化の象徴でもある。工業化と情報化の違いは小が大を呑む時代だということである。情報化社会において小が大を呑むという現象が起きている。Google や Amazon が世界的な大企業へと成長したのがいい例だ。この「小が大を呑む」という現象は情報化社会ならではのことではないだろうか。中小企業に目を向けた二つめの理由は、第 2 章第 3 節第 2 項でも述べたとおり大衆向け無料サービスである B2C ブームの終焉である。世界同時不況の影響を受けて、一見すると好調に見える facebook や MySpace やツイッターなどもビジネスモデルを確立できない状況にある。そうした状況を受け B2B のビジネスが注目されている。したがって、クラウドを提供される側も顧客ではなく企業でなければならないのである。三つ目の理由は日本におけるクラウドコンピューティングに関する政策はデータセンター建設などの大企業向けのものになっているためだ。中小企業向けの SaaS 活用支援なども実施されているが、SaaS はクラウドコンピューティングが登場する前からあるものであり、PaaS や IaaS などの政策は空白である。

また、Baldwin and Krugman の利潤移転補助金の考え方を参考にし、政策提言としてクラウド提供事業者の日米両政府共同の補助金を提案する。

## 第5章 分析

### 第1節 研究目的

本稿では、日本のクラウドコンピューティング普及により雇用の増加がもたらされた場合の GDP 増加効果の推計を行う。

先行研究としてあげた Etro (2010) においては、ヨーロッパでは企業数が増えることにより GDP が上昇し、結論として雇用が増加することが分かった。本稿でも同様に、コブ・ダグラス型生産関数を基礎とし、外部効果として日本の中小企業数を投入し、推計を行う。

### 第2節 生産関数モデル

基本的なモデルにおいては、従属変数を GDP(Y)とし、コンピュータ資本ストック(Kc)、非コンピュータ資本ストック(Kn)、労働(L)を独立変数としたコブ・ダグラス型生産関数を仮定した。本分析におけるコンピュータ資本ストックの定義は、コンピュータハードウェア、同ソフトウェア及び電子通信機器・電子計算機器本体同付属装置である。

$$Y = AK_c^\alpha K_n^\beta L^b \quad (1)$$

ここで、定数  $\alpha$  及び  $\beta, b$  は、各投入要素の総生産物に対する、相対的な配分を表している。式(1)の両辺を労働投入量 L で割り、両辺の自然対数を取り以下のように式を変形した。

$$\ln(Y/L) = \ln A + \alpha \ln(K_c/L) + \beta \ln(K_n/L) \quad (2)$$

さらに、(2)の推計式に対して、1987年から2006年における日本の増加会社企業数を B として投入し自然対数値を取り  $\ln B$  とする。

研究目的で述べたように、Etro (2010) では企業数が増えれば GDP が上昇し雇用が増えるので、我々も同様に企業増加数を(2)の推計式に外部効果として追加する。

$$\ln(Y/L) = \ln A + \alpha \ln(K_c/L) + \beta \ln(K_n/L) + \ln B \quad (3)$$

### 第3節 分析

式(3)を用いて回帰分析を行ったところ、表 1 の結果が得られた。自由度修正済み決定係数  $\text{adj}R^2$  は 0.9856、各パラメータの P 値も 5%水準を満たしているため、統計的に有意とみなせる。

表 1 統計量一覧

	$\ln(Kc/L)$	$\ln(Kn/L)$	$\ln B$	切片( $\ln A$ )
係数	0.119718146	0.36215198	0.014129	0.182267699
t 値	2.961672085	5.25868741	2.5552334	-22.54203095
p 値	$9.1 \times 10^{-3}$	0.000077	0.0211	$1.501 \times 10^{-13}$

$\text{adj}R^2$	有意 F
0.9856	$1.52 \times 10^{-15}$

以上により推定式は以下ようになった。

$$\ln(Y/L) = 0.18226 + 0.1197 \ln(Kc/L) + 0.36215 \ln(Kn/L) + 0.014129 \ln B \quad (5)$$

$\text{adj}R^2 = 0.9856 \quad N = 20$

推定式(5)の各係数は、労働サービス投入 1 時間当たり資本ストックの GDP 弾力性を表す。すなわち、労働サービス投入 1 時間当たり資本ストックが 1 パーセント増加した時、労働サービス投入 1 時間当たりの GDP は各偏回帰係数が示すパーセンテージ分上昇する。

### 第4節 生産関数分析の帰結

分析結果より、中小企業数が 1 パーセント増加した時に「労働サービス投入 1 時間当たり GDP」は約 0.014% 上昇することが判明した。さらに、「労働サービス投入 1 時間当たりコンピュータ資本ストック」の GDP 弾力性が、「労働サービス投入 1 時間当たり非コンピュータ資本ストック」の GDP 弾力性よりも低いことも判明した。

Etro (2010) では、ヨーロッパではクラウドコンピューティングが普及することで企業数が増加し、それに伴い GDP が上昇することで雇用が増えることを指摘している。本分析の結果、ヨーロッパ同様、日本でも企業数が増加すれば、1 時間当たりの GDP が上昇することが分かった。

仮に、クラウドコンピューティングが普及することで企業数が 10 パーセント増加すれば、日本の「労働サービス投入 1 時間当たり GDP」は 0.14 パーセント上昇する。この間、1 時間当たりコンピュータ装備率が一定であっても、1 時間当たり非コンピュータ装備率は上昇するとすれば、一人当たり GDP はさらに上昇する。

したがって、クラウドコンピューティングが普及することで日本経済に大きな正のインパクトがあることが予想される。

## 第6章 政策提言

本章の政策提言では、Baldwin and Krugaman(1988)のエアバス(欧州企業)とボーイング(米国企業)の次世代ジェット機市場に関するゲームを利用する。

表1が補助金なしのゲームである。双行列の第一要素が Player Japanese venture capital の利益、第二要素が Player Google の利益。なお、クラウド化が進んでいるためにいずれの企業も固定費用はゼロと想定している。

表1 補助金ないゲームのペイオフマトリックス

		Google or Amazon	
		参入	参入しない
Japanese venture capital	参入	-10, -10	100, 0
	参入しない	0, 100	0, 0

ここで、バックワードインダクションを用いて推計すれば、ナッシュ均衡はグーグル参入、Japanese venture capital 参入しないという社会的均衡になる。なお、この点はほかの均衡点に移動しても、一人のプレイヤーの利益を下げずに他のプレイヤーの利益を上げることはできないという意味でパレート均衡でもある。したがって、グーグルの独占が社会均衡として成立してしまう。

ここで、日本政府が Japanese Venture capital が参入したら補助金を 20 出すという政策を打つ。その後、双行列は以下のように変化する。

表2 補助金ありのゲームのペイオフマトリックス

		Google or Amazon	
		参入	参入しない
Japanese venture capital	参入	10, -10	120, 0
	参入しない	0, 100	0, 0

ここで、バックワードインダクションを用いて推計すればナッシュ均衡はグーグル参入しない、Japanese venture capital 参入するという社会的均衡になる。なお、この点はほかの均衡点に移動しても、一人のプレイヤーの利益を下げずに他のプレイヤーの利益を上げることはできないという意味でパレート均衡でもある。したがって、Japanese venture capital の独占が社会均衡として成立してしまう。

しかし、日本政府が、このような補助金政策をとれば、アメリカも対抗処置として Google or Amazon に参入すれば 20 の補助金を出す。

表 3 日米両政府の補助金ありのゲーム理論

		Google or Amazon	
		参入	参入しない
Japanese venture capital	参入	1 0, 1 0	1 2 0, 0
	参入しない	0, 1 2 0	0, 0

ここで、バックワードインダクションを用いて推計すればナッシュ均衡は Google or Amazon 参入する、Japanese venture capital 参入するという社会的均衡になる。なお、この点はほかの均衡点に移動しても、一人のプレイヤーの利益を下げずに他のプレイヤーの利益を上げることができないという意味でパレート均衡でもある。したがって、Japanese venture capital と Google or Amazon がともにクラウドコンピューティングを消費者に供給することになる。

このゲーム理論を用いて、政策提言をする。クラウドコンピューティング市場において、Google or Amazon がものすごいスピードで規模を拡大している。このままでは Japanese venture capital が Google or Amazon に潰されてしまう恐れがある。そこで我々は日本の企業を保護する政策を提案した。

しかし、日本政府が Japanese venture capital に補助金を出せば、アメリカ政府も補助金を出すと予想される。日米両政府が補助金を出した時、Google or Amazon 参入する、Japanese venture capital 参入するという社会的均衡になる。このナッシュ均衡になった時、日米両国のクラウド市場において Japanese venture capital、Google or Amazon のどちらの企業も 10 億ずつ利益を得ることになる。また、経済的効果が短期的、長期的に説明できる。

短期的に見ると、消費者にとっては消費対象が増えることにつながり、効用関数の指標が上昇する。また、参入企業が増加するため、市場が競争市場になる。その結果、情報通信市場価格が低下し、消費者余剰が大きくなる。

長期的に見ると、参入企業が増加するため、市場が競争市場になる。中小企業へのクラウドコンピューティングの普及が進み、中小企業数がクラウドコンピューティングによって増加することになる。5 章の分析の結果、中小企業が増加した場合、日本の GDP は増加することがわかった。したがって、長期的に日本の GDP が上昇することになる。

この2つの経済的効果を踏まえ、我々はクラウド提供事業社に日米両政府共同で補助金を出す政策を提案する。

先行論文・参考文献・データ出典

### 《先行論文》

篠崎彰彦 (1999) 『情報革命の構図』 東洋経済新報社  
 篠崎彰彦 (2003) 『情報技術革新の経済効果 日米経済の明暗と逆転』 日本評論社  
 Nicholas G.Carr “The End of Corporate Computing” MIT Sloan Management Review  
 Federico Etro(2010)”The Economic Impact of Cloud Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe” Review of Business and Economics  
 Richard Baldwin and Paul Krugman “Industrial Policy and International Competition in Wide-Bodied Jet Aircraft” Trade Policy Issues and Empirical Analysis

### 《参考文献》

中田敦 (2010) 『クラウド大全：サービス詳細から基盤技術まで』 日経 BP 社  
 林雅之 (2010) 『クラウドビジネス入門：世界を変える情報革命』 創元社  
 武井一巳 (2009) 『雲の中の未来：進化するクラウドサービス』 NTT 出版  
 森洋一 (2009) 『クラウドコンピューティング—技術動向と企業戦略—』 オーム社  
 城田真琴(2009) 『クラウドの衝撃』 野村総合研究所  
 岡嶋祐史 (2010) 『アップル、グーグル、マイクロソフト クラウド、携帯端末戦争のゆくえ』 光文社  
 角川歴彦 (2010) 『クラウド時代と「クール革命」』 角川書店  
 丸山不二夫・首藤一幸 (2006) 『雲の向こうの世界をつかむ クラウドの技術』 アスキーメディアワークス  
 梅田望夫 (2006) 『ウェブ社進化論』 筑摩書房  
 西垣通 (2007) 『ウェブ社会をどう生きるか』 岩波新書  
 村井純 (2010) 『インターネット新世代』 岩波新書  
 ジョージ・リッツア (1999) 『マクドナルド化する社会』 早稲田大学出版部  
 ニコラス・G・カー (2008) 『クラウド化する世界：ビジネスモデルの大転換』 翔泳社  
 トーマス・フリードマン (2008) 『フラット化する世界』 日本経済新聞社  
 ジャン・ノエル・ジャンヌネー (2007) 『Google との闘い 文化の多様性を守るために』  
 ジェフリー・ムーア(2002) 『キヤズム』 翔泳社  
 クレイトン・クリステンセン (2001) 『イノベーションのジレンマ：技術革新が巨大企業を滅ぼすとき』 翔泳社

### 《データ出典》

三田評論 2010年4月1日 「科学技術立国ニッポンの課題」  
 朝日新聞 2010年10月2日 「菅首相の所信表明演説」  
 読売新聞 2009年12月10日 「基礎からわかる科学技術予算」  
 読売新聞 2009年12月12日 「スパコン「世界一」より「使い勝手」文科省が計画変更」  
 毎日新聞 2010年11月5日 「グンゼ本工場閉鎖」  
 毎日新聞 2010年10月29日 「パナソニックとの統合効果、2期ぶり黒字回復 - 9月期決算」  
 毎日新聞 2010年6月11日 「菅首相：所信表明演説（要旨）」  
 日経パソコン 2010年6月14日 「基本からわかるクラウドコンピューティング」  
 日経コンピュータ 2010年9月15日 「検証クラウドコンピューティング Ustream は社内会議で「使える」」

日経 MJ 2010 年 1 月 1 日「クラウドが変えるー「この畑に肥料を」農作業の無駄を摘む」  
日経コンピュータ 2010 年 9 月 1 日「ヒト・モノ・カネをクラウドへ」  
日経コンピュータ 2010 年 9 月 1 日「宮崎県が口蹄疫の対応に SaaS 活用、富士通が無償提供」  
日経コンピュータ 2010 年 9 月 27 日「キーワード IaaS」  
日経コンピュータ 2010 年 10 月 13 日「データセンター開業ラッシュ “日式” はどこまで通用するか」  
情報通信白書 (2010)「情報通信産業におけるパラダイムシフト～クラウドサービスの潮流」  
情報化白書 (2009)「クラウドコンピューティング」  
労働経済白書 (2009)  
中小企業白書 (2009)  
IT 人材白書「オフショア開発の動向」  
内閣府統計表一覧ホームページ  
統計局ホームページ労働力調査長期時系列データ  
文部科学省「情報爆発時代に向けた新しい IT 基盤技術の研究」  
経済産業省「情報大航海プロジェクト」  
経済産業省「グリーン IT 推進協議会」ホームページ  
経済産業省 (2009)「クラウドコンピューティング時代のデータセンター活性化策に関する検討会」  
矢野経済研究所 (2010)「IT アウトソーシング市場に関する調査結果」  
The 7<sup>th</sup> international Conference of Socionetwork Strategies(2010)