

Title	経営と情報 : 経営におけるクラウド・コンピューティングの課題
Author(s)	竹井, 潔
Citation	聖学院大学論叢, 23(2) : 117-134
URL	http://serve.seigakuin-univ.ac.jp/reps/modules/xoonips/detail.php?item_id=2772
Rights	

聖学院学術情報発信システム : SERVE

SEigakuin Repository for academic archiVE

〈原著論文〉

経営と情報

——経営におけるクラウド・コンピューティングの課題——

竹 井 潔

Management and Information

—— View point of Cloud Computing in Management ——

Kiyoshi TAKEI

Rapid progress of ICT (Information Communication Technology) and the change in the information environment can bring about a revolution of the business environment.

It is expected and can be assumed that a major revolution will occur in cloud computing, with a consequent change from a paradigm of “possession” to one of “use.”

“The world needs only five computers” is a famous expression of the impact cloud computing will have. An ultimate goal of cloud computing is globalization through centralization of wisdom and the promotion of even, uniform management of information.

This paper will first define cloud computing and confirm its essential characteristics, thus clarifying the present state of cloud computing. The problem of introducing cloud computing into management practices at the corporate level and the tensions which result from this will also be examined.

Key words; Cloud Computing, ICT, Security, Management information system, Information ethics, Virtualization, Distributed processing

Key words; クラウド・コンピューティング, ICT (情報通信技術), セキュリティ, 経営情報システム, 情報倫理, 仮想化, 分散処理

1. はじめに

急速な ICT (Information Communication Technology) の進展および情報環境の変化がビジネス環境に変革をもたらせる。今後、社会やビジネスに大きな変革をもたらせるものとして期待されて

いるものがクラウド・コンピューティングである。企業におけるコンピュータシステムはメインフレーム時代⁽¹⁾、クライアント・サーバー時代⁽²⁾、そしてWebサービス時代⁽³⁾へと、時代とともに発展してきた。そして、現在はクラウド・コンピューティング時代の幕開けとなってきた。

クラウド・コンピューティングは、今までのITリソースの「所有」から「利用」へとパラダイムが変わり、企業の経営情報システムのみならず、業務プロセス自体をも変革しうる可能性を持っている。IT革命といわれて久しいが、クラウド・コンピューティングによる変革はクラウド革命ともいわれている。

クラウド・コンピューティングは、情報と知識をデジタル化した、知のグローバリゼーションを促進させる。「世界にコンピュータは5台あればよい」⁽⁴⁾という言葉はクラウド・コンピューティングを言い表す言葉として有名であるが、クラウド・コンピューティングの究極の目的は知の集中化と知のグローバリゼーションによる世界のフラット化であり、時間、場所の制約をとり除いて情報の一元管理を促進する。

企業経営において、クラウド・コンピューティングを導入することは、システムの初期投資から維持・管理などトータルコストとしてのTCO⁽⁵⁾を削減して、効率的なシステム運用がなされることが期待されている。反面、クラウド・コンピューティングがまだ発展途上にあり、導入に対する不安感も免れない。

本稿では、まずクラウド・コンピューティングの定義や特徴を見ることによりクラウド・コンピューティングの意義を把握する。そして、企業がクラウド・コンピューティング導入する際の期待や不安などをふまえ、経営におけるクラウド・コンピューティング導入の課題を検討する。

2. 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いう言葉は、グーグルのCEOであるエリック・シュミット (Eric Emerson Schmidt) が、2006年に英国の *The Economist* における “Don't bet against the internet”⁽⁶⁾ という記事の中で初めて使ったといわれている。

クラウド・コンピューティングの定義は様々であるが、よく知られている NIST の定義を始め、以下に代表的な定義を示す。

① NIST (National Institute of Standards and Technology) の定義

「クラウド・コンピューティングは、最小限度の管理活動もしくはサービスプロバイダーとのやりとりにより迅速に供給されたり解消されたりする、構成可能なコンピューティング・リソース (たとえば、ネットワーク、サーバー、ストレージ、アプリケーションやサービス) の共有プールへ、オンデマンドなネットワークアクセスを可能にする利便性のあるモデルである。このクラウド・モデルは可用性を促進し、5つの本質的特徴、3つのサービスモデル、4つのデプロイメントモデル

から構成される。」⁽⁷⁾

②経済産業省の定義

「ネットワークを通じて、情報処理サービスを、必要に応じて提供 / 利用する形の情報処理の仕組み（アーキテクチャ）をいう。」⁽⁸⁾

③城田真琴の定義

「クラウド・コンピューティングとは、拡張性に優れ、抽象化された巨大な IT リソースを、インターネットを通じてサービスとして提供（利用）するというコンピュータの形態である」⁽⁹⁾

④ Tim Mather, Subra Kumaraswamy and Shahed Latif の定義

「クラウド・コンピューティングを5つの特性をもつものとして定義する。5つの特性とは、マルチテナント性⁽¹⁰⁾、大規模スケーラビリティ⁽¹¹⁾、弾力性⁽¹²⁾、従量課金⁽¹³⁾、リソースのセルフ・プロビジョニング⁽¹⁴⁾である。」⁽¹⁵⁾

⑤総務省のスマート・クラウド研究会（便宜的定義）

総務省のスマート・クラウド研究会は、クラウドサービスについて、「激しい技術革新やサービス開発の途上にあり、現時点で一義的に定義することは困難であるが、クラウドサービスの現状を踏まえ、便宜的定義（working definition）」⁽¹⁶⁾として以下のように定義している。

「クラウドサービスとは、インターネット等のブロードバンド回線を経由して、データセンタに蓄積されたコンピュータ資源を役務（サービス）として、第三者（利用者）に対して遠隔地から提供するもの。なお、利用者は役務として提供されるコンピュータ資源がいずれの場所に存在しているか認知できない場合がある。」⁽¹⁷⁾

以上、いくつかのクラウド・コンピューティングの定義を見てきたが、スマート・クラウド研究会が指摘するように、クラウド・コンピューティングはまだ激しい技術革新やサービス開発の途上であり、明確な定義づけをしにくいのが現状である。しかしながら、いまのところ NIST の定義に準拠してクラウドを検討することが妥当であると思われる。以下にクラウド・モデルの特徴を NIST の定義をもとにもう少し確認することにする。

3. クラウド・モデルの特徴

NIST は、クラウド・モデルが5つの本質的特徴、3つのサービスモデル、4つのデプロイメントモデルで構成されていると述べている。

3.1 クラウド・コンピューティングの5つの本質的特徴

NIST が示すクラウド・コンピューティングの5つの本質的特徴は以下のとおりである⁽¹⁸⁾。

1) オンデマンド・セルフサービス (On-demand self-service)

消費者はサービスプロバイダーの人的な関わりを必要としないで、消費者自身で必要なときに自動的にコンピューティング能力を利用することができる。

2) 幅広いネットワークアクセス (Broad network access)

コンピューティング能力は、ネットワーク上で利用でき、標準的なメカニズムを通してアクセスされる。そしてヘテロジニアス (異機種混在環境) のシンクライアント⁽¹⁹⁾ あるいは、シッククライアント⁽²⁰⁾ のプラットフォーム (携帯, ラップトップや PDA など) からネットワークを通してアクセスし利用することができる。

3) リソースのプーリング (Resource pooling)

プロバイダーのコンピューティング・リソースはプールされ、マルチテナントモデルを利用する複数の消費者に提供される。物理的・仮想的資源はダイナミックに消費者の需要に応じて割り当てられたり、解消されたりする。顧客は一般的に、プロバイダーが正確にどこにあるかを管理したり認識することなく、ロケーションに依存しない感覚で利用するが、より高い抽象レベルのロケーション (国, 州, データセンタなど) を特定することはできる。資源の例として、ストレージ, コンピュータ処理, メモリ, ネットワーク帯域, 仮想マシンなどが含まれる。

4) 迅速な弾力性 (Rapid elasticity)

コンピューティング能力は迅速かつ弾力的に提供される。スケールアウト⁽²¹⁾ やスケールインが自動的に、迅速になされる。消費者にとっては、プロビジョニングのためのコンピューティング能力は無限であり、必要なときに必要なだけコンピューティング能力を購入することができる。

5) 計測されたサービス (Measured Service)

クラウドシステムは、サービスタイプ (ストレージ, コンピュータ処理, 帯域, アクティブユーザーアカウント) に適した抽象レベルで、コンピューティング能力を計測することにより自動的に管理され、資源の最適化がなされる。資源の使用量は、プロバイダーとサービスの消費者の双方から透明さをもって監視・管理・報告がなされる。

3.2 クラウド・コンピューティングのサービスモデル (Service Models)

NISTによれば、消費者 (クラウドサービスの利用者) に提供されるクラウド・コンピューティング能力は以下3つのサービスモデルがある⁽²²⁾。

1) SaaS (Cloud Software as a Service)

消費者に提供されるクラウド・コンピューティング能力は、クラウド・インフラストラクチャー上で稼動するプロバイダーのアプリケーションの利用である。アプリケーションは、Webブラウザのようなシンクライアントのインターフェースを通じて様々なクライアントのデバイスからアクセスが可能である。

消費者は、ネットワーク, サーバー, オペレーティング・システム, ストレージあるいは、個別

アプリケーションの性能も含めた、クラウド・インフラストラクチャーの基礎的部分の管理や制御は行わない。しかし限定されたユーザーの特定のアプリケーションの設定は例外である。

2) PaaS (Cloud Platform as a Service)

消費者に提供されるクラウド・コンピューティング能力は、プロバイダーによってサポートされるプログラミング言語やツールを使用して、消費者が作成または獲得したアプリケーションを、クラウド・インフラストラクチャー上に配置することである。

消費者は、ネットワーク、サーバー、オペレーティング・システム、ストレージあるいは、個別アプリケーションの性能も含めた、クラウド・インフラストラクチャーの管理や制御は行わないが、配置されたアプリケーションを制御し、アプリケーションのホスティング環境を設定することができる。

3) IaaS (Cloud Infrastructure as a Service)

消費者に提供されるクラウド・コンピューティング能力は、オペレーティング・システムやアプリケーションを含めた任意のソフトウェアを、消費者が設置し稼動することを可能にするところで、コンピュータ処理、ストレージ、ネットワーク、その他基本的なコンピューティング・リソースなどを消費者に提供する。

消費者は、クラウド・インフラストラクチャーの管理や制御は行わないが、オペレーティング・システム、ストレージ、配置されたアプリケーション、そして選択されたネットワーク構成（ホストファイアウォールなど）の限定的な制御を行う。

以上、NISTの示す3つのサービスモデルを見たが、狭義の意味では、クラウド・コンピューティングはこの3つのサービスモデルの複合体であるといえる。

SaaS, PaaS, IaaSの各サービスモデルにおけるクラウド事業者（サービス提供側のプロバイダー）のITリソースのサービス提供範囲を図1に示す⁽²³⁾。

3.3 クラウド・インフラストラクチャーのデプロイメントモデル (Deployment Models)

NISTは、クラウド・インフラストラクチャーに4つのデプロイメントモデルがあるとしている⁽²⁴⁾。

1) プライベートクラウド (Private cloud)

クラウド・インフラストラクチャーは単一の組織で運用される。管理はその組織あるいは第三者によって行われ、オンプレミス（自社運用）あるいはオフプレミス（他社運用）が存在する。

2) コミュニティクラウド (Community cloud)

クラウド・インフラストラクチャーは、いくつかの組織によって共有され、共通の関心事（ミッション、セキュリティ要件、ポリシー、コンプライアンスの考慮など）を持つ特定のコミュニティをサポートする。管理はその組織あるいは第三者によって行われ、オンプレミスあるいはオフプレ

ITリソース	SaaS	PaaS	IaaS
アプリケーション	サービス 提供範囲		
ミドルウェア		サービス 提供範囲	
OS			サービス 提供範囲
ハードウェア			

図1 サービスモデルとクラウド事業者のサービス提供範囲

(出典：NRI セキュアテクノロジーズ編「クラウド時代の情報セキュリティ」日経 BP 社 2010 p.16)

ミスが存在する。

3) パブリッククラウド (Public cloud)

クラウド・インフラストラクチャーは、一般公衆や大きな産業体が利用可能であり、クラウドサービスを提供する組織により所有される。

4) ハイブリッドクラウド (Hybrid cloud)

クラウド・インフラストラクチャーは、2つ以上のクラウド（プライベートクラウド、コミュニティクラウド、パブリッククラウド）から構成される。それぞれのクラウドは独自の実体であるが、標準化や独自開発技術 (proprietary technology) により結合され、データとアプリケーションのポータビリティ（移植性）を可能にする（クラウド間のロードバランシング⁽²⁵⁾ のためのクラウドバーステイング⁽²⁶⁾等）。

以上が NIST による4つのデプロイメントモデルの説明である。

クラウドの4つのデプロイメントモデルでは、どこが管理主体となるか、クラウドの所有者は誰になるのか、またクラウドの構築場所の管轄はどこか、またクラウドの利用者は誰かなどが異なってくる。4つのデプロイメントモデルにおいて、クラウドの管理主体、クラウドの所有者、クラウドの構築場所、クラウド環境における利用者などの視点から分類し整理されたものが図2である⁽²⁷⁾。管理主体、所有者、構築場所に関しては、その管轄がクラウド利用者かクラウド事業者かの区別がなされている。パブリッククラウドは、管理主体、所有者、構築場所は事業者であり、明確であるが、他の3つのクラウドは利用者が独自にクラウドを運用する場合などもあり、管理主体、所有者、構築場所など、利用者と事業者の明確な区別がしにくい場合がある。

クラウド	管理主体	所有者	構築場所	利用者
プライベート	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	特定の利用者
コミュニティ	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	複数の特定組織
パブリック	事業者	事業者	事業者	不特定多数
ハイブリッド	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	利用者/ 事業者	特定の利用者/ 不特定多数

図2 クラウドのデプロイメントモデルの分類

(出典：NRI セキュアテクノロジーズ編「クラウド時代の情報セキュリティ」日経 BP 社 2010 p.19)

3.4 クラウド・コンピューティングの特徴

NIST の5つの本質的特徴に加えてクラウド・コンピューティングの主な特徴として、従量課金、仮想化技術、分散処理技術がある。

1) 従量課金……ユーテリティ・コンピューティングとしての特徴

クラウド・コンピューティングはユーテリティ・コンピューティングとしての特徴がある。ニコラス・G・カーが電力とコンピューティングに類似点⁽²⁸⁾を見出して述べているように、電力、水道、ガスもユーテリティであるが、電力や水道、ガスと同様、クラウド・コンピューティングはITリソースを使用した分だけ料金を支払う仕組みとなる。クラウドサービス利用者は、ITリソースを使用した分だけ課金される。代表的なものに仮想サーバーのレンタルサービスをする Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud) などがある。電力とクラウド・コンピューティングはともに、ユーテリティであり、変動費である。電力と同様に「規模の経済」が可能である。

2) 仮想化技術

クラウド・コンピューティングで重要な技術の一つは仮想化技術である。クラウド・コンピューティングは仮想化技術の上に成り立っているともいえる。仮想化とは、「実際にないものを、仮にあるものとして考えてみる。仮に想定すること」(大辞泉)であり、コンピューティングにおいては、「仮想化とは実際のハードウェアを隠蔽すること」⁽²⁹⁾である。そして、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ができるソフトウェア技術」⁽³⁰⁾である。

仮想化技術には、ホストOS型とハイパーバイザ型の2つの方式がある。

①ホスト OS 型は、汎用の OS (ホスト OS) 上に仮想マシンモニタ (仮想化ソフト) が提供する仮想ハードウェアを動作させて仮想マシン (VM: Virtual Machine) をエミュレートし、別の OS (ゲスト OS) を稼働させる方式である。

②ハイパーバイザ型は、ホスト OS はなく、ハードウェアに直接ハイパーバイザと呼ばれる、仮想化ソフトが OS を兼ね備えた専用のソフトウェアを動作させて仮想マシンをエミュレートし、ゲスト OS を稼働させる方式である。ハイパーバイザ型には、準仮想化と完全仮想化がある。準仮想化は、ゲスト OS のカーネルを改変して使用する。

一方、完全仮想化はゲスト OS を仮想化のために改変しないでそのまま利用する。完全仮想化の代表的なものは VM ウェア ESX サーバー、準仮想化の代表的なものに Xen がある。

3) 分散処理技術

分散技術は複数のサーバーやストレージなどの機器で、同時並行にデータ処理が行われる技術である。コンピュータの能力や性能を向上させる場合、スケールアップするか、スケールアウトするかという対応が考えられる。スケールアップは、一台のサーバーで能力を増強する場合に、CPU やメモリー、ハードディスクといったサーバーのスペックを増強する方法である。

一方、スケールアウトは、サーバーの台数を増やすことによって高速処理、大記憶容量を確保し、サーバーの能力を増強する方法である。スケールアップを行う場合は、一台で能力増強を行うために、そのスペックには限界がある。そこで、分散技術としてのスケールアウトの方式を採用することにより、大容量処理、高速処理が実現する。また、分散処理技術はサーバーの台数を増やすスケールアウト、サーバーの台数を減らすスケールインを行うことにより、クラウド・コンピューティング

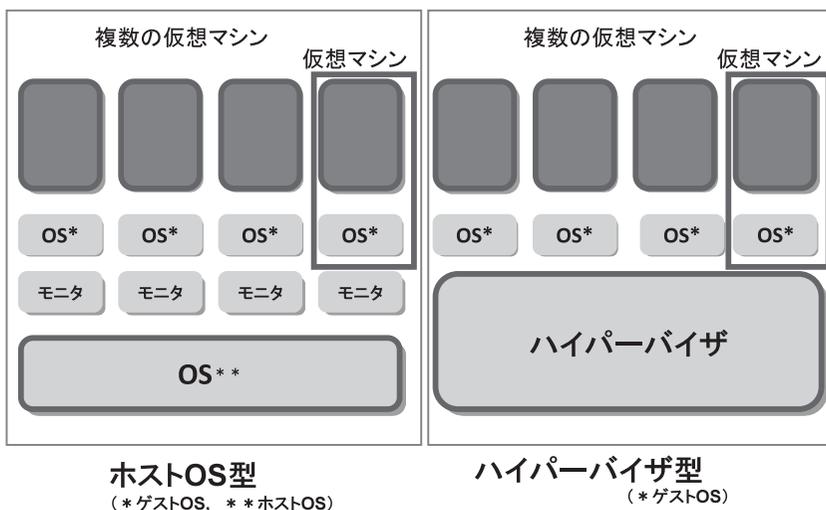


図3 ホスト OS 型とハイパーバイザ型

(出典：米持幸寿『クラウドを実現する技術』インプレスジャパン p. 82 を修正引用)

の迅速な伸縮性を可能にする。

以上、クラウド・コンピューティングのサービス面、技術面の主な特徴を見たが、仮想化技術と分散処理技術などは、まさにクラウド・コンピューティングの特徴をあらわすコアテクノロジーであるといえる。村井純はクラウド・コンピューティングと従来のサービスとの違いについて、「クラウド・コンピューティングはサーバー側が高度な分散処理を前提としていること」⁽³¹⁾と説明している。

4. 経営におけるクラウド・コンピューティングの期待と不安

総務省「スマート・クラウド研究会報告書」(2010)によると、クラウドサービス市場規模は2009年時点で約3900億円であり、2015年には約2兆3700億円の規模に拡大していくことが見込まれている⁽³²⁾。今後クラウド・コンピューティングを導入していく企業が増加していくことが予想されるが、クラウド・コンピューティング導入のメリットや課題について以下に見ていきたい。

4.1 クラウド・コンピューティング導入のメリット

クラウド・コンピューティング導入のメリットについては、企業の規模や経営情報システムの運用状況によっても違うであろうが、導入した多くの企業はメリットを感じているようである⁽³³⁾。

NRIセキュアテクノロジーズの情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査2009」の調査における「クラウドに期待すること」を図4に示す⁽³⁴⁾。

クラウドに期待されることは、「運用負荷の削減」や、「初期コストが少なくて済む」、「サーバー

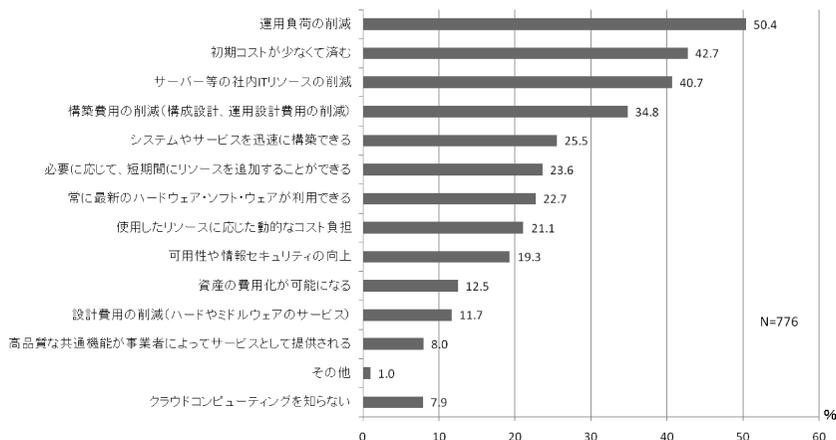


図4 クラウドに期待すること

(出典：情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査2009」Vol. 5, No. 2 NRIセキュアテクノロジーズ)

等の社内 IT リソースの削減, 「構築費用の削減」などコストに対する期待効果が上位4項目になっている。TCOを削減することが最も期待されることである。その次に「システムやサービスを迅速に構築できる」, 「必要に応じて短期間にリソースを追加することができる」, 「常に最新のハードウェア・ソフトウェアが利用できる」, 「使用したリソースに応じた動的なコスト負担」の4項目がつづいているが, クラウド・コンピューティングの迅速な伸縮性やユーティリティ・コンピューティングとしての特徴に期待するところが多い。

情報処理推進機構の「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書(2010)では, 調査結果に基づき, 大企業と中小企業におけるクラウド・コンピューティングのメリットについて, 調査結果を次のように整理している⁽³⁵⁾。

大企業では利点として, ①導入期間が短いこと, ②導入コストや運用コストが低いことなどである。

中小企業では利点として, ①導入期間が短いこと, ②導入コストや運用コストが低いこと, ③専門知識が要らないこと, ④セキュリティ面で, 自前で取り組むより容易であり, 充実していることなどがあげられている。

クラウド・コンピューティングは迅速なシステム構築が可能であり, エコポイントシステムなどは, force.comのクラウド・プラットフォームを利用して, わずか1月足らずの短期間でシステムを構築したことが知られている。図5はそのエコポイント申請フォームである。URLを確認するとforce.comを利用していることがわかる⁽³⁶⁾。

また, システムの初期投資コストや運用コストの削減など, TCO削減がメリットとして大きい。

図5 エコポイント申請フォーム

(出典: <https://ecopoints.secure.force.com/>)

IT 資産の変動費扱いにより、所有から利用へと IT 維持費用の削減が可能となる。

機能面でのメリットとしては、標準的なサービスの利用や最新のハードウェア、ソフトウェアの利用やセキュリティ面での容易性や充実性などがあげられる。

4.2 経営におけるクラウド・コンピューティングに対する不安意識

コンピュータがあたかも雲の中に存在するようなイメージがあるクラウド・コンピューティングは、利用者側にとって見えないことに対する不安意識を与える。

NRI セキュアテクノロジーズの情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査 2009」の調査における「クラウド利用に関して不安に感じること」を図 6 に示す⁽³⁷⁾。

クラウド利用に関して不安に感じることは、「問題発生時に事業者がどこまで対応するのかわからない」、「事業者の倒産や撤退によってサービスが停止するおそれがある」、「事業継続性がどの程度確保されるのかわからない」などクラウド事業者のサービスに対する不安が上位に挙がっている。

次に、「事業者側でどのような情報セキュリティ対策が実施されているのかわからない」、「他のユーザーとリソースを共有することで、第三者に情報が見られてしまうおそれがある」など、セキュリティ面での不安が挙げられている。事業のサービスやセキュリティ面で、クラウドの不可視性が不安材料となる。

見えないことに対する不安意識は、クラウド事業者のサービス内容やセキュリティ面に対してのものが多い。

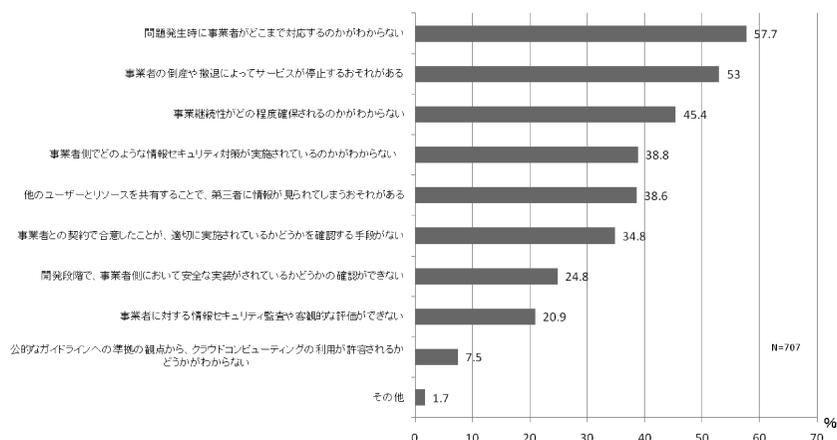


図 6 クラウド利用に関して不安に感じること

(出典：情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査 2009」Vol. 5, No. 2 NRI セキュアテクノロジーズ)

5. クラウド・コンピューティングの課題

クラウド・コンピューティングに対する期待や不安感を見てきたが、クラウド・コンピューティングの課題について検討する。

情報処理推進機構の「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書(2010)では、大企業と中小企業におけるクラウド・コンピューティングの課題としては、調査結果を次のように整理している⁽³⁸⁾。

大企業では、①既存システムとの連携困難、②カスタマイズが困難であること、③信頼性・安全性が不十分であることがあげられる。

中小企業では、課題としては、既存システムとの連携や相互運用の困難性などがあげられる。

これらの調査結果も踏まえて、企業がクラウド・コンピューティングを導入するにあたっての課題を挙げておく。

(1) クラウド・コンピューティング導入の適用業務

米国では、業務のコアとなる基幹系システム(会計システムや生産管理システム、販売・在庫管理システムなど)にパブリッククラウドを利用している企業が多い。スマート・クラウド研究会の調査では、米国では基幹系システムへのクラウドの利用が進んでおり、日本の約2倍との報告がある⁽³⁹⁾。

一方、日本は特定のシステムの部分的なクラウド導入を行っていて、基幹系システムを含め、全面的なクラウドの利用には発展途上といえる。日本企業は、現状ではプライベートクラウドに対しての関心が根強い。全面的なパブリッククラウドを導入する前の当面の目標としては、パブリッククラウドとプライベートクラウドの両方を併せ持った、ハイブリッドクラウドが日本型クラウドの姿といえる。

日本の企業の経営情報システムは、現状の業務形態に合わせてシステム設計を行い、システムの導入・運用を図ってきた。いわゆるオーダーメイド型のシステム構築である。また、パッケージソフトを活用する場合においてもカスタマイズして導入することが日本企業では多い。

クラウド・コンピューティングを導入した場合、既存の情報システムとの整合性がとれるか、うまく連携できるか、パッケージを利用するとした場合にカスタマイズがうまくできるかということが課題となる。業務に合わせてパッケージをカスタマイズすると困難性が生じ、逆にパッケージに業務を合わせると、業務を変更していくことになる。

どこまでクラウド化するのか、プライベート型かパブリック型かを見極めることが今後の課題である。

(2) クラウド事業者の確認

クラウド・コンピューティングを導入するにあたって、クラウド事業者のSLA（Service Level Agreement）やセキュリティポリシーの条件を確認することが重要である。

SLAが自社にとって満足のいくものであるか、また自社のセキュリティポリシーに準拠しているかどうかなどを確認する必要がある。そして、問題発生時における事業者の対応や、事業継続性など、クラウド事業者へのサービスに対する確認を行うことが大切である。

(3) 経営戦略上での明確な位置づけ

ICTが急速に進展する中、クラウド・コンピューティングを経営の中心的課題に据えることは重要なことである。クラウド・コンピューティングをそろそろ我社でも導入しないと、ということをよく耳にする。その場合、他社追従型ではなく、自社にとってオリジナリティのあるクラウド・コンピューティングを導入することが大切である。自社の経営情報システムの状況や経済的な面、サービス面、管理面から判断して、どの業務システムをどのようにしたいのか、クラウド・コンピューティングの経営戦略上での位置づけを明確にし、クラウドへの委託による技術面の空洞化現象、人材の情報リテラシーの面なども考慮してクラウド・コンピューティングの導入を図ることが必要である。

クラウド・コンピューティングでは、ITリソースの所有から利用へとパラダイムが変化している。経営戦略上、積極的なクラウドの導入を行っていくためには、現状の経営情報システムの延長線上で考えるのではなく、クラウド・コンピューティング導入によるシステム改革を行っていくことが重要である。そのためには、クラウド・コンピューティングによる業務プロセスの再構築（BPR：Business Process Reengineering）を検討していくことが望ましい。

(4) セキュリティ上の課題

クラウド・コンピューティングの利用者側では、事業者側でどのような情報セキュリティ対策が実施されているのか、また第三者に情報が見られてしまうおそれがあるなどの不安があげられるが、セキュリティ上の課題について考えられる主なものを以下にあげておく。（図7）

① 個人情報をクラウド事業者に預けた場合のセキュリティ

個人情報を含むデータをクラウド事業者に預けた場合、万が一個人情報が漏洩したときは、委託元の企業に委託先の監督義務の責任が問われる⁽⁴⁰⁾。

クラウド事業者に個人情報を預けた場合、管理体制がきちんとされていることを確認する必要がある。

② データ転送時におけるセキュリティ

インターネットを介してクラウド事業者と機密データをやり取りする場合、第三者による盗聴や

攻撃を受け、データの機密性や完全性が侵害されるおそれがある。データ転送時における暗号化などセキュリティ対策がなされ、データの機密性や完全性が保護されていることが求められる。インターネット使用時において、たとえばHTTPにSSLによるデータ暗号化機能を付加したHTTPSなどのプロトコルを利用し、データ転送時の機密性や完全性の保護を行うことが大切である。

③クラウドでのデータ保存、データ処理時におけるセキュリティ

クラウドのストレージにおいてデータが保存され、また、データ処理がなされる場合のセキュリティ対策がなされていることが重要である。対策として、データ保存時において、データの暗号化を施すことが考えられるが、保存データを使ってデータ処理を実施する場合、復号化を行ってから処理することになり、その場合のセキュリティ上の課題が残る。暗号化されたままでデータ処理することが可能となるような検討も必要である。

④データ廃棄時におけるセキュリティ

データが利用者側から転送され、クラウドに保管され、データ処理がなされて、最後はデータ廃棄ということになるが、このデータのライフサイクルにおけるセキュリティをどうするかが大切である。データ消去時に保存媒体を削除するなどデータの漏洩がなされない対策がよいことが大切である。

⑤マルチテナントによるデータの混在

クラウドは複数の利用者が混在するマルチテナントであり、アクセス権の徹底的な管理と脆弱性を突いた攻撃を防止することが重要である。仮想化環境ではハイパーバイザへのゲストOSからの攻撃の可能性も指摘されており、攻撃によりOS上のデータが盗まれたり管理権限を搾取されたりしないようにセキュリティの十分な対策が必要である。

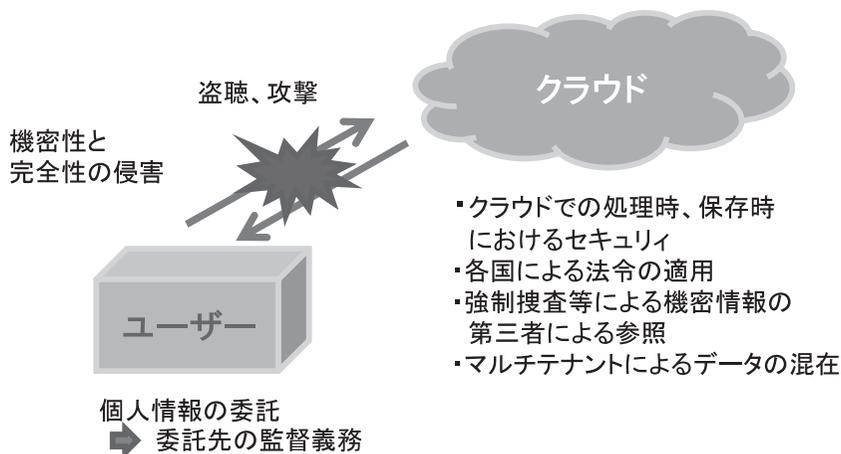


図7 クラウド社会におけるセキュリティ上の課題

⑥各国による法令の適用

クラウドに委託したデータがどの国のデータセンタにあるかによって適用される法律が違ってくる。たとえば、米国では、米国愛国者法 (USA Patriot Act) により政府当局がコンピュータ上のデータを調査できる権限を有している。そのため、強制捜査などによるクラウド上の機密情報の第三者による参照がなされることも想定しておかなければならない。利用するクラウドのデータセンタは、どの国に存在するかということでセキュリティ上の法令の適用も異なる場合があるため、委託先のデータがどの国のデータセンタにあるかを確認する必要がある。

6. おわりに

クラウド・コンピューティングの課題についてみてきたが、今後、企業の経営システムはレガシーシステム（既存システム）からクラウド・コンピューティングの導入・活用へと大きく変革していくことが予見される。クラウド・コンピューティングは、コンピュータの資源を現在のパソコン内から Web 上のサーバーに移し集約し、ハードもソフトも今までの「所有から利用へ」とパラダイムシフトがなされる。そのために、企業は、余分な IT 資源を持たないことにより TCO を削減し、またクラウドサービスを利用することにより、市場の変化に対応した迅速なシステムを短期間で構築することができるなどの期待効果がある。

反面、企業の経営情報システムの大部分をクラウド事業者に委託した場合に、企業の情報は、クラウドが管理することになり、企業のシステム構築・運営の負担は大幅に減るが、経営情報システムはブラックボックス化する可能性がある。

J. H. Moor は “What is computer ethics” の中において、コンピュータには最も重要な要因があり、それは不可視性 (invisibility) であると述べている。ムーアは不可視性の種類として、見えざるコンピュータの乱用 (invisible abuse)、見えざるプログラムの価値判断 (invisible programming value)、見えざる複雑な計算処理 (invisible complex calculation) 3つの種類があるとしている⁽⁴¹⁾。

コンピュータの見えざる操作で、故意に非倫理的な行為を行うことや、コンピュータのプログラムに埋め込まれた、見えざるプログラムの価値判断、見えざる複雑な計算処理など、コンピュータの不可視性についてムーアは指摘しているのであるが、クラウド・コンピューティングの不可視性はこのムーアの指摘に十分に当てはまるものである。

クラウド社会において、コンピュータの不可視性は大きな課題となる。コンピュータの不可視性は、ユーザーがコンピュータを意識させずに利用できるという特徴がある半面、経営における情報のセキュリティ面での不安面や、情報倫理の課題が出てくる。それゆえに、情報処理過程や様々なデータの取り扱いに関する事柄に注意を払い、十分な情報セキュリティ対策と情報を取り扱うクラウド事業者の職業倫理、クラウド利用者の情報倫理意識の高揚が重要である。

また、クラウド・コンピューティングはデータセンタにおける高度な分散処理により、巨大なコンピューティング資源をデータセンタに蓄え、あらゆるユーザーが「コンピュータの不可視性」に安心して安全にそのコンピューティング資源を継続的に利用できることが必要である。

クラウド・コンピューティングの分散処理が発展していく過程での課題として、村井純は、「インターネットの未来にあるのは、やはり地球上のコンピューティングの資源が、正しい秩序とルールによってすべての人間に、すべての社会に提供されるようになること」であるとし、

「地球上のコンピューティング関わる資源が、人間のために共有される世界の実現——クラウド・コンピューティングは基本的にその方向に向かっている。」と述べている⁽⁴²⁾。

クラウド・コンピューティングのサービスにおいて、コンピューティングの資源が企業や社会に安心・安全・低価格で継続的に提供され、利用されていくことが課題であり、コンピューティング資源のサステナビリティ（持続可能性）が重要となってくる。

企業で今後クラウド・コンピューティングを検討する際に、これらの課題も踏まえて、当面、クラウド・コンピューティングの特質をきちんと捉えて継続性のあるクラウド・コンピューティングの導入を検討していくことが大切である。

注

- (1) 1960年代から1980年代はメインフレーム時代。大型汎用コンピュータによる集中処理を行う。
- (2) 1980年代から1990年代前半はクライアント・サーバー時代。分散処理を行う形態。
- (3) 1990年代後半ごろからWebサービスを活用したWebコンピューティング時代となる。WebコンピューティングはWebブラウザの活用により、インターネットを利用して分散したクライアントを接続しながら、サーバーで集中処理を行う形態。メインフレームとクライアント・サーバー双方のメリットを享受。
- (4) IBMの初代社長トーマス・ワトソン・シニアが「世界のコンピュータ市場は5台くらいだろう」と述べたことに由来する。サンマイクロシステムズのグレッグ・パパドポラス氏がそれを引用して「世界にコンピュータは5台あればよい」と発言したといわれている。
- (5) TCO：Total Cost of Ownership コンピュータシステムの初期投資費用や維持・管理などの運用費の総合的にかかる費用
- (6) Eric Emerson Schmidt “Don’t bet against the internet” *The Economist*, 2006 (http://www.economist.com/node/8133511?story_id=8133511)
- (7) Peter Mell and Tim Grance “The NIST Definition of Cloud Computing” Version 15, 10-7-09
- (8) 経済産業省「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」報告書 2010.8
- (9) 城田真琴『クラウドの衝撃』東洋経済 2009 p.15
- (10) マルチテナント性 (Multitenancy) とは、複数のユーザーが同一のコンピュータリソースを共有で使用すること。
- (11) スケーラビリティ (scalability) とは、コンピュータシステムの拡張性のこと。
- (12) 弾力性 (elasticity) とはユーザーがコンピューティングリソースを必要に応じて増減させる。リソースが必要なくなったときは、リリースする。
- (13) 従量課金 (pay as you go) は、ユーザーが実際にリソースを使用した分だけ課金される。
- (14) プロビジョニング (provisioning) とは、コンピューティングリソースを仮想マシンに必要に応じて割り当てること。セルフ・プロビジョニングは、ITリソースをユーザー自身で必要に応じて割り

- 当てる。
- (15) Tim Mather, Subra Kumaraswamy and Shahed Latif, *Cloud Security and Privacy*, O'REILLY, 2009 pp. 7-8 (下道高志監訳 笹井崇司訳『クラウドセキュリティ&プライバシー』オライリー・ジャパン 2010 pp. 7-8)
 - (16) 総務省「スマート・クラウド研究会報告書」(2010) p. 1
 - (17) 同上
 - (18) Peter Mell and Tim Grance "The NIST Definition of Cloud Computing" Version 15, 10-7-09
 - (19) Thin Client とは, クライアント側のコンピュータに最低限の機能しか持たせずに, サーバー側でアプリケーションやファイルなどの資源を備えるシステムの総称。
 - (20) Thick Client とは, クライアント側のコンピュータにアプリケーションやファイルなど豊富な機能を持たせることである。Fat Client ともいう。
 - (21) スケールアウト (scale out) は, サーバーの台数を増やすことによってサーバーの能力を増強する方法。スケールイン (scale in) は, サーバーの台数を減らすこと。
 - (22) Peter Mell and Tim Grance "The NIST Definition of Cloud Computing" Version 15, 10-7-09
 - (23) NRI セキュアテクノロジーズ編「クラウド時代の情報セキュリティ」日経 BP 社 2010 p. 16
 - (24) Peter Mell and Tim Grance "The NIST Definition of Cloud Computing" Version 15, 10-7-09
 - (25) ロードバランシング (load balancing) は, 機器間での負荷を均等になるように処理を分散して割り当てること。
 - (26) パブリッククラウドにおいて, プライベートクラウドにたいして, 必要に応じてコンピューティングリソースを追加すること。
 - (27) NRI セキュアテクノロジーズ編「クラウド時代の情報セキュリティ」日経 BP 社 2010 p. 19
 - (28) ニコラス・G・カー『クラウド化する世界』翔泳社 2008 pp. 13-18
 - (29) 森洋一『クラウドコンピューティング』オーム社 2009 p. 56
 - (30) 城田真琴『クラウドの衝撃』東洋経済 2009 p. 52
 - (31) 村井純『インターネット新世代』岩波新書 2010 p. 94
 - (32) 総務省「スマート・クラウド研究会報告書」(2010) pp. 32-33
 - (33) 総務省「スマート・クラウド研究会報告書」(2010) が調査した対象企業では, クラウドコンピュータを導入した企業の 81% が満足しているとの回答である。p. 20
 - (34) 情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査 2009」Vol. 5, No. 2 NRI セキュアテクノロジーズ p. 54
 - (35) 情報処理推進機構の「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書 (2010) p. 61
 - (36) グリーン家電普及促進事業 エコポイント インターネット申請フォーム
(<https://eco-points.secure.force.com/WebForm3?url=https://eco-points.secure.force.com/WebForm>)
 - (37) 情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査 2009」Vol. 5, No. 2 NRI セキュアテクノロジーズ p. 55
 - (38) 情報処理推進機構の「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書 (2010) p. 61
 - (39) 総務省「スマート・クラウド研究会報告書」(2010) p. 22
 - (40) 個人情報保護法の第 22 条において, 「個人情報取扱事業者は, 個人データの取扱いの全部又は一部を委託する場合は, その取扱いを委託された個人データの安全管理が図られるよう, 委託を受けた者に対する必要かつ適切な監督を行わなければならない。」と委託先の監督義務が求められている。
 - (41) James H. Moor "What is Computer Ethics?" *Metaphilosophy* vol. 16 No. 4 1985 p. 266
 - (42) 村井純『インターネット新世代』岩波新書 2010 p. 101

参考文献

- Peter Mell and Tim Grance “The NIST Definition of Cloud Computing” Version 15, 10-7-09
(<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc>)
- James H. Moor “What is Computer Ethics?” *Metaphilosophy* vol. 16 No. 4 1985
- Tim Mather, Subra Kumaraswamy and Shahed Latif, *Cloud Security and Privacy*, O'REILLY, 2009
- Tim Mather, Subra Kumaraswamy and Shahed Latif 著 下道高志監訳 笹井崇司訳『クラウドセキュリティ&プライバシー』オライリー・ジャパン 2010
- NRI セキュアテクノロジーズ編『クラウド時代の情報セキュリティ』日経BP社 2010
- 角川歴彦『クラウド時代とクール革命』角川書店 2010
- 城田真琴『クラウドの衝撃』東洋経済 2009
- 岡嶋裕史『アップル, グーグル, マイクロソフト』光文社 2010
- 森洋一『クラウドコンピューティング』オーム社 2009
- 森洋一『米国クラウドビジネス最前線』オーム社 2010
- ニコラス・G・カー『クラウド化する世界』翔泳社 2008
- NHK スペシャル取材班『グーグル革命の衝撃』新潮文庫 2009
- 西田宗千佳『クラウド・コンピューティング ウェブ2.0の先に来るもの』朝日新書 2009
- 村井純『インターネット新世代』岩波新書 2010
- 小泉良次『グーグルの次世代戦略で読み解く 2015年のIT産業地図 クラウド』インプレス R&D 2009
- 米持幸寿『クラウドを実現する技術』インプレスジャパン 2009
- クラウドコンピューティング研究会『クラウドコンピューティング 全面適用のインパクト』静岡学術出版 2010
- 独立法人 情報処理推進機構「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書 2010.3 (http://www.ipa.go.jp/about/research/2009cloud/pdf/100924_cloud.pdf)
- 総務省「スマート・クラウド研究会報告書」2010.5 (http://www.soumu.go.jp/main_content/000066036.pdf)
- 経済産業省「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」2010.8
- 情報セキュリティレポート「企業における情報セキュリティ実態調査2009」Vol. 5, No. 2 NRI セキュアテクノロジーズ, 2009 (http://www.nri-secure.co.jp/news/2009/basic/pdf/2009-analysis_all.pdf)
- 総務省『情報通信白書平成22年度版』ぎょうせい, 2010
- 竹井潔「クラウド社会における経営の情報倫理的課題」情報文化学会第18回全国大会講演予稿集, 2010
- 竹井潔「経営と情報——経営における情報化の進展と課題——」聖学院大学論叢第23巻 1号, 2010
- 竹井潔「ICTと経営のプレイクスルー」日本創造学会第32回研究大会論文集, 2010