

クラウドコンピューティングの利用における 利点と問題点

— オンプレミス型システムとの比較 —

金 野 和 弘

1. はじめに
2. クラウドの基本事項
 - (1)クラウドの定義
 - (2)クラウドの分類方法
 - (3)クラウドは新しい概念ではない
3. クラウドの利点
4. クラウドが抱える問題点
 - (1)情報セキュリティリスク
 - (2)障害発生リスク
 - (3)データ消失リスク
 - (4)ネットワーク切断リスク
 - (5)法制度のリスク
 - (6)サービス停止リスク
5. クラウドが有利となる場合
6. おわりに

1. はじめに

近年、クラウドコンピューティング（以下、クラウド）が注目を集めている¹⁾。企業活動においてクラウドが影響を及ぼす領域としては、情報システムばかりではなく、財務会計や情報管理、営業、人事、マーケティングなど多岐にわたる。しかしクラウドは企業のみで利用されるわけではない。現在では各省庁や地方自治体、個人などあらゆる経済主体が利用する基盤となりつつあるといってもよい。たとえば2011年に終了したエコポイント事業で使用したシステムは、クラウドの利点を最大限生かしたものであった。また個人でも、大容量のストレージを持った電子メールサービスや文書作成アプリケーション、文書ファイルや写真の保存領域（ストレージ）を、クラウドサービスとして利用している者も少なくない²⁾。意識するか否かにかかわらず、クラウドはわれわれの経済社会に浸透しつつある。

クラウドが持つ特徴がもたらす利点を強調し、革新的な概念だと主張する論者も多い。とりわけ、自らサーバを保有し維持管理する従来型のオンプレミス（On-premise）型システム（以下、オンプレミス型）と比較して、大幅なコストの削減を期待する論調が多く見られる。

しかしクラウドは万能ではない。事実、情報セキュリティをはじめとする多くの問題点が指摘されている。最大の利点として期待されているコスト削減についても、総コストの削減効果が必ずしも保証されているわけではなく、場合によってはむしろコストが増加する場合もあるという。

そこで本稿では、クラウドの利用における利用者側の利点と問題点をそれぞれ抽出するとともに、オンプレミス型と比較してクラウドを利用した方が望ましい場合を示す。

本稿の結論は以下のとおりである。クラウドには多くの利点はある一方、同時に多くの問題点を抱えているため、クラウドの利用がすべての場合において優位であるとはいえない。場合によっては、オンプレミス型の方が望ましい場合もある。加えて、両方を組み合わせたハイブリッド型も検討に値する。

本稿の構成は以下のとおりである。第2章では、クラウドの定義や特徴など基本事項を解説する。第3章では、クラウドが持つ利点を提示する。第4章ではクラウドが抱えるリスクとそれを起因とする問題点を提示する。第5章では、第3章および第4章を踏まえてクラウドが有利となる場合を解説する。第6章はまとめと今後の課題を示す。

2. クラウドの基本事項

(1)クラウドの定義

「クラウド」という言葉は、2006年当時、Google社の最高経営責任者であったEric SchmidtがSearch Engine Strategies Conferenceの講演で言及したのが最初だとされている。

クラウドコンピューティングにはさまざまな定義があり、論者によって異なる。前述のSchmidt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」³⁾にした創発的な新しいモデルをクラウドコンピューティングと呼んでいる。この説明は、新聞や雑誌で取り上げられる一般的な定義に近いといえよう。たとえば、NRIST（2010）は広義のクラウドを「ネットワーク経由で利用可能なサービス全般」としている⁴⁾。「クラウド」という言葉がバズワード（Buzz Word）であると揶揄されるのは、文字通りぼんやりとした雲のような大まかな概念だからであろう。

もう少し詳細な定義としては、以下のようなものがある。「クラウドコンピューティングとは、インターネットのようなネットワーク経由でアクセス可能な、運用され共有されたアプリケーション、開発プラットフォーム、およびコンピューティング・インフラストラクチャである」⁵⁾。

より厳密でより技術的な定義として、米国国立標準技術研究所（NIST）によるものがある。この定義はCSA（Cloud Security Alliance）やENISA（European Network and Information Security Agency）などでも採用されており⁶⁾、最も代表的な定義であるといえる。

NISTはクラウドコンピューティングを次のように定義している。「クラウドコンピューティングとは、設定変更可能なITリソース（たとえばネットワーク、サーバ、ストレージ、アプリケーション、その他のサービス）からなる共有プールへ、ユビキタスに、簡単な手段で、オンデマンドでネットワーク経由でアクセスを可能にするモデルである。このモデルでは、最小限の管理操作、最小限のサービス提供者の操作で、迅速に利用を開始したり中止できる。」⁷⁾

加えて、NISTはクラウドコンピューティングが満たすべき本質的特徴として以下の5つ

を挙げている⁸⁾。

1. オンデマンドのセルフサービス (On-demand Self-service)

クラウドサービスの利用者(クラウド利用者)が必要なときにITリソースを利用することができる。その際には、クラウドサービス提供者の手を煩わせることなく直接、利用開始、変更、停止することができる。

2. 広範なネットワークサービス (Broad Network Service)

ネットワークを介してITリソースを入手可能であり、かつ標準的なプロトコルを用いて多様なクライアントプラットフォームからアクセスできる。

3. ITリソースの貯留機能 (Resource Pooling)

マルチテナントモデルを用い、利用者の要求に応じて物理的ないしは可能的なITリソースが動的に割り当てられる。

4. 迅速な伸縮性 (Rapid Elasticity)

ITリソースは迅速にかつ伸縮性を持って供給される。設定を行うことで、自動的に拡張および縮小させることが可能である。

5. 測定・管理可能なサービス (Measured Service)

クラウドシステムは、各サービスの種類に適った抽象化を施した測定技術を用いることにより、ITリソースの利用を自動的に制御および最適化する⁹⁾。

NISTは以上5つの特徴を満たすサービスをクラウドサービスと定義しているが、NRIST(2010)はさらに以下の2つの特徴を加えることでNISTの定義を拡張している。

6. 従量課金

7. クラウドを構成する3つの技術(仮想化技術、運用技術、分散処理技術)

クラウドがNRIST(2010)が追加した上記2つの特徴を必ずしも具備する必要はない。しかし、ほとんどすべてのクラウドサービスが従量課金であり、かつ特徴的な3つの技術を用いている。なぜなら、上記2つの特徴を持たなければクラウドの利点を最大限に享受できないからである。それゆえ、これらをクラウドの本質的特徴として加えることに異論はなく¹⁰⁾、本稿でもこの拡張された定義を用いる。

ここで用語の用法を確認しておく。本稿では、クラウドコンピューティングをクラウドの略称として用いる。さらにクラウドサービスとは、クラウドコンピューティングの概念を用いたサービスであるとする。この定義は、IPA(2010)などの定義とは異なるので注意が必要である¹¹⁾。

(2)クラウドの分類方法

クラウドの分類方法として、NISTでは次の2つを提示している¹²⁾。1つは提供されるITリソースによる分類(サービスモデル)であり、もう1つは利用者および所有者による分類(展開モデル)である。

(A)提供されるITリソースによる分類:サービスモデル

NISTは、提供されるITリソースによってクラウドサービスを次の3つに分類している。すなわち、(1)SaaS(Cloud Software as a Service)、(2)PaaS(Cloud Platform as a Service)、(3)HaaS(Cloud Hardware as a Service)/IaaS(Cloud Infrastructure as a Service)である。SaaSはアプリケーションを、PaaSはアプリケーションを開発および実行するための基盤となる環境(Platform)を、そしてHaaS/IaaSはシステムを構築するためのITリソース自体をネット

ワーク経由のサービスとして提供する形態である。各々が提供するサービスの範囲は図表1のように表すことができる。

図表1 各サービスモデルのサービス提供範囲

	SaaS	PaaS	HaaS/IaaS
アプリケーション	サービス		
ミドルウェア		サービス	
OS			
CPU			
ハードウェア		サービス	

出典：城田（2009）44頁。

(B) 利用者および所有者による分類：展開モデル

提供されるITリソースによる分類方法以外にも、利用者および所有者による分類方法がある。NISTでは以下の4つの展開（利用）モデルを提示している。

1つめは、プライベートクラウド（Private Cloud）である。クラウドのインフラがある組織のためだけに運営されるクラウドモデルであり、当該組織自体が運営する場合もあれば、第三者組織によって運営される場合もある。

2つめは、コミュニティクラウド（Community Cloud）である。クラウドのインフラがいくつかの組織で共有され、共通の関心を持つあるコミュニティを支援するクラウドモデルであり、当該組織自体が運営する場合もあれば、第三者組織によって運営される場合もある。

3つめは、パブリッククラウド（Public Cloud）である。クラウドのインフラが一般市民もしくはある産業グループで利用可能であり、クラウドサービスを供給する単一組織によって所有されるクラウドモデルである。

4つめは、ハイブリッドクラウド（Hybrid Cloud）である。上記1から3のうちの2つ以上のモデルを、個々の独自性は維持しつつ互換性を持たせて接続するモデルである。

(3)クラウドは新しい概念ではない

クラウドを構成する個々の技術は真新しいものはほとんどない。実際、ASP（Application Service Provider）やホスティング（Hosting）などの既に存在していたサービスとほぼ同じだといってもよい。さらに、1960年代に注目を集めたユーティリティ・コンピューティング（Utility Computing）という概念と比べても大差はない¹³⁾。しかし現在クラウドが注目を集めているのは、クラウドを取り巻く環境が整備されたことでクラウドの利点が活かされる状況になったからである。その環境とは通信回線の高速化、情報端末の高性能化、ハードウェアの低価格化である。

通信回線の高速化はブロードバンド環境の整備によるものである。光ファイバーを用いた有線回線はもちろんのこと、無線LANやWiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）などの高速無線通信環境が急速に整備され、しかも低価格で利用できるようになった。ITリソースがローカルにあるのかクラウドにあるのかを意識することな

くさまざまな処理を行うには、高速回線が不可欠である。

情報端末の高性能化とは、携帯可能な情報端末の性能が高度化かつ小型化したことである。企業や家庭に備え付けのデスクトップコンピュータではクラウドから享受する恩恵は少ないが、ローカルストレージや演算装置に制約があるノート型パソコンや多機能携帯電話（スマートフォン）などの携帯情報端末（モバイル端末）が外部のITリソースを活用することの利点は大きい。

ハードウェアの低価格化とは、ストレージをはじめとするITリソースを形成するハードウェアの価格が急速に低下していることにより、クラウドサービスを提供するクラウド事業者が巨大なデータセンターを建設してクラウドサービスを提供することが採算ベースに乗るようになったことである¹⁴⁾。ハードディスクや演算装置の価格は以前に比べて劇的に下落しているため、大容量のストレージを確保することが容易になった。加えて、多数のサーバを集約してデータセンターを大規模化することにより、人件費や冷却コストなどに関して規模の経済性が働く。そのため大規模なデータセンターを構築しクラウドサービスを提供することが経済的に可能になった。

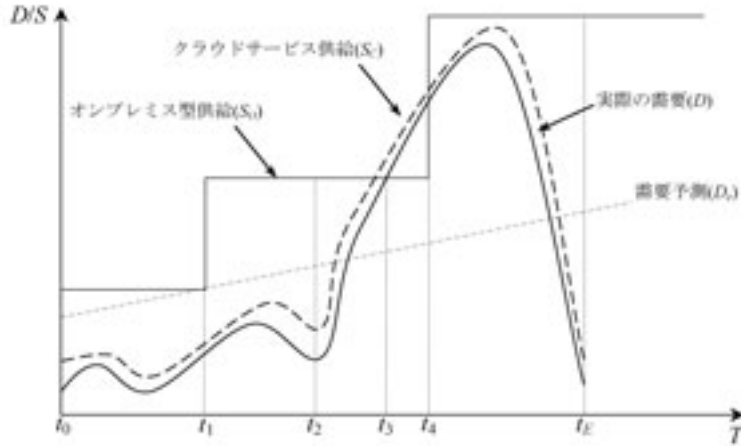
以上3つの環境要因がすべて揃うことにより、はじめてクラウドの利点が活かされるようになった。高速通信環境が整備されていないとサーバとの間に時間遅延が生じ、快適な利用を損なう。高性能で小型のモバイル端末が普及しなければ、クラウドサービスを利用する機会は限定される。ITハードウェアの価格が下落していなければ、クラウド向けの大規模なデータセンターの建設はコストに見合わないであろう。

3. クラウドの利点

本章では、クラウドを利用することによる利用者側の利点を解説する。ここでは次の7つを挙げるが、各々は相互に関連している¹⁵⁾。

第1は、伸縮可能なサービスが利用できる点である。需要の変動や利用状況に応じて細かくサービスをオンデマンドに調整でき、かつその調整作業はクラウド事業者に依頼せずにクラウド利用者が直接操作できる。これによりクラウド事業者は人件費の圧縮効果、クラウド利用者は設定変更完了までのリードタイム短縮効果から得られる便益を享受できる。需要に応じて伸縮的にサービスを利用することができ、利用量に応じた従量料金を支払うため、過剰な資産を抱えることなく効率的なサービス利用が可能となる。

図表2 クラウドによる資源配分



出典：アクセンチュア（2009）の20頁の図をもとに筆者作成。

図表2は、時間（ T ）の経過における各ITリソースの供給形態（ S_c および S_o ）と需要（ D ）との関係を概念的に表したものである。この図をもとにオンプレミス型とクラウドとを比較してみよう。

まず、オンプレミス型供給（ S_o ）についてである。需要予測（ D_e ）に従って時点 t_1 でシステムを強化したが、予測を大きく下回ったことにより時点 t_2 において供給過多になる。このとき、過剰な資産を抱えていることになる。しかし予測を大きく上回る需要の急増によって、時点 t_3 から時点 t_4 にかけて需要に供給が追いつかずシステム停止に陥る。時点 t_4 において慌ててシステムをさらに強化したが、その後の需要急減により時点 t_5 において事業終了を決断した場合には、多大な遊休資産を抱えることになる。

一方クラウド型供給（ S_c ）については、すべての期間にわたって需要予測（ D_e ）にはほとんど左右されることなく、需要に応じて弾力的に供給を増減させることができる。また t_5 においては事業終了に合わせてサービス利用を終了することができるので、不要な遊休資産を抱えなくて済む¹⁶⁾。

第2は、初期投資が圧縮できる点である。クラウドサービスを利用することにより、高額なハードウェアを購入せずに事業を立ち上げることができる。不確実性の高い新規事業を開始する際にはとりわけ有益である。なぜなら、新規事業が軌道に乗るか否かは不確実であり、かつ需要量の予測が極めて困難だからである。そのような事業に対して初めから大規模に投資することはリスクが高いため、新規事業の立ち上げを躊躇する要因の1つとなっている。万一、期待した成果が得られずに事業から撤退をする際にも、遊休資産を抱えることにはならないことも大きな利点である。

第3は、ITリソースの管理コストの削減が期待できる点である。たとえば、サーバの維持管理コストを採り上げよう。サーバの維持管理コストには、サーバの消費電力コスト、サーバ室の冷却コスト、サーバ室のスペース確保、無停電電源装置（UPS: Uninterruptible Power Supply）の購入および維持、などがある。このようなITリソースの維持管理にかかるコストはクラウドへの移行により削減が期待できる。さらに、利用者はソフトウェアの

バージョンアップやサーバのスケールアップおよびスケールアウトの作業からも解放される¹⁷⁾。これらの作業は、設定することにより自動的に実行されるか、もしくはクラウド事業者が担ってくれる場合が多い。そのため、IT技術者の人件費の圧縮が期待できる¹⁸⁾。

具体例としては、JTBグループの例がある。JTBグループでは、メールシステムをオンプレミス型からGoogleのGmailへ移行することによりメール容量が500倍になり、かつ5年累計のコストを20億円から、7～9億円へ削減できる見込みだという¹⁹⁾。

コスト削減効果については、オンプレミス型と比べてコスト高になる場合もあることが指摘されている²⁰⁾。しかし多くの場合には初期投資コストや管理コストの削減が期待できる。図表3は、情報システムの管理形態ごとのコスト比較した例である。

図表3 展開モデルのコスト比較

	社内IT	管理サービス利用	クラウド利用
初期投資	40,000ドル	0ドル	0ドル
初期設定コスト	10,000ドル	5,000ドル	1,000ドル
サービスコスト/月	0ドル	4,000ドル	2,400ドル
人件費/月	3,200ドル	0ドル	1,000ドル
3年間の総コスト	149,000ドル	129,000ドル	106,000ドル
節約率	0%	13%	29%

出典：Diversity Limited (2011), p.4。

第4は、ITリソースを変動費化する点である。高額なハードウェアを購入する代わりにサービスとしてITを利用するため、IT資産を変動費用化（オフバランス化）できる。これは、固定資産を購入せずにリース契約を締結することと同様の効果を持つ。とりわけITに関するハードウェアは技術革新のサイクルが速いため、実質的な耐用年数は非常に短い。保有しているからといって資産価値が高まることはなく、時間の経過とともに急速に価値が減耗する。加えてソフトウェアはバージョンアップの間隔が短く、すぐに陳腐化してしまう。それゆえ、固定資産としてITリソースを「所有」する利点は少なく、クラウドサービスとして「利用」した方が有利である場合が多い。

会計上の効果として真っ先に指摘されるのは、総資産利益率（ROA: Return on Assets）の上昇効果である。ROAは、企業が保有する総資産が利益獲得のためにどれだけ有効活用されているかを表す財務指標である。企業の収益効率を判定するための指標としては最も代表的なものの1つであり、以下の式から導出される。

$$\text{ROA} = \text{当期純利益} / \text{総資産}$$

上式から、オンプレミス型からクラウドへ移行するとROAが上昇することがわかる²¹⁾。それ以外にも、投資利益率（ROI: Return on Investment）の上昇も期待できる。

第5は、資源投入を本業へ集中できる点である。クラウドへの移行によってコスト削減が実現した場合には、余剰資産を他の主要事業に振り向けることが可能となる。またIT技術者は日常のサーバ維持管理作業が大幅に軽減されることにより、本来すべきITサービス

の向上に集中できる。さらにサーバ室の物理スペースが圧縮されることにより、余剰スペースを別な用途に利用できる。

第6は、自然災害のリスクを低減できる点である。クラウドサービス向けのデータセンターは比較的自然災害の影響を受けにくい場所に立地している場合が多い。大規模なデータセンターは地震や津波、水害、崖崩れ等に対する耐性が強い場所に建設される場合が多く、かつデータ消失リスクを低減させるために複数のバックアップをとっている場合が多い。そのため、企業の敷地内に設置するサーバ室と比べて自然災害のリスクが小さいといえよう。実際、2011年3月に起きた東日本大震災以降、災害リスクの低減という観点から、クラウドに対する企業や地方自治体の関心が高まっているという²²⁾。

第7は、モバイル環境に適している点である。近年、企業の営業担当者が社外で重要データを扱う機会が増加しており、そのためノートパソコンやスマートフォンなどの情報端末を社外に持ち出す機会も増加している。その際、情報端末の紛失や盗難等によるリスクが増加する。パスワードの設定や暗号化技術によるリスク低減は当然ながら重要であるが、最も有効なのはデータ自体を端末内に保存しないことである。クラウドストレージ上にデータを貯蔵しておき利用する度にアクセスすれば、重要データを持ち運ぶ必要はない²³⁾。

以上で挙げた7つ以外にも、消費電力やCO₂の削減効果²⁴⁾、高性能な演算処理能力の活用などを挙げることができる。

4. クラウドが抱える問題点

クラウドの利点が強調される一方、問題点も多く指摘されている。NRIST（2010）が指摘するように、従来のASP（Application Service Provider）が提供するサービスでも同様の問題を抱えており、クラウドに特有のものであるとは必ずしもいえない²⁵⁾。しかし先に挙げたクラウドが備える本質的特徴により問題が深刻化している場合が多くみられる。その理由は、利点と問題点が表裏一体となっている場合が多いからであろう。

クラウドが抱える問題点の多くは、内在するリスク（Risk）によるものだといえる。そこで以下では代表的なリスクを6つ挙げる。

(1) 情報セキュリティリスク

第1のリスクは情報セキュリティに関するものである。これはクラウドが抱えるリスクのうち最も代表的かつ深刻なものである。クラウドに限らずIT領域の全般についていえるが、利便性と情報セキュリティとはほとんどの場合トレードオフ（Trade-off）の関係にある。それゆえ、利便性を確保しつつかに情報セキュリティを強化するかという課題が常に存在する。

情報セキュリティリスクは、さらに次の2つのリスクに大別できる。1つは不正アクセス行為などのいわゆるサイバー攻撃によるものであり、もう1つはコンピュータウイルスをはじめとするマルウェア（Malware）によるものである。これらのリスクはオンプレミス型にも共通する情報セキュリティリスクであるが、ネットワーク経由でのデータ交換が前提となるクラウドサービスではとりわけリスクが大きくなる。リスクの実現によって、クラウドのストレージ上にあるデータの消去、詐取、改竄、拡散がなされることでデータの機密性や完全性、秘匿性が侵害され、その結果、経済的および精神的被害が発生する。

クラウド特有のリスク要因としてEDoS（Economic Denial of Sustainability）攻撃がある。

これは、一般的なDoS（Denial of Services）攻撃のようにサービスの利用を妨害するばかりでなく、経済的に事業継続を不可能にすることが目的である。従量課金の環境に対してDoS攻撃を行うことにより、クラウド利用者のサービス利用料金を劇的に増加させることで利用者に対して経済的な打撃を与える。パブリッククラウドの場合には被害はより深刻である。なぜなら、ある利用者へのEDoS攻撃がなされるとネットワークの帯域が枯渇するため、同じ物理的ハードウェアに「同居」している他の利用者もサービスが利用できなくなるからである²⁶⁾。

情報セキュリティリスクは、クラウド利用者およびクラウド事業者によるセキュリティ対策の不備ばかりでなく、クラウド事業者によるアクセスコントロールの設定ミスやシステムが抱える脆弱性への不十分な対処などが原因で増大する。

(2)障害発生リスク

第2のリスクは、クラウドサービスに障害が発生するリスクである。その原因にはさまざまな要因が考えられるが、バロツソ=ヘルツル（2010）によると、インターネットサービスの障害発生原因に関する多くの研究成果では、発生原因として多いのはソフトウェアの障害や管理者の操作設定ミスであり、ハードウェアの障害は一貫して10%前後であるという²⁷⁾。

障害発生によるサービス停止は、クラウド利用者の業務に深刻な影響を与える可能性があるため、そのリスクを最小化しなければならない。品質保証契約（SLA: Service Level Agreement）には保証稼働率が明記されている場合がほとんどであるため、必ず確認しておく必要がある。たとえば99.95%の稼働率を保証していた場合には、サービス停止が年間4.38時間以下であればサービス事業者は免責されることを意味し、もしそれ以上のサービス停止があった場合には利用料金の一定割合を割り引くに過ぎない²⁸⁾。それゆえ、サービス停止に伴う経済的損失は補償されない。

(3)データ消失リスク

第3のリスクは、データが消失するリスクである。このリスクは前項のリスクと関連するものがほとんどであるが、利用者の操作ミスによりデータが消失する場合もある。このデータ消失リスクへの対策としては、データの処理履歴を逐一保存し必要に応じて各時点の状態へ復旧できる機能を実装したり、複数のサーバにバックアップを保存するなどがある。しかしリスクをゼロにすることは事実上不可能である。

注意すべき点は、データ消失時の補償についてSLAで言及されていたとしても、補償は賠償金の支払いや利用料金の割引でなされる場合が多く、データ自体が回復するわけではないことである。それゆえ、自社サーバにバックアップをとっておくことやバックアップ用に複数のクラウドサービスを併用するなどの対策を講じる必要があるかもしれない。データ消去の防止策や補償については、クラウドサービス契約を締結する前にクラウド事業者を確認しておく必要がある。

(4)ネットワーク切断リスク

第4のリスクは、ネットワーク依存によるものである。当然のことながら、クラウドサービスはネットワークの利用が前提となっている。そのため、万一ネットワークに問題が発生した場合にはサービスが全く利用できず、可用性が損なわれる。他方、オンプレミス型であればLAN経由でデータ処理が可能であるかもしれない。その意味では、クラウドサ

ービスの方がネットワーク環境に関する脆弱性が高い。

そのため、クラウドサービスへ完全移行する際にはネットワークが不通になった場合の影響とそれに伴う損害額を推定しておく必要がある。さらに、対処方法を含めた事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）を策定しておかなければならない。

（5）法制度のリスク

第5のリスクは、さまざまな法制度に関するものである。クラウドは新しいデータ処理および管理の形態であるため、既存の法制度では全く想定されていなかったり、もしくは十分に考慮されていなかったりすることが少なくない。それゆえ、クラウドサービスを用いて重要データを扱う場合には特段の注意が求められる。

もっとも代表的な法制度のリスクは、データの物理的な保管場所に係わるカントリーリスク（Country Risk）である。現在、海外のクラウド管理会社の多くはデータセンターが日本にないため²⁹⁾、日本以外のデータセンターにデータが保管される。その場合、データが物理的に保管されている国の法律や制度から影響を受ける。たとえば、クラウド上で管理しているデータが重要な企業秘密を含むものであっても、データセンターが立地する国の法律が捜査当局の捜査権限でその閲覧を認めているのであれば、捜査当局はすべてのデータを閲覧することでできてしまう³⁰⁾。加えて、物理的に離れたデータセンターでデータを処理するため、自社にとって重要なデータを管理する義務が脅かされるという観点から法令遵守（Compliance）に関するリスクが増加するといえる³¹⁾。

最近の大手クラウドサービスのなかにはデータセンターの立地国を指定できるものもあるが³²⁾、指定できない場合や選択肢が限られる場合が少なくない。その場合にはクラウドサービスの利用を断念せざるを得ないかもしれない³³⁾。

海外のサーバを利用する際には各国の法制度を調査し、カントリーリスクがより低い国を選択することが必要である。

法制度に関するその他のリスクとしては、クラウドストレージ上にあるデータの著作権（著作権法）や営業秘密（不正競争防止法）、個人情報の取り扱い（個人情報保護法）、電子帳票の保存（会社法やe-文書法）などに係わるものがある³⁴⁾。これらのリスクを低減させるためにも、SLAで確認するとともに、SLAに記述されていない点に関してはクラウド事業者を確認および相談すべきである。

リスクが発生する以外にも、クラウドサービスを利用することにより新たな義務が生じる場合もある。たとえば、会社法施行規則第100条第1項第2号では業務の適正を確保するための体制として「損失の危険の管理に関する規程その他の体制」について定めており、事業報告書に記載することを義務づけている。この中で、クラウドサービスを利用する際における損失の危険管理については、以下のようなものが含まれると解することができる。すなわち、クラウドサーバのシステムダウン、個人情報漏洩、信用リスクや業務執行リスクの実現、などに対する予防策やリスクが実現した場合の措置等について規程やマニュアルを作成し、体制づくりの整備を求めているものである。これに関しては、クラウド利用企業は上記のような社内体制を整備した旨を事業報告書に記載すればよいと解されているが、本来ならばクラウド事業者が社内規程に沿った措置が可能かを検証する必要がある。

その他の義務としては、企業の会計監査の際にデータがどこにあるかを明言できるようにしておくことがある。Microsoft社はどこにデータがあるかを明言できると述べているが³⁵⁾、

Google社など一部のクラウド事業者はデータセンターの所在を知ることはできないため、問題となる可能性がある。

(6)サービス停止リスク

第6のリスクは、クラウド事業者がサービスを終了するリスクである。具体的には、事業者の倒産などによりクラウドサービスの提供が突然終了する場合である。この場合、データの回収やデータの完全消去の確認、他のサービスへの移行などの処置を講じなければならない。実際の例としては、写真に関するクラウドサービスを提供していた米国のDigital Railroad社が破綻のため突然サービスを終了した例がある。このとき、同社は発表から24時間以内にストレージに保存されていたデータを退避するよう要請したが³⁶⁾、一部の利用者はデータを回収できなかったという³⁷⁾。

このようなリスクを回避するためには、信頼性の高いクラウド事業者を選択する必要がある。加えて別のクラウド事業者に移行する場合の移行コスト（Switching Cost）を推計しておき、クラウド事業者を選択する際の判断要素の一つとするとよいだろう。

以上6つのリスクの中には、オンプレミス型などでも既に存在していたものが多い。しかし、クラウドの特徴である「他者にデータを預ける」ことへの心理的な不安がこれらのリスクを増大させるとともに、それ自体が新たなリスクとなることで問題を深刻化させていると捉えることができる。

5. クラウドが有利となる場合

これまでみたように、クラウドの利点は便益を生み出す一方、内在するリスクから生じるコストを伴う。それゆえ、オンプレミス型からクラウドへ移行することが望ましいとは一概にいえない。

第3章で挙げた利点の多くは、総コストの削減に貢献するものである。それゆえ、一般的にもクラウドの最大の利点としてコスト削減効果がしばしば挙げられる。しかしTak et al. (2010) などの文献でも指摘されているように、利用方法によってはオンプレミス型の方がコスト効率的となる可能性がある。たとえば、Amazon.com社のものをはじめとする多くのクラウドサービスは使用する帯域幅に応じて課金されるので、かなり大きな帯域を必要とする場合には、クラウドの方が割高になる場合がある。その他にも、期間が長期にわたる場合やオンプレミス型で使用するソフトウェアに特許使用料（Royalty）が発生しない場合すなわちオープンソース・ソフトウェアを使用する場合には同様の場合があることが指摘されている³⁸⁾。

そこで本章では、クラウドの利点が生かされる典型的な場合を4つ挙げる。

第1に、予め短期間の利用が想定されている場合である。利用後の用途が未定の場合には、多額の初期投資によってハードウェアを調達すると休眠資産を抱えるリスクを負うことになる。そのため利用料金が多少割高になるとしても、ITリソースをサービスとして利用したほうが望ましい場合が多い。期間限定のイベントでの利用が典型例であり、経済産業省が2009年から実施したエコポイント対象商品登録と交換商品を申請するシステム（エコポイント事業）が代表例である。1年間の期間限定のこのシステムの構築にクラウドを利用することにより、「1か月足らずでシステムを立ち上げ、しかも開発費用を当初予定

の30億円から6億円に圧縮」するという便益を生み出した³⁹⁾。

第2に、初期投資を極力抑えたい場合である。事業にかかる総コストに関しては詳細に比較する必要はあるが、初期投資はオンプレミス型と比べて圧倒的に小さい。それゆえ、実験的な事業を立ち上げたい場合や不確実性の高い事業を立ち上げたい場合には有効であろう。資金力の乏しい中小企業にとってはとりわけ有効な選択肢となる。

第3に、開発期間を可能な限り短縮したい場合である。他者に先駆けて新しいサービスを立ち上げたい場合など迅速な立ち上げが求められる場合には、ハードウェアやソフトウェアの調達、見積、開発、テストにかかる時間を短縮できるクラウドは有効な手段となる。実際、前述したエコポイント事業でも開発期間の短縮効果がクラウドを利用する重要な決定要因となった。

第4に、ピーク時とオフピーク時との需要差が大きい場合である。第2章でも触れたように、オンプレミス型はピーク時の需要を想定したハードウェアを用意する必要があり、平常時は利用しないITリソースを維持せざるを得ない。他方、クラウドであれば需要に応じて伸縮的な利用が可能なので、ITリソースを有効に活用できる。とりわけ正確な需要を予測することが困難な場合にはクラウドが有効な選択肢となる。代表例としては、季節によってITリソースの需要に大きな差がある農産物のオンラインショッピングサイトや、新規登録者の増加の予測が難しいSNS（Social Networking Service）サイトなどが挙げられる⁴⁰⁾。

6. おわりに

本稿では、クラウドの利点と問題点をそれぞれ挙げるとともに、オンプレミス型と比較してクラウドを利用することが有利となる場合を提示した。

本来ならば実際の便益とコストを推計し比較検討を試みるべきであるが、各々を数量的に測定することが困難であるばかりでなく⁴¹⁾、場合によって状況が異なるため一概に判断することはできない。それゆえ、本稿では検討すべき要因を抽出するに留めたが、具体的な数値を用いた費用便益分析は今後の課題とした。

また本稿では、クラウドとオンプレミス型とを対比させて議論を展開したが、本来は管理サービス（Managed Service）も検討に含める必要があるかもしれない。本稿はクラウドを議論の中心に据え、その対極に位置するオンプレミス型を比較対象としたが、今後は管理サービスを含めた3つ、もしくはそれらを併用した場合についても検討する必要がある。これも今後の課題として残しておきたい。

新しい概念としてクラウドが注目を集め、その利点が強調されることが多い。しかし、これまでみてきたようにクラウドには問題点も多くあり、必ずしもオンプレミス型と比べて優位であるとは必ずしもいえない。

とはいえ、意思決定の迅速化が求められ不確実性が一層高まりつつある現代の企業においては、クラウドはITリソースを利用するための有効な手法となる。企業がおかれる環境がますます厳しくなる中で、これまで通り多額のIT投資を行うことの是非を検証する絶好の契機としても、クラウドの利用を検討することには価値がある。

IT資産のTCO（Total Cost of Ownership）は大きいため、クラウドの利用によってその削減が期待されるが、繰り返し強調しているように必ずしも約束されるものではない。しかしITハードウェアは技術革新や価格下落のスピードが比類ないほど速いため、実質的な資

産価値もまた急速に減耗する。そのため、大規模な初期投資を行い「所有」するよりもサービスとしてITリソースを「使用」した方が妥当である場合がますます多くなるであろう。

クラウドを利用する際の最大の障害となるのが情報セキュリティの問題である。この問題を含め、クラウドが内包するさまざまなリスクを低減するための手法が開発されているが、リスクをゼロにすることは事実上不可能である。つねに新しいリスク要因が発生する「いたちごっこ」状態にあるものの、最新の技術を取り入れながらつねにリスクを低減する努力をする必要がある。利用者がすべきことは、リスクを認識し最大限の対策を講じながら、クラウドの利点を活かす利用方法を模索することである。

クラウドの利用を検討する際には、まずはSLAの内容を注意深く確認することが必要である。その上で、もしSLAに明記されていない項目があれば契約締結前に確認しなければならない。必須の確認事項としては、サービス稼働率やセキュリティ対策の詳細、損害賠償の範囲、著作権、営業秘密などが挙げられる。

クラウドとオンプレミス型は必ずしも二者択一ではない。場合によっては、クラウドとオンプレミス型とを併用するハイブリッド型の利用形態も選択肢の1つとなる。たとえば、堅牢な情報セキュリティやデータの保管場所の明確な特定が求められる重要データはオンプレミス型で管理し、その他のデータはクラウドを用いて管理するなどが有効であろう。

謝辞

本研究は、平成22年度島根県立大学学術教育研究特別助成金の援助を受けて行ったものである。

注

- 1) 過去1年間（期間は2010年9月17日から2011年9月16日）で主要新聞4紙（読売新聞、朝日新聞、毎日新聞、日本経済新聞）の全国版で「クラウド」を含む記事数は589件であり、地方紙や業界専門紙、各紙電子版を含めると7,158件である。
- 2) たとえば代表的なクラウドサービス事業者である米国Google社は、電子メールアプリケーションとして「Gmail」、文書作成アプリケーションとして「Google Docs」、写真のストレージサービスとして「Picasa」を提供している。
- 3) ZDNet (2006)。
- 4) NRIST (2010)、p.35。
- 5) McDonald (2010)、p.v。
- 6) CSA (2009)、p.14、およびENISA (2009)、pp. 14-15。
- 7) Mell-Grance (2011)、p. 2。
- 8) Mell-Grance (2011)、p. 2。
- 9) NRIST (2010)、p.35。
- 10) ただし、多少重複する表現になるのではないと思われる。たとえば7の技術がなければ1から5までの特徴を実現することは困難だからである。
- 11) IPA (2010) では、「クラウド」という用語を「クラウドコンピューティング、クラウドサービスを区別することなく示す場合に用いる総称」として用いている (IPA (2010)、p. 2)。
- 12) Mell-Grance (2011)、pp. 2-3。
- 13) ユーティリティ・コンピューティングとは、電気や水道、電話などの公共インフラ (Public Utilities) と同様に、コンピュータの性能を利用した分だけ支払うシステムである (西田 (2009)、p.165)。
- 14) クラウドサービスを提供する事業者には、ハードウェア自体を所有および管理しクラウドサー

- ビスを提供する事業者と、ハードウェア所有者からサービスの提供を受け、それに付加価値をつけて他者（企業や個人）にクラウドサービスを提供する事業者とがある。しかし、本稿ではクラウド事業者とは前者の事業者を指すものとする。
- 15) クラウドの必然性に関する数学的な証明としては、Weinman（2011）がある。
 - 16) 実際には、クラウドサービスに固有のハードウェアや技術が不要となるかもしれないが、オンプレミス型と比較すると僅かであろう。
 - 17) スケールアップとは「物理的なサーバーのスペックを強化し、サーバー上で稼働させるシステムの性能を向上させる手法」（NRIST（2010）、p.30）であり、スケールアウトとは「物理的なサーバーの台数を増やし、システム全体としての性能を向上させる手法」（NRIST（2010）、p.31）である。
 - 18) しかし、もちろんクラウドサービスを利用したからといってIT技術者がゼロになるわけではない。なぜなら、クラウドサービスを利用する場合でも管理者が必要だからである。
 - 19) 日経ビジネス（2009）、p.36。従来は米国Microsoft社のMicrosoft Exchangeを利用していたものを、Google社のGoogle Apps for Businessへ移行した。
 - 20) たとえばTak *et al.*（2011）では、事業規模やデータ転送量によってはむしろクラウドの方が高コストとなることが指摘されている。
 - 21) なぜなら、オンプレミス型からクラウドサービスへ移行すると、利用料金の支出が増加し分母の当期純利益が減少する。しかし同時に分母の固定資産が減少し、かつその効果の方が大きいので全体としては分母が減少する。その結果、ROAが上昇する。
 - 22) 富士通総研（2011）。
 - 23) 利用する度にデータにアクセスすると、その過程での盗聴が問題になるが、この点については次章で触れる。
 - 24) これをグリーンコンピューティング（Green-Computing）と呼ぶことがある。詳しくはMcDonald（2010）、p.26を参照されたい。
 - 25) NRIST（2010）、p.50。
 - 26) NRIST（2010）、p.62。
 - 27) バロツソ=ヘルツル（2010）、p.123。
 - 28) 米国Amazon.com社のElastic Compute Cloud（EC2）のSLAによると、99.95%の稼働率を保証しており、それを下回った場合には10%の利用料金が割引かれる。
 - 29) その大きな理由は、データセンターを建設および維持管理するコストが他の地域に比べて高いことであろう。土地の取得費用ばかりでなく、電気料金や冷却のための水道料金などが大きな要因であることが推察される。
 - 30) 実際に起きた例としては、2009年3月および4月に米国連邦捜査局（FBI）が、米国愛国法（USA PATRIOT Act）に則ってテキサス州にあるCrydon Technology社とCore IP Networks社が管理する2つのデータセンターからサーバなどの機器を押収した例がある。このとき、押収したサーバを利用していた無関係な利用者は業務停止により大きな損害を被った。
 - 31) 小野諭（2011）。
 - 32) たとえば、Microsoft社のクラウドサービスは立地国を指定できるが、日本には同社のデータセンターがないため指定することはできない。
 - 33) 日本のクラウド事業者が提供するクラウドサービスの多くは日本にデータセンターを所有しているため、リスクを低減させるためには日本の事業者を利用すればよいであろう。しかし、現状では海外の事業者の方が圧倒的にコスト優位である。その理由は、日本にデータセンターを立地するために必要な諸々のコストが高いためであろう。
 - 34) 詳しくはNRIST（2010）、pp.53-55を参照されたい。
 - 35) Forster（2010）。
 - 36) NPPA（2008）。

- 37) NRIST (2010)、p.109。
- 38) Tak *et al.* (2010)、pp. 3-4。
- 39) 週刊ダイヤモンド (2009)、p.21。このシステムは当初は1年間で終了する予定であったが、その後エコポイント制度の延長により2011年まで利用が延長された。
- 40) 実際、米国Twitter社が提供するSNSサービス「Twitter」の一部でもAmazon.com社のクラウドサービスであるAmazon Simple Storage Service (S3) が利用されている。
- 41) オンプレミスからクラウドへの移行に伴うコストには測定可能なコストばかりではなく、測定困難なコストもあるだろう。後者の例としては、ソフトウェアのポート作業やパフォーマンスの変化、各種の時間遅延などが挙げられる (Tak *et al.* (2011)、p.2)。

参照参考文献

- アクセンチュア (2009) 「平成21年度我が国情報経済社会における基盤整備 (クラウド・コンピューティングの発展に関する調査事業) 最終報告書」。
- バロソ, L. and ヘルツル, U. (著) 丸山不二夫ほか (訳) (2010) 『Googleクラウドの核心』日経BP社 (Barroso, L. and Hölzle, U., (2009), *The Datacenter as a Computer*, Morgan & Claypool.)。
- Cloud Security Alliance (CSA), (2009), “Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing”, V2.1, <https://cloudsecurityalliance.org/wp-content/uploads/2011/07/csaguide.v2.1.pdf> (最終確認日: 2011年9月16日)。
- Diversity Limited, (2011), “Clouddonomics : the Economics of Cloud Computing”, http://broadcast.rackspace.com/hosting_knowledge/whitepapers/Clouddonomics-The_Economics_of_Cloud_Computing.pdf (最終確認日: 2011年9月16日)。
- 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) (2010) 「中小企業等におけるクラウドの利用に関する実態調査 調査報告書」。
- European Network and Information Security Agency (ENISA), (2009), “Cloud Computing Risk Assessment”, http://www.enisa.europa.eu/act/rm/files/deliverables/cloud-computing-risk-assessment/at_download/fullReport.pdf (最終確認日: 2011年9月16日)。
- Forster, K., (2010), 「クラウドコンピューティングを取り巻く環境を明確にする」TechNET Magazine, <http://technet.microsoft.com/ja-jp/magazine/ff394351.aspx> (最終確認日: 2011年9月16日)。
- 富士通総研Webサイト「東日本大震災からの復興に向けての意見 (2) クラウドで災害に強い自治体システムの構築を」 <http://jp.fujitsu.com/group/fri/column/opinion/201105/2011-5-1.html> (最終確認日: 2011年9月16日)。
- McDonald, K., (2010), *Above the Clouds: Managing Risk in the World of Cloud Computing*, IT Governance Publishing.
- Mell, P. and Grance T., (2011), “The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)”, National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-145 (Draft).
- 日経ビジネス (2009) 「特集1 エンタープライズクラウドの幕開け～基幹系システムを捨てる日」『日経ビジネス』2009年1月1日号、pp.34-53。
- 西田宗千佳 (2008) 『クラウド・コンピューティング: ウェブ2.0の先にくるもの』朝日新聞出版。
- NPPA, (2008), “Digital Railroad Shuts Down ; PhotoShelter Offers DRR Users A Special Deal”, http://www.nppa.org/news_and_events/news/2008/10/digitalrailroad.html (最終確認日: 2011年9月16日)。
- NRIセキュアテクノロジーズ (NRIST) (2010) 『クラウド時代の情報セキュリティ』日経BP社。
- 小野諭 (2011) 「電子社会における電子記録の重要性～なぜ電子記録なのか～」電子記録マネジメントフォーラム2011パネルディスカッション配布資料、<http://www.jipdec.or.jp/dupc/event/201103011ermcforum.html> (最終確認日: 2011年9月16日)。
- 週刊ダイヤモンド (2009) 「News&Analysis Inside 霞が関が続々とシステム採用 米セールスフォースの快進撃」『週刊ダイヤモンド』2009年10月31日号、p.21。

城田真琴（2009）『クラウドの衝撃』東洋経済新報社。

Tak, B. C., Uргаonkar, B. and Sicasubramainam, A., (2011), “To Move or Not to Move: The Economics of Cloud Computing”, Pennsylvania State University Department of Computer Science and Engineering Technical Reports CSE # 11-002.

Weinman, J., (2011), “Mathematical Proof of the Inevitability of Cloud Computing”, [http:// www.joeweinman.com/Resources/Joe_Weinman_Inevitability_Of_Cloud.pdf](http://www.joeweinman.com/Resources/Joe_Weinman_Inevitability_Of_Cloud.pdf)（最終確認日：2011年9月16日）。

ZDNet, (2006), “Google CEO's new paradigm: ‘cloud computing and advertising go hand-in-hand’”, <http://www.zdnet.com/blog/micro-markets/google-ceos-new-paradigm-cloud-computing-and-advertising-go-hand-in-hand/369>（最終確認日：2011年9月16日）。

キーワード：クラウドコンピューティング オンプレミス型システム
クラウドサービス

(KONNO Kazuhiro)

Advantages and Disadvantages of Using Cloud Computing: A Comparison of Cloud Computing and On-premise System

Kazuhiro KONNO

This paper examines advantages and problems of cloud computing (hereafter Cloud) and compares it with on-premise (or in-house) system. At first, we describe our definition, five essential features, and two methods for classification of Cloud. Second, we point out seven advantages of Cloud. Third, we explain six risks included and relevant problems of Cloud. Forth, we describe four typical cases in which Cloud is preferred. Finally, we propose hybrid-type system and touch on remaining questions.