

米国におけるクラウドコンピューティング産業の動向

和田恭@JETRO/IPA NY

1. はじめに

クラウドコンピューティングとは、2008 年ころから用いられるようになった IT の利用形態であり、多様な定義があるが¹、一般にはサーバーなどの機器やソフトウェアなどのコンピューティング資源を自ら保有するのではなく、これらの資源をインターネットを通じて利用することを指す。米国では、連邦政府を始めとする政府機関、およびユーザー企業において IT システムをクラウドコンピューティング形態に移行する「クラウド化」の動きが加速化している。連邦政府では、以前より一部省庁が個別にクラウド化を進めていたが、最近では連邦政府 Chief Information Officer (CIO)・Vivek Kundra 氏主導のもと、包括的なクラウドコンピューティング導入を目指すロードマップ作成が進んでいる。

しかし、特に大規模な組織での IT システムクラウドコンピューティング化においては、システム移行にかかるコストや事業継続性といった課題を始め、データ処理・保存が基本的に外部(クラウド事業者)で行われる、というクラウドコンピューティングの特性上、情報セキュリティの確保という課題が存在する。また、特に連邦政府機関に関しては、国家安全保障やコンプライアンス準拠の必要性が求められる。

これらの課題に対するソリューションとして、クラウドコンピューティングのセキュリティ強化を目指す技術・サービスや、クラウドブローカーという位置付けで、適切なソリューションを選択するためのコンサルティングサービス、またクラウドベンダロックインを防ぐためのサービスなど、新たな形態の事業が登場し始めている。

以上の問題意識を踏まえ、本稿では、米国のクラウドコンピューティングに関するここ1年程度の動向を中心に報告する²。

¹特に、米国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, NIST) による、「共有演算リソースへの、オンデマンドベースのネットワークアクセスを可能にするモデルで、(ユーザーが) 迅速に演算リソースの利用および解放を行えるようにするもの」との定義が有名である。

<http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/cloud-def-v15.pdf>

なお、現在、改訂版を作成中の模様。

http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf

² 2009 年 9 月以前の動向については、ニューヨークだより 2008 年 7 月号及び 2009 年 9 月号参照のこと。

2. クラウドコンピューティングとは

本章では、クラウドコンピューティングの形態、および米国でクラウドコンピューティング事業を展開する主要事業者についての現状を概説する。

(1) クラウドコンピューティングの形態

クラウドコンピューティングの形態は、その①提供するサービスのレイヤー（インフラ、プラットフォーム・OS、アプリケーション）を広げる形で拡大が進んでおり、また、②サービスの導入形態について、演算リソースの所在・運営体制（プライベート、パブリック、ハイブリッドなど）の多様化も進んでいる。

まず、レイヤー別で見ると、国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology、NIST）による定義によれば、クラウドコンピューティングによるサービスは以下の3つに分類される。

【図表1：クラウドコンピューティングのサービス・モデル（レイヤー別）³】

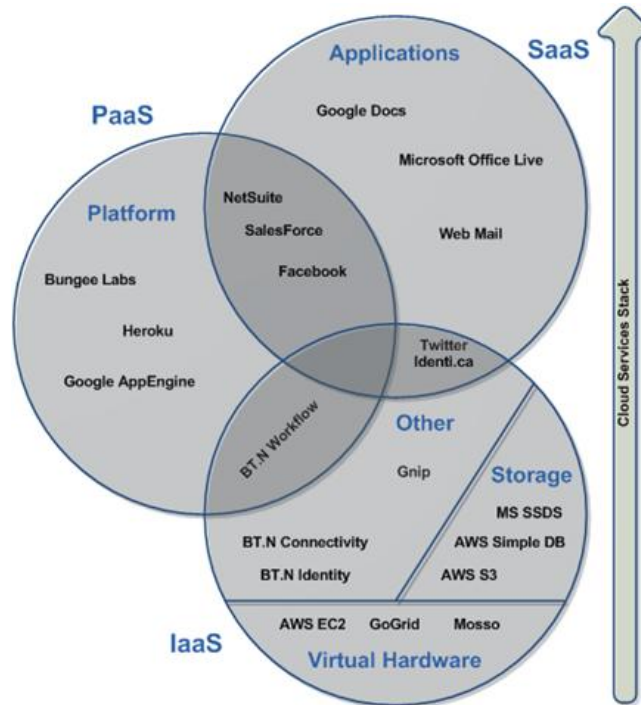
モデル	内容
SaaS (Software as a Services)	ユーザーが、プロバイダーがクラウドインフラ上で提供するアプリケーションを、利用できるようなコンピューティング能力。アプリケーションは、クライアントの各種のデバイスによってアクセスできる。
PaaS (Platform as a Services)	ユーザーが、プロバイダーが提供するプログラミング言語・ツールを用いて、消費者自らがクラウドインフラ上で開発・購入したアプリケーションを利用できるようなコンピューティング能力。
IaaS (Infrastructure as a Services)	ユーザーが、コンピューティング資源（情報処理、ストレージ、ネットワーク等）を利用し、任意のソフトウェア（OS やアプリケーションを含む）を利用することができるような能力。

この分類に従い、主要なクラウドコンピューティングサービスをレイヤー別に分類すると以下のとおりとなる。

³ ニューヨークだより 2009 年 8 月から再掲。

出典：http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html
http://www.cloudbzz.com/clouds-have-layers/

【図表 1:レイヤー別クラウドサービス例⁴】



SaaS カテゴリーのサービスについて、以前はオンプレミス⁵展開が主流であった生産性（オフィス）ソフトウェアや、電子メールクライアントといったソフトウェア（生産性ソフトウェア：Microsoft Office 365（旧名 Microsoft Office Live）など。電子メールクライアント：Web Mail、Gmail など）が、クラウドコンピューティングとして提供されるようになっていることが特徴的である。

導入方式によってクラウドコンピューティングを分類する方法もある。

【図表 3:クラウドコンピューティングの導入モデル⁶】

導入モデル	概要
パブリック・クラウド	クラウドインフラが、一般国民や大きな産業グループによって利用されるものであり、クラウドサービスを提供する一つの組織によって提供されるもの。
プライベートクラウド ⁷	クラウドインフラが、一組織によって運営されているもの。第三者によって管理されている場合もあり、また、敷地内／敷地外の場合がある。
コミュニティ・クラ	クラウドインフラが、複数の組織によって共有され、共通意識（ミッション、セキュリティ

⁴ <http://ciscoschool.net/2010/03/25/clould-iaas-paas-saas-diagrams/>

⁵ 情報システムを利用するにあたり、自社管理下にある機材にソフトウェアを配備・運用する形態のこと。運用委託などにより外部敷地内の機材を利用する場合は「オフプレミス」という場合もある。

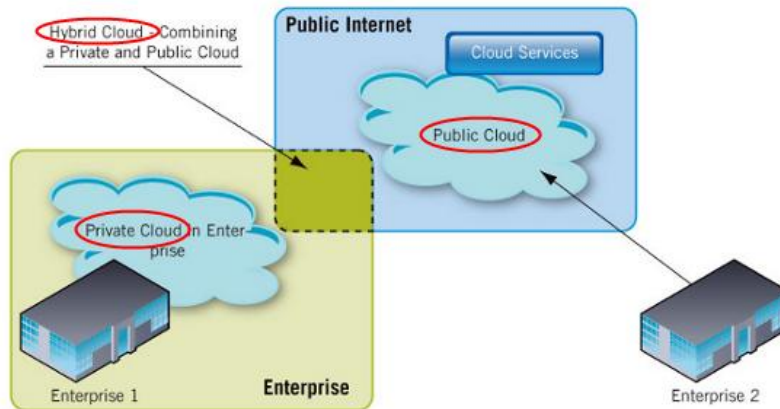
⁶ ニューヨークだより 2009 年 8 月から再掲。

出典：<http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html>

⁷ なお、この形態は、インターナル・クラウドやコーポレート・クラウドとも呼ばれる。

クラウド	要件、政策、コンプライアンス等)を有する特定のコミュニティによって支援されているもの。第三者によって管理されている場合もあり、また、敷地内／敷地外の場合がある。
ハイブリッドクラウド	クラウドインフラが、2つ以上のクラウド(プライベート、コミュニティ、パブリックなど)からなるとともに、データやアプリケーションの移動を可能する規格または専有の技術により、1つの統一されたクラウドとして利用されるもの。

【図表 4: プライベート、パブリック、ハイブリッドクラウドの別⁸⁾】



上記であげた導入方式による分類モデルは、連邦政府においてもほぼ準用されており、情報の重要性に応じて導入方式(パブリッククラウドとプライベートクラウド)を使い分ける方向にある。また、ハイブリッドクラウドは、それ以外にも、レガシーインフラを再活用するという観点から、自社インフラをプライベートクラウドとして残しつつ、追加導入するサービスをパブリッククラウドで導入するといった場合にも用いられる。

なお、ユーザーの観点からは、最近ではプライベートクラウドに対する関心が高まりつつある。調査会社 IDC (International Data Corporation) 社が 2010 年に 219 の企業に対して実施した調査によると、「プライベートクラウドの利用は、パブリッククラウドの利用と比べてどれ程魅力的ですか」との質問に対し、「パブリッククラウドの方が魅力的」と回答した者が全体の 9.6%に留まったのに対し、「プライベートクラウドの方が魅力的」と答えた者が 58.4%に上った。また、2009 年に Gartner 社が 88 の企業に対して実施した調査では、「今後 3 年間に、どのようにクラウドコンピューティング投資を行いますか」との質問に対し、「パブリッククラウドを重視」と答えたのは全体のわずか 8%であったが、「プライベートクラウドを重視」と答えた者は全体の 75%を数えるなど⁹⁾、主に情報セキュリティ

⁸⁾ <http://www.dialogic.com/technologies/cloud-communications.htm>
⁹⁾ <http://blogs.cisco.com/datacenter/the-year-of-the-hybrid-cloud/>

ィに対する懸念から¹⁰、一般企業ユーザーの間ではパブリッククラウド利用に代えて、プライベートクラウドに対する需要が高まっているといえる。

(2) クラウドコンピューティング提供事業者の動向

① 大手 IT 事業者

a) Google 社

Google 社は、そのフラッグシップサービスであるウェブ検索エンジンを始め、SaaS ソリューションを一般消費者および企業ユーザー向けに複数提供している。これらの製品には、電子メールクライアントの Gmail、生産性ソフトウェアの Google Docs、動画共有ソフトウェアの Google Video などが含まれる。同社によると、現在全世界の「300 万社以上」が Google 社の SaaS ソリューションを導入済みであるという¹¹。

b) Amazon.com 社

Amazon.com 社は、Amazon Web Services と称し、IaaS ソリューションを中心にクラウドコンピューティング事業を展開している。同社は、そのユーザー数や売上高などは公開していないが、非常に多くの企業に対してサービスを提供しており、少なくとも IaaS ソリューションにおいては、業界で最も有力な事業者の 1 つといえる¹²。

c) Salesforce.com 社

Salesforce.com 社は、クラウドベースのエンタープライズソフトウェアを提供する大手事業者で、現在約 92,300 社が同社のソリューションを導入しているという¹³。また、同社は 2007 年度より毎年約 3 億ドル規模で売上を伸ばしており、2010 年度売上高は約 16 億 5,700 万ドルであった¹⁴。

d) Microsoft 社

Microsoft 社は、プライベートクラウド構築用サーバーソリューション Hyper-V (IaaS)、パブリッククラウド構築用ソリューション Windows Azure (IaaS/PaaS)、オフィスソフトウェアおよび CRM ツール類 (SaaS) など、多岐にわたってクラウド事業を展開している。ただし、同社のクラウド事業は上記 3 社と比べ後発の感があり、その事業規模に関する数字は特に公開していない¹⁵。

¹⁰ <http://www.nasuni.com/news/nasuni-blog/private-versus-public-clouds-part-iii-which-cloud-storage-option-is-best-for-you/>

¹¹ <http://www.google.com/apps/intl/en/customers/index.html>

¹² <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/feature/Top-cloud-computing-providers-Amazon#slideshow>

¹³ <http://www.salesforce.com/company/milestones/>

¹⁴ <http://www.google.com/finance?q=NYSE:CRM&fstype=ii>

¹⁵ <http://www.eweek.com/c/a/Cloud-Computing/Microsofts-Cloud-Revenue-and-RampUp-Speed-Uncertain-315524/>

e) IBM 社

IBM 社も、Microsoft 社と同様に、IaaS(Blue Cloud)、PaaS および SaaS をカバーし、多岐にわたってクラウド事業を展開している。IBM 社は、当初、プライベートクラウド導入支援ソリューションを中心としていたこともあり、クラウド事業については規模に関する数字も公開していないものの、同社幹部によると、既に「10 億ドル規模」の売上を計上しているという。また、同社は、2015 年までに、クラウド事業を約 70 億ドル規模に育成することを目指している¹⁶。

f) その他

以上の事業者以外にも、クラウド関連技術を買収することで、新規にクラウド事業展開を目指す大手 IT 事業者が散見される。例えば、Hewlett-Packard(HP)社は、2010 年 9 月にデータストレージ機器・技術大手の 3PAR 社を買収後、IaaS を中心としたクラウド事業本格展開に動いている¹⁷。

Oracle 社は 2010 年 1 月に IT ハードウェア大手の Sun Microsystems 社を買収し、IaaS、PaaS および SaaS を含めた総合クラウド事業展開を開始している¹⁸。

また、ハードウェア製造大手であった Dell 社も、クラウド事業の本格展開を目指しており、IaaS から SaaS まで包括する総合事業展開を目的として、ベンチャー企業などの買収を繰り返しており、同社がこのような買収に費やした金額は、現在までに約 20 億ドルに上るとされている¹⁹。

以下に、主要なクラウドコンピューティングサービスをまとめた。

【図表 5: 主要なパブリッククラウド関連サービス²⁰】

企業名	インターネットサービス			ソフトウェア	ソリューション
	Google	Amazon	Salesforce	Microsoft	IBM
SaaS	Google Apps Premier Edition (2007 年 2 月)	-	-	Microsoft Online Service	-
e-mail	-	-	-	Hotmail	-
Office	Google Docs	-	-	Business Productivity Online Suite, Office 365	-
CRM	-	-	Salesforce CRM	Dynamics CRM Online	-

¹⁶ <http://online.wsj.com/article/BT-CO-20110407-713379.html>

¹⁷ <http://littlecrowd.com/hp-pumps-up-cloud-computing-by-integrating-3par-utility-storage/>

¹⁸ <http://www.oracle.com/us/technologies/cloud/index.html>

¹⁹ <http://www.crn.com/news/cloud/229401074/dell-cloud-computing-spending-spreed-nears-2-billion.htm?pgno=1>

²⁰ 筆者作成。主要なサービスに限る。IBM は個別企業向けにプライベートクラウド上で LotusLive 他のクラウドソリューションを提供していることに留意。

			(1999 年)	(2011 年 1 月)	
PaaS・IaaS	Google App Engine (2008 年 4 月) <PaaS>	Amazon Elastic Computer Cloud (EC2) <IaaS> (2006 年 8 月) Amazon Simple Storage Services (S3) <IaaS> (2006 年 3 月)	Force.com (2007 年 9 月) <PaaS>	Windows Azure Platform (2010 年 1 月) Hyper-V <IaaS>	Blue Cloud (2009 年 2 月) ²¹

② ベンチャー企業

以上の大手 IT 事業者以外にも、無数のベンチャー企業がクラウド事業に参入している。ここでは、特に注目を浴びているベンチャー企業をいくつか紹介する。

a) IaaS の付加価値を向上

かつては Amazon.com 社によって多くのシェアが占められていた IaaS セグメントであるが、最近では Rackspace 社や GoGrid 社などのベンチャー企業が新規参入し、同セグメントにおける存在感を増している。両社のサービスとも、拡張性の高い IaaS を提供するという点では従来と同じであるものの、ユーザーサポート体制の強化や、単価あたりの演算パフォーマンス向上、また仮想サーバーのより柔軟な設定変更を可能にする、といった付加価値向上の取り組みにより²²、大口顧客の取り込みに成功し始めているといえる。

b) SaaS ベースのエンタープライズソフトウェア (ERP)

かつてはスタンドアローンのシステム導入が中心であった経営資源管理 (Enterprise Resource Planning, ERP) ソフトウェアについても、近年ではこれを SaaS ベースで提供する事業者が登場し、SAP 社など大手 ERP 事業者と競合する動向が見られる²³。このようなクラウドベースの ERP 事業者の例としては、NetSuite 社や Acumatica 社などが有力企業と見られており²⁴、特に NetSuite 社は一部の大規模企業ユーザーの間でも顧客を獲得し始めている²⁵。また、この他に、Acumatica 社が NetSuite 社から顧客を奪うなどといった動きも見られ、クラウド ERP 事業者の間でも競争が激化していることが見受けられる²⁶。

²¹ 2007 年 11 月に同社が発表した Blue Cloud Initiative に基づくもの。

<http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/26642.wss>

²² http://www.rackspace.com/cloud/cloud_hosting_products/servers/compare/

<http://www.gogrid.com/cloud-hosting/compare-gogrid-ec2-rackspace.php>

²³ <http://www.businessweek.com/news/2011-05-05/sap-says-amazon-crash-may-hamper-industry-s-cloud-ambitions.html>

<http://www.slideshare.net/FrankStienhans/sap-cloud-strategy>

²⁴ <http://www.zdnet.com/blog/sommer/acumatica-erp-cloud-and-a-students/1029>

²⁵ <http://www.zdnet.com/blog/btl/netsuite-steps-up-large-enterprise-push-lands-qualcomm-groupon-partners-with-accenture/48496>

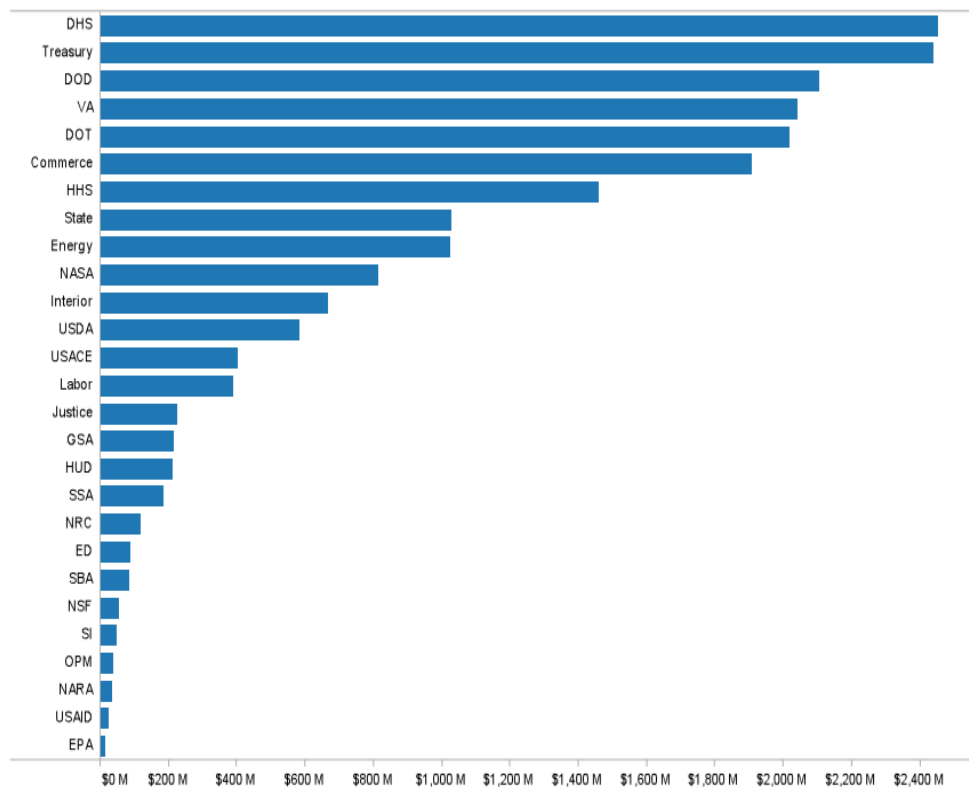
²⁶ 大手 SAP 社も、近年は AWS の採用などクラウドベースのソリューション提供に注力するようになってきている。

3. クラウドコンピューティング移行の動向

(1) 連邦政府の動向

米国連邦政府は、2010 年前後より、クラウドコンピューティングを本格的に導入する姿勢を打ち出しており、オバマ政権によるイニシアチブのもと、本格的な資金投入と導入に向けた枠組みがこれまでに発表されている。連邦政府全体での年間 IT 出費額は、現在約 800 億ドルと試算されているが、連邦政府の IT システムクラウド化完了後には、この 4 分の 1 にあたる約 200 億ドルをクラウド上のシステムに対する出費とすることを目標としている。この 200 億ドルの省庁別内訳は、以下の通りである。

【図表 6: 連邦省庁別の年間クラウド利用額(想定)²⁷⁾】



① クラウド移行に向けた枠組み

連邦政府による包括的なクラウドコンピューティング移行計画としては、2011 年 2 月に連邦政府 CIO・Kundra 氏によって公表された文書「連邦政府クラウドコンピューテ

<http://www.tmcnet.com/channels/erp-software/articles/167728-cloud-erp-software-provider-acumatica-gains-several-netsuite.htm>

²⁷⁾ <http://www.cio.gov/documents/Federal-Cloud-Computing-Strategy.pdf>

「クラウドコンピューティング戦略(Federal Cloud Computing Strategy)」²⁸がある。以下に、同文書によって規定されている枠組みの概要を述べる。

同文書では、連邦政府によるクラウドコンピューティング移行における主要省庁の役割分担を大まかに定義しており、概要は以下の表の通りである。

【図表 7: 連邦政府クラウドコンピューティング戦略における主要省庁の役割²⁹】

省庁名	役割
NIST	各連邦省庁・州政府・地方自治体・企業の CIO・民間の専門家・国際機関などと協力し、クラウドコンピューティングの技術標準およびガイダンスを確立する
GSA ³⁰	<ul style="list-style-type: none"> 連邦政府全体に適用される調達基準を確立する 必要に応じて、連邦政府向けのクラウドアプリケーション・サービスを開発する
DHS ³¹	クラウドコンピューティング運用における、情報セキュリティに関する状況を監視する
OMB ³²	<ul style="list-style-type: none"> 各省庁間の活動を調整する 各省庁のクラウドコンピューティング移行における優先度を設定する 各省庁に助言を与える
連邦 CIO 委員会 (Federal CIO Council)	<ul style="list-style-type: none"> 連邦政府全体のクラウドコンピューティング移行を促す 次世代のクラウドコンピューティング技術を認識・識別する クラウドコンピューティング移行のベストプラクティス策定(例: FedRAMP³³の運営など)、および過去の成功例を分析の上各省庁と共有する

また、Kundra 氏は、クラウドコンピューティングを導入する意義として、IT システムの「効率性(efficiency)、敏捷性(agility)、革新性(innovation)」の 3 点を中心的に取り上げており、この 3 点について、その連邦政府における現状認識(課題)と、現状に対するクラウドコンピューティング導入による効果を強調している。以下に、連邦 IT システムへのクラウドコンピューティング導入がもたらす効果の概要を表にまとめる。

²⁸ <http://www.cio.gov/documents/Federal-Cloud-Computing-Strategy.pdf>

²⁹ <http://www.jpmorgenthal.com/morgenthal/?p=207>

³⁰ 一般調達局 (General Services Agency) の略。

³¹ 国土安全保障省 (Department of Homeland Security) の略。

³² 行政管理予算局 (Office of Management and Budget) の略。

³³ Federal Risk and Authorization Management Program の略で、連邦省庁間において共通のリスクアセスメントを行うためのプログラム。2011 年に運用開始予定。

<https://info.apps.gov/sites/default/files/Executive-Summary.pdf>

【図表 8:連邦政府 IT システムへのクラウドコンピューティング導入がもたらす効果³⁴⁾】

	クラウド移行前(現状)	クラウド移行後
効率性	<ul style="list-style-type: none"> IT 資産の使用率が低い(一般的に、サーバー使用率は 30%未満) IT 資産に対する需要が分散され、一元的に管理されていないため、そのような需要に対応するために、同じような機能を持つシステムが複数存在 システムの管理が困難または複雑 	<ul style="list-style-type: none"> IT 資産の使用率が上昇(サーバー仕様率は 60-70%以上と想定) 需要のアグリゲーション(一元化)およびシステム統合化が加速する(例:統合化については、連邦データセンター統合イニシアチブ(Federal Data Center Consolidation Initiative)³⁵⁾という取り組みが存在) ネットワーク、エンドユーザ、アプリケーション開発・管理における生産性が上昇
敏捷性	<ul style="list-style-type: none"> 新たなサービスを展開するためのデータセンター建設に数年かかることもある 既存サービスの機能拡張には数か月を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼できるプロバイダから、「サービスとして(as-a-service)」インフラ等を購入できる ほぼ一瞬での機能拡張・縮小が可能 各省庁の IT ニーズに対する迅速な対応が可能
革新性	<ul style="list-style-type: none"> IT 資産管理に多くのリソースが必要 民間における革新、先端技術との乖離 革新よりも、リスクを避けたがる文化を促進 	<ul style="list-style-type: none"> IT 資産管理にかかるリソースを、サービス管理に転用可能 民間の先端技術を活用 起業家的・革新的な文化を促進 新しい技術(デバイスなど)とのより良い連携

本戦略に基づき、連邦政府は IT システムのクラウド移行を本格的に進めていくこととなっているが、Kundra 氏名で移行における意思決定のフレームワークも提示されている。これは、a) 移行前、b) 移行時、c) 移行後、の 3 段階からなり、その概要は以下の通りである³⁶⁾。

a) 移行前

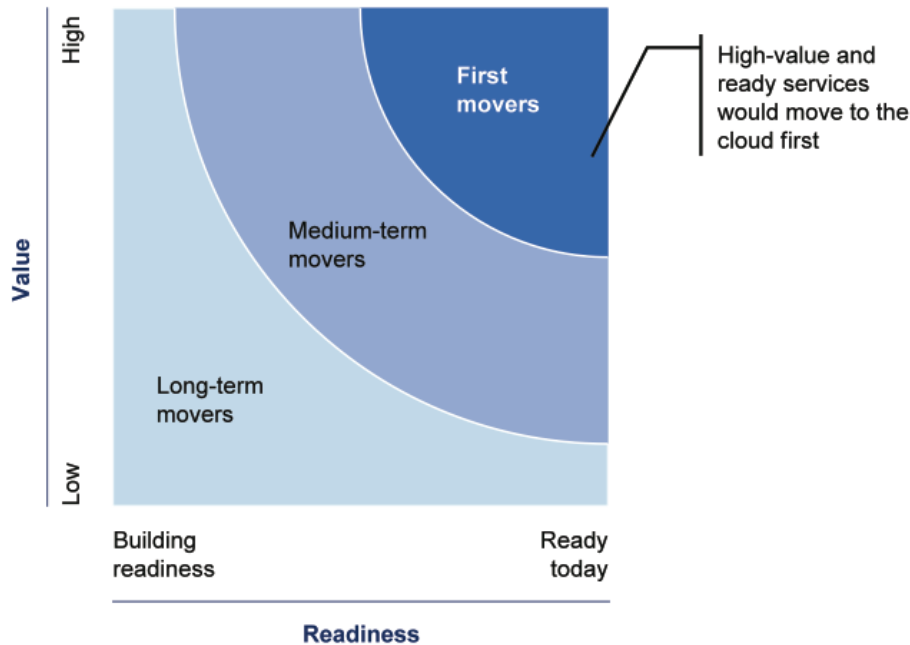
各省庁が IT システムをクラウドに移行するにあたっては、(i)レガシーシステム上の各サービスがクラウド移行によって受けられる恩恵(value)、および(ii)レガシーシステム上サービスのクラウドレディネス(readiness、どれ位準備ができているか)の 2 点を考慮し、その程度の大きいものから優先的かつ段階的にクラウド移行を行うことが期待されている。このコンセプトは、以下の図表によって視覚化されている。

³⁴⁾ <http://www.cio.gov/documents/Federal-Cloud-Computing-Strategy.pdf>

³⁵⁾ http://www.cio.gov/library_category2.cfm/structure/Information%20Technology/category/Federal%20Data%20Center%20Consolidation%20Initiative

³⁶⁾ <http://www.cio.gov/documents/Federal-Cloud-Computing-Strategy.pdf>

【図表 9:クラウド移行の優先度】



まず(i)valueであるが、これは上述の3つの観点(効率性、敏捷性、革新性)からクラウド移行の優先順を定めるものである。例えば、上記の文書では、「ユーザー1人あたりのサービス提供コストが高いサービス、稼働(利用)率が低いサービス、メンテナンスや更新にかかる費用が高いサービス」などを優先的にクラウド移行することを推奨している。

次に、(ii)readinessであるが、これは対象となるサービスの情報セキュリティ要件、互換性・拡張性・パフォーマンス・ポータビリティなどの要件、サービスにとって適切なクラウド事業者の選択、省庁が持つネットワークインフラの許容性、クラウド移行に対応できるIT人員の確保または教育、といった点の考慮を各省庁に求めている。これらのうち、情報セキュリティについては、Federal Information Security Management Act(FISMA)³⁷に基づいたセキュリティ要件の決定・遵守、FedRAMPに基づきリスクアセスメントなどが必要となることから、政府機関におけるクラウド導入の支障とならないようにする必要がある³⁸。

³⁷ 連邦各省庁に、ITシステムの情報セキュリティに関する省庁全体の規範を定めるよう求める法律。

³⁸ <http://govcloudtalk.com/2010/10/26/is-gsa%E2%80%99s-bpa-for-iaas-enough-to-spark-federal-cloud-adoption/>

連邦省庁がパブリッククラウドを利用する上で、その運営がアウトソースされる(一般事業者によって運営される)場合についてのガイドラインが2011年1月にNISTより発表されており、以下のリンクより入手可能である。

http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-144/Draft-SP-800-144_cloud-computing.pdf

なお、情報セキュリティと関連して、クラウド事業者の国籍、およびクラウド事業者が取り扱うデータの所在地やデータの所有権なども課題として考えられるが、現時点では特にクラウド事業者の国籍を米国限定とするような要項は存在しないようである³⁹。また、データの所在地に関しても、連邦政府内で統一的な規則が存在するわけではなく、あくまでも各省庁の判断に任されているようである。例えば、2010年にGSAおよび農務省(Department of Agriculture、USDA)がそれぞれ個別にクラウドサービスの導入を決定したが、前者はデータセンターの所在地を特に指定しなかったのに対して⁴⁰、後者はデータセンターが米国所在であることを要求した⁴¹、という経緯がある。

ただし、Kundra氏によると、データセンターの所在地の要件については「現在、国務省(Department of State、DOS)と協議中である」⁴²とのことから、この点に関して、将来的に連邦政府全体で何らかのルールが策定される可能性は否定できない。

その他、データセンターにおけるエネルギー消費効率に関する要求も考えられるが、調達条項上は特段の規定は確認できなかった。ただし、エネルギー省(Department of Energy、DOE)は、連邦政府エネルギー管理プログラム(Federal Energy Management Program)の下、各省庁に対してエネルギー効率の高い製品を調達するよう定めており⁴³、同プログラムが適用される可能性はある。

b) 移行時

第2段階としては、以下の4点がクラウド移行を目指す各省庁に求められている。

- 省庁レベルで、または省庁間の連携体制をもって、クラウドコンピューティングに対する需要を統合するように試みること(例:複数の連邦省庁が、合同でクラウド型ウェブメールの仕組みを採用)
- クラウド移行するサービスが、移行後も既存の他サービス(まだクラウド移行が完了していないサービス)と相互互換性を保つようにすること
- クラウド事業者との契約内容が、各省庁のニーズを満たす内容であること。特に、各省庁は、セキュリティ、事業継続性(Continuity Of Operations、COOP)、演算パフォーマンス、サポート体制などについて記したサービス内容合意書(Service Level Agreements、SLA)を交わすこと、またクラウド事業者に

³⁹ 以下のリンクでは、カナダ国籍の事業者が、Apps.govのサービス提供を請け負う事業者として取り上げられている。

<http://www.informationweek.com/news/galleries/government/policy/228201002?pgno=4>

⁴⁰ <http://www.federalnewsradio.com/?nid=35&sid=2362341>

厳密には、入札規格書提示段階では米国内に限定するとの規定があったが、調達事業者決定後に取り消されている。

⁴¹ <http://www.informationweek.com/cloud-computing/article/showArticle.jhtml?articleID=228701932>

⁴² <http://www.federalnewsradio.com/?nid=35&sid=2362341>

⁴³ <http://www1.eere.energy.gov/femp/index.html>

よるセキュリティ管理に関して、第 3 者がその検証をできるようにすること、などが推奨されている

- クラウド移行後に、レガシーシステムを廃止または他用途に転用すること。また、レガシーシステムのデータセンターが所在する不動産や、レガシーシステムの運営にあっていた IT 人員が、より多くの価値をもたらす活動に関与できるよう転用・再教育すること

c) 移行後

移行後の枠組みとしては、「IT 資産中心の考え方から、IT サービス中心の考え方に転換することが重要である」との観点から、以下の 3 点が各省庁に提案されている。

- IT サービス提供において、インプット要素(サーバーの数など)を重視する考え方から、アウトプット要素(SLA など、パフォーマンスを測る指標)を重視する考え方に移行すること
- SLA 達成度を常に監視し、SLA による条件が達成されない場合、クラウド事業者の責任を追求すること
- 冒頭で挙げた 3 点(効率性、敏捷性、革新性)が十分に実現されていることを保証するために、クラウド事業者の検証を定期的実施すること

② 連邦政府機関および地方自治体による移行事例

本項では、連邦政府機関および地方自治体による代表的な移行例を以下に表記する(順不同)。また、クラウドコンピューティングを前提とした調達について、GSA の電子メールシステムの入札規格書(Request for Proposal、RFP)を題材に、その調達条件(セキュリティ、互換性、拡張性、パフォーマンス、ポータビリティ要件など)を紹介する。

【図表 10: 連邦政府機関および地方自治体による代表的なクラウド移行例⁴⁴⁾】

機関名	プロジェクト名	事業者名	概要
GSA	USA.gov	Terremark 社	一般市民に対し、連邦政府が提供する公共サービスに関わる情報を提供するポータルサイト「USA.gov」について、Terremark 社の Enterprise Cloud ソリューションを利用

⁴⁴⁾ http://www.info.apps.gov/sites/default/files/StateOfCloudComputingReport-FINALv3_508.pdf

	電子メール	Unisys 社	GSA 職員の電子メールアカウントを管理するシステムについて、Unisys 社の SaaS ソリューションを利用。電子メールクライアントは、Google 社のソリューションを使用 ⁴⁵
	Apps.gov	複数 ⁴⁶	IaaS については、複数の Schedule 70 (連邦調達規則) 準拠クラウド事業者よりソリューションを一括購入 (Blanket Purchase Agreement, BPA) ⁴⁷ 。なお、SaaS については、Schedule 70 準拠は要件とされているが BPA の適用は不明 ⁴⁸
DOD ⁴⁹	Army Experience Center	Salesforce.com 社	募兵情報管理を行う CRM システムを、Salesforce.com 社の PaaS ソリューションを利用
	Rapid Access Computing Environment	不明	DOD 内でソフトウェア開発を行う複数のチームに対して仮想サーバー資源をそれぞれ割り当てることで、各チームが独立した仮想演算環境を迅速に確保できるようにするサービス。プライベートクラウドの仕組みを利用
	Personnel Services Delivery Transformation	RightNow Technologies 社	人事情報管理を行うデータベースを、RightNow Technologies 社の SaaS ソリューションを利用
DOE ⁵⁰	電子メールおよびオフィスソフトウェア	Google 社	オフィスソフトウェア展開、および一部職員の電子メールについて、Google 社の SaaS ソリューションを利用
HHS ⁵¹	CRM システム	Salesforce.com 社	HHS が管理する地域センター (Regional Extension Centers) と HHS を接続する CRM システムを、Salesforce.com 社のソリューションを使用
NASA ⁵²	Be a Martian	Microsoft 社	火星についての情報を提供するコミュニティ型ポータルサイト「Be a Martian」を、Microsoft 社の Azure ソリューションを利用しクラウド上に開設

⁴⁵ <http://washingtontechnology.com/articles/2010/12/02/unisys-google-apps-gsa.aspx>

⁴⁶ BPA に含まれたのは、Apptis 社、AT&T 社、Autonomic Resources 社、Carahsoft 社、CGI Federal 社、Computer Literacy World 社、Computer Technologies Consultants 社、Eyak Tech 社、General Dynamics Information Technology 社、Insight Public Sector 社、Savvis Federal Systems 社、Verizon Federal 社の 12 社。

⁴⁷ <http://www.info.apps.gov/node/22>

⁴⁸ <http://www.info.apps.gov/node/20>

https://www.apps.gov/cloud/information/page.do?&keyName=CLOUD_VENDOR_FAQ#t2-a

⁴⁹ 国防省 (Department of Defense) の略。

⁵⁰ エネルギー省 (Department of Energy) の略。

⁵¹ 保健社会福祉省 (Department of Health and Human Services) の略。

⁵² 国立航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration) の略。

	Nebura	不明 (Open Source)	Ames Research Centerにおいて構築した研究利用クラウド環境をスタッフ、コントラクター、他の政府機関に開放。
USDA ⁵³	電子メール	Microsoft 社	職員の電子メールアカウントを管理するシステムを、Microsoft 社の SaaS ソリューションを利用しクラウド化 ⁵⁴
SSA ⁵⁵	Online Answers Knowledgebase	RightNow Technologies 社	一般市民に提供するナレッジベース(FAQ やトラブルシューティング情報などを格納するデータベース)を、RightNow Technologies 社のソリューションを利用しクラウド化
SEC ⁵⁶	CRM システム	Salesforce.com 社	個人投資家が機関投資家による不正行為などを告発するためのシステムを、Salesforce.com 社の SaaS ソリューションを利用しクラウド化
FLRA ⁵⁷	案件マネジメントシステム	Intuit 社	一般市民からの申請・問い合わせなどを管理する案件マネジメントシステムを、Intuit 社の PaaS ソリューションを利用しクラウド化
Treasury ⁵⁸	Vulnerability Assessment System	不明	同省 IT システムの脆弱性を検証するための仕組みをクラウド化 ⁵⁹
BEP ⁶⁰	ウェブサイトおよび E コマースサイト	不明	同庁ウェブサイトおよび E コマースサイトのホスティングシステムを、SaaS ソリューションを利用しクラウド化 ⁶¹
RATB ⁶²	Recovery.gov	Amazon.com 社	ARRA ⁶³ 資金の使用用途・傾向を閲覧できるポータルサイト「Recovery.gov」を、Amazon.com 社の EC2 ソリューションを利用しクラウド化
NJTA ⁶⁴	CRM システム	Salesforce.com 社	顧客からの意見・フィードバックを管理する CRM システムを、Salesforce.com 社のソリューションを利用しクラウド化

⁵³ 農務省 (Department of Agriculture) の略。

⁵⁴ <http://rcpmag.com/blogs/lee-pender/2010/12/microsoft-wins-usda-cloud-contract.aspx>

⁵⁵ 社会保障庁 (Social Security Administration) の略。

⁵⁶ 証券取引委員会 (Securities and Exchange System) の略。

⁵⁷ 労働関係局 (Federal Labor Relations Authority) の略。

⁵⁸ 財務省 (Department of Treasury) の略。

⁵⁹ <http://www.info.apps.gov/content/department-treasury-office-comptroller-currency>

⁶⁰ 造幣局 (Bureau of Engraving and Printing) の略。

⁶¹ <http://www.info.apps.gov/content/bureau-engraving-and-printing>

⁶² 景気対策アカウンタビリティ・透明性監視委員会 (Recovery Accountability and Transparency Board) の略。

⁶³ 米国再生・再投資法 (American Recovery and Reinvestment Act) の略。

⁶⁴ New Jersey 州交通局 (New Jersey Transit Authority) の略。

VITA⁶⁵	Enterprise Application Development Platforms	Amazon.com 社	仮想ソフトウェア開発プラットフォームを、Amazon.com 社の EC2 ソリューションを利用しクラウド化
Florida 州 Miami 市	311 サービス	Microsoft 社	一般的な(非緊急時の)市民サービスを提供するための電話番号である 311 番と同等の機能を提供するポータルサイトを、Microsoft 社の Azure ソリューション(PaaS)を利用しクラウドベースで開設
California 州 Los Angeles 市	電子メールおよびビジネスアプリケーション	Google 社	電子メールクライアントおよびビジネスアプリケーションを、Google 社の Google Apps Premier Edition(SaaS)を利用しクラウド化

③ クラウド事業者に課される調達条件例

連邦政府等の公的機関におけるクラウドコンピューティング調達においては、入札規格書(Request for Proposal、RFP)が公開されることから、セキュリティや関係技術に関する規定を参考とすることができる。規格書は入札期間中しか公開されないため、得られる情報は時限的であるが⁶⁶、以上の事例のうち、GSA の電子メールシステムクラウド化案件に RFP に記述されていた調達条件を題材に、クラウド導入における課題について、連邦政府が調達上どのように反映しているのかを概説する。

まず、クラウド型電子メールシステムのセキュリティ要件であるが、これは同 RFP の SOO(Statement of Objectives、目的記述書)第 4.2.2 項において、「セキュリティとプライバシー保護について、規制に適合し最善の慣行と統合的なレベルを確保すること」とされており、具体的には以下の通り規定されている⁶⁷。

- NIST 発行の文書「SP 800-53」⁶⁸内で、「中程度の影響度(Moderate Impact)」をもつとされるシステムに課されるセキュリティ基準に準拠すること
- 連邦省庁に対し、個人情報の取り扱いについて定める米国法典第 5 編 552 条 a (5 U.S.C. § 552a)を遵守すること
- 調達プロセスや調達契約の内容について定める GSA 発行の文書「CIO-IT Security-09-48」⁶⁹を遵守すること

⁶⁵ Virginia 州情報技術局(Virginia Information Technology Agency)の略。

⁶⁶ 詳細な調達要件が入手困難である明確な理由は不明であるが、「調達額が 10 万ドルを超え、高度な技術を必要とする製品・サービス」については、政府機関が大まかな要件を提示後、ベンダと「交渉(negotiation)ベース」で詳細内容を固めてから調達を行うことがあり、このような商慣行が影響している可能性もある。

http://www.findrfp.com/Government_Contracting/Request_for_Proposal.aspx

また、一部自治体においては、調達契約条件の情報開示を禁止する法律が施行されている。(ニューヨーク州)

⁶⁷ <http://assets.fiercemarkets.com/public/sites/govit/statementobjectives.doc>

⁶⁸ http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-53-Rev3/sp800-53-rev3-final_updated-errata_05-01-2010.pdf

次に、システムの拡張性要件については、SOO 第 4.2.3 項で、以下のとおり規定されている。

- オープン規格の API を利用することで、サードパーティアプリケーションとの統合を可能とするような、カスタマイズおよび拡張可能なケーパビリティを搭載すること
- 一般に商用提供されているツール類と同等のケーパビリティを搭載すること

また、システムの事業継続性および信頼性については、SOO 第 4.2.1 項で、以下のとおり規定されている。

- システムインフラの冗長性を確保し、すべてのユーザーが常にサービスにアクセスできるようにすること
- システムがダウンする事態に備えて、バックアップ計画および災害による被害からの回復を可能とするための計画を含むこと
- 24 時間 365 日のトラブルシューティングサービスを提供すること
- 信頼性があり、業界標準と同等の応答性をもつシステムを提供すること

また、先述の通り、IT システムのクラウド化に伴い、クラウド事業者が取り扱うデータの所有権・所在地も重要課題になるものと考えられているが、同事項に関しては、SOO 第 5.5 項および第 5.6 項で、以下のとおり規定されている。

- すべてのデータ(電子メール、連絡先情報、カレンダーの内容などを含む)は、政府が所有するものとする。事業者は、研究、調査、移転及び他のシステムへの移植のために政府がデータへアクセス又はダウンロードする機能を確保すること(第 5.5 項)。
- すべてのデータは、アメリカ大陸内の米国領(コロンビア特別州およびアラスカ州を含む)に存在する最低 2 か所のデータセンター内に保存されること。また、データセンターは、地理的に離れた場所に設置すること(第 5.6 項)

ただし、第 5.6 項については、Unisys 社との契約締結後に、その内容が改められ、データセンターの所在地に関する指定が削除されたことが確認されており⁷⁰、同庁にとって必ずしも重要な事項としては捉えられていなかったことが推測できる。

安全保障の観点からは、入札者の国籍要件も課題になると考えられたが(上述)、この点に関する記述は RFP 内に見られなかった。ただし、事業者は、国土安全保障に関する大統領指令(Homeland Security Presidential Directive、HSPD)第 12 号

⁶⁹ http://www.gsa.gov/graphics/pbs/CIO_Policy.pdf

⁷⁰ <http://www.federalnewsradio.com/?nid=35&sid=2362341>

に基づき、政府職員に対するものと同等の身元調査を受けることが義務付けられている(SOO 第 5.3 項)⁷¹。

(2) クラウドコンピューティング市場規模予測

クラウドコンピューティングについては、各種の市場調査においても拡大傾向にあると見込まれている。世界市場規模についていえば、実績が 80 億ドル(2008 年、Gartner、SaaS 限定)～140 億ドル(2008 年、IDC)程度であったことと比較すると、今後爆発的な伸びに転じるという予想となっている。

【図表 11:クラウドコンピューティングの各種市場調査結果】

発表者	対象範囲	予測内容
MarketsAndMarkets.com 社	クラウドコンピューティング市場(全世界)	2015 年には、約 1,211 億ドル規模に成長すると予想 ⁷²
Forrester 社	クラウドコンピューティング市場(全世界)	2020 年には、約 2,410 億ドル規模に成長すると予想 ⁷³
Renub Research 社	クラウドコンピューティング市場(全世界)	2013 年には、約 250 億ドル規模に成長すると予想 ⁷⁴
	PaaS 市場(全世界)	2013 年には、約 4 億ドル規模に成長すると予想 ⁷⁵
Gartner 社	エンタープライズ向け SaaS 市場(全世界)	2011 年度の市場規模は、約 107 億ドルになると予想 ⁷⁶

(3) 大手ユーザー企業のクラウド導入動向

米国の一般企業による IT システムのクラウド化は、セキュリティ面での懸念や、導入にかかるコスト・労力などといった理由から、当初は中小企業を中心に進む傾向が強かったとされる。しかし、クラウドコンピューティングのもたらす恩恵が広く認識されるに伴い、近年では大手ユーザー企業が IT システムをクラウドベースに移行する動きも頻繁に見られるようになってきている。

特に大規模かつ複雑な IT システムのユーザー企業の間では、その稼働継続を保証するためのソリューションとして、クラウドコンピューティングに対する注目が高まってきてい

⁷¹ ただし、Apps.gov へのサービス提供企業にカナダ企業が含まれていることから、本条項は外国企業を排除する要件ではないと考えられる。

<http://www.informationweek.com/article?articleID=228201002&printable=true>

⁷² <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/cloud-computing-234.html>

⁷³ [http://www.globalservicesmedia.com/News/Home/Forrester-Forecasts-\\$241B-Cloud-Computing-Market-by-2020/21/27/0/GS11042729532](http://www.globalservicesmedia.com/News/Home/Forrester-Forecasts-$241B-Cloud-Computing-Market-by-2020/21/27/0/GS11042729532)

⁷⁴ <http://www.reportlinker.com/p0293136/Cloud-Computing-SaaS-PaaS-IaaS-Market-Mobile-Cloud-Computing-M-A-Investments-and-Future-Forecast-Worldwide.html>

⁷⁵ <http://www.reportlinker.com/p0293136/Cloud-Computing-SaaS-PaaS-IaaS-Market-Mobile-Cloud-Computing-M-A-Investments-and-Future-Forecast-Worldwide.html>

⁷⁶ <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1492814>

る。NARA の資料によると、(例えば災害などで)データセンターが 10 日以上稼働停止した企業の 93%は、稼働停止から 1 年以内に破産宣告を行っているという統計もあり、大手ユーザー企業においてもクラウドコンピューティング採用が模索されているといえる⁷⁷。

事業継続性を目的とした、大手ユーザー企業によるクラウドコンピューティング導入事例としては、大手航空会社の Continental Airlines 社に関する例がある。同社は、空港ターミナルにおけるサービス提供のためのシステムに、Microsoft 社のクラウドソリューションを利用したことで、事業継続性(システムアップタイム)の向上を実現したという。Microsoft 社によると、同社のソリューションの特徴の 1 つとして、ユーザーが利用する仮想マシン(virtual machine)環境が、システム全体を稼働停止させる必要なしに物理サーバー間を移動できることがあげられ、仮想マシンがホストされているサーバーに故障などが発生した場合であっても、事業継続性の向上が図られているといえる⁷⁸。

また、パンデミック(広範囲かつ長期に渡る疫病)や大規模災害発生時の事業継続の観点からも、クラウドコンピューティングの利点に対する注目が高まっている⁷⁹。特に、米国では、2009 年に流行した豚インフルエンザを契機に⁸⁰、多くの企業でパンデミック対策が不完全であったことが指摘されたこともあり⁸¹、遠隔地でもオフィスと同じような勤務環境を実現するための、クラウドコンピューティングを利用した遠隔勤務ソリューションが大手システムインテグレータなどにより提示されている。一般企業の間では、遠隔勤務は、通勤時間や通勤エネルギーの節約による生産性の向上を実現するものとして理解が高まっており⁸²、今後はパンデミック・災害時の継続勤務を可能とする意味でも、クラウドコンピューティングの採用が進んでいく可能性がある。

また、ユーザー企業職員間でのワークシェアリングの観点からも、データ処理を一元的・集中的に行うクラウドコンピューティングベースのソリューションは適しており、Google Docs などのオフィス生産性ソフトウェア類が SaaS ベースのサービスとして普及し始めている。

⁷⁷ <http://fortressdm.com/downloads/data-loss-statistics.pdf>

⁷⁸ <http://www.microsoft.com/casestudies/ServeFileResource.aspx?4000009063>

⁷⁹ http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/Fill_the_Tank_With_Telework-The_Telework_Week_Impact_Report.pdf

⁸⁰ この影響もあり、2010 年には、連邦政府機関に対して遠隔勤務ポリシーの規定を要求する法案「Telework Enhancement Act of 2010」が成立している。

<http://www.informationweek.com/news/government/policy/228300231>

⁸¹

http://www.cio.com/article/505893/Swine_Flu_National_Emergency_Should_Spur_Businesses_to_Action?page=1&taxonomyId=3129

⁸² http://www.cisco.com/web/strategy/docs/gov/Fill_the_Tank_With_Telework-The_Telework_Week_Impact_Report.pdf

4. クラウドコンピューティング導入に伴う課題とソリューション

以上のように、中小企業のみならず大規模組織（連邦政府機関、地方政府機関、大手ユーザー企業など）によるクラウドコンピューティングの導入が進んでいるが、情報セキュリティの確保やクラウド事業者の乱立への対応といった課題もあることから、これらに対応した新たなビジネス形態も登場し始めている。

(1) 課題

① 情報セキュリティの確保

クラウドコンピューティングの利用は官民両分野で急速に拡大しつつある。一方、特に政府機関や一般企業ユーザーの間では、前章で言及した、プライベートクラウドの人気に関する調査結果が示すと通りの処理が組織外・社外事業者によって行われることに対する懸念がある。また、システム障害や悪意を持つ第三者によるサイバー攻撃対策などのセキュリティ確保や、クラウド事業者の経営破綻時における事業継続性（データ保管）の確保も課題である⁸³。

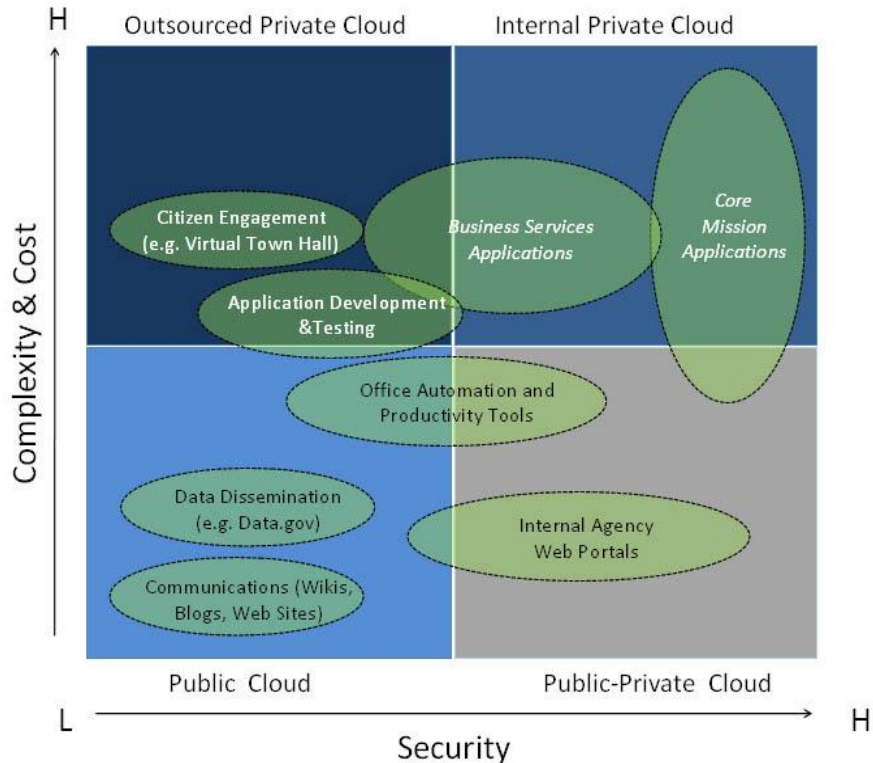
② 多様なクラウドコンピューティング展開形態への対応

大規模な組織が IT システムをクラウド化するにあたっては、前章で述べたように、セキュリティ、互換性、拡張性、パフォーマンス、ポータビリティなどといった懸案事項が解消される必要がある。これらの事項に対応するために、クラウド移行者は自らのニーズを考慮して様々な要件を事業者に対し設定することとなる。また、それと同時に、様々なクラウドコンピューティング展開モデルが登場する中で、ニーズに合わせて適切な展開モデルを選択することも、移行者にとっての重要課題となっている。

このような課題に関して、GSA では、クラウド化されるアプリケーションの種別ごとに適切と考えられる展開モデルを提示している（以下の図表を参照）。これは、元来 GSA が連邦省庁向けに提案したものであるが、汎用性の高いアプリケーションを多く含んでいるため、連邦政府のみならず大手ユーザー企業にとっても参考となり得る情報であると考えられる。

⁸³ <http://www.infoworld.com/d/security-central/gartner-seven-cloud-computing-security-risks-853>

【図表 12: アプリケーション種別によるクラウドコンピューティング展開モデル⁸⁴】



以上の図では、アプリケーションに対する「セキュリティ要求度(横軸)」と「クラウド移行における複雑さ・コスト(縦軸)」の2つの観点から、適切な展開モデルが提示されている。例えば、ブログ、ウィキサイト、ウェブサイトといった、「セキュリティ要求度」および「クラウド移行の複雑さ・コスト」が両方とも低いアプリケーションについては、パブリッククラウドが適切な展開モデルであるとされている。これに対し、業務遂行において重要なアプリケーション(Core Mission Applications)などは、「セキュリティ要求度」および「複雑さ・コスト」の両方が高いことから、オンプレミスのプライベートクラウドが適切な展開モデルと考えられている。また以上の中には、省庁内のウェブポータルなど(セキュリティ要求度:高、複雑さ・コスト:低)や、市民参加型サービス(セキュリティ要求度:低、複雑さ・コスト:高)といったアプリケーションが存在し、これらはそれぞれ、ハイブリッド(Public-Private)クラウド、および外部委託型のプライベートクラウドを利用することが提案されている。

また、上記縦横軸とは別に、パブリッククラウドと比較して、ハイブリッドクラウドおよびプライベートクラウドを選択する理由としてあげられるのが、各省庁に課されるコンプライアンス準拠という点である。実際に、InformationWeek 誌が政府関係者に対し

⁸⁴ <http://info.apps.gov/content/what-are-deployment-models>

て行った調査で、「プライベートクラウドの採用により、パブリッククラウドでは受けられない恩恵を挙げよ」との質問に対し、「コンプライアンス準拠のため」とする回答数は、「物理的なセキュリティ」とする回答数に次いで 2 番目に多かったことが判明している⁸⁵。

なおパブリック対プライベートという対立軸の他に、クラウドコンピューティングの種別としては、IaaS、PaaS、SaaS といったレイヤー別の分類もある中で、異なるレイヤーのクラウドサービスを複合利用するケース(例:パブリックベースの IaaS や PaaS の上に、プライベートベースの SaaS を乗せる)なども登場してきている。

以上のように、クラウドコンピューティングサービスが多様化する中で、適切な導入方式、クラウドコンピューティング形態(レイヤー)選択の重要性が増してきている。

③ データの所在地に関する議論

前章で触れたように、クラウド上で機敏なデータの処理が行われるにあたっては、そのデータ(データセンター)の物理的な所在地が、重要な考慮要因として取り上げられている⁸⁶。これは、データセンターの所在国が違えば、電子情報の取り扱いに関する法令管轄が異なり、外国に所在するデータの機密性が保証できなくなるおそれがあることによるものであり、今後データ所在地に関わる規定の標準化に向けた議論が活発化する可能性がある。ただし、「本質的な問題は、データ所在地ではなく、第三者がデータへの(技術的な意味での)アクセス方法を持っているかどうかである」とする業界関係者の意見もあり⁸⁷、データの所在地に関する議論の方向性は定まっていない。

(2) ソリューション

① セキュリティ関連技術・サービス

クラウドコンピューティングのセキュリティ向上に向け、多数の技術・サービスが市場に投入され始めている。

機微なデータを暗号化したまま、クラウド内で処理できる Homomorphic encryption という技術が開発されている⁸⁸。これは、以前から理論的な可能性はあるとされていたが、IBM 技術者 Craig Gentry が実装のためのアルゴリズムを開発したことから脚光を浴びるようになったものである。なお、本技術はマサチューセッツ大学(MIT)が

⁸⁵ http://storage-brain.com/wp-content/uploads/papers/CloudCompliance_in_Gvmt.pdf

⁸⁶ <http://www.infoworld.com/d/security-central/gartner-seven-cloud-computing-security-risks-853>

また、Microsoft BPOS など、政府機関向けに、データセンター所在地を国内に限定したクラウドサービスが登場している。

⁸⁷ <http://gcn.com/Blogs/Tech-Blog/2009/06/Cloud-security.aspx>

⁸⁸ <http://www.technologyreview.com/computing/37197/>

発表した 2011 年 emerging technology トップ 10⁸⁹にも選ばれたが、市場化はしばらく先とされている。

また、大手 IT 企業によるセキュリティソリューション例として、IBM 社が、SaaS 事業者(ベンダ)、および PaaS 上に自らのソフトウェアを展開するユーザー企業などを主要顧客として提供する、Rational AppScan と呼ばれるツール類がある⁹⁰。これは、オンラインで提供される SaaS アプリケーションのセキュリティ脆弱性を検査・発見するための、一種の QA(Quality Assurance、品質保証)オートメーションツールといえるもので、SaaS 事業者(ベンダ)は、ソフトウェア開発から展開後までの全ライフサイクルにおいてソフトウェアの脆弱性検査を行うことで、より情報セキュリティに配慮した開発を行えるようになるという。また、同社によれば、脆弱性の発見が容易になることによって、特に政府機関などに SaaS を納入するベンダにとっては、ソフトウェアセキュリティに関する規制・規格に準拠し易くなるとのことである。このように、Rational AppScan は、クラウドサービス開発者の視点からセキュリティの向上を目指す取り組みであるといえる。

② クラウドブローカー

多種多様なクラウドコンピューティング導入形態が存在する中で、適切なクラウドコンピューティングサービスの選択を支援、クラウド間で ID 管理やセキュリティポリシーなどを統一的に利用するための連携基盤の提供や、複数のクラウドを利用する大手ユーザー企業などに対し、その管理・監視を行うことを支援する業者「クラウドブローカー」も登場してきており⁹¹、その市場規模は 2015 年までに全クラウドサービスの 20%が同ブローカー経由になるとの試算も存在する⁹²。クラウドブローカーについては多数の業者・サービスが登場しているが、以下では最近特に注目を浴びているとされるサービスを例示する。

まず、複数のクラウドコンピューティング基盤にまたがってクラウドサービスを受けているユーザー企業に、統一的な ID 管理、セキュリティポリシーやデータ運用を可能とするソリューションを提供する企業群が存在する。代表事例としては Appirio、Cast Iron、SnapLogic などがあげられる⁹³。

⁸⁹ <http://www.technologyreview.com/tr10/>

⁹⁰ <http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/rab14001usen/RAB14001USEN.PDF>

⁹¹ <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1064712>

ガートナーでは、クラウドブローキングサービスを Intermediate(仲介)、Aggregate(統合)、Arbitrage(仲裁:各クラウド事業者のサービスを変更することなく接続することを指す)の3つに分けられるとしている。

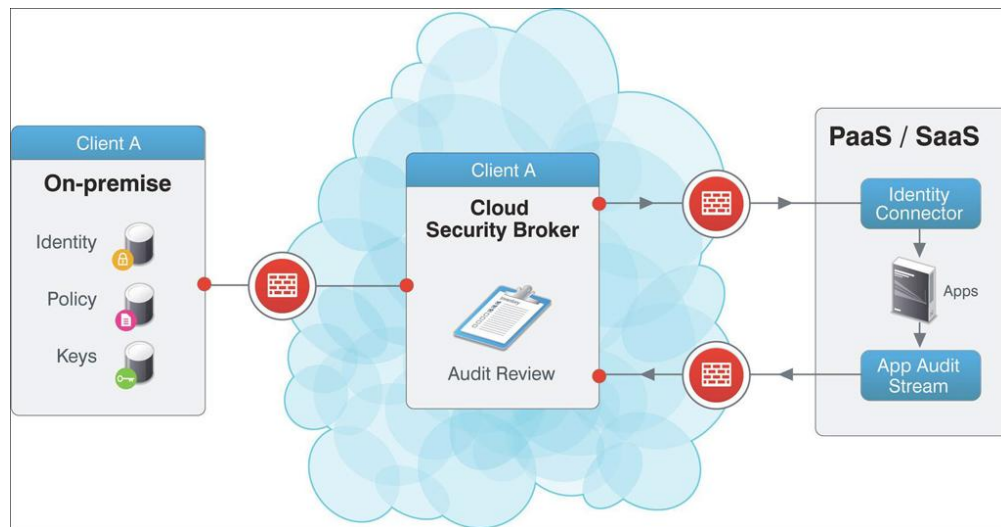
<http://www.datacenterknowledge.com/archives/2010/01/22/cloud-computing-brokers-a-resource-guide/>

⁹² http://www.businessweek.com/print/technology/content/dec2010/tc2010126_515410.htm

⁹³ 同上。

この一環として、ID 管理などを自社サイト(オンプレミス)と外部 IaaS 基盤とで共用できるセキュリティ関連の技術も開発されている。ユーザー企業向けソフトウェア大手の Novell 社は、2010 年より、Novell Cloud Security Service (NCSS) というセキュリティサービスを展開しており、これは、SaaS、PaaS、IaaS を含むクラウド事業者提供されるものである⁹⁴。NCSS には、クラウド事業者にとって、その顧客となるユーザーが、既存の(社内で利用されている)セキュアな ID 管理・アクセス管理機構を維持しつつ、その管理機構を利用してクラウドサービスにアクセスできるようになる、という利点があるという(以下の図表参照)。

【図表 13: NCSS の概要⁹⁵】



なお、以上の仕組みは、クラウド事業者側のシステム(PaaS / SaaS)と、ユーザー企業側のシステムに、Cloud Security Broker という仕組みを仲介させ、ここでアクセス権などの確認を行うことにより実現されている。

また、IaaS クラウドを利用するユーザー企業に対して提供されるサービスとして、Cloudkick 社による物理サーバー監視ツールがある。これは、Amazon.com 社、Rackspace 社、GoGrid 社などの IaaS をサポートするツールで、これらのクラウド事業者が提供する IaaS サービスを利用する者は、同ツールを利用して IaaS サーバーの使用・稼働状況やパフォーマンスなどを一元的、視覚的に管理することができるようになっている(以下のスクリーンショットを参照)⁹⁶。同社のソリューションは、これまでに(Firefox ブラウザを開発する非営利団体) Mozilla Foundation や、ビデオ

⁹⁴ <http://www.novell.com/products/cloud-security-service/>

⁹⁵ <http://www.novell.com/connectionmagazine/2010/01/img/cloud2.jpg>

⁹⁶ https://www.cloudkick.com/site_media/docs/RackspaceCloudkickOverview.pdf

共有サイト大手 Vimeo 社などに採用された実績があり、後に有力クラウド事業者の Rackspace 社によって買収されたことから、業界内で高い評価を得ていることが推測できる。

【図表 14: Cloudkick 社によるソリューション例⁹⁷⁾】

web1 - 173.203.80.162 web agent cloud					
status	check	last check	details	last state change	
ok	cpu - cpu idle w/c: 10%/5%	1m	user:0.00% system:0.00% idle:100.00% iowait:0.00% steal:0.00%		1w, 2d
warning	disk - path: / free space w/c: 75%/90%	1m	capacity of 76.09 is greater than 75.00		1m
ok	memory - percent usage w/c: 75%/90%	2m	memory used:45.25 MB swap used:2.94 MB		4d, 1h
ok	ping - 5 pings on a 500ms interval	2m	5 packets sent, 0.00% packet loss, min/max/avg = 0.00/0.04/0.01		4h, 48m
ok	ssh - port 22	1m	Fingerprint is 79:CA:E5:56:BD:28:2D:AA:26:A9:45:37:8F:F7:D0:9B		2d, 12h

web2 - 173.203.81.163 web agent cloud					
status	check	last check	details	last state change	
ok	cpu - cpu idle w/c: 10%/5%	2m	user:0.00% system:0.00% idle:100.00% iowait:0.00% steal:0.00%		4d, 1h
ok	disk - path: / free space w/c: 75%/90%	2m	capacity:4.63% block size:4096, blocks free:2451286, blocks:2337731		4d, 1h
ok	memory - percent usage w/c: 75%/90%	1m	memory used:44.56 MB swap used:3.01 MB		4d, 1h
ok	ping - 5 pings on a 500ms interval	1m	5 packets sent, 0.00% packet loss, min/max/avg = 0.00/0.02/0.01		4d, 1h
ok	ssh - port 22	2m	Fingerprint is 01:20:2C:EE:A8:5B:F5:06:9C:63:34:1C:89:EF:01:86		4h, 3m

また、ブローカーサービスそのものではないが、Deltacloud (δ Cloud) と呼ばれる API も注目を浴びている。これは、元々オープンソースソフトウェアの大手ベンダ Red Hat 社によって開発された API であり、異なる事業者によって提供される複数の IaaS 上にミドルウェアおよびソフトウェアを展開するユーザー企業は、Deltacloud API を利用することで、一度開発したミドルウェア・ソフトウェアが異なる事業者の IaaS 上で動作させることが可能になる、というのがその主旨である(以下のスクリーンショットを参照)。

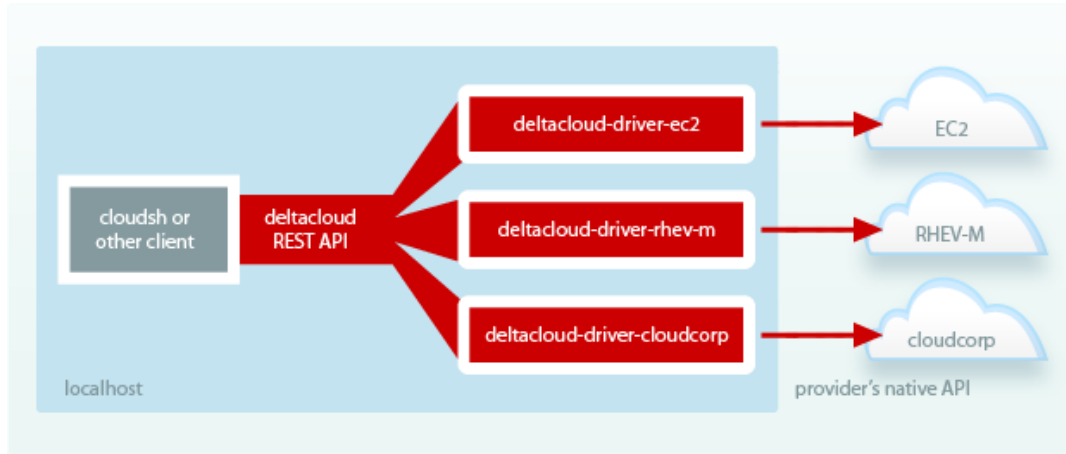
Deltacloud API は、Red Hat 社、Amazon.com 社、Rackspace 社、GoGrid 社、IBM 社を始めとする多数のクラウド事業者による IaaS をサポートしており、特にクラウドベンダロックインを危惧するユーザー企業に対して魅力的なソリューションとなる可能性がある⁹⁸⁾。なお、VMWare 社もクラウド間の相互運用を可能とする vCloud API を発表している⁹⁹⁾。

⁹⁷⁾ <https://www.cloudkick.com/home>

⁹⁸⁾ <http://blogs.forbes.com/ciocentral/2011/05/03/redhat-ceo-whitehurst-dont-be-tricked-into-cloud-based-lock-in/>

⁹⁹⁾ <http://www.vmware.com/jp/solutions/cloud-computing/vcloud-api.html>

【図表 15: Deltacloud API の概要】



以上のように、多数のクラウド事業者が市場に参入を始めていることに加え、クラウドセキュリティ技術・サービスや、Deltacloud API のように異種クラウドインフラの抽象化（抽象化、「クラウドのクラウド」、または「メタクラウド」などとも呼ばれる¹⁰⁰）を可能とする応用サービスまでもが登場していることから、ユーザー企業にとっては、これらのサービスの中から、自社のニーズに合った適切な組み合わせを選択することが難しくなっているといえる。このため、システムインテグレータとしての知見をもつ大手 IT 企業を中心に、ユーザー企業に対してクラウド導入に向けたコンサルティングサービスも登場している。自らクラウド事業を展開する企業はもちろんのこと、クラウド事業者向けにハードウェア製品を提供する Dell 社¹⁰¹や HP 社¹⁰²、また IT および戦略コンサルティング業務を中心に行う Booz Allen Hamilton 社¹⁰³や Accenture 社¹⁰⁴などもクラウドコンサルティング業務に参入しており、適切なクラウドソリューション選択支援に対するニーズが高まっていることを示唆している。

③ その他

本章の冒頭で述べた課題との直接的関連性はないが、一般消費者向けのクラウドコンピューティングでも新形態のサービスが登場しており、いくつかの事例を紹介する。

¹⁰⁰ http://www.theregister.co.uk/2009/02/24/the_meta_cloud/

¹⁰¹ <http://content.dell.com/us/en/enterprise/cloud-computing-component-consulting-services.aspx>

¹⁰² <http://www.eweek.com/c/a/Cloud-Computing/HP-Launches-New-Cloud-Consulting-Services-345522/>

¹⁰³ <http://www.boozallen.com/consulting/transform-technology/technology-innovation/cloud-computing>

¹⁰⁴ <http://www.accenture.com/us-en/technology/systems-integration/emerging-technology-architectures/cloud-services/pages/index.aspx>

<音楽配信サービス>

Amazon.com 社による SaaS 方式の音楽配信サービスが 2011 年 3 月に開始された。これは、同社ウェブサイトで購入した楽曲が、消費者の端末に直接ダウンロードされるのではなく、消費者の Amazon.com アカウントに紐付けされ、消費者は対応端末(PC、一部のスマートフォンおよびタブレット PC など)より無制限でストリーミング視聴、またはダウンロードすることが可能になるものである。同サービスが、従来のオンライン音楽配信サービスと大きく異なる点として、楽曲の取得方法がストリーミング中心であり、ユーザーが明示的にダウンロードの指示を出さない限り、楽曲ファイルはクラウド上にのみ保存されていることにある。

これに対し、Google 社は、2011 年 5 月より Google Music と呼ばれる類似サービスを招待制で試験開始している。また、Apple 社も同様のサービスを 6 月に開始するとの報道がなされており¹⁰⁵、これが実現すれば、主要インターネットサービス事業者が揃って SaaS 方式の音楽配信を提供することとなり、その動向が注目を集めている。

<オンラインストレージサービス>

その他に注目を集めているクラウドベースの消費者向けサービスとしては、オンラインファイルストレージサービスがあげられる。Dropbox 社のサービスは、ユーザーによってアップロードされたファイルが Dropbox 社のクラウド上に保存され、同社のサービスに対応する様々な端末からアクセス可能となるものであり、その概念自体は数年前より存在している。しかし、同社サービスがユニークである点としては、同社から API がリリースされており、サードパーティ・デベロッパは、これを利用して付加価値サービス(アドオン)を開発できることがある。これにより、例えば Dropbox クライアントを起動しなくてもファイルをアップロード可能な機能¹⁰⁶や、指定ローカルフォルダを常時 Dropbox に同期する機能¹⁰⁷も追加されており、クラウド方式のサービスならではの活用方法が登場している。

また、同じく Evernote 社のサービスも注目を集めている¹⁰⁸。Evernote 社もストレージサービスに付加価値機能(アップロードされたファイルを自動的に再フォーマットし、閲覧し易くする機能、画像内テキストを自動認識し、検索可能とする機能など)を加えることや、有料プラン・無料プラン間での機能差別化を図ることなどで¹⁰⁹、一定のビジネスモデルを確立しているといえる。

¹⁰⁵ <http://www.reuters.com/article/2011/05/20/us-apple-cloud-idUSTRE74J6WW20110520>

¹⁰⁶ <http://sendtodropbox.com/>

電子メールの添付ファイルという形態でアップロード可能となる。

¹⁰⁷ <http://wiki.dropbox.com/DropboxAddons/MacDropAny>

¹⁰⁸ Evernote 社は 2010 年 10 月に大手投資ファンド Sequoia Capital 社より約 2,000 万ドルに及ぶ出資を受けた。
http://news.cnet.com/8301-13506_3-20020000-17.html

¹⁰⁹ http://www.evernote.com/about/learn_more/

(3) クラウドコンピューティングに関する標準化動向

クラウドコンピューティングにおいて、連邦政府内ではNISTが標準化を担っており、これまでも、クラウドコンピューティングの定義¹¹⁰やセキュリティ関連ガイドランの発行などを行ってきたところである。

一方、民間分野でもクラウドコンピューティングの事業者数、提供形態が多様化する中で、相互運用性確保やガイドライン策定に向けた動きが活発化している。ただし、現時点では統一に向けた動きは出てきておらず、多様なクラウド関係団体が乱立しているのが実情であることから、ここでは、標準、提言、白書策定などを含めたクラウドの標準化に向けた活動状況を紹介することに止める。

【図表16:クラウドコンピューティングに関する標準化にむけた活動事例¹¹¹】

団体名	概要
Cloud Computing Interoperability Forum (CCIF)	No statistic on members, but 14 sponsors ¹¹² Activity includes Unified Cloud Interface Project ¹¹³ 複数のクラウド間での統一的な情報交換手法を確立するためのフレームワーク・概念形成に向けた活動 ¹¹⁴
Cloud Security Alliance (CSA)	2008年末設立 ¹¹⁵ 、参加社数84 ¹¹⁶ 、その他会員18 Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing, Cloud Metrics, Cloud Controls Matrix, Trusted Cloud Initiative, ほか多数の研究を実施 ¹¹⁷
Distributed Management Task Force (DMTF)	1992年設立 ¹¹⁸ 。43カ国以上から160以上の機関が参加 ¹¹⁹ クラウド基盤上にアプリケーションを実装するための規約策定に向け、2010年に作業チームOpen Cloud Standards Incubatorにより 白書を作成、その実現に向けた活動 ¹²⁰
Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)	1993年にSAML Openとして発足(1998年にOASISに改称) ¹²¹ 100カ国以上から600以上の機関が参加。 クラウド上のID管理・相互運用性の課題検討のための技術委員会を設立 ¹²²

¹¹⁰ http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf

¹¹¹ <http://cloud-standards.org> ほかを元に著者作成。

¹¹² <http://www.cloudforum.org/about/sponsors/>

¹¹³ <http://code.google.com/p/unifiedcloud/>

¹¹⁴ <http://www.cloudforum.org/>

¹¹⁵ <https://cloudsecurityalliance.org/about/>

¹¹⁶ <https://cloudsecurityalliance.org/membership/corporate-members/>

¹¹⁷ <https://cloudsecurityalliance.org/research/>

¹¹⁸ <http://www.dmtf.org/about/faq>

¹¹⁹ <http://www.dmtf.org/about>

¹²⁰ <http://www.dmtf.org/standards/cloud>

¹²¹ <http://www.oasis-open.org/org>

¹²² http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=id-cloud

http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=saf

団体名	概要
Open Cloud Consortium (OCC)	2008年設立 ¹²³ 、18機関が参加 ¹²⁴ クラウドインフラに関する科学的研究取り組み Open Science Data Cloud、クラウドテストベッド管理の取り組み Open Cloud Testbed、クラウド導入時の基準やベンチマーク作成の取り組みである MalStone Benchmark などを実施 ¹²⁵
Open Data Center Alliance	2010年10月設立 ¹²⁶ 、参加社数150以上 ¹²⁷ 。 データセンターの利用モデルに関するロードマップ作成、DTMF などの標準化策定に対する協力など ¹²⁸
Object Management Group (OMG)	1989年設立 ¹²⁹ 、参加社・機関数数百。 組み込みソフトからビジネスアーキテクチャーなど幅広い分野の標準化団体。2011年4月にクラウド導入に向けたアドボカシーグループCloud Standards Customer Councilを設立 ¹³⁰ 多様なクラウドインフラ上のアプリケーションのモデル化など ¹³¹
Open Grid Forum (OGF)	1999年設立 ¹³² 、400以上の機関が参加 ¹³³ 。 Open Cloud Computing Interface Working Group (OCCI-WG)においてクラウドコンピューティングインフラの遠隔管理を可能とするAPIを検討 ¹³⁴
Storage Networking Industry Association (SNIA)	1997年12月設立 ¹³⁵ 、参加社数250 以上 ¹³⁶ クラウドとのデータ読み書きに関するインターフェースCDMI (Cloud Data Management Interface) ¹³⁷ の策定とその導入に向けた活動である Cloud Storage Initiative ¹³⁸

¹²³ <http://thecloudguytim.wordpress.com/2011/04/18/open-cloud-consortium/>

¹²⁴ <http://opencloudconsortium.org/members/>

¹²⁵ <http://opencloudconsortium.org/about/>

¹²⁶ <http://thecloudguytim.wordpress.com/2011/04/18/open-cloud-consortium/>

¹²⁷ http://www.opendatacenteralliance.org/docs/open_data_center_alliance_factsheet.pdf

¹²⁸ http://www.computerworld.com/s/article/9216643/Intel_partners_push_for_cloud_standards

¹²⁹ <http://www.omg.org/gettingstarted/gettingstartedindex.htm>

¹³⁰ <http://www.cloudstandardscustomerCouncil.org/about-us.htm>

¹³¹ <http://blog.omg.org/2011/01/smart-grid-and-cloud.html>

¹³² <http://www.gridforum.org/About/OGF-Overview-2009.pdf>

¹³³ http://www.gridforum.org/About/abt_overview.php

¹³⁴ http://www.ogf.org/gf/group_info/view.php?group=occi-wg

¹³⁵ <http://www.snia.org/about/>

¹³⁶ http://www.snia.org/member_com/member_directory/

¹³⁷ <http://www.snia.org/cloud/newcontent/>

¹³⁸ <http://www.snia.org/forums/csi/>

5. 今後の動向についての考察

本章では、クラウドコンピューティング産業において、加速化の可能性がある動向について紹介する。

(1) データセンターのオープンソース化

クラウドコンピューティングについて、その基盤を提供する企業の寡占化が進む一方¹³⁹、その基盤上にサードパーティー企業がミドルウェア、アプリケーションを構築することで、ユーザー企業・消費者に対する多様なサービスが展開されるという、いわゆる「エコシステム」が形成されてきた。その中で、クラウド上に展開されるプラットフォーム類(例: Apache Hadoop、Apache Hive、OpenNebula など)については、オープンソース化が進行しているのに対し、ハードウェアについては、コスト競争力確保の観点から、各事業者の間で、独自設計・調達によるプロプライエタリ(proprietary、内製的)なシステムを構築することが主流であったといえる。

しかし、2011 年 4 月に、米国の大手 IT 企業としては始めて、Facebook 社がその仕様を他事業者と共有(オープン化)することを目的としたデータセンターを設立したことに伴い、今後クラウド業界において、ハードウェア面においてもオープンソース化が進む可能性が生じている。Facebook 社は、このデータセンター設計・設置に伴いオープン演算プロジェクト(Open Compute Project)というイニシアチブを公表しており、同プロジェクトの目的を「オープンソースソフトウェア開発において、従来より活用されてきたモデルを、サーバーおよびデータセンター開発にも適用すること」と位置づけている。同社は、新データセンターの設計段階で AMD 社や Intel 社などと共同開発を行った他、現在 Dell 社、HP 社、Rackspace 社、Skype 社、Zynga 社などと共同で、新たなデータセンター技術の開発に向けて協力している、としている¹⁴⁰。

(2) ベンダロックインへの対処

2011 年 4 月 21 日に、Amazon.com 社の提供する IaaS サービス「Amazon Web Services」において大規模な障害が発生、Quora、Foursquare、Reddit などといった有名ウェブサイトが数日間稼働停止に陥った。今回の障害がクラウド利用には大きな影響とする意見が多数を占めるようであるが¹⁴¹、特定の事業者が提供するクラウドコンピューティングへの過度な依存に警鐘を鳴らす結果となった¹⁴²。

¹³⁹ 65 年前の IBM 創設者の発言になぞらえて、現在のクラウド基盤提供事業者の寡占化を「今後世界では5つのコンピューター(クラウド事業者)しか存在しない」と表現する発言も見られる。

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20080702/309979/>

¹⁴⁰ <http://opencompute.org/>

¹⁴¹ http://www.computerworld.com/s/article/9216064/Amazon_gets_black_eye_from_cloud_outage

<http://www.zdnet.com/blog/saas/seven-lessons-to-learn-from-amazons-outage/1296>

<http://www.businessinsider.com/learning-the-right-lessons-from-the-amazon-outage-2011-4>

¹⁴² http://www.computerworld.com/s/article/9216064/Amazon_gets_black_eye_from_cloud_outage

また、Amazon.com の障害事例に加え、最近 1 年間にクラウドストレージ事業者 4 社が事業停止に至ったという報道もなされている¹⁴³。一部の業界アナリストが「元来より、クラウドは、例えばガス、水道、電気のように 100%信頼できるインフラを提供するものではなく、ユーザー企業は、IT システムを複数の異なるクラウド事業者のサービスに対応できるようにすべきである」と述べているとおり、クラウド事業者におけるシステム障害や経営破綻の際にも、事業継続性が確保されるような取り組みが求められている。

これに対し、既にクラウドコンピューティングが普及し始めている現状を踏まえ、ベンダロックインによる影響を軽減するための仕組みも考案され始めている。例えば、上記の Daltacloud API もクラウド間のシステム移行を可能とするものであるし、ストレージネットワーク産業団体 (Storage Networking Industry Association) が策定しているクラウドデータ管理インターフェース (Cloud Data Management Interface) という API は、あるクラウド事業者によって保存されているデータを、他事業者のクラウド上にシームレスに移動することを目的とするものである。同団体は、最終的にこの API がクラウド業界全体で採用されることを目指しており、このようなクラウド間でのデータ・システム移管を円滑化する取り組みが、今後も拡大していくことが予想される。

本レポートは、注記した参考資料等を利用して作成しているものであり、本レポートの内容に関しては、その有用性、正確性、知的財産権の不侵害等の一切について、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる保証をするものでもありません。また、本レポートの読者が、本レポート内の情報の利用によって損害を被った場合も、執筆者及び執筆者が所属する組織が如何なる責任を負うものでもありません。

なお、このレポートに対するご質問、ご意見、ご要望がありましたら、
takashi_wada@jetro.go.jp までお願いします。

143

http://www.computerworld.com/s/article/9216159/What_happens_to_data_when_your_cloud_provider_evaporates_?taxonomyId=158&pageNumber=1