クラウドコンピューティングの全面適用とその効果

井上　春樹　（いのうえ　はるき）　静岡大学
長谷川　孝博（はせがわ　たかひろ）静岡大学
八巻　直一　（やまき　なおかず）　静岡大学
水野　信也　（みずの　しんや）　静岡大学

１．はじめに

今、企業・学校・自治体などの組織を管理する情報システムには従来では考えられなかった様な幅広い機能、性能が求められるようになってきている。すなわち①環境負荷の最小化（Green IT)、②情報セキュリティシステム(ISMS)の確立、③大災害時の業務継続性(BCP)の確立、④ITコンプライアンスの遵守、⑤IT投資コストの最小化、⑥J-SOX対応、⑦認証の統合化などである。「全部を同時に満足することなど到底できない」と感ずるのは当然のことだが、それは従来のITをベースに検討しているからである。

これに対し、新しいコンセプトである「クラウドコンピューティング(CC：Cloud Computing)」の活用方向に舵を切ることにより、それらを高い水準で満足できる可能性が出てきた。2006年頃に出現したCCは、従来の情報システムの流れを変革するインパクトを与えつつある。

しかし、現在のCCは非常に混乱した状況にある。IT大手ベンダーにとってCCは強力な武器であると同時に、そのビジネスの根本を揺るがしかねない「危険な罠」でもある。なぜならCCを進めれば進めるほど、従来のITビジネスが衰退するからである。結局「旧来のベンダー」も「ユーザ」もCCと言う「踏み絵」によってその中長期戦略の正しさが問われているのである。

本稿では、CCの混沌とした現状を説明し、次に静岡大学と関連施設での実践事例を紹介することで、その具体的ソリューションを示し、最後に現在のCCの本質的な課題を述べる。

２．情報システムと情報サービスの歴史

CCを解説するために、まずITに関する歴史を復習してみたい。図2は、上側に「情報システムの歴史」、下側に「情報サービスの歴史」を示したものである。

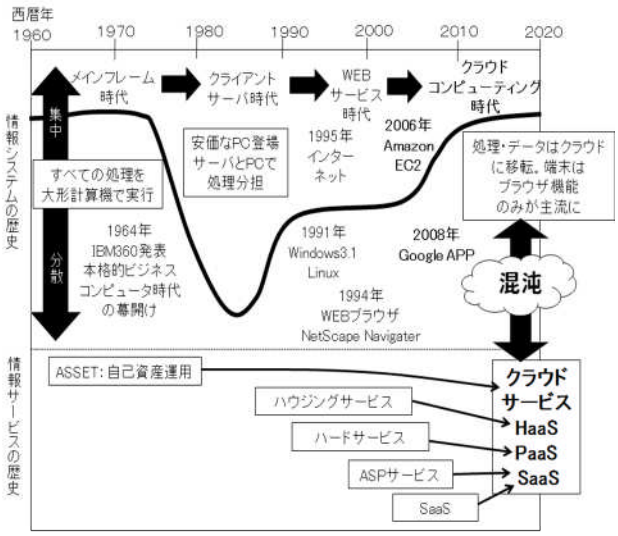

図1　情報システムと情報サービスの歴史

２．１ 情報システムの歴史

情報システムは1960年～1970年代中頃までが「処理集中」傾向であったのに対し、1980年～1990年中頃は安価なPCの台頭などにより「クライアントサーバ」に代表される「処理分散」傾向へ大きく変化した。1995年頃にインターネットが世界を覆うようになり、処理の「集中」と「分散」が混在する形が最近まで続いている。

しかし、2006年にCCサービスが出現し、さらには世界的な不況、地球温暖化防止という観点から、

情報システムにも抜本的な改革が迫られるという背景により、再び「処理集中」の時代に突入しつつある。

クラウド（雲）とは、一般的にインターネットのことと考えられており同時に「インターネットに接続された巨大で複雑なコンピュータシステム」を指している。従来の情報システムとの最大の相違点は、CCは計算資源や記憶資源を処理対象の規模により自在に増減できる点にある。この性質を「スケーラブル（またはスケールアウト性）」と呼ぶ。

３．最重要：クラウドクリティカルタイム概念の導入

CCに関しては以上が一般的な解説であるが、実戦においては概念を理解しただけではクラウド化の成功は有りえない。CCだからといって全てが「雲の上のブラックボックス」で良い訳が無い。つまり、抑えるべきところは抑えない限り、「Cloud」は「低級なBUZZ」のまま終わってしまう。それではあまりにもったいない。

そこで、筆者らは新たに「クラウドクリティカルタイム：CCT(Cloud Critical Time)」概念の導入を提案する。

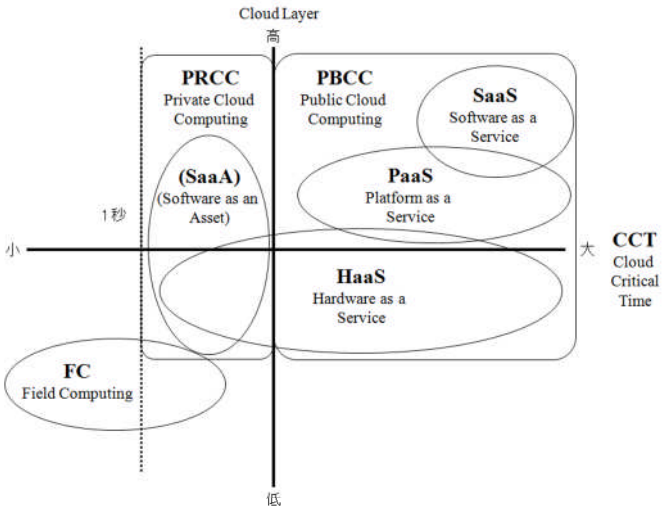

図2　クラウドレイヤーとCCT

図2はその概念を示す2次元グラフである。縦軸はクラウド層（Cloud Layer）を、横軸はCCTを示している。CCTを以下の様に定義する。

（定義）当該サービスで満足しなければならない所定処理量に対する許容応答時間

例えば50Hzの交流電源を制御する装置では交流理論からの制約により長くとも5ミリ秒の応答が必要になるのでこの場合は

CCT ＜ 5ms

である。この様に例えば1秒以下の応答性が必要なシステムは、現在の情報通信ネットワークの性能の制約によりクラウド化は困難である。

一方「オークション」などにおいては、例えば終了1分前で最大60人（トランザクション量）が入札している場合、終了する前に全員へ結果を知らせることがサービス最低条件とした場合を考える。この時の保証応答時間を3秒とすると、

CCT ＜ 3秒　（60人に対して）

となる。

これに対し、ある部署の「ホームページシステム」などは応答性の制約は緩い場合が多い。この場合は平常時3秒程度での応答が期待されるが、時間帯によっては10秒になっても構わないので、

CCT ＜ 10秒

となる。この様に、情報システム毎の用途、目的によってCCTは変化する。

この結果、所定のトランザクション量に対する応答性を保証する場合は組織内LAN上にあるCCを採用する必要がある。これをPRCC(PRivate Cloud Computing)と称す。一方、完全な保証の必要が無いCCをPBCC（PuBlic Cloud Computing）と呼ぶ。その違いは、前者は帯域保証が可能なLANをベースにしているのに対し、後者は帯域保証ができないインターネットを使用している点にある。

この軸を加えてクラウド空間を拡張して検討すると様々なソリューションと課題が見えてくる。

Cloud/SaaS(Software as a Service)は、インターネットの向こう側の処理なので「ミッションクリティカル」な業務に使用する場合は注意が必要である。またインターネット距離が大きいプロバイダの使用も難しくなる。例えば、短時間にユーザからのリクエスト量が大きい場合、我が国からはホップ数が大きい米国のCCサイトはよほどの理由がない限り使用すべきではない。また、提供サーバのCPU性能、主メモリー容量、ハードデスク容量などによる制約も漏らさず考慮しなければならない。

以上の考察を現実の課題解決に適用してみると、「クラウド化をどの様な手順で行うべきか」が見えてくる。

【クラウド化の手順】

(1)**使用中サーバの仕分け**：現行システムのCCTを計測し、それによりPRCCに置くべきか、PBCCでも構わないかを判断する。

(2)**Cloud Layerの選択**：最適なCloud Layerを選択する。つまり「ハードウェア・OSのみをクラウド化するのか」、あるいは「サービス自体をリニューアルするのか」を決定する。前者は比較的短期間に大きな効果が得られるが、後者は新規システム導入作業であるから大きな工数、リスク、コストが必須であることを覚悟しておく必要がある。

(3)**Cloud Serviceの決定**：コスト制約の中で、必要十分な性能を有するクラウドサービス採用を決定する。

以上が意味するところは、従来の情報システム構築とは異なる以下のスタンスが必須であるということに他ならない。

1)**ユーザの主体性確立が必要**：ユーザは従来の様にベンダーに判断を一任してはいけない。なぜなら多くの場合ベンダーはCCTをはじめとするユーザ運用の本質を知らないからである。

2)**クラウドサイトの的確な選択**：CCT要件、コスト、稼働率など多くの評価項目を総合的に勘案した上でクラウドサービス、サイトを選択する必要がある。

以下、具体的事例により説明してゆく。

４．クラウドコンピューティングの活用事例

現時点のクラウドサービスは混沌としており「カオス状態」と言える。従って偽物も多い。しかし、それらの全てが実用効果不明ということではない。なぜならユーザが主体的にそれを活用することにより劇的な効果が得られるからである。

以下、筆者らが所属する静岡大学の情報基盤システム構築事例を紹介し、ユーザ主導で進めるCCがいかに大きな効果をもたらすかを紹介してゆく。

今回のシステム導入にあたり前述の7つの要求を満足する有効な施策として、(1)サーバのクラウド化、(2)パソコンのクラウド化、(3)ストレージのクラウド化、(4)生体情報による認証のクラウド化という4つを定めた。

この結果、消費電力・CO_2排出量ともに現状の90%を削減、IT投資コストを77%削減、その他の要求も高度な水準で満足させる可能性が高いシステムを2010年3月に稼働開始させた。現時点で既に「コストの大幅低減」の検証を終了した。その他の評価については、今後精密に検証してゆき、その結果は本連載で報告する予定である。

４．１　現状の調査結果

まずは従来の情報システムの問題点を定量的に測定することとした。正確かつ比較的容易に測定できるのはIT機器数、存在場所、購入価格、環境負荷発生量、消費エネルギーであるので、まずはそれらの測定を行った。この結果、IT機器全体で年間233万kWhの電力が消費され、885トンのCO_2が排出されていること、IT機器調達に膨大な費用が投入されていることなどが判明した。

４．２　現在の情報システムの概要と問題点

本学の学内ネットワークとそれに接続されている情報機器の詳細を調査した。この結果、パソコンが約7000台、外部向けサーバは552台、研究開発用サーバも多数存在していることを確認した。これらは以下の問題を有している。

①サーバ：部局ごとに調達しているため、省エネについて十分な検討がなされていない。また、セキュリティ対策が極めてぜい弱である。さらに、大災害時に建物被害や停電が発生した場合、動作を停止してしまう可能性が高い。また、部局ごとに調達しているケースが多いので無駄なコストが投資されている。

②端末：組織ごとに調達されているため、省エネについて十分な検討がなされていない。また、ソフトウェア資産の管理が十分でなくコンプライアンス、ISMSに関し問題が大きい。

③運用環境：IT機器がキャンパス上に分散設置されているので大容量空調設備、大規模受電設備、多数の無停電電源装置などが必要となり、さらに膨大な電力が消費されている。

４．３ 施策の検討

(1)サーバのクラウド化

図3に示すように、原則として全てのサーバをCCセンターに移設する。キャンパス外のインターネットデータセンター(iDC)に専用のシステムを構築し、キャンパスとは10Gbpsの大容量光ケーブルで接続した。このiDCは大地震でも崩壊を回避できる免震構造を有し停電時は自家発電装置により短くとも72時間の連続運転が保証されている。

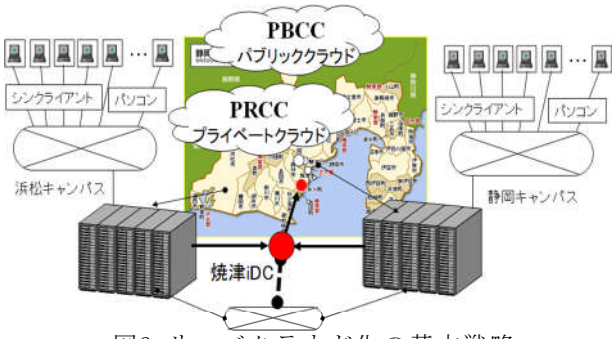

図3 サーバクラウド化の基本戦略

クラウド化はPRCCとPBCCの2種類に分けて推進した。基幹、財務、会計、学務、給与、人事システムなどの学内向けシステムはPRCCに移設完了、または移設中である。ホームページ、SNSなどの外部向けシステムはPBCCに移設中である。これにより最終的にはキャンパス上のサーバ消費電力はほぼゼロになるだけでなく、IT投資コスト、情報リスクの大幅な低減も確実に期待できる。

ここで、CC適用時に注意すべき重要なポイントを提示する。それは「現在のCCは混沌としているので、ユーザ自らがそれらの中から適切なものを選択する必要がある」という点である。

図4は、パブリック（商用）クラウドサービスにおける仮想サーバ1台当たりの1か月の使用料金を示したものである。CCというと大手プロバイダのサービスばかりが喧伝されるが、それらは現状では高コスト、オーバースペック、βバージョン(未完成)などの致命的問題も含んでおり、現時点では予算に強い制約のある企業や大学が手軽にかつ効果的に使用できるものとは言えない。

CCには多種多様なサービスが存在する。これらからどの様にして適切なものを選択するのか、投資コストをどの様にして最小にするのかについて解説してゆく。

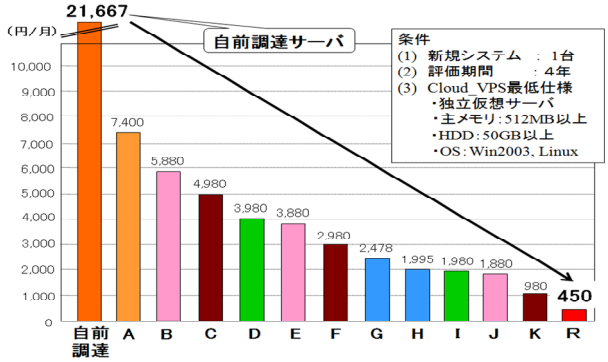

図4 商用クラウドのコスト比較

1台のサーバを自己資産とするには種々の機器、工事などが必要になるので最低100万円以上が必要である。これを4年間使用したとすると月額では2万円以上が必要になる。ところが、最も低価格なクラウド仮想サーバを活用すると月額わずか450円で同じことが達成できる。いや、同じではない。多くの場合、450円/月の方が優れているのだ。価格比で1/48になるだけでなく、セキュリティやBCPも高い水準で満足してしまうのである。

図5 サーバの最適配置結果

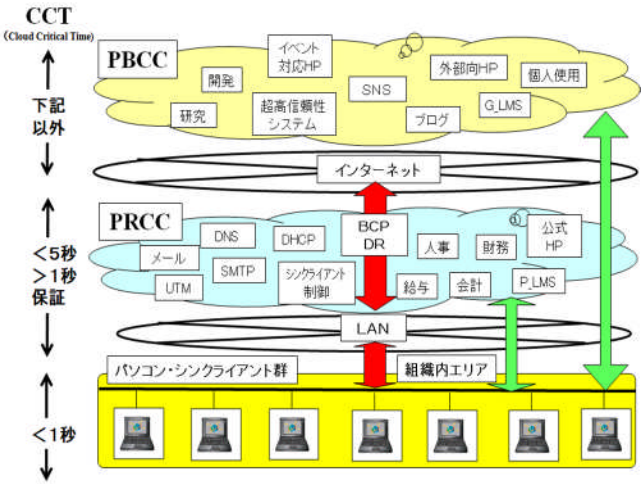

図5は、上記を含む様々な要因を制約条件としてサーバをクラウドに変更するための「クラウドMIX」手法を活用してサーバの最適配置結果である。これにより、最小コストで前記要件を満足する新世代の情報システムが実現する。

(2)パソコンのクラウド化

ハードウェア単体の消費電力低減はもはや困難

であるので、シンクライアントの特徴である電源オンオフの自在性を活用し、使用時間以外は完全に電源オフする装置と運用を確立し、年間総合電力を低減するように工夫し開発した。処理はすべてクラウドセンターのサーバで行われる。特徴は以下の通りである。

1) 個人認証：利用者は現在使用しているパソコンと同じアカウントを用いてログインできる。
2) 操作性：Windows OSを搭載したターミナルサーバとUNIX系OSの制御サーバをLANで結合した。これによりWindowsパソコンと同一の操作となり、利用者は特別な学習無しですぐに使用できる。
3) 小電力：人間による操作が一定時間無いときは全ての電源をオフする運用とした。これにより、最新鋭の省エネパソコンに比較しても1/10の省エネを達成できる。

クラウド端末にはCPUもデータも存在しないのでISMS、コスト、コンプライアンスなどに有効な施策である。今回、7000台のパソコンのうち約1200台をクラウド端末に置き換えた。

(3)ストレージのクラウド化

PRCCに大容量のNASを設置し、全教職員に10GB～80GBを割り当てた。教職員は従来のパソコンやシンクライアントで使用していたデータをここに移設することで、大学構内だけでなく、自宅、出張先、海外などどこからでもアクセス可能とした。データの転送はhttpsによる暗号化を行わせているので安全である。この結果、USBメモリー使用も不要になりつつある。画期的運用の実現である。

(4)認証の生体情報結合とクラウド化

クラウド化が進むと、個人認証の問題が大きく浮上してくる。なぜなら、外部クラウドサイトを含む場合の完全な認証統制は困難だからだ。今回、この様な情報システムにおける個人認証と、大学構内施設への入退室認証を指静脈情報で初めて統合した。

この様に、クラウド時代に要求される本質的な認証を満足する可能性のあるシステムの運用を開始することができた。

５．効果の予測

以上説明したCC応用情報基盤システムは2010年3月に予定通り実運用を開始し現在順調に稼働中である。本章では現時点の測定値と2014年時点での推定値を用いて、どの様な効果が得られるのかを示す。

５．１　消費電力・CO_2排出量推移予測(図6)

サーバの大部分がキャンパス上から無くなることと、従来のパソコンが小電力型のパソコンとクラウド端末に置き換わることによりIT機器による消費電力・CO_2はともに90%削減されることが予測できる。

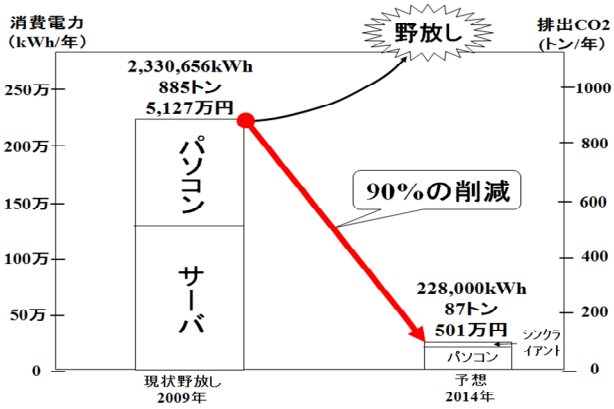

図6　消費電力・ＣＯ２排出量推移予測

５．２　IT投資コスト推移予測(図7)

サーバ、およびパソコンの処理部をCCセンターに移転することによりIT投資コストを77%削減することができた。年間5.3億円の経費削減を達成した。

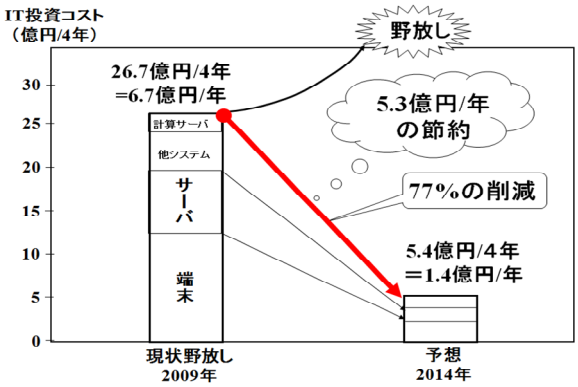

図７　IT投資コスト推移実績

５．３　情報リスク推移予測

CCの活用により、大部分のサーバや記憶装置が自身の施設上から消える。これは情報リスクが移転されたことになり本質的なISMSが確立する。現

在のISMS確立における問題の根本原因のひとつは、「情報リスクそのものであるIT資源を自身で保持しているから」である。従って「情報に関するすべてを雲の上に持って行ってしまうこと」ができれば「情報リスクも自然に消滅する」ということになる。

６．おわりに

本稿では、現在のクラウドサービスが混沌状態にあるため「ユーザ自身が最適なクラウドサービスを選択しIT機器をできる限りアウトソーシングすること」がいかに重要であるかを述べた。

次に具体的な手法として「サーバのクラウド化」「パソコンのクラウド化」「ストレージのクラウド化」「認証のクラウド化」を紹介し、それらをベースに情報基盤の更新を進めている静岡大学の状況を事例として紹介した。

最後にCCをベースとした新しい情報システムはGreen IT実現、ISMS確立、BCP確立、ITコンプライアンスの遵守、IT投資コストの最小化、J-SOX対応、統合認証など今組織に求められている高度な要求を同時に満足させる可能性を有していることを示した。

現在静岡大学では、様々な施策による定量的効果を検証中である。筆者らの今後の連載でその結果を報告する予定である。

参考文献

[1] 長谷川・井上・八巻他, *実戦ISMS講座*, 静岡学術出版, ISBN978-4-903859-08-8, 2007

[2] グリーンIT推進協議会, ホームページ, http://www.greenit-pc.jp/

[3] 井上、*クラウドコンピューティング時代のIDM*, 月刊自動認識、日本工業出版、Vol.23、No.5、pp.25-29、2010

略歴

井上　春樹（いのうえ　はるき）

1977年東北大学工学部電気工学科を卒業、同年日立エンジニアリング入社，1999年に「ソフトウェアオブザイヤー1999」、2003年に「韓国物流大賞大統領特別賞」、2005年に「中国全国物流会議論文第一位」を受賞。同社主管技師長を経て2006年から静岡大学に勤務。現在静岡大学教授、情報基盤センター副センター長、静岡学術出版会長、北京交通大学兼職教授。博士（情報学）、技術士（情報工学、総合技術監理）、特種情報処理技術者。超並列処理、クラウド、生体認証、SCMに関する研究に従事。経営情報学会、計測自動制御学会等の会員。

八巻　直一（やまき　なおかず）

1970年東京理科大学大学院理学研究科修士課程修了、東京理科大学理学部応用数学科助手を経て、株式会社システム計画研究所取締役、現在数理計画法を中心に研究を続けている。博士（工学博士）。2000年4月より静岡大学総合情報処理センター長、2009年4月より静岡大学名誉教授、経営情報学会等の会員。

長谷川　孝博（はせがわ　たかひろ）

1997年九州工業大学 博士後期課程 情報科学専攻修了後、静岡大学工学部システム工学科助手着任、現在同大学情報基盤センター副センター長、准教授。大学基幹ネットワークの導入構築および大学におけるISMS(ISO27001)の運用を推進中。博士(情報工)。数値計算、WEBデータベース、情報セキュリティに関する研究活動、ISMSコンサルテーション業務に従事。

水野　信也（みずの　しんや）

2007年静岡大学大学院理工学研究科システム科学専攻後期博士課程修了。学校法人静岡理工科大学静岡産業技術専門学校の教員を務め、2009年から静岡大学情報基盤センターの客員准教授に着任する。博士（工学博士）。現在、クラウドコンピューティング、IT資産管理システム及び大学内統合認証システムの構築に従事。