

大学におけるクラウド情報基盤のゴールを考える

井上 春樹

静岡大学情報基盤センター副センター長、教授

概要：静岡大学では2009年のサーバのクラウド化実現に続きパソコンの完全クラウド化を目指し研究している。本書ではこれまでの実績と現在の研究成果を交え「大学情報基盤のゴール」について考察する。

キーワード：大学情報基盤、クラウド化、パブリッククラウド、プライベートクラウド

1. はじめに

本学は典型的な地方大学であり、クラウドコンピューティングの動向や日本全体の技術動向を完全に把握できているわけではない。しかし、逆にクラウドコンピューティングに関しては知らないことのメリットが大きかったように感じている。

2011年10月に米国サンフランシスコで開催されたOracle Open World 2011^[1]で、本学のクラウドシステムが教育・研究部門においてAnnual IT Expenditureを受賞することができた。これは、経費の8割カットを実現したことで、世界で一番効果が出たクラウドだと評価されたものである。たとえ地方大学でもクラウドを利用することにより、地域性を超えることが可能となったのである。もっとも本学は旧Sun Microsystems社のThin Clientを利用していただけ、同社がOracle社に吸収合併されたので今回の受賞に至ったのではあるが。

2. プロジェクトの背景

電気設備の法定点検に伴う停電は土曜・日曜に設定されるのが通常だが、2007年頃、学内でこれが問題になった。大学院の授業があることも理由のひとつだったが、一番大きな理由はテニユア・トラックという制度を実現するため10人の教員の採用をWEBで実施したことだった。締め切りが日曜日だったのだが、公募の場合は締め切り間際の2日間に6割から7割の応募が入る傾向があり、停電のためWEBを停止すると優秀な教員を取り逃がす可能性があるかと心配された。そのため、半年前から決まっていたキャンパスの全停電を中止することになった。

当時の本学のCIOは土曜日や日曜日に停止するようなシステムでは大学の運営に支障をきたすという意見の持ち主で、その意向を

受けて停止しないシステム作りを指向したのが、そもそもの出発点だった。そのため、まずBCP (business continuity plan) の実現というキーワードがあり、コストやエネルギー低減は結果的としてついてきたという感じだった。

一方で2011年10月にアマゾンが電子出版で国内出版社と合意の具体的検討に入った、というニュースが流れていて、いよいよ国内でも電子出版が動き出そうとしている。こうした電子出版によって出版費用が劇的に下がれば、教科書とか書籍は電子化され、授業や研究現場から紙は不要になるはずだ。

電子教科書やペーパーレスに対応できる情報基盤はクラウドしかありえない。しかし、情報基盤からクラウド利用がドライブされるのではなく、授業や研究のニーズからクラウドが求められる環境があつてこそ、裾野の広い本当のクラウド利用が始まる契機となるのではないかと考えている。

3. 組織合意形成の経緯

3.1 クラウド戦略

本学キャンパスは東海地震の予測震度が6強以上の地域に立地しているため、東海地震が来ると建物は全倒壊する可能性がある。そこでBCPが必要になってくるので、これを前面に出して全学クラウド化を進めることにした。

こうしたプロジェクトを動かす際には、最重要の課題を選択し合意形成を図ることが不可欠である。本学には、国の運営交付金の1%削減やセキュリティーなど他の問題もいろいろあった。しかし、本学の教職員、学生、研究者などの関係者全員が合意できるのはBCPしかない判断したのである。大学が物理的になくなってしまうと、3年程度は動くシステムを作ろうと考えたのである。3

年あればまた別の先生も来るだろうと。要するに、クラウド化が必要不可欠な要因を絞るのが、第一に必要なことなのである。

静岡大は地方大学だが教職員と学生の合計が12,000人で、これに非常勤教職員を加えると15,000人の規模である。これは日本の国立大学として8番目の規模となる。しかし、15,000人を説得するのは並大抵なことではない。

特に大学の場合はテーマ毎に学内委員会が設置されているのだが、最初から賛成してくれる委員は少ない。個別にじっくり時間を掛けて話し合えば、賛成に回って頂ける委員も多いが、15,000人もいるとそうした手段をとることは不可能だ。そこで、どうやって説得し、合意形成するかが最大の問題であった。これは他の大学のみならずあらゆる組織でも全く同じであり、これができなければ全面クラウド化の実現は難しいと言わざるを得ない。

3.2 クラウド情報基盤実現の手順



図1. クラウド情報基盤実現の手順

著者は企業に29年間在籍していたために、原則的には定量値、つまり数字を根拠とした話の進め方をするのだが、多くの大学教員との会話にはほとんど数字が出てこないことを感じていた。そのため、大学における合意形成を成功させるには、まず調査をおこない実績に基づく数字を取得することが絶対必要であり、かつそれが最大の武器になると確信した。

著者は2006年に本学に赴任して、学内にあるソフトウェアの違法コピーや環境負荷発生の実態を調べ上げた。その時に、キャンパス上に7,000台のパソコンが稼動していたことも判明した。見込み最大で2,500台だったので、これを大きく上回っていたのである。企業はすでにThin Clientの導入などにより

セキュアな環境が構築されていたので、こうした企業の改善手法を導入することによって、比較的簡単に改善できる可能性が高いと考えた。

2009年には組織の改革を実行した。大学の関係者からは組織変更は簡単ではないと聞いていたが、本学の事務部門の責任者に確認したところ規則を変えれば可能ということだった。そこでまず規則を変えて、次に組織も変えることにした。当時の情報系センターが各部局の下に位置している弊害が大きいので、経営レベルと同じ位置に情報基盤機構という組織を作り、CIOをその頂点とした。大学の情報についてはCIOを最高責任者とする本来の形に移行させたのである。最下層から最上層への大ジャンプであった。

その上で、情報基盤クラウド化を進める学内の合意形成を行い、その証拠を取った。

現在、本学で軌道に乗っているのはサーバのクラウド化で、サーバハードウェアを地理的にキャンパス外部に移設してしまう物理的アウトソーシングである。まずはプライベートクラウドでもパブリッククラウドでもいいので、キャンパスの外にサーバを出すことが重要だと考えている。その上で、二重三重に別のところに置くのが、クラウドの第一条件と考えている。暫定的にオンプレミスにクラウドを構築するのは問題無いが、最終的なゴールがアウトソーシングでなければ全く意味が無い。

最近よく新聞や雑誌の記事に見かける「オンプレミスクラウド」とか「ハイブリッドクラウド」がゴールである場合はベンダーの戦略に翻弄されているだけである。

悪徳ベンダーに、あるいはクラウドが何かを全く理解していない幼稚なベンダーに騙されている組織が余りに多く嘆かわしい。

現在、本学が取り組んでいるのはパソコンのクラウド化である。全学クラウド化の中で、サーバ部分のクラウド化が貢献する割合はいろいろな説があるが35%程度と考えている。そのためサーバのクラウド化を一生懸命やっても、全体の3分の1にしか効果は及ばないことになる。パソコン部分のクラウド化の全体への貢献度合いは50%から55%だと考えている。つまりパソコン部分に手をつけると大きな効果は望めないことになる。ここで電子出版や教科書の電子化の利用といった、教育研究から出てくるクラウド化へのニーズが大きな意味を持つてくるのである。

最後は認証のクラウド化である。パブリッ

クラウドの場合は認証が非常に重要になるのだが、その肝はやはり生体認証だと考えている。著者は指静脈認証を長年研究してきたが、指静脈と指紋を組み合わせた形でのグローバルな認証の実現が今後最重要課題になってくると考えている。

3.3 IT 資産調査

IT 資産調査の結果、中堅大学である本学でさえ 7,000 台ものパソコンがあることが判明した。その内訳は、LAN に常時接続されているパソコンが 6,000 台、そして授業に持込まれ情報コンセントに接続されるパソコンが 1,000 台というものだった。また常時電源が入っているパソコンは 2,700 台で、かなりの電力消費量になっていた。

危険性の高い DMZ（情報非武装地帯：インターネット環境に直接さらされている LAN 内のエリアを指す）に 24 時間稼働の WEB サーバが 552 台あることも調査で判明した。外側からの攻撃に脆弱な状態であり、ここも対策が必要だった。加えて、不要なサーバを廃棄するにも費用がかかるため撤去もできず、サーバは毎年 100 台ずつ増えている状況だった。

また研究室のサーバ担当者の他大学への転出などで、用途不明で電源も落とすに落とせないサーバが各研究室に多数あった。こうしたサーバは本学全体で 900 台に達しており、これも対策を取る必要があった。

こうした一連の対策を実行するために組織変更は必要不可欠であった。

3.4 組織創出

著者が本学に赴任したときに所属していた、総合情報処理センターは、各部局が購入したシステムのトラブルとクレームの受付部署になっていた。それは正常な状態ではないので、クレームを持ち込む教職員とはじっくりと話し合いをおこなっていたが、さすがにこの方法で 15,000 人を説得することは無理があった。

そこで、2009 年度に事務部門の部長 4 人に集まってもらい相談をした。その結果、新しい規則をつくって、全学の情報戦略を担う組織の最高レベルに位置する情報基盤機構をつくり、その配下に情報基盤センターを置くことにした。さらに情報基盤機構には予算執行権と人事権を持たせることにした。つまりインフラ部分のシステムや機材の調達は今

この機構で集中して実施することにしたのだ。

本学では、事務部門の部長 4 人の捺印と経営戦略決定会議の承認で組織改変は実現したが、これは本学だけの事情ではないはずである。ついでには各大学でも実現性を調べる価値があるはずである。「うちではできない」と思ったら、そこでお終いになってしまうからだ。

3.5 合意形成・浸透化

静岡キャンパスと浜松キャンパスの距離は約 100Km である。デジタル信号は減衰の関係で 65km 程度の距離でビット落ちが発生するので、両キャンパスを接続するためには中継局が必要になる。そこで 1990 年代から焼津データセンタを利用していた。その頃から、静岡キャンパスのサーバを浜松キャンパスから利用したり、その反対のことも行われてきた。それは遠隔地のサーバ利用という意味では、その意識は無かったとしても、実質的にクラウド利用と変わらない環境である。そのため、キャンパスが複数ある大学はクラウド化が比較的容易だという認識を持っている。

戦略的に、サーバを学内からクラウドに持っていく操作をおこなったが、レスポンスが変わらないのでユーザは誰も気がつかなかった。次の段階では、重要性、要求されるレスポンスをキーに、さらに遠隔地に設置可能なサーバはさらに国内外のパブリッククラウドにどんどん移動していった。

現状は図 2 の通りで過渡期的な状態なのだが、パブリッククラウドでは 221 台の VPS（仮想サーバ）上で約 400 システムが稼働している。当初プロバイダとして 6 社を使っていたが、現在は稼働率と安定性を基準に 3 社に絞りこんでいる。LAN で接続された焼津データセンタのプライベートクラウドには 64 台の VPS が構築されている。ここに電子メールや認証系システム、事務システムなどが置かれている。電子メールは ID 体系の問題で運用は外部組織に委託できなかったためだ。給与、人事、財務、会計といった事務システムも絶対に学外に出した方がいい。共にクラウド利用なので、停電とか災害には一切関係がなくなっている。

それでも、キャンパスにはまだ 100 台から 200 台ほどのサーバが残っている状況である。

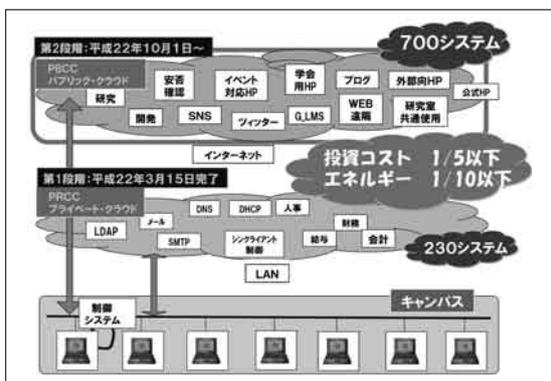


図2. クラウド化の過渡構成

4. 施策の実行内容

4.1 サーバのクラウド化

一番分かりやすい方法として「サーバ室をなくそう」というスローガンを掲げた。その手段として、焼津データセンタにラック5本を借りて、プライベートクラウドを構築した。ここは震度7に耐える免震構造で、停電時には燃料の補給が無くとも3日以上連続給電が可能な施設である。

メインラックは1本で、ここには基幹処理系が旧 Sun Microsystems 社の4枚のブレードサーバに収まっている。あとは Thin Client の制御用サーバとバックアップ系である。本学クラスの大学であれば、実質的にはハーフラック1本でアウトソースすることが可能なのである。

プライベートクラウドに移行した結果、容積と電力は10分の1になり、情報リスクも低減されるなどの効果が出ている。ただ、デメリットも無いわけでない。仮想環境になりシステムが複雑になったため、一旦、障害が発生すると修復に時間がかかるのだ。仮想化技術はユーザが知るべきことではない。ユーザが知りたいのはスピードと値段だけだ。

本当のことをいうと、データセンタ自体は100%稼働なのだが、本学で購入した装置の一部がしばしば障害を起こしていた時期があり、プライベートクラウドの稼働率は98.5%でしかない。それは、本学で計画しているプライベートクラウドのパブリッククラウドへの移行推進の大きな理由になっている。

本学は、「ASP・SaaS・クラウドアワード2011」^[2]の準グランプリを受賞したが、受賞理由は既存サーバからクラウドへのマイグレーションの数が飛びぬけて多いことだった。

企業では1年間に200も、300もシステムを移行することはあり得ないからだ。ところが大学の工学部とか情報学部はほとんどのシステムを自前で開発しているのも簡単に移行できるのである。彼らはホームページ、SNS、ファイルサーバ、メールサーバのほとんどを半日ほどでクラウドに移行してしまう。Oracle社のデータベース等複雑な構成のもの移行には1週間ほど掛かるものもあったが、それでも大きな問題はなかった。当初心配していた Red Hat Linux や Turbo Linux から、クラウドサーバ主流のフリーOSである CentOS Linux への移行も問題はなかった。これは、情報学部と工学部の努力でマイグレーション手法を1カ月ほどで確立したことがその理由である。

パブリッククラウドの代表格である Amazon EC2^[3]の拠点はシンガポール、アイルランド、北カリフォルニア、バージニア、秋葉原と世界5箇所にあるので、BCPをやる場合非常に安価で便利である。本学では災害用の安否情報システムを Amazon EC2 の北カリフォルニアに置いているが、停止したことはない。このサービスは従量制なので、地震が起こったときだけ稼働させると、圧倒的に安価である。一定以上の規模の地震は頻繁に起こるわけではないので、1年間のうち2週間稼働させるならば、コストは年間2,000円である。安否情報システムはレスポンスの良否は関係ないので、そういう使い方も可能なのである。

しかし、Amazon EC2 のサービス開始時に月額7,400円は安く見えたが、本学のように500台から600台のサーバを利用すると、月額費用が500万円から1,000万円になるので、予算に収まらない。そこで考え出したのはユニット積み上げ方式である。基本的なユニットはメモリ0.5GBとハードディスク50GBの構成で、費用は月額450円である。1ユニットで足りない場合は、さらにユニットを積み上げていく、という方式だ。

クラウドの契約や支払いは膨大な手間が掛かるので、日本学術クラウドコンピューティング支援センター (JACC) という組織を設立した。ここが各プロバイダへの支払いや、運用支援・監視を行っているのも、本学では月に1回、JACCに支払を行うだけだ。現在、約230サーバを借りているが、有人監視の費用を含めて月額105万円ですべて済んでいる。

4.2 クラウドベンチマークサイトの公開

Ping Benchmarks (m秒)		
VPS	種類	平均
専ら私用	727	1,294
Amazon, Tokyo, L, small	725	9,595
Amazon, Tokyo, M, micro	729	9,845
日テレクラウド Academic Cu	729	12,12
株式会社 J, Silver	670	12,541
株式会社 W, Silver Windows	669	12,693
CP, L, VP-01	727	13,473
日テレクラウド L, ST	725	13,89
Nifty, L, small	726	14,157
Nifty, M, small	729	14,25
RapidScale, L, VPS-01(国内)	728	15,388
Serverman, L, Standard	724	18,014
日テレクラウド L, Standard-Medium	723	24,2
株式会社 J, L, L1	727	26,321
Amazon, Singapore, L, small	723	85,487
Amazon, California, L, micro	727	122,596
RapidScale, L, VPS-01(海外)	728	131,671
WEBEFFECTS, W, スタンダード	708	134,221
WEBEFFECTS, L, スタンダード	701	135,051
Queen, L, DV-03	706	135,338
Queen, W, DV-02Windows	706	142,625
Amazon, Virginia, L, micro	629	197,553

図3. ベンチマークサイトのイメージ

パブリッククラウドが使えないといわれるが、その要因の9割は選択したサービスとユーザの望む目的と性能が合っていない点にある。これは逆に言えば、パブリッククラウドを使って成功する確率は10分の1しかないということになる。日本は1回失敗したら取り返しが簡単にはつかない社会なので、クラウドで失敗した大学は二度とやらないという話は結構ある。

そこで、本学も社会貢献しようということで、図3に示した通りパブリッククラウドのベンチマークサイトを2011年末に公開した。これは各クラウドサービスのpingの応答時間、処理性能、稼働率、コストなど約10項目をリアルタイムに表示するものだ。データは項目によっては1分毎に計測しており、過去1カ月の平均値と偏差を表示している。処理性能は姫野ベンチのMFLOPS値を利用している。

一般にpingの応答時間は10ミリ秒程度なら十分なのだが、本学のプライベートクラウドのレスポンスは、驚異的に早く1ミリ秒以下だった。そのため、プライベートクラウドは要求される分解能が極めて高い処理であっても対応可能となっている。パブリッククラウドではAmazon EC2の秋葉原サイトも早く9.6ミリ秒である。しかし、Amazon EC2は姫野ベンチを動かすと、pingの応答速度が50ミリ秒から100ミリ秒まで低下してしまう。処理が走るとpingが遅くなるなら大問題で、これではミッションクリティカルな処理には怖くて使えない。また、国内のパブリックサービスは26ミリ秒以下だが、海外のサービスは85ミリ秒以上になる。例えばAmazon EC2のシンガポールが85ミリ秒、同社の北カリフォルニアが

122ミリ秒、同社のアイルランドは298ミリ秒となっている。行って帰るのに一回当たり0.3秒かかる計算で、高速性を要求される場合これでは仕事にならない。つまり10ミリ秒のサービスが月額450円で、月額7,400円のサービスが300ミリ秒ということなるが、こうしたベンチマークサイトを見ないと、コストと性能が比例しないことが分からないのである。

さらにグーグルマップを使って、世界中のクラウドのサイトの設置場所とレスポンスを地図上にリアルタイムに表示する仕組みをつくって、図4の通りクラウド世界地図として公開している。これを見ると、レスポンスタイムが、厳密ではないものの、距離に比例していることが分かる。このことから、国内のオークションサイトやウェブビジネスなど高速性、高スループットを要求される仕事には、海外サービスを使ってはいけないことが理解できる。逆に、アメリカでビジネスをする場合はクラウドサーバ本体がアメリカのDCに存在するクラウドサービスを使わなければならないことが分かる。

そして、一番ユーザが知りたいのは稼働率である。いくら性能が良くても、しばしば停止してしまうようなサービスは使えないからだ。次に重要なのは価格だが、月額33万円のサービスと月額900円のサービスがレスポンスも稼働率も同水準である、という事実を知っていなければならない。

クラウド実稼働サイトには、クラウドの利用事例を400件ほど収集した。事例毎に、利用しているサービス名や、サービスのスペック、料金などが出てくるので、稟議書を作成するときに非常に便利だ。また、事例は用途、応答時間、稼働率などで絞り込みも可能である。



図4. クラウド世界地図イメージ

4.3 パソコンのクラウド化

現在、学内にある 7,000 台のパソコンのクラウド化に取り組んでいる。このうち 1,100 台については既に Thin Client 化して学内各所に配置しているが、これは圧倒的な反応速度である。この Thin Client を利用して役員会や理事会ではペーパーレス化を実現しており、そのおかげで評価は上がってきている。

1,700 円の価格で話題となったインドの教育用パソコンの実態は Android OS のタブレットパソコンだったが、これなら日本でも 1 万円以内で作ることができる。だから、授業に出るときは 10 インチタブレットパソコンを持ち歩いて貰い、研究室ではパソコンを使って貰うことを考えている。タブレットパソコンを持ち歩いてもらうために、無線 LAN をキャンパス全域に張り巡らせようとしている。

しかしコンテンツがなければ話にならないので、教員の持っているコンテンツや著作を全部電子出版できるようなビジネスサービスを開発中である（2011 年 12 月に開始）。正式電子出版すれば ISBN も取れるので Amazon.com にアップして、学生がダウンロードできるようになる。

5. 情報システムのゴール

日本は国土の面積とその上に張り巡らされた通信回線密度を考えると LAN も WAN もほとんど区別して考えるべきではなく、結果的に 2018 年頃の情報システムから LAN は消えるとみている。サーバ系は全部クラウドに移行し、クライアントとしてはパソコンと DaaS (Desktop as a Service) が共存する環境になるはずだ。

そのため、本学が 2013 年度に導入を予定している次期システムでは全システムはパブリッククラウドに収容され、全サービスがインターネットを介してキャンパスに繋がるようになるはずだ。クライアントとしてキャンパスにタブレットパソコン数千台を用意して、大学入構時に好きなものを持ってもらい、帰宅時に返してもらう形態を想定している。

6. まとめ

本学のクラウド化の一番大きなメリットはサーバが停止しなくなったことで、直近 1 年

間は全停止がないので稼働率は 100% に達した。従来のオンプレミスのシステムの平均稼働率は 97.3% 程度であったので、その差は大きい。

しかし、プライベートクラウド部分は安価な製品で構築していることもあり、障害が発生したこともあり、稼働率は 98% から 99% までしか上がっていない。

サーバ室の消費電力量はサーバが学内から完全に撤去されたので 10 分の 1 以下に低減することができた。

また投資コストも、調達を効率的に集約することが可能になり、従来の 5 分の 1 程度まで低減することができた。そのなかでも、一番効果的だったのが部局サーバの費用で、97～98% の削減、すなわち従来の 50 分の 1 にまで削減することができた。

そして最も重要なことは、電子教科書とかペーパーレス化を進めることによって、授業の情報化等のニーズが高まれば、クラウド化の価値はさらに大きくなるということである。

参照 URL

- [1] Oracle OpenWorld 2011
<http://www.oracle.co.jp/openworld/oowfs2011/>
- [2] ASP・SaaS・クラウドアワード 2011
<http://www.aspicjapan.org/event/award/05/>
- [3] Amazon EC2
<http://aws.amazon.com/jp/ec2/>