

# 2012年度クラウドコンピューティングシステムを導入した 本学情報システムの現状と課題

平井 尊士<sup>※1</sup>, 西 隆正<sup>※2</sup>

(要旨) IT リソースの効率を上げるために、仮想化という技術が開発され発展してきた。高度な仮想化インフラの構築を土台に、近年のIT界はクラウドコンピューティングが台頭してきている。クラウドコンピューティングとは、ネットワーク特にインターネットを介してコンピュータ資源の活用やデータを管理するシステムで、従来のオンプレミス型の運用に比して安全性や可用性の面で利点が多い。国内では、東日本大震災を機に注目を集め、ハイブリッドクラウドの利用やクラウドを活用したデータの遠隔バックアップ等が支持されて、それらに付随した技術革新も進んでいる。こうした仮想化とクラウドコンピューティングシステムの現況を概観するとともに、本学の情報システムへ導入することによって明らかになった課題や今後の展開についての方針を示す。

**キーワード** : 仮想化, クラウドコンピューティング, ハイブリッドクラウド, セキュリティー

## 1 仮想化インフラの発展

従来、ソフトウェアを効率よく安定的に稼働させるために、一つのアプリケーションに対して一台のサーバを占有的に割り当てて動かしてきた。しかし、業務システムを新しく構築したり、新たなアプリケーションを追加して動かそうとしたときにサーバを調達することになり、サーバ一台の利用効率を上げることなく台数ばかりが増えることとなった。台数を増やすには、一台でも数週間から数カ月の期間を要し、設置場所確保や空調設備を整えるための電力需要増大など、コストはかさむ一方であった。それを、払拭する技術として開発され、発展してきたのが仮想化(virtualization)である。仮想化は、一台の物理的サーバの資源を論理的に分割し、複数のコンピューティング環境を提供することのできる技術である。以下、仮想化のメリットについて、具体的に見ていく。

### (1) サーバの統合

サーバの仮想化技術(サーバ仮想化ソフトウェア)を用いることによって、これまで個別のサーバで動いていたOSとアプリケーションを一台の物理サーバ上で仮想サーバとして動かすことができるようになった。

それぞれの物理サーバ上で複数の仮想サーバを稼働させる、というサーバの統合は、これまで何台ものサーバ

を要していた業務システムの稼働を少数のサーバで実現できるようにする。管理するサーバ数が減るので、サーバの調達費用及び、学内管理において生じる光熱費の削減も期待できる。

さらに、システムのライブマイグレーション技術を用いると、物理サーバ間をまたがった仮想サーバの移動を可能にし、ハードウェアの故障やメンテナンスによってサービスが中断されるというリスクが低減する。

### (2) 速やかなサーバの調達

仮想サーバを構成するOSやアプリケーションは、一台の物理サーバを複数の仮想サーバで分け合っているとは認識しておらず、それぞれ専用のサーバリソースを独占して使っていると認知している状況にある。この状況は、サーバ仮想化ソフトウェアが作り出す状態であり、一台の物理サーバを複数の仮想サーバに共用させることができる基礎技術である。これを用いることによって、新しい業務アプリケーションを立ち上げる際には、数分から数十分というごくわずかな時間で新しい仮想サーバ環境を創出して稼働させることができ、サーバ調達にかかる時間的制約は激減する(ベースとなる物理サーバのリソース不足の場合はこの限りではない)。

※1 Takashi HIRAI 情報教育研究センター研究員 日本語日本文学科准教授

※2 Takamasa NISHI 情報システム室情報システム課課長補佐

### (3) 多様な OS への対応

現在の仮想化は、最新のサーバ OS だけでなく、古いサーバ OS も仮想化することができる。よって、複数の種類の OS を混在で同時に動かせるので、多様な OS への対応を可能とした。例えば、長く使い続けてきたアプリケーションを継続して使用するために新しいサーバに移行しようとする時、新しいサーバが古いサーバ OS をサポートしないことがある。こうした場合にもサーバ仮想化技術によって新しいサーバで古いサーバ OS やアプリケーションを動かすことができるのである。古いアプリケーションの延命に役立ち、さらには新機種サーバのマシンパワーを活用したパフォーマンス向上の可能性もある。

### (4) サーバの冗長化

冗長化を確保している設備では、複数の設備がほぼ同時に故障しない限りサービス機能が停止することはない。サービス停止率を下げ、安定したサービス提供を持続するには冗長化は欠かせないのであるが、サーバの仮想化が行われるようになる以前は、物理的にサーバを増やす形で冗長化を実現しなくてはならず、コスト高が必須だった。しかし、ライブマイグレーションや HA 構成などの仮想化技術を利用することで、よりリーズナブルに安定したサービスが提供できる環境を作り出すことが可能になった。

仮想化によるメリットは以上の事柄に限定されるものではない。仮想化ソフトウェアの機能向上やコンピューター・ハードウェアの性能の向上、そしてネットワーク帯域幅の可用性の向上などの相乗効果により仮想化の機能拡張が進んで情報通信に快適な環境をもたらしている。

今日、台頭しているクラウドコンピューティングも、この仮想化技術が前提にあって成り立っているのである。

## 2 クラウドコンピューティングの現況

クラウドコンピューティングは、これまで手元のコンピュータで管理・利用していたソフトウェアやデータを、ネットワークを通じたサービスのなかで利用できるものである。昨今では、東日本大震災をきっかけに、災害などで生じる管理・利用している情報の安全性の面からも注目を集めている。

### (1) 市場規模の拡大

2012年度、クラウドサービス市場はその規模を拡大している。例えば、IDCJapan 株式会社によれば、2012年度の国内パブリッククラウドサービス市場規模

は前年比44.8%増の933億円で、同社が現状から予測する今後の市場動向は、図1のようにになっている。

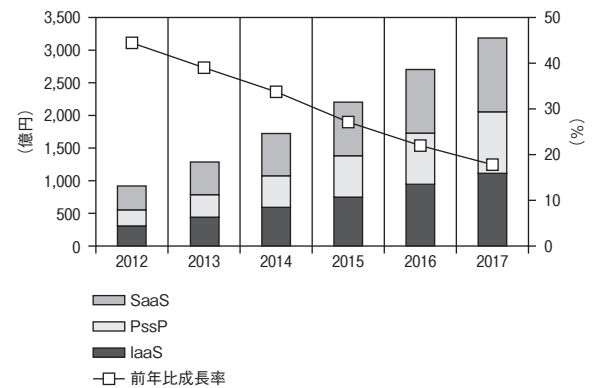


図1 国内パブリッククラウドサービス市場セグメント別売上額予測、2012年～2017年

2013年度以降は、クラウド市場の急激な成長は落ち着いて徐々に成熟期に向かうと考えられ、2017年には2012年比でおよそ3.4倍となる3,178億円まで市場規模が拡大すると予測されている。

### (2) データセンターの設立

データを蓄えてサーバを預かるための接続回線や保守・運用などのサービスを提供するための施設として、データセンターが多く利用されている。こうした施設利用によるデータ保管は、BCP (Business Continuity Plan) 対策においても有効であり、利用が拡大している。

図2はIDCJapan株式会社によるものであるが、国内データセンターの建設が年々、増加傾向にあることを予測している。こうした予測が成立するのでも、データセンターを利用した仮想化環境の拡大を反映していると言えよう。

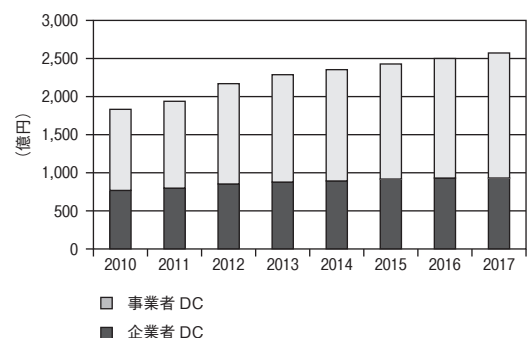


図2 国内データセンター建設市場投資額予測：2010年～2017年

### (3) ハイブリッドクラウドの時代へ

こうしたクラウドコンピューティングの隆盛を支え

ているものの一つに、利用モデルが多様化してきたことが挙げられる（図3参照）。

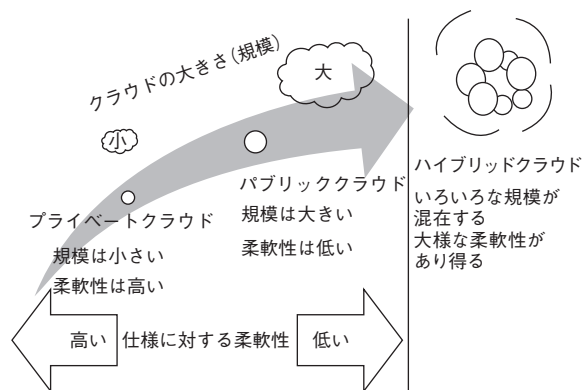


図3 クラウドの利用モデル

従来はプライベートクラウドとパブリッククラウドを対極的なものと位置付け、仕様に対する柔軟性と、サービス規模の大きさという二つの特性において両者を区別したうえで利用する傾向にあった。

プライベートクラウドは、大学や企業などの組織において自分たちでインフラを所有し、管理・運用にも責任を持って、電源や設置場所などを直接的に負担しているシステムである（ただし、管理・運用に関しては当該組織の責任の下、サード・パーティに委託することもある）。これに対し、パブリッククラウドは誰もが使えるもの、つまり不特定多数の人々や大規模な業界団体などに提供され、対象となるクラウド・サービスを販売する組織により所有される。例えば「Google Apps」や「Amazon EC2/S3」「Windows Azure Platform」といったものである。

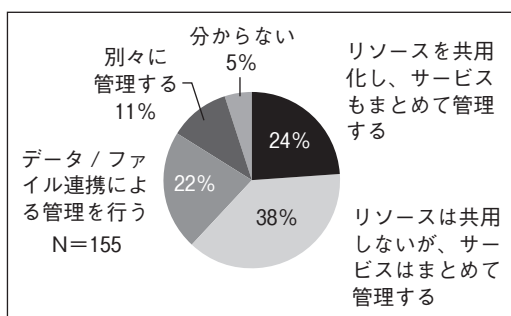


図4 プライベートクラウドとパブリッククラウド (IaaS/PaaS) の管理に対する方針 (入谷2013.5.10より)

これら2種のシステムはそれぞれ分割し、管理するものであったが、昨今の多くの企業はプライベートもパブリックも合わせて一元管理する、あるいはリソースを共有せずともまとめて管理するという方針を打ち出している（図4参照）。つまり、仕様の柔軟性とコスト削減の要望が高まりつつあり、その要望は複数の

クラウドから構成されるシステムモデルである、ハイブリッドクラウドによって実現される。ハイブリッドならば、個別の事情や利用形態に対応可能で、サービス内容やカスタマイズの度合いによってサービスを選択したり組み合わせたりと、可変性の高いサービスを実現できるため、利用が拡大している。

#### (4) ハイブリッドクラウドのサービス事例

本学が注目するハイブリッドクラウドの事例として、遠隔バックアップサービスがある。データバックアップシステムは、仮想化によってサーバの統合がすすみ、バックアップ対象となる物理サーバ台数が削減できたことで、容易になったサービスの一つである。

従来、オンプレミスであった基幹システムや会計系のシステム、それぞれの組織が管理する重要なデータは、同じ組織内で個々にバックアップの仕組みを構築し、取得していた。しかし、災害、とりわけ東日本大震災を振り返ってみれば、施設や設備が根こそぎなくなってしまうという事態はそうそう起こらないにしても、震災の当事者だけでなく情報通信に携わる人々ももれなく震災の脅威にさらされる。そうであれば、組織内のバックアップは、災害対策としては不十分である。こうして、災害や何らかの障害に備え、学外で、つまり遠隔バックアップデータを保管して、堅牢性や安全性を確保できる通信システムに注目が集まるようになった。

その際、すべてのシステムやデータを公表されない遠隔地（一部は公表されている）で管理するパブリッククラウド（オフプレミス）だけに頼るといには不安が残る。特に、クラウドサービスにバグがあった場合も、利用者側で修正はできない。また、システム個々の事情に合わせたデータバックアップやバックアップ設定の修正も、利用者側で迅速に行うことはできない、もしくは行いにくいといった状況にある。

そこで、データの重要性によってクラウドを使い分ける、つまり、ハイブリッドクラウドを活用すると、運用コストとデータの保護レベルの両立を図ることができる。重要度の高いデータを、バックアップ設定など柔軟に対応可能なプライベートクラウド上に保管し、それ以外のデータをコスト面でも有利になるパブリッククラウド上に保管する、というわけである。

このように、ハイブリッドクラウドはサービス利用者側の要望を取り入れ、オンプレミスとパブリッククラウドの欠点をできるだけ補う仕様で構成され提供されるサービスになっている。

### 3 本学における現状

本学では、災害時の事業継続性の確保やシステムの運用コストの見直しを図り、システムや機器類の入れ替えを機に、学内の複数のシステムをクラウド化している。2012年度は導入に当たり、既にクラウドサービスを導入した他大学の事例やサービス内容を吟味検討し、本学にとってふさわしいサービス及び、導入して期待できる効果について委員会の中で検討を重ねた。例えば、教務事務や学生サービス、学習支援サービスなど、どのようなサービスを、どのようにクラウド化するのか、である。その結果、パブリッククラウドとプライベートクラウドの両サービスを、各種データやサービスシステムの別を使い分け、導入することとした。

#### (1) パブリッククラウド

教職員と学生が使うメールサービスは、グーグル社のGmailを採用した。このクラウドサービスの特長は、保存容量が大きい、自動転送やその他の拡張機能が豊富である、といった一般的な利点のみならず、本学が運用する統合認証やシングルサインオンとの連携が可能である点においても優れている。シングルサインオンとの連携における利点は、利用者が学内で利用しているアカウントとパスワードを用いて学外でもGmailを利用できることである。

従来、Gmailの機能でメールの送受信ログを取ることではできなかった。そのため、本学で構築したリレーサーバを経由させることによって、送受信ログの取得を実現している（この点について、現在ではGmailの機能拡張によっても、アカウントごとのログが取得可能となったのであるが、アカウントごとにコストが発生するという欠点もあり、本学での利用は見送られている）。

#### (2) プライベートクラウド

本学では、データセンター及び広帯域WAN回線でプライベートクラウド基盤を構成し、その基盤上に教務システムやICカードシステムを設置している。さらに、データセンターに仮想化システム基盤を整備し、事務用パソコンを仮想化することで、事務系システム全体を集約し、一元管理している（図5参照）。

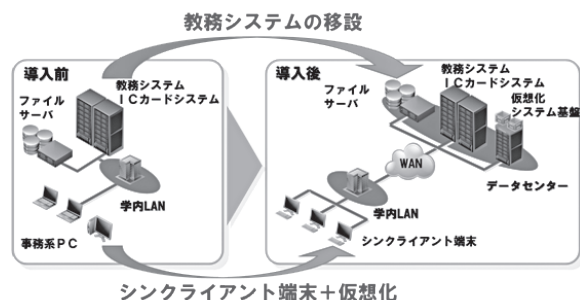


図5 データセンターを活用したプライベートクラウドシステム（平井2012.9.18より）

### 4 現状にいたる問題とその解消について

クラウドサービス導入にあたってはいくつかの問題点が顕在化した。未だ潜在的な問題がいずれ浮上してくる可能性は否定できないが、ここでは喫緊の問題点について打ち出した方針及び、実働の内容に絞って報告する。

#### (1) セキュリティポリシー

本学では、セキュリティポリシーとして原則、学外への学生情報の持ち出しを禁止している。遠隔地バックアップは、教務システムやICカードシステムをクラウド化することによって学生情報をデータセンターで保管するため、データセンターを「学外」とするならばセキュリティポリシーに抵触する。しかし、各地に点在するキャンパスと同様に「学内」とするならば整合性が保たれる。そこで、本学独自のハイブリッドクラウドサービスを構成し、セキュリティを堅持した遠隔地バックアップシステム及び、その保守管理サービスを採用している。データセンターと中央キャンパス等の通信は、ダークファイバを利用した専用線で行い、学内通信と同質の高いセキュリティ性を保障している。

#### (2) ダークファイバの冗長化

ネットワーク回線における障害の回避については、ダークファイバの冗長化を図ることによって対応している。メイン回線は10Gbpsで、バックアップ回線は1Gbpsの構成とし、10Gbpsの回線がダウンしても、自動でフェイルオーバーする仕組みを採用した。

#### (3) シンククライアント化

端末環境は、端末そのものが盗難、紛失して情報漏えいする可能性や、不正アプリケーションのインストール及び不正利用の問題、脆弱性の問題などがある。

そこで、ユーザ環境を統率するシンククライアント化を

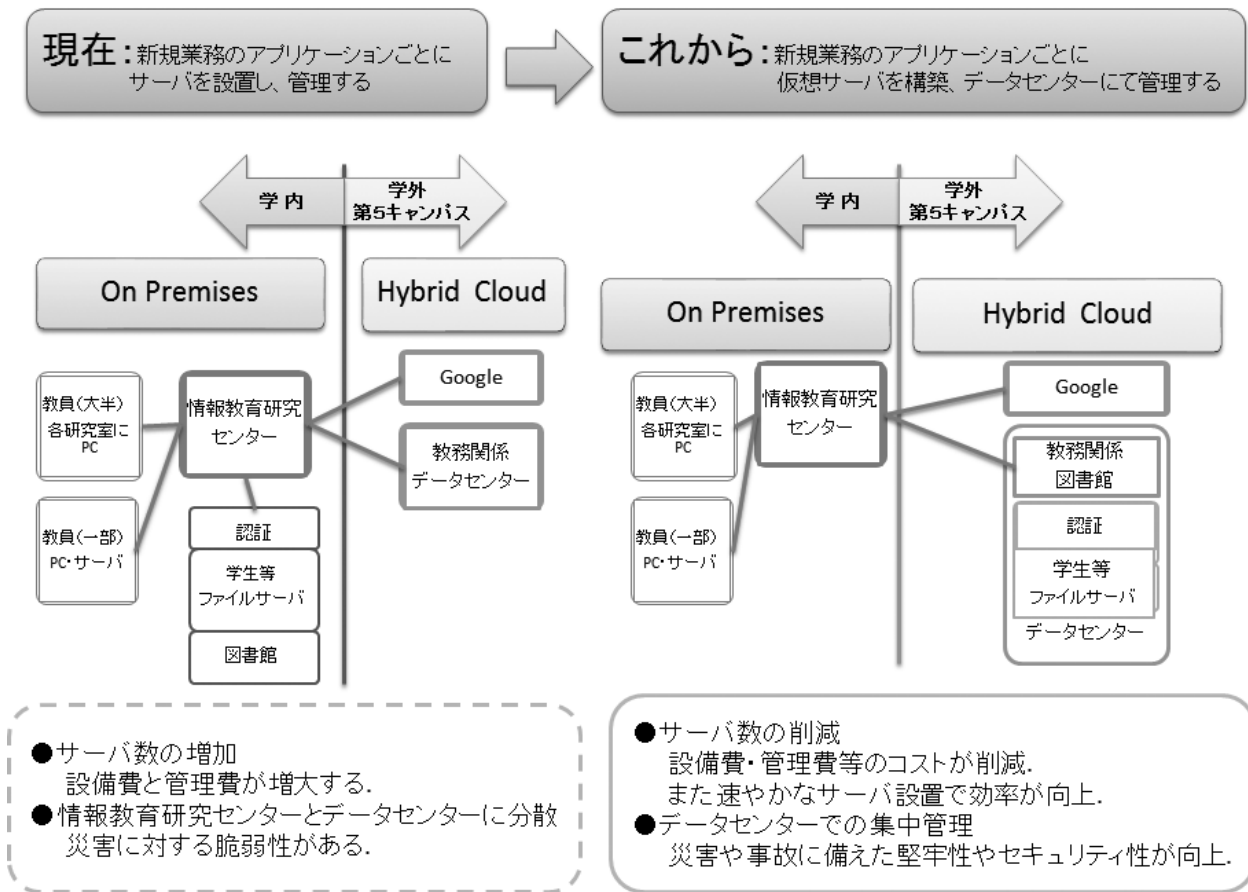


図6 全体のまとめ

図った。シンクライアント化により、端末の内容はリセットされ、端末に情報が一切残らない。よって、端末そのものの盗難や紛失による情報漏えいの危険は解消する。不正利用において端末が故障したとしても、データ等については破壊の危険から回避される。加えて、端末を一元的に管理したり制御したりすることが可能となった。

また、ネットワーク回線障害リスクにおいても、画面転送型のシンクライアント方式で、トラフィックを軽減し、信頼関係の確保も実現している。

## 5 今後のシステム構築に向けて

今後本学では、仮想化技術の活用によってプライベートクラウド上のサーバを統合し、統合IT基盤として拡張を図っていく(図6参照)。

第一に、データベースサービスの統合においては、学内の重要なデータベースである学生情報・認証情報・図書情報を順次統合してハードウェアを集約し、一元管理する。データベースを統合することで、データベースソフトウェアのライセンスコストの大幅な削減を実現することができる。

第二に、高性能な統合IT基盤サーバの導入によ

て、パフォーマンス向上を目指す。これは、学生情報を含む重要な情報を一元的に管理することが可能になるため、セキュリティ向上になるだけでなく、複数のデータベースを集中バックアップすることができるので、システム運用上のメリットも大きい。

第三に、中央キャンパスとデータセンターを接続しているダークファイバに関して、メイン回線10Gbps・バックアップ回線1Gbpsのフェイルオーバー構成から、さらに高速で耐障害性にも優れた、メイン・バックアップ両回線10Gbpsのトランク構成を採用し、遠隔地バックアップのメリットを最大限に活かしたインフラ基盤の構築を図っていく。

第四に、遠隔デュプリケーションを検討する。これまで、データ保全を目的に重要な情報を遠隔ロケーションにバックアップしてきたが、大規模かつ広域な災害を想定した場合、データ保全に加えて、いかに短時間で業務を再開できるか、業務継続性の確保が重要である。遠隔デュプリケーションは、リアルタイムにデータベースの複製がとられるため、バックアップと異なり、復旧作業が必要ないことが最大のメリットである。

## 6 謝辞

本論文を作成するにあたり多くのご支援とご指導を賜りました。本学情報教育研究センター及びNTT 西日本関係者（特に東中綱利氏、山本直子氏、野村良平氏）や株式会社理経関係者（増井達郎氏、濱垣雄一氏）に深く感謝し、ここに感謝の意を表します。また執筆にあたって、本学院の教育環境整備戦略委員会で共に仕事をしている文学部設楽馨助教にも大変お世話になりました。

## 7 参考文献

- 1) IDC Japan 株式会社「国内データセンター新設投資予測を発表」  
<http://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20130416Apr.html>
- 2) IDC Japan 株式会社「国内パブリッククラウドサービス市場予測を発表」  
<http://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20130401Apr.html>
- 3) 伊藤忠テクノソリューションズ (株)「クラウド

事例紹介」

<http://www.ctc-g.co.jp/casestudy/index.html>

- 4) 入谷光浩，2013年5月10日，講演資料（ハービス大ホール）
- 5) 公益社団法人私立大学情報教育協会，2012年6月2日，平成24年度第1回大学情報システム研究委員会議事録（私学会館アルカディア市ヶ谷）
- 6) 公益社団法人私立大学情報教育協会大学情報システム研究委員会「大学情報システムの再構築に向けて」（平成24年度研究報告）2013年3月
- 7) 田中克弥「米国におけるクラウドコンピューティング事情と適用範囲への一考察」UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 第103号，2010年3月
- 8) 平井尊士，2012年9月18日，講演資料（京都大学百周年記念ホール）
- 9) 松島桂樹「学としての経営情報—経営情報学研究方法論序説—」『武蔵大学論集』第58巻第3号，2011年1月
- 10) 村上康二郎「クラウド・コンピューティングにおける個人情報保護の課題」『情報セキュリティ総合科学』第4号 2012年11月