

# 全学クラウド基盤構築への取り組み

峰内 暁世, 菅野 智文

立正大学

情報メディアセンター

mineuchi@ris.ac.jp, sugano@ris.ac.jp

**概要**：大学内には、学生・教員の教育研究、法人・事務、学生サービス、外郭団体関連などの様々なシステムが稼動し、その規模は日々拡大している。本学では2002年にメールおよび公式ホームページサーバのホスティングの利用を開始して以来、安全で快適な安定した ICT 環境を提供するために積極的にクラウドサービスを含めた学外サービスの利用および学内サーバの仮想化を進めてきた。2012年にデータセンターの利用も始めた。その1年半後に、既存利用のクラウドサービスの見直しを行い、データセンターの完全移行を実施してネットワーク基盤を含めた全学クラウド基盤を構築した。本稿ではクラウドサービス利用の検討・導入の視点について報告する。

## 1 はじめに

大学内には、学生および教員が教育・研究に利用する教育研究系システム、事務部署の法人・事務システム、入試・就職関連のシステム、学生サービスのシステム、外郭団体の関連システムなど様々なシステムが存在する。情報メディアセンターでは、全学の様々なシステムを管理運用している。

情報メディアセンターでは、2011年より危機管理の視点からデータの遠隔地バックアップの検討を進めた。その結果、堅牢なファシリティと強固なセキュリティが保証されているデータセンターサービスの利用は、今後必須であると認識した。

また、大学としても2012年に高等教育機関としての社会的責任を果たすために事業継続性やセキュリティリスクの低減に配慮して、積極的にクラウドサービスを利用した情報基盤の構築を進めることを決定した。

これにより情報メディアセンターでは、2012年4月からクラウドサービスを積極的に利用して、2014年度末には、システムの都合でオンプレミスに設置しなければならないサーバおよび極一部のシステムを除いて、ほとんどのサーバはクラウドサービスおよびデータセンターサービスのハウジング利用に移行される。また、学生・教員および職員が直接利用する情報メディアセンター提供の学内の半数以上のクライアント端末も、ほぼ仮想化が完了する。本稿では、クラウドサービスを検討・導入する際の視点について報告する。

## 2 クラウドサービス利用の経緯

本学では2002年にユーザの利便性向上と管理

者の負荷軽減の目的で初めてメールおよび公式ホームページサーバのホスティングの利用を開始した。多岐に渡るシステムの質を保証して、管理運用する学内要員の確保およびベンダーのサポート体制の確保は難しい。そのため、本学は以前より表1に示すように積極的に学外サービスおよび学内サーバの仮想化を利用してきた。特に、(1)2008年に事務系印刷環境をすべて同一ベンダーの複合機のみを集約して、障害および消耗品の発注補充は複合機ベンダーのサポートセンターからのオンライン監視になり、障害発生時の復旧までの時間短縮が実現されていた。これにより、クラウドサービスの24時間365日の運用監視サービスのメリットが実感できた。(2)2007年からの仮想化サーバの利用により、サービスの質を保証して、なおかつ管理コスト削減、耐障害性の向上、省エネ対策等の様々な点における改善が認識できていた。

上記の利点から、サービス改善および管理運用のコスト削減を目的として、サーバなどの設備を保有せずに比較的短期間でシステムの構築ができ、諸問題を解決できるクラウドサービスおよび仮想化を積極的に利用することになった。

## 3 初めてのクラウドサービス利用 (2011年度)

従来から利用していたホスティングのメールサービスは、ハードの増強や老朽化に対応できず、近年のメール容量増加のため送受信の遅延等があった。そのため2011年度に見直しを実施して、メールシステムはSaaSを利用することにした。あ

表1 クラウドサービス利用経緯

年月	内容
2002年	メールおよび公式ホームページのホスティング開始
2007年 8月	教育研究系C/Sシステムのサーバを仮想化 学生の自修用クライアントをCitrix社製 Ardenanceシンクラクライアントに更新して仮想化
2008年 8月	事務系C/Sシステムのサーバを仮想化 事務職員使用クライアントは、ネットワーク環境の対応ができず仮想化を断念(FAT+瞬快) コピーを含む事務系印刷環境をすべて同一ベンダーの複合機に集約、障害のリモート監視・消耗品自動発注・補充サービス利用開始 事務職員使用のクライアントは全ユーザのすべてのデータをストレージに集約して一括管理
2010年 8月	教育研究系C/Sシステムのサーバを仮想化 学生の自修用クライアントをZ!BootOSシンクライアントに更新 教育研究系C/Sシステムの印刷環境をすべて複合機に集約、障害のリモート監視・消耗品自動発注・補充サービス利用開始
2012年 4月	データセンターサービスの利用を開始 キャンパス間ネットワーク・Internet接続環境を更新 Internet接続をSINET経由に変更
2012年 7月	公式ホームページでSaaS利用開始
2013年 8月	データセンターを新規別データセンターに全面変更 キャンパスとデータセンター間およびInternet接続を完全二重化に変更 性質の異なる2箇所のデータセンター利用の構成に変更 Internet接続をISP広域イーサネット接続に変更 事務系C/Sシステムにクラウドサービスのサーバ利用開始 学外向けDNSにクラウドサービス利用開始 事務職員使用クライアントをVM Wareシンクライアントに更新して仮想化
2014年 8月	キャンパス内F/Wを撤廃してネットワークを含むクラウド基盤構築 次世代F/Wクラウドサービス利用開始 proxyでクラウドサービスのWebゲートウェイサービス利用開始
2014年11月	印刷環境を全学統一システムに更新
2015年4月 (予定)	教育研究系C/Sシステムのサーバにクラウドサービスのサーバ利用開始 教育研究系C/Sシステムでクラウドサービスのストレージ利用開始 遠隔地バックアップクラウドサービス利用開始 無償クラウドサービスを利用した生涯メールサービス開始

わせて、今後続いて予定されている事務 C/S システムおよび教育研究系 C/S システムのリプレースを見据えて、事業継続性の観点からデータセンターサービスの利用は必須であったため、ネットワーク機器を含むクラウドサービスの利用を目指して、キャンパス間ネットワークおよび Internet 接続の見直しも実施した。見直し前は、各キャンパス間を 1Gbps 専用線で接続し、各キャンパスからはそれぞれ 100Mbps 専用線で Internet 接続していた。この形態を各キャンパス間の専用線接続を廃止して図 1 に示すように、データセンターを介して Internet 接続する形態に変更した。データセンターとキャンパス間は NTT ファイバ系広域イーサネット接続して、データセンターから SINET のノードまでを廉価な 1Gbps ベストエフォートで接続したので、従来の費用内で今後クラウドサービスを積極的に利用可能とするネットワーク形態に変更できた。

2012 年にリプレースしたメールクラウドサー

ビスは月額利用量を支払う SaaS であったが、メニュー化されたサービスではなくデータセンターのラックにアプライアンスのメールシステムおよびネットワーク機器が設置され、利用期間の制限も掛けられていた。メールサーバの機能である GUI 画面からの状況監視・ログ監視等は可能になったが、その他のネットワーク機器の GUI 画面からの状況監視、24 時間 365 日の運用監視などは提供されず、担当 SE の技量にサービス内容は

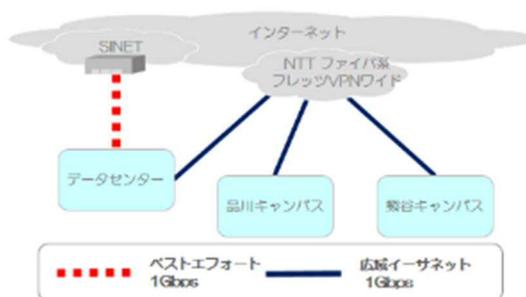


図 1 2012 年ネットワーク

左右された。ネットワーク構成については既存システムの設計資料の不備もあり、新規にデータセンターに設置した F/W は、メールシステムのみルール設定でデータセンターと各キャンパスそれぞれに F/W を設置する複雑な構成となった。

Internet 接続については、ファシリティ環境が向上したためかデータセンターサービスにハウジングしたネットワーク機器を経由した接続となり以前より品質が向上した。

## 4 全学的クラウドサービス利用 (2013 年度)

### 4.1 クラウドサービスへの期待

クラウドサービスおよびデータセンターサービスには、以下の点を期待した。

- メニュー化されたサービスおよび GUI 画面によるオンライン設定・管理運用支援
  - ◇ 保証されたサービス
  - ◇ 導入ベンダーSE の技量に左右されない高度な専門技術のサービス
  - ◇ 設定情報の可視化
  - ◇ ログ等の利用状況の可視化
  - ◇ 学内向けサービスレベルの底上げ
  - ◇ 学内要員の技量に左右されない安定したシステムの導入・運用・管理
  - ◇ 柔軟なリソースの活用
  - ◇ トータルコストの削減
  - ◇ 初期投資額の削減
- 24 時間 365 日の運用監視体制
  - ◇ 耐障害性の向上
  - ◇ 強固なセキュリティ対策
- ISP 提供の安定した広帯域イーサネット接続
  - ◇ 安定した Internet 接続
  - ◇ SINET ノードまでの安定した接続
  - ◇ 確実な ISP 提供の Internet 接続
- ISP 構内配線接続によるクラウドサービス
  - ◇ データセンターサービスでハウジングしたサーバのクラウドサービスへのスムーズな移行
  - ◇ クラウドサービスのサーバとデータセンターサービスでハウジングしたサーバと同様に利用可能
- 堅牢なファシリティ

- ◇ 冗長化した電源・回線・ネットワーク
- ◇ 安定した空調設備
- ◇ 耐災害性に優れた堅牢な建物
- ◇ 学内サーバの撤廃による光熱費削減および省エネ法の遵守

### 4.2 全学的なクラウドサービス利用に向けた見直し

情報メディアセンターでは、前述の通り各種システムで外部サービスを利用しており、サーバなどの設備を保有せずに比較的短期間でシステムの構築ができること、および運用に伴う人的・物質的な負担が軽減されることが認識されていた。クラウドサービスの普及もあり、大学としても「全学的にクラウドサービス利用をすべきでは」と考えられていた。

前年のメールシステムのクラウドサービス利用の実績より、(1) 近年の ICT 技術の発達による高度化・多様化への対応に伴う機器・ソフト・コスト・人員の管理・運用負荷の増加。(2) セキュリティ対策負荷の増加。(3) 大災害時の業務継続性(BCP)の確立。(4) 電力使用量削減への取り組み。などを解決するための選択肢として、全学的なクラウドサービスの利用を再度検討することとなった。

### 4.3 2拠点データセンター利用の理由

事業継続性の確立やセキュリティリスクの低減<sup>1)</sup>を実現するために、情報資産とそれぞれのサービスおよびシステムの特性を分類して性質の異なる 2 箇所のデータセンターを利用することとした。2 箇所のデータセンターは、学外からアクセスされる用途の多いサーバを設置しておく学外向けデータセンター (図 2 データセンター A) および学外からほとんどアクセスされることがなく主として業務システムで利用しているサーバを設置する機密性を保持した学内向けデータセンター (図 2 データセンター B) とに主たる用途を分けた<sup>2)</sup>。クラウドサービスのサーバは、データセンターから ISP の構内配線を利用して接続している。さらに、学内向けクラウドサービス利用のサーバの設置場所は地理的に離れた関西とした。2014 年度末には、データバックアップ用にも関西のデータセンターを利用する。

表2 クラウドサービス利用のメリット・デメリット

メリット	デメリット
ハードやソフトなどの所有を最小限に留め、情報化投資や運用経費の削減が可能になる。	障害時の原因究明が困難であり、大学側で復旧することができない。
インターネットを経由してどこからでもアクセス可能となり利便性が向上する。	過度に依存して大学のシステム運用能力や事故対応能力が低下する恐れがある。
新たな事務機能や教育研究機能の付加価値を創出できる可能性がある。	対外回線に障害が発生した場合にシステムが利用できなくなる。
CO2などの排出ガス環境負荷の軽減できる。	

#### 4.4 学内決定経緯

学内においては、クラウドサービスを積極的に利用するために情報担当副学長を委員長として教員・職員で構成した委員会にて課題を検討・決定した。各委員は、すでに事業継続性を担保するためにクラウドサービスを利用して前述の問題を解決するべきと認識していた。委員会では、表2のようにクラウドサービス利用のメリットとデメリットを把握して「ICT投資コストを削減できるクラウドサービスの利用を経済面と有用性の両面から今後どのように利用すべきか」を以下のような事項について検討した。

- バックアップシステムを含めたBCP対策
- 性質の異なる2箇所のデータセンター利用の必要性
- 安定したサービス
- ネットワーク障害に起因するサービス低下の影響
- 既存複合機システムでの運用実績
- 今後のシステム導入の制約事項の有無
- 既存システムに依存しない新規ベンダー選択の可能性
- 他大学の実績

#### 4.5 クラウドサービス選定結果

最終的に学内委員会では、「各キャンパスからデータセンターまでは専用回線で接続するため学内ネットワークの延長である。クラウドサービスのIaaSサーバおよびSaaSのサービスは、データセンターサービスのハウジングしたネットワーク機器からISPの構内配線経由で接続する。従って、学内ネットワークがデータセンターサービスのハウジングおよびクラウドサービスのサーバまで拡張されたイメージであり、安全である。」旨の結論に至った。

当初、委員会で問題になると想定された(1)国内法の適用の範囲であること。(2)学内データ

をキャンパス外に持ち出すことの可否。については問題として取り上げられなかった。

## 5 2013年度事務システムリプレイス

### 5.1 クラウドサービスとデータセンターサービス

2013年度事務C/Sシステムリプレイスでは、クラウドサービス、サーバ・クライアント、印刷環境に分けてベンダーから提案を受けた。

クラウドサービスのベンダー決定については、本学の特質より外資系でないこと、クラウドサービスのサーバが国内に設置されていることを必須条件として以下の点を中心に比較した。

- 今後クラウドサービスのIaaSサーバの利用が可能で拡張性があること
- SaaSのサービスメニューが豊富であること
- 性質の異なる2箇所のデータセンターサービスを利用した安定したサービス展開が可能なこと
- ネットワークを含むクラウドサービスを利用した基盤整備が可能なこと

その結果、関東・関西に分散配置したクラウドサービスおよび2箇所のデータセンターサービスでハウジングをするハイブリッド構成とした。リプレイス対象機器は、オンプレミスに設置しなければならないものを除き、極力クラウドサービス利用にした。しかし、一部業務システムが仮想化未対応で、仮想化対応するために再コーディングあるいは再コンパイルが必要なシステムがあった。これらは、費用の兼ね合いもあり、サーバを移設してデータセンターサービスでハウジングすることとしたので、一部ネットワーク機器、リプレイス対象外の各種サーバ、そして継続利用することとなった業務用サーバをデータセンターにハウジングした。そして、前年に契約したデータセンターサービスおよび回線は、違約金を払って全面的に新規別ベンダーに変更することを決定した。ま

た、使用年限の制限のあったメールシステムは新規データセンターへ移設することとした。これにより、対外回線の冗長化、クラウドサービスとデータセンターサービスを組み合わせることで柔軟かつ拡張性の高いシステム運用や事業継続性、セキュリティを確保した構成とした。

## 5.2 事務クライアントシステム仮想化

300 台を超える全学事務職員が利用する事務 C/S システムのリプレースを 2013 年度に実施した。2008 年からは全ユーザのデスクトップを含むすべてのデータをストレージに集約して一括管理し、クライアントの端末には一切データを保存させない構成になっていた。クライアントは、FAT 端末に環境修復ソフトをインストールしたシステム<sup>4</sup>であったが、これを VMware View によるシンクライアントとして仮想化した。当初の設計段階では、vCenter とストレージ間の I/O スピードが懸念されたためにストレージはオンプレミスに置く構成とした。最終的にストレージと vCenter のいずれもが品川キャンパスのみに設置される構成となったが、サーバの無い熊谷キャンパスからの使用感に差異はなかった。これにより、

ストレージはデータセンターに設置した方がより安定したサービスができることがわかった。

## 5.3 対外回線

2013 年夏までは、キャンパスとデータセンター間は通信品質が保証されないベストエフォートの 1 回線であったため、年に数回は遅延が発生する、対外接続が切断される、キャンパス間接続が切断される等の問題があった。そのため、2013 年夏のリプレースでは、図 2 に示すようにキャンパスとデータセンター間、および Internet 接続を冗長化した。キャンパスとデータセンター間の主回線は 1Gbps の帯域保障の回線として、バックアップ回線を廉価で従来から利用していたベストエフォートの回線とした。また、主回線とバックアップ回線は、最寄り局舎が異なる電力系ファイバ利用事業者と NTT ファイバ利用事業者とした。これにより、各キャンパスから最寄り局舎まで完全な冗長構成となった。また、学内およびデータセンターの対外回線接続ルータは、障害時は物理的にハードを交換するだけで復旧する 24 時間 365 日の運用監視対象であるクラウドサービス利用とした。

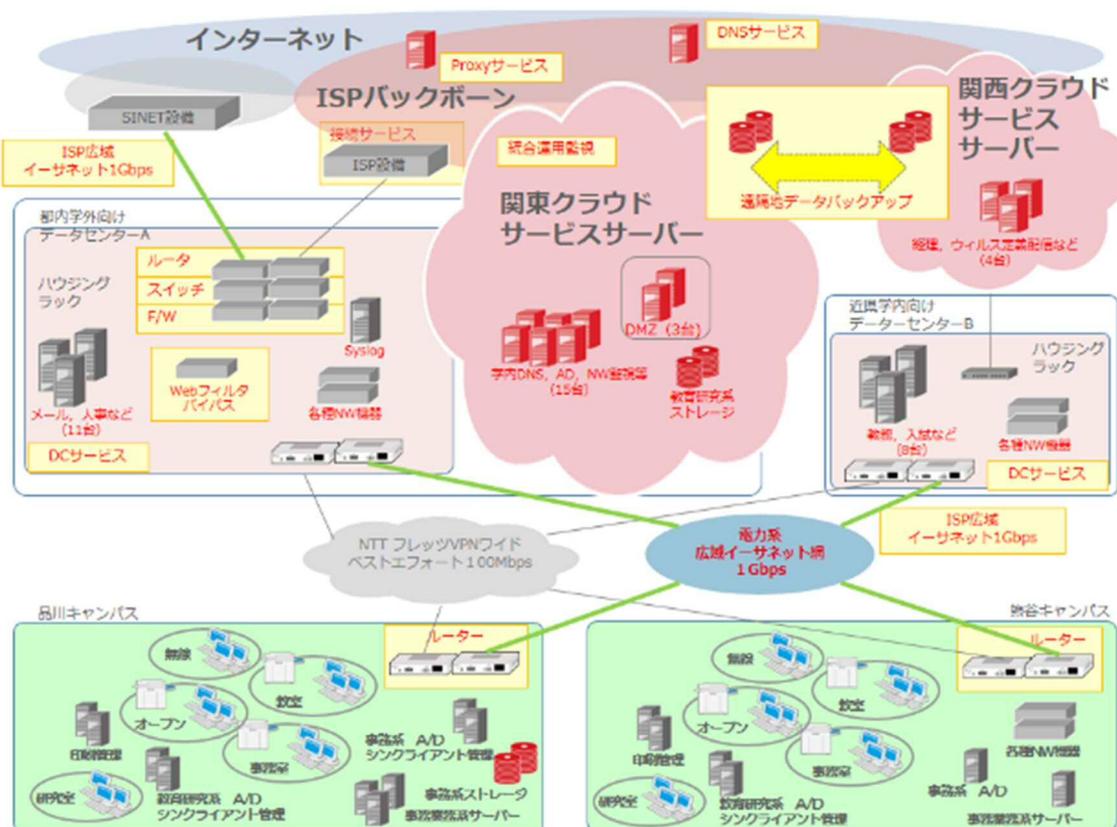


図 2 ネットワーク構成

## 6 ネットワーク構成の見直し(2014年)

2014年は1万人を超える全学生の利用する学内設置クライアントおよび全学のネットワークのリプレースを実施している。夏のネットワークリプレースでは、各キャンパスのF/Wを撤廃してコアSWのみとして、F/Wはデータセンターのみに設置して、物理的にデータセンターまでを完全にキャンパスネットワークとする構成とした。また、データセンターのF/Wは、SaaS提供の次世代F/WであるPaloothaを利用している。proxyは、クラウドサービスのWebゲートウェイサービスを利用して学内のセキュリティ強化を図っている。

秋には従来は、教育研究系と事務系で別々に稼働していた印刷システムを統合して、全学統一印刷システムとなる。

2014年度末には、全学生が授業および自修で利用する学内設置クライアントおよび学内無線LAN環境のリプレースを実施する。従来教室の端末は、FAT端末に環境修復ソフトをインストールしていたが、全クライアントをシンクライアントとして仮想化する。また、従来学生・教員のみサービスしていた無線LANは職員の利用も可能にして、サービスエリアを拡張して全学的に利用可能になる。

2014年度末には、一部の印刷用サーバなどデータ量の都合でオンプレミスに設置しなければならないサーバおよびリプレース時期等の都合でクラウドサービスを利用できていない一部の業務用サーバを除いて、ストレージを含むほとんどのサーバがクラウドサービスに移行される。

## 7 今後の展開・課題

2012年からのクラウド基盤構築では、一部業務システムが仮想化未対応でクラウドサービスの利用を断念してオンプレミスに据え置いた、あるいはデータセンターサービスでハウジングして継続利用したシステムもあった。今後は、これらのシステムも順次クラウドサービスのIaaS、PasSあるいはSaaSに移行する予定である。

全学で積極的にクラウドサービスのサーバを利用して1年以上経過したがIaaSのサーバのハード障害は発生していない。今年度中には、ほとんどすべての学内向けサービスがクラウドサービスのSaaS、IaaSおよびデータセンターサービスを利用することとなる。クラウドサービスを利用

することにより、(1)コストが削減できる。(2)導入・構築時間および費用が抑止できる。(3)耐障害性が向上する。と言われている<sup>[4]</sup>。サービス化されたメニューにより24時間365日の運用監視、GUI画面での設定情報の可視化、ログ等の運用状況の可視化、および質の高い技術サポートなどクラウドサービスを利用するメリットが実感できている。現時点では、空調、電源などの経費は試算できずコストが削減できているとは言い切れないため、今後はこれらの視点についての検証も必要である。また、従来のシステムの設計資料不備により導入・構築時間の短縮もあまり実感できていないが、今後はSaaS利用のシステムは可視化されたGUI画面から設定情報が確認できるので導入・構築時間の短縮も期待できる。一方、データセンターサービスでハウジングしたサーバがクラウドサービスの運用監視対象になり、オンプレミスで設置されていた時には認識できていなかったハード障害の多さに驚いている。

以上の経過観察からもわかるように、クラウドサービスを利用するようになってからも従来とほぼ同等の費用で高品質なサービスが実現できている。現在は、IaaSのバックアップに制限がある等まだまだサービス利用のために制限されていることもあるが、順次サービスメニューが増えているので、将来的にはより柔軟な運用に対応できるようになることを期待する。

今後は、クラウドサービスでSaaS利用する教育研究系C/Sシステム用ストレージに事務C/Sシステム用ストレージを統合する等、学内全体のシステムを印刷システム同様に統合したい。

さらに学内向けサービス拡充の一つとして学生が卒業後も在学中のメールが引き続き利用できる生涯メールを次年度よりサービス予定である。その実現方法としてOffice 365などの無償のクラウドサービスを検討している。個人向け無償クラウドサービスも大学としてサービスする場合には、管理運用のシステムが必要となるが、有償のクラウドサービスで同等のサービスを利用する場合と比較すると非常に廉価である。大容量のメールおよびストレージが学内外関係無く、いつでもどこでも利用できるサービスは魅力的である。今後はこのような無償のクラウドサービスも積極的に利用したい。

## 参考文献

- [1] 井上春樹、「静岡大学のクラウド全面適用 BCP(事業継続計画)を支える情報基盤」、情報管理、vol.55、no.20、p735-745、2013
- [2] 峰内暁世、菅野智文、山下倫範、「学内情報の管理とセキュリティ対策 —立正大学事務システムにおいて—」、第3回パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会、p91-94、2008
- [3] 峰内暁世、菅野智文、友永昌治、「大学情報システムにおけるクラウド基盤構築への取り組み —立正大学事務システムにおいて—」、第8回パーソナルコンピュータユーザ利用技術全国大会講演論文集、p187-190、2013
- [4] 『クラウドによる新情報基盤 SUCCES の紹介』、静岡大学情報基盤センター広報、Vol.1、p8-16、2009