Vol.2016-IOT-32 No.42
2016/3/4

京都女子大学におけるサーバ仮想化基盤の構築

中山 貴夫[1,a)]　宮下 健輔[1,b)]

概要：京都女子大学では，2015 年 9 月にサーバシステムを更改した．このシステム更改では VMware vSphere による仮想化基盤を構築した．その上に 2005 年度より運用していた MacOS X サーバで提供していたメール，Web，DNS など主要な学内サービスを提供しているサーバ群やアプライアンス機器で提供していたファイアウォールやロードバランサを仮想化して移行し，10 月より運用を開始した．本稿では，このシステム導入に関する経緯や構成，導入後の運用状況や現状の問題点などについて報告する．

Nakayama Takao[1,a)]　Miyashita Kensuke[1,b)]

1. はじめに

京都女子大学（以下本学という）は 5 学部 12 学科からなり，学生数約 6,000 名，教職員数約 500 名の中規模私立女子大学である．

本学の情報教育環境としては，2000 年度に KWIINS (Kyoto Women's university Integrated Information Network System) と呼ばれる全学的な情報システムの整備に始まった．その後 2005 年度にサーバ群の更新 [1]，2007 年度にネットワーク機器群の更新 [2]，2010 年度にコンピュータ教室の NetBoot 化 [3] と順次情報教育環境を整備してきた．また，2011 年度から集中管理型のアクセスポイントを導入して無線 LAN 環境の拡充も図ってきた．

これら情報システムの運用体制としては，情報システムセンターが全学および学園の情報システムを掌握し，数名の事務職員と外部委託の常駐 SE，教員はネットワーク管理責任者と運用責任者として参加し，日常的な管理運用を行っている．

本学では 2015 年 9 月にサーバ仮想化基盤を構築し，2005 年度から運用してきたサーバ群を中心にこの仮想化基盤上へ移行し，10 月から運用を開始した．本稿ではこのシステム導入に関する経緯や構成，導入後の運用状況などについて述べる．

1 京都女子大学現代社会学部
faculty for the Study of Contemporary Society, Kyoto Women's University, Kyoto 605-8501, Japan
a) nakayama@kyoto-wu.ac.jp
b) miyasita@cs.kyoto-wu.ac.jp

2. 導入の経緯

2.1 既存の基幹サーバ群の問題点

本学では 2005 年に導入された Mac OS X Server によるサーバ群で Web，DNS，メール，認証などの情報システムの基幹となるサービスを提供し，長らく運用してきた．しかしながら運用開始から 10 年近く経過し，保守部品の供給や OS の更新，保守が終了してからハードウェア故障やソフトウェアに問題が発生した際の対応が非常に困難な状況が続いていた．実際にここ数年はメモリや電源ユニットの不良によるサービス停止が頻発し，そのたびにサーバの再起動や予備機の部品を利用するなどしてなんとかサービスを維持してきた状況であった．また，当然ながら消費電力・発熱量が大きいという問題点も抱えていた．

また，教務系のデータベースや履修登録システム，学習管理システム，教員の業績管理データベースなど，学内の各部署が提供するサービスのためのサーバが毎年のようにサーバルームに設置されていた．これらのサーバは情報システムセンターで詳細を把握できないままに導入・設置されることも少なくなく，サーバルームの空きスペースや消費電力，空調の管理など，情報システム全般に関して不安視される要素が増加してきていた．

2.2 ICT 環境再構築計画

このような問題点を解決するとともに ICT 環境の現状分析と教育研究および大学運営業務への ICT 活用を見据えた将来構想について検討するため，2014 年 10 月に情報システムの再構築検討部会が組織された．この部会では基

© 2016 Information Processing Society of Japan

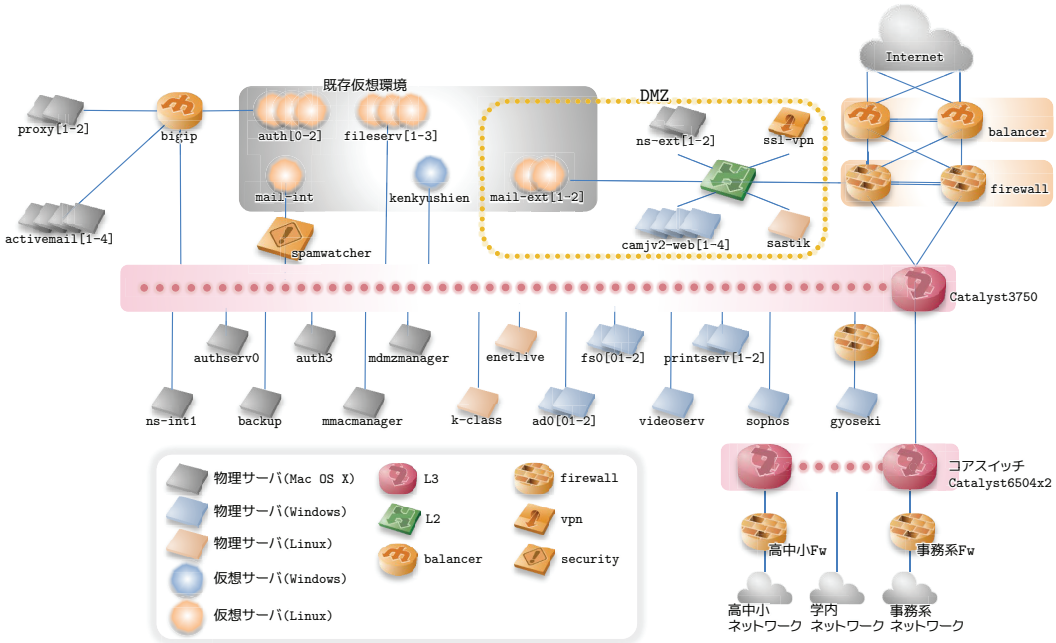

図 1　既存サーバ構成と更新対象機器

幹サーバやネットワーク機器，コンピュータ教室，その他の既存のシステムの更新計画について約 4 か月間の議論を行った．そして ICT 環境の現状分析については先に述べたようなサーバ群に関する不安要素に加え，基幹ネットワーク機器の老朽化についても指摘された．ICT の将来構想については，現在 2017 年秋にオープンする予定の新図書館が建築中であることから，図書館の新築にあわせる形で環境整備を目指すこととし，3 か年にわたる ICT 環境再構築計画を策定した．

この計画では，サーバの可用性や管理運用の工数削減を重要視し，今後のサーバ更新は基本的に仮想化技術を利用することとした．武蔵大学 [4] や広島市立大学 [5] のように，クラウドサービスを用いて情報システムを提供している大学も増えてきているが，サーバの物理的な存在位置や問題が発生した際にどの国の法律に従うかなど，学外に設置されていることに起因する問題を解決する必要があり，これらの問題について学内（学園内）で意思決定がされていないため，提供するサービスごとに検討することとした．

第 1 段階（2015 年度）の計画としては，サーバ仮想化基盤を構築して 2005 年に導入した Mac OS X Server で提供しているサービスの仮想化によるサーバ更新を中心に行うこととした．また，同じく 2005 年度に導入されたファイアウォールやロードバランサーなどのプライアンス製品も老朽化してきたことから，可能なものについては仮想化して基盤上に構築することとした．これにより，物理サーバとストレージなど合計 20 数台にわたる機器（19 インチラックで約 4 本分）を集約し，省スペース化と省電力化を目指した．

この仮想化基盤は，今後学生や教職員に関する情報，シラバスなどの教務関連情報，学生指導や就職活動に関する情報などを一元管理するための統合データベースやそれを利用したポートフォリオシステムの構築，図書館システムの更新も予定されているため，これらのシステムの受け入れも可能なように拡張可能な仕様とする必要があった．

第 2 段階以降の計画としては，基幹ネットワーク機器の更新や無線 LAN 環境の全学への拡充，先に述べた統合データベースの構築，コンピュータ教室環境の刷新などが予定されている．この詳細については現在検討中である．

本報告はこの第 1 段階で行ったサーバ仮想化基盤の構築について述べたものである．

3.　更新対象のシステムとサービス

ここでは今回の導入で更新対象となった機器とサービスについて述べる．

図 1 に本学の基幹サーバ群の構成図を示す．灰色が Mac OS X Server で，青色が Windows サーバである．このうち Mac OS X Server の置き換えを中心にハードウェア保守期限が過ぎている機器やサービスについて仮想化基盤上への移行を検討した．

検討の結果，Mac OS X Server で提供しているサービスについては次のとおりとなった．

authserv0, ns-int1, ns-ext1-2　それぞれ DHCP および Radius サーバ，学内向けの Web/DNS サーバ，学外向けの Web/DNS サーバである．これらのサービスは提供が必要なため，仮想化基盤上へ移行することとした．本学の公式 Web サーバは 2015 年春にクラウドサービスへ移行したが，一部のコンテンツをリバースプロキシによりこのサーバで公開していた．これらの

コンテンツも学外への移行が検討されたが，結果的に引き続きリバースプロキシにより仮想化基盤上で提供することになった．

auth3 コンピュータ教室のうち，Mac 教室で提供しているソフトウェア Vectorworks のライセンスサーバが稼働していた．この機能はコンピュータ教室の Mac 教室のネットブートを行う Macmini サーバに機能を移行することとした．

mmacmanager, mdmzmanager これらは Mac OS X Server の管理サーバであるため，移行対象とはしなかった．

backup 今回導入する仮想基盤上にバックアップをとる機能があるため廃止とした．

proxy1-2 Web プロキシサーバとして，主にコンピュータ教室の端末で利用していた．しかし，教室端末の更改後は利用されておらず，他の学内ユーザからもほぼ利用されていないと思われるため，廃止することとした．

activemail1-4 TransWARE 社の Active!mail 2003 による Web メールシステムを提供しているが，サポートが終了しているため更新の必要があった．山梨大学の Gmail の例 [6] など多くの大学で導入されているクラウドメールシステムへの移行や学内で別の Web メールシステムの導入を検討した．しかし結論には至らず，今回の更新では半年から一年後をめどにこのサービスを終了し，以降は SMTPs, POP3s, IMAPs サービスの提供のみを行うこととなった．

また，次の Windows サーバおよびアプライアンス機器についても移行することとした．

printserv01-02 コンピュータ教室での印刷枚数をカウントするプリントサーバである．OS が Windows Server 2003 であり，OS 保守期限を迎えるため移行対象とした．なお，学生の印刷枚数は年間 300 枚としてある．

bigip F5 社 BIG-IP1500 で，3 台の LDAP サーバ，2 台のプロキシサーバ，4 台の Web メールサーバを負荷分散していた．

ssl-vpn F5 社 FirePass4100 で，学外からの学内限定 Web へのトンネルサービスおよび VPN 接続を提供していた．同時接続数 100 という制限があった．

高中小 FW 本学情報システムセンターは大学のネットワークのみならず，京都女子学園全体のネットワークの運用管理も行っている．京都女子中学校高等学校・付属小学校へのネットワークは大学のネットワークを経由して接続されており，このファイアウォールにより通信を制限している．Juniper 社 Netscreen-25 を設置していた．

4. 導入システムの概要

4.1 仮想化基盤

図 2 に導入した仮想化基盤とその周辺のネットワーク構成を示す．

仮想化基盤には Cisco Systems 社 UCS5108 ブレードサーバシャーシにブレードサーバ UCS B200 M3 サーバを 4 台設置した構成とし，仮想化のハイパーバイザには VMware 社 vSphere ver6.0 を採用した．ストレージには NetApp 社 FAS8020 を採用し，実効容量は 30TB である．

これらの機器を Cisco Systems 社 Nexus3524 x 2 台の冗長構成の下に接続し，そこから既存のコアスイッチ (Cisco Systems 社 Catalyst6504 x 2) に接続した．仮想化基盤およびストレージと Nexus3524 の間はそれぞれ 10GB-SX x 4，10GB-SX x 2 で接続しており，Nexus3524 と既存のコアスイッチの間は 1GE-SX で接続している．

また，Cisco Systems 社 Catalyst2960 x 2 台で冗長構成を組み，2013 年に先行して導入した仮想化基盤を収容することとした．

4.2 構築した仮想サーバ

4.2.1 移行したサービス

まず，旧環境から移行したサーバについて説明する．

Mac OS X Server で提供していたサーバ群はそれぞれ CentOS7 の仮想サーバとして構築した．いずれも vCPU は 2core，メモリ 4G，ストレージは 80GB を割り当てている．負荷分散装置には F5 社の Local Traffic Managrer Virtual Edition，SSL-VPN 装置には Fortinet 社の FortiGate-VM01，高中小 FW には Fortinet 社の FortiGate-VM02 となった．プリント課金サーバは Windows 2012 Server の仮想サーバとして構築した．

また，内部メールサーバ（図 1 の ns-int1）を先行導入した既存の仮想環境から VMware vSphere のライブマイグレーション機能を用いて移行した．メールサービスについては 3 節で述べたように Web メールの終了に対応するため，IMAPs, POP3s, SMTPs サーバの設定を行った．

4.2.2 新規に構築したサービス

次に，今回仮想化基盤の導入にあわせて新規に構築したシステムについて説明する．

各種サーバやネットワーク機器の監視，異常発生時の通知やネットワーク機器のログを集約するサーバとして CentOS7 上で zabbix による可視化を行っている．また，今後導入予定の学生データ統合データベースと，それを利用したポートフォリオシステムのためのサーバとして，RedHatEnterprise Linux7 の仮想サーバを合計 10 台構築した．

© 2016 Information Processing Society of Japan

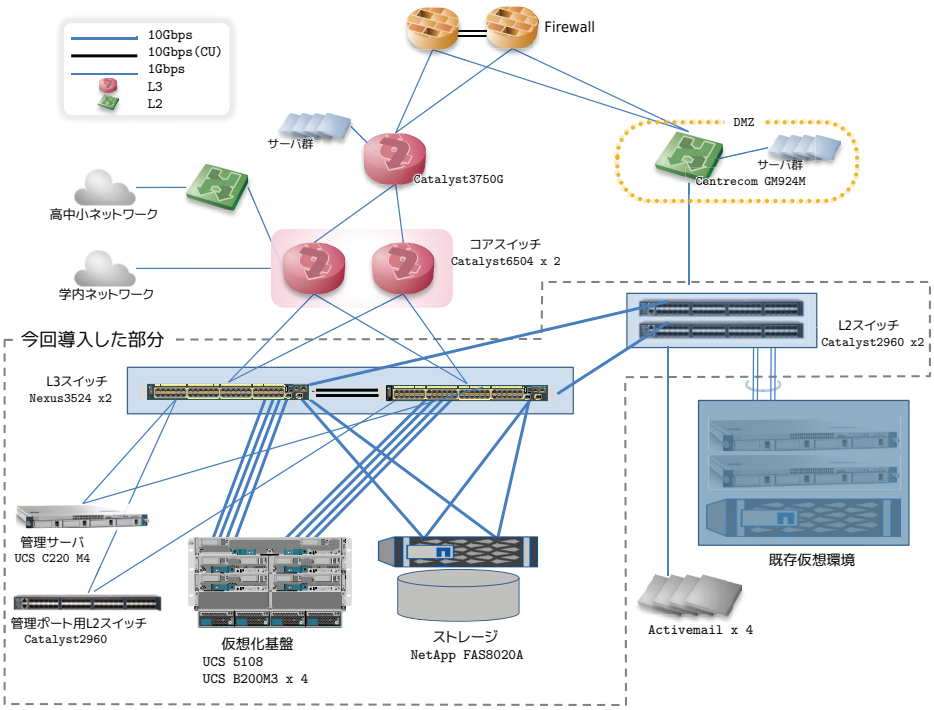

図 2　物理構成図

4.2.3　認証サーバ

今回の導入では以下のような背景から認証システムを見直し，学内利用者への新規サービスとして新たに認証サーバを構築した．まず既存の認証方式と問題点について無線 LAN と有線 LAN に分けて説明する．

無線 LAN　無線 LAN は 2011 年度より Aruba 社のアクセスポイントとコントローラにより提供されている．校舎の新築や建て替え，耐震工事に合わせて順次無線基地局が整備されてきている．2015 年夏の時点では約 150 台のアクセスポイントが稼働しており，Aruba 社のコントローラによる Web 認証システムを用いており，利用者数も増加してきている [7]．

しかし，学生からスマートフォンやタブレット端末を利用して無線 LAN を利用する際，利用のたびに認証作業を行うのは面倒である，という不満の声が挙がっていた．また，今後無線 LAN 設備がない校舎や学生寮への提供エリア拡充や，先に述べたポートフォリオシステムの導入も予定しており，学生が無線 LAN に手軽にアクセスできる環境を整えることが必要であった．さらに，学会などで訪れたゲストユーザに手軽に無線 LAN を利用してもらえるような要望もあった（現在は一時アカウントの発行は可能であるが，学内ユーザが認証を肩代わりして利用している場合が多い）．

有線 LAN　有線 LAN については Radius による MAC アドレス認証と Web 認証を併用している．この Web 認証は認証ページへリダイレクトされるのではなく，利用者自身が `http://1.1.1.1/` にアクセスして認証するもので，利用者から不満の声が挙がっていた．

これらを考慮して認証サーバに対する要求項目は以下の通りとし，日立電線ネットワークス社の Account@Adapter+ を導入することとなった．

(1) IEEE802.1X に対応した認証機能有すること
(2) RADIUS Proxy を使用して eduroam 環境 [8] が利用可能であること
(3) 約 7,000 名もしくは 1 日平均 10,000 デバイスが認証可能であること
(4) 学内の LDAP サーバと連携して，学内外における認証機能が提供可能であること

その結果有線・無線はそれぞれ次のような認証環境となった．

無線 LAN　無線 LAN には表 1 に示す 4 つの SSID を追加した．この結果，学内ユーザ向けの認証としてこれまでの Web 認証に加えて IEEE802.1X と MAC アドレス認証が追加された．MAC アドレス認証は無線対応のプリンタなど，PC 以外の機器の利用に使用することとした．ゲストユーザ用の SSID により，ネットワーク管理者の作業なしに一時利用が可能となった．しかし，利用手続きや規定などについての詳細が決まっていないため，運用は開始してない．また，既存の Web 認証は時期を見て運用を停止する予定である．

有線 LAN　本学の各建物のフロアスイッチは日立電線ネットワークス社の Apresia シリーズで統一されている．しかし導入時期が異なるため同一ポートで複数の認証方式が設定できる機種とそうではない機種が混在

表 1　追加した SSID

SSID	認証方式	用途	アクセス制御
学内用 A	認証サーバと LDAP サーバの連携による IEEE802.1X 認証	学内ユーザ利用	制限なし
学内用 B	Radius サーバで MAC アドレス認証	プリンタなどの機器	制限なし
ゲスト用 A	なし	ゲストユーザ申請用	認証システムのみ
ゲスト用 B	認証サーバ	ゲストユーザ通信用	学内 LAN はアクセス不可

している．そこでまず，接続先の端末および情報コンセントの種類に応じた適切な認証方式を検討した．その結果表 2 のようになったため，各端末が接続されているスイッチおよびポートを調査して，表 2 を満たすようにフロアスイッチの移設や設定変更を行った．

表 2　有線 LAN 端末の用途と認証方式

	認証方式		
	Web	Mac アドレス	IEEE802.1X
PC 教室端末		○	
PC 教室情報コンセント	○	○	○
事務系端末		○	
その他情報コンセント	○		○

5. 導入

5.1 スケジュール

今回のシステム導入は 2015 年度中にサービスが開始できるような日程を組む必要があった．サービス停止を伴う更新作業が行われるため，工事日程としては夏季休業期間か年度末が候補となったが，年度末は入試と合格発表，新入生の受け入れ準備と退職者のアカウント整理などがあり，サービス停止を伴う更新作業は困難と思われた．そこでユーザへの影響が最小限になると思われる夏季休業期間のお盆期間とシルバーウィークにサービス停止を伴う更新作業を予定し，そこから逆算してスケジュールを立てた．

実際には 2014 年 10 月から更新対象となるサーバの選択と ICT 環境再構築で予定されている新規システムの規模の見積もりを開始し，2015 年 3 月に基本的なプランの決定と基本仕様書の作成，2015 年 5 月までに詳細仕様書の策定と入札，2015 年 6 月に業者決定となった．夏季休業期間までの 2 か月で詳細設計な設計打合せを行った．2015 年 8 月のお盆期間中に電源の増設工事とラックの設置を行い，2015 年 8 月末から 9 月にかけて認証サーバ導入のためのフロアスイッチ移設を行い，仮想化基盤の機器搬入とネットワーク切り替え作業は 2015 年 9 月のシルバーウィークに行った．

5.2 導入後のトラブル

SSL-VPN 装置がログインはできるものの，その後学内の Web ページなどにアクセスしても繋がらない，という障害が発生している．再起動すれば復旧するが一週間ほど稼働していると再び発生する状態である．ログから原因を判断することができないため，メーカおよび導入業者に問い合わせ中である．

これ以外については障害等は発生しておらず，既存のサービスは問題なく移行できている．

6. まとめと今後の課題

本稿では，2015 年夏に行った仮想化基盤構築について述べた．2013 年に先行で導入した仮想化基盤と今回の導入により，2005 年から稼働してきた Max OS X Server のほとんどを運用終了することができた．また，IEEE802.1X 認証の導入により利用者の無線 LAN の利便性が向上し，利用者数の増加が期待される．

今後は Web メールシステムの終了に関して利用者への周知が必要となる．Web メール終了後はコンピュータ教室では Thunderbird へ移行し，それ以外については Thunderbird，Android や iOS 付属の標準メールアプリへの移行を推奨する予定である．現在移行マニュアルの整備中であるが，移行の補助についてより検討が必要と思われる．

参考文献

[1] 宮下健輔，水野義之：京都女子大学における情報機器更新計画，情報処理学会研究報告（IOT），No. 101(2005-DSM-039), pp. 25–30 (2005).
[2] 宮下健輔：京都女子大学におけるネットワーク機器の更新-安全・快適なネットワークを目指して-，分散システム/インターネット運用技術シンポジウム 2007 論文集，Vol. 2007, pp. 59–64 (2007).
[3] 中山貴夫，宮下健輔：Open Directory と Active Directory を併用したコンピュータ教室運用，情報処理学会研究報告（IOT），No. 1(2010-IOT-11), pp. 1–6 (2010).
[4] 鍛治秀紀，安東孝二，小野成志：武蔵大学における仮想化基盤を活用したキャンパスネットワークの構築と運用，研究報告インターネットと運用技術（IOT），No. 6(2013-IOT-22), pp. 1–5 (2013).
[5] 前田香織，末松伸朗，北村俊明：広島市立大学における情報ネットワークシステムのクラウド環境移行，研究報告インターネットと運用技術（IOT），No. 19(2015-IOT-28), pp. 1–6 (2015).
[6] 八代一浩，大西康雄，　岡裕人，石原佳典：Gmail システムを用いた大学メールシステムの構築と運用，研究報告インターネットと運用技術（IOT），No. 13(2010-IOT-8), pp. 1–6 (2010).
[7] 宮下健輔：京都女子大学における無線 LAN 利用動向調査，情報処理学会研究報告（IOT），No. 6(2013-IOT-23) (2013).
[8] : eduroam, http://www.eduroam.org.

© 2016 Information Processing Society of Japan