



## 情報工学教育研究用コンピュータシステムの更新 - 教室端末運用から必携PC活用への転換 -

林 豊洋<sup>1</sup>  
 大西 淑雅<sup>2</sup>  
 山口 真之介<sup>3</sup>  
 中山 仁<sup>4</sup>  
 福田 豊<sup>5</sup>  
 大橋 健<sup>6</sup>  
 甲斐 郷子<sup>7</sup>  
 久代 紀之<sup>8</sup>

### 1 はじめに

情報工学教育研究用コンピュータシステム(教育システム)は、本学の情報処理教育を支援することを目的とした本センターが運用する最大規模の情報システムです。2014年4月に稼働したシステムは、2019年4月に新システムへ更新されます。

情報科学センターの発足以来教育システムの設計方針は、教室内に多くの利用者端末を設置し、共通の利用者端末環境(OS, ソフトウェア)を提供することにより、多人数・集合型の情報処理教育環境を支援することが念頭にありました。

対して、民生向けの情報機器の性能は向上が続いています。特にノートパソコンは演算性能、サイズ、バッテリー性能等全てが高い水準にあります。本学の多くの学生が学内にノートパソコンを持ち込み、授業・演習・研究などに幅広く活用しています。大学側も、LMS(e-ラーニングシステム)や履修申告などのオンライン化を進め、パソコンで利用可能な情報システムを整備してきました。この方針を更に推進し、2019年度入学生からはノートパソコン必携化として、学生自身のパソコンの活用を前提とした授業が始まります。

教育システムの更新スケジュールがノートパソコン必携化と重なることから、新システムはノートパソコン必携化の支援を前提とする設計を行いました。これまでの利用者環境端末の提供から、高性能・高可用性を持ったオンラインサービスやアプリケーションの提供が可能なシステムへの転換を行いました。大幅なシステムの転換を行ったため、選定された機材やサーバソフトは、これまでの教育システムとは異なるものとなりました。本稿では、新たな教育システムについて報告します。

<sup>1</sup>情報科学センター 助教 toyohiro@isc.kyutech.ac.jp

<sup>2</sup>学習教育センター 准教授 ohnishi@ltc.kyutech.ac.jp

<sup>3</sup>学習教育センター 助教 yamas@ltc.kyutech.ac.jp

<sup>4</sup>情報科学センター 助教 jin@isc.kyutech.ac.jp

<sup>5</sup>情報科学センター 助教 fukuda@isc.kyutech.ac.jp

<sup>6</sup>情報科学センター 教授 ohashi@isc.kyutech.ac.jp

<sup>7</sup>情報科学センター 准教授 kay@isc.kyutech.ac.jp

<sup>8</sup>大学院情報工学研究院 情報創成工学研究系/情報科学センター長 教授 kushiro@ai.kyutech.ac.jp

## 2 情報工学教育研究用コンピュータシステムの概要

本節では、情報工学教育研究用コンピュータシステムの概要と、その設計方針について解説します。

### 2.1 歴代のシステムの概要

まずは、歴代の情報工学教育研究用コンピュータシステム(教育システム)の概要について説明します。教育システムは、情報科学センターが発足当時の1987年から継続して運用されており、4-5年おきの更新を繰り返し、2014年4月に稼働したシステムが7代目のシステムとなります[1]。歴代の教育システムの概要を図1に示します。

導入年度 システム概要	特徴	利用者端末	利用者OS	ホスト計算機	CPUサーバ	ファイルサーバ	仮想基盤	ネットワーク接続・機器
1988年 メインフレーム	大型計算機ベース、対外接続(BITNET)、 者へのメールアカウント	パーソナルコンピュータ	VM/CMS	IBM3081-KX6 (メモリ64MB、 ディスク20GB) IBM4381-R23 (メモリ32MB、 ディスク10GB)	-	-	-	LAN:4Mbps キャンパス間:9.6Kbps
1992年 UNIXワークステーション	散型システム、UNIXベースへの 転換	X-Window端	UNIX(SunOS)	Sun SPARCstation 2 (メモリ48MB、ディスク 414GB)×37	-	Sun SPARCserver 490(メモリ64MB、 ディスク20GB)×2	-	システム内:10Mbps キャンパス間:64Kbps
1996年 UNIXワークステーション	散型システム、ネットワーク サービス専 CPUサーバの導入	X-Window端 (カ ラール示)	UNIX(NEWS- OS)	SONY NEWS-7000B (メモリ256MB、 ディスク2GB)×20	Sun SPARCstation 5 ×10	SONY NEWS 5000X (ディスク 90GB)×4	-	システム内:100Mbps キャンパス間:600Kbps
2000年 ディスクレス PC端	ディスクレスPC端末への転換、 者端へのLinux採	ディスクレス PC (Celeron 400MHz、メモリ 256MB)	Linux	-	Compaq AlphaServer ES40(メモリ2GB、ディスク 18GB)×2 Compaq Personal Workstation 6000au ×16 他	Compaq AlphaServer DS20(ディスク 320GB)×4	-	システム内:1Gbps キャンパス間:6Mbps
2005年 ディスクレス PC端	アプライアンス型ファイルサーバ 導入、サーバへのLinux採、 サーバのディスクレス化	ディスクレス PC (Pentium4 400MHz、メモリ 1GB)	Linux	-	HP DL360G3 (Xeon 2.8GHz、 メモリ3GB)× 32 HP ML370G3 (Xeon 2.8GHz、 メモリ3GB)×4	NetApp FAS940 (5.2TB)×2	-	システム内:1Gbps キャンパス間:100M0bps
2009年 ディスクレス PC端	仮想基盤の導入、Webストレージ Webメール等のネットワーク サービス導入	ディスクレス PC (Core2Duo 2.1GHz、メモリ 2GB)	Linux Windows(一 端)	-	-	NetApp FAS3140 (9.6TB)×2	ハイパーバイザ: VirtualIron(Xenベース) サーバ: HP BL460c (Xeon L5420、 メモリ9GB)×18 HP BL460c (Xeon L5420×2、 メモリ16GB)×4	システム内:1G、10Gbps システム内ネットワーク装置:ア プライアンス型ファイアウォール キャンパス間:10Gbps
2014年 ネットア ポート PC端	遠隔端 サービス拡充、LMS稼働 (学習教育センター) 電子メール 止(九工大メールへ 移行)	ネットア ポート PC (Dell Optiplex9020 USFF、Core i3 3.4GHz、メモリ 8GB、キャッシュ SSD 128GB)	Linux Windows(全 端)	-	Cisco UCS B22M3(Xeon E5- 2450、 メモリ64GB)×15	NetApp FAS3220 (14TB)×2	ハイパーバイザ: VMWare ESXi サーバ: Cisco UCS B22M3(Xeon E5-2450、 メモリ128GB)×6	システム内:1G、10G、10G×2bps 仮想基 インターネット: 10Gbps×8 システム内ネットワーク装置:ア プライアンス型ファイアウォール キャンパス間:40Gbps

図 1: これまでの情報工学教育研究用コンピュータシステムの概要(文献[2]に基づき作成)

教育システムは、導入時点で先進的な機器を導入することが多く、サーバ計算機はメインフレーム、UNIXワークステーション、PCサーバ、仮想環境と変化しました。利用者環境となる端末計算機も、ホスト計算機(メインフレーム)へのパソコンでの接続、ホスト計算機(UNIX)へのX端末での接続、そして2000年度からはディスクレスPC上で利用者向けOSを稼働させる方式に変化しました。ネットワークサービスとして、近年はLMS(e-ラーニングシステム)、ネットワークストレージ、VDIによるリモートアクセス環境などが提供され、教室外からの利用向けサービスが充実化しました。

時代と共に構成は変化し、システムの性能や利便性は向上を繰り返してきました。しかし、教育システムが提供する最重要のサービスは、一貫して「多人数、集合型の情報教育のための安定した環境」であり、教室内に多くの利用者端末を設置し、共通の利用者端末環境(OS、ソフトウェア)を提供することを目的としたシステムの設計を実施してきました。

## 3 本学での教育におけるPC活用方法の変化

本センターの教育システムをはじめ、本学には利用者端末を有する多くの情報システムが存在します。学生は講義利用以外にも、自習や履修申告等の各種手続きのため、自由に端末を利用することが可

能です。

対して、民生向けの情報機器の性能は向上が続いています。他大学では、ノートパソコンの高い性能を活かし、学生のノートパソコン必携化 (BYOD: Bring Your Own Device) を導入し授業に活用する事例も存在します。

工業系の単科大学である本学においては、情報基礎科目等への適用にはノートパソコンの性能は不足と考えられていたため、BYODの検討は見送られていました。しかし、この状況は2016年度あたりを境に転換期を迎えたと認識しています。

2018年度に九州工業大学生協が学生向けに販売したノートパソコンは、2014年度に運用を開始した教育システムで導入されたPC端末(デスクトップPC)と同等以上の性能を有しており、満充電であれば一日の授業に耐えうるバッテリーが搭載されています。このような背景より、本学の学生の大半がノートパソコンを所持し、学内で使用しています。大学側も、無線LANアクセスポイントを多数配置し、本学の建屋内の殆どの場所で学内ネットワークに接続できる環境の整備や、個人のパソコンで利用できる様なLMSや履修申告のオンライン化に対する整備、電子メールやオンラインストレージの学外クラウド化などを推進してきました。

ノートパソコンの性能、所持率、学内の情報システムの整備状況が高い水準となり、本学においても学生のノートパソコンの必携化の実現性が検討され(2016年度)、情報工学部新生に対する試行(2018年度)を経て、2019年度からの全ての新生生に対する必携化[4]が決定しました<sup>9</sup>。

### 3.1 教育システムが提供すべきサービスの変化

教育システムの更新スケジュールと、ノートパソコン必携化が検討されたスケジュールは、おおよそ以下の通りです。

**2016年度後期** ノートパソコン必携化に関する情報収集

**2017年10月から2018年6月まで** 教育システム仕様策定

**2017年11月** 2018年度新生生に対する情報工学部でのノートパソコン必携化の試行、2019年度新生生からの全学導入が決定

**2018年4月** 情報工学部でのノートパソコン必携化試行

**2018年6月** 教育システム仕様策定完了

**2018年10月** 新教育システム構築作業開始

**2019年4月** 新教育システム稼働、全学でのノートパソコン必携化開始

教育システムの仕様策定開始時にはノートパソコン必携化は検討段階にありましたが、仕様策定中に必携化のスケジュールが決定しました。結果的に、新システムの稼働とノートパソコン必携化の全学導入が同時期となることから、仕様策定委員会では教育システムが提供すべきサービスの方向性について議論を行いました。

仕様策定委員会での検討の結果、

1. ノートパソコン必携化の支援を想定したサービスやサーバ機器の導入
2. 機材・機能の集約化や共用機材を活用したコスト削減
3. パブリッククラウド等を活用した可用性向上・機能向上

を主体としたシステム要件を決定しました。また、これまでの教育システムで運用を行っていた教室への端末設置、共通の利用者環境については、2018年度以前の入学生に対する経過措置として提供すべきとされました。

<sup>9</sup>本学におけるBYODの検討・導入に関する詳細は、文献[3][5]をご参照ください。

## 4 新システムの概要

本節では、新システムの設計方針や、システムを構成する機材やソフトウェアの概要について説明します。

### 4.1 システムの設計方針

**ネットワークサービス提供を主体とした設計** ノートパソコンを活用した授業では、今まで以上にネットワークサービスの重要性が増大します。

例えば、講義資料をダウンロードやレポートの提出等のため LMS が活用されます。LMS は同時アクセス時の高負荷に耐える設計に加え、大容量ファイルのアップロードや、学習履歴の分析のための機能を要します。また、授業で特定のアプリケーションを利用することを考えた場合、対象となるアプリケーションをネットワーク経由でインストール出来ることや、アプリケーションの利用期限が設定できることが重要となります。

**集約化仮想化システム・ネットワーク機器** サーバシステムについては、前述のネットワークサービスを高い応答性と信頼性の下で提供するため、多数の仮想サーバが稼働できる必要があります。多数の仮想サーバの稼働時には、補助記憶への膨大なアクセスが発生するため、ストレージ装置も高性能である必要があります。このような条件を満たす高密度に集約化された仮想化システムの導入を検討しました。

また、ネットワーク装置は広帯域の IP 接続に対応できる機材の導入、より高度な冗長化を行うため、Layer4-7 スイッチングや SSL オフロードに対応した負荷分散装置の導入を検討しました。

**論理分割可能なシステム設計** アプリケーションサーバの運用や、仮想化システムの利用者は情報科学センターのみとは限りません。例えば、LMS の管理運用は、本学学習教育センターが行います。LMS を構成するサーバ群が要する仮想サーバ・ストレージ・ネットワーク資源は、情報科学センターとは独立して管理できると、管理性が向上します。すなわち、機材の資源量の一部を切り出し、その管理権限を他部局に渡せる論理分割機能が重要となります。

**他部局共用機器、サービスの活用、非対称のシステム配置** システムの機材選定は、重点的に構成を強化する部分と、過度に冗長となるような構成を避けるバランスが重要となります。新システムは、ネットワークサービスを稼働するための基盤を強化する代わりに、システムの集約化や他部局のサービスを活用し、システムの過度な冗長化を排除しています。

また、これまでの教育システムは、戸畑・飯塚にほぼ均等なサーバ・ネットワーク機器を配置していました。これは、これまでの教育システムは利用者端末の管理運用が主体であり、応答性を重視していたためです。新システムはネットワークサービスの提供を主体とするため、機器を集約し配置することに利点が生じます。従って、新システムでは、主に飯塚キャンパスに機器を集約する配置を採用しました。

### 4.2 システム構成の概要

新システムは提供する機能毎に、5つのサブシステムで構成されます。また、本システムの調達・仕様策定とは別に、本システムと関連性の高い2つのシステムが付随します。新システムと付随システムの構成を図2に示します。また、各サブシステムの概要と主な提供サービスとの関係は図3の通りです。

情報工学教育研究 コンピュータシステム(2019)構成図

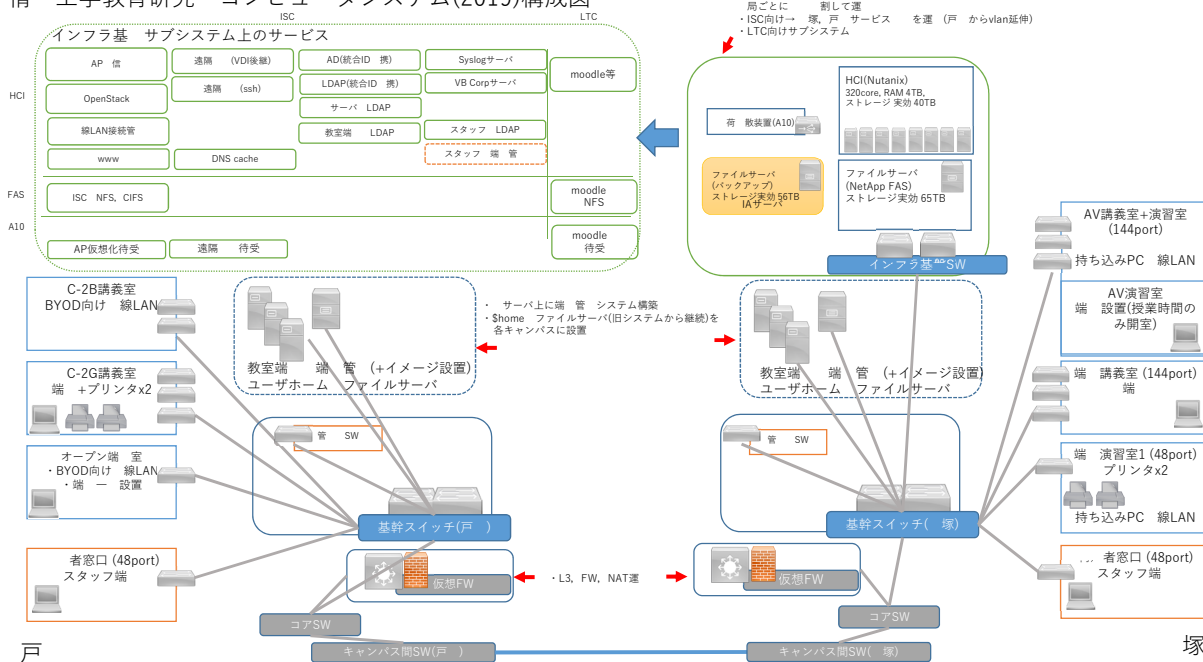


図 2: 情報工学教育研究用コンピュータシステム (2019 年度導入) 構成図

サブシステム	システム概	主な提供サービス	ハードウェア	ソフトウェア・サービス
工学 教育 計算機サブシステム 情報工学 教育 計算機サブシステム	学生(7000ユーザ)の情報 基礎教育, 情報 教育, 自主学習環境を提供する	・アプリケーション 信 ・OpenStackによる仮想OS提供 ・線LAN情 コンセント ・シングルサインオン(SAML 携)	・Juniper Networks EX2300, EX3300(教室内 フロアスイッチ)	・Numacent CloudPaging(アプリケーション 信) ・Acropolis OpenStack Driver(仮想OS提供, シングルサインオン)
ICT教育支援サブシステム	学生体の需 に対応できるLMS, 教材やレ ポート, 学習記 を一定期間安全に 管・管 する機能を提供する	・学習支援サービス(LMS, ファイルアップ ロード, 講義アーカイブ 携, 学習 存) ・シングルサインオン(SAML 携)	-	・Moodle(LMS, シングルサインオン) ・OwnCloud(ファイルアップロード) ・Learning Locker(xAPI, Caliperによる学習 存)
インフラ基 サブシステム	他のサブシステム, 他 局の情報 システムに 対し, 仮想マシン基, 高性能サーバ, データ タストレージ, ネットワークを提供する	・大規 仮想マシン基 (320CPUコア, メモリ 総 4TB, データストア40TB, 学外クラ ウド 携) ・NFS/CIFSファイルサーバ ・ネットワーク 荷 散(L4,L7スイッチおよ びSSLオフロード) ・サブシステムの資源を 割し, 他 局に 提供( 割機能)	・Nutanix NX-3060(ハイパーコンバード型 仮想基 ) ・NetApp FAS2650(ファイルサーバ) ・HP DL380 Gen10(バックアップファイル サーバ) ・Juniper Networks EX4600(コアスイッチ, インフラ集 スイッチ) ・A10 Thunder1040S(ネットワーク 荷 散 装置)	・AHV/AOS(ハイパーコンバード型仮想基 ) ・ONTAP(ファイルサーバ) ・ONTAP Select(バックアップファイルサ サーバ) *L3/ファイアウォール機能は情 基 運 室 機材を使
者管 認証サブシステム	システムの 者に関するアカウント情 の出入, 管, 者認証機能を提供する	・統合ID管 システムとのアカウント 携 ・AD, LDAP認証基 ・802.1x認証	-	・統合ID 携Active Directory ・統合ID 携LDAP ・製AD.LDAP ・Windows NPS(802.1x認証)
システム運 管 サブシステム	システムのサブシステム群の管 を行う設 , 機能を提供する	-	・Fujitsu LIFEBOOK UH90(運 管 計算 機) ・Juniper Networks EX2300, EX3300(管 フロアスイッチ)	・Hinemos(仮想OS運 監視)
(サブシステム外) その他サービス	システムの調達に含まれないサービスにつ いて, 情 科学センターが構築し提供する	・遠隔ログイン(GUI, ssh) ・教育システムweb(オンラインガイド含む) ・Linux端 イメージ作成, 提供(BYOD 含 む) ・ログ収集, 監視 その他	-	-
(サブシステム外) 教室端 (経過措置)	旧システム運 年度(2018年度以前)入学した 学生に対し, 教室に設置した 者端 環境を 提供する	・者端 (Linux / Windows, 戸 x台, 塚y台) ・プリントサービス(戸 2台, 塚2台)	RICOH SP 8400 (プリンタ) * ネットノートPC(Dell Optiplex9020 USFF) * NetApp FAS3140 (者ファイルサーバ)	・OSV VHD boot(ネットノートシステム)

図 3: サブシステムの概要および主な提供サービス

**教育用計算機サブシステム** 教育用計算機サブシステムは、学生の教育環境および自主学習環境の提供を目的としています。本サブシステムは、利用者のパソコン (Windows PC) に対するアプリケーション配信機能 (Numecent CloudPaging 9.1)、アプリケーションサーバ構築等の実験用の仮想 OS (CentOS, Ubuntu を予定) を提供する機能 (Acropolis OpenStack Driver Queen)、情報科学センターの一部の講義室に設置された有線 LAN を用いた情報コンセントサービスを提供します。

一世代前の教育用計算機サブシステムでは、講義室に設置された教育用端末の運用、利用者環境である OS・アプリケーション・ファイルサーバ、ネットワークストレージ等の利用者向けネットワークサービスを提供することを目的としていました。新システムでは、目的が大きく変化しました。

**ICT 教育支援サブシステム** ICT 教育支援サブシステムは、本学全体の需要に対応できる LMS サービスの提供を目的としています。本サブシステムは、大規模なアクセスに対応可能な LMS (Moodle 3.5, 8 台冗長構成)、LMS と連携動作するネットワークサービス (ownCloud community edition, Virtual Programming Lab, OpenMeetings)、学習履歴の保存サービス (Learning Locker v2) 等を提供します。

一世代前の e-ラーニング支援サブシステムに相当しますが、ノートパソコン必携化後は LMS の重要性が非常に高くなることを見込み、システムの性能や機能を強化しています。

**インフラ基盤サブシステム** 一世代前の教育システムは、各サブシステムを稼働させるためのサーバ・ストレージ・ネットワーク機器等のインフラ部分について、対応するサブシステムが有する構成が採用されていました。近年は、機材の機能として、資源を部分的に切り出し、論理的・仮想的な機材を構成することが可能となりました (論理分割)。論理分割した領域は、機材の利用者管理機能と連携し、各サブシステムや利用組織に提供することが可能です。

新システムでは、機材を集約したインフラ基盤サブシステムを構成し、仮想マシン基盤・ストレージ・ネットワーク資源を各サブシステムに提供します。各サブシステムの資源が本サブシステムに集中するため、特に仮想マシン基盤は高い冗長性、広帯域性、高密度性を有する必要があります。このような仕様を満たす機材として、新システムでは最新の仮想化技術である HCI (ハイパーコンバージド方式) を採用した機材 (Nutanix NX-3060 シリーズ) を採用します。ネットワーク機器は 40Gbps 接続に対応した機材 (Juniper EX4600 シリーズ) や、接続方式によるスイッチング機能 (L4-L7 スwitching) や暗号化の高速処理機能 (SSL オフロード) を有する負荷分散装置 (A10 Thunder 1040S CFW) を採用します。

また、仮想マシン基盤やファイルサーバのバックアップについては、一定の信頼性を保ちつつコスト削減を実施する目的から、パブリッククラウド上への仮想マシンのバックアップ機能 (Nutanix CloudConnect) や、バックアップ専用ストレージ (NetApp ONTAP Select 搭載サーバ) を採用します。

**利用者管理認証サブシステム** 利用者管理認証サブシステムは、本学の全学統合 ID 管理システムと連携し、本システムの利用者に関するアカウント管理・認証機能を提供します。

一世代前の教育システムでは運用管理機能の一部として構成されていましたが、利用者認証機能に対する重要性や必要な機能レベルが高度化していることから、独立したサブシステムとして構成しています。利用者管理・認証サーバとして、Active Directory (Microsoft Windows Server 冗長構成)、LDAP (OpenLDAP 冗長構成)、IEEE802.1x 認証用 RADIUS (Windows NPS) が稼働します。

**システム運用管理サブシステム** 本システムのサブシステム群の管理を行うための機材で構成されています。近年の多くの機材は、ウェブインタフェースや SSH によるコンソール接続が可能であるため、簡素な機材群で構成しています。

**教室端末, 利用者環境 (サブシステム外)** これまでの教育システムでは, 情報科学センターの講義室に利用者端末を設置し, 利用者環境である OS やホームディレクトリ, プリントサービス等が提供されてきました. 新システムの機能としては, これらは提供されません.

ただし, ノートパソコン必携化導入の経過措置として, 2018 年度以前に入学した学生を対象とする利用者端末 (OSV-VHD boot によるネットブート PC), 利用者環境 (OS:Ubuntu 16.04LTS, Windows 10, ホームディレクトリ:NetApp FAS3220 上に 1GB), プリントサービス (リコー IPSiO SP 8400) が提供されます. 端末の設置台数は戸畑 115 台・飯塚 126 台 (一世代前の半数程度), 提供期間は期限付き (最長で 2021 年度まで) となります.

また, これまでの教育システムで提供されていたリモートアクセスサービス (ssh, VDI 方式による Ubuntu, Windows10 仮想デスクトップ) については, 同様に 2018 年度以前に入学した学生を対象として, 規模や実装を変更した代替サービス (ssh, RDP 方式による Ubuntu 仮想デスクトップ) を提供する予定です.

**講義用 SSID の運用 (サブシステム外, 情報基盤運用室による管理運営)** 本学の講義室や共用スペース (戸畑 168 箇所, 飯塚 159 箇所, 若松 37 箇所) には, 情報基盤運用室が管理運営する無線 LAN のアクセスポイントが設置されています. アクセスポイントでは, 九工大 ID 所有者向けに 2 つの SSID (KIT-IA:IEEE802.11 a/n/ac (5GHz 帯), KIT-IB:IEEE802.11 g (2.4GHz 帯)) が利用可能です.

ノートパソコン必携化に合わせ, 講義利用に適した講義用 SSID の運用が開始されます. 講義用 SSID は, ノートパソコンを活用した授業向けとして, 多数の端末の同時接続に対応した高速化 (IEEE 802.11ax 4x4 MIMO 活用, チャンネルボンディングの採用), 講義に支障を与えかねない特定のアプリケーションやサービスに対する接続制限 (授業時間内における OS アップデートやゲーム等の通信を制限) が導入されます. 講義用 SSID は, 新システムの稼働に合わせ, 情報科学センターの講義室より展開される計画です.

このように, 新システムはこれまでの教育システムから大きく構成が変わりました. システムの特徴, 利用者端末, 利用者の OS, ハードウェア等を対象に, 2014 年度に導入された一世代前のシステムとの比較を図 4 に示します.

### 4.3 他のネットワークサービスとの関連性

本学には, 学生・教職員・研究グループなどに対して, 様々な利用シーンを想定した様々なネットワークサービスが提供されています. 代表的なサービスとして, 全学・卒業生向けの九工大メールサービス (Office365), パブリッククラウドの利用支援サービス (Amazon Web Services), WWW サーバ集約化サービス (IDCF クラウド) 等が挙げられます. また, 大学生協が運営する電子書籍配布サービス (電子書籍の配信及び eBooks リーダの提供) を活用し, 教科書や教材の電子書籍化を推進する動きもあります.

新システムがノートパソコン必携化の活用を支援するシステムに転換したことから, 提供済みのこれらのサービスと連携することによるメリットが期待されます. 例として, 他のサービスとシングルサインオンが実現した場合, 電子書籍サービスと LMS のシームレスな連携が可能となり, 利便性は大幅に向上します (図.5).

## 5 システム調達・構築スケジュール

本システムは, 仕様を策定する際の検討すべき項目が多岐に渡ること, また調達規模も大きいことから, 手続きの開始から導入まで, およそ一年半を要しました. 新システムの導入に関わるスケジュールを以下に示します.

導入年度 システム概要	特徴	利用者端末	利用者OS	CPUサーバ	ファイルサーバ	仮想基盤	ネットワーク接続・機器
2014年 ネットブート PC端末	遠隔端末サービス拡充,LMS稼働(学習教育センター) 電子メール廃止(九工大メールへ移行)	ネットブートPC (Dell Optiplex9020 USFF,Core i3 3.4GHz,メモリ 8GB, キャッシュ用SSD 128GB)	Linux Windows(全端末)	Cisco UCS B22M3(Xeon E5-2450,メモリ 64GB)×15	NetApp FAS3220 (約14TB)×2	ハイパーバイザ: VMWare ESXi  サーバ: Cisco UCS B22M3(Xeon E5-2450,メモリ128GB)×6 仮想基盤用ファイルサーバ: NetApp FAS2240A(約9TB)×2  コア総数: 96 メモリ総容量: 768GB ストレージ総量: 18TB	システム 内:1G,10G,10G×2bps 仮想基盤インターコネク:10Gbps×8  システム内ネットワーク装置: アプライアンス型ファイアウォール  キャンパス間:40Gbps
2019年 必携PC活用	・持ち込みPC向けネットワークサービスの拡充 - LMSサービスの拡充(学習教育センター) - アプリケーション配信 - VM提供(OpenStack)  ・基盤強化 - ハイパーコンバージド導入 - 負分散装置導入 - 仮想基盤のリソース分割, 他部局への提供  ・共用機器, サービスの活用 - Webストレージ廃止 (Office365へ移行) - VPN, ファイアウォール装置廃止(情報基盤運用室機器へ移行)  ・旧システムからの経過措置 - 従来の半数の教室端末未運用	利用者の持ち込みPC	持ち込みPCで稼働するOS  従来の端末環境相当のUbuntuを仮想環境として配布	-	メイン: NetApp FAS2650 (約60TB)  バックアップ: Ontap Select + HP DL380(約55TB)	ハイパーバイザ: Nutanix AOS / AHV (KVMベース)  サーバ: Nutanix NX-3060(Xeon Gold 6138 × 2,メモリ512GB,HDD 8TB, SSD 2TB) × 8  コア総数: 320コア(2014の3倍) メモリ総容量: 約4TB(2014の5.3倍) ストレージ総量: 実効40TB(2014の2倍)  全てのサービスを仮想基盤上で運用	システム 内:10G,10G×2.40Gbps 仮想基盤インターコネク:10Gbps×4  システム内ネットワーク装置: アプライアンス型負分散装置  キャンパス間:40Gbps

図 4: 新システム (2019 年度導入) と旧システム (2014 年度導入) との比較

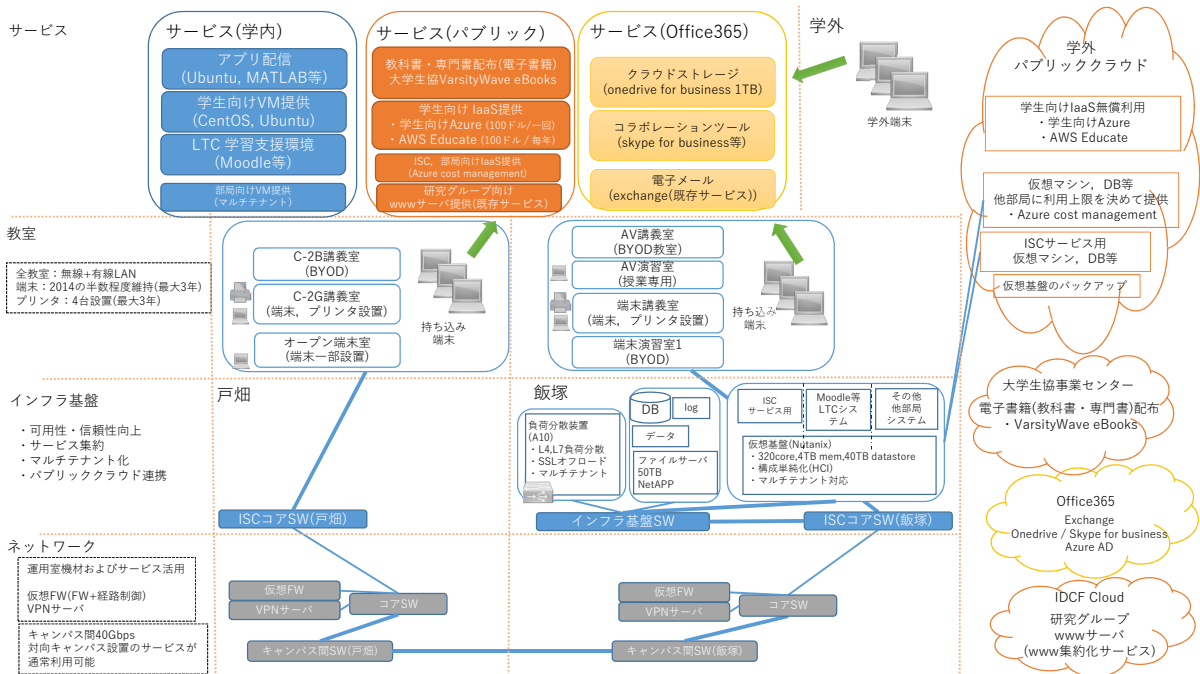


図 5: 新システムと他のサービスとの関連性



2017年11月 調達手続き開始, 仕様策定委員会 (第一回, 第二回)  
2017年12月 仕様策定委員会 (第三回), 学内アンケート実施  
2018年2月 仕様策定委員会 (第四回), 資料招請  
2018年3月 仕様策定委員会 (第五回), システム要件がほぼ決定  
2018年4月 仕様策定委員会 (第六回), 仕様書案確定  
2018年5月 仕様策定委員会 (第七回), 意見招請  
2018年6月 仕様策定委員会 (第八回), 入札説明会実施  
2018年8月 技術審査  
2018年9月 開札, 業者決定  
2018年10月 新システム構築開始, ネットブート PC 運用システム仕様策定 (別調達系)  
2019年1月 サーバ, ストレージ基盤構築完了  
2019年2月 新統合 ID 管理システムへの接続完了  
2019年3月上旬 (予定) 新システムへの切り替え完了  
2019年3月中旬 (予定) ネットブート PC 運用システム切り替え完了 (別調達系)

## 6 まとめ

本項では, 2019年4月から運用を開始する情報工学教育研究用コンピュータシステム (新システム) について解説しました。ノートパソコン必携化に合わせ, これまでの教室端末機能の提供を主体としたシステムから, オンラインサービスやアプリケーションサービスの提供を主体としたシステムへ転換しました。

安定化, 高機能化された LMS や, アプリケーション配信システムなど, ノートパソコンを活用した授業を支援するアプリケーションサービスの充実化が図られました。システムを構成する機材も, ハイパーコンバインド方式の仮想基盤, 他部局へリソースを提供できる論理分割機能, パブリッククラウドへの拡張が可能な構造など, 先進的な機能を有しています。

対して, ネットワーク機能の一部について他部局のサービスを活用する点や, 戸畑・飯塚でシステムの規模を非対称とした点など, 一定の信頼性を保ちながらコスト削減を図っています。

今後, 新システムで導入した機能を十分に活用し, さまざまな要望にも応えられるよう, 引き続きシステムの改良と更新を行っていきたいと考えています。

**謝辞** 情報工学教育研究用コンピュータシステムの仕様策定にあたっては, 大学院工学研究院 浅海賢一教授, 池永全志教授, 山脇彰准教授, 大学院情報工学研究院 古賀雅伸教授, 藤原暁宏教授, 大学院生命体工学研究科 田向権准教授, 情報工学部事務部 武谷英彦事務長に多大なるご尽力を頂きました。ここに感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 計算機システムの概要, 九州工業大学情報科学センター公式ウェブサイト, <https://www.isc.kyutech.ac.jp/machine/sys2014/>.
- [2] 中山 仁, 情報科学センター教育用計算機システムの変遷, 九州工業大学情報科学センター広報 第28号, 2016.

- [3] 大橋 健, 甲斐 郷子, 久代 紀之, 鶴 正人, 九州工業大学におけるノートパソコン必携化について, 九州工業大学情報科学センター広報 第30号, 2018.
- [4] ノートパソコン必携化のおしらせ ～Kyutech BYOD (Bring Your Own Device)～, 九州工業大学公式ウェブサイト, [http://www.kyutech.ac.jp/student-cheer/kyutech\\_byod.html](http://www.kyutech.ac.jp/student-cheer/kyutech_byod.html).
- [5] 富重 秀樹, 井上 純一, 林 豊洋, 甲斐 郷子, 必携ノートパソコンの推奨仕様策定における性能評価の試み, 大学ICT推進協議会 2018年度年次大会, MP-11, 2018.
- [6] 福田 豊, 畑瀬 卓司, 富重 秀樹, 林 豊洋, BYOD 環境整備に向けた無線 LAN 通信実験, レジリエントな情報システム構築によるインターネットと運用技術, 情報処理学会論文誌, 2019, 採録予定.
- [7] Steven Poitras, The Nutanix Bible, <http://nutanixbible.com/>.
- [8] numecent inc, CloudPaging, <https://www.numecent.com/cloudpaging/>.
- [9] The OpenStack Foundation, What is OpenStack?, <https://www.openstack.org/software/>.
- [10] 学習支援サービス, 九州工業大学学習教育センター, <http://www.ltc.kyutech.ac.jp/service/moodle/>.
- [11] HT2Labs, Learning Locker - The World's Most Installed Learning Record Store, <https://www.ht2labs.com/learning-locker-community/overview/>.