

ノートパソコン必携化の支援を主眼とした 教育研究用コンピュータシステムの更新

林 豊洋^{1,a)} 大西 淑雅^{2,b)} 山口 真之介^{2,c)} 中山 仁^{1,d)} 福田 豊^{1,e)} 大橋 健^{1,f)} 甲斐 郷子^{1,g)}
久代 紀之^{3,h)}

概要：九州工業大学情報科学センターが有する情報工学教育研究用コンピュータシステム（以下、教育システムとも称する）は、本学の情報処理教育を支援することを目的とした、本学で最大規模の情報システムである。教育システムは、4-5年おきに更新がなされ、2017年度～18年度が更新に向けた仕様策定・構築期間となった。

近年本学では、LMSの整備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が充実した。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開始された。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主眼とする設計を行った。例えば、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を主な目的とするシステム構成への転換を行った。本稿において、新たな教育システムの詳細について報告する。

1. 教育システムの提供目的

情報工学教育研究用コンピュータシステムは、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ある。

情報科学センターの発足以来、システムは4-5年おきに更新され、システムはホスト計算機ベース、UNIXベース、ディスクレスPC端末ベースと、時代に先駆けた設計方針が採用されることが特徴であるが、基本的には教室端末を利用した環境の提供が主体であった。

すなわち、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った。

対して、民生向けの情報機器の性能は継続的に向上している。特にノート型PC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る。例えば、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型PCは比較的安価であるにも関わらず、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）と比較して同等以上の性能を有する。

このような背景より、本学の多くの学生が学内にノート型PCを持ち込み、授業・演習・研究などに幅広く活用している。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が開始^{*1}され、学生自身のパソコンの活用を前提とした授業を実施することとなった。

教育システムの更新スケジュール（2017年度～2018年度に仕様策定、構築）がノートパソコン必携化（2018年度試行、2019年度開始）と重なることから、新システムは必携

¹ 九州工業大学情報科学センター
² 九州工業大学学習教育センター
³ 九州工業大学大学院 情報工学研究院
^{a)} toyohiro@isc.kyutech.ac.jp
^{b)} ohnishi@lrc.kyutech.ac.jp
^{c)} yamas@lrc.kyutech.ac.jp
^{d)} jin@isc.kyutech.ac.jp
^{e)} fukuda@isc.kyutech.ac.jp
^{f)} ohashi@isc.kyutech.ac.jp
^{g)} kay@isc.kyutech.ac.jp
^{h)} kushiro@ai.kyutech.ac.jp

^{*1} 本学情報工学部では2018年度入学生に対して試行を実施

化の支援を前提とする設計を行った。具体的には、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転換を図った。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った。

1.1 歴代の教育システムの概要

歴代の教育システムの概要と、その設計方針について示す。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て、2014年4月に稼働したシステムが7代目のシステムとなる[1]。歴代の教育システムの概要を図1に示す。

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を稼働させる方式を採用している。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、教室外からの利用者向けサービスも充実化した。

時代と共に構成は変化し、システムの性能や利便性の向上を繰り返してきた。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」であった。すなわち、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が主眼であった。

2. 本学での教育におけるPC活用方法の変化

本学には、端末計算機を有する多くの情報システムが存在する。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、アカウントを有していれば自由に端末を利用することが可能である。

対して、民生向けの情報機器の性能は継続して向上している。特にノート型PCは非常に高い演算性能やバッテリー性能を有する。他大学では、ノート型PCの高い性能を活かし、PC必携化(BYOD: Bring Your Own Device)を導入し授業に活用する事例も存在する。

工業系の単科大学である本学においては、情報基礎科目等に対してノート型PCの性能は不足があるという考えがあり、BYODの導入は長年見送られていた。しかし、この状況は2016年度あたりを境に転換期を迎えた。

2018年度に九州工業大学生生活協同組合が学生向けに販売したノート型PC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[5]、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る。本学の学生の大半がノート型PCを所持し、学内で使用している状況にある。

BYODの導入は見送られてきたものの、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た。

このように、ノート型PCの性能、学生の所持率、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PC必携化の実現性が検討され(2016年度)、情報工学部新入生に対する試行(2018年度)を経て、2019年度からの全ての新入生に対する必携化が決定した[3][4]。

2.1 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ある。

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年度新入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年度新入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

スケジュールを見ると、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ったが、仕様策定中に必携化の方針が決定した。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。したがって、新システムの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として、ノートパソコン必携化を考慮すべきか議論を行った。

仕様策定委員会での検討の結果、

- 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
- 機材・機能の集約化や共用機材を活用したコスト削減
- 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た。

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), 利用者へのメールアカウント付与	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	分散型システム, UNIXベースへの転換	X-Window端末	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	分散型システム, ネットワークサービス専用CPUサーバの導入	X-Window端末(カラー表示)	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端末	ディスクレスPC端末への転換, 利用者端末へのLinux採用	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 Workstation 600au × 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端末	アプライアンス型ファイルサーバ導入, サーバへのLinux採用, サーバのディスクレス化	ディスクレスPC (Pentium4 2.8GHz, 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 (約5.2TB) × 2	-	システム内:1Gbps キャンパス間:100Mbps
2009年 ディスクレスPC端末	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(一部端末)	-	-	NetApp FAS3140 (約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8GB) × 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 Optiplex3020 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	システム内:1G, 10G, 10G × 2bps 仮想基盤インテリコネク 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)

3. 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述べる。

3.1 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 ノート型 PC を活用した授業では, 教室端末を用いた授業環境以上にネットワークサービスの重要性が増大する。例えば, 講義資料のダウンロードやレポートの提出等には, LMS の利用が標準的となる。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, 利用履歴(学習履歴)の記録機能が求められる。

また, 特定の授業で指定されたアプリケーションを利用するシーンを考えた場合, 対象となるアプリケーションがネットワーク経由で配信される機能, 利用期限や利用者を限定できる機能を持つシステムがあれば, 利便性が向上する。

集約化仮想化システム・ネットワーク装置 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生じる。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, 高性能なストレージ装置もあわせて要求される。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だけでなく, より高度な冗長化, Layer4-7 スウィッチング, SSL オフロードに対応した負荷分散装置の導入を検討した。

論理分割可能なシステム設計 前述の仮想化システムやネット

ワーク装置等のシステムリソースは, 従来の教育システムでは単一の部局(本学情報科学センター)が一元的に管理を実施していた。しかし, ネットワークサービスの多様化に伴い, システムリソースの一元管理では運用形態との乖離が生じる。

例えば, LMS の管理は, 本学では学習教育センターが実施しているため, 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独立した管理が可能であることが望ましい。すなわち, システムリソースの一部を切り出し, その管理権限を他部局に渡せる機能である論理分割が重要となる。

他部局共用機器, サービスの活用, 非対称のシステム配置 教育システムに限らず機材選定は, 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いえる。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する方針とした。

また, これまでの教育システムは, 本学の二地点(戸畑キャンパス・飯塚キャンパス)にほぼ均等なサーバ・ネットワーク機器を配置していた。これは, これまでの教育システムは利用者端末の安定した運用が主体であり, 応答性を重視していたためである。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, 機器を高密度に集約し配置することに利点が生じる。従って新システムでは, 主要な機器を本学の一地点(飯塚キャンパス)に集約する配置する方針とした。

3.2 システム構成

新システムは提供する機能毎に, 5 つのサブシステムで

構成される。また、本システムの構築範囲とは別に、関連性の高い2つのシステムが付随する。新システムと付随システムの構成を図2に示す。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となる。

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する。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していたが、大きく変化した。

具体的には、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(Numacent 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する。

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する。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)等を提供する。

インフラ基盤サブシステム 本サブシステムでは、仮想マシン基盤・ストレージ・ネットワーク資源を集約化し、リソースを論理分割し、各サブシステムに提供することを目的とする。各サブシステムが要求する資源が集中するため、特に仮想マシン基盤は高い冗長性、広帯域性、高密度性が求められる。この仕様を満たす機材として、本システムでは最新の仮想化技術であるハイパーコンバージド方式(HCI)を採用した機材(Nutanix NX-3060シリーズ)を採用する。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スイッチング)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)を採用する。

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)を採用する。

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・認証機能を提供する。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)を有する。

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を有する。近年の多くのサーバ、ネットワーク装置は、ウェブインタフェースやSSHによるコンソール接続による運用管理が可能であるため、最低限の管理用計算機(ノート型PC)で構成される。

教室端末、利用者環境(付随システム) 歴代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利用者へ提供されていた。新システムの機能としては、これらの環境は提供されない。

しかし、新システムへの更新後も、更新以前(2018年度まで)に入学した学生に対して利用者環境を用いた講義が実施できる体制の維持が要求された、したがって、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)を提供することとした。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)とした。

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, Exceed on Demand方式によるUbuntu デスクトップへの接続)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 デスクトップへの接続)を提供する。

講義用SSIDの運用(付随システム、学内他部局による管理)

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、本学の情報基盤運用室が管理する無線LANのアクセスポイントが既に設置されているが、2019年度より講義利用に適した講義用SSIDの運用を開始する。講義用SSIDは、ノート型PC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)が導入される。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。

このように、新システムは歴代の教育システムから大きく構成が変化した。図4に、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示す。

3.3 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、利用シーンごとに様々なネットワークサービスが提供されている(図5)。代表的なサービスとして、全学・卒業生向

情報工学教育研究用コンピュータシステム(2019)構成図

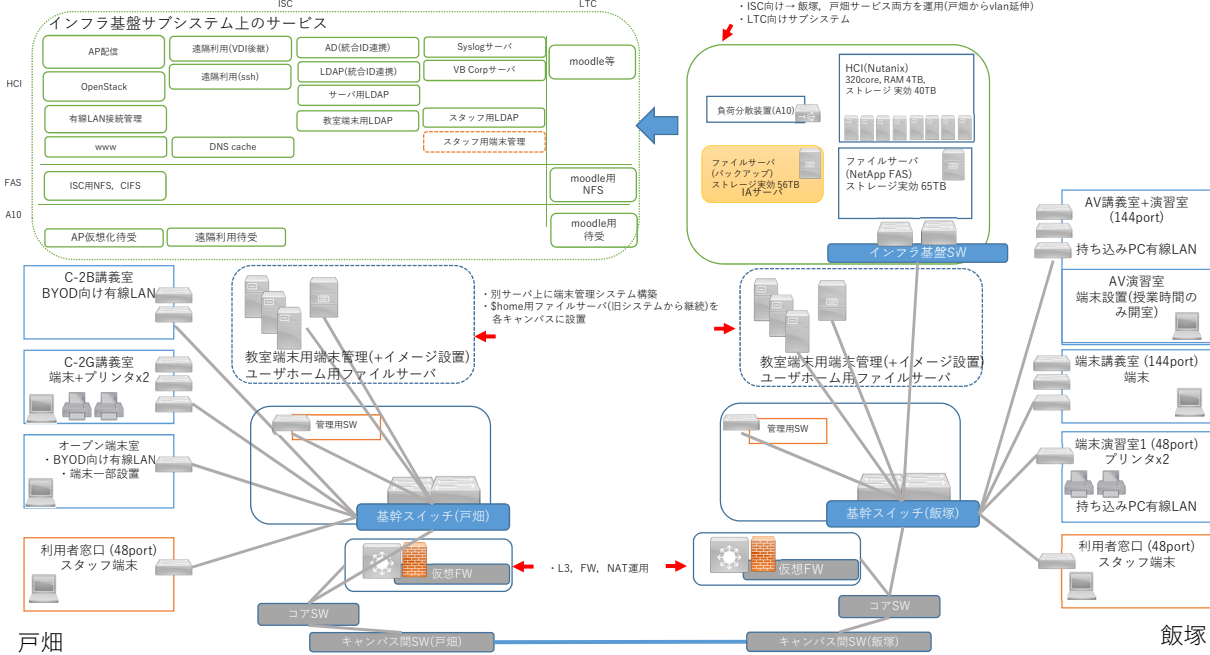


図 2 情報工学教育研究用コンピュータシステム (2019 年度導入) 構成図

サブシステム名	システム概要	主な提供サービス	ハードウェア	ソフトウェア・サービス
工学部教育用計算機サブシステム 情報工学部教育用計算機サブシステム	学生(7000ユーザ)の情報処理基礎教育、情報処理教育、自主学習環境を提供する	・アプリケーション配信 ・OpenStackによる仮想OS提供 ・有線LAN情報コンセント ・シングルサインオン(SAML連携)	・Juniper Networks EX2300,EX3300(教室内フロアスイッチ)	・Numacent CloudPaging(アプリケーション配信) ・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	本学全体の需要に対応できるLMS、教材やレポート、学習記録を一定期間安全に保管・管理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、講義アーカイブ連携、学習履歴保存) ・シングルサインオン(SAML連携)	-	・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による学習履歴保存)
インフラ基盤サブシステム	他のサブシステム、他部署の情報システムに対し、仮想マシン基盤、高性能サーバ、データストレージ、ネットワークを提供する	・大規模仮想マシン基盤(320CPUコア、メモリ総容量4TB、データストア40TB、学外クラウド連携) ・NFS/CIFSファイルサーバ ・ネットワーク負荷分散(L4,L7スイッチおよびSSLオフロード) ・本サブシステムの資源を分割し、他部署に提供(論理分割機能)	・Nutanix NX-3060(ハイパーコンバージド型仮想基盤) ・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、インフラ集約スイッチ) ・A10 Thunder1040S(ネットワーク負荷分散装置)	・AHV/AOS (ハイパーコンバージド型仮想基盤) ・ONTAP(ファイルサーバ) ・ONTAP Select(バックアップファイルサーバ) *L3/ファイアウォール機能は情報基盤運用室機材を使用
利用者管理認証サブシステム	本システムの利用者に関するアカウント情報の入出力、管理、利用者認証機能を提供する	・統合ID管理システムとのアカウント連携 ・AD、LDAP認証基盤 ・802.1x認証	-	・統合ID連携Active Directory ・統合ID連携LDAP ・複製AD,LDAP ・Windows NPS(802.1x認証)
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設備、機能を提供する	-	・Fujitsu LIFEBOOK UH90(運用管理用計算機) ・Juniper Networks EX2300,EX3300(管理用フロアスイッチ)	・Hinemos(仮想OS運用監視)
(サブシステム外) その他サービス	本システムの調達に含まれないサービスについて、情報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端末イメージ作成、提供(BYOD用含む) ・ログ収集、監視 その他	-	-
(サブシステム外) 教室端末(経過措置)	旧システム運用年度(2018年度以前)入学した学生に対し、教室に設置した利用者端末環境を提供する	・利用者端末(Linux/Windows、戸畑x台、飯塚x台) ・プリントサービス(戸畑2台、飯塚2台)	RICOH SP 8400 (プリンタ) * ネットワークPC(Dell Optiplex9020 USFF) * NetApp FAS3140 (利用者ファイルサーバ) *印は旧システム機材の継続	・OSV VHD boot(ネットワークシステム)

図 3 サブシステムの概要および主な提供サービス

けメールサービス (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 (WordPress 環境の提供) 等がある。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進んでいる。

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の連携が期待されている。連携の一つとして、全学統合 ID 管理システムのシングルサインオン機能 (Shibboleth を用いた SAML 認証) により、ICT 教育視線サブシステムが

提供する LMS サーバ群と、本学の図書館システムが認証連携を実施している。

4. まとめ

本論文では、2019 年 4 月から運用を開始した情報工学教育研究用コンピュータシステム (新システム) について示した。2019 年度より開始され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を行った。

安定化、高機能化された LMS やアプリケーション配信シ

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
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(学習教育 センター) ・LMSサービスの拡充(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 クト: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

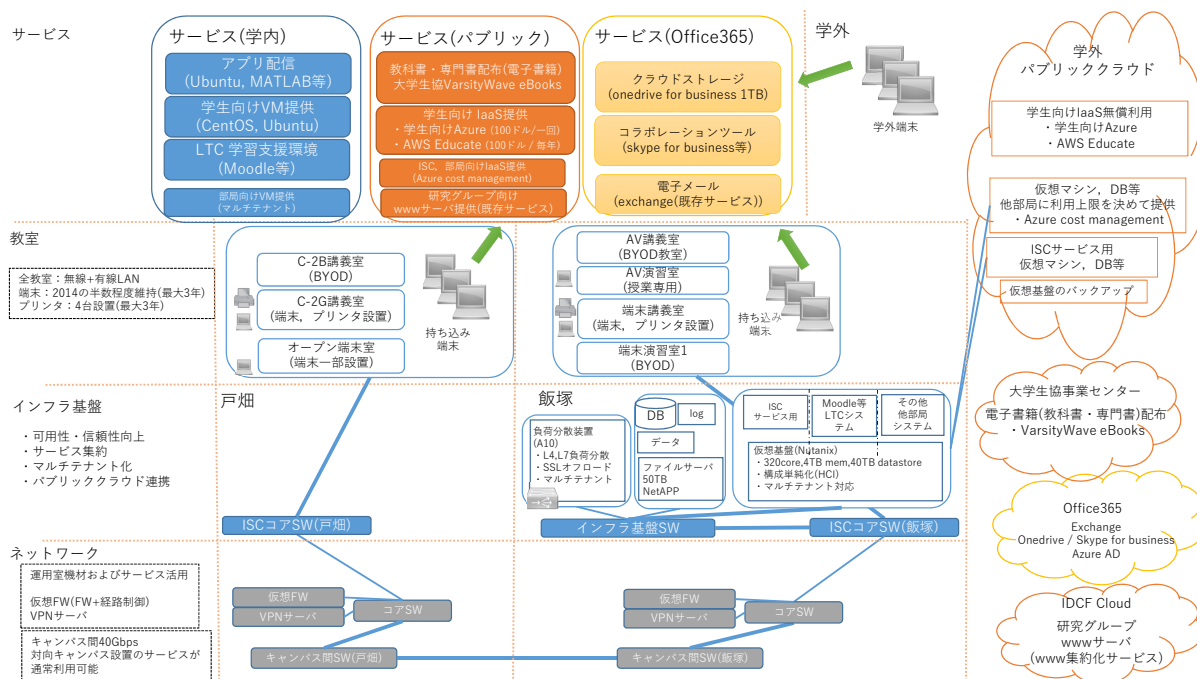


図 5 新システムと他のサービスとの関連性

システムなど、ノート型 PC を活用した授業を支援するアプリケーションサービスを充実させた。システムを構成する機材も、HCI を採用した仮想基盤、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る。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実現している。

今後も、新システムで導入した機能を十分に活用し、学

内の様々な要望に対応できるよう、各サブシステムが有する新機能の活用やチューニングを継続する。

参考文献

- [1] 計機システム概要, 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.
- [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.
- [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/>.