

# 京都大学における BYOD に向けた教育学習端末環境の更新について

石井 良和<sup>1)</sup> 久保 浩史<sup>1)</sup> 植木 徹<sup>1)</sup> 外村 孝一郎<sup>1)</sup> 岡島 賢一郎<sup>1)</sup> 梶田 将司<sup>2)3)</sup>

1) 京都大学 企画・情報部 2) 京都大学 情報環境機構 IT 企画室 3) 京都大学 学術情報メディアセンター

Ishii.yoshikazu.3e@kyoto-u.ac.jp

## Using Educational Computer System toward BYOD at Kyoto University

Yoshikazu Ishii<sup>1)</sup> Hiroshi Kubo<sup>1)</sup> Tohru Ueki<sup>1)</sup> Koichiro Tonomura<sup>1)</sup> Kenichiro Okajima<sup>1)</sup> Shoji Kajita<sup>2)3)</sup>

1) Planning and Information Management Department, Kyoto University.

2) Institute for Information Management and Communication, Kyoto University.

3) Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University.

### 概要

2018年3月に更新を行った京都大学の教育用コンピュータシステムでは、従来型の演習室のPC端末による授業だけでなく、学生所有PC端末(BYOD)による授業も想定した教育学習情報基盤の整備を行った。本稿では、新教育用コンピュータシステムの機能と構成について紹介するとともに、その運用について報告する。

## 1 はじめに

京都大学(以下、「本学」という。)における教育学習情報基盤は、教育用コンピュータシステム(以下、「教育用システム」という。)として1978年から情報教育用端末を整備してきており、4-5年のシステム更新ごとに拡充を行ってきた。2018年2月まで稼働させていた旧教育用システムではシンクライアント端末をキャンパスの各学部/研究科に設けられた演習室(以下、「サテライト」という。)の22教室と、自学自習用の端末としてOpen Space Laboratory(以下、「OSL」という。)の5教室に約1,400台設置して6年間運用を行った。

新教育用システムでは、学生所有PC(BYOD: Bring Your Own Device)の活用に向けた移行期として、従来の情報教育用端末を約30%削減しつつ、デスクトップ仮想化(VDI: Virtual Desktop Infrastructure)を採用した仮想デスクトップを1,000台導入し、従来型のサテライトによる授業とBYOD端末による授業の両方に対応可能なシステムとしている。

本報告では、2018年3月に更新を行った本学の教育用システムについて、導入の背景を説明しつつ、その構成や運用について報告する。

## 2 導入の背景と課題

### 2.1 教育用システムの利用者

本学は、学部生約13,000人、大学院生約9,000人が在籍し、主に全学共通科目と学部大学院の専門科目の両方で教育用システムを利用している。本学では、基礎的な情報教育だけでなく様々な科目で利用されるため、授業で使われる様々なソフトウェアの動作を検証しつつ、個人のファイル領域を提供する必要がある[1]。

### 2.2 旧教育用システムの特徴

一斉に同じ操作を行う授業の特性上、起動、ログイン、操作等の一斉処理に対応する必要がある。旧教育用システムの構成を以下に記す。

**情報教育用端末:** ローカルディスクキャッシュによるネットブート方式を採用したシンクライアント端末を各学部/研究科に設けられたサテライト教室(22教室)と、自学自習用の端末としてOSL(5教室)に分散して設置。OSはWindows 7とVirtualboxで仮想化したLinux(VineLinux)の2種類。

**語学学習(CALL):** 情報教育用端末のうち112台(2教室)に教室内での学生教員間で音声のやり取りや画面共有によるコミュニケーションが可能なCalaboEXを導入。

**プリンタサービス**：各教室にプリンタを設置し、情報教育用端末から無料（200枚/年）で印刷。

**ファイルサービス**：情報教育用端末から利用可能なファイル領域を Windows と Linux 合わせて一人当たり 300MB まで。

**仮想デスクトップ**：Citrix 社製 XenDesktop による仮想デスクトップを 100 台、自学自習用として事前予約制で提供。

**ネットワーク**：サーバ室と学内 22 か所に分散するサテライトを専用の光ファイバを介してスイッチ群で接続。ネットブートに対応できるよう、主要な経路は 10Gbps で接続。学外・学内との通信に用いる経路は本学学術情報ネットワーク（KUINS）と 1Gbps で接続。

**利用者管理**：本学の全学統合認証基盤である認証システムと定期的に連携し、アカウント情報取得、本システムの認証機構およびディレクトリサービスを構築。

### 2.3 環境の変化への対応

新入生への学習用ノートパソコンの保有推奨などの働きかけもあり、学生個人の PC 普及が進み、本学においても 2016 年に実施した新入生アンケート[2]で 90%以上の学生がノート型 PC を所有または購入予定であると回答がある。さらに、国立大学では運営費交付金の削減が進み、よりいっそう効率的で効果的な教育用システムの調達が求められるようになった[3]。

### 2.4 旧教育用システムの課題

6 年間の運用を行い、明らかになった旧教育用システムの課題を以下に記す。

- ゲノム解析など授業で扱うデータが大容量化してきており、ファイル保存領域が不足する問題があった。
- 一部授業で一斉に Web サイトにアクセスするとページの表示が遅い、タイムアウトが発生するケースがあった。
- サテライトの複数台のエッジスイッチをカスケード接続しているため、端末のネットワーク性能にばらつきが生じていた。
- 情報教育用端末は CBT（Computer Based Testing）にも利用され、一時的にブートイメージを切り替えて運用している。本来、ブートイメージをローカルハードディスクにキャッシュすることにより高速化を図っているが、切り替え直後はノーキャッシュ状態となり、起動が遅くなる問題があった。また、ネット

ワークを遮断して行う CBT に対応できない。

- 情報教育用端末の導入ソフトウェアは半年に一回授業担当教員の要望をもとに見直しを行っている。導入にあたり本学職員が事前に動作検証を実施し、教育用システムに合わせてインストール作業を行うため、イメージの作成・管理に非常にコストがかかっていた。

## 3 新教育用システムの概要と特徴

### 3.1 新教育用システムの概要

教育用システムはこれまで語学学習（CALL）システムと一体として設計し調達を行ってきた。本調達では、教育用システムとは別に本学国際高等教育院で独自に整備している CALL 端末の一部を教育用システムの情報教育用端末に置き換え、調達を行った。加えて、工学部情報学科、情報学研究所で独自に調達している高度情報教育用コンピュータシステムと一体化して調達を行い、ネットワークやファイルサーバ等の共通化を図り、効率的な調達を目指した。なお、本報告では高度情報教育用コンピュータシステムの構成は割愛する。

### 3.2 新教育用システムの特徴

先に述べた旧教育用システムでの運用経験を元に、BYOD に向けた移行期間のシステムとして新教育用システムの設計に当たった。本システムの主な特色を以下に記す。

- 従来のサテライトの PC 端末を約 3 割削減、教室単位で 6 教室を削減した。
- 自学自習用の OSL の PC 端末を約 7 割削減、PC 端末を撤去した OSL はラーニングコモンズとして整備した。
- BYOD 端末が Windows と Mac など異なる環境においても統一した授業環境が提供できるように、VDI を整備した。
- BYOD 端末と情報教育用端末間でファイルのやり取りが行えるようにオンプレミスで Nextcloud を構築、クラウドストレージサービスを新たに開始した。
- プリンタは廃止した。ただし、一部サテライトは部局のローカルプリンタを接続し、情報教育用端末から印刷を可能とする支援を行った。
- 情報教育用端末へのソフトウェアインストールや動作検証等、端末イメージ管理業務は本調達に含め、運用の一部をアウトソーシングした。

表 1 システム構成の新旧比較

	旧システム	新システム
情報教育用端末	CPU: Celeron P4505 1.86GHz メモリ: 4GB ディスク: HDD160GB OS: Windows7 Enterprise 32bit	CPU: Corei5-7500T 2.70GHz メモリ: 8GB ディスク: SSD256GB OS: Windows10 Education 64bit
端末管理	PVSによるネットブート	PVSによるネットブート ローカルブート起動も可能
Linux環境	Windows上でVirtualBoxによるVineLinux	VDIでUbuntuの仮想デスクトップ
仮想デスクトップ	100台 XenDesktop OS: Windows7	1,000台 ACCOPS OS: Windows10/Ubuntu
ファイル領域	一人当たり300MB	一人当たり10GB
プリンタ	プリンタ (200枚/年)	なし
クラウドストレージ	なし	Nextcloud

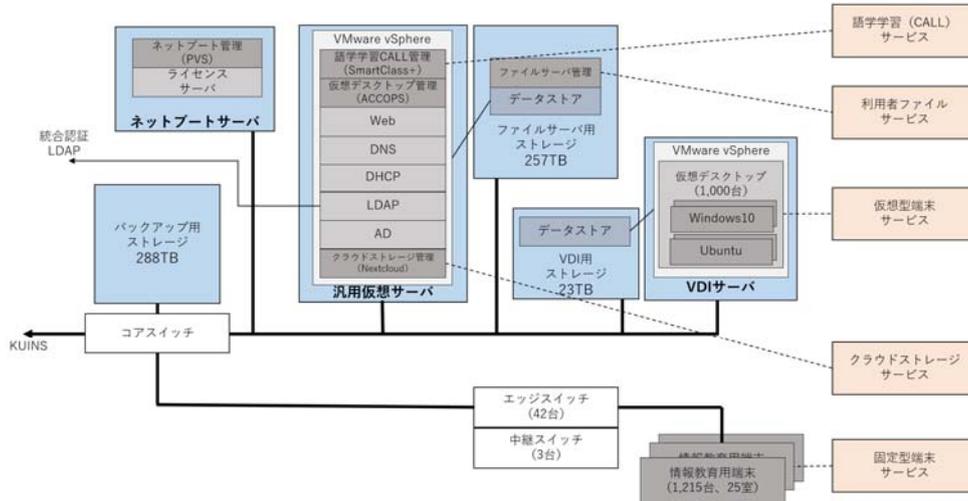


図 1 システム全体概要図

## 4 新教育用システム設計

### 4.1 新教育用システムの設計

旧教育用システムと新教育用システムの構成比較を表 1 に、新教育用システムの全体概要図を図 1 に記す。新教育用システムの主な構成は以下の通りである。

**固定型端末：**富士通社製 ESPRIMO Q556/R (CPU: Intel Core i5-T7500, メモリ:8GB, SSD:256GB, 21.5 型ワイドモニタ) 1,215 台のうち 90 台を自学自習用。OS は Windows10。Citrix Provisioning Service によるネットブート方式を採用したシンクライアント端末で、旧システムと同様にイメージの差分のみネットブートサーバと通信を行うローカルディスクキャッシュ機能により、必要なサーバ台数を低減する工夫をしている。ネットブートサーバの構成を表 2 に記す。

表 2 ネットブートサーバ構成

ネットブートサーバ (PRIMERGY RX2530 M4) ×4台	CPU	Xeon Silver 4112×1
	メモリ	48GB
	ディスク	HDD 8TB×4
	ネットワーク	10G BASE-T×2
	OS	Windows Server 2016 Standard
管理ソフト・機能	Citrix Provisioning Service ディスクキャッシュ機能管理 ローカルブート機能管理	

**語学教育 (CALL)：**固定型端末のうち 228 台 (4 教室)に教室内での学生教員間で音声のやり取りや画面共有によるコミュニケーションが可能な SmartClass+を導入、159 台 (3 教室) に本学がライセンスを所有する CalaboEX を導入。

**仮想型端末：**VDI サーバ上に仮想デスクトッププール型の Windows10、Linux (Ubuntu) を 1,000 台整備。表 3 に VDI の構成を記す。仮想デスクトップ管理ソフトは ACCOPS を導入し、図 2 に示すような管理画面で VM の予約や接続を管理する。BYOD 端末からの利用は、本学学術情報ネットワーク (KUINS) から、HTML5 準拠の Web ブラウザを介して利用する。

表 3 VDI サーバ構成

VDIサーバ (PRIMERGY RX2540 M4) ×8台	CPU	Xeon Gold6152×2
	メモリ	768GB
	ディスク	SSD 240GB×2
	ネットワーク	10GBASE-T×4
	グラフィック	NVIDIA Tesla M60×2
	ハイパーバイザ	VMware vSphere Standard
VDIストレージ (ETERNUS TR5040)	メモリ	48GB
	ディスク	SSD 960GB×24
	ネットワーク	10GBASE-T×2
ゲストOS	Windows10、Ubuntu	
VDI管理ソフト	ACCOPS	
備考	リンククローン 仮想デスクトッププール	

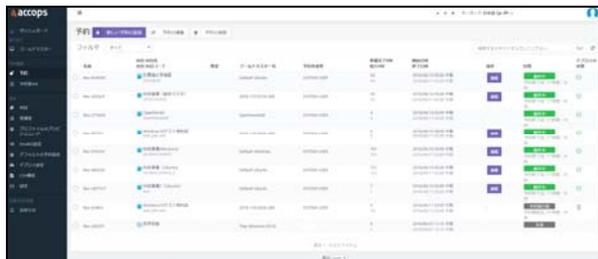


図 2 ACCOPS 管理画面

**利用者ファイルサービス：**OS（Windows、Ubuntu）とクラウドストレージ合わせて、一人当たり 10GB まで保存可能。

**クラウドストレージ：**BYOD 端末と情報教育用端末間でのファイルのやり取りを支援するために、Nextcloud をオンプレミスで構築

**汎用仮想サーバ：**各サービスを構成する仮想サーバ群を集約

**ネットワーク：**旧教育用システムと同様にサーバ室と学内 25 か所に分散するサテライト、OSL を専用の光ファイバを介してスイッチ群で接続。ネットブートに対応できるように、10Gbps または 20Gbps で接続。PC 端末が接続するスイッチによってネットワーク性能のばらつきが生じないようにサテライトのエッジスイッチはスタック構成とした。本学学術情報ネットワーク（KUINS）との接続は、VDI やクラウドストレージサービス等のトラフィック増加に対応するため、20Gbps で接続。

**認証：**本学の全学統合認証基盤である統合認証 LDAP とアカウント情報を連携し、AD および LDAP を構成して教育用システムの認証機構とディレクトリサービスを構成。

**ローカルブート機能：**固定型端末はネットワークを遮断して行う CBT および、ブートイメージ切

り替えによる起動時間増加に対応するため、あらかじめディスクイメージをローカルディスクに読み込ませるローカルブートでの起動も可能。

## 5 新システムの運用

図 3 に示すようなサテライトの固定型端末は旧教育用システムと同様の運用とし、従来の授業を継続して行えるようにした。一方、図 4 に示すような仮想型端末とクラウドストレージの利用を推進することで BYOD による授業への移行を支援する。そのための運用上の工夫を以下に記す。



図 3 サテライト風景



図 4 VDI 利用画面

### 5.1 VDI の運用

VDI のリソースを効率的かつ安定運用するために、事前に VDI の利用申請を受けつけた授業での利用のみとした。自学自習利用はこれらの授業の履修学生を対象に 4 月下旬から開始した。

また、VDI でスムーズに授業が開始できるように、その日の授業に必要な仮想デスクトップを事前にデプロイしている。準備した仮想デスクトッ

ブは授業時間に合わせて自動的にブートし、必要な時に必要な分だけ仮想デスクトップを展開することでリソースの効率化と利便性の向上を図った。

## 5.2 導入当初の障害、トラブル

仮想型端末サービスを利用する授業初日、その日に必要な仮想デスクトップのデプロイによる高負荷で VDI サーバ 1 台に障害が発生し、授業開始までに仮想デスクトップの準備が間に合わないトラブルが発生した。デプロイの実施時間を延ばし処理を分散する対策を行った。

仮想型端末サービス利用中のトラブルとしては、ログインに失敗する、英語キーボードで使うとキー入力が正しくできない等があった。システム障害なのか操作ミスによるものなのか切り分けが必要なためその対応に追われた。また、このような授業中に発生した利用者のトラブルや問い合わせから運用上のノウハウを蓄積し、Web に FAQ を掲載し、授業担当教員にメールで周知する対応を行った。

## 5.3 サポート体制

従来の固定型端末が配置されたサテライトでの授業から BYOD 端末での授業に移行する負担を軽減する取り組みが重要である。特に新しいサービスである仮想型端末サービス利用者を中心に、以下のサポート体制をとった。

- ・ 新教育用システムのサービス内容を説明する講習会を開催した。
- ・ BYOD 端末やサービス利用の相談窓口として TA を学術情報メディアセンター南館 1F OSL に配置した。
- ・ 仮想型端末サービスを利用する授業の第 1 回目に立ち合い、利用者からの問い合わせやトラブルに即時対応できる体制をとった。

## 6 まとめと課題

本報告では、旧教育用システムの運用経験を元に、BYOD への移行期として、従来のサテライトによる授業と BYOD による授業の両方を支援するシステムとして設計・構築した新教育用システムの機能や構成を紹介するとともに、その運用について報告した。

今後、新教育用システムを通じて BYOD での授業を支援する。新たに整備した VDI による仮想型端末の安定運用に向けて、技術的観点からデータを蓄積し、今後の改善につなげていきたい。

## 謝辞

本システムの設計と構築に多大なるご尽力を賜った富士通株式会社各位と本システムの実現にあたり多大なるご指導をいただいた京都大学情報環境機構関係各位に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 上田浩、ネットブートとデスクトップ仮想化を採用した京都大学の新教育用コンピュータシステム、大学 ICT 推進協議会、2012.
- [2] 京都大学国際高等教育院、平成 28 年度新入生アンケート  
<http://www.z.k.kyoto-u.ac.jp/pdf/link/link0746.pdf?1499959183>
- [3] 梶田将司、次世代デジタル学習環境としての端末サービスの BYOD 化とクラウド化、情報処理学会 研究報告教育学習支援情報システム (CLE)、2018.