

京都大学における教育のための VDI 環境構築と評価

石井 良和^{1),2)}, 平野 彰雄^{1),2)}, 植木 徹^{1),2)}, 梶田 将司²⁾

1) 京都大学 企画・情報部

2) 京都大学 情報環境機構

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

Evaluation of VDI environment built for education in Kyoto Univ.

Yoshikazu Ishii^{1),2)}, Akio Hirano^{1),2)}, Tohru Ueki^{1),2)}, Shoji Kajita²⁾

1) Planning and Information Management Department, Kyoto Univ.

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

概要

京都大学ではオープンソースソフトウェアの Apache VCL(Virtual Computing Lab)による教育のための VDI (Virtual Desktop Infrastructure) 環境を構築し、京大の教育用システムの課題を整理して、Apache VCL で解決するための検証を進めている。本稿では、教育用システムの現状の課題を説明し、システムの機能と構成について紹介するとともに、性能評価を行い必要な対策を講じたこれらの過程で得られた知見について報告する。

1 はじめに

京都大学（以下、「本学」という。）における教育学習環境は、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。）としてレンタル調達（2012年3月より2018年2月末まで）により、ネットブート方式を採用した PC 端末をキャンパスの各学部/研究科に設けられたサテライト教室（22 教室）と、自学習用の端末として OSL（Open Space Laboratory）（5 教室）に分散して約 1400 台設置¹⁾している。

次期システムでは学生所有 PC 端末の BYOD（Bring Your Own Device）による教育学習環境整備の基本方針もあり、DaaS（Desktop as a Service）を検討しており、オープンソースの Apache VCL²⁾（以下、「VCL」という。）を導入し、システムを構築、機能および性能を検証している。

本稿では、まず、教育用システムの現状と課題について述べ、VCL を導入して構築したシステムの構成と機能を紹介するとともに、性能評価を行い必要な対策を講じたこれらの過程で得られた知見について報告する。

2 教育用システムの現状と課題

2.1 ネットブート方式の端末サービス

本学では、PC 端末を活用した共通教育科目や専

門教育科目で使用されるサテライト教室(22 教室)と、自学習用で使用される OSL (Open Space Laboratory) (5 教室) にネットブート方式を採用した PC 端末を分散して整備している。PC 端末は教室に応じたイメージがブートするよう設計されている。イメージの更新は技術職員一名が行っており、次の方針で運用している。

● Windows と Linux

授業や自学自習で Windows と Linux を利用するので、PC 端末は Windows7 と Windows 上で動作する VirtualBox で仮想化した VineLinux を提供し、定期的に更新している。なお、VineLinux を更新する場合は、Linux の更新を行ったうえで、Windows も更新する必要がある、手順が複雑化している。

● Windows Update とウイルス定義更新

週に 1 回 Windows Update とウイルス定義データの更新を実施し、セキュリティ対策を行っている。更新は自動化され、夜間に実施される。

● 授業への対応

前期/後期の授業開始に合わせて、半年に 1 回、授業担当教員からの要望を受け付け、アプリケーションのインストールを行っている。イメージ更新は授業期間終了から次学期開始までの約 1 か月に集中して更新している。また、このタイミングで既存ソフトウェアのセキュリティアップデートも実施している。

● 複数イメージを管理

授業担当教員が要望するアプリケーションを可能な限り導入しているため、ライセンス（授業担当教員整備）の関係で教室ごとに使用できるアプリケーションが異なる。そのため、管理するイメージが 18 系列ある。

2.2 なぜ VCL なのか

2.2.1 機能概要

VCL は米国のノースカロライナ州立大学(North Carolina State University)で大学での利用を目的に開発され、2008 年に Apache Software Foundation にてオープンソースソフトウェア化された計算機資源を共有する仮想化基盤である。VCL は以下の機能を有し、利用者が自分のカスタマイズしたイメージを作成、管理することが出来る。

- ① VM の予約管理機能
- ② 独自イメージの作成、管理機能
- ③ スケジュール資源予約機能
- ④ ロール管理機能
- ⑤ ユーザ、グループごとの権限設定

2.2.2 独自イメージ管理機能とロール管理

2.2.1 章の VCL の機能の中で②と⑤を組み合わせることで、授業で使用するイメージを授業担当教員が独自に管理できる機能として期待できる。

イメージ管理の概念を図 1 に示す。また、表 1 にロールと権限を示す。

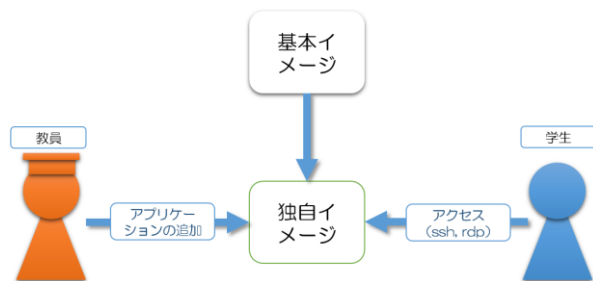


図 1 イメージ管理の概念

表 1 ロールと権限

権限	管理者	教員	学生
各種システムの設定、変更	○	—	—
ユーザ管理	○	—	—
イメージの作成、更新、削除	○	○	—
仮想デスクトップの予約、利用	○	○	○

3 システムの構成と設計

3.1 システムの設計方針と構成

システムの構成を図 2 に示す。構築したシステムは、学内外からプログラミング教育、計算結果の可視化などの利用を想定し、小規模な実験評価システムである。

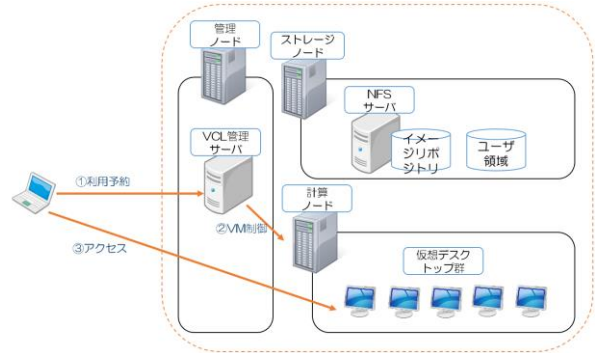


図 2 システム構成図

3.2 ハードウェアスペック

システムは表 2 に示すハードウェア仕様の計算機を 5 台で構築しており、管理ノード 1 台、計算ノード 3 台、ストレージノード 1 台から構成される。各ノードの機能を表 3 に示す。

仮想基盤は VMware vSphere Hypervisor (ESXi 6.0^[3]) を使用している。

表 2 ハードウェア仕様

CPU	Xeon (2.60GHz/8Core/20MB) × 2
メモリ	64GB (8GB RDIMM × 8)
DISK	SAS 300GB 10krpm (RAID1構成)
NIC	1000BASE-TX × 2

表 3 ノード構成と機能

ノード	数	機能
管理ノード	1	VCL管理機能
		データベース機能
		Webポータル機能
計算ノード	3	仮想デスクトップ (VDI) のVM基盤
ストレージノード	1	イメージリポジトリ格納域 利用者ホーム領域

3.3 ネットワーク構成

システムのネットワーク構成を図 3 に示す。

- ・ サービス用ネットワーク

利用者と仮想デスクトップとの接続用ネットワーク

- ・VCL 管理用ネットワーク

仮想デスクトップ (VM) の管理 (起動) およびストレージアクセス用のネットワーク

- ・サーバ管理用ネットワーク

これは本学独自のもので、外部ネットワークから各サーバにアクセスし管理するためのネットワークである

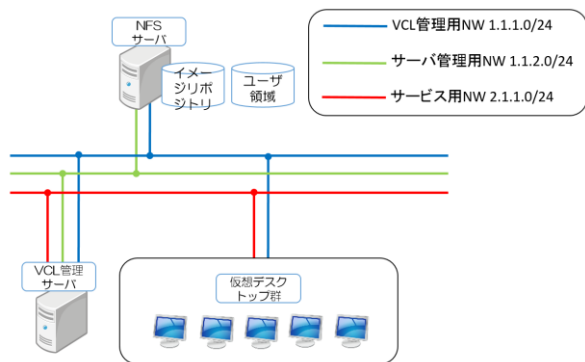


図 3 ネットワーク構成

3.4 基本イメージ

基本イメージとは、VCL のベースとなるイメージで、管理者が VMware の仮想ディスク (vmdk) を作成して登録するものである。これを使用して、カスタマイズした独自イメージを作成するものである。

提供する基本イメージはオープンソースソフトウェアの Linux とし、代表的な二種類のディストリビューション CentOS と Ubuntu を用意した。

LinuxVM の仮想資源量を表 4 に示す。計算ノード 1 台の論理コアは 32 コア (8Core×2CPU×ハイパースレッド×2) で、仮想資源量はオーバーコミットをしない前提で設計、割り当てた。また、計算ノード一台あたりの最大 VM 数はハイパーバイザーのオーバーヘッドを考慮し、25 台とした。

LinuxVM への接続方法は、標準的には ssh であるが、計算結果の可視化等を考慮し、オープンソースソフトウェアの xrdp^[4]をインストールし、rdp でもアクセス可能なものとして基本イメージを整備している。

表 4 仮想資源量(仮想デスクトップ:Linux)

論理コア数	1コア
メモリ	2GB
DISK	20GB

4 システムの検証と改善

4.1 基本機能の検証

表 5 に VCL の基本的な機能とその検証結果を示す。結果の「○」は VCL の機能が正常に確認出来たことを示し、「△」については機能が正常に動作したことを確認できたが、課題が残ったことを示している。

表 5 機能検証

機能	結果
VMの予約管理	○
独自イメージの作成、管理	○
スケジュール資源予約	△
ロール管理	○
ユーザ、グループごとの権限設定	○

4.2 性能評価と構成変更

全 VM (25VM×3 計算ノード) の同時起動を検証した結果、正常起動は 36VM しか起動できないことが明らかになった。原因を調査した結果、イメージリポジトリから各計算ノードへの VM の複製および、OS 起動に伴うディスク I/O が集中し、OS 起動に失敗していることが明らかになった。

全 VM 起動時の I/O の集中に伴うエラーを解決するために、計算ノードのディスクを SAS 300GB (RAID1) から SSD 200GB に置き換え、全 VM の同時起動を確認した。なお、ローカルディスクの容量が 300GB から 200GB に縮小しているが、必要なローカルディスク容量は次の式で求まる。

$$\text{ディスク容量} = (\text{VM スナップショット} + \text{利用に伴う変更差分}) \times \text{最大起動 VM 数}$$

すなわち、必要ディスク容量は (2GB+2GB) × 25VM=100GB となるが、変更差分の増加を見込んで 200GB を必要量と算定した。

4.3 NAT 機能の導入

VCL2.4 で新たに NAT 機能が提供されたので、本学のシステムでもこれを導入した。サービス用ネットワークの IP アドレスの割り付け方法には、DHCP を介して割り当てる方式と新たに提供された NAT 機能がある。

学内外から利用するためには、サービスネットワークの IP アドレスはグローバルアドレスを割り当てる必要がある。本学ではグローバルアドレスごとに負担金額が発生するため、75VM 用のグローバルアドレスを登録すると、年間¥1,350,000 (VM75 台×¥1,500×12 か月) の費用がかかり、現実的ではない。

したがって VCL 2.4 から提供された NAT 機能の導入は必然であった。

4.4 ストレージノードの見直し

ストレージノードのディスク容量は 300GB であるが、イメージリポジトリ領域にイメージごとに 20GB 必要になるので、ユーザ領域としても使用していることもあり、13 イメージ分くらいしか管理出来ない。利用とともにディスク容量が足りなくなってきたので、新規に調達して 1.8TB のストレージノードに置き換えた。

4.5 Windows10 の追加

ライセンス費用等が不明であったために、無償の Linux イメージしか用意してこなかったが、マイクロソフト社と包括契約 (2015 年 7 月、教職員数) が締結され、大学購入の端末からの CAL の追加費用負担は発生しない契約が出来たので、基本イメージに Windows 10 Enterprise を追加した。

5 教員評価と授業利用

授業担当教員に構築したシステムの試用と 20 人程度までの少数の授業利用を公募している。2016 年後期から一つの授業でシステムを利用する。

6 まとめ

教育用システムの現状と課題について述べ、構築したシステムの構成と機能を紹介するとともに、性能評価を行い必要な対策を講じたこれらの過程で得られた知見について報告した。

VCL による VDI 環境は、基本イメージから独自イメージを作成して管理する機能によって、授業で使用する独自イメージを授業担当教員個別に払い出すことが出来るので有用である。

VCL が提供するスケジューリング資源予約機能は授業に合わせた複数の VM を管理でき、かつ授業開始時間に合わせて起動 VM を管理制御出来る。このことにより、必要資源量は同時起動 VM 数分の計算ノードのハードウェア資源量を持てば良いので、ハードウェアの縮小とライセンス費用等の削減が可能となる。よって本学の次期教育用システムの要求要件の重要なカギとなる。

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株式会社日立製作所各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 教育用システムの PC 端末の配置
<http://www.iimc.kyoto-u.ac.jp/ja/services/ecs/terminal/>
- [2] Apache VCL
<https://vcl.apache.org/>
- [3] VMware
<http://www.vmware.com/jp/products/vsphere-hypervisor.html>
- [4] xrdp
<http://www.xrdp.org/>
- [5] 京都大学 KUINS
<http://www.iimc.kyoto-u.ac.jp/ja/services/kuins/>