

# 仮想化基盤の異なる新教育システムへの 仮想サーバマイグレーションの実現

渡部 昌尚<sup>1)</sup>, 大野 真伯<sup>1)</sup>, 末廣 紀史<sup>1)</sup>, 竹原 一駿<sup>1)</sup>, 亀井 仁志<sup>1)</sup>, 八重樫 理人<sup>1)</sup>

1) 香川大学 情報メディアセンター

watabe.masanao@kagawa-u.ac.jp

## Virtual Server Migration towards New Education Systems Running on Heterogeneous Virtualization Infrastructures

Masanao Watabe<sup>1)</sup>, Masanori Ono<sup>1)</sup>, Norifumi Suehiro<sup>1)</sup>, Ichitoshi Takehara<sup>1)</sup>,  
Hitoshi Kamei<sup>1)</sup>, Rihito Yaegashi<sup>1)</sup>

1) Information Technology and Media Center, Kagawa University.

### 概要

香川大学では、コロナ禍における急激な環境変化にも対応可能な柔軟な教育システム基盤の整備を推進してきた。2024年3月に構築した新教育システム基盤の構築では、仮想マシンのバックアップおよびレプリケーション技術を活用し、プライベートクラウドの仮想化基盤から、ハイブリッドクラウドの新教育システム基盤へ安全かつ円滑な移行を実現した。本論文では、教育システム基盤の概要を示すとともに、新教育システム基盤整備の経緯、直面した課題と解決に向けた取り組みについて報告する。

## 1 はじめに

教育の情報化に伴い、大学における教育・研究活動は、情報システム基盤の安定的な運用が重要になっている。オンライン授業や学習支援システムの普及、研究データの利活用の観点からも、柔軟性と拡張性を備えた教育システム基盤の整備は不可欠である。そこで、仮想化技術やクラウドサービスを活用する。

仮想化技術やクラウドサービスによって、リソ

ースの効率的な利用や運用管理の一元化が可能となる。これによって、大学全体の教育・研究活動を安定的に支えることができる。

香川大学情報メディアセンターでは、教育システム基盤の安定運用を目的に、Hyper Converged Infrastructure (HCI) を用いた教育システム基盤を構築して、クラウド化を積極的に推進してきた。2011年に、仮想化技術を導入して教育システム基盤の運用を開始した。2018年に、教育システム基盤を県内データセンターに構築してプライベートクラウド化した[1]。2020年以降、パブリッククラ

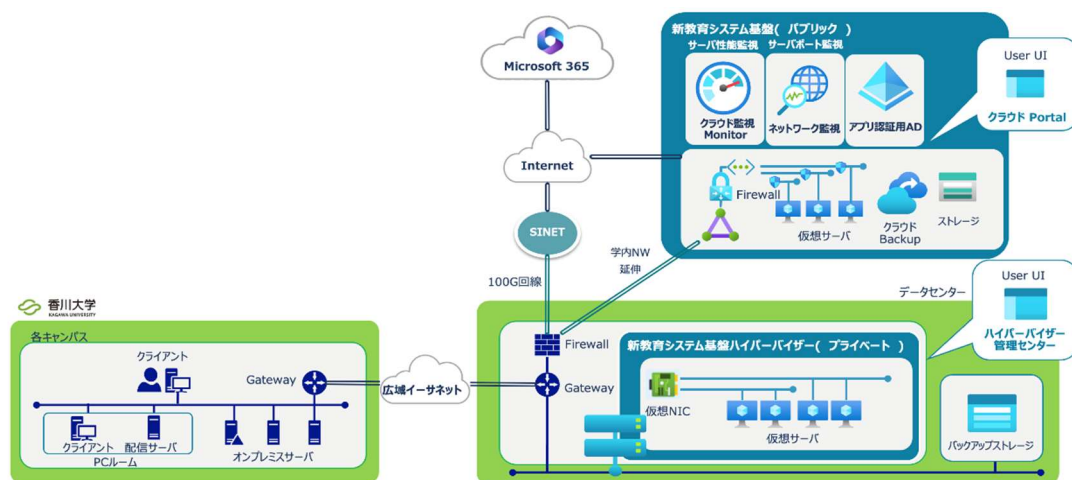


図 1 : 新教育システム基盤の全体構成概要

クラウドサービスを活用して、Microsoft 365 導入やメールサーバのドメイン統合、学生メールを Microsoft 365 へ移行、多要素認証必須化などを推進して、クラウド対応を進めた。

2024 年に構築した新教育システム基盤の概要を図 1 に示す。新教育システム基盤はプライベートクラウドとパブリッククラウドを統合したハイブリッド環境であり、Microsoft Azure による一元管理を導入した。現在は、プライベートクラウドとパブリッククラウドで合わせて約 100 台の仮想サーバを運用して一元管理している。

## 2 新教育システム基盤整備概要

### 2.1 新教育システムのコンセプト

本学の新教育システム基盤の設計方針は、パブリッククラウドサービスを積極的に活用し、クラウド時代を見据えた柔軟かつ安定的な基盤を構築することとしている。

新教育システム基盤の目的は、教育・研究サービスの持続性を高め、学内外における教育研究活動を支えることである。具体的には、教育活動において、クラウド前提の学修スタイルに対応する。さらに、研究に用いる開発環境やデータ分析環境もクラウド対応を進める。また、最新のクラウドサービスを業務や教育活動に導入し、教職員の業務効率化と教育の質的向上を図る。

本学独自の教育・研究ニーズに応じたサービス提供を通じて先進的な教育実践を支援し、教職員の負担軽減や学生応答時間の短縮を実現する。クラウド対応を進めて大学全体の教育の質を高めることをコンセプトとしてシステムを設計した。

### 2.2 ハイパーバイザーの更新

本学の旧教育システム基盤のプライベートクラウドは、2018 年に、VMware 社製の HCI を採用して CPU・メモリ・ストレージを仮想化すること

で、容易に増設可能な構成を実現した。2020 年のコロナ禍において、在宅で授業を受講する学生が急増した際には、リソースを柔軟に変更することによって、安定した教育活動を支援できた。さらに、本学の LMS を Microsoft 社が提供するパブリッククラウドへ移行した結果、開講科目数は 2019 年度の 293 科目から 2020 年度には 2144 科目と約 7 倍に増加したものの、オンライン授業が停止することはなかった。

2024 年 3 月に構築した新教育システム基盤では、Microsoft 社のパブリッククラウドを採用し、プライベートクラウド基盤についてもクラウドとの親和性を重視し、Microsoft 社が提供する HCI[2] を導入した。なお、新教育システム基盤の構築時に、一般的に用いられていた仮想基盤のライセンス体系が更新され、利用コストの増大が問題となった。しかし、本学は新教育システム基盤の構築を完了して、仮想サーバを移行したことにより、外部環境の問題を受けなかった。

### 2.3 仮想サーバ移行の要件

仮想サーバの移行にあたり、以下の 3 つの要件を満たす移行方式が必要となる。

#### (1) 利便性の高い移行ツールの選定

移行作業は専門的な知識を有しない担当者でも実施可能とし、GUI ベースで直感的かつシンプルに操作できるツールが必須

#### (2) サービスダウンタイムの短縮

教育サービスの移行に伴うダウンタイムを短縮し、利用者への影響を最小化

#### (3) 仮想サーバイメージのコンバージョン

旧教育システム基盤のハイパーバイザーで稼働する仮想サーバを、新教育システム基盤のハイパーバイザーへ移行する仮想サーバイメージ変換機能

上記 3 つの要件を満たす仮想サーバマイグレーション方式について、次の 3 章で述べる。

### 移行システム概要図

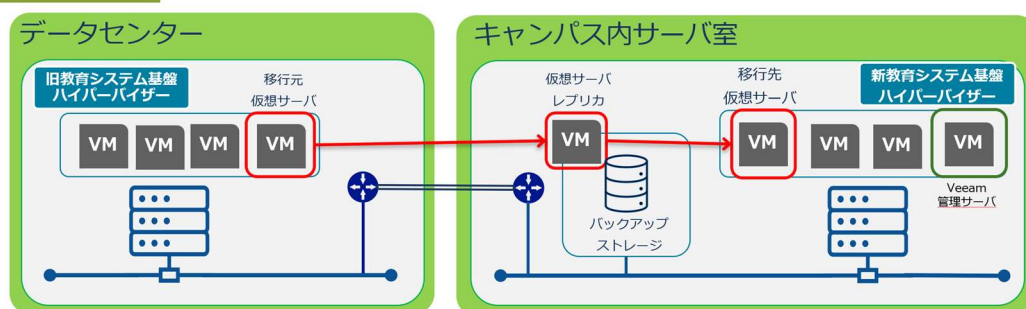


図 2：選定した移行システムの概要

### 3 仮想サーバマイグレーション方法

新教育システム基盤のハイパーバイザーは、旧教育システム基盤で採用したハイパーバイザーと異なる。従って、仮想サーバマイグレーションが必要となる。本章は、仮想サーバのマイグレーション方法を述べる。

#### 3.1 利便性の高い移行ツールの選定

仮想サーバのマイグレーションは、フリーのコマンドラインツール[3]を用いる方法や、有償の移行ツールを用いる方法等がある。今回、要件(1)を満たすため、Veeam社が提供するバックアップリストアツールを採用する。仮想サーバ移行に伴う操作ミスリスクを低減し、円滑な基盤更新を実現する。

旧教育システム基盤のハイパーバイザーから新教育システム基盤のハイパーバイザーへの移行するために、仮想サーバのイメージ転送する環境を図2のように構築して、以下の手順により仮想サーバ移行を実施した。

- (1) 新教育システム基盤のハイパーバイザー上にVeeam管理サーバを設置し、バックアップジョブを実行してバックアップストレージに仮想サーバイメージを作成
- (2) バックアップストレージに作成した仮想サーバイメージのレプリカを生成、新教育システム基盤のハイパーバイザー環境へインポート
- (3) Veeamのフェールオーバー機能を用いて、旧教育システム基盤のハイパーバイザー上の仮想サーバを停止し、新教育システム基盤のハイパーバイザー上の仮想サーバを起動

#### 3.2 サービスダウンタイムの短縮

仮想サーバマイグレーションを検証した結果、仮想サーバのイメージ転送時のスループットが最大で20MB/s程度となった。仮想サーバメ

ージのサイズは数十GB以上あることから、1台の仮想サーバマイグレーションに数時間以上かかる。検証結果を精査したところ、ネットワークを分離しているため、低スループットとなっていることが分かった。従って、高速で安定したデータ転送が可能なネットワークにより、要件(2)を満たすことができる。

そこで、仮想サーバマイグレーション実施構成を、図2から図3に変更した。新旧教育システム基盤を同一ネットワークへ接続した仮想サーバイメージ転送のスループットは263MB/s以上を達成し、ネットワークが分離していた構成と比べて約10倍のスループットとなった。この結果から、図3の構成を用いて仮想サーバマイグレーションを実施した。

#### 3.3 仮想サーバイメージのコンバージョン

異なるハイパーバイザー環境へ移行するため、仮想サーバイメージのコンバージョンが必要となる。ほとんどの仮想サーバイメージは、大きな問題なくコンバージョンを実施できた。一方、一部のLinux OSにおいて、以下に述べるネットワーク設定の対応を実施した。

##### 【Linux OSのネットワーク再設定】

古いLinux OSを用いた仮想サーバのコンバージョンには、ネットワーク対応が必要となったケースがあった。具体的には、仮想基盤の移行後、仮想サーバに設定されていたIPアドレス情報が削除されていた。

Linuxサーバで発生しており、ほとんどの場合、IPアドレスを再設定すれば解決する。一方、RedHat Enterprise Linux 6.1などの一部のLinux OSはマイグレーション後にNICを認識できず、ネットワークを利用できなかった。

##### 【NIC認識の対応方法】

#### 移行システム概要図

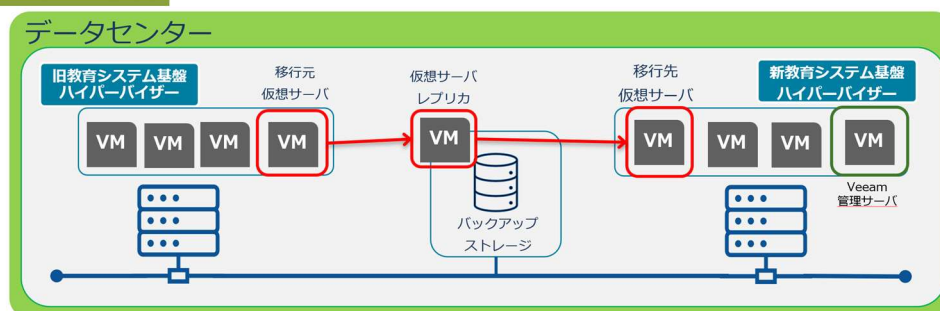


図3：ネットワーク性能を考慮した実際の移行システム構成

NIC を認識させるには、コンバージョン前の Linux OS に Linux Integration Services (LIS) 4.3.5 [4] のインストールが必要となった。移行後の Linux OS で NIC を認識できない場合におけるコンバージョン手順を以下に示す。

- (1) コンバージョン前の Linux OS に LIS 4.3.5 をインストール
- (2) V2V コンバータで新教育システム基盤のハイパーバイザー用ディスクイメージへ変換
- (3) 変換後の仮想サーバイメージを新教育システム基盤のハイパーバイザーへ移動
- (4) 新教育システム基盤のハイパーバイザーで「新規仮想マシン」を作成。「世代の指定」で「第1世代」を選択
- (5) 「仮想ハードディスクの接続」画面で変換済みの仮想サーバイメージを指定
- (6) 新教育システム基盤のハイパーバイザーで仮想マシンを起動

#### 【NIC 認識対応の検証方法】

上記手順の有効性を確認するために、実環境で実施する前に検証すべきである。上記手順を確認する場合、Windows 11 Pro をインストールしてハイパーバイザーを有効化したホストマシンと、VMware 社が提供するハイパーバイザープレイヤーを用いれば検証できる。

## 4 新教育システムの展望

今後、教育研究活動を支える教育システム基盤の安定性を担保するため、本学は、さらなるクラウド化を推進する。パブリッククラウドを中心としたハイブリッドクラウド構成とし、学内で実機運用されているサーバ群をクラウド環境に集約する。統合的で効率的な運用管理と高信頼なサービス提供を可能とし、教育研究に必要なサービスを安定的に提供できるよう、適切な維持管理を継続する。さらに、近年の教育研究は、様々な情報サービスを活用しており、例えば AI サービスや開発運用支援サービスを活用した教育システム基盤を構築する。現在注目されている生成 AI の活用を進め、利用者も対象としたサービスとして展開することを検討している。

香川大学では、教育システム基盤を持続的に維持管理することによって、全学的なデジタルトランスフォーメーション (DX) を下支えしている。教育研究活動を支える基盤を安定運用することに

よって、今後も大学構成員を継続的に支援することを目標としている。

## 5 おわりに

本論文では、仮想化基盤の異なる教育システムへの仮想サーバマイグレーションについて述べた。仮想サーバのマイグレーションには、利便性の高い移行ツールの選定、サービスダウンタイムの短縮、仮想サーバイメージのコンバージョンという3つの要件を満たす移行方式が必要である。

移行ツールとして、Veeam 社のバックアップリストアツールを用いた。また、サービスダウンタイムを短縮するには、バックアップストレージとハイパーバイザーを全て同一ネットワークに配置する必要があることを示した。さらに、一部の Linux OS において、NIC を認識させる手順を明らかにした。

これらにより、教育システム基盤を異なる基盤へ移行し、新教育システムは、2024年3月より本稼働した。

## 参考文献

- [1] 亀井仁志, 渡部昌尚, 大野真伯, 末廣紀史, 最所圭三, 仮想化を用いた教育基盤システムの TRIM 機能適用検討, 学術情報処理研究, Vol. 27, No. 1, pp. 89-97, 2023
- [2] Fsas Technologies, Microsoft Storage Spaces Direct でプライベートクラウド基盤を集約 Microsoft Azure とのハイブリッド環境の統合管理も実現, <https://www.fsastech.com/ja-jp/customer-stories/2025-kagawa-u/>, 2025年9月18日参照
- [3] OpenStack, イメージ形式の変換, <https://docs.openstack.org/ja/image-guide/convert-images.html>, 2025年9月18日参照
- [4] Microsoft, Linux Integration Services v4.3 for Hyper-V and Azure, <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=55106>, 2025年9月18日参照