

# 高等教育機関における教育システムのためのプライベートクラウドの構築

## Design of Private Cloud for e-Learning Platform in Higher Education

金西 計英<sup>\*1</sup>, 松浦 健二<sup>\*1</sup>, 高橋 暁子<sup>\*1</sup>, 戸川 聡<sup>\*2</sup>  
Kazuhide KANENISHI<sup>\*1</sup>, Kenji MATSUURA<sup>\*1</sup>, Akiko TAKAHASHI<sup>\*1</sup>, Satoshi TOGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 徳島大学

<sup>\*1</sup>The University of Tokushima

<sup>\*2</sup> 四国大学

<sup>\*2</sup>Shikoku University

Email: marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

**あらまし:** 高等教育機関の情報システムの構築がオンプレミスからクラウド環境上へ急速に移行している。アカデミッククラウドとしてサービスの提供が相次いでいる。一方、利用規模を限定したプライベートクラウドも、普及が進むと考える。しかし、クラウドは要素技術の複雑な組み合わせであり、デザインの指針等が必要になる。そこで、本稿ではプライベートクラウド構築の指針について考察する。

**キーワード:** プライベートクラウド, ハイパーバイザ, 分散ファイルシステム, SDN

### 1. はじめに

高等教育機関では二十一世紀以降、情報化が急速に進み、ハンドアウト資料、履修登録情報等いろいろな情報がPCやスマートホン等の情報端末を通じ、学生や教職員間でやり取りされる。その裏側で、LMS、履修登録システム等の情報システムが運用されている。情報システムの数は増える一方である。情報システムの増加は、システムの運用管理者の負担を大きくする。そこで、運用コストの増大に対し、コストを減らすため、情報システム構築のインフラのクラウド化に注目が集まっている。また、単に運用コストの軽減だけではなく、運用の柔軟性や、継続性の確保という点からもクラウド技術に注目が集まっている。

クラウドと呼ばれる技術は、計算機環境の仮想化技術を統合したものである。情報システム構築のインフラを仮想化することで、物理的な資源と情報システムの関係が、直接から間接になる。インフラの仮想化より、物理的な資源の管理を、システムの運用管理から切り離すことが可能になる。つまり、ストレージの故障やそれに伴う交換作業が発生しても、システムが停止することはない。

北海道大学、九州大学、情報通信機構等において大規模なアカデミッククラウドの構築がおこなわれ、サービスの提供が始まっている。また、AmazonAWS、さくらインターネットのVPSのような商用サービスも始まっている。一方、大学内といった限られた使用を目的とした中小規模のクラウドの運用、プライベートクラウド構築の事例は、それほど多くない。プライベートクラウドを構築する場合の指針は存在していない。クラウドは関連する技術が膨大であり、クラウドデザインのガイドラインのようなものが必要である。

本稿では、高等教育機関におけるプライベートクラウドの設計法について考察する。クラウドへの要

望、クラウド構築技術を概観し、構成要素の検討をおこなう。高等教育機関におけるプライベートクラウドをどのように構成するばよいか考察する。

### 2. プライベートクラウドに求められるもの

大学の情報システムのインフラをクラウド化する場合、求められる機能について整理する。大きく、以下の三つのものが考えられる。

- (1) データの保護
- (2) 資源の可用性
- (3) サービスの継続性

まず、データの保護は、情報システムにとって、最も重要な問題である。情報システムにとって、データは、物理的な資源の保全より重要である。システムにはさまざまな情報が蓄積されている。そのデータが突然破壊した場合、影響は計り知れない。これまでデータの保護は、データベースからのバックアップをシステム運用管理者がおこなってきた。データベースからのバックアップ、リストアを、システム運用管理者の作業とするのではなく、プライベートクラウドの基本機能の中に埋め込み、コストやミスを減らすという点からも、自動的に複製が作成される形が求められる。

次の資源の可用性とは、物理的な計算機資源を冗長構成とすることで耐障害性を高めることである。従来、情報システムの冗長性という場合、物理的な機器を複数個用意しそのシステムを構築することを意味していた。システム物理的に二重化するため、何かあった場合の障害への対応は容易となる。一方で、金銭的には倍のコストが掛かることになる。そこで、金銭的なコストと耐障害性を両立させる方法が求められる。物理的な資源を冗長化するとしても、特定の情報システムのためではなく、複数の情報システムで共有するような枠組みが求められる。共有することで、金銭的なコストが減ることになる。物理的

な資源の冗長性を、共有を前提に実現することである。

最後に、サービスの継続性が挙げられる。各種の情報サービスが生活の基盤となることによって、サービスはいつも動いていることが前提となっている。障害でサービスが停止することは許されない。物理的な資源の冗長化によりシステムの継続的な稼働の可能性は高まるが、それだけでは十分とは言えない。なぜなら、情報システムが稼働し続けたとしても、ネットワーク上の経路が確立されなければ、利用者はサービスを利用することができない。利用者サービス間の通信を確立する必要である。計算機の資源の仮想化だけではなく、システムと利用者のネットワーク環境の抽象化、仮想化が求められるということである。経路を抽象化することで、物理的な経路が変更されたとしても、利用者がそのことを意識する必要がなくなる。つまり、物理的な経路は常に同じとは限らなくなる。

### 3. プライベートクラウドの構成

ここでは、プライベートクラウドの構成について述べる。上述の要求に応えるようなプライベートクラウドは、以下の3つの仮想化機能の組み合わせである。

- (1) 計算資源の仮想化
- (2) ストレージの仮想化
- (3) ネットワークの仮想化

まず、計算資源の仮想化は、一般的な仮想機械を拡張したものである。仮想機械とは、計算機のシミュレータのことである。XenServer や VMware ESXi のようなハイパーバイザと呼ばれる仮想計算機の実行ソフトが用いられる。計算機の処理能力が上がるにつれ、一台の物理計算機上で、複数の仮想計算機をシミュレーション出来るようになった。さらに、仮想計算機の実行を、複数の物理計算機を用いて構築するようになった。このような計算機群を計算プールと呼ぶ。計算プール上の任意の計算機で、仮想機械のイメージが実行される。言い換えると、仮想計算機と物理計算機の対応は、動的に変更可能となる。そのため、計算プールでのイメージの実行や停止等を外部から制御する機能（コントローラ）が必要になる。2010年以降、OpenStack, CloudStack, Wakame 等さまざまなソフトが開発されている。

次に、ストレージの仮想化とは、ネットワーク経由でアクセス可能なハードディスク（ストレージデバイス）を提供するものである。計算機プールに対し、仮想計算機のイメージを実行するための作業用の共有ディスクを提供するものである。また、仮想計算機のイメージを保存しておくものでもある。ネットワーク上に分散する複数のハードディスクが抽象化され、単一ボリュームに見えるようにしたものであり、分散ファイルシステムと呼ぶ。プライベートクラウドでの、ストレージの仮想化といった場合、

分散ファイルシステムを用いるのが実用的である。分散ファイルシステムには、GlusterFS, Gfarm, Ceph, Hadoop 等さまざまな実装が存在している。

三番目のネットワークの仮想化とは、利用者のインターネット環境から、プライベートクラウドへのアクセスを保証することである。そのために、まず、プライベートクラウドのネットワークの構成が仮想化されている必要がある。プライベートクラウドを構成する計算機プール、コントローラ、分散ファイルシステムは、見掛け上、一つのプライベートネットワークで繋がる。次に、利用者との間の経路を仮想化する必要がある。動的な経路の変更に柔軟に対応するためである。例えば、A 大学から B 大学の計算プールへとイメージが移動し、A 大学側のプライベートネットワークのリンクがダウンした場合、利用者は B 大学側からプライベートクラウドへアクセス出来なければならない。ルーターによる経路情報の動的な変更は、柔軟に対応可能とは言い難い。そのために、利用者との経路を予め抽象化しておく必要がある。ネットワークの仮想化は、2010年以降、SDN(Software Defined Networking)と NFV(Network Functions Virtualization)をキーワードに、急速に普及しつつある。SDN を実現する方法として、OpenFlow, OpenDaylight, Contrail が注目を集めている。

### 4. まとめ

本稿では、高等教育機関におけるプライベートクラウドの構築の概況について述べた。大規模なアカデミッククラウドの運用は始まったが、一方で、プライベートクラウドの利用も広がると考える。まず、プライベートクラウドに求められる機能を分類した。基本的に、運用の可用性と、継続性が求められる。次に、プライベートクラウドを構成する方法について整理した。計算機の仮想化、分散ファイルシステム、ネットワーク仮想化を組み合わせることでプライベートクラウドが構成される。

今後、ここに示した方法を持ちて実際にプライベートクラウドを構築し、継続的データを収集し、検証を進める予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C) (課題番号 25350333) の支援を受けた。

### 参考文献

- (1) 棟朝雅晴, 高井昌彰: “北海道大学アカデミッククラウドにおけるコンテンツマネジメントシステムの展開”, 第 10 回情報科学技術フォーラム(FIT2011), 第 4 分冊, pp.15-18 (2011)
- (2) 横山重俊, 桑田喜隆, 吉岡信和: “アカデミッククラウドのアーキテクチャの提案と評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.2, pp.688-698 (2013)