## 大学間インタークラウドによる LMS 減災フレームワークの構築

# Building a Disaster Reduction Framework for the LMS using Intercloud Fabric

戸川 聡<sup>\*1</sup>, 金西 計英<sup>\*2</sup>
Satoshi TOGAWA<sup>\*1</sup>, Kazuhide KANENISHI<sup>\*2</sup>
<sup>\*1</sup>四国大学情報処理教育センター
<sup>\*1</sup>Education Center for Information Processing, Shikoku University
<sup>\*2</sup>徳島大学大学開放実践センター
<sup>\*2</sup>Center for University Extension, The University of Tokushima Email: doors@shikoku-u.ac.jp<sup>\*1</sup>

**あらまし**:大学などの教育機関では、LMS、各種 ePortfolio、キャンパスポータルシステムなど、様々な教育支援システムが運用されている。今日の大学における教学活動は、これら教育支援システムの存在なくして円滑な運営は困難といえる。これは、地震など災害被災時においても例外ではない。本稿では、大学間インタークラウドによる LMS 減災フレームワークを提案する。試作システムにより行った実証実験にて、一定の有効性を認めることができた。

キーワード:大学間インタークラウド、システム減災、クラウド基盤 DNS

#### 1. はじめに

2011年3月に発生した東日本大震災は、東北地方を中心に甚大な被害をもたらした。最近では、平成26年8月豪雨や気候変動による集中豪雨の頻発など、激甚災害とそれに類する災害発生は珍しいものではなくなりつつある。我々が拠点を置く四国地方は、近い将来、南海地震の発生が予測されている。地震や津波、豪雨被害など、災害に対する備えは必要不可欠である。これは大学においても例外ではない。

一方、大学の情報化は急速に進んだ. Moodle 等、LMS (Learning Management System)機能を有する教育支援システムは一般的に用いられている. また、これまでの LMS に加え、Learning ePortfolio、Teaching ePortfolio、キャンパスポータルシステム等、様々な教育支援システムが運用されている. これらの教育支援システムは、単に教材などのコンテンツが保持されるだけではなく、学習者の学習履歴も保持される. 被災によるシステムと学習履歴の喪失は、大学における教学活動の継続に重大な影響を与える.

利用者認証において連携が進み, Shibboleth 基盤の認証連携も導入されつつある (1). また,大学コンソーシアムを構成し,協定に基づく講義実施例も存在する (2). ここでも LMS 連携や認証機構の連携なくして円滑な大学間連携は困難と言える. ある大学における教育支援システムと学習履歴損失は,当該大学における教学活動継続に影響を与えるだけではなく,コンソーシアム全体の e-Learning 環境にも影響を及ぼす.

サーバやストレージ仮想化技術 (Infrastructure as a Service: IaaS) を基盤としたプライベートクラウド構築事例は、既に多く存在する. distcloud  $^{(3)}$  では、広域分散環境に最適化した分散ストレージにより災害回復環境を提案している. しかし、LMS など

e-Learning に最適化されたものではない.

そこで本稿では、大学間インタークラウドによる LMS 減災フレームワークを提案する.システム仮想 化基盤と分散共有ストレージによるプライベートク ラウド間連携機構を構築し、被災時における教育支 援システムと学習履歴の継続的利用を目指す.プロ トタイプシステムの概要を示し、評価実験結果につ いて述べる.

#### 2. LMS 減災フレームワーク

図 1 に、提案する LMS 減災フレームワークの構成を示す。本フレームワークは、各組織に構築されるプライベートクラウド基盤と、分散ストレージから構成される。

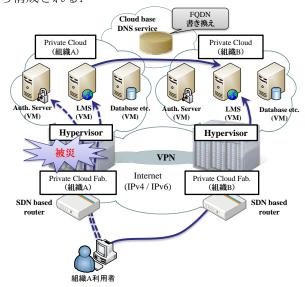


図 1 LMS 減災フレームワーク

LMS および認証システムなどの教育支援システムは、各組織に構築されるプライベートクラウド基盤上で稼働する仮想マシンとして構成される.

また、各プライベートクラウド基盤を横断する形で、分散ストレージシステムが構築される。分散ストレージシステムに保持されるデータは、学習履歴を含む LMS を仮想マシン化したものである。このため、教育支援システム、学習履歴、教材データが仮想ディスクイメージ(VDI)として保持される。VDIは単一のデータファイルではなく、複数のチャンクとして保持される。チャンクは相応の冗長度を確保し、あるチャンクが消失したとしてもデータファイル復元のための冗長性が保たれる。この結果、学習履歴が、他組織の管理者などから閲覧される可能性を低く保ったまま、プライベートクラウド間でVDIを保持できる。

組織Aのプライベートクラウド基盤が被災により 停止する場合、組織AのLMSは組織Bのプライベートクラウド基盤へライブマイグレーションにより 移動する.これによりシステムおよび学習履歴の保持を担保する.また、仮想ディスクイメージは、組織Aおよび組織Bいずれの分散ストレージにも更新された状態で保持されている.このため、組織Bのプライベートクラウド基盤を借用し、保持される仮想ディスクイメージよりLMSを起動できる.これにより、被災した組織Aのシステム運用継続を担保できる.

ライブマイグレーションは、独自に実装するインタークラウドコントローラにより制御される. 同時にクラウド基盤 DNS サービスのエントリを更新することで、組織 A 利用者からのサービス到達性を担保する.

#### 3. プロトタイプシステム

図 2 に、評価のため構築したプロトタイプシステムの構成を示す.プロトタイプシステムは、仮想マシンを保持するノードコンピュータ 8 台と、拠点間接続のための VPN ルータ 2 台、ライブマイグレーションを制御するインタークラウドコントローラから構成される.各ノードコンピュータは、ハイパーバイザとして KVM (Kernel Virtual Machine)  $^{(4)}$  を導入し、ライブマイグレーション制御のため Libvirt Virtualization Toolkit  $^{(5)}$  が導入される.また、分散ストレージ機構を構成するため、Sheepdog  $^{(6)}$  分散ストレージシステムが各ノードに導入される.分散ストレージへのチャンクデータ書き込み、および読み出しは、VPN 接続を介して各プライベートクラウド基盤のノードコンピュータで処理される.また、表2に各ノードコンピュータの仕様を示す.

#### 4. 実験と考察

提案するフレームワークの有効性を検証するため, 評価実験を行った.実験は2015年5月30日に実施 した.同一組織の別セグメントにおいて,それぞれ

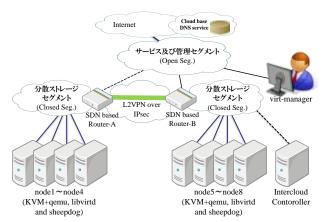


図2プロトタイプシステム構成

表1 ノードコンピュータ仕様

CPU	AMD Opteron 3250 HE (Quad Core)
DRAM 容量	16 Gbytes
HDD 容量	250Gbytes (SATA600)
OS	Ubuntu Server 14.10 64 ビット版

表 2 実験結果

ノード 1~ノード 2 間	22.3 秒
ノード1~ノード5間	24.8 秒

のセグメントを VPN で接続した.この環境において,同一セグメント内,および VPN を介したセグメント間でライブマイグレーションを実行し,マイグレーションに必要な時間を計測した.

表 2 に示すとおり、VPN 接続を介したマイグレーションにおいて、多少時間を要しているが、概ね実用的な範囲内でマイグレーションが完了している. LMS に保持される教材の容量や、学習履歴にも左右されるため、長期の LMS 運用が継続された場合の検証が必要だが、概ね良好な結果であると言える.

### おわりに

本稿では、プライベートクラウドシステムの連携による LMS 減災フレームワークの提案を行った.システム仮想化と分散ストレージを用いたプロトタイプシステムを構築し、評価実験を行った.今後はクラウド OS 等と連携した課題解決を行う.

#### 参考文献

- (1) 国立情報学研究所: "学術認証フェデレーション GakuNin", http://www.gakunin.jp/
- (2) e-Knowledge コンソーシアム四国, http://www-ek4.cc.kagawa-u.ac.jp/
- (3) 柏崎礼生,中川郁夫他:広域分散仮想化環境 distcloud の現状と今後,電子情報通信学会信学技報,Vol.114, No.236, pp.37-42, 2014.
- (4) Kernel Virtual Machine Web Site, http://www.linux-kvm.org/
- (5) Libvirt Virtualization Toolkit, http://libvirt.org/
- (6) Sheepdog Project, http://www.osrg.net/sheepdog/