マルチクラウド活用による教育支援環境のための統合的危機管理の枠組み

Integrated Risk Management Framework for Educational Assistance Environment using Multi-Cloud Computing

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

あらまし：大学などの教育機関では，LMS，各種 ePortfolio 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である．一方，災害復旧や減災の観点からクラウドの利活用が活発となっている．しかし，教学活動継続の障害となる危機は自然災害だけではない．起こりえる危機への対策が重要である．本稿では，マルチクラウドを活用した教育支援システム減災の枠組みを提案する．特に，緊急速報をトリガーとするマルチクラウドの適応的利用について検討する．

キーワード：マルチクラウド，教育支援システム，危機管理，緊急速報

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東日本大震災と津波は，東北地方を中心に甚大な被害をもたらした．2016 年 4 月に発生した熊本地震は震度 7 を観測し，係る群発地震による被害は甚大である．さらに最近では，平成 28 年 9 月，北海道へ 3 連続襲来した台風による洪水など，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．自然災害のみ捉えても，従来の想定を超えるシステム減災の枠組みが求められている．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．さらに，日本を含む東アジアの安全保障情勢は，これまで以上に緊迫化している．ある側面では，偶発的な軍事衝突発生の可能性が排除できないと想定される．これは自然災害に起因しない危機に対しても，現実的な対応を考慮しておく必要性を示している．

一方，大学など高等教育機関において，Moodle 等 LMS（Learning Management System）機能を有する教育支援システムが用いられている．また，これまでの LMS に加え，各種 ePortfolio 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．危機直面による損害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ている [(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．

これまで我々は，インタークラウドを活用した e-Learning 環境のシステム減災の枠組みについて提案してきた [(3)]．このなかで，スマートフォンで受信した緊急情報をトリガーとするライブマイグレーションの枠組みについて検証を続けてきた．この取り組みは，主として大規模災害を対象とするシステム減災を対象としている．しかし，昨今の安全保障問題など，教育支援システムの運用継続を阻害する要因は，自然災害に起因するもの以外も想定する必要がある．これらの危機対応を統合的に管理可能な枠組みが必要と言える．

そこで本稿では，マルチクラウドによる 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ハイブリッドクラウド間連携機構を構築し，危機発生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. 統合的危機管理フレームワーク

図 1 に，提案する LMS の統合的危機管理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基盤，商用パブリッククラウドから構成される．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を横断する形で，分散ストレージシステムが構築される．

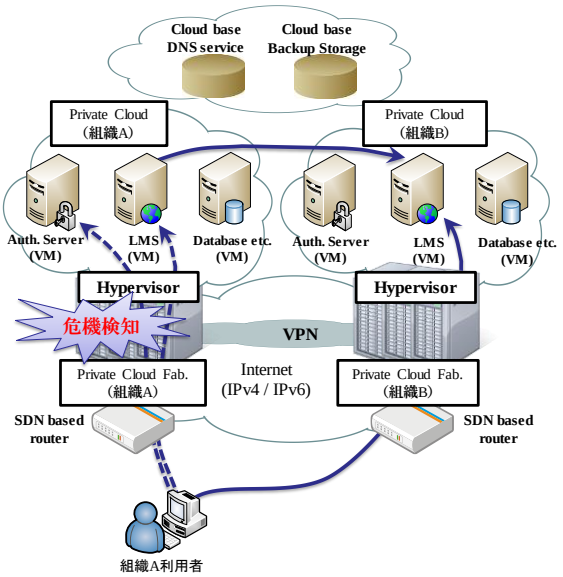

図 1 危機管理フレームワーク

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．

組織 A のプライベートクラウド基盤が被災や危機遭遇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．同時に，商用クラウドベースのオブジェクトストレージへ仮想ディスクイメージを保持する．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．また，仮に連携するプライベートクラウド基盤が損壊した場合でも，商用クラウドに保持される VDI を再導入することで，システム運用継続性を担保できる．

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，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．インタークラウドコントローラには，気象庁からの緊急速報を受信するためのスマートフォンが接続される．受信各ノードコンピュータは，ハイパーバイザを導入し，マイグレーション制御のため Libvirt Virtualization Toolkit [4] 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 [5] 分散ストレージが各ノードに導入される．

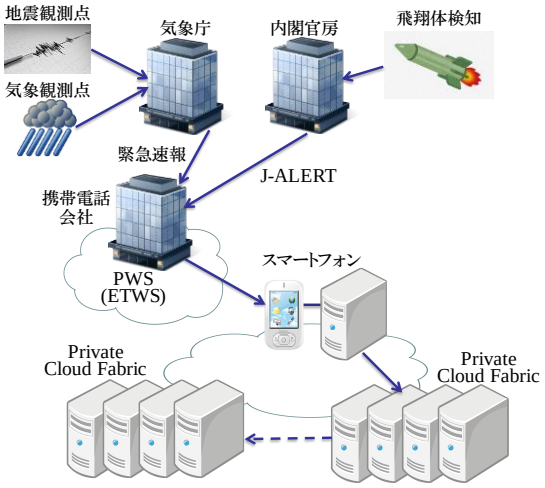

図 2 プロトタイプシステム構成

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．表 1 にノードコンピュータの仕様を示す．

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 16.04 LTS 64 ビット版

緊急地震速報及び J-ALERT 通知メッセージは，スマートフォン内にて ETWS（Earthquake and Tsunami Warning System）のメッセージを擬似的に生成し，危機発生のトリガーとした．この結果，連携するプライベートクラウド間で仮想マシンイメージのマイグレーションが実行されるとともに，商用クラウドへの仮想ディスクイメージ保持が確認できた．

5. おわりに

本稿では，マルチクラウドによる 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，商用クラウドへの退避も含め評価実験を行った．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) S.Togawa, K.Kanenishi, “Building a Disaster Recovery Framework for e-Learning Environment Using Disaster Information and Inter-cloud Computing”, Proc. of the 7th International Conference on Applied Human and Factors Ergonomics, Vol.498, pp.901-908, 2016.
(4) Libvirt Virtualization Toolkit, http://libvirt.org/
(5) Sheepdog Project, http://www.osrg.net/sheepdog/