

クラウドと IoT デバイスを活用した教育支援環境のための 適応的危機管理フレームワーク

Adaptive Crisis Management Framework for Educational Assistance Environment using Cloud Computing Platform and IoT Devices

戸川 聡^{*1}, 金西 計英^{*2}

Satoshi TOGAWA^{*1}, Kazuhide KANENISHI^{*2}

^{*1} 四国大学経営情報学部

^{*1} Faculty of Management and Information Science, Shikoku University

^{*2} 徳島大学高等教育研究センター

^{*2} Research Center for Higher Education, Tokushima University

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。起こりえる脅威の種類に応じた減災戦略の選択が重要である。本稿では、クラウド基盤と IoT デバイスを活用した教育支援環境の減災フレームワークを提案する。特に、エッジデバイスによるシステム減災も考慮したクラウド基盤の適応的利用について検討する。

キーワード：クラウド基盤、教育支援システム、危機管理、適応的減災、IoT デバイス

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。2018年9月に発生した北海道胆振東部地震では、最大震度7を記録したことに加え、北海道内全域における停電、いわゆるブラックアウトが発生した。北海道全域の停電解消には約1ヶ月を要した。我々が拠点を置く四国地方は、南海地震の発生が予測されている。土木学会は南海地震発生後20年間の経済的被害が1,410兆円に上る国難レベルの災害になるとの推計を発表している⁽¹⁾。

自然災害は地震や津波だけではない。2019年9月の令和元年房総半島台風は、千葉県を中心に甚大な被害をもたらした。建物の損壊だけではなく、電力網への壊滅的被害により、1ヶ月を超える長期間の停電をもたらした。同年10月の令和元年東日本台風では、関東地方と東北地方を中心に13都県において大雨特別警報が発令された。集中豪雨や洪水など、我々が日常的に遭遇する確率の高い自然災害においても激甚化が進んでおり、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。これは単なる建物の損壊を対象とするものではなく、広域かつ長期間における停電への対応など、これまで想定されていない障害に対しても、その対策を視野に入れなければならない。

災害に対する備えは必要不可欠である。東日本大震災以降、情報システムの災害復旧(Disaster Recovery, DR)と事業継続計画への取り組みが進んでいる。これは教育支援システムなくして教学活動継続が困難な大学も例外ではない。特に、反転授業

のための学習教材が eラーニングで提供され、学習履歴から学習者のふるまいを紡ぎ出すラーニングアナリティクス実践のためには、LMSを含む教育支援環境の保全は必須課題と言える。

DR 環境実現のため大学においても eラーニングへのパブリッククラウド適用が推進されている。現時点で適用されるクラウド基盤は IaaS ベースのものが主流であり、LMS を単に仮想マシンとして実装する事例が多い。クラウドに最適化された教育支援システムも増加しつつあるが、過負荷に対し柔軟であるとも言いがたい。クラウドは万能ではない。特定クラウド事業者への教育支援環境の移行は、新たな単一障害点を生むことにつながる。

これまで我々は、クラウドを活用した eラーニング環境のシステム減災の枠組みを提案してきた⁽²⁾。そのなかで、スマートフォンで受信した緊急速報をトリガーとするマイグレーションの枠組みにつき検証を続けてきた。危機の多様化にともない DR の枠組みも変化しつつある。教育支援環境の減災には、脅威の種類に対応した適応的な減災戦略の実行が不可欠になったと言える。加えて、現在進行中の新型コロナウイルスによる遠隔講義実施では、新たな課題も明らかになりつつある。

そこで本稿では、クラウド基盤と IoT デバイスを活用した LMS 減災フレームワークを提案する。特にクラウド基盤と IoT デバイスを活用し、システム減災ポリシーの選択による適応的システム減災の実現を目指す。適応的危機管理フレームワークの概要を示し、プロトタイプ実装と評価実験の結果について述べる。

2. 適応的危機管理フレームワーク

図1に、提案する適応的危機管理フレームワークの概要を示す。

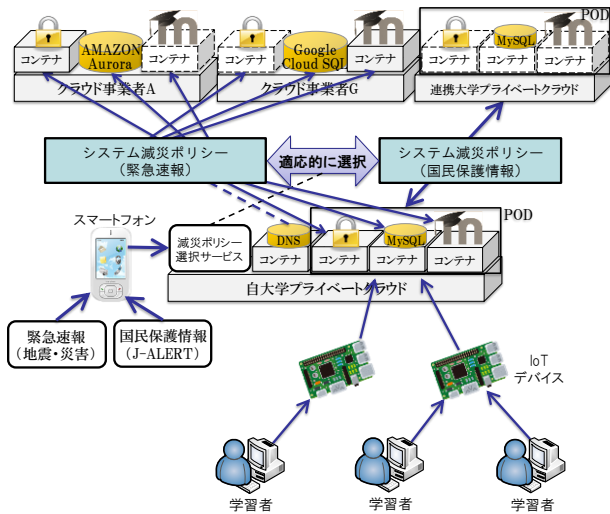


図1 危機管理フレームワーク

プライベートクラウド基盤に実装される減災ポリシー選択サービスには、スマートフォンを経由して緊急速報のメッセージIDが通知される。メッセージIDにより、受信された緊急速報が自然災害関連か国民保護情報関連か判定できる。自然災害に関連する脅威の場合、主としてクラウド事業者によるパブリッククラウドへの移行を減災ポリシーとして選択する。これは、自然災害に対するDR戦略として、クラウド事業者が構築するデータセンター冗長化が有効に機能すると判断するためである。また、巨大地震など壊滅的災害に被災した場合、自大学に構築したプライベートクラウド基盤そのものが消失する可能性が高い。この点からも自然災害への減災ポリシーとしてパブリッククラウド移行が有効と考える。

一方、国民保護情報への危機対応として、連携大学のプライベートクラウド基盤への移行をポリシーとして選択する。連携大学が大都市圏ではない前提で、国民保護情報の対象となる脅威に対して、都市圏のデータセンターへ環境を移行しない方が、稼働確率を向上できると考えるためである。

学習者の自宅や災害避難所等に配置されるIoTデバイスは、クラウド上に配置される大学のLMSと連携し、当該学習者に特化したLMSサーバとして機能する。IoTデバイス上のLMSは、クラウド上に配置される大学LMSのサブセットとして構成される。これにより、クラウド基盤に構築されるLMSにおいても受容できない負荷をオフロードする。クラウド基盤の活用による教育支援システムの適応的運用がシステムの水平展開による減災戦略だとすれば、IoTデバイスによる教育支援システムの部分的運用は、システムの垂直展開による減災戦略であると言える。

これら、危機管理の対象となる脅威の種類に応じ、

減災ポリシーを適応的に選択することで、学習履歴なども含む教育支援環境の保持を実効的に担保できると考える。

3. プロトタイプ実装と評価

提案するフレームワークの有効性を検証するため、プロトタイプシステムを実装し評価実験を行った。表1にプライベートクラウド基盤を構成するノードコンピュータの仕様を示す。また、表2にIoTデバイスとして使用したボ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	Intel Xeon E3-1225v6 (Quad Core)
DRAM 容量	64 Gbytes
SSD 容量	1.0 Tbytes (SATA600)
HDD 容量	4.0 Tbytes (SATA600)
OS	Ubuntu Server 20.04 LTS 64bit edition

表2 ボードコンピュータ仕様

プロダクト名	Raspberry Pi 4 Model B
DRAM 容量	4 Gbytes
ストレージ容量	32 Gbytes (microSHDC)
OS	Ubuntu Server 20.04 LTS 64bit edition

ノードコンピュータにはLMSとしてMoodle 3.7.6を導入し、大学側LMSを想定した運用を行った。ボードコンピュータにも同様にMoodle 3.7.6を導入し、特定の学習者のみの使用を想定した設定を行った。また、ボードコンピュータにはhostapdを導入し、無線LANのアクセスポイントとすることで、利用者PCからIoTデバイスの存在を意識させることなくLMSの利用を可能とした。ボードコンピュータとノードコンピュータ間のLMS用データベースを適宜同期させることで、学習履歴の保全が可能であることを確認した。

4. おわりに

本稿では、クラウド基盤とIoTデバイスの活用による教育支援危機管理フレームワークの提案を行った。フレームワークの構成につき説明し、プロトタイプシステムによる有効性を確認した。今後は、システム減災戦略での水平垂直戦略における適応的運用方法の洗練を行う。

参考文献

- (1) 土木学会レジリエンスの確保に関する技術検討委員会, "国難をもたらす巨大災害対策についての技術検討報告書", 2018年6月.
- (2) Togawa, S. and Kanenishi, K.: "Adaptive Control Method of e-Learning Infrastructure to Ensure Sustainable Operation against Multiple Crises", Proc. of 12th Int'l Conf. of Education, Research and Innovation, Vol.1, pp.4015-4021 (2019).