

# クラウドコンピューティング基盤を活用した 災害対策用自律ミラーサイトシステムの提案

## A Proposal of the Autonomous mirror site system for Disaster Countermeasure utilizing Cloud Computing Platform

矢野 恭平<sup>†</sup> 石井 嘉明<sup>†</sup> 廣岡 誠之<sup>†</sup> 杉木 章義<sup>‡</sup> 加藤 和彦<sup>‡</sup>  
Kyohei Yano<sup>†</sup> Yoshiaki Ishii<sup>†</sup> Nobuyuki Hirooka<sup>†</sup> Akiyoshi Sugiki<sup>‡</sup> Kazuhiko Kato<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 富士ソフト株式会社

<sup>‡</sup> 筑波大学 システム情報工学研究科

<sup>†</sup> FUJISOFT INCORPORATED.

<sup>‡</sup> Department of Computer Science, University of Tsukuba.

### 要旨

2011年に発生した東日本大震災では、システム障害により、多くの地方自治体や公共交通機関において情報発信に障害が発生した。その結果、被災者は意思決定をおこなうための情報が不足し、安全確認やインフラ復旧状態の確認など、その後の行動に対する判断に支障をきたすといった問題が発生した。本論文では、大規模災害時に対応可能な情報発信システムに求められる課題とそれらを解決する方法について提案する。また、提案した方法の具体的な実現方法として、オープンソースのクラウドコンピューティング基盤 Kumoi と地理的に離れた複数のデータセンターを活用した広域分散環境を組み合わせた自律ミラーサイトシステムについて述べる。

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災の直後、ハードウェアの故障やアクセスの増加などを起因とするシステム障害が発生し、地方自治体や公共交通機関からの情報伝達に障害が発生した[1]。その結果、被災者は、意思決定をおこなうための情報が不足し、被害の拡大・帰宅困難な状況に陥るなどの問題が発生した。

震災から数日後、社会インフラに大きく影響するシステムはある程度の復旧に至ったが、依然としてアクセス増加が原因となり、公的機関においても情報の発信が困難な状態が続いた。代替方法として Facebook や Twitter などの SNS が有効に活用されたが[2]、情報の伝達時に誤った情報も多かったため一部では混乱を招いた[3]。

本論文では、このような震災時における情報システムの障害に伴う課題に対して、連続稼動可能な情報発信手段の実現を目的とする。地理的に離れた複数のデータセンターによる広域分散環境を活用したクラウドコンピューティング環境上で動作する災害対策用自律ミラーリングシステムを提案する。

## 2. 日本における情報システムの災害対策

本章では、日本における情報システムの災害対策の現状と課題について述べる。

### 2.1. 災害対策の現状

東日本大震災における地方自治体の情報発信システムに対する災害対策の現状として、岩手県の一部の地域を例に挙げる。岩手県の海岸線に近い自治体では、震災後10日を経過しても情報発信状況は改善されなかった[1]。これは、災害の規模が想定外であったためと考えられる。しかし、2008年に総務省は阪神・淡路大震災などの前例から、震災によって想定される被害と、それが発生した場合において、如何に業務を継続するかを定める業務継続計画（BCP）の策定方法を定めたガイドラインを作成・公開している[4]。この中では、電力供給の停止から外部業者との連絡途絶、庁舎の使用不可の可能性まで起こりえる被害として検討されていた。

## 2.2. データセンターの運用と課題

地方自治体が運用し、情報システムに使用しているサーバは自施設内に設置されていることが多い[5]。これは、市民のデータを外部に置くことに対してセキュリティの観点から問題視されるためである。しかし、情報システムに使用するサーバが集積化している場合、災害によって機器の損傷が発生し、システムならびにデータの損失を招く可能性がある。このため、ガイドラインでは防災設備の整った外部データセンターの活用も推奨されている[4]。

しかし、東日本大震災のような大規模災害の場合には、データセンターに障害が発生する可能性もあるため、1拠点のデータセンターのみではシステムが継続して動作することができなくなる可能性がある。

## 2.3. システムの自動復旧と課題

災害時における情報システムの課題として、管理者または職員が対応不可能な場合や、システムの管理を外部業者に委託しているが連絡が途絶した場合において、早急な復旧が困難となる可能性がある。担当者が不在の状態で、手動による復旧が困難な場合、システムの自律的な復旧機能が有効である。それを可能にするためには、高い稼働率を表す可用性[6]と、常に正常な結果を返せる強靭性（ロバスト性）[7]の実現が必要となる。

## 3. 課題に対する提案手法

データセンターの障害に対する課題については、地理的に離れた複数のデータセンターを用いた広域分散環境を活用する。また、情報システムに対する課題については、クラウドコンピューティング基盤にシステムを移行させ、HA（High Availability）機能を用いて高い可用性を実現し、強靭性に対してはスケラビリティ機能によって課題を解決する方法を提案する。

## 4. Kumoi を用いた自律ミラーサイトシステムの提案

Kumoi を用いた自律ミラーサイトシステムの全体構成を図1に示す。

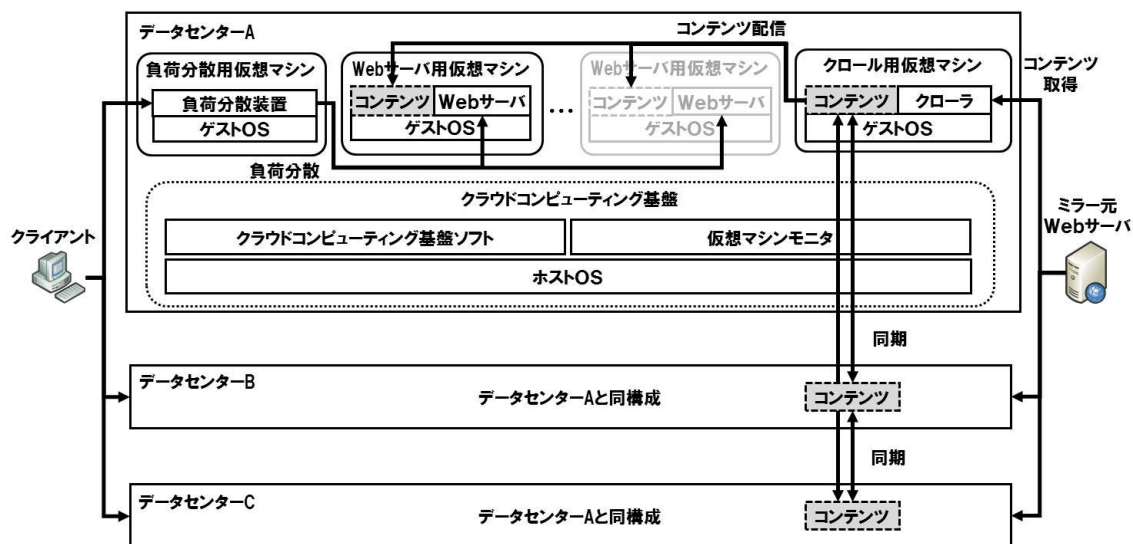


図1 Kumoi を用いた自律ミラーサイトシステムの提案構成

### 4.1. クラウドコンピューティング基盤 Kumoi

Kumoi は高水準なシェル環境を提供し、物理・仮想リソースを言語オブジェクト化することにより、統一的な操作を可能としたオープンソースのクラウドコンピューティング基盤ソフトウェアである[8]。

## 4.2. システムの構成

ミラーサイトシステムとして主に求められる機能は、「ミラーコンテンツの取得」「ミラーコンテンツの公開」となる。それに加えて、公開する Web サーバを複数にする場合は、「アクセスの負荷分散」も必要となる。本システムは、これに加えて、1 拠点のデータセンターに障害が発生しても継続動作を可能にする機能と、マシンに障害が発生した場合の自動復旧機能、急激な CPU 負荷増加に対して自動的にマシン数を伸び縮みする機能を持たせる。

1 拠点のデータセンターにおいて障害が発生した場合においても、継続動作が可能なシステムの構成を提案する。本システムでは、最も単純な方法ではあるが、同一のシステムを3つの拠点で並行稼働させることにより対応させる。この場合、各拠点のシステムが保持するコンテンツが同一の物であることが要求される。本システムに対する要求として、アクセス増加に伴う CPU 負荷増加に対して自律的な対応が求められる。これらを実現するには、コンテンツを公開するマシンに対して CPU 負荷が増加した場合に、自動的に同一のマシンが追加され、負荷分散される必要がある。これを考慮し、コンテンツの取得処理によって CPU 負荷が増加した場合に、アクセス増加による CPU 負荷増加と混合しないために、コンテンツの取得と公開は別のマシンでおこなう。同様に、負荷分散を行うマシンも別のマシンとする。上記を踏まえ、1 拠点のデータセンター内は、「負荷分散用仮想マシン」「Web サーバ用仮想マシン」「クローラ用仮想マシン」で構成する。次節で、各仮想マシンの機能と仕様について提案する。

## 4.3. 機能・仕様

「負荷分散用仮想マシン」は、負荷分散装置を有し、クライアントからのアクセスを拠点内の「Web サーバ用仮想マシン」に分散させる。また、クライアントからのアクセスの入り口となるため、本仮想マシンに障害が発生した場合、システム全体に影響する。このため、本システムでは、本仮想マシンの障害を検知した場合、Kumoi によって、自動的に仮想マシンの復旧がおこなわれる。

「クローラ用仮想マシン」は、クローラを有し、周期的に指定されたミラー元 HP のコンテンツを取得する。取得によって、ファイルやディレクトリに変更が生じた場合、「Web サーバ用仮想マシン」に対して取得したコンテンツの同期をおこなう。また、各拠点の保持するコンテンツが同一の物であるべき要求に対して、他拠点のデータセンターに存在する「クローラ用仮想マシン」間でも、「Web サーバ用仮想マシン」と同様にコンテンツの同期をおこなう。本仮想マシンも、障害が発生した場合、システム全体に影響するため、「負荷分散用仮想マシン」と同じく、Kumoi によって自動復旧がおこなわれる。

「Web サーバ用仮想マシン」は、Web サーバを有し、「クローラ用仮想マシン」から同期されたコンテンツの公開をおこなう。本仮想マシンは、クライアントからのアクセス増加に伴って CPU 負荷が増加していく。仮想マシンの CPU 負荷が増加すると、コンテンツの公開が正しくおこなえない場合や、仮想マシンに障害が発生する可能性があり、システム全体に影響する。このため、本システムでは、本仮想マシンの CPU 負荷が増加した場合、Kumoi によって、本仮想マシンと同じ仮想マシンが追加される。同時に、「負荷分散用仮想マシン」の分散先に追加され、「クローラ用仮想マシン」のコンテンツ同期対象としても追加される。逆に、CPU 負荷が減少すると、Kumoi によって本仮想マシンの削減がおこなわれる。

## 5. まとめと今後の展望

本研究では、震災時における情報システムの障害に伴う課題に対し、高い可用性を持った情報発信手段を実現する方法として、災害対策用自律ミラーサイトシステムを提案した。本システムは、広域分散環境上でクラウドコンピューティング基盤を用いて構築しており、災害時においても継続的に動作可能な情報発信手段の実現方法として、有効な選択肢であると考えられる。今後は、提案したシステムの今年度中の開発を目標とする。

## 謝辞

本研究は、総務省 SCOPE「ディペンダブルな自律連合型クラウドコンピューティング基盤の研究開発」の支援を受けている。

## 参考文献

- [1] 独立行政法人 防災科学技術研究所, 東日本大震災直後の自治体 Web 情報発信状況 (時系列), <http://landslide.bosai.go.jp/eq2011/>, 2011
- [2] 関啓一郎, 防災通信セミナー「衛星インターネットの利活用に向けて」-大震災と情報通信, [http://www.soumu.go.jp/soutsu/shikoku/chosa/eisei\\_inet/pdf/bosai\\_01.pdf](http://www.soumu.go.jp/soutsu/shikoku/chosa/eisei_inet/pdf/bosai_01.pdf), 総務省-,2011, pp.8.
- [3] 米持幸寿, IBM, ProVISION No,70/Summer 2011 震災時ソーシャル・ネットワークの効果と脅威, [http://www-06.ibm.com/ibm/jp/provision/no70/pdf/70\\_article2.pdf](http://www-06.ibm.com/ibm/jp/provision/no70/pdf/70_article2.pdf), 2011, pp.49.
- [4] 総務省, 地方公共団体における ICT 部門の業務継続計画(BCP)策定に関するガイドライン, [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2008/pdf/080821\\_3\\_bt1.pdf](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/080821_3_bt1.pdf), 総務省, 2011 pp.26.
- [5] 小池裕昭, 自治体フェア 2011-総務省における自治体クラウド推進の取組, [http://www.cic-infonet.jp/section/data/110901\\_3.pdf](http://www.cic-infonet.jp/section/data/110901_3.pdf), 2011, pp.13-30.
- [6] Wikipedia:高可用性, <http://ja.wikipedia.org/wiki/高可用性>
- [7] 遠藤悟, 科学技術動向, No123 2011 年 6 月号 災害時にもロバストで有効な情報伝達手段, <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt123j/menu.pdf>, 2011, pp.8-15.
- [8] Akiyoshi Sugiki, Kazuhiko Kato, Yoshiaki Ishii, Hiroki Taniguchi, and Nobuyuki Hirooka, “Kumoi: A High-Level Scripting Environment for Collective Virtual Machines”, IEEE 16th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS 2010), 2010, pp. 322-329.