

# 複数データセンターを用いた クラウドコンピューティング環境の構築とその研究活用について Construction and Research Utilization of Cloud Computing Environment using Multiple Data Centers

廣岡 誠之<sup>†</sup> 石井 嘉明<sup>†</sup> 矢野 恭平<sup>†</sup> 杉木 章義<sup>‡</sup> 加藤 和彦<sup>‡</sup>  
Nobuyuki Hirooka<sup>†</sup> Yoshiaki Ishii<sup>†</sup> Kyouhei Yano<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

近年、クラウドコンピューティングの普及に伴い、リソースの運用・管理に優れたデータセンターの活用が注目されている。データセンターの形態として、首都圏にある都市型と地方にある郊外型に分けられる。日本では利便性、障害対応のし易さから都市型を利用している企業が多い。しかし、単一のデータセンターでは、リソース不足や大規模災害時に安定した事業継続に支障をきたす可能性がある。

本論文では、日本のデータセンターの課題に対して、一つの有効な手段として都市型と郊外型のデータセンターを連携したクラウドコンピューティング環境を構築し、その有用性を述べるとともに、本環境を活用した研究事例について紹介する。

## 1. はじめに

近年、クラウドコンピューティング（以下、クラウド）が普及し、インターネットを通して様々なサービスが提供され、その市場は拡大傾向にある[1]。さらに、情報管理に関する法改正の強化により、セキュリティ対策がされているデータセンターを利用する企業が増加している[2]。利用するデータセンターの形態は、管理や障害対応のし易さから郊外型ではなく、都市型の利用が多い[3]。しかし、都市型は郊外型に比べデータセンターの規模が小さいため、物理計算機の収容数や設備の拡張に限界がある。また、地震などの自然災害によって、特定エリアのデータセンターが利用できないことも考えられる。そのため、リソース不足や自然災害による影響により、事業継続に支障が出る可能性がある。

本論文では、こうした日本におけるデータセンターの課題に対して、都市型と郊外型の複数のデータセンターを用いたクラウド環境の構築をおこなった。これにより、1 拠点でのリソース不足を他の拠点で補えるようにし、自然災害や大規模な障害により、1 拠点が使用不可能になった場合でもデータセンターを連携することで、安定した事業継続をおこなうことが可能となる。また、本環境を活用し、現在研究を進めている事例について紹介する。

## 2. 日本におけるデータセンターの特徴と課題

日本のデータセンターは地理的条件がよくアクセスのし易さなどが求められるため、データセンターの7割が首都圏に集中している[3]。都市型は、建物の強度や省エネ、グリーン化など環境に配慮し、災害時の停電に備えて自家発電装置を設置するなどの対策がされている。また、保守・運用を考えると障害やトラブルの発生時に駆けつけやすいというメリットが大きい。

一方、郊外型は、土地や電力コストを抑えることができるため、都市型と比較してコストを削減でき、データセンター専用の建物であるため、セキュリティ面での堅牢性が高い。また、土地の広さや建物を分棟式とすることにより、当初から大規模な建物を建設する必要がなく、その時の最新のテクノロジーで順次追加していくことが可能である[4]。2010年に実施された日経BP社の調査によると、KDDI、富

士通、富士ソフトがデータセンター部門の上位にあがっている[5]。これらの企業は都市型と郊外型を保有しており、運用・保守サポートが用意されていることが、評価のポイントになっている。また、地震大国である日本において、データセンターの災害対策は非常に重要である。多くの企業のデータセンターでは建物の免震・耐震構造、電源の二重化や非常用発電機による停電対策など細かい設計や運用方法が実現されている[6]。

このようにデータセンターには様々な特徴や対策がされている。しかし、都市型は設備の増設が困難な場合が多く、電気系統や荷重性などの問題などがあり、リソース不足の対応が難しい。また、東日本大地震のような想定外の自然災害などが起きた場合、1拠点のデータセンターでは安定した事業継続に支障がでる可能性がある。そこで、我々は都市型と郊外型のデータセンターを連携させたクラウド環境を構築することで、この課題を解決する。

### 3. 複数データセンターを用いたクラウド環境の構築

リソース不足や自然災害などの問題が生じた場合に1拠点のデータセンターでは対応できない。そこで、複数データセンターによるクラウド環境の構築をおこない、集積度が少ない複数の都市型のデータセンターを活用することでこの課題を解決する。また、郊外型のデータセンターとも連携することで災害対策にもつながる。複数のデータセンターを用いたクラウド環境の全体構成を図1に示す。

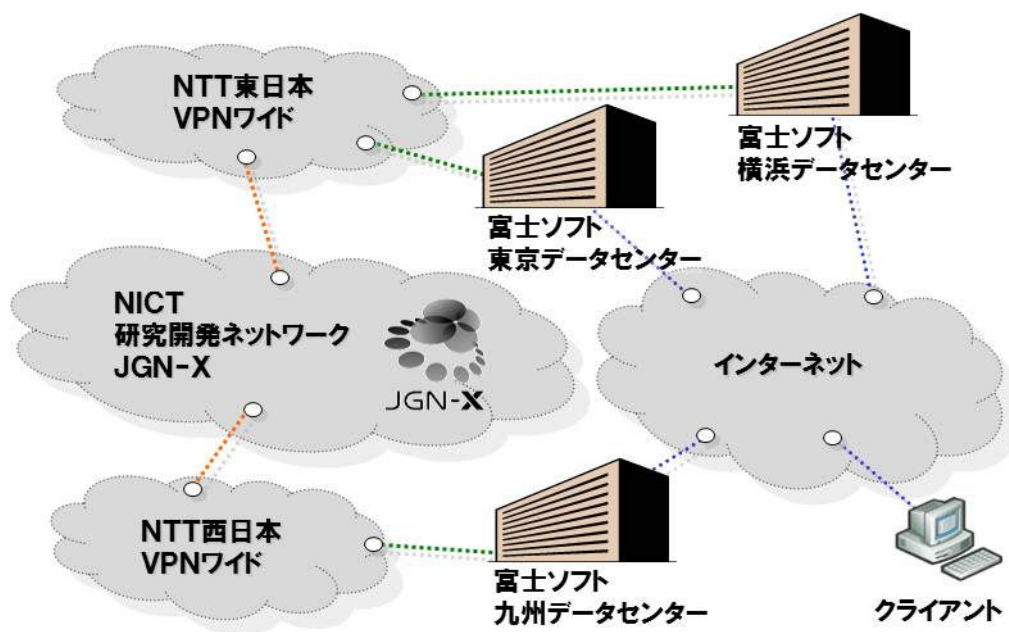


図1 複数データセンターを用いたクラウド環境の全体構成

データセンターは、富士ソフトが所有する地理的に離れた3拠点を使用了。首都圏内に2拠点（東京及び横浜）と地理的に長距離となる九州に1拠点のデータセンターを利用して構成されている。データセンター間を結ぶ回線は、インターネット及び高信頼性ネットワークを用い、2経路にて通信使用可能な環境を構築した。これにより、一般的に安価でベストエフォート方式であるインターネットと高価で高信頼性のネットワークの2回線において比較検証が可能であり、実用化を考慮した研究開発を可能としている。高信頼性ネットワークは情報通信研究機構（NICT）が運営する研究開発テストベッドネットワーク「JGN-X」を利用し、このアクセスポイントまでは、NTTが提供する「フレッツ・VPNワイド」を利用することで実現している[7]。クライアントからクラウド環境への接続は、VPN接続を利用する。また、リソースは仮想ネットワークにより、ユーザやグループごとの分割が可能となっている。

## 4. 本環境における研究活用

本環境は、筑波大学を中心とした「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」の実験環境として活用している[7]。本研究では、クラウドの基盤となるサーバ環境以外に、クライアント環境、ネットワーク環境の3つの環境を統合したディペンダビリティを有するクラウド技術の開発を目指している。

図2に本環境における研究活用の概要を示す。クラウド基盤となるサーバ環境では、研究開発中のクラウド基盤である Kumoi[8]を使ってクラウド基盤を構築し、障害検知やオートスケール機能などの検証をおこなっている。クライアント環境では、仮想マシンモニタである BitVisor[9]により、クライアントのセキュリティを高めるとともに、ネットワーク環境と連動させ、VPN 切り替え技術の開発をおこなっている。ネットワーク環境については、クライアントからの VPN 通信にてサーバに接続している際に、VPN 通信を監視し、障害時には自動的に他の拠点の VPN に切り替える技術[10]の実験環境として活用している。複数拠点間での切り替え実験をおこなうことで、経路選択方式の有効性やディペンダビリティ向上を目指している。

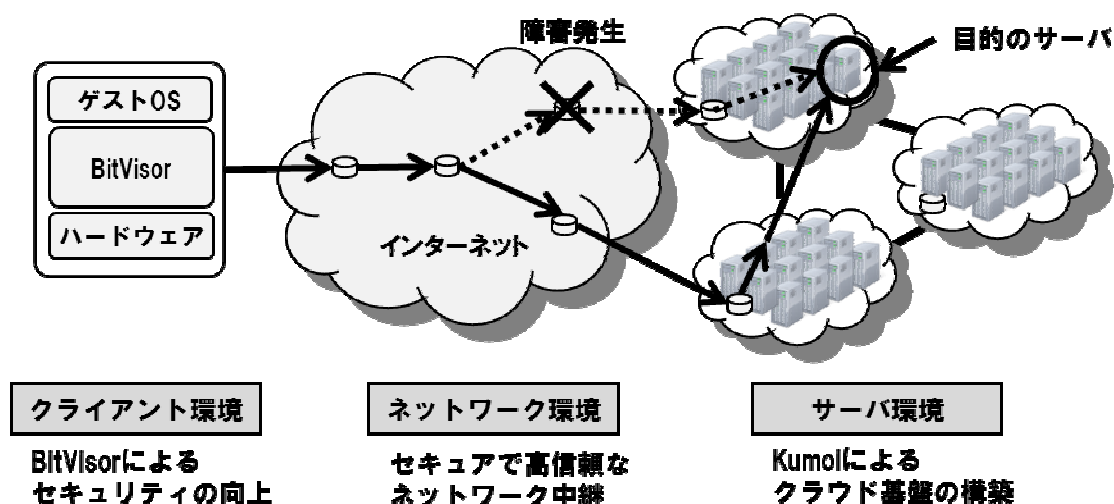


図2 本環境における研究活用の概要

## 5. まとめ

クラウドの普及に伴い、企業内の物理計算機の集約が進んだことで、データセンターの利用が増えている。しかし、日本では、利便性の高い都市型のデータセンターが利用されることが多いため、収容数や設備の拡張に限界がある。また、地震などの自然災害の影響により、データセンターが利用できなくなった場合、1拠点だけでは安定した事業継続に支障をきたす可能性がある。

そこで、都市型と郊外型のデータセンターを連携したクラウド環境の構築をおこない、データセンター同士を同じネットワークで結び、各データセンターのリソースを共有することで、都市型の課題であったリソース不足を解消する一つの有効な手段を提案した。都市型と郊外型という複数のデータセンターと連携されているため、遠隔地へのバックアップも可能となり、想定外の規模の地震などで1拠点のデータセンターがダウンした場合でも、生存しているデータセンターを利用することで、事業継続が可能となる。

## 6. 今後の課題と展望

本研究では、複数のデータセンターを用いてクラウド環境を構築したが、課題も残っている。本環境は、リソースを分割するために、タグ VLAN による仮想ネットワークを構築している。しかし、リソースの追加・削除が発生した場合の設定変更は、物理スイッチ・ルータなどの機器に対して複数の設定を行う必要があり、効率的ではない。今後は、ネットワークの通信単位をフローとして定義し、フロー単位できめ細かな経路制御や品質確保などが可能な OpenFlow[11]を使ってクラウド環境に適した仮想ネットワークの構築を進めていきたい。また、障害対策など実用化に向けた各機能の向上を目指す。

## 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] ノークリサーチ, 2010 年国内クラウド市場規模調査報告, [http://www.norkresearch.co.jp/pdf/2010saascloud\\_release.pdf](http://www.norkresearch.co.jp/pdf/2010saascloud_release.pdf), 2010.
- [2] 矢野経済研究所, データセンター事業に関する調査結果 2010, <http://www.yano.co.jp/press/press.php/000726>, 2010.
- [3] 日本経済新聞社, データセンターも「ガラパゴス」か 節電の夏が問う日の丸 I T, 日本経済新聞 電子版, 2011.7.14.
- [4] さくらインターネット, 石狩データセンターの特徴, <http://ishikari.sakura.ad.jp/>.
- [5] 日経コンピュータ 9 月 29 日号 NO.766, 日本 BP 社, 2010, pp.42-43.
- [6] インプレス, 企業の事業継続を支えるデータセンターの災害対策, <http://www.impressrd.jp/idc/story/2011/04/15/1703>, 2011.
- [7] 富士ソフト株式会社, 筑波大学, 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研究開発, 情報通信研究機構, [http://www.jgn.nict.go.jp/jgn2plus\\_archive/japanese/data/pdf/panel/A21007.pdf](http://www.jgn.nict.go.jp/jgn2plus_archive/japanese/data/pdf/panel/A21007.pdf), 2010.
- [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), December 9th, 2010, pp. 322-329.
- [9] BitVisor, <http://www.bitvisor.org/>.
- [10] Yohei Matsuhashi, Takahiro Shinagawa, and Kazuhiko Kato, Yoshiaki Ishii, Nobuyuki Hirooka, “Transparent VPN Failure Recovery with Virtualization”, IEEE 1st International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC 2010), Chennai, India, December 2010.
- [11] OpenFlow, <http://www.openflow.org/>.