

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 1 日現在

機関番号：55501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24530444

研究課題名(和文) 中小企業の情報基盤を強化するクラウドシステムの研究開発

研究課題名(英文) Research and development of the cloud system strengthening the information infrastructure of small and medium sized enterprise

研究代表者

内田 保雄(Uchida, Yasuo)

宇部工業高等専門学校・経営情報学科・教授

研究者番号：70321487

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)： 激化する競争環境下における中小企業の情報基盤を構築・強化するための情報システム・モデルとして、中小企業に適合的なクラウドシステムについて研究し、プロトタイプシステムの開発をおこなった。具体的には、オープンソースのクラウド基盤であるEucalyptus およびOpenStackを用いて、構築が容易で運用管理の負担が少ないモデルを提案し、実験運用から評価までを実施した。また、代表的な有償のサービスであるAmazon EC2との比較もおこなった。

研究成果の概要(英文)：As an information system model to build the information infrastructure of the medium and small-sized business under the competition environment that intensified, and to strengthen it, I studied a suitable cloud system in the medium and small-sized business and developed the prototype system. Specifically, using Eucalyptus which was the cloud base of the open source and OpenStack, I suggested the model that construction was easy, and there were few burdens on operational management and carried out an evaluation from experiment use. In addition, I performed the comparison with Amazon EC2 which was representative charged service.

研究分野：情報システム

キーワード：中小企業 クラウド

1. 研究開始当初の背景

米国 Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory (RAD Lab) がまとめた「クラウドコンピューティングに関する研究」では、サービスの可用性、データの囲い込み、データの機密性と監査性など 10 項目をクラウドコンピューティングの課題として挙げている。

また、ガートナー社が発表した「世界の CIO 2,014 人の調査」によれば、自社のコンピュータによる情報処理量の半数以上をクラウドに移行するのはいつ頃と予測しているかという問いに対して、世界では 53% が「2015 年までに移行するであろう」と回答しているのに対して、日本では同回答は 25% にとどまっている。一方で、「2021 年以降」もしくは「移行不可能」と回答した割合は、世界では 19% であったのに対し、日本では 43% にも上っている。このように、わが国ではクラウドの研究や導入について大きく後れをとっているのが現状である。

一方、「中小企業等におけるクラウドの利用に関する実態調査」(2011)によれば、「クラウドコンピューティングの活用」は約 1 割であり、中小企業向けの研究開発や技術支援が喫緊の課題となっている。しかしながら、クラウドと中小企業の情報基盤との関係あるいは今後の方向性に関する学術的な研究は、ほとんどおこなわれていないのが現状である。

2. 研究の目的

前述のような研究動向を注視しつつ、本研究では RASIS (「信頼性」「可用性」「保守性」「保全性」「安全性」) フレームワークの追求を目指すものである。すなわち、今日の情報システムにおいては、中小企業の情報基盤であっても、先の東日本大震災のような危機下においても安定的運用あるいはまた迅速な復旧が可能なシステムが求められてきているのである。このことは、ICT 部門の業務継続計画 (BCP)、すなわち災害発生などの緊急時の際にも業務を継続するために、その損失を極小化するための予防措置や不可欠な重要業務を早期復旧するための計画として不可欠になっている。

そこで本研究では、中小企業に適合的なクラウドシステムのフレームワークを検討・設計するとともに、運用・管理時の問題点についても調査・考究することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、大きく 4 つのフェーズに分けられる。①まず、先行研究の調査として、文献研究をおこなう。ここでは、大企業の場合と中小企業の場合との差異の分析に重点を置きながら考察する。②つぎに、先進事例の現地調査による事例研究をおこなう。ここでは、実際の運用・管理における問題点や課題を中心に調査する。③つづいて、

システムの設計・開発に取り組む。ここでは、中小企業に適合的なシステムのモデルを考案し、プロタイプとして実装する。④さらに、最終フェーズとして、実証システムによる運用と評価をおこない、知見としてまとめる。

まず、クラウドシステムの企業への適用および中小企業における情報基盤に関するこれまでの研究蓄積、および最新の動向を体系的に整理する。この作業は、①文献研究をおこなう、②先進的な取り組みをおこなっている中小企業の事例を調査する、という方法により進める。①については、クラウドシステムおよび中小企業における情報基盤に関する主要な文献のサーベイとレビューをおこなう。とくにクラウドシステムの利用を強力に推進している欧米の文献のサーベイは不可欠である。そして、欧米での先進的な事例が日本に应用可能かどうかについて検討する。また②については、クラウドシステムの導入を積極的に推進している中小企業あるいは中小企業の情報化を支援している公共機関を実際に視察し、事例研究をおこなう。そこでは、さまざまなクラウドシステム構築の事例から、その効果や問題点を考察する。これらの調査研究は研究代表者を中心としておこなうが、研究分担者もその一翼を担い、情報蒐集やデータ分析作業をおこなう。

前年度の研究調査およびその分析と考察にもとづいて、クラウドシステムの企画・設計の作業に入る。このフェーズでは、全研究者でシステムの仕様について、分析・検討を重ねることにより、仕様を確定していく。

最終段階では、開発したシステムの実証実験をおこない、さらに評価もおこなう。

4. 研究成果

クラウドシステムは、図 1 のように分類される。

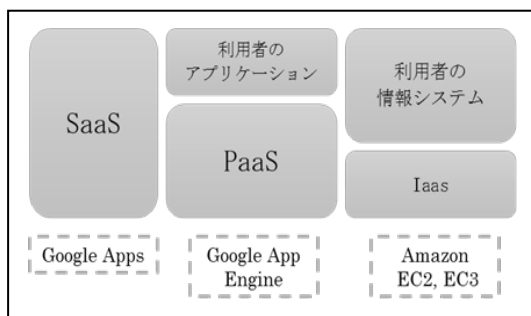


図 1 クラウドシステム

具体的には、クラウドシステムサービスの形態に対応させて、SaaS (Software as a Service : 機能がネットワークを介して提供される)、PaaS (Platform as a Service : アプリケーションの開発環境、カスタマイゼーション機能がネットワークを介して提供さ

れる)、IaaS (Infrastructure as a Service : 仮想マシンや OS もネットワークを介して提供される) という 3 つのサブシステムとして構成される。オープンソースのクラウドシステムの実装としては、リソース機能として OpenStack Compute (Nova)、クラウドストレージ機能として OpenStack Object Storage (Swift) がある。これらのオープンソースにより、中小企業においても Google Apps や Amazon EC のような機能 (互換機能) を容易に実現することが可能となる。

具体的には、クラウドシステムサービスの形態に対応させて、SaaS (Software as a Service : 機能がネットワークを介して提供される)、PaaS (Platform as a Service : アプリケーションの開発環境、カスタマイゼーション機能がネットワークを介して提供される)、IaaS (Infrastructure as a Service : 仮想マシンや OS もネットワークを介して提供される) という 3 つのサブシステムとして設計する。実装としては、オープンソースのクラウドシステムのモジュールをカスタマイズして構築する。すなわち、リソース機能として OpenStack Compute (Nova)、クラウドストレージ機能として OpenStack Object Storage (Swift) をカスタマイズして設計・構築する。これにより、中小企業においても Google Apps や Amazon EC のような機能 (互換機能) を容易に実現することが可能となる。

(1) Amazon EC2

IaaS の代表的な例が Amazon EC2 である。Amazon EC2 は、Amazon Elastic Compute Cloud の意味であり、クラウド内で規模を自在に変更可能なコンピュータ能力を提供するウェブサービスであると謳われている。具体的には、以下の手順で利用することができる。

- ・あらかじめ設定されたテンプレートイメージを選択し、すぐに立ち上げて実行する。またはアプリケーション、ライブラリ、データ、関連設定を含む Amazon Machine Image (AMI) を作成する。
- ・Amazon EC2 上でセキュリティやネットワークアクセスを設定する。
- ・希望のインスタンスタイプやオペレーティングシステムを選択し、ウェブサービス API または提供される様々な管理ツールを使用して、AMI インスタンスを、必要な分だけ開始、終了、監視する。
- ・インスタンスに対して、複数のロケーションで実行するのか、固定 IP のエンドポイントを利用するのか、または堅牢なブロックストレージを追加するのか等を決定する。
- ・利用料金は、インスタンス稼働時間またはデータ転送のような、実際に消費するリソースに対してのみ発生する。

このうち、AMI の選択について図 2 に示す。

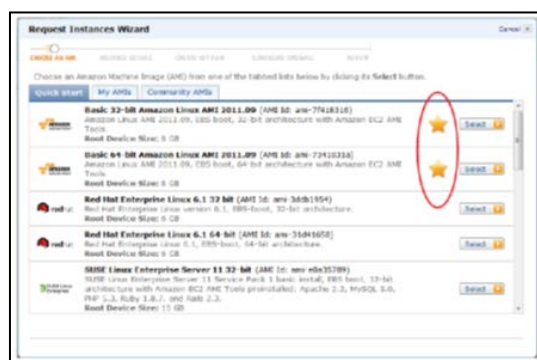


図 2 AMI の選択

(2) EC2 クローン

Amazon EC2 と同様のサービスを他の技術で提供する形態が EC2 クローンである。

Eucalyptus は、IaaS 型クラウドサービスを提供するための代表的なオープンソースである。

Eucalyptus (Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs To Useful Systems) は、もともとカリフォルニア大学サンタバーバラ校コンピュータ・サイエンス学科の研究プロジェクトとして開発されたが、現在は Eucalyptus Systems, Inc. という企業がサポートしている。

Eucalyptus (ユカリプタス) は、図 3 に示すように、サーバー、ネットワーク、ストレージという IT インフラ上で、IaaS Web サービスを提供している。

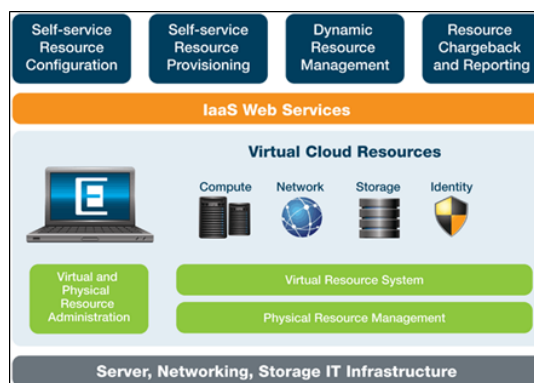


図 3 Eucalyptus の構成

(3) Eucalyptus の導入

Eucalyptus 3.2.2 FastStart を導入すると、以下のようにクラウド環境が利用可能になる。

登録されているイメージの一覧表示

```
# euca-describe-images
```

キーペアの作成

```
# euca-add-keypair euca-demo > euca-demo.private
```

```
# chmod 0600 euca-demo.private
```

インスタンスの起動

```
# euca-run-instances -k euca-demo emi-B3C23724
```

```

インスタンスの確認
# euca-describe-instances
インスタンスへの接続
# ssh -i euca-demo.private
ec2-user@172.23.2.100
$ sudo su
Apache のインストール
# yum install httpd
Apache の設定
# vi /etc/httpd/conf/httpd.conf
「ServerName local host」を設定する。
Apache の起動
# service httpd start
セキュリティルールの設定
# euca-authorize default -p 80
以上で、Web サービスを提供できる。

```

(4) OpenStack

OpenStack は、IaaS 型クラウドサービスを提供するための代表的なオープンソースである。OpenStack は、2010 年に Rackspace 社と NASA (アメリカ航空宇宙局) によって始められた IaaS クラウドコンピューティングプロジェクトである。2012 年には、非営利団体「OpenStack Foundation」が設立された。

OpenStack は、図 4 に示すように、GUI で操作を行うためのコンポーネントとして、OpenStack Dashboard (horizon) があり、compute, storage, and networking resources を管理している。



図 4 OpenStack の Dashboard

RDO は、Red Hat あるいは Red Hat 互換のプラットフォームで動作するコミュニティ版の OpenStack ディストリビューションである。RDO を導入すると、以下のようにクラウド環境が利用可能になる。

```

・ソフトウェアリポジトリのインストール
# sudo yum install -y
http://rdo.fedorapeople.org/openstack/openstack-grizzly/rdo-release-grizzly-3.noarch.rpm
・パッケージインストーラーのインストール
# sudo yum install -y openstack-packstack
・Packstack による OpenStack のインストール

```

```

# packstack -allinone
この段階でシングルノード OpenStack インスタンスが起動する。
・Dashboard の操作
http://localhost/dashboard から admin ユーザーで Openstack dashboard にログインする。
・SSH を有効にする
デフォルトの security group にポート番号 "22" を追加する
・キーペアを作成するかインポートする
・
http://cloud.fedoraproject.org/fedora-19.x86_64.qcow2 から "Fedora19" のイメージを追加する
・"F19" イメージのインスタンスを起動する
図 5 にインスタンスが起動している様子を示す。

```

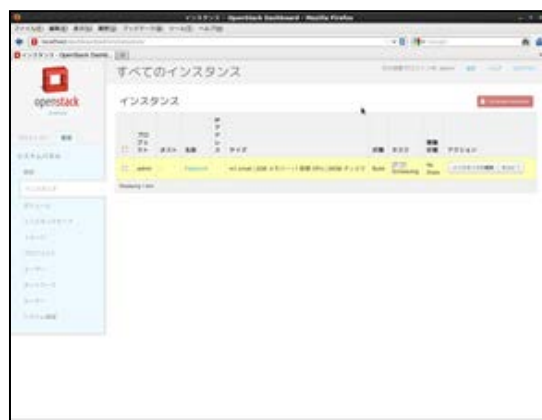


図 5 OpenStack のインスタンス

```

・起動したインスタンスに IP アドレスを対応付ける
・SSH によりインスタンスにアクセスする
$ ssh -l root -i my_key_pair.pem floating_ip_address
以上で、OpenStack クラウドを利用できる。

```

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Yasuo Uchida, Seigo Matsuno, Masayoshi Hasama, Takao Ito, Makoto Sakamoto, A Study of Open Source Cloud System for Small and Medium Enterprise, Journal of Robotics, Networking and Artificial Life, 査読有, vol. 1, issue 2, pp. 155-159, 2014
http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=14045
http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=14045
- ② 内田保雄, 松野成悟, 伊藤孝夫, 坂本真人, 中小企業におけるオープンソースクラウドシステムの比較研究、生産管理, 査読有, Vol. 20, No. 2, pp. 119-124, 2014

- ③ Yasuo Uchida, Seigo Matsuno, Makoto Sakamoto, Comparison of Open Source Cloud System for Small and Medium Sized Enterprises, Proceedings of the the 3rd International Conference on Information Technology and Computer Science, Advanced Science and Technology Letters, 査読有, Vol.51, pp. 276-282, 2014
http://onlinepresent.org/proceedings/vol51_2014/63.pdf
- ④ Yasuo UCHIDA, Seigo MATSUNO, Takao ITO, Masayoshi HASAMA, Makoto SAKAMOTO, A Study of Open Source Cloud System for Small and Medium Enterprise, Proceedings of the International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB 2014) , 査読有, pp.300-303, 2014
- ⑤ Yasuo UCHIDA, Seigo MATSUNO, Takao ITO, Masayoshi HASAMA, Makoto SAKAMOTO, A Simple Open Source Cloud System Model for Small and Medium Sized Enterprise, Proceedings of the 1st International Conference of Production Management 2013 in Ho Chi Minh City & Binh Duong, 査読無, Reference No. :#033 (CD-ROM, 4pages), 2013

〔学会発表〕(計 1件)

- ① 内田保雄, 松野成悟, 伊藤孝夫, 坂本真人, 中小企業のためのオープンソースクラウドシステムの比較, 日本生産管理学会・第39回全国大会, pp.75-78, 大阪成蹊大学(大阪府・大阪市), 2014.3.9

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内田 保雄 (UCHIDA, Yasuo)
宇部工業高等専門学校・経営情報学科・教授
研究者番号：70321487

(2) 研究分担者

松野 成悟 (MATSUNO, Seigo)
宇部工業高等専門学校・経営情報学科・教授
研究者番号：30290795

(3) 研究分担者

坂本 真人 (SAKAMOTO, Makoto)
宮崎大学・工学部・准教授
研究者番号：50196101