

## 大学連携における仮想化による継続的な学習環境の提供

金西 計英<sup>†</sup>, 戸川 聡<sup>‡</sup>, 松浦 健二<sup>†‡</sup>, 林 敏浩<sup>‡‡</sup>

<sup>†</sup>徳島大学大学開放実践センター      <sup>†‡</sup>徳島大学情報化推進センター

<sup>‡</sup>四国大学経営情報学部      <sup>‡‡</sup>香川大学総合情報センター

marukin@cue.tokushima-u.ac.jp

**概要:** 四国では南海地震の発生が迫っており、大学等の情報資源の対策は喫緊の課題である。四国地区では、e-Learningによる単位互換を目的とした大学コンソーシアムが設立されている。これまで、e-Learningシステムの連携を中心に、情報システムの連携に取り組んできた。そこで、情報環境の対策として大学コンソーシアムを活用することを発想した。クラウド技術を活用することで、情報環境の減災対策が可能であることを示す。本研究では、具体的な手法としてクラウド技術の導入を提案する。大学コンソーシアムでプライベートクラウドを構築することが可能であることを示す。現在、我々は、四国の大学コンソーシアムにおいてプライベートクラウドの構築を目指している。

### 1 はじめに

近い将来、南海地震の発生が予測されており、四国に暮らす我々は、南海地震に対し準備を進めなければならない。これは、高等教育機関においても同様である。本稿では、とくに、大学の情報環境に対する減災を取り扱う。大学の情報化は、今世紀に入って急速に進み、キャンパスネットワークの停止は致命的である。教職員や学生等にとって、電子メールが止まる、教務システム等の各種のサービスへアクセスが出来なくなることは、大学そのものが止まることを意味する。無論、地域が壊滅的な被害を受ける中、一事業者のことを大げさに取り扱うことは適切ではないが、予め被害が想定される中、我々は何らかの手を打つ必要がある。また、今なら、対策が可能だと考える。

現在、四国地区の大学は、大学コンソーシアム(e-Knowledgeコンソーシアム四国)を設立しており、e-Learningを活用した単位互換事業等を進めている<sup>1)</sup>。大学コンソーシアムという枠組みが、大学の情報環境の減災に活用できるのではないか、と考えるに至った。

情報システムを用いた災害対策に関し、さまざまな取り組みが進んでいる。我々は、クラウド技術の活用を提案する。大学コンソーシアムでプライベートクラウドを構築することで、緊急時の情報資源の分散化が可能になるからである。つまり、

四国の大学間でプライベートクラウドを構築することで、例えば、徳島地区で被害が発生したとしても、徳島の大学の資源を、影響の少なかった他の地区で、サービスの提供を続けることが可能となる。少なくとも、データ等のバックアップを保存することが可能になる。

本稿では、四国の大学コンソーシアムでのプライベートクラウド、eK4-Cloudについて述べる。現在、クラウド構築のミドルウェアであるOpenStackを用いる予定にしている。また、ストレージの仮想化、及び、ネットワークの仮想化についても検討が必要である。ストレージの仮想化ではHadoop等の技術が普及している。ネットワークの仮想化についてはOpenFlowの普及が始まっており、こうした技術を用いてクラウドの設計を進める予定である。現在、eK4-Cloudは設計の途に就いた段階であるが、今後、実証的に研究を進める予定である。

### 2 大学連携による情報環境の減災

遠くない将来、南海地震の発生が予測されており、大学の情報環境にとって、対応は喫緊の課題である。ここでは、減災対応がどのようなものになるか検討する。

大学連携の枠組みを前提に、情報環境に対する対策として、以下の三つの機能が考えられる。

(1) データの分散バックアップ

(2) 資源の可用性

(3) 利用者へのアクセスの保証

まず、データの分散バックアップは、情報システムにとって最も重要な問題である。データの保全は、物理的なシステムの保全より重要である。学生簿、教材のコンテンツ、履修のログ等、現在の大学ではさまざまな情報が蓄積されている。データのバックアップが残っていれば、システムが被害を受けたとしても、他にシステムを構築し、データをリストアすることでサービスを再開可能である。現状でも、各大学でデータのバックアップはおこなわれている。大学連携の枠組みの下、各組織相互にバックアップを持ち合うことが可能になる。データを相互にバックアップすることを提案する。データのバックアップを相互に持つことでリスク分散をおこない、影響が及ぶ範囲を軽減することができる。

次に、資源の可用性は、データの相互保存の考えを進め、計算機資源も相互に持ち合うことである。情報システムそのもののバックアップを相互に持ち合うことである。システムを相互に持つことで、災害がある地区で発生しても、速やかに他の地区でサービスを再開することが可能になる。

無論、データのバックアップがあれば、システムを再構築することは可能である。しかし、システムのバックアップがあれば、データのバックアップからの復元よりも容易にサービスを再開できる。これまでは、システムのバックアップという場合、物理的な機器の冗長化を意味していた。そのため、システム二重化を実現することには困難、負担が伴う。

しかし、最近の仮想化技術の発達によって、様々なハードウェアを、イメージと呼ぶ形で、計算機資源を抽象化されたオブジェクトとしてデジタルデータ化することが可能になった。そのため、大学コンソーシアムとして、イメージを共通で保存するストレージと、イメージを駆動する仮想化実行環境を用意すればよい。仮想化環境は、大学毎に用

意するのではなく、コンソーシアムとして一つの仮想化環境を構築することが望ましい。そこでは、情報システムは一つのイメージとして保存され、計算機プールと呼ばれる実行環境上で実行される。イメージが物理的な資源のどこで実行されているかは、仮想化環境内部の問題となる。各大学における準備作業としては、計算機のイメージをバックアップするだけであり、各大学の運用担当者にとっての負担は小さくなる。

最後に、利用者へのアクセスの保証が挙げられる。災害がおこった場合、何らかの形でサービス提供を維持することが重要である。そのためには、システムを動かし続けることが求められる。他方、幾らシステムを稼働し続けたとしても、利用者からのアクセス手段が確立されていなければ、利用者はサービスを利用することができない。利用者サービスとの通信を確立することを目指す必要がある。なお、これは、利用者の物理的な通信環境を保護することを意味しているのではない。仮想環境上で計算機システムが、計算機プールを移動することによって、利用者側へネットワークの設定変更を要求することは望ましくない、ということの意味する。利用者が意識する、しないは別にして、何らかの設定変更が必要になると、結果的に、利用者はそうした設定変更の情報にアクセス出来ず、サービスを利用できない、ということになる。これでは、システムの稼働は継続していても、誰も利用できないということになり、緊急時の対応として、十分とは言えない。つまり、システムと利用者のネットワークの間においても、何らかの仮想化が必要になる。利用者側のネットワーク環境を仮想化しておくことで、計算機プール上で計算機システムの移動等が発生しても、利用者は、そうした移動を意識する必要がなくなる。少なくとも、コンソーシアムとして提供するサービス上は、利用者からのアクセスを維持できる。

なお、我々は、被害が大規模に及ぶような場合、西日本全体、あるいは、四国全域が壊滅的な被害を受けるような災害を想定していない。四国内で

被害に差があり、地区間で相互に何らかの対応が可能であるような状況を前提としている。

### 3 クラウド環境の実現

#### 3.1 プライベートクラウド構築の基盤

我々は、大学コンソーシアムとしてプライベートクラウドの構築を目指している。そこで、プライベートクラウドの構築基盤として、OpenStackを用いる予定である。OpenStackは、アメリカを中心に開発が進んでいるオープンソースのクラウド用ミドルウェアである。NASAで進められていたIaaS構築のためのNebulaプロジェクトと、Rackspace社のSwiftというオンラインストレージ開発プロジェクトをまとめ、新たに始まったクラウド基盤開発のためのプロジェクトである<sup>[3]</sup>。アメリカでは商業等の利用が始まっており、日本でも研究利用のクラウド構築に、利用が始まっている<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 大学間プライベートクラウドの要件

以下に、我々がプライベートクラウドで実現する必要があると考える機能についてまとめる。

- (1) 計算資源の仮想化
- (2) ストレージの仮想化
- (3) ネットワークの仮想化

まず、計算資源の仮想化は、一般的に捉えられている仮想化環境を拡張したものである。

仮想化環境とは、イメージ（ハードディスクの内容と、CPU、メモリ容量等の計算機の情報）とそれを駆動する実行環境のことである。つまり、仮想化環境とは、計算機のシミュレータのことである。これまでは、単一の計算機でシミュレーションを実行していたが、複数の計算機で、複数の計算機をシミュレーションするようになってきた。アプリケーションから複数の計算機をまたがるフレームワークへと変化してきた。仮想化環境において、計算機をシミュレーションする計算機群を計算プールと呼ぶ。計算プール上の任意の計算機で、イメージが実行される。そのため、計算プー

ルでのイメージの実行や停止等を外部から制御する機能（コントローラ）が必要になる。計算プールとコントローラは、同一セグメントとして、プライベートネットワーク内に配置される。実際の仮想環境は複数の大学にまたがるため、このプライベートネットワークは仮想的に構成される。一方、外部からのアクセスも可能でなければならぬため、このプライベートネットワークは、外部インターネットへのアクセスも可能となっている。

次に、ストレージの仮想化とは、ネットワーク経由でアクセス可能なハードディスクを提供するものである。利用する側からみれば、ローカルに存在する単一のボリュームに見える。しかし、実態は、ネットワーク上に分散された複数のハードディスクが抽象化され、単一ボリュームに見えているだけである。利用者は、コントローラ機能にアクセスするだけで、コントローラがプロキシとして資源を一つにまとめている。また、アクセスには、HTTPS等の汎用のプロトコルが用いられる。

ストレージの仮想化によって、データのバックアップを相互に保持する等の作業の可搬性が高まる。仮想ストレージは見かけ上、ローカルなストレージであり、バックアップの作業はローカルストレージに対する作業としておこなえる。一方で、仮想ストレージは大学間で共有されるため、他大学でそのデータを取り出すことが可能となる。つまり、A大学からB大学へのデータのコピーといった作業が必要なくなる。物理的なりソース上のデータの配置や冗長化といった作業は、仮想ストレージシステム内の処理であり、利用者がそうした処理を意識することはない。

最後に、ネットワークの仮想化は、利用者からプライベートクラウドへのアクセスを保証することである。そのために、利用者との間のネットワークが仮想化されることが望ましい。まず、プライベートクラウドのネットワークの構成自身、仮想化されている必要がある。各拠点間を繋いだ、一つのプライベートネットワーク上にプライベートクラウドは構成される。こうしたネットワーク

の仮想化は、一般的なルータの設定で、比較的容易におこなえる。次に、利用者との間の経路を仮想化しておく必要がある。動的な経路の変更に柔軟に対応するためである。例えば、A大学からB大学の計算プールへとイメージが移動し、A大学のプライベートネットワークのリンクがダウンした場合、利用者はB大学へのイメージへのアクセスが困難になる。こうした事態に備え、利用者との経路を抽象化しておく必要がある。利用者も含めた仮想ネットワーク環境の構築が必要になる。

#### 4 eK4-Cloud

四国大学の8大学（徳島大学、香川大学、高知大学、愛媛大学、鳴門教育大学、高知工科大学、徳島文理大学、四国大学）は、平成20年度より文部科学省の戦略的大学間支援事業の支援を受け、コンソーシアムを設立し、大学間連携事業に取り組んでいる。本コンソーシアム中心事業は単位互換である。本コンソーシアムを構成する大学は四国に遍在しており、遠隔講義、e-Learningによる単位互換を進めている。

コンソーシアム内で、プライベートクラウドを構築することを想定している。本クラウドをeK4-Cloudと呼ぶ。eK4-Cloudは、OpenStackを用いて構築する。まず、コンソーシアム内で、クラウド構築のために、単一のプライベートネットワークを構築する。

大学コンソーシアム間で単一のプライベートネットワークのセグメントを構築し、ここに計算プールを用意する。計算プールは物理的には複数大学に設置される。さらに、コントローラを設置する。なお、コントローラは、災害時に備え冗長化しておく。さらに、Swiftによるストレージを構築する。このストレージも単一のストレージに見えるものの、物理的には複数の大学に配置される。この仮想ストレージ上にイメージを保存しておく。我々は、コンソーシアムを構築する大学間でプライベートクラウドの構築を目指す。

さらに、本クラウドに対して、利用者とクラウド間に、仮想のネットワーク環境を用意する。利

用者とクラウドの間を仮想ネットワークで構築しておくことで、利用者が実際にどのような物理的な経路でネットワークのトラフィックを構築するかは問題ではなくなる。つまり、状況に応じた、経路の構成が可能になる。

#### 5 まとめ

本稿では、今後発生が想定される南海地震に対して、減災を目的に、大学の情報環境の対応の一つとして大学コンソーシアムでプライベートクラウドを構築する方法について提案した。情報環境を保護するために可能な対応について考察し、対応の具体的な方法としてクラウドの導入が有効であることを述べた。そして、クラウドに求められる機能について分類した。その上で、四国の大学コンソーシアムを例に、大学間でのプライベートクラウドの設計について示した。現在、我々が取り組んでいるプライベートクラウド、eK4-Cloudについて述べた。eK4-Cloudは、現在、設計中であり、プロトタイプでの試行から順次、システムの有効性の検証を進める予定である。

#### 謝 辞

本研究を進めるに当たり、e-Knowledge 四国コンソーシアムのシステム委員会のメンバーには、遠隔ミーティングを開き活発に議論して頂いたことに感謝する。

#### 参考文献

- [1] 金西 計英, 松浦 健二, 中川 真宏, 久米 健司, 矢野 米雄 (2010) 地域Federationに基づく分散されたe-Learning環境の運用, 平成22年度情報教育研究集会論文集, CD-ROM版
- [2] 金西 計英, 松浦 健二, 林 敏浩 (2011) 大学コンソーシアムにおけるWebサービスを連携させるための地域Federationの構築, 教育システム情報学会研究報告, Vol.26, no.3, pp.25-28
- [3] OpenStack Project, <http://www.openstack.org>
- [4] 日本OpenStackユーザ会, <http://openstack.jp>