

**セキュアクラウドネットワーク技術の研究開発
(クラウド同期型次世代IPネットワーク基盤技術)**
**Research and development on Secure Cloud Networking Technologies
(Cloud Networking Technology)**

研究代表者 加納 敏行 日本電気株式会社

研究期間 平成 21 年度

【Abstract】

In this study, we developed technology for building a network environment in which secure and reliable cloud services can be used flexibly, at low cost, with low power consumption, in various fields. Our target is an environment in which there are more than 10 distributed clouds, each consisting of several hundreds of applications and several thousands of virtual servers.

Through this study, we achieved initial aims of the research and development. Each subtheme are below:

1. Develop a system that can rapidly detect which part in cloud network causes each quality degradation or trouble. It has the capability of detecting each behavior of over 10 million sessions in Cloud infrastructure within 3 seconds.
2. Develop a recovery architecture that dynamically restructures system, within 100 milliseconds in case of network and within 3 seconds in case of network control server trouble.
3. Develop a network node system control architecture that will be able to customize each control of at maximum 10 thousands cloud network. And develop a resource management control architecture which can assign required resource according to each service requirement of a hundred thousand users.
4. Develop a architecture that restructures network node system dynamically, to the specific service , within 10 seconds
5. Develop a architecture of network node system that at maximum 10 thousands cloud network can share one network node at the same time, and it is also possible to enlarge network node capability by changing the clustered number of network nodes from 1 to 100 according to over whole network size.

1 研究体制

- **研究代表者** 加納 敏行 (日本電気株式会社)
- **研究分担者** 鈴木 正敏 (株式会社KDDI研究所)
中尾 彰宏 (国立大学法人東京大学)
- **研究期間** 平成 21 年度
- **研究予算** 総額 1,600 百万円

2 研究課題の目的および意義

本研究開発は、高度化・多様化し続ける ICT サービスの要求条件に対応し、新たな価値を創造する社会基盤となるネットワークインフラを実現する「超高速・高信頼・極小エネルギー消費型の革新ネットワーク技術」のひとつとして、急速に普及しつつあるクラウドコンピューティングサービス（以下「クラウドサービス」という。）が抱える安全性・信頼性等の課題の解決につながる「セキュアクラウドネットワーク技術」の研究開発等を実施するものである。次世代 IP ネットワークやユビキタス等で世界に先行する我が国の強みを活かしつつ、現在のクラウドサービスが抱える諸課題を解決し、もって、様々な分野で安心して利用可能な信頼性の高いクラウドコンピューティング環境を我が国に実現することを目指す。

本研究開発課題においては、様々な分野において、安全で信頼性の高いクラウドサービスを柔軟かつ低コスト・低消費電力で利用可能とするためのネットワーク環境を実現する「セキュアクラウドネットワーク技術」の確立を目指し、当該技術の要素技術のひとつとして、数百システム、数千の仮想サーバからなるクラウドが 10 個以上、ネットワーク上に分散して存在するサービス環境を想定し、次世代 IP ネットワークを柔軟に活用して、高品質・高信頼なクラウドサービスを低コストで実現するための「クラウド同期型次世代 IP ネットワーク基盤技術」の研究開発を実施する。

3 研究成果

3.1 課題ア：クラウド同期型ネットワークトラフィックフロー監視基盤技術

クラウドインフラ内に発生する一千万以上のセッション（フロー）の振る舞いをリアルタイム（3秒以内）に把握し、ネットワーク内における品質劣化箇所や障害箇所の迅速な検出を可能とするシステムを実現する。

【課題ア-1：フローベーストラフィック監視技術の研究開発】

不特定多数のトラフィックフロー、および個別トラフィックフロー単位にフロー情報を抽出し可視化する技術を軸に、ネットワーク上の通信状態・アラーム状態を可視化する方式検討を実施した。さらに、机上検証および試作を行い、不特定多数のトラフィックフロー、および個別トラフィックフロー単位に可視化を可能とする技術基盤を確立できたことを確認した。

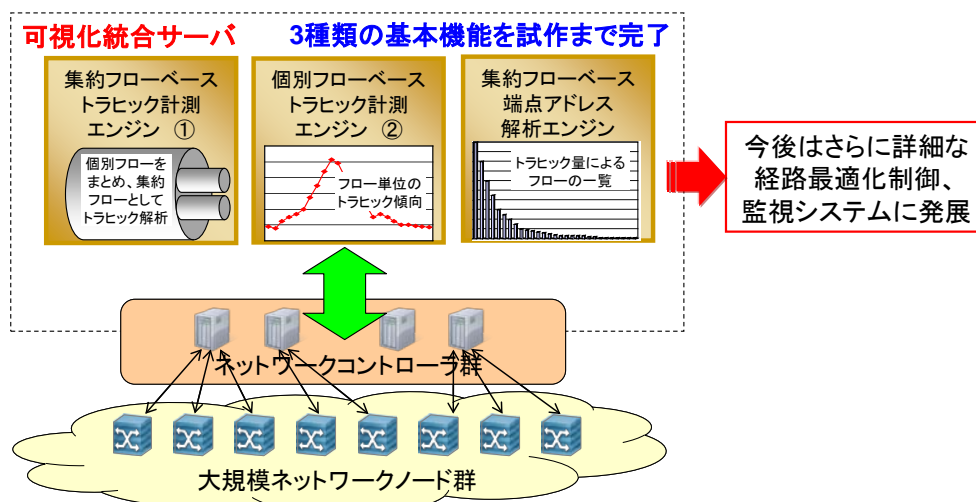


図 3.1-1 課題ア-1 の成果イメージ

【課題アー2：高速フロー監視基盤技術の研究開発】

メッセージバスエンジンと分散協調基盤を軸に、基本アーキテクチャおよび負荷分散・高可用性・拡張性を実現する要素技術の方式検討を実施した。さらに、机上検証および予備評価を行い、高速フロー監視が動作するに足るクラスタ型基盤の要素技術を確立できたことを確認した。

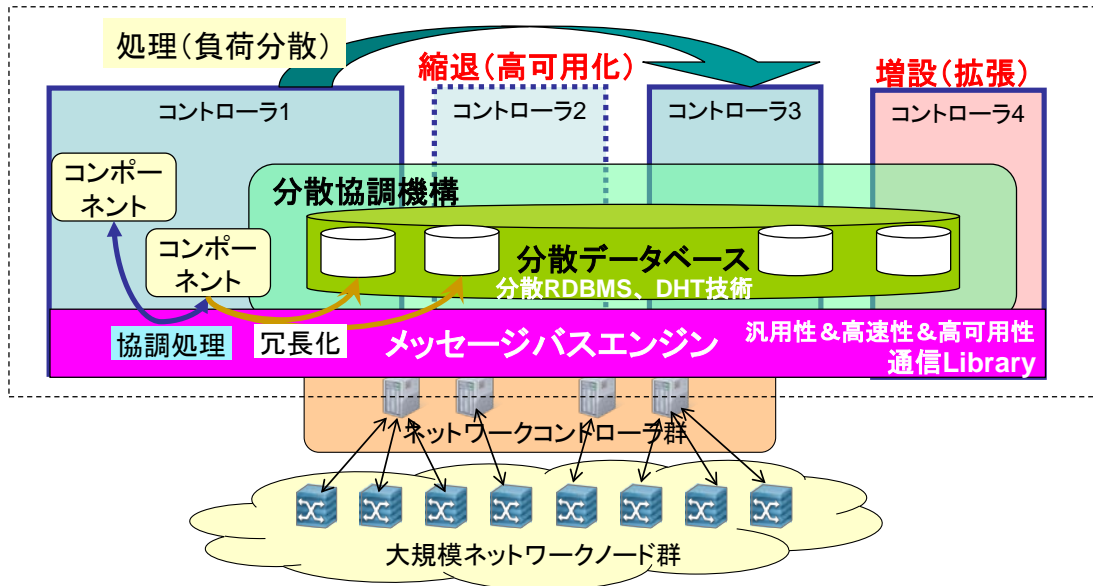


図 3.1-2 課題アー2の成果イメージ

【課題アー3：仮想化連携可視化技術の研究開発】

サーバ、ノード、VM、仮想ノードの情報を収集する技術を軸に、ネットワークトポロジを共通データ表現形式へ変換し、可視化の基本データとして利用可能とする方式検討を実施した。さらに、机上検証および予備評価を行い、仮想環境における可視化技術基盤を確立できたことを確認した。

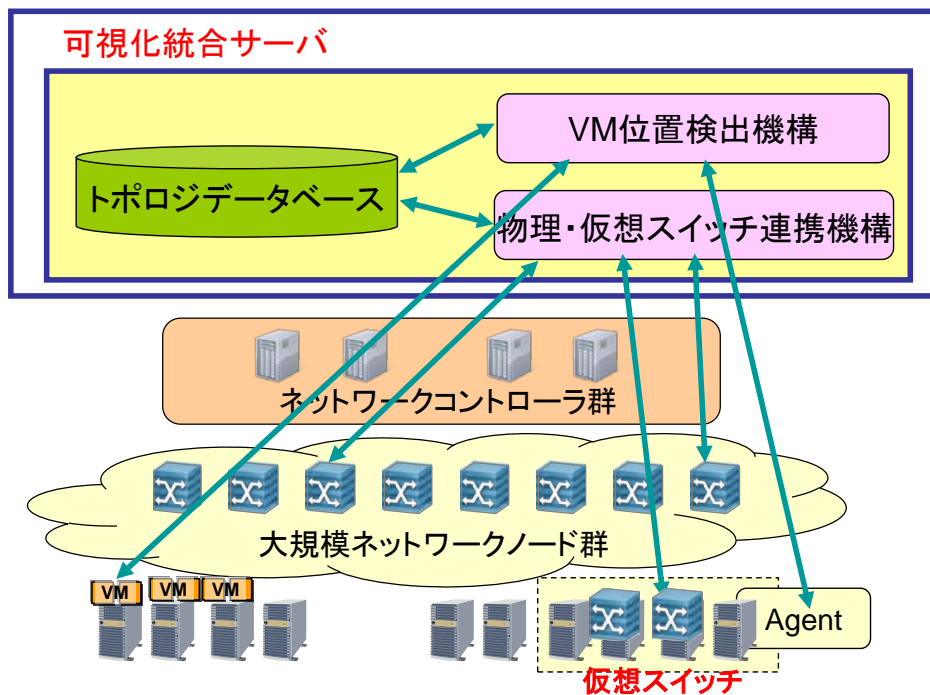


図 3.1-3 課題アー3の成果イメージ

3. 2 課題イ：クラウド同期型ネットワークノード自律運用制御基盤技術

障害検出時に、ネットワークにおいては 100 ミリ秒以内、ネットワーク制御サーバにおいては 3 秒以内に必要なシステム構成変更を実現し、障害から回復する技術を確立する。

課題イー 1 は、自律運用制御情報ネットワークアーキテクチャを設計し、自律運用制御情報ルーティングアルゴリズムを設計、課題イー 2 は、複数管理サーバ間での効率的な運用制御情報共有が可能な自律的運用制御情報共有プラットフォームアーキテクチャを検討、課題イー 3 は、仮想リソースの特性測定手法を設計し、単独の仮想リソースの特性測定機能として実装することを目標とした。

【課題イー 1：自律運用制御情報ネットワークの研究開発】

自律運用制御情報ネットワークアーキテクチャを策定し、課題イー 2、イー 3 との接続案を示すとともに、システム運用管理のデータ収集、分析、対応選択、制御のための情報の流れを示した。そして、その情報をルーティングするための自律運用制御情報ネットワーク基盤を構築するために、フロースイッチ動作にあわせたネットワークコンフィギュレーションアルゴリズムを実装した。

【課題イー 2：自律運用制御情報共有プラットフォームの研究開発】

目標に対して、効率的な情報共有プラットフォームのアーキテクチャを策定し、情報取得ポイントの重要度による情報取得ポイント数削減効果を分析、そして、ネットワークシミュレータを用いたプロトタイプ実装によるトラヒックエンジニアリングへの適用を検討して評価することによって、取得情報量を削減しながら同等レベルの品質保持が可能なことを確認した。

【課題イー 3：仮想リソースプロファイリング技術の研究開発】

目標に対して、プロトタイプを設計、実装し、評価というアプローチを実施した。その結果、特性測定機能では、仮想リソースの性能特性の自動プロファイリングにより、性能の異なる物理マシン上で稼働する仮想マシンの処理性能が数%の誤差で見積もれることを確認した。特性測定フレームワークでは、仮想リソースの収容可能性の判定方式を検討し、分散 Key-Value ストアと RDB を組み合わせた並列分散処理により、収容可能性の判定の処理時間が短縮できることを確認した。

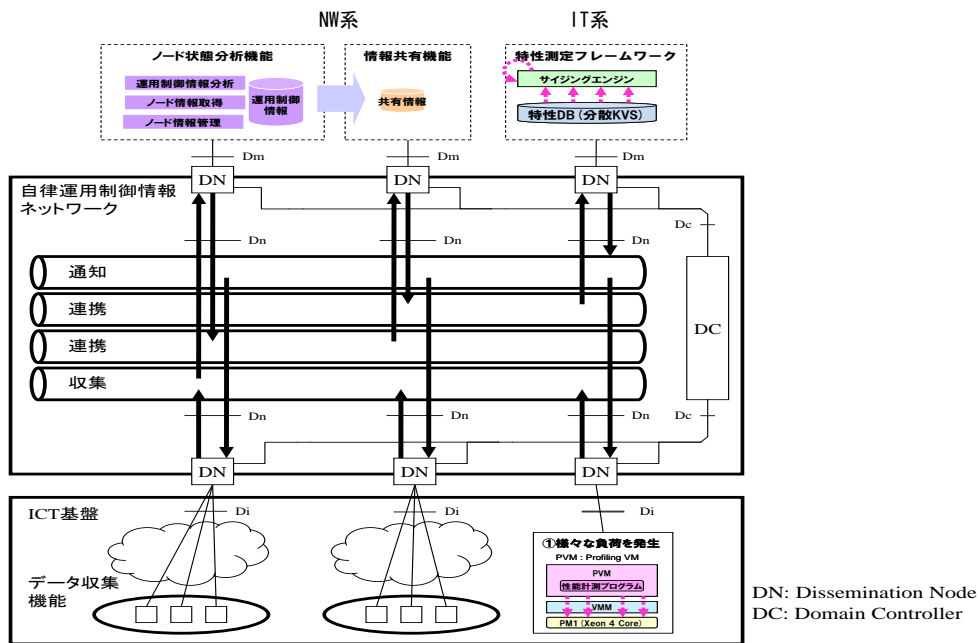


図 3.2-1 課題イー 1、イー 2、イー 3 の成果イメージ

【課題イー 4：クラウドネットワークノード管理統合技術の研究開発】

クラウドネットワークの運用者が、既存ネットワークと同様の運用形態により、分散化されたネットワーク機能を統合的に管理可能とするためのユーザインタフェースを提供する技術を確立するため、クラウド上に分散化された各機能の状態を統合的に可視化する機構を設計し、プロトタイプシステムの開発・検討に取り組んだ。

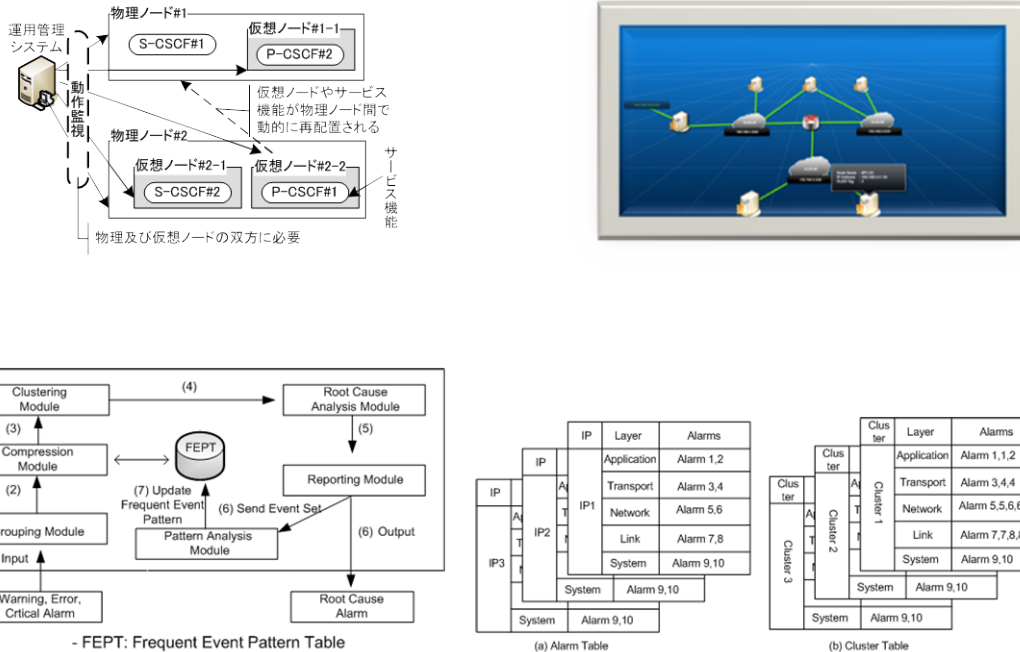


図 3.2-2 課題イー 4 の成果イメージ

以上の研究開発活動を通して、クラウド環境におけるコンピュータ資源、ネットワーク資源に関する運用制御情報のデータ収集、分析、対応選択、制御のためのアーキテクチャ策定を行い、また、個別の研究課題を通して、コンピュータ資源、ネットワーク資源情報の収集、共有、そして分析方法に関するプロトタイプ開発、および評価を行った。

3.3 課題ウ：クラウド毎に独立して最適化が可能なネットワークノードシステム制御基盤技術

ネットワークノードシステム制御技術におけるネットワーク制御機構として、最大1万種類のクラウドに対応して、個別にネットワーク制御のカスタマイズが可能な機構を確立する。また、リソース保護機構として、10万ユーザに対して、個別の特性に対応した必要なリソースを提供可能とする機構を確立する。

【課題ウー 1：大規模リソース抽象化技術の研究開発】

抽象化ネットワーク制御方式について、基本方式の確立と、設計およびプロトシステム（ソフトウェア）を実装した。さらに、開発したプロトシステムの評価により、ネットワークノード装置を同制御方式により管理・制御できることを確認した。また、課題ウー 2 の高度リソース仮想化制御技術と連携し、物理ネットワーク内の制御に基づいた内容でパケットを導通させることができることを確認した。

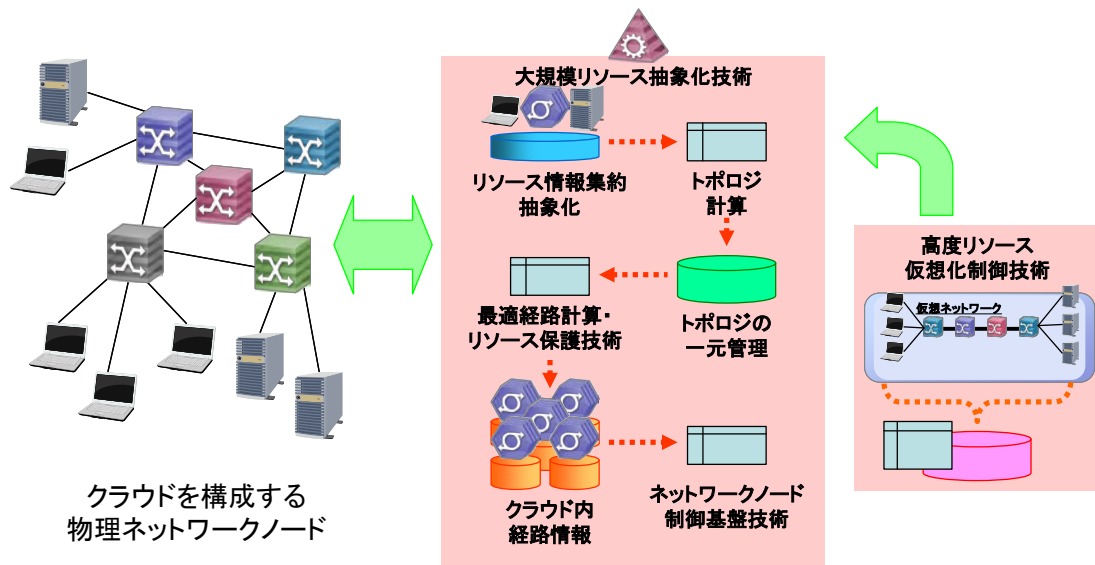


図 3.3-1 課題ウー 1 の成果イメージ

【課題ウー 2：高度リソース仮想化技術の研究開発】

クラウドネットワークにおける、利用者ごとに異なるニーズに柔軟に応じるために、それぞれ個別のポリシーやパラメータに基づき、ネットワークインフラについて整合をもって制御可能とするため、課題ウー 1 により抽象化されたネットワークリソースをもとにした、仮想化ネットワークの構築を可能とする技術について検討した。また、クラウドネットワークの制御を行うネットワーク管理ソフトウェアとして、設計およびプロトシステム（ソフトウェア）を実装し、基本的な技術を蓄積した。

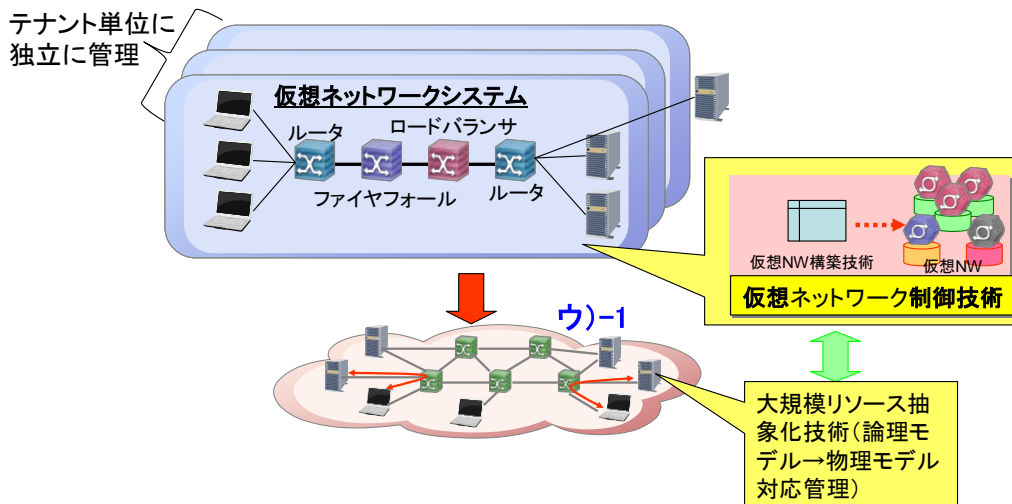


図 3.3-2 課題ウー 2 の成果イメージ

【課題ウー 3：通信ノードの要求捕獲と情報制御技術の研究開発】

クライアントから発せられる接続要求情報をクライアント自身に変更を加えることなく、クラウドネットワーク側で捕獲し、その情報に制御を加えて安全に最適な情報に変換し、伝達するという情報方法制御を用いて目的の実現を目指した。特に平成 21 年度は、クライアントがどのようなサービスとの接続を望んでいるかを、要求捕獲を通し把握できる機能の確立に取り組み、検討、開発および評価を実施した。

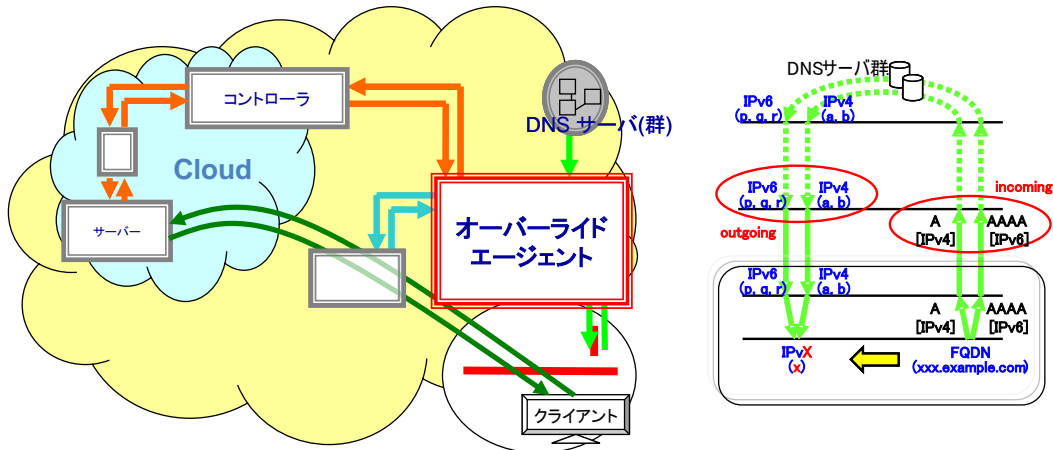


図 3.3-3 課題ウー 3 の成果イメージ

3. 4 課題エ：クラウド同期型高機能ネットワークノード動的再構成技術

ネットワークフロントエンド処理を実現する高機能ノードシステムにおいて、特定のクラウドサービスに対するネットワークノードシステムの動的な構成変更を10秒以内で実現する技術を確認する。

課題エでは、クラウド同期型高機能ネットワークノードにおいて、柔軟かつ動的な構成変更を実現するための要素技術の研究開発を行った。

【課題エー 1：フロースイッチ高機能処理技術の研究開発】

フローベーススイッチ連携型の高機能処理技術として、クラウド環境で柔軟かつ効率的にネットワークフロントエンド機能を活用するための基本方式検討を完了した。

【課題エー 2：高機能ノード動的再構成基盤技術の研究開発】

高機能ノード動的再構成基盤技術として、動的再構成可能な高機能ノードを構成するための基本技術検討を完了した。

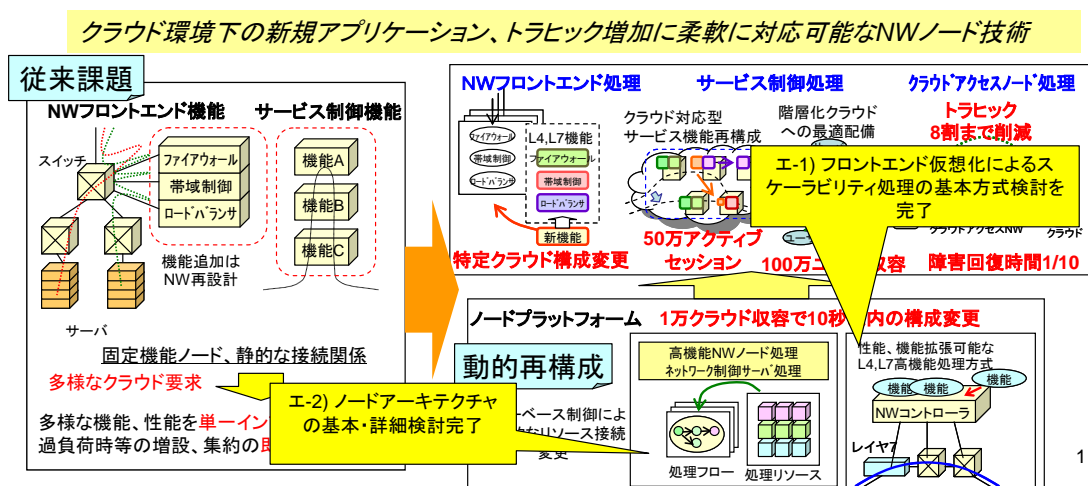


図 3.4-1 課題エー 1、エー 2 の成果イメージ

【課題エー 3：クラウド対応型サービス機能オンデマンド再構成技術の研究開発】

ネットワークノードシステム上において、IP ベースの次世代サービス実現に不可欠なサービス制御に

関わる機能群、およびそれを利用したサービスセッションを無瞬断で動的に再配置することを可能とする、基盤技術の確立を目指した。サービス制御機能に対して、クラウドネットワーキング技術を適用することにより、セキュリティを考慮しながら高度な堅牢性とスケーラビリティを実現する技術を確立した。

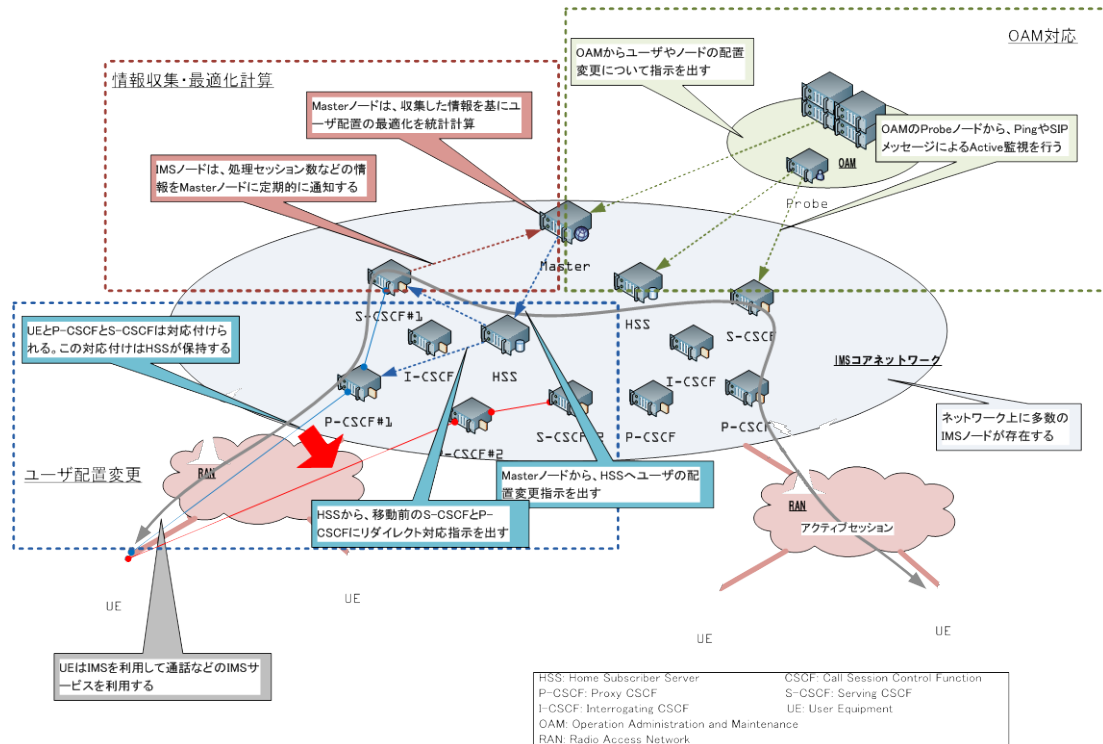


図 3.4-2 課題エー 3 の成果イメージ

【課題エー 4：階層型クラウド（ストラト・クラウド）に対応したネットワークノードにおけるクラウド選択切替技術の研究開発】

ユーザ管理やサービス制御等の管理に関して、ネットワークを運用するネットワークドメインを単位として、スケーラビリティ、機能面等から階層化されたクラウド（ストラト・クラウド）環境を構築し、サービスや利用状況に応じてクラウドを選択して接続し、必要に応じて切替えを可能とする基盤技術を確立した。

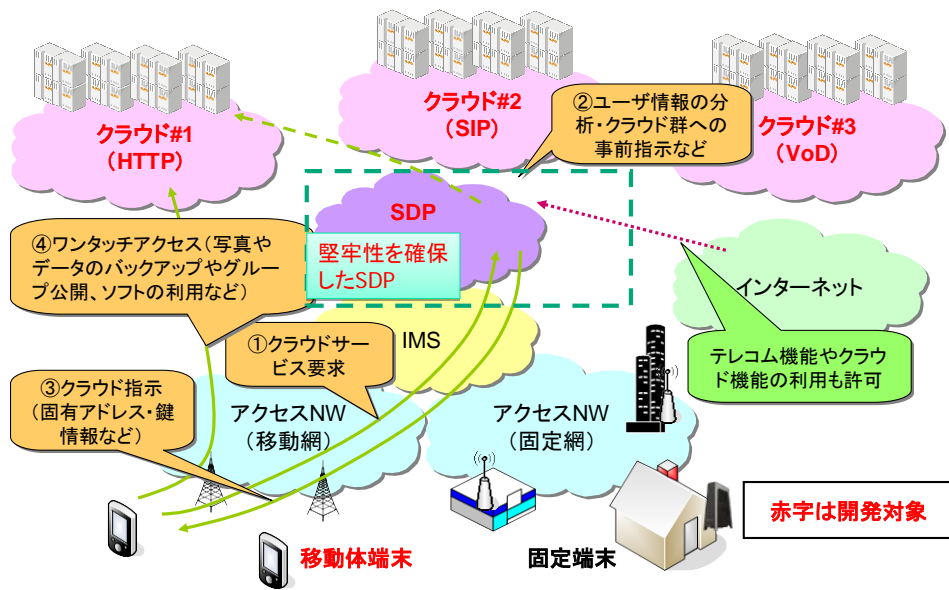


図 3.4-3 エー 4 の成果イメージ

【課題エー 5：クラウドアクセスノード処理方式の研究開発】

複数ネットワークノードが協調し、エンドユーザのクラウドプラットフォームアクセスを高度化（アクセス堅牢化・リソース効率化）するための基盤技術の実現を目的としている。エンドユーザのクラウドプラットフォームアクセスの高度化実現にあたっては、クラウド同期型高機能ネットワークノード動的再構成の基盤技術を開発することが必須である。このため、平成 21 年度の研究では（1）多種多様なアクセス高度化機能を複数独立に収容可能なネットワークノードアーキテクチャの基本設計、および一部プロトタイプの実装・評価（2）クラウドアクセス高度化機能についての基本設計の提案、および部分的な評価に取り組んだ。

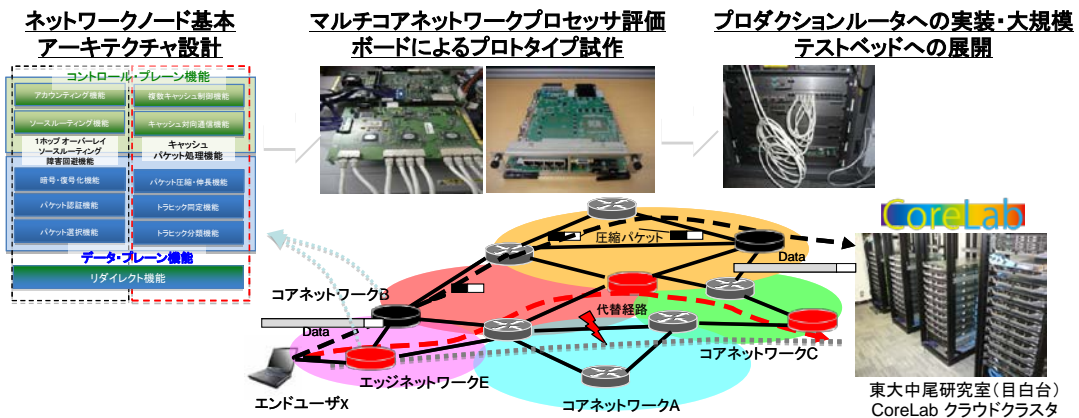


図 3.4-4 課題エー 5 の成果イメージ

3. 5 課題オ：クラウド収容スケーラブルネットワークノードシステム技術

スケーラブルノードシステム技術として、最大 1 万種類のクラウドにおいて同時に 1 台のノードを共有可能で、かつネットワークの収容規模に応じてシステムとして 1 台～100 台のクラスタ構成に拡張可能な機構を有するネットワークノードシステム技術を確立する。

クラウドと連携したデータ転送を実現するため、通信フロー単位でパケット転送を行うフローベースノードのアーキテクチャ検討を行い、試作および評価を実施した。これにより、クラウド単位に独立したネットワーク制御を可能とするネットワークノードシステムの基本技術を確認した。既存 L2/L3 機能が動作するネットワーク上でも、フロー単位のパケット転送制御がオーバーレイして動作することを確認した。

また、トラフィックの大容量化、スケーラビリティに対応するため、高速大容量転送が可能なフローベースノードのアーキテクチャ、フローベース処理の高速化ネックの1つである高速フロー解析インタフェースの検討を実施した。本インタフェースを介して実行するフロー制御テーブルへのフロー情報設定性能等の検証を行い、考案したアーキテクチャの有効性を確認した。

さらにネットワーク収容規模に応じて、スケーラブルにノードを構成するため、フローベースノードのデータプレーンを制御するフロー制御ソフトウェア上で、スイッチデバイス等のハードウェアリソースを論理リソースとして取り扱うための技術のアーキテクチャ検討を実施した。また、ExpEther 技術の活用により、フローベースノード配下の 128 台までのノードのスイッチデバイスを、一元管理できるようにする仮想化制御方式の検討を行った。

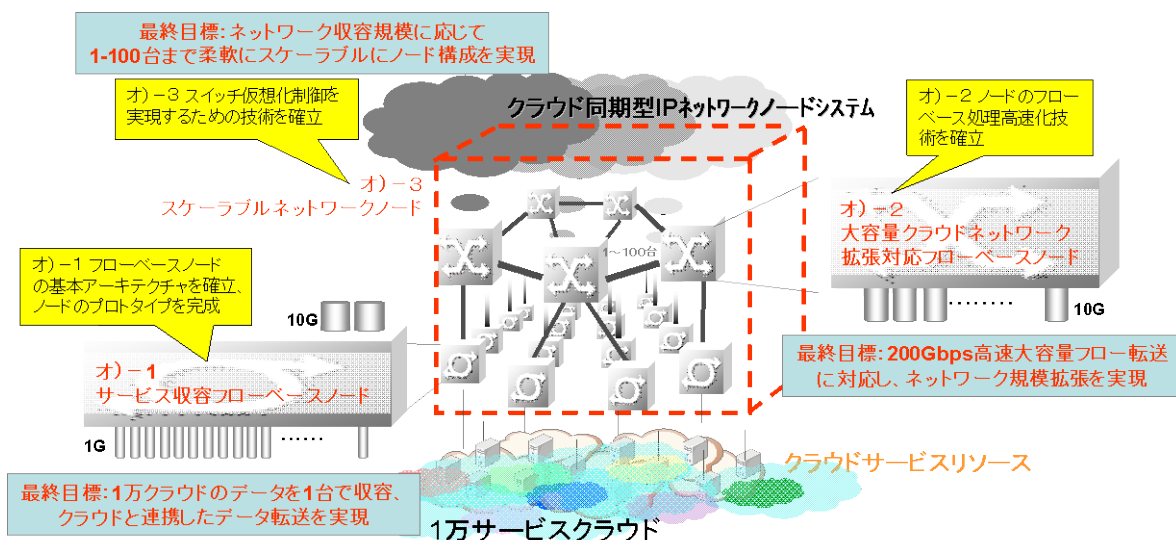


図 3.5-1 課題オの成果

3. 6 その他の研究実績

○ 標準化活動

<全体>

平成 21 年 7 月 17 日、国際的なクラウドシステム間の連携を進めるために産学官の知恵を合わせ、クラウド間連携に関連する技術の研究開発や実証実験の支援を行うことを目的として、慶應義塾大学 青山教授を会長として、他発起人と共にグローバルクラウド基盤連携技術フォーラム (GICTF) を設立した。設立当初は、正・特別会員合わせ 58 の会員から構成されていたが、国内外の会合での紹介等の活動を行うことにより、平成 22 年 6 月 8 日時点で 97 (正 56、特別 41) 会員まで増加している。

GICTF は、技術動向調査、技術標準化、国際化対応に関する活動を行うために技術部会、技術ニーズの集約、クラウド関連技術の普及促進に関する活動を行うために応用部会を設置して、本研究のテーマであるクラウドサービス連携技術の検討と関連する技術部会の議事では、部会へ意見を提案し、討論によりフィードバックを得るとともに課題の共有を行った。

技術部会は、平成 22 年 3 月までに 5 回の部会を開催し、毎回 40～50 会員の参加のもと、技術に関するプレゼンテーション・討論を実施した。プレゼンテーションでは、富士通、日立製作所といった国内企業、Sun、Cisco といった外資系の企業等により講演が行われ、クラウド連携の研究に関連する様々な技術動向や各企業の動向についての議論も行った。他に OGF27 のような海外の標準化会合の報告を行うことで、海外の標準化動向に関する情報を共有した。

また、クラウド連携に関する 8 つの技術検討テーマを設け、オープンな環境でディスカッションを行い、課題の共有やコンセンサスを形成しつつ、インタークラウドのクラウド連携に関する技術要件の取りまとめを行なった。取りまとめた結果はホワイトペーパーとして発行し、海外の関連団体とのリエゾンの材料として活用する予定である。

<日本電気株式会社>

課題イ) - 2 の方式に関しては、特に標準化を目指すような種類の成果ではないが、標準化されているインタフェースを用い、今後、成果の活用が行いやすいように意識した。

課題オ) の研究開発成果の 1 つである、フロースイッチング技術のフロー制御の機能拡張について、デファクト標準化団体である OpenFlow Switch Consortium に対して提案を行っていく予定である。同時にオープン化へ向けて、主に組込み系から市場に浸透させてデファクトスタンダード化を目指す。

<株式会社 KDDI 研究所>

ITU-T SG13 の課題 19 において、分散型サービスネットワークである DSN (Distributed Service Networking) の標準化が進められており、NGN におけるトランスポートレイヤとサービス制御レイヤのオーバーレイ技術をスコープとしている。DSN は、サービス制御システムの仮想化を目指している本研究開発のテーマを含んでおり、上述した課題における要求条件の勧告草案 (Y. dsnreq) に新規要求条件とシナリオを入力すべく、平成 21 年 11 月の中間会合において、NGN の各機能の自動構成化や負荷分散を用いたクラウド技術について要求条件として盛り込むための修正案を寄書として入力し、当該勧告草案に反映された。また ITU-T SG13 配下のフォーカスグループである FG-FN (Focus Group on Future Networks) においても、仮想ネットワークに関する検討が進められており、平成 22 年 1 月会合において仮想ネットワーク間でのユーザやサーバの移動に関する寄書を入力し、出力文書に反映された。なお、3 月会合においても、引き続き仮想ネットワークに関する議論を行いながら、継続的な寄与を行っていく予定である。一方、ITU-T TSAG (Telecommunication Standardization Advisory Group) 配下でクラウドコンピューティングに関するフォーカスグループを設立する準備が進められており、これに関しても今後動向を把握しながら積極的な寄与を行い、研究開発成果の標準化を推進する。

<国立大学法人東京大学>

研究開発成果の 1 つである、ネットワークノードの高度化のためのリダイレクション技術について、標準化団体である IETF に対して平成 23 年度を目標に標準化提案を行う予定である。同時に、オープン化へ向けて、主に組み込み系から市場に浸透させてデファクトスタンダード化を目指す。

○ 展示会等

<日本電気株式会社>

- 2009/11/5～11/6 C&C ユーザーフォーラム & iEXP02009 (東京国際フォーラム) : データセンターの可視化・仮想化・マルチテナントを柔軟に実現するプログラマブルフローを出展
- 2010/1/20 NEC ブロードバンドソリューションセンター : 次世代データセンターネットワークソリ

ューション「プログラマブルフロー」を出展

- ・ 2010/1/28～1/29 通信学校フェア（陸上自衛隊通信学校 久里浜駐屯地）：次世代データセンターネットワークソリューション「プログラマブルフロー」を出展
- ・ 2010/2/15～2/18 Mobile World Congress 2010 展示会（バルセロナ）：OpenFlow を用いたネットワーク制御技術を固定網に加えてモバイル網にも適用する機能、モジュールを出展
- ・ 2010/2/26 NEC ネットズエスアイ Customer's Fair 2010（東京国際フォーラム）：次世代データセンターネットワークソリューション「プログラマブルフロー」を出展

4 研究成果の更なる展開に向けて

○ 製品化

<日本電気株式会社>

課題ア－1の成果をクラウド同期型ネットワークトラフィックフロー監視基盤技術として、新たに仮想マシンを制御する仮想ネットワークノード、および物理ネットワークノードを通過するトラフィックフローの通信品質監視を可能とする、ネットワークトラフィック監視装置を平成23年に実現することを目標に検討中である。

課題イ）－2の成果をデータセンターの管理用ソフトウェア製品への適用を実現するために、具体的なシステム構成でのシステム全体を考慮して、優位性を示して検討していく。

課題エの成果をフローベーススイッチ連携型の高機能処理技術のうち、ロードバランサやファイアウォールをスケーラブルに構築する技術への適用について、平成23年度に実現することを目標に検討中である。

課題オの成果をフローベースノードとして、新たにフロースイッチングを可能とする装置を平成23年中に実現することを目標に検討中である。

<株式会社 KDDI 研究所>

サービス制御クラウドの研究開発は、3GPP で標準化が進められている、IP ベースでセッション制御を行う IMS (IP Multimedia Subsystem) の機能を柔軟に配置し、またセッションを中断せずに動的に移動させることが可能であり、耐障害性を向上させる有効な技術となる。また、サービス提供クラウドの研究開発は、さまざまなアプリケーションサービスとサービス制御システムとの連携を行う SDP (Service Delivery Platform) の機能を仮想化して、柔軟に移動させることを可能とし、負荷分散を容易に実現する有効な技術となる。今後これらの技術を商用システムに耐えうる技術として完成度を高め、製品を供給するベンダと協業しながら、平成27年までに実現可能とすることを目標に研究開発を推進する。

<国立大学法人東京大学>

研究開発成果の1つである、ネットワークノードアーキテクチャの基本設計のプロトタイプに基づき、エンドユーザのアクセス高度化機能を複数独立な形態で実装する方式を、市販ルータへ適用した装置を平成23年に実現することを目標に検討中である。

5 査読付き誌上発表リスト

- [1] Ping Du, Maoke Chen, Akihiro Nakao, 「Pay-As-You-Admit: Protecting Cloud Computing from Denial-of-Quota Attacks」 The International Conference on Information Networking (ICOIN) (2010), 発表日 2010 年 1 月 27 日 (査読有)
- [2] Ping Du, Maoke Chen, Akihiro Nakao, 「Feather-weight Network Namespace Isolation Based on User-specific Addressing and Routing in Commodity OS」 TridentCom 2010, 発表日 2010 年 5 月 19 日 (査読有; 採択済み; 発表予定)
- [3] Ping Du, Maoke Chen, Akihiro Nakao, 「Port-space Isolation for Multiplexing a Single IP Address through Open vSwitch」 TridentCom 2010, 発表日 2010 年 5 月 19 日 (査読有; 採択済み; 発表予定)
- [4] AS Alliance for Resilient Communication over the Internet, Yuichiro HEI, Akihiro NAKAO, Tomohiko OGISHI, Toru HASEWAGA, and Shu YAMAMOTO, IEICE Transaction on Communications (査読あり; 条件付き採録; 発表未定)
- [5] vDC: Virtual Data Center Powered with AS Alliance for Enabling Cost-Effective Business Continuity and Coverage, Yuichiro Hei (KDDI R&D Laboratories, Inc.), Akihiro Nakao (The University of Tokyo), Tomohiko Ogishi (KDDI R&D Laboratories, Inc.), Toru Hasegawa (KDDI R&D Laboratories, Inc.), Shu Yamamoto (NICT) The 2010 Internet Network Management Workshop/Workshop on Research on Enterprise Networking (INM/WREN '10) (査読あり; 採録済み; 発表予定)

6 その他の誌上発表リスト

- [1] 飯島明夫、岩田淳、雨堤俊之、尹秀薫 「クラウドコンピューティング時代のデータセンターとネットワークの省エネ技術」 NEC 技報 Vol. 62 No. 3 (査読無)
- [2] 飯島明夫 「次世代インターネット技術と鉄道クラウドネットワーク」 社団法人 日本鉄道技術協会 日本鉄道サイバネティクス協議会 『サイバネティクス』 22 年 1 月号 (査読無)
- [3] 岩田淳、飯島明夫 「OpenFlow Switching 技術を用いたクラウドデータセンタ」 『電気評論』 22 年 3 月号 (査読無)
- [4] 辻聡、狩野秀一、元木顕弘、林偉夫 「OpenFlow の枠組みを利用した分散コンピューティング環境におけるアプリケーション最適配置手法」 情報処理学会 計算機アーキテクチャ研究会 (査読無)
- [5] 西原基夫、岩田淳、尹秀薫、渡辺裕之、飯島明夫、加納敏行、伝宝浩史、加美伸治、竹村俊徳、柳沢満、林偉夫、上野洋史 「プログラマブルフローによるクラウドネットワーク、クラウド環境における自律運用制御基盤技術の研究開発、クラウドシステムにおける動的再構成ネットワークノード」 NEC 技報 (NEC 技術機関誌) Vol163 No.2 クラウド特集 (査読無)

7 口頭発表リスト

- [1] 鈴木一哉、地引昌弘、吉田健一 「Selective Precomputation of Alternate Routes for IP Fast Restoration」 電子情報通信学会英文論文誌 B 2010 年 6 月 インターネットの持続的発展を支える技術とアーキテクチャ小特集 (査読無)
- [2] 西原基夫、矢野由紀子、加納敏行 「クラウドコンピューティングの現状と次世代ネットワークにおける課題」 電子情報通信学会 (IEICE) 電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (査読無)
- [3] 上野洋史、相田貴史、森本昌治、杉田貴英 「データセンターネットワークにおけるネットワークアプ

- ライアンス機能配備の一検討」 電子情報通信学会 コンピュータシステム研究会 (IEICE Technical Report) (査読無)
- [4] 岩田淳 「OpenFlow Switching 技術に基づくクラウドデータセンタ」 電子情報通信学会 (IEICE) 電子情報通信学会 総合大会 2010 (査読無)
- [5] 伝宝浩史 「イベント配信技術を用いた自律運用情報ネットワーク」 電子情報通信学会 総合大会 2010 (査読無)
- [6] 狩野秀一 「vswitch 処理の動的オフロード方式の提案」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [7] 杉田貴英、上野洋史、森本昌治、相田貴史 「OpenFlow とアプライアンスによるクラウドネットワーク防御の提案」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [8] 森本昌治、上野洋史、相田貴史、杉田貴英 「OpenFlow を用いたネットワークアプライアンスのオフロード方式」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [9] 西原基夫、狩野秀一、上野洋史、安田真人 「クラウドを支えるデータセンター仮想化技術 ～ クラウドの現状と課題、ネットワーク/フロントエンド/システム仮想化技術 ～」 電子情報通信学会・ネットワークシステム研究会 (IEICE Technical Report) (査読無)
- [10] 柳沢満、竹村俊徳 「性能特性情報を利用した仮想マシンの負荷見積もり方法の提案」 情報処理学会創立 50 周年記念全国大会 (査読無)
- [11] 鳥越啓輔、高島正徳、飛鷹洋一、伊澤徹 「インバンドチャネルを利用したコントローラの冗長システム」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [12] 鈴木洋司、高島正徳、岩田淳 「OpenFlow によるリンク帯域使用情報を用いたフローベースマルチパス帯域経路制御方式」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [13] 伊澤徹、高島正徳 「複数粒度を併用するフロー単位ルーティングの提案」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [14] 林将志、高島正徳、飛鷹洋一、伊澤徹 「トランザクション管理によるフローエントリ制御」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [15] 浜崇之、中野貴弘、沼田匡史、田淵公士 「仮想テナントネットワークにおける経路制御」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [16] 沼田匡史、山口修平、大嶽貴寛、田淵公士 「仮想テナントネットワークの構築手法の提案」 電子情報通信学会 (IEICE) 総合大会 2010 (査読無)
- [17] 西原基夫 「クラウドコンピューティング基盤への OpenFlow 技術適用」 情報処理学会創立 50 周年記念全国大会 (査読無)
- [18] データセンターの可視化・仮想化・マルチテナントを柔軟に実現するプログラマブルフロー C&C ユーザーフォーラム & iEXP02009 (東京国際フォーラム) 2009/11/5～11/6
- [19] 次世代データセンターネットワークソリューション「プログラマブルフロー」 NEC ブロードバンドソリューションセンター2010/1/20
- [20] 次世代データセンターネットワークソリューション「プログラマブルフロー」 通信学校フェア(陸上自衛隊通信学校 久里浜駐屯地) 2010/1/28～1/29
- [21] OpenFlow を用いたネットワーク制御技術を固定網に加えてモバイル網にも適用 Mobile World Congress 2010 展示会 (バルセロナ) 2010/2/15～2/18

- [22] 次世代データセンターネットワークソリューション「プログラマブルフロー」 NEC ネットエスアイ Customer's Fair 2010 (東京国際フォーラム) 2010/2/26
- [23] 臼井健、小森田賢史、北辻佳憲、横田英俊「IMS における呼制御サーバの可用性向上に関する網構成の提案」電子情報通信学会総合大会、B-6-16、2010 発表日 2010 年 3 月 16 日 (査読無)
- [24] 小森田賢史、臼井健、北辻佳憲、横田英俊「クラウド環境における運用管理システムの要求機能に関する一検討」電子情報通信学会総合大会、B-6-22、2010 発表日 2010 年 3 月 16 日 (査読無)
- [25] 伊藤学、千葉恒彦、小森田賢史、北辻佳憲、横田英俊「サービス提供基盤における構成要素の動的再配置手順に関する検討」電子情報通信学会総合大会、B-6-31、2010 発表日 2010 年 3 月 17 日 (査読無)
- [26] 新保宏之、金大善、北辻佳憲、横田英俊「クラウド環境における運用管理システムの要求機能に関する一検討」電子情報通信学会総合大会、B-16-3、2010 発表日 2010 年 3 月 17 日 (査読無)
- [27] 金大善、新保宏之、北辻佳憲、横田英俊 “A Novel Alarm Correlation Algorithm Based on Root Cause Analysis and Clustering” 電子情報通信学会総合大会、B-16-4、2010 発表日 2010 年 3 月 17 日 (査読無)
- [28] 富田優子、中尾彰宏「不完全な Traceroute 情報を用いた AS Path の推測方法」, 電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会 技術研究報告, 発表日 2009 年 11 月 12 日 (査読無)
- [29] 佐々木健吾、中尾彰宏、「複数のフロー特定手法による P2P パケットキャッシュ効率の比較」電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会 技術研究報告, 発表日 2010 年 3 月 5 日 (査読無)
- [30] 佐々木健吾、中尾彰宏、「フロー特定手法による選択的パケットキャッシュを用いた P 2 P トラフィック抑制手法」, 情報処理学会創立 5 0 周年記念全国大会, 発表日 2010 年 3 月 9 日 (査読無)
- [31] 岩田淳 「OpenFlow Switching 技術に基づくクラウドデータセンタ」 Interop2010 Workshop、発表日 2010 年 6 月 11 日 (査読無)

8 出願特許リスト

- [1] 芦原浩司、大和純一 「コンピュータシステム、及び仮想マシンのマイグレーション方法」 特願 2009-222857 報告日 2009 年 9 月 28 日 (国内)
- [2] 芦原浩司、大和純一 「コンピュータシステム、及びコンピュータシステムのメンテナンス方法」 特願 2009-233095 報告日 2009 年 10 月 7 日 (国内)
- [3] 村上貴彦、大和純一 「省電力化システム、省電力化方法、及び省電力化用プログラム」 特願 2009-233366 報告日 2009 年 10 月 7 日 (国内)
- [4] 大和純一、鈴木一哉 「ネットワークシステムとコントローラと方法とプログラム」 特願 2009-232306 報告日 2009 年 10 月 6 日 (国内)
- [5] 鈴木一哉、大和純一 「通信システムの制御装置、制御方法及びプログラム」 特願 2009-233891 報告日 2009 年 10 月 7 日 (国内)
- [6] 鈴木一哉、大和純一 「ネットワークシステムとコントローラと方法とプログラム」 特願 2009-232307 報告日 2009 年 10 月 6 日 (国内)
- [7] 加藤剛 「負荷分散システム、負荷分散方法、及びプログラム」 特願 2009-269005 報告日 2009 年 11 月 26 日 (国内)
- [8] 上野洋史「ネットワークシステムとその制御方法、及びコントローラ」 特願 2009-244872 報告日 2009 年 10 月 23 日 (国内)

- [9] 狩野秀一 「サーバ及びフロー制御プログラム」 特願 2009-276679 報告日 2009 年 12 月 4 日 (国内)
- [10] 伊澤徹 「中継装置」 特願 2009-268484 2009 年 11 月 26 日 (国内)
- [11] 高島正徳 「通信制御システム、及び通信制御方法」 特願 2010-001292 報告日 2010 年 1 月 6 日 (国内)
- [12] 高島正徳 「ネットワークシステム、及びネットワーク冗長化方法」 特願 2010-000819 報告日 2010 年 1 月 5 日 (国内)
- [13] 川本雅也 「コンピュータシステム、及びコンピュータシステムの監視方法」 特願 2010-006918 報告日 2010 年 1 月 15 日 (国内)
- [14] 稗田諭士 「計算機、ネットワーク接続切替え方法およびプログラム」 特願 2010-005919 報告日 2010 年 1 月 14 日 (国内)
- [15] 内田智士 「負荷分散システム、負荷分散方法、負荷分散システムを構成する装置およびプログラム」 特願 2009-286811 報告日 2009 年 12 月 17 日 (国内)
- [16] 杉田貴英、上野洋史 「ネットワークシステムとその制御方法、及びコントローラ」 特願 2009-284019 報告日 2009 年 12 月 15 日 (国内)
- [17] 上野洋史 「スイッチネットワークシステム、コントローラ、及び制御方法」 特願 2010-000368 報告日 2010 年 1 月 5 日 (国内)
- [18] 大和純一、小出俊夫 「通信システム、認証装置、制御サーバ、通信方法およびプログラム」 特願 2010-000053 報告日 2010 年 1 月 4 日 (国内)
- [19] 大和純一、浜崇之、稗田諭士、内田智士 「通信システム、制御装置、処理規則の設定方法、パケットの送信方法およびプログラム」 特願 2010-000740 報告日 2010 年 1 月 5 日 (国内)
- [20] 柳沢満 「情報処理システム、情報処理装置、情報処理方法およびプログラム」 特願 2010-006193 報告日 2010 年 1 月 14 日 (国内)
- [21] 杉田貴英 「ネットワークシステム、コントローラ、ネットワーク制御方法」 特願 2010-000252 報告日 2010 年 1 月 4 日 (国内)
- [22] 森本昌治 「ネットワークシステム、コントローラ、ネットワーク制御方法」 特願 2010-000459 報告日 2010 年 1 月 5 日 (国内)
- [23] 森本昌治 「プロキシ装置、方法、及びプログラム」 特願 2010-022107 報告日 2010 年 2 月 3 日 (国内)
- [24] 相田貴史 「ネットワークシステム、コントローラ、ネットワーク制御方法」 特願 2010-020391 報告日 2010 年 2 月 1 日 (国内)
- [25] 杉田貴英 「ネットワークシステム、コントローラ、ネットワーク制御方法」 特願 2010-022727 報告日 2010 年 2 月 4 日 (国内)
- [26] 竹村俊徳 「情報処理装置、情報処理方法およびプログラム」 特願 2010-018990 報告日 2010 年 1 月 29 日 (国内)
- [27] 沼田匡史、山口修平、大和純一 「情報システム、制御サーバ、仮想ネットワーク管理方法およびプログラム」 特願 2009-233895 報告日 2009 年 10 月 7 日 (国内)
- [28] 中島剛 「フロントエンドシステム、フロントエンド処理方法」 特願 2010-017960 報告日 2010 年 1 月 29 日 (国内)
- [29] 斎藤修一 「インタフェース制御方式、インタフェース制御方法、及びインタフェース制御用プログラ

- ム」 特願 2010-019963 報告日 2010 年 2 月 1 日 (国内)
- [30] 鈴木洋司 「帯域制御システム、帯域制御装置、帯域制御方法および帯域制御プログラム」 特願 2010-030028 報告日 2010 年 2 月 15 日 (国内)
- [31] 鳥越啓輔 「通信システム、通信方法、サーバ装置、プログラム、及び、通信装置」 特願 2010-035684 報告日 2010 年 2 月 22 日 (国内)
- [32] 飛鷹洋一 「遠隔制御システム、遠隔制御方法、及び遠隔制御用プログラム」 特願 2010-037533 報告日 2010 年 2 月 23 日 (国内)
- [33] 林将志 「通信システム、ネットワーク管理方法およびスイッチ装置」 特願 2010-038169 報告日 2010 年 2 月 24 日 (国内)
- [34] 柳沢満 「制御装置、管理装置、制御装置のデータ処理方法、およびプログラム」 特願 2010-041476 報告日 2010 年 2 月 26 日 (国内)
- [35] 林偉夫 「パケット整列装置、パケット整列方法、及びパケット整列プログラム」 特願 2010-036002 報告日 2010 年 2 月 22 日 (国内)
- [36] 内田智士、藤田範人、山崎康広 「パケット転送装置、通信システム、処理規則の更新方法およびプログラム」 特願 2010-031522 報告日 2010 年 2 月 16 日 (国内)
- [37] 加美伸治 「情報整理システム及び情報整理方法」 特願 2010-031533 報告日 2010 年 2 月 16 日 (国内)
- [38] 山本信哉 「通信装置、通信制御方式、及び通信制御用プログラム」 特願 2010-054459 2010 年 3 月 11 日 (国内)
- [39] 鈴木一哉、地引昌弘 「マルチキャストツリー計算装置および計算方法、並びにネットワークシステム」 特願 2010-025570 2010 年 2 月 8 日 (国内)
- [40] 辻聡 「サービス構築システム、装置、方法、及びプログラム」 特願 2010-062140 2010 年 3 月 18 日 (国内)
- [41] 山垣則夫 「パケット分類器、パケット分類方法、パケット分類プログラム」 特願 2010-049051 2010 年 3 月 5 日 (国内)
- [42] 秋好一平 「通信システム、経路制御装置、パケット転送装置および経路制御方法」 特願 2010-048884 2010 年 3 月 5 日 (国内)
- [43] 溝口栄一 「通信システム、制御装置およびトラヒック監視方法」 特願 2010-068904 2010 年 3 月 24 日 (国内)
- [44] 山口修平 「パケット転送システム、制御装置、転送装置、処理規則の作成方法およびプログラム」 特願 2010-068902 2010 年 3 月 24 日 (国内)
- [45] 宗像芳治 「通信システム、制御装置、遅延測定方法およびプログラム」 特願 2010-068901 2010 年 3 月 24 日 (国内)
- [46] 星野真司、田淵公士 「通信システム、制御装置、転送ノード、処理規則の更新方法およびプログラム」 特願 2010-068903 2010 年 3 月 24 日 (国内)
- [47] 西村幸一 「情報システム、制御装置、仮想ネットワークの管理方法およびプログラム」 特願 2010-068900 2010 年 3 月 24 日 (国内)
- [48] 伊藤学、横田英俊、北辻佳憲、千葉恒彦 「アプリケーションサーバにおけるサービス部品の再配置方法及びシステム」 特願 2010-013826 報告日 2010 年 1 月 26 日 (国内)
- [49] 小森田賢史、横田英俊 「登録中の端末が接続する S I P サーバを変更する方法、サーバ及びプログラ

ム」特願 2010-034274 報告日 2010 年 2 月 19 日（国内）

[50] 金大善、新保宏之、横田英俊「監視装置、監視方法及びプログラム」特願 2010-038456 報告日 2010 年 2 月 24 日（国内）

[51] 千葉恒彦、伊藤学、横田英俊「クラウドサービス提供システム」特願 2010-041817 報告日 2010 年 2 月 26 日（国内）

[52] 臼井健、横田英俊「ゲートウェイと S I P サーバとの間のセッションを移行する方法、管理装置及びプログラム」特願 2010-052519 報告日 2010 年 3 月 10 日（国内）

[53] 屏 雄一郎、大岸 智彦、中尾 彰宏、山本 周「パス算出装置及びコンピュータプログラム」特願 2008-233412 特開 2010-068316 報告日 2010 年 3 月 25 日（国内）

9 取得特許リスト

なし

10 国際標準提案リスト

なし

11 参加国際標準会議リスト

なし

12 受賞リスト

なし

13 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

[1] “クラウド・コンピューティングに対応した IT プラットフォーム製品戦略”、REAL IT PLATFORM G2 記者会見（NEC 芝倶楽部）、2009 年 10 月 8 日

[2] “OpenFlow を用いたネットワーク制御技術を固定網に加えてモバイル網にも適用 ～新世代ネットワークに向けたグローバルなオープンイノベーションを推進～”、NEC 知的資産 R&D 企画本部 広報グループから報道関係者に発信、2010 年 2 月 4 日

[3] “OpenFlow を用いた広域映像伝送実証実験に成功 ～さっぽろ雪まつり・沖縄プロ野球キャンプ映像伝送に活用～”、NEC 知的資産 R&D 企画本部 広報グループから報道関係者に発信、2010 年 3 月 23 日

(2) 報道掲載実績

[1] “次世代インターネット（Future Internet）実現に向けた技術動向と NEC の取り組み”、電波新聞、2010 年 1 月 7 日

研究開発による成果数

\	平成 21 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	5 件 (0 件)	5 件 (0 件)	3 件 (0 件)
その他の誌上発表数	5 件 (0 件)	5 件 (0 件)	2 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	31 件 (0 件)	31 件 (0 件)	30 件 (0 件)
特 許 出 願 数	53 件 (0 件)	53 件 (0 件)	50 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	3 件 (0 件)	3 件 (0 件)	4 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	1 件 (0 件)	1 件 (0 件)	—

注 1 : (括弧)内は、海外分を再掲。

注 2 : 「査読付き誌上発表数」には、論文誌や学会誌等、査読のある出版物に掲載された論文等を計上する。学会の大会や研究会、国際会議等の講演資料集、アブストラクト集、ダイジェスト集等、口頭発表のための資料集に掲載された論文等は、下記「口頭発表数」に分類する。

注 3 : 「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等を計上する。