

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) 基本計画書

1. 目的

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。

2. 政策的位置付け

第3期科学技術基本計画（平成18年3月28日 閣議決定）の分野別推進戦略において、「大量の情報を瞬時に伝え、誰もが便利・快適に利用できる次世代ネットワーク」が戦略重点科学技術のひとつに選定されている。

平成21年3月に、総務省が発表したデジタル日本創生プロジェクト（ICT鳩山プラン）において、産業の底力発揮につながるデジタル新産業の創出に向け、「安全で信頼性の高い次世代クラウド・ネットワーク技術を含む世界最高水準の超高速・高信頼・極小エネルギー消費型革新ネットワーク技術」等の研究開発を加速化し、ICT分野における新産業のシーズを創出するとともに、我が国の国際競争力の強化を図るとされている。また、政府の底力発揮に向けた取組として、クラウドコンピューティングなどの革新的技術を活用し、関係府省が連携してハードウェアの統合・集約化や共通機能のプラットフォーム化を推進する「霞が関クラウド（仮称）」の段階的整備等が謳われている。

IT戦略本部に設置された「IT戦略の今後の在り方に関する専門調査会」が、平成21年3月に取りまとめた「デジタル新時代に向けた新たな戦略 ～3カ年緊急プラン～」においても、霞が関クラウドの構築等とともに、「電子自治体の推進に当たっては、ASP・SaaSや共同利用型のクラウドコンピューティングなどの技術を積極的に活用する」とされている。また、革新的なデジタル技術創成のための研究開発として、「世界最高水準の超高速・高信頼・極小エネルギー消費型革新ネットワーク技

術」等の研究開発を推進するとされている。

更に、平成21年4月に、「『経済危機対策』に関する政府・与党会議、経済対策閣僚会議合同会議」において決定された「経済危機対策」においても、「成長戦略—未来への投資」における「底力発揮・21世紀型インフラ整備」のためのひとつの柱となる「ITによる底力発揮」に向けた施策のひとつとして、「官民共用型のクラウド・データセンターの分散配置及び霞が関・自治体クラウド（仮称）の推進」や「革新ネットワーク技術の開発等による新産業の創出」が掲げられている。

3. 目 標

(1) 政策目標

柔軟なICTサービスの提供や低コスト化、省エネ化等を可能とするクラウドサービスは、今後大きな市場へと発展するものと期待されているが、先行する一部企業がそれぞれの独自仕様でシステムを構築し、サービスを提供しているケースも多く、市場の健全な発展が妨げられるのではないかとの懸念がある。また、現状のクラウドコンピューティング環境は、サービスの信頼性や即応性（遅延時間）等の問題から、交通や金融等のミッションクリティカルな分野におけるニーズには十分に対応できないなどの課題が指摘されている。

我が国が先行する次世代IPネットワークやユビキタスで培った技術を積極的に活用しながら、こうした課題の解決に繋がる基盤技術の研究開発や国際標準化に取り組み、現行のクラウドサービスより高品質・高信頼で、省電力かつ使い勝手の良い次世代のクラウドサービスを実現することで、我が国ICT産業の発展と国際競争力強化を図る。

(2) 研究開発目標

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キング技術」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IPネットワーク基盤技術」の研究開発を実施する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

金融取引や公共サービスなどミッションクリティカルなクラウドサービスを支えるインフラとして期待される次世代IPネットワークインフラとクラウドサービスとの

間の容易かつ俊敏な連携を可能とし、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「クラウド同期型IPネットワーク基盤技術」を確立することにより、次世代IPネットワークのフレキシビリティ、スケーラビリティ、プログラマビリティ、及びディペンダビリティ（セキュリティ、品質、信頼性）の強化を図る。

（2）技術課題

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

安全で信頼性の高いクラウドサービスの提供基盤となるクラウド同期型IPネットワークでは、クラウドサービスで提供される各アプリケーションにおいて障害が発生した際に、迅速に障害原因を特定できるものでなければならない。特に、ミッションクリティカルな用途のクラウドサービスを実現する場合、迅速かつ正確な障害特定が必要不可欠であり、監視対象となるアプリケーションに関連する通信トラフィックの振る舞いを詳細に把握することが必要である。しかしながら、現状のトラフィック監視技術では、アプリケーション種別毎に占有している帯域分布を推定することは可能であるものの、個々のアプリケーションにおける通信フローの品質劣化や障害原因を迅速かつ正確に特定することは困難である。

そこで、アプリケーションフローレベルで詳細なトラフィックモニタを行い、トラフィックの品質、ネットワーク内における品質劣化箇所や障害箇所の検知機能を実現するトラフィック監視基盤技術の研究開発を行う。

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

ミッションクリティカルサービスを実現するためには、クラウド同期型ネットワークを構成する仮想ノードにおいて発生する管理情報を正確に把握する必要がある。しかしながら、これらの管理情報は多様かつ膨大であり、かつ仮想ノードの資源利用状態は時々刻々と変化することから、全ての情報を収集管理する手法では、急激な負荷変動や消費電力変動、突発的な障害に対応することは困難である。

そこで、多様な管理情報を収集して迅速な制御を行うため、仮想化された個別リソースの負荷変動情報や消費電力変動情報を、選択的かつ効率的にシステム構成変更機能や障害回復機能へ高速伝播させることにより、リアルタイム性・スケーラビリティなどに優れた自律運用制御基盤を実現する技術の研究開発を行う。

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

クラウド同期型IPネットワークにおける通信ノード（ネットワークノード）は、クラウド毎のネットワーク制御要求に柔軟に対応し、仮想的なネットワーク接続を提供する必要がある。

これらの制御機構（ネットワークノードシステム制御技術）を実現するためには、ネットワークノードのリソース（自ノードが関与するリンク、フロー経路・帯域等も含む）を適切に管理し、隣接するネットワークノードとの関係も把握した上で、クラウド毎に最適なネットワークノードシステム構成となるよう指示を行う必要がある。

また、通信事業者のポリシーに従ってリソースを確保しつつ、クラウド毎に必

要なネットワーク制御機構を提供可能とするために、通信ノード内のリソースを適切に保護調停する必要がある。

本技術課題においては、上記2つの機能を実現するネットワークノードシステム制御技術の研究開発を行う。

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

クラウド同期型IPネットワークにおけるネットワークノードは、ルータ、スイッチに加えて、ネットワークフロントエンド処理（ファイアウォール、ロードバランサ、帯域制御装置等）を行う多様かつ高度な通信機器によって構成される。これらの通信機器はパケット転送を行うルータ、スイッチに比べて高機能であり、将来のクラウドサービスで予想されるアプリケーション種別の増加やトラフィック量の増加にともなって機能や性能を適宜増加させていく必要があるが、現状では、ネットワークフロントエンド処理は専用機能毎に機器が配備され、柔軟に機能追加、性能強化を行うことは困難である。

そこで、クラウドシステム毎に異なる機能要件、性能要件を満たす高機能ネットワークノードを動的に構成可能とする、高機能ネットワークノード動的再構成技術の研究開発を行う。

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

複数のクラウドを収容するサービス環境を実現するためには、複数のクラウドでネットワークノードの物理資源を共有しながらも、内部資源をクラウド単位に分離し、技術課題ウ)により実現されるネットワークノードシステム制御基盤技術と連携して、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スケーラブルネットワークノードシステム技術の確立が必要となる。

スケーラブルネットワークノードシステムの実現するにあたっては、クラウドやネットワークの規模に柔軟に対応しながら、コストの最適化を可能とするため、共通のネットワークノードシステムを使用して様々な規模のネットワークを柔軟に構築可能とするスケーラブルノード構成技術（アーキテクチャ、ノード管理機構）の確立が必要となる。

本技術課題においては、クラウドと柔軟に連携して、小規模～大規模ネットワークを共通のネットワークノードシステムを用いて構築し、かつクラウド単位のネットワークコストを最適化することができるスケーラブルなネットワークノードシステムを実現するための基盤技術の研究開発を行う。

(3) 到達目標

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。

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。

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。

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ド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立する。

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。

5. 実施期間

平成21年度から平成23年度までの3年間

6. その他 特記事項

本研究開発の実施にあたっては、次の点を考慮すること。

- (1) 本研究開発を効果的に推進し、安全で信頼性の高いクラウド・ネットワーク環境の早期実現を図るためには、「セキュアクラウドネットワーク技術の研究開発」の一環として実施する「クラウドサービス連携技術」に関する研究開発及び「インテリジェント分散処理技術」に関する研究開発と密接に連携しながら推進する必要があることから、これら関連の研究開発課題との連携も十分考慮した上で、具体的な研究開発提案を行うこと。
- (2) セキュアクラウドネットワーク技術に関連する各研究開発課題間の連携を確実なものとするため、各課題の責任者（及び必要に応じて有識者）等により構成する「研究開発プロジェクト統括会議（仮称）」を設置し、その統括の下で研究開発を遂行するものとする
なお、具体的な連携方法については、提案の採択後、上記会議において協議を行い定めることとする。
- (3) 研究開発成果の早期実用化と広範な普及を図るため、以下の各事項を考慮し

た研究計画とすること。

- ① 様々なクラウド事業者による技術の採用や異なるクラウド事業者間の連携に繋がるよう、標準インタフェース等の確立を念頭においた計画であること。
 - ② 独立行政法人情報通信研究機構（NICT）が整備するテストベッド環境を活用するなどして、有識者や当該技術の将来のユーザとなる企業等の参加も得つつ、実証実験、評価・改良等を行うこと。
 - ③ 国際電気通信連合（ITU）等の国際標準化機関・団体への提案やフォーラム活動等を通じて、技術仕様の国際標準化、オープン化を図ること。
- (4) 政府予算の状況等により、本研究計画の2年目以降の計画に大幅な変更が余儀なくされる場合もあり得ることから、できる限り初年度に各技術課題の基本的な枠組みを確立し、その成果を公表できるようにすること。