

# セキュアクラウドネットワーキング技術の研究開発 (クラウド同期型次世代IPネットワーク基盤技術)

総合通信基盤局 電気通信技術システム課  
(実施研究機関：NEC、KDDI研究所、東京大学)  
H21年度予算額：16億円

## 1. 研究開発概要

### (1) 目的

クラウドサービスの急速な普及を背景に、安全で信頼性の高いクラウドサービスを柔軟に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」を確立する。

### (2) 政策的位置付け

「第3期科学技術基本計画」(H18年3月閣議決定)、「デジタル新時代に向けた新たな戦略」(H21年3月IT戦略本部決定)、「デジタル日本創生プロジェクト」(H21年3月総務省)等において、ICT分野の重要な研究開発に位置づけ。

### (3) 目標

「セキュアクラウドネットワーキング技術」の要素技術として、大規模かつ複雑なクラウド環境下において次世代IPネットワークを活用して高品質・高信頼なクラウドサービスを実現する「クラウド同期型IPネットワーク基盤技術」(2. のア~オ)を確立する。

## 2. 研究開発成果概要

課題名	成果概要	達成度
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【NEC】	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。	目標達成
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【NEC、KDDI研究所】	クラウドとトランスポートの構成情報を可視化し、仮想的な接続関係から発生するアラームのパターンを作成し、障害判定に適用可能なシステムを実現。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。	目標達成
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【NEC】	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。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。	目標達成
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【NEC、KDDI研究所、東京大学】	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立。また、サービスセッションを維持しながら制御システムの再構成を行う技術を確立し、トポロジ非依存に1対n冗長を実現することが可能な柔軟性の高い高可用性を実現。	目標達成
オ クラウド収容スケラブルネットワークノードシステム技術【NEC】	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。	目標達成

## 3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

### (1) 成果の社会展開に向けた取組状況

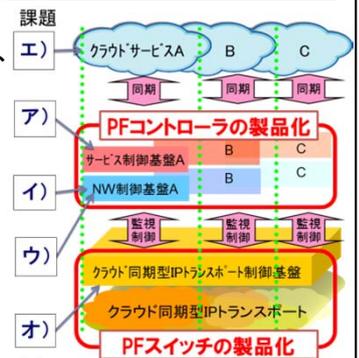
- ① 終了評価時の計画とおり、(a)クラウドサービスの信頼性強化やビジネス機会の創出等の促進のため「高信頼クラウドサービス制御基盤技術の研究開発」の推進、(b)「グローバルクラウド基盤連携技術フォーラム(GICTF)」でのクラウド連携推進活動と国際標準化活動、(c)研究成果の製品化と導入展開、(d)国内外の学会や展示会における要素技術に関する知見・成果の国際的普及を実施。

項目	目標	実績
特許取得	15	29
事業化	10	22
情報発信・技術普及	15	42

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27~
(a)総務省委託研究	本研究開発	高信頼クラウドサービス制御基盤技術の研究開発					
(b)クラウド連携推進活動・国際標準化	GICTF標準化活動		★ホワイトペーパー「クラウド連携を支えるネットワークと技術要件」発行	ITU-T SG13提案活動	ETSI NFV ISG提案活動	★動告化(Y.3012:仮想ネットワーク要求条件)	★動告化(NFV障害回復要求条件v1.0)
(c)事業化		PFシリーズ製品化	★出荷開始	PFコントローラ機能強化(バージョンアップ7回)			★2機種追加
(d)普及推進			学会発表				展示会発表

### (2) 新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上

- ① NECが研究成果を世界初SDN/OpenFlow対応のUNIVERGE PFシリーズ(PFコントローラ、PFスイッチ)として製品化。製品出荷後も、PFコントローラの機能強化とPFスイッチのラインナップ強化を図り、社会展開を推進。日本通運、JR東日本、金沢大学附属病院等への導入、NECクラウド基盤サービス「NEC Cloud IaaS」への導入の他、多数の企業・キャリア事業者(公表不可の企業を含め約130社)に導入。H26年度には400億円のSDN事業の売上げに貢献するとともに、SDN市場(H29年に4.7兆円と予測)の創出と収益拡大へ貢献する予定。
- ② 上記製品の社会実装により、導入企業には迅速な障害検出とこれに基づく構成変更によるネットワークの高信頼化、エンドユーザにはSDNを活用した新たなサービスが享受されるなどの成果につながった。



### (3) 知財や国際標準獲得等の推進

- ① 研究終了後、特許の出願87件・取得29件。取得特許を製品開発に活用し市場での優位性を確保。
- ② サービスシステム障害時の処理継続に関してITU-T SG13やETSI NFV ISGで国際標準化2件獲得。ETSI NFV ISGでは検討立ち上がり時に、本研究開発の知見を活かして標準化活動をタイムリーに実施し、リアイアビリティWGの副議長や仕様書のエディタを担当するなど、設立当初から日本が主導。

## 4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果 <新たな科学技術開発の誘引>

- ① 課題ウの成果である10万ユーザに個別の論理ネットワークを提供可能とする技術は、仮想ネットワーク技術の基礎。VLAN拡張機能(収容するVLAN数の拡大)等の応用研究を行い、データセンター内の物理ネットワークを複数ユーザ毎に論理分割して異なるサービス提供を可能とするVTN(Virtual Tenant Network)の新たな技術開発を誘引し、従来困難だった物理ネットワークの共有化と論理ネットワークの再構成時間の短縮を実現した。
- ② 課題エの成果であるアクセスネットワークの堅牢化技術は、クラウド間ネットワークにてサービスをユーザ毎にきめ細かく制御することを可能とした。これを発展させたOpenTag技術は、端末がパケットに付加したユーザ定義のタグによりネットワーク内のノードがパケットを分類しきめ細かなトラフィック処理や経路制御をする技術であり、ネットワーク内にてサービス識別や、セキュリティ強化、コンテンツキャッシュ制御等の高度化機能を実現するという新しい応用技術へ展開している。
- ③ NECは本研究開発で得たアプリケーション・コントローラ・スイッチを独立に構成するためのアーキテクチャの知見を活用し、Open Networking Foundationにおいて、アーキテクチャWG・コンフィグWGの議長・副議長として、SDNにおける3層モデル・アーキテクチャおよびOpenFlow技術仕様の策定と普及を主導した。

## 5. 副次的な波及効果

- ① 課題エにおける処理状態の再配置を通信サービスへ応用して、NICT委託研究「新世代ネットワークを支えるネットワーク仮想化基盤技術の研究開発」や総務省委託研究「大規模災害時における移動通信ネットワーク動的通信制御技術の研究開発」を実施。仮想化した通信サービスについて、オンデマンドなサービス動的配置や商用規模のサービス組み換えを実証し、実用化に目途を立てるとともに、その成果をグローバルキャリアへ提案・周知したことにより、通信機能の仮想化(NFV)の国際的な検討が進んだ。
- ② SDN技術は総務省委託研究「ネットワーク仮想化技術の研究開発」へと引き継がれ、通信事業者の広域トランスポートネットワークを構成する光・無線通信へSDNを適用拡大した。
- ③ これらの通信サービスをソフトウェア化するNFVや、通信の制御処理と転送処理を分離しソフトウェアにより制御するSDNの技術トレンドは、将来的なエッジコンピューティングや5Gモバイルのサービス基盤だけでなく、データセンター内通信からWANの通信基盤への適用といった議論に引き継がれている。
- ④ 国際的なオープンソースの活用においては、複数企業連携によるSDNのOSS(Open Source Software)プロジェクトOpen Daylightへ参画し、VTNのコンセプトが採用された。さらに複数企業連携によるNFVのOSSプロジェクトOPNFVのネットワーク仮想化コントローラとしてOpen Daylightが採用され、コンピュータ、ストレージ、ネットワークアプリケーションの領域に渡る異分野融合が図られた。

## 6. その他研究開発終了後に実施した事項等

### (1) 周知広報活動の実績

- ① 研究終了後に、論文・口頭発表33件、報道発表・掲載2件を実施。
- ② 国際学会(IEEE ICOIN2011、ICC 2011、SAINT2011等)を含む国内外の学会、論文誌等で発表。GICTFにおいて技術普及の促進、標準化提案を実施し、ホワイトペーパー「クラウド連携を支えるネットワークと技術要件」を発行。
- ③ UNIVERGE PFシリーズ製品を国内外の展示会へ出展。Interop Las Vegas 2011で「Best of Interop 2011」、Interop Las Vegas 2012で「Best of Interop」のGrand Prize、Interop Tokyo2013で「Best of Show Award」等を受賞。

### (2) その他の特記事項に係る履行状況

基本計画書の(研究開発終了後も実施すべき)特記事項	履行状況
①「セキュアクラウドネットワーキング技術の研究開発」に関連する他の研究開発課題との連携	研究開発期間中に課題連携のための研究開発プロジェクト統括会議を設置。これを通じて、実施研究機関の連携体制が構築され、翌年度の委託研究(高信頼クラウド)へ要素技術(イ、エ)を引き継いで研究開発を実施。
②NICTのテストベッド環境を活用し、有識者やユーザ企業等の参加も得た実証実験、評価・改良等	翌年度からの委託研究(高信頼クラウド)で、NICTが整備するJGNを活用し、GICTFを通じた産学連携の実証実験を実施し、研究開発の加速化や利活用促進。
③標準インタフェース等の確立、技術仕様の国際標準化、オープン化	GICTFを通じたクラウドサービス連携技術の検討を深め活動状況を内外に情報発信し、これをITU-T SG13やETSI NFV ISGに提案して国際標準化2件獲得。(再掲)

## 7. 政策へのフィードバック

### (1) 国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性

本研究開発の課題設定は、今まさに直面するクラウド通信サービスの多種多様化とネットワークの迅速な設定という重要課題の解決に資する内容であり、成果の社会実装が国内/海外企業や国内/海外キャリア事業者の課題解決に有効に機能し、企業の製品化・事業展開が国内外での市場形成、産業活性化につながるなど、社会的・経済的な貢献をもたらした。

### (2) プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取り組み等に関する今後の政策へのフィードバック

- ①「セキュアクラウドネットワーキング技術の研究開発」の一環として実施された「クラウドサービス連携技術」(NTT等)、「インテリジェント分散処理技術」(日立等)の研究開発課題との密接な連携により、本研究開発の効果的な推進と、安全で信頼性の高いクラウドネットワーキング環境の早期実現が図られた。3課題の実施研究機関と有識者による研究開発プロジェクト統括会議における議論があったからこそ、GICTFの設立と効率的な仕様開発を行うことができた。課題間の連携を積極的に進める体制・施策を行うことが、研究開発成果の社会実装の促進・加速化に大きな効果があるものと考えられる。
- ② 本研究開発の成果の一部は、翌年度の委託研究(高信頼クラウド)を継続実施することにより、途切れのない研究開発を進められた点が先進的技術確立に非常に効果的であった。効果的な成果展開の視点からも、継続的に競争力を強化する施策実施が重要と考える。