

## 平成 26 年度研究開発成果概要書

課題名 : 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  
採択番号 : 149ア01  
個別課題名 : 課題ア 統合管理型ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発  
副題 : フレキシブルにプログラム可能で状況に適応した多様なサービスを提供可能な進化型ネットワーク仮想化基盤技術

### (1) 研究開発の目的

本研究開発においては、新世代の重要情報通信基盤の構築を目的とする。

現在の通信基盤が抱える様々な課題の全てを解決する革新的な設計思想を持つ情報通信基盤の構築には、進化型ネットワーク仮想化（Advanced Network Virtualization）の考え方が必要となる。つまり、情報通信基盤は広義では、データを伝達する通信のための資源を有する「リンク」とプロトコルを解釈しリンクを選択するプログラムを実行する計算資源やストレージ資源を有する「ノード」を基本要素として構成されるが、進化型のネットワーク仮想化技術では、この広義のネットワーク全体を仮想化する。

具体的には、進化型ネットワーク仮想化の考え方に基づき、後述5つの要件を満たしながら、ネットワークを自由な発想で白紙から創造・設計することを可能とし、さらにそれらを複数同時に収容する基盤（メタアーキテクチャ）を実現する新世代の重要情報通信基盤の構築を目的とする。

進化型ネットワーク仮想化をベースとした新しい情報通信基盤の要件。

- ① 資源の抽象化（Abstraction）
- ② 資源の独立分離性（Isolation）
- ③ 資源の柔軟性（Elasticity）
- ④ プログラム可能性（Programmability）
- ⑤ 認証性（Authentication）

### (2) 研究開発期間

平成 23 年度から平成 26 年度（4 年間）

### (3) 実施機関

日本電信電話（株） <代表研究者>、国立大学法人東京大学、（株）日立製作所、日本電気（株）、富士通（株）

### (4) 研究開発予算（契約額）

総額 2300百万円（平成 26 年度 198百万円）  
※百万円未満切り上げ

### (5) 研究開発課題と担当

課題ア：統合管理型ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発

- T1 進化可能なネットワーク仮想化基盤アーキテクチャ技術（国立大学法人東京大学）
- T2 制御管理機構技術（日本電信電話（株））
- T3 リソース制御技術（（株）日立製作所）

- T4 スライス拡張技術（国立大学法人東京大学）
- T5 ネットワークのスライス収容技術（（株）日立製作所）
- T6 プログラム性拡張技術（日本電気（株） / （株）日立製作所）
- T7 エッジ仮想化技術（国立大学法人東京大学/日本電気（株））
- T8 ゲートウェイ機能強化技術（富士通（株））
- T9 テストベッド連携とベンチマークおよびアプリによる技術評価（日本電信電話（株））

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	30	6
	外国出願	11	4
外部発表	研究論文	6	0
	その他研究発表	118	30
	プレスリリース・報道	14	7
	展示会	46	13
	標準化提案	7	2

(7) 具体的な実施内容と成果

課題 T1～T9 に対し要素技術の研究開発を行い、従来のプロトコルやネットワークアーキテクチャにとらわれない新しいネットワーク機能を実現するための、深遠なプログラム性を持つネットワーク仮想化基板技術の設計、試作・評価を実施した。

- 課題 T1 進化可能なネットワーク仮想化基盤アーキテクチャ
  - エッジ用の軽量小型のネットワーク仮想化ノード（FLARE）の開発
  - エッジネットワークを含めたネットワーク仮想化基盤の設計と実現
  - VNode+AGW+FLARE 連携機構
  - ハイエンド FLARE ノード（FLARE-EX, FLARE-X）の試作
  - ローエンド FLARE ノード（FLARE Mini）の試作
- 課題 T2-1 垂直統合型資源管理機能の実現
  - 動的なリンクスリバ帯域変更のための制御インターフェースを実装
  - プログラマ・リダイレクタ・トランスポートネットワークの全体でリソースアイソレーションを実現
- 課題 T2-2 仮想化ネットワークにおける光パスの利用
  - 光 SW インターフェースを実装し、光パスの連携制御を実現
- 課題 T2-3 スライス特性に合わせた高精度測定に基づく動的資源制御
  - 高精度測定用パケットモニタ装置（PRESTA10G）を用い、JGN-X 環境上にスライストラヒック計測が行える計測環境を構築
- 課題 T3-1 動的、精密、スケーラブルなアイソレーション
  - 階層化シェーパ使用による精密なリソースアイソレーションを開発
  - シェーパ自動選択方式の開発
- 課題 T3-2 連携リソース管理
  - 階層化シェーパによるリダイレクタ（R）のリソースアイソレーション機構を、プログラマ（P）、管理系、AGW のリソースアイソレーション機構と連携するべく、共同で設計・実装・調整し、全体連携を実現
- 課題 T4 スライス拡張
  - 複数のスライス間で相互にトラフィックが流通できるアーキテクチャを設

計し、ネットワーク仮想化基盤にスライス相互接続機能を実現

- 課題 T5 ネットワークのスライス収容
  - 課題 T6-2 の技術により非 IP も収容するプログラマブルなネットワーク収容機能を実装・評価し、最高で 10Gbps の性能を確認
- 課題 T6-1 プログラム性とパフォーマンスの両立
  - 異常処理の対応を強化し、また社内強化試験によりプログラムの安定化、RunFailed 判定を見直し
  - アイソレーションを実現する帯域制御方式を開発し、ベストエフォート型 Linksliver が、帯域指定型 Linksliver に影響を及ぼさないことを確認
- 課題 T6-2 新しいプログラム技術によるプログラム性向上
  - リダイレクタ機能およびプログラム機能を拡張するための VNode プラグイン・アーキテクチャを開発し、暫定仕様による実装を評価するとともに、VNode 進化手法を開発
- 課題 T7-1 仮想マシンクラスタによるエッジ端末エミュレーション実現
  - 仮想マシンクラスタによる 1000 台規模の VM の生成の実現
  - LARE ノードで構成したエッジネットワークで、AGW により VNode スライスに収容できるアーキテクチャを実現
- 課題 T7-2 エッジ端末仮想化技術
  - エッジ端末サーバにおける VM スライス多重化技術による 10 以上の複数スライス生成の実現
- 課題 T7-3 仮想化端末におけるネットワークアクセスのプログラム技術
  - ネットワーク側からの API 制御により、複数の特性の異なるアクセスネットワークの接続を動的に切り替える仮想化ネットワークアクセス制御基盤を構築
- 課題 T7-4 アクセスポイント仮想化
  - アクセスポイント上に資源独立なスライス 10 以上の実証
- 課題 T8 ゲートウェイ機能強化
  - 利用者端末接続機能の多様化 (GREoverIPsec, VLAN 収容, FLARE 収容)
  - SlowPath\_VM 機能を持った AGW-VNODE の開発および複数の装置構成の実現 (一体型/分離型/ミニサーバー)
  - ゲートウェイの高速化 (IPsec 通信: 1.5Gbps / フロー, VLAN 通信: 4.8Gbps / フロー)
  - AGW-VNODE において複数サーバ結合による装置形態の拡張性と性能拡張を実現
- 課題 T9-1 テストベッド、他のネットワーク仮想化基盤との連携
  - 委託研究成果を JGN-X 上へ展開し、システム評価実験やアプリケーション実験等の統合実験を行った
  - 課題イおよび課題ウとの連携としてポータルインタフェースを開示し、サービス・インフラの利用者の利便性向上を図った
  - 米国 GENI プロジェクト (特に ProtoGENI) と連携した相互接続のデモンストラレーション実験を GEC17~GEC22 まで継続して実施
- 課題 T9-2 ネットワーク仮想化技術のベンチマーク定義と評価
  - 典型的なアプリケーションである映像処理プログラム (トランスコーディング) をスライスのベンチマークアプリケーションとして実行し、基本性能評価を実施
  - GENI 上にもトランスコーディング機能を実装し、GENI へのポータビリティ検証および比較評価を実施

Deeply Programmable Network の有効性を示すため、また、国際的な広域テストベッド上での国際実証実験の実現を目指し、アプリケーション実証実験を仮想化ノード上で継続的に実施した。

- 仮想化ノードと GENI とのスライス接続にてパケットキャッシュによる日米間の重複データトラフィック削減デモ（2013年7月：GEC17）
- 複数映像配信によるリソースアイソレーションデモ（2013年7月：GEC17）
- 仮想化ノード上でのトランスコーディングによる映像配信デモ（GEC17～GEC22まで継続）
- グローバルなマルチドメインプログラマブル高機能仮想網の実現と新世代ネットワークアプリケーション実験、日米欧相互接続に成功（2015年3月：GEC22）

標準化活動として以下の活動を実施した。

- ITU-T SG13 Y.FNvirtreq、Y.SDN-FR への寄書提案
- 2014年2月会合にて Y.FNvirtreq が Y.3012 としてコンセント
- 網仮想化アーキテクチャ文書として Y.FNvirtarch を提案