

## 平成23年度研究開発成果概要書

「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  
課題イーサービス合成可能なネットワークプラットフォームの研究開発」

(1) 研究開発の目的

新規サービスをネットワーク仮想化基盤に自由かつ簡単に創造可能とし、かつ、サービスの実行環境を複数のネットワーク仮想化基盤に伸展可能とするネットワークプラットフォームを研究開発する。

(2) 研究開発期間

平成23年度から平成26年度（4年間）

(3) 委託先企業

(株) KDDI 研究所<幹事>、(国) 東京大学、日本電気(株)、(株) 日立製作所

(4) 研究開発予算（百万円）

平成23年度	250（契約金額）
平成24年度	100（ 〃 ）
平成25年度	80（ 〃 ）
平成26年度	80（ 〃 ）

(5) 研究開発課題と担当

課題イー1：サービス合成可能なネットワークプラットフォームの全体アーキテクチャ（〔国〕東京大学）

課題イー2：ネットワーク仮想化基盤のユーザ向けサービスプログラミング機能の実現

課題イー2-1：サービス設計仕様記述機能の実現（〔株〕KDDI 研究所）

課題イー2-2：ネットワークサービス機能 API の実現（日本電気〔株〕）

課題イー3：サービス・コンポーネントの登録管理・実行機能の実現（〔株〕KDDI 研究所）

課題イー4：ネットワークドメイン間ネットワークサービス仮想統合管理機能の実現

課題イー4-A：新仮想化基盤および旧仮想化基盤におけるネットワークドメイン間ネットワークサービス仮想統合管理機能実現（日立製作所〔株〕）

課題イー4-B：異なる仮想化基盤におけるネットワークドメイン間ネットワークサービス仮想統合管理機能（〔株〕KDDI 研究所）

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 24 件	(当該年度) 24 件
特許出願	国内出願	8	8
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	2	2
	その他研究発表	9	9
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	5	5

具体的な成果

- (1) ネットワーク仮想化基盤において、サービス構成に必要な機能要素を複数の仮想ノードに分散して配置し、それら複数の仮想ノードにまたがる機能要素の接続性の整合性と一貫性を保持しながら複数の機能要素を設定する方式を考案した。さらに、課題アと連携して NICT の既設ネットワーク仮想化基盤上での基本機能の動作検証を目的として、その方式をソフトウェアとして実装するため、機能要素をサービス構成要求に合わせて配置・設定するサービスコントローラの仕様を策定した。
- (2) ネットワーク仮想化基盤において、仮想ネットワーク（スライス）の利用状態に応じて、仮想サーバならびに機能要素を割り当て・切り替える手続きを考案した。さらに、既設ネットワーク仮想化基盤上で動作検証を目的として、端末機能、端末のアクセスネットワーク利用状況、スライスのネットワーク資源利用状況を収集する機能、上述手続きをソフトウェアとして実装するため、その仕様を策定した。
- (3) 既設ネットワーク仮想化基盤とスライスエクステンション機能（SEP）、ならびに ProtoGENI/G-lambda と SEP の連携（フェデレーション）に必要なコマンドやパラメータの対応をまとめ、連携インタフェースの共通 API を策定した。さらに、この API を用いた SEP の基本機能をソフトウェアで実装すると共に、ProtoGENI との間で次年度の実証実験・連携デモ実施に対する合意を取りつける等、フェデレーション実証実験の準備を進めた。

※ ProtoGENI は米国 NFS が推進するネットワーク仮想化基盤プロジェクトであり、G-lambda は産業技術総合研究所が推進する Grid プロジェクトである。

(7) 研究開発イメージ

# 平成23年度「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 課題イ: サービス合成可能なネットワークプラットフォームの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 株式会社KDDI研究所(幹事者)、国立大学法人東京大学、日本電気株式会社、株式会社日立製作所
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成26年度(4年間)
- ◆研究開発費 総額510百万円(平成23年度 250百万円)

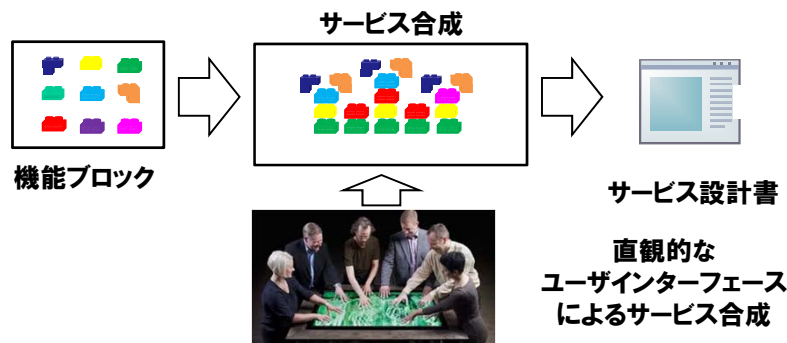
## 2. 研究開発の目標

新規サービスをネットワーク仮想化基盤に自由かつ簡単に創造可能とし、かつ、サービスの実行環境を複数のネットワーク仮想化基盤に伸展可能とするネットワークプラットフォームを研究開発する。

## 3. 研究開発の成果

### ①トイブロックアーキテクチャ

ネットワーク機能をブロック化してブロック結合によりスライス上に展開するサービス合成可能なアーキテクチャのプラットフォームを開発



### 研究開発成果: トイブロックによるサービス合成の実現

新しいネットワーク機能をユーザがスライス上に自由に構築できるプラットフォームの実現のための検討・プロトタイプ制作を遂行した。

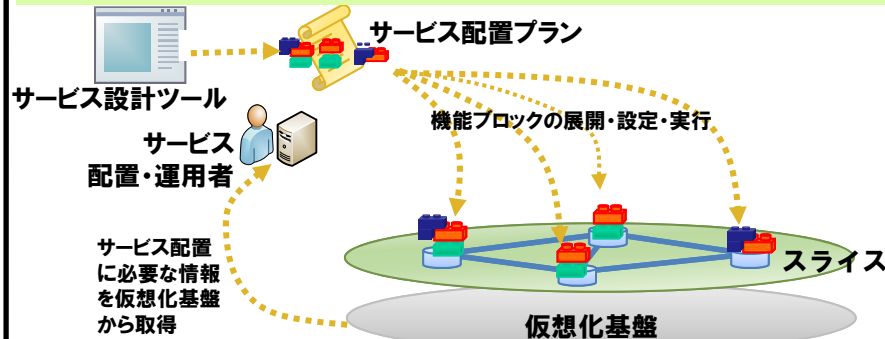
- 本研究開発では、トイブロック的にネットワーク機能を組み合わせ新しいネットワーク機能をスライス上に合成するアーキテクチャ検討を実行
- ネットワーク機能トイブロックの例として、オープンソースのClickモジュールとソケットベースのアプリケーションモジュールを、機能ブロックとして定義し、直観的なユーザインターフェースで結合するアーキテクチャ設計を実行
- Clickモジュールをベースとしてユーザ空間、カーネル空間で定義されるネットワーク処理、NETLINKによる各種機能ブロックの收容方式を設計
- 例としてキャッシュ機能ブロックを設計し実装

### 研究開発成果: 直観的・視覚的GUIサービス設計支援ツール基本試作

- 本研究開発では、ユーザが直観的に視覚的にネットワーク機能を機能ブロックから合成可能なGUIサービス設計支援システムの基本試作を行った。

### ②サービスプログラミング機能

サービスに必要な機能ブロックを多数のノードから成るスライス上に展開し、サービスを実行するためのソフトウェア環境を開発



### 研究開発成果: サービス設計仕様記述機能の実現

様々なサービス開発者が開発した機能ブロックを組み合わせるには、適切な機能ブロック間インタフェースの記述方式を設計することが不可欠。

- 本研究開発では、様々な機能ブロックを組み合わせるサービス記述のための基本記述方式としてサービス配置プランのスキーマを設計。
- 本記述方式により、カーネル空間でのパケット処理やユーザ空間でのアプリケーション処理を、一貫して統合されたスキーマにより記述可能となり、様々なサービス開発者が提供する機能ブロックを合成して使うことが容易となる。

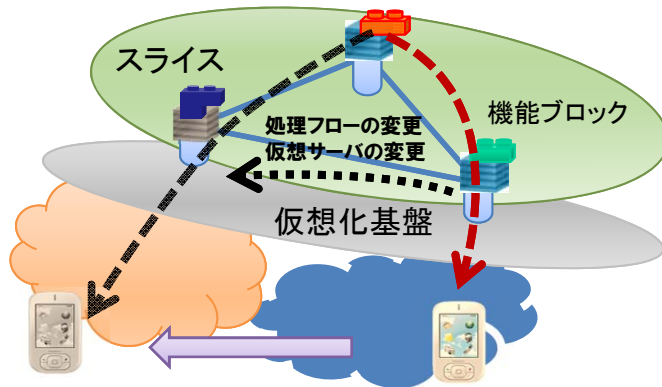
### 研究開発成果: サービス機能要素実行環境の基本機能の実装

様々な機能ブロックをスライス上に配置して実行する環境が不可欠

- 本研究開発では、スライス上の多数のノードに対して、様々な機能ブロックを配置・設定し、サービスを実行するためのソフトウェアプラットフォームであるサービス機能要素実行環境の基本機能を実装。

### ③ サービス機能要素最適配置

サービスを利用する端末のスライス利用状況によって、スライス内でサービスを構成する機能ブロックや仮想サーバを切り替える方式を開発



例えば、端末がアクセス網間を移動

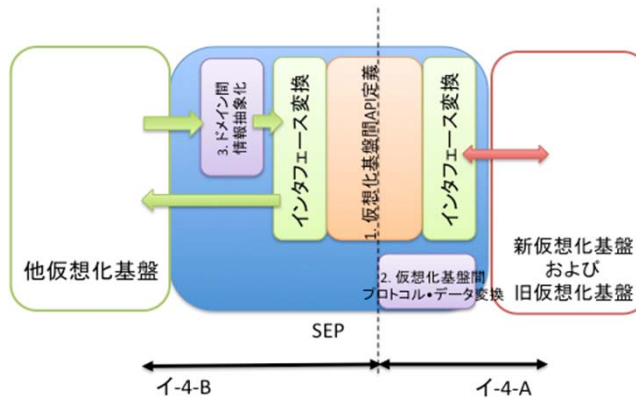
### 研究開発成果: サービス合成の動的制御機能の実現

ネットワーク仮想化基盤の利用効率最適化には、サービスを利用する端末のスライス利用状況によって、スライス内でサービスを構成する機能ブロックや仮想サーバを切り替える制御が不可欠。

- 本研究開発では、端末が求めるサービス品質に合わせて、**機能ブロックの処理フロー(組合せ)を切り替える制御機能(サービスオーガナイザ)の仕様を策定**し、既設ネットワーク仮想化基盤にて検証する基本機能を実装した。
- また、端末内の計算資源ならびに端末が利用するアクセス網の利用状況を、端末からサービスオーガナイザへ通知する機能やサービスオーガナイザから端末へアクセス網の切り替え等を通知する機能に用いる、**サービスオーガナイザ・端末連携インタフェースの仕様を策定**し、端末ならびにサービスオーガナイザに実装した。

### ④ 仮想化基盤のフェデレーション

JGN-X上の仮想化基盤だけでなく、ProtoGENI・ORCA・PlanetLabなど、制御手法の異なる他の仮想化基盤との間の仮想インフラ資源の流通(フェデレーション)を実現し、高度でプログラム可能なサービス流通の範囲を拡大。



イ-4-A: 新・旧仮想化基盤～SEP間制御技術  
イ-4-B: その他仮想化基盤～SEP間制御技術

### 研究開発成果: SEP共通API策定ならびにコア機能の実装

仮想化基盤毎に使用APIやパラメータが大きく異なる等の問題があり、基盤間の接続毎に1対1で制御コマンドやパラメータを直接変換する形式では、効率が極めて悪い。

- 本研究開発では、既設ネットワーク仮想化基盤(VNode)とスライスエクステンジ機能(SEP)間(イ-4-A)、ならびにProtoGENI/G-lambdaとSEP間(イ-4-B)の連携(フェデレーション)を図るため、必要なコマンドやパラメータの対応をまとめた上で**共通APIを策定し実装した**。
- このAPIを用いたSEPの基本機能をソフトウェアで実装した。フェデレーション実証実験の相手として米国の仮想化基盤プロジェクトProtoGENIを選び、次年度の実証実験ならびに連携デモの実施に対する合意を取りつけると共に、JGN-Xを用いた国際間接続に関する調査を実施し、フェデレーション実証実験の準備を進めた。
- また、フェデレーション機能をもたない仮想化基盤を改造せずにサーバとノードを追加して、フェデレーションを実現する方法を設計し実装した。

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と( )内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
サービス合成可能なネットワークプラットフォームの研究開発	8 (8)	0 (0)	2 (2)	9 (9)	0 (0)	0 (0)	5 (5)

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) ネットワーク仮想化シンポジウムを開催(主催: NICT, ITRCネットワーク仮想化分科会、東京大学、IEICEネットワーク仮想化時限研究専門委員会)

2011年9月10日(土) 東京大学本郷キャンパス福武ホール

シンポジウム概要: 新世代のネットワークのコア技術の一つであるネットワーク仮想化基盤技術の広範な普及、および国際的な研究協力を推進することを目的として、国内外の研究者の交流と本研究開発の円滑なスタートアップを図った。Chip Elliott (GENI Project Office)、Rob Ricci (University of Utah) らネットワーク仮想化基盤技術を牽引する世界の研究者と、ネットワーク仮想化基盤技術の適用や、将来サービスなどを議論した。

(2) 「ネットワーク仮想化と将来サービス」と題したパネルセッションを開催

(主催: IEICEネットワーク仮想化時限研究専門委員会、情報ネットワーク研究専門委員会)

2012年3月21日(水) 電子情報通信学会総合大会(岡山大学) BP-9. ネットワーク仮想化と将来サービス

セッション概要: ネットワーク仮想化の研究開発とその意義を広く理解して頂くとともに、新サービス創生に向けた議論や意見交換を行うことを目的として、ネットワーク資源、計算機資源、及びストレージ資源等から構成されるインフラ上に様々なサービス提供を可能とする論理的なネットワークを構成する技術、新規機能を実現するプログラムの動的導入やセキュアなサービス間分離技術等、様々なサービス創生の可能性を議論した。

6. 今後の研究開発計画

平成23年度に各サブ課題で開発した基本機能が既設ネットワーク仮想化基盤で正しく動作することを検証する。さらに、課題アが開発する新設ネットワーク仮想化基盤との連携を考慮し、基本機能の拡張に着手する。

- サービス配置の要求元として動作するサービスコントローラが、スライスのコンテキスト(仮想ノードの処理能力等)を取得し、サービスを実現するための適切な機能要素の組み合わせを選択する機能を実現する。
- これにより配置されるサービスが、その動作状況に合わせてサービスの機能要素の稼働状態(アクティブ・アイドル)を変更できる機能を実現する。
- 北米等で検討されている既存ネットワーク仮想化基盤の仕様調査と方式設計、対象となる仮想化基盤の選定を踏まえて、スライス・フェデレーションに必要となるプロトコルやアルゴリズムの詳細設計、開発を進める。