

## 平成24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（149イ01）

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

副題 フレキシブルかつ容易にプログラム可能な進化型ネットワーク仮想化  
スライス構成プラットフォーム技術

### （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<幹事者>、（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 63 件)	(当該年度) 38 件
特許出願	国内出願	10	2
	外国出願	1	1
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	28	17
	プレスリリース	0	0
	展示会	15	15
	標準化提案	8	2

具体的な成果

- (1) サービス設計支援ツールにより、複数ノードにまたがるパケットキャッシュサービスの設計が可能であることを実証した。仮想ノードを複数接続した仮想ネットワークを対象として、サービス配置ツールにより仮想ノードを設定し、サービスの構築が可能であることを実証した。また初年度に開発したサービス配置・制御用のプロトコルを利用して、サービス配置ツールが仮想ノードの情報をポータルから参照し、その情報を用いて仮想ノードへのブロックの自動配置・設定が可能であることを実証した。さらに、新世代シンポジウムでデモ展示し、GEC16 では JGN-X での基本動作のデモを行い、実証実験を遂行した。
- (2) 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ブロックを割り当て・切り替える手続き（平成 23 年度仕様化）に基づき、端末状況を測定する端末コントローラ、サービス構成変更を制御する情報収集・条件判断モジュール（サービスアクセスマネージャ）、同モジュールからサービスの処理フローを変更したりブロックが動作する仮想サーバを変更するサービス構成制御機能を設計・試作した。また、これらの機能を統合し、端末状況変化によるサービス構成の動的切り替え機能が動作することを実証した。さらに、JGN-X での基本動作試験を遂行した。
- (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）に必要な連携インタフェース（共通 API）を用いた相互接続試験を実施した。また JGN-X を活用して米国の ProtoGENI との間でデータプレーン等の接続を行い、実証実験・連携デモを実施するなど、フェデレーション機能の検証を進めた。

※ 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24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24年度 100百万円)

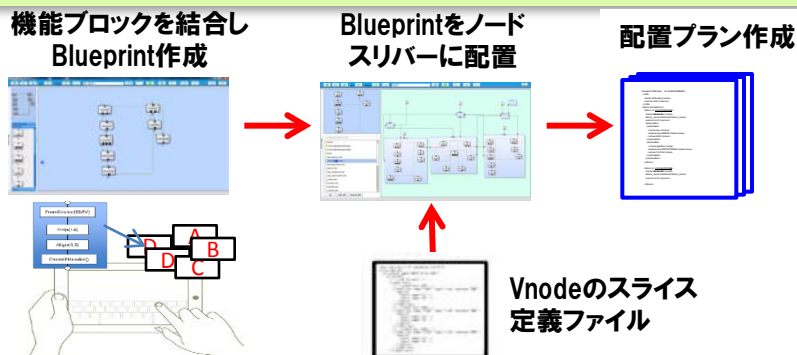
### 2. 研究開発の目標

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GUIインタフェースの設計ツールを開発

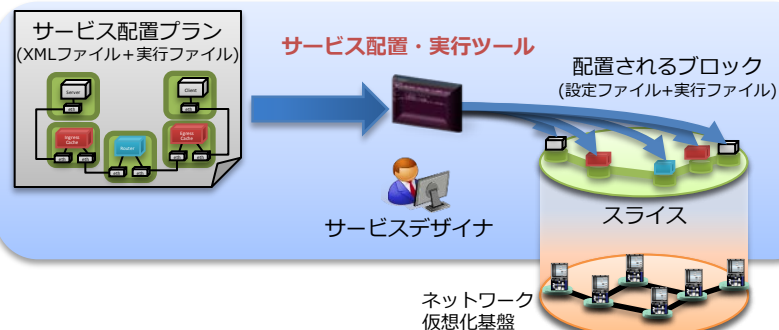


#### 研究開発成果: トイブロックによるサービス合成の実現

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設計ツール開発と動作検証を行った。  
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方式検討に基づき設計ツールを開発した。  
●機能ブロックの結合ルールを埋め込んだGUI上でブロック結合するBlueprint設計ツールを開発した。  
●VNodeのスライス定義に基づき機能合成したBlueprintをノードスリバーに配置するサービス配置設計ツールを開発した。  
●指操作で機能ブロックを組み合わせユーザが視覚的にサービス合成できるタブレット端末GUIの開発を行った。  
●出力ファイルを②のサービス実行ソフトに入力しJGN-XのVNodeのスライスにサービス実行されることを検証した。

#### ② サービス設計仕様記述と配置・実行ツール

サービスに必要な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サービス配置・実行ツールを開発・検証

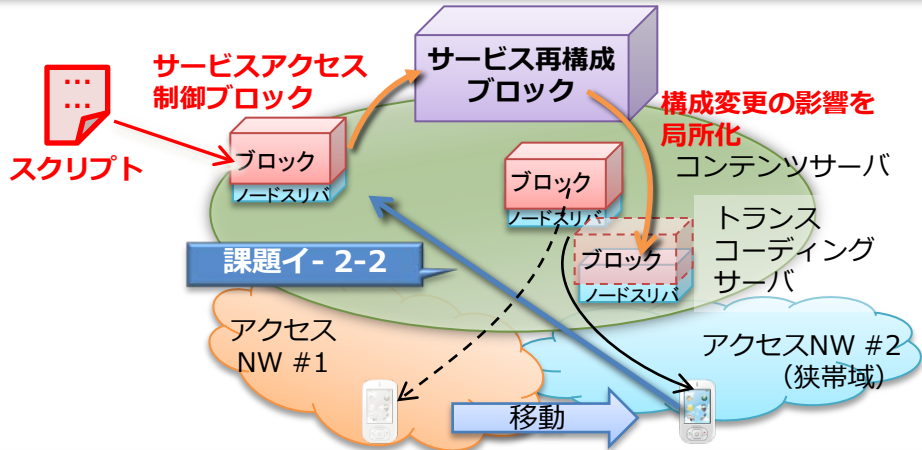


#### 研究開発成果: サービス配置・実行ツールの開発と検証

様々なサービスデベロッパが開発した機能ブロックを、サービスデザイナーが組み合わせさせてサービスを構成するには、適切なサービス設計仕様の記述に従って、仮想化基盤上にブロックを配置する機能が不可欠。  
●本研究開発では、初年度に開発したサービス配置・制御用のプロトコルを拡張し、仮想ノードを複数接続した仮想ネットワークを対象として、サービスの配置・実行が可能なサービス配置・実行ツールを開発した。  
●本ツールにより、仮想化基盤ポータルから仮想ノード情報を自動取得し、サービス仕様記述に従って、仮想ネットワーク上の各仮想ノードにブロックをインストールし設定・実行する手順を自動化することが可能となった。各ブロックは、Clickモジュールルータの要素ないしは任意のユーザプロセスとして実装することが可能である。  
●さらに、パケットキャッシュ機能を用いて、JGN-X上で基本動作検証を完了した。

### 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**実装、評価**



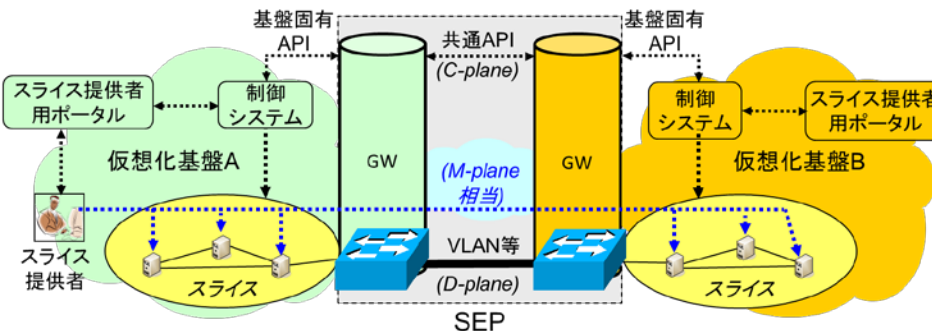
### 研究開発成果: サービス合成の動的制御機能の実現

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ブロックや仮想サーバを切り替える制御が必要不可欠なため、スライス上で動的に資源を適切に選択する仕組みを設計・試作した。

- 昨年度設計したAPIに基づき、端末状況を測定する端末コントローラと、サービス構成変更を制御する情報収集・条件判断モジュール(サービスアクセスマネージャ)を設計・試作した。
- さらに、上記モジュールからブロック(サービス構成機能要素)の処理フローを変更したりブロックが動作する仮想サーバを変更したりするサービス構成制御機能を設計・試作した。
- 上記の仕組みを統合し、端末状況変化によるサービス構成の動的切り替え機能が動作することを現行ネットワーク仮想化基盤上で実証した。

### 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での仮想インフラ資源の流通(フェデレーション)を実現し、高度でプログラマブルなサービス流通の範囲を拡大



### 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)とスライス拡張機能(SEP)間(イー4-A)、ならびにProtoGENI/G-lambdaとSEP間(イー4-B)の連携(フェデレーション)を図るための共通APIについて検証を進め、相互接続試験を実施した。
- 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についてJGN-Xを活用して米国の仮想化基盤プロジェクトProtoGENIとの間でのデータプレーン接続に成功し、GEC等でデモを実施した。
- 米国の仮想化基盤プロジェクトProtoGENIの環境を日本国内に構築し、フェデレーション実証実験を実施した。また、白山に構築した仮想化基盤との間でのフェデレーション試験を実施。

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	10 (2)	1 (1)	1 (1)	28 <sup>(※)</sup> (17)	0 (0)	15 (15)	8 (2)

※国際会議予稿(査読付き): 3件

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) GENI Engineering Conferenceでのデモ展示やプレナリー講演を通じた海外先端研究プロジェクトとの連携

一連のGEC会合(14、15、16)へ、トイブロックアーキテクチャに基づくサービス合成設計・配置、ならびに仮想化基盤間のフェデレーション方式に関する動態デモを実施し、本研究開発プロジェクトの本プロジェクトのプレゼンス向上、ならびにProtoGENIプロジェクト関係者とのコネクション強化に資した。また、サービス合成設計・配置では、異なる種類のサービスに関して合成から実行までを数ステップで実行して見せ、回覧者にサービス創造がフレキシブルに実現可能である印象を与えることができた。フェデレーション方式に関しては、ProtoGENIとNICTネットワーク仮想化基盤におけるデータプレーンの疎通を実際に見せ、研究開発の着実な進捗をアピールした。

(2) 第2回ネットワーク仮想化シンポジウムを開催 (共催:情報通信研究機構(NICT)、日本学術振興会産学協力研究委員会インターネット技術第163委員会 ネットワーク仮想化分科会、電子情報通信学会 ネットワーク仮想化時限研究専門委員会、京都大学学術情報メディアセンター)

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、これまでの本研究開発取り組みの方向性を検証するため国際シンポジウムを開催した(開催日:2012年8月24日[金])。Chip Elliott (BBN/ GENI Project Office)、Rick McGeer (HP Labs)、Ilia Baldine (RENCI)、Rob Ricci (University of Utah)らネットワーク仮想化基盤技術を牽引する研究者と、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。

6. 今後の研究開発計画

- 課題アが開発した新設ネットワーク仮想化基盤との連携機能のための拡張と、課題ウが開発するサービス(アプリケーション)との連携に着手する。
- これまで開発してきたトイブロックアーキテクチャに基づくサービス合成設計・配置システムについて、課題ウとの連携を図り機能ブロックの拡充を行うとともに、課題アとの連携により新設ネットワーク仮想化基盤上での動作を実現する。
  - サービス合成設計・配置システムにより配置されるサービスが、その動作状況に合わせてブロックの稼働状態(アクティブ・アイドル)を変更できる機能をブロックとして実現する。
  - JGN-X上への展開を予定している新仮想化基盤と、他のアーキテクチャを用いたネットワークドメインとのネットワーク資源のスライスフェデレーション方式の設計を完了し、新仮想化基盤を用いて開発機能を検証する。