

## 1. 研究課題・実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 高性能光電子融合型パケットルータ基盤技術の研究開発
- ◆個別課題名 : 課題イ 低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発
- ◆副題 : エンド・ツー・エンドの遅延時間保証が可能なDynamic Connection制御型ネットワークアーキテクチャの研究
- ◆実施機関 : 株式会社構造計画研究所、学校法人東京電機大学
- ◆研究開発期間 : 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発予算 : 総額32百万円(平成23年度 6.43百万円 平成24年度 7.54百万円 平成25年度 6.31百万円 平成26年度 5.93百万円 平成27年度 5.58百万円)

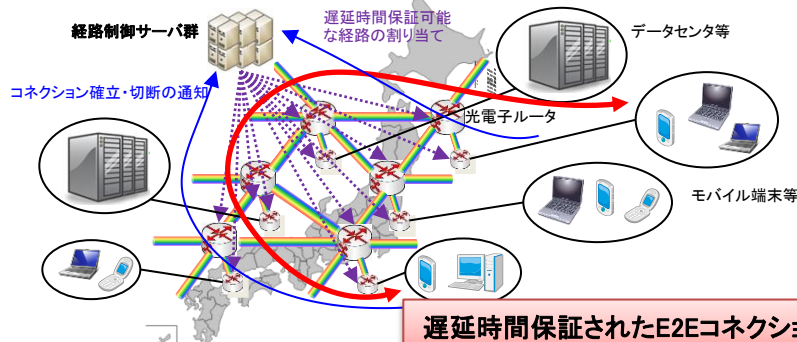
## 2. 研究開発の目標

2015年までに遅延時間保証が可能なネットワークシステムアーキテクチャを確立し、そのネットワークを利用したサービスとして、地理的に分散した多数のクラウドストレージやスマートフォン・PCの遊休ストレージを効果的に活用しつつセキュアで高速なデータ退避・復旧が可能なディザスタリカバリシステムを実現する。

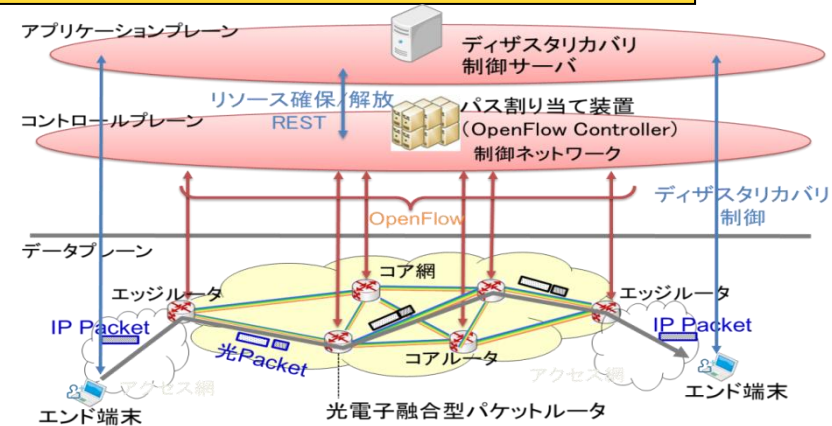
## 3. 研究開発の成果

### ① Dynamic Connection制御型低遅延保証ネットワークアーキテクチャ

**研究開発目標**  
 エンド・ツー・エンドのコネクション毎の遅延時間保証を実現し  
 将来の多様なアプリケーション要求に応え得るネットワークシステムを構築

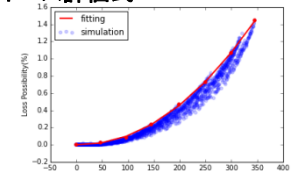


### ディザスタリカバリシステムと遅延保証ネットワークの結合アーキテクチャ

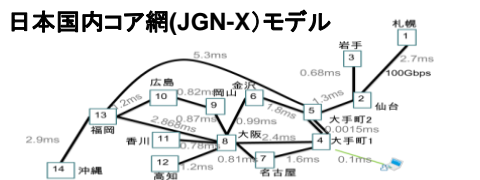


### シミュレーションによる性能評価

光電子ルータへのトラフィック入力パターンと出口での衝突頻度、パケットロスの関係をそれぞれ「衝突頻度式」、「パケットロス評価式」として定式化したパケットロス評価式



ネットワークシミュレータQualNetを使用  
 ・遅延時間保証実現を確認  
 ・GByte級のデータ退避・復旧を数十秒達成  
 ・許容パケット損失量に応じたネットワーク全体の通信容量を明確化



### 研究開発成果

### テストベッドによる機能評価

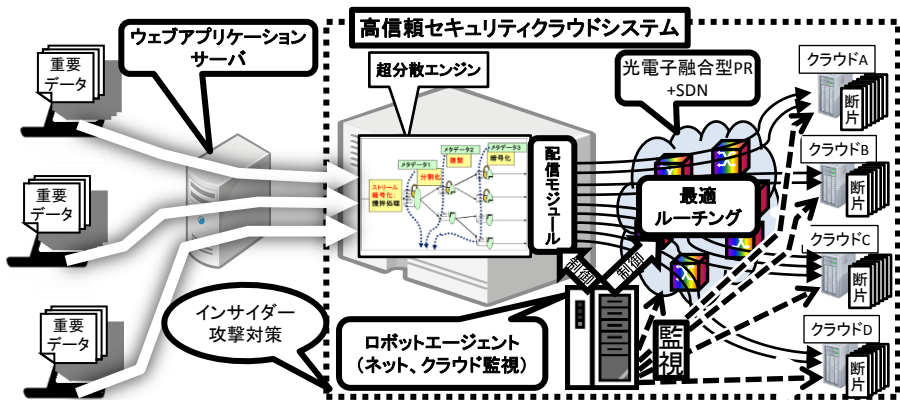
- ・アプリケーションインタフェース検証
- ・遅延保証ネットワークシステム上で、DRTシステム(仮想ファイルシステム)を実現
- ・コントロールプレーンの実現性検証
- ・テストベッド上で制御系の動作を確認



### 研究開発成果

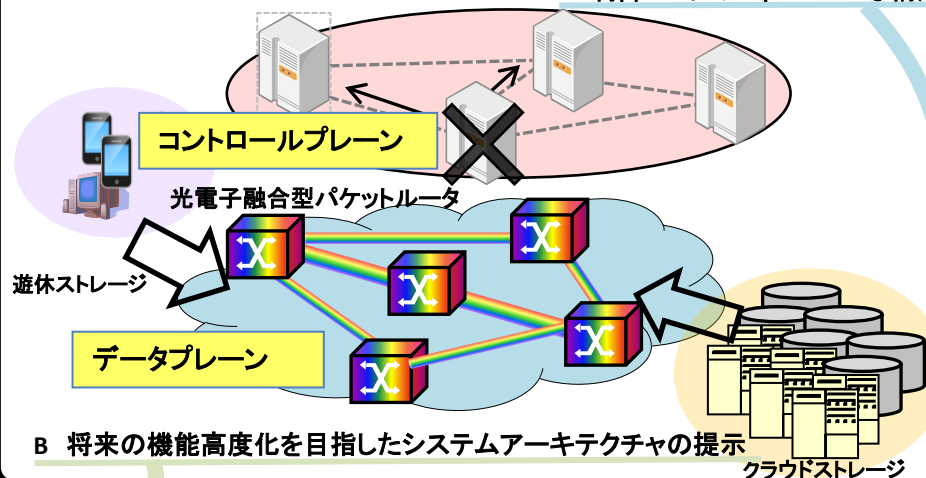
②セキュアな高速退避・復旧、高復旧可能なティザスタリカバリ

セキュアな高速復旧,緊急データ退避サービスを実現し,大規模災害やサイバー攻撃から電子社会基盤を守るための制御メカニズムの検討



③低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータを用いたティザスタリカバリネットワークシステムの将来アーキテクチャの検討

A 制御ノードのdependableな構成



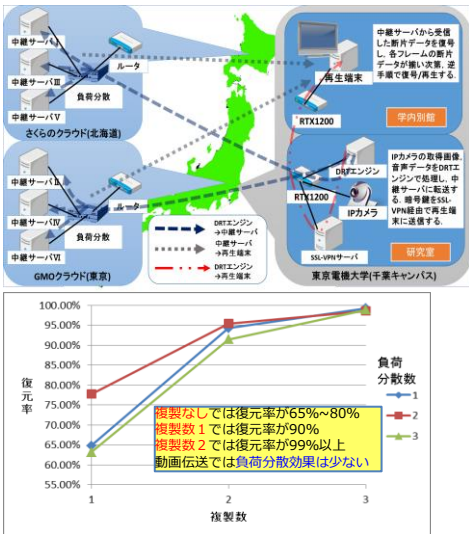
B 将来の機能高度化を目指したシステムアーキテクチャの提示

研究開発成果

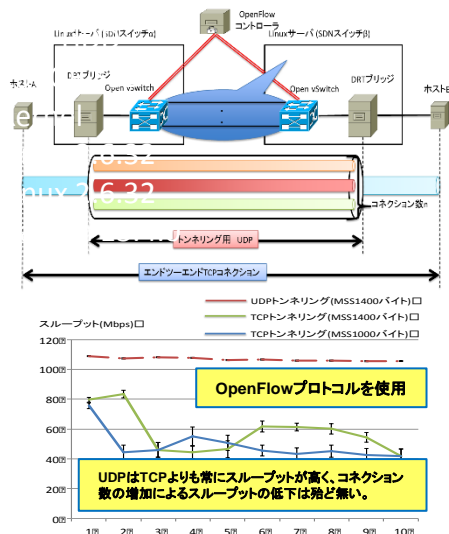
研究開発成果

研究開発成果

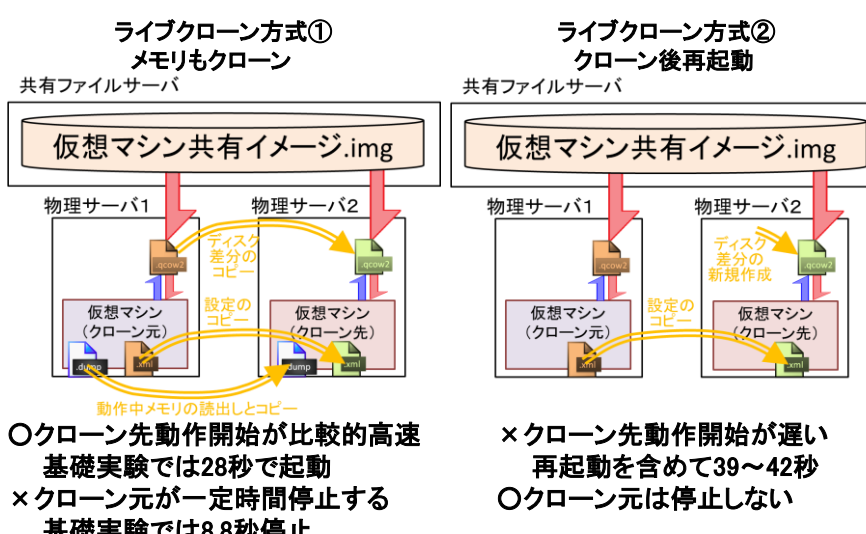
クラウド利用動画転送実験の性能評価



SDN利用システムの性能評価



仮想マシンのライブクローン技術の開発と基礎実験



#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	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 報道	展示会	標準化提案
〇〇〇〇〇〇に 関する研究開発	5 (1)	0 (0)	3 (1)	52 (8)	5 (0)	9 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

##### (1)第4回日韓産業技術協力フォーラムにてディザスタリカバリ技術についての招待講演を実施

東京電機大学が、“Development of Reliable Disaster Recovery Technology Utilizing Distributed Networks and Secure Clouds”の講演題目で招待講演を実施し、日韓の情報交流に貢献。

##### (2)イノベーションジャパン2012～2015(大学見本市回)にて、ディザスタリカバリ技術の展示と講演を実施

NEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)主催のイノベーション・ジャパン2012～2015において、4年連続で東京電機大学が、「セキュリティクラウドを用いたディザスタリカバリ技術の応用」における実演デモンストレーションの展示と講演を行い、イノベーション技術の推進に貢献。

##### (3)ワイヤレス・テクノロジー・パーク2012～2015 にて、アカデミアプログラム(研究発表)展示と講演を実施

NICT(独立行政法人情報通信研究機構),YRP研究開発推進協会,YRPアカデミア交流ネットワーク主催のワイヤレス・テクノロジー・パークにおいて、4年連続で研究発表・展示と講演を実施, 2012年には「HS-DRTによる広域無線対応クラウドベース・ファイルバックアップシステム」で最優秀賞の受賞。

##### (4)東京電機大学JST主催新技術説明会にて、ディザスタリカバリ技術の講演を実施

東京電機大学 JST主催の新技術説明会(2013,2014)にて、セキュリティクラウドを用いたディザスタリカバリ技術に関わる講演を実施し実演デモンストレーションの展示と講演を行い、未来のイノベーション技術の推進に貢献。

##### (5)電子情報通信学会からの要請により、招待論文の投稿ならびに招待講演を実施

電子情報通信学会論文誌に、招待論文「広域分散ネットワークを活用したディザスタリカバリ技術の実用化」Vol.J97-B,No.8 を投稿。更に国際的な英文論文誌IEICE Communication Society Global Newsletterに“Study of a Backup Service Concept Using Secure Distributed Networks” vol38., No.3, pp.2-8.を投稿するほかネットワークシステム研究会にて招待講演を実施。

##### (6)収録論文「エンド・ツー・エンドの遅延時間保証が可能なコア網ネットワーク制御方式の検討」が、

電子情報通信学会にて「ネットワークシステム研究賞」を受賞

構造計画研究所、東京電機大学の共著論文が、電子情報通信学会 ネットワークシステム研究会より、「2014年(第14回)ネットワークシステム研究賞」を受賞。

##### (7)研究論文「Highly Secure Communication Service Architecture using SDN Switch」をAPSITT2015(国際会議)にて発表

##### (8)日本応用数学会誌「応用数理」学会誌(招待論文) “セキュアバックアップ技術の研究実用化”, Vol6, No.10, pp.153-160, 2015.12に論文掲載

## 5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究課題で提案したスイッチアーキテクチャおよびネットワーク制御方式の研究成果は、今後、開発が急務となっているディザスタリカバリ用のネットワークサービスや、低遅延保証を行う必要の高い、遠隔手術、バーチャルリアリティ通信、感覚通信等、厳密な品質制御が要求されるリアルタイム通信サービスにも、効果的に活用でき、今後、これらの通信サービスの需要は、益々増加すると考えられる。また、厳しいQoS制御を必要とする、新しい通信インフラストラクチャの構築にも本課題で開発したネットワーク制御用基盤は有効に活用できると考える。

本研究を通じて研究開発を行った、「光電子融合型パケットルータを用いたエンド・ツー・エンドの遅延時間を保証するネットワーク制御方式」は、ネットワークシミュレーション及び汎用OpenFlow Switchを用いたテストベッドにて有用性を確認した。しかし、プロトタイプを用いた検証が未実施である。今後は、プロトタイプを用いた検証を行い、精度向上を図り、実証実験結果を学会等で公表する予定である。また、展示会において成果を公表し、回線事業者等に対して広域網/コア網への光電子融合型パケットルータの適用について提案を行う予定である。本研究では1事業者内のコア網を想定して検討を進めてきたが、開発した技術の対象ネットワークはその限りではなく、例えばデータセンタ内、データセンタ間ネットワーク、アドホックネットワークでも活用可能である。今後は、上記学会、展示会等を通して、今回開発した技術の適用先を広げる活動も実施予定である。新世代ネットワークについては、NICTを中心に産学官連携での技術開発を積極的に推し進めている状態であり、我々もその一員として研究を進めると共に、研究期間完了後も成果を活用し、実用化、運用に向けての取り組みを継続していく予定である。