

# 「ダイナミックネットワーク技術の研究開発(課題エ 大規模資源の管理・制御に関する技術)」の開発成果について

## 1. 施策の目標

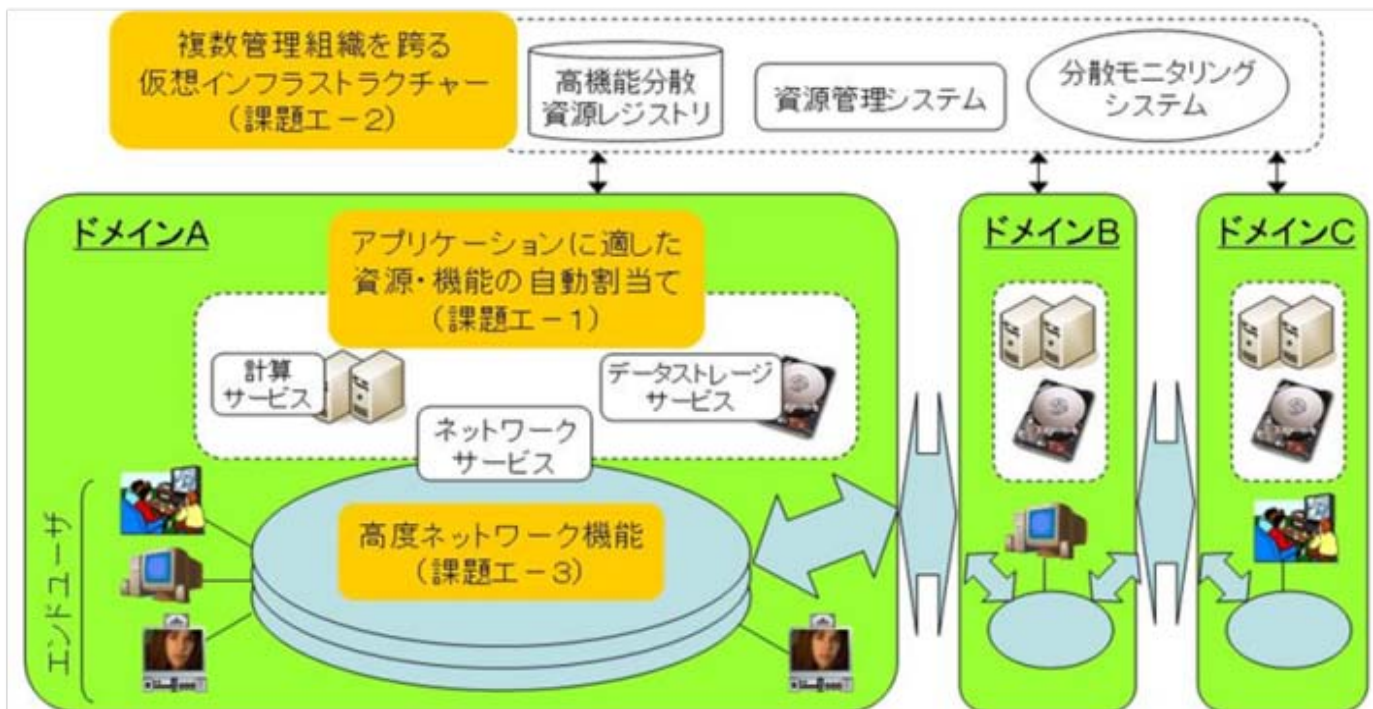
2015年度までに、アプリケーションに連動し、動的にトラフィックや経路を制御する技術を確立する。

## 2. 研究開発の背景

我が国においては、世界に先駆けてブロードバンド技術やサービスが整備されつつあり、FTTHの導入などによって利用者が享受できる帯域は双方向で100Mbit/sに届くに至っている。こうしたブロードバンド環境の発展に基づき、様々なアプリケーション開発が可能となり、P2Pを用いた大容量ファイルの交換やネットワークを使った高品位映像サービス、テレビ会議、広域大規模科学技術計算など、アプリケーションによるネットワークへの要求は留まる所を知らない。これらアプリケーションの要求を将来的に満足させるためには、ネットワーク資源という従来のインフラストラクチャーの提供方法を発展させ、計算機やデータストレージなどあらゆる資源の活用や、ネットワーク機能自体の高度化に関する技術開発が必要となる。

## 3. 期待される効果

- ・複数のドメイン(例:サービス事業者)を跨ぐことによる、**仮想インフラの可用性向上**
- ・ドメイン間のネットワーク最適化(帯域確保、転送遅延短縮等)による、**広域仮想インフラの性能向上**



## 4. 研究開発の期間及び体制 平成19年～平成22年(4年間)

NICT委託研究(株式会社KDDI研究所<幹事会社>、独立行政法人産業技術総合研究所、国立大学法人九州工業大学)

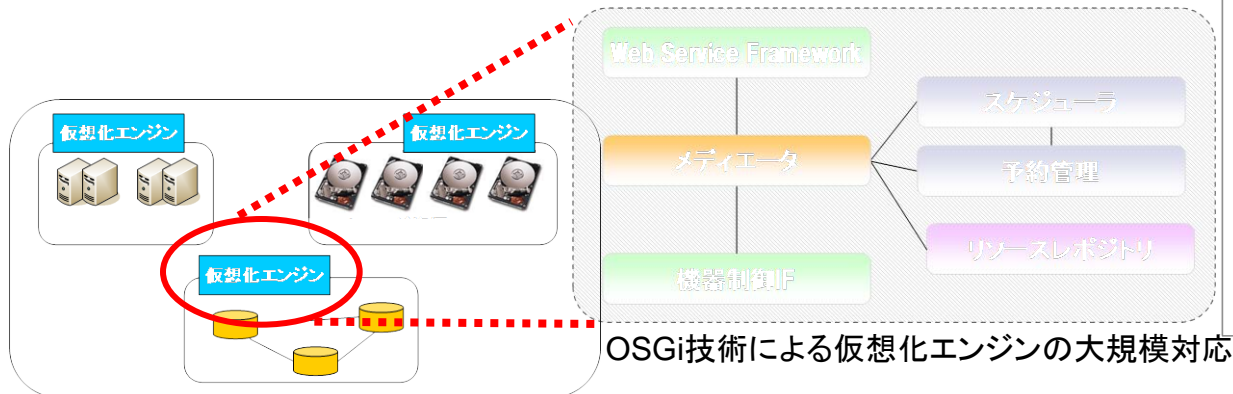
# エー1: アプリケーションに適した資源・機能の自動割当て技術の主な成果

**目的:** ユーザが制約を意識しないネットワーク実現のため、サービスが要求する条件の多様化に対して柔軟に対応し、誰もが負担なく利用できる大規模インフラのプラットフォームの実現

- 大規模資源管理のための仮想化エンジン技術を確立し、**目標値の45倍以上**の規模の資源から約140ミリ秒で適切な資源の選択と予約処理に成功した。クラウドや新世代ネットワークの資源管理技術を**圧倒する完成度**である。
- ITU-T FG-FNに仮想化エンジンの設計に関する成果を提案し、ネットワーク仮想化フレームワーク文書草案の**基盤アーキテクチャ(LINP)**として採用された。
- 仮想インフラ構築技術を**日本発のデファクト標準**に結び付けるため、**課題外連携**も積極的に進め、東京大学と仮想ノード技術に関する共同研究をスタートさせた。

## 課題全体

- 課題エー1の仮想化エンジンを介して課題エー2とエー3が連携し、**3組織が連携した大規模資源管理プラットフォームが完成し、実証実験に成功した。**



## 5. Overview of network virtualization

### 5.1 LINP architecture in network virtualization framework

Network virtualization is required to be capable of providing multiple LINP (Logically Isolated Network Partition) those are isolated each other. LINP may be created over the single physical infrastructure.

Figure 5-1 represents the architecture of LINP which creates multiple virtualized infrastructures in network virtualization framework. Each LINP is isolated each other and is programmable to satisfy the user's demand on the functionality and amount. User's demand is conveyed to slicing manager which is required to coordinate infrastructures so that appropriate LINP is provided to the user. LINP manager is recommended to handle user's demand with real-time or scheduled.

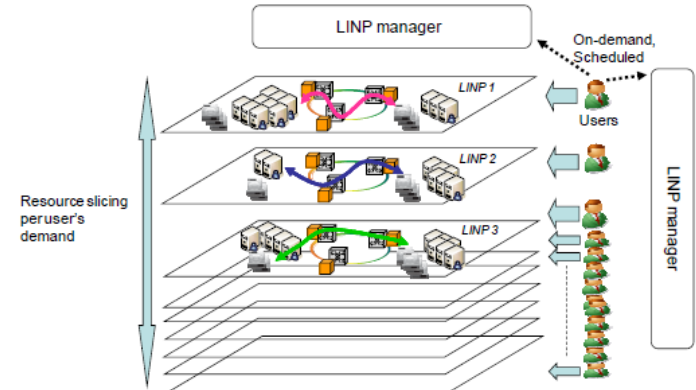
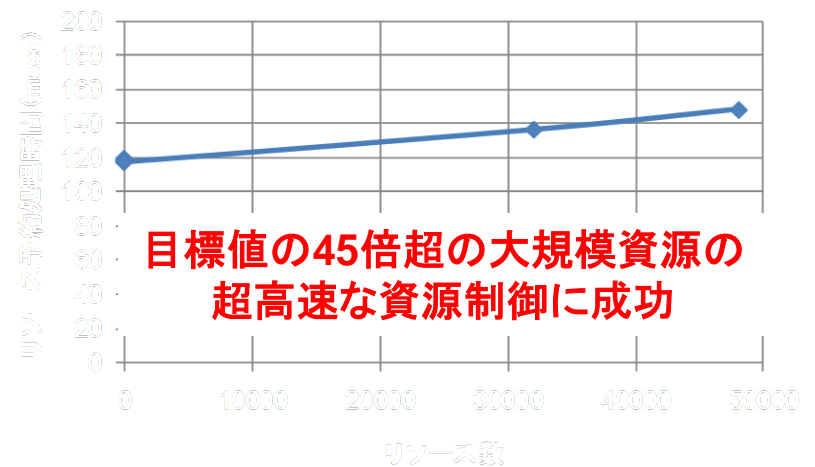


Figure 5-1: LINP architecture in network virtualization framework

ITU-T FG-FN, "Framework of network virtualization," work in progress, Nov, 2009.



仮想化エンジンによる大規模資源の管理処理能力

# エー2: 複数管理組織を跨る仮想インフラストラクチャー提供技術の主な成果

**目的:** 価値を創造するネットワーク実現のため、ネットワークサービスの状況を収集・提供し、新たなサービスを生成する、仮想インフラストラクチャーの構築を実現。

## ①高機能分散資源レジストリ

- 商用の関係データベース製品に比べ、**圧倒的に高く、安定した性能**を達成した。
  - 120万の資源情報に対する検索において約2.5秒以内。
  - 応答時間が検索結果個数増に影響されにくい。
- 分散環境としてKDD研を含む分散接続試験に成功した。

## ②分散モニタリングシステム

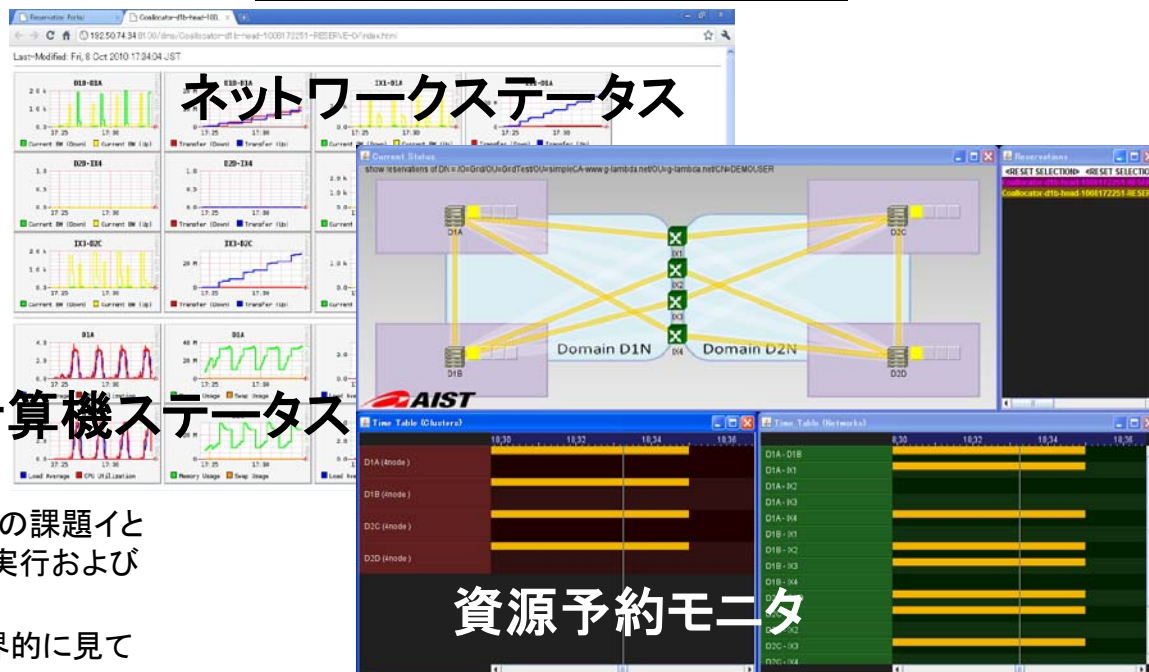
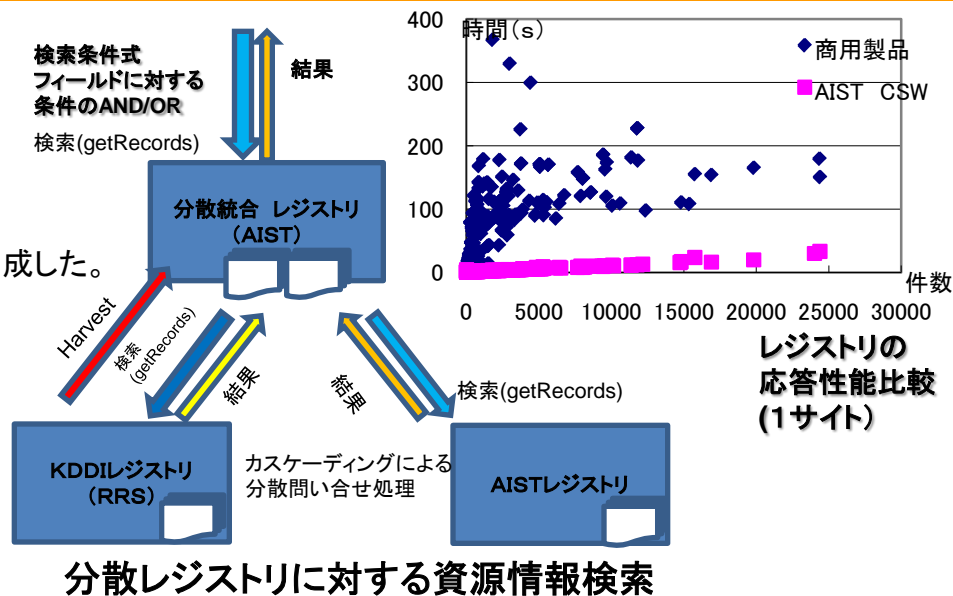
- 仮想インフラストラクチャーの負荷状況を監視し、**開示ポリシーに応じた情報提供**に成功した。
- **仮想インフラストラクチャーの利用状況を監視**する技術は、世界的にも先駆的かつ新規性の高い技術である。

## ③資源管理システム

- 10以上の複数管理組織から提供される10,000以上の資源の**自動的な確保**と、負荷変動に対応した仮想インフラストラクチャーの**形態の変更を可能とする機能**を実現した。
- 資源選択に要する時間を既存手法の**1/2に短縮**することに成功した。

## 課題全体

- 新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究課題の課題イと連携して、仮想インフラストラクチャー上でのアプリケーション実行およびモニタリングの実証実験に**世界で初めて成功した**。
- ネットワークを含めた仮想インフラストラクチャーの構築は世界的に見ても**非常に先駆性の高いもの**であり、クラウドコンピューティングへの適用などにより次世代の情報処理基盤における利用が期待される。



連携実証実験に成功@SC10

# エー3: 高度ネットワーク機能の提供技術の主な成果

## 【目標】課題エー3: 高度ネットワーク機能の提供技術

### ① 多地点間データ伝達・収集・共有技術の研究開発

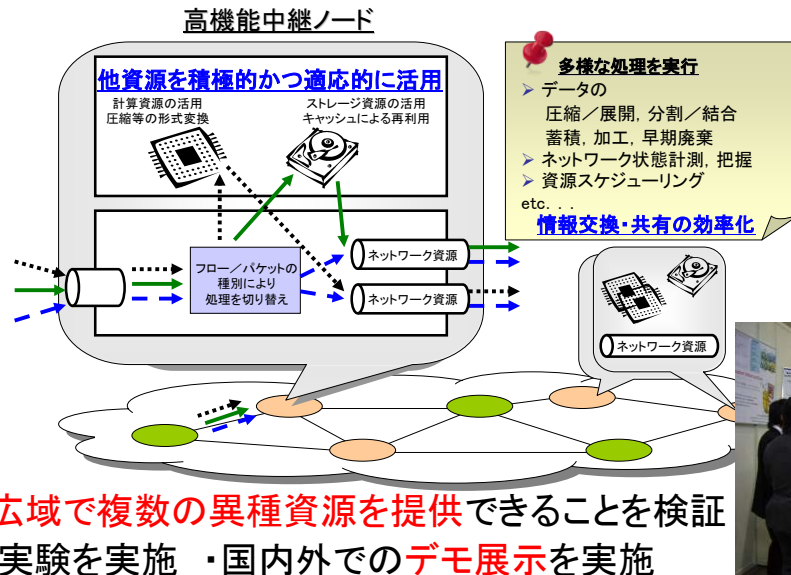
- ・大規模な情報交換を効率的に行うデータ中継
- ・複雑な物理リソースを意識せずネットワーク状況の変化に対応可能なリソース活用技術により多様性を収容するネットワークを実現

### ② 多段・分散データ選択・加工技術の研究開発

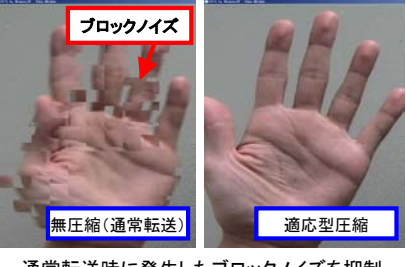
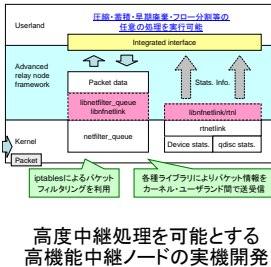
- ・中継途中 (NW内部) での多段・並列データ選択・加工
- ・ネットワークサービス機能のモジュール化によりネットワーク自体がサービスイノベーションを起こす価値を創造するネットワークを実現

## 【主な成果】

- ・1,000以上のアプリケーションに対して効率的かつ公平に広域で複数の異種資源を提供できることを検証
- ・課題間連携のためのインタフェースの具備を完了し、連携実験を実施
- ・国内外でのデモ展示を実施

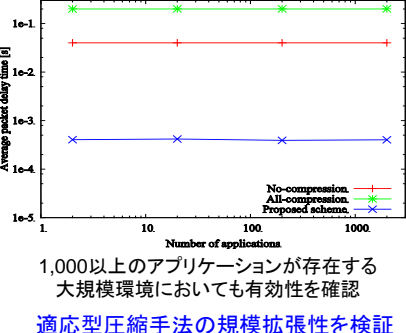
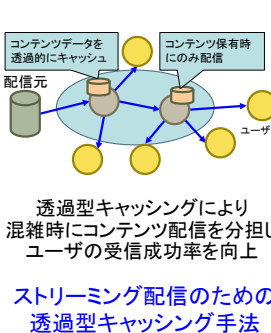
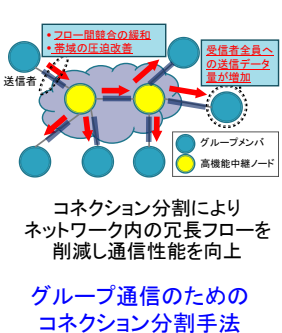


### 転送待ち時間≧圧縮処理時間を満たせば圧縮

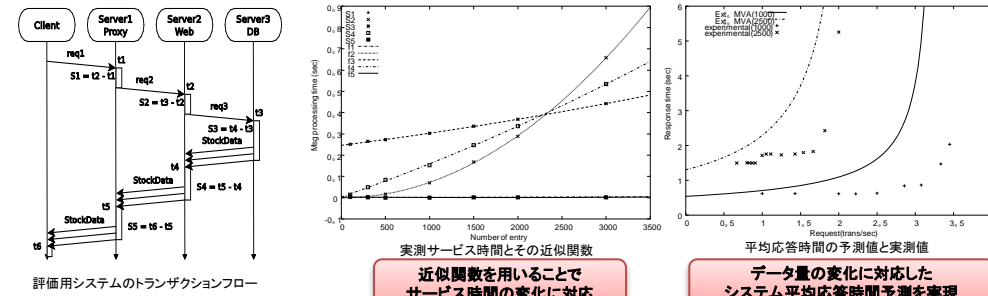


通常転送時に発生したブロックノイズを抑制  
 映像配信時の適応型圧縮手法の効果

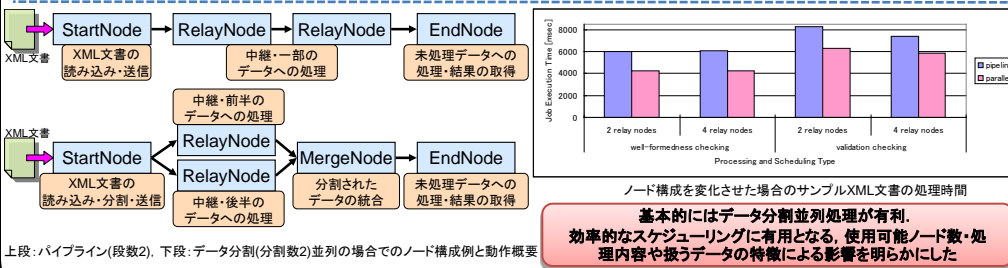
### 適応型圧縮手法



### 実際の並列分散アプリケーションに資源スケジューリングを適用することの有効性の検証



### 平均値解析手法を用いた通信データ量が変化するシステムの平均応答時間予測 システム性能を評価・最適なシステム設計の提案



### 中継のノードの構成・XML文書への処理割り当てを変化させた評価

# 研究成果のまとめ(1/3)

## 1. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	特許出願	研究論文	国際会議予稿	収録論文	一般口頭発表	報道発表	展示会	標準化提案
大規模資源の管理・制御に関する技術	8	9	20	27	19	4	13	6

## 2. 対外連携、普及活動

### 【課題エー1】

- 国際標準化提案:ITU-T Focus Group Future Network(FG-FN)のネットワーク仮想化文書草案に、LINP(Logically Isolated Network Partition)アーキテクチャを提案し、本文において基盤となる**アーキテクチャに採用された**。
- 国際標準化提案:Open Grid Forum (OGF)において、大規模資源管理のための制御手法を提案し、**Network Service Interface(NSI)のアーキテクチャ文書の完成**に貢献。
- 課題外のネットワーク仮想化研究に活動を広げ、東京大学中尾准教授およびベンダとの**共同研究をスタート**させた。

### 【課題エー2】

- 展示会発表:Supercomputing ConferenceおよびGLIF Meetingにおいて、デモンストレーションを交えた研究成果展示をプロジェクト開始後毎年行ない、**ネットワーク仮想化による仮想インフラの構築とモニタリング技術をアピール**した。
- 国際標準化提案:Open Grid Forum(OGF)の On Demand Service Infrastructure Research Groupの立ち上げに際して、本研究の**成果を要素技術の1つとして提案**した。
- 国際標準化提案:地理情報システムの標準化団体であるOpen Geospatial Consortiumにおいて、分散資源レジストリ技術のCatalogue Service for Web(CS-W)実装への**応用を提案し、参照実装としての普及**を図っている。

### 【課題エー3】

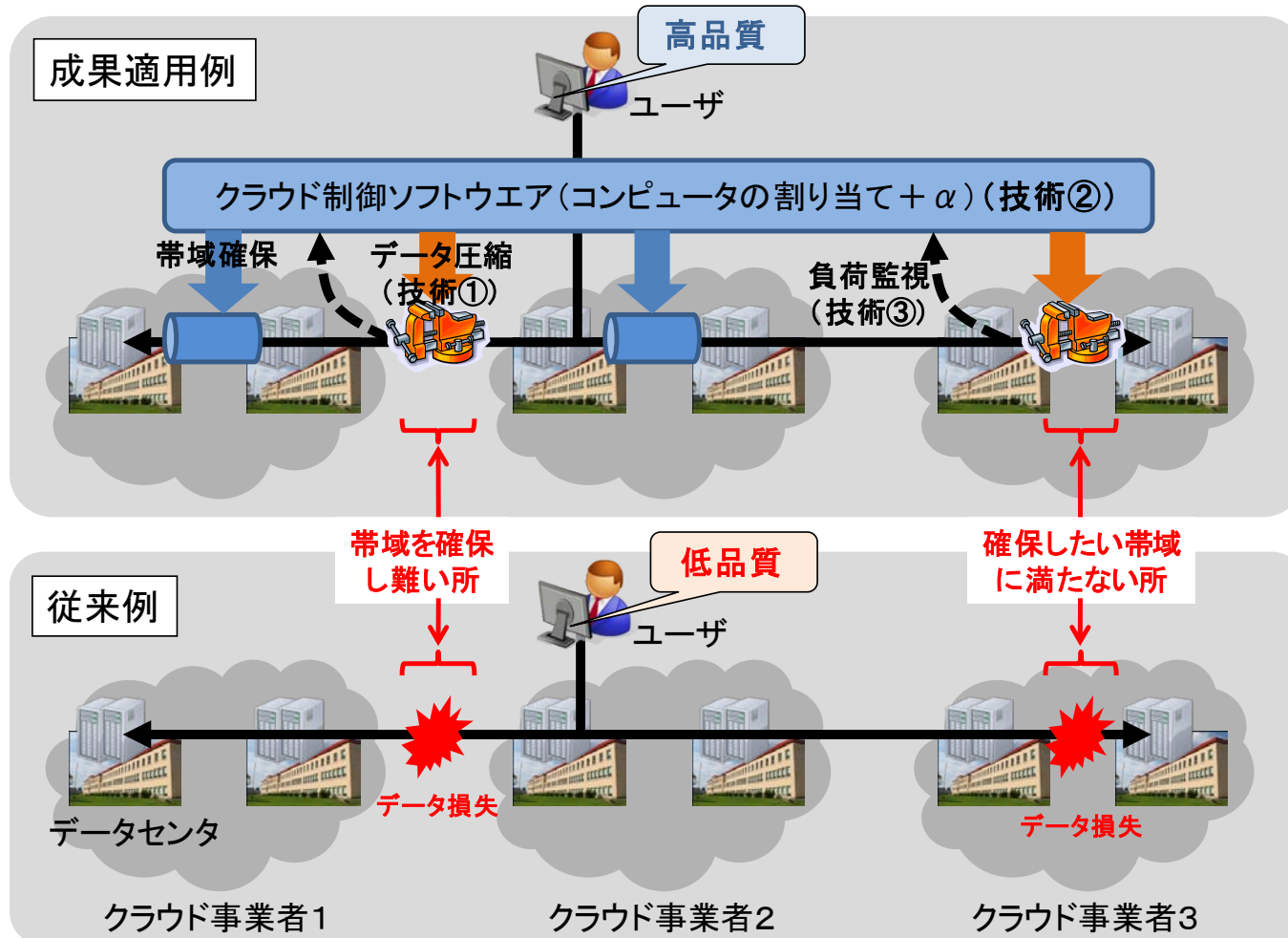
- 展示会発表:九州・国際テクノフェアICTコンバージェンス(2008, 2009 2010)にて、大規模資源の管理・制御のための**高度ネットワーク機能をアピール**した。
- 展示会発表:IEEE CCNC2011デモンストレーション展示(2011年1月)にて、**高機能中継ノードによる適応的ネットワーク制御機能をアピール**する予定。

## 研究成果のまとめ(2/3)

### 3. 報道発表

複数のクラウドを繋げて構成された**インタークラウド環境**において、通信環境を柔軟に制御して高品質なサービスを提供する制御ソフトウェアを開発し、その実証実験に成功した。この技術は、下記を実現すると期待される。

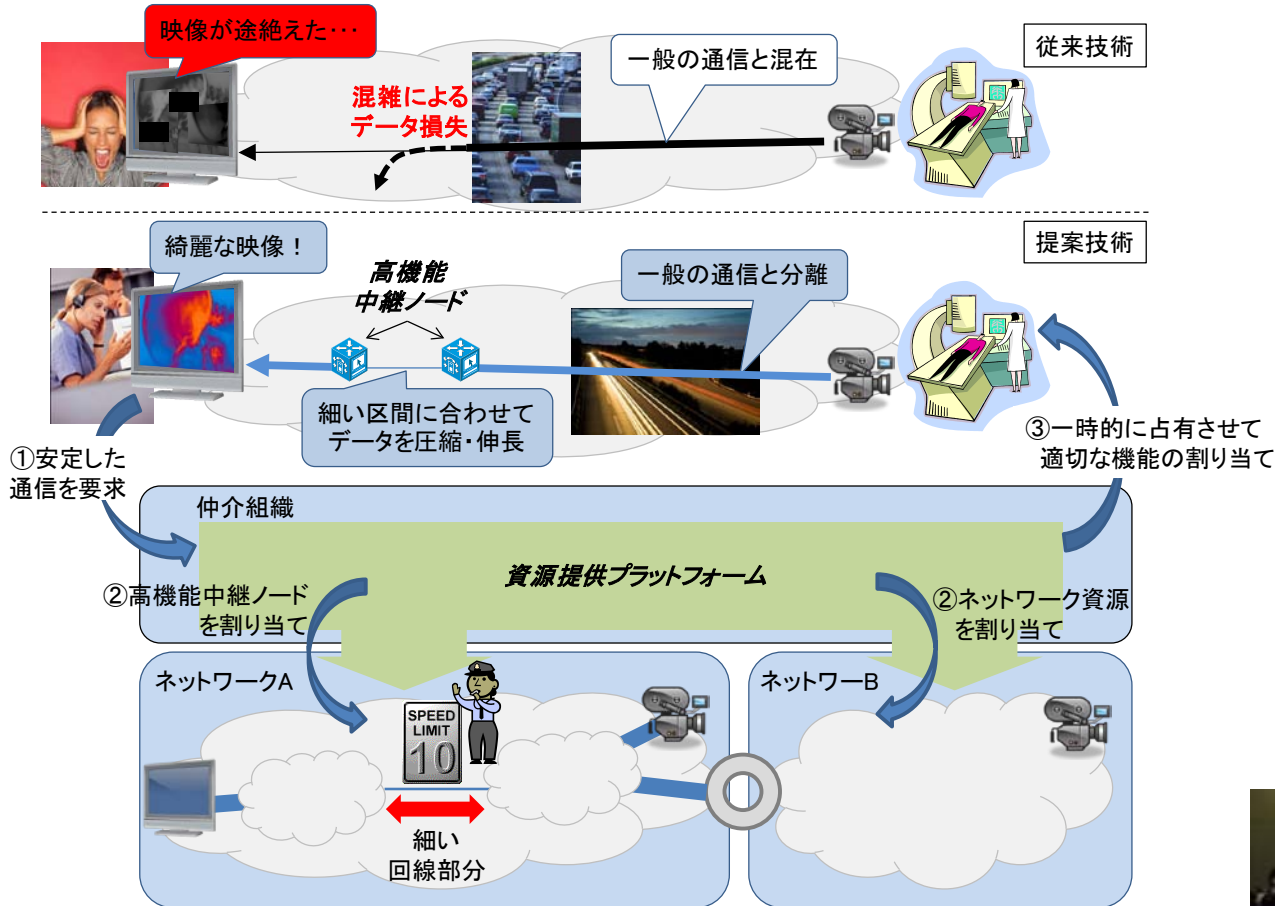
- ①インタークラウド環境で**ユーザは通信環境を気にすることなく高品質で快適なサービス**を享受できるようになる。
- ②複数のクラウド事業者が提供する多様なクラウドを組み合わせることで、多くの仮想的なクラウド事業者 (**VCO: Virtual Cloud Operator**) など新たなビジネスモデルの創出。



# 研究成果のまとめ(3/3)

## 3. 報道発表(続き)

回線の状態やサービスの重要度に応じてネットワーク内部で高度な機能を柔軟に割り当てる技術を実現し、複数のネットワークが組み合わさった大規模な実証ネットワーク上で、**世界で初めて本技術の効果を実証**した(10件以上の掲載有)。



ワークショップの様子



## 4. 産官学連携

技術討論の場を継続的に開催(2か月毎)すると共に、ワークショップを併催して議論を深めた。