

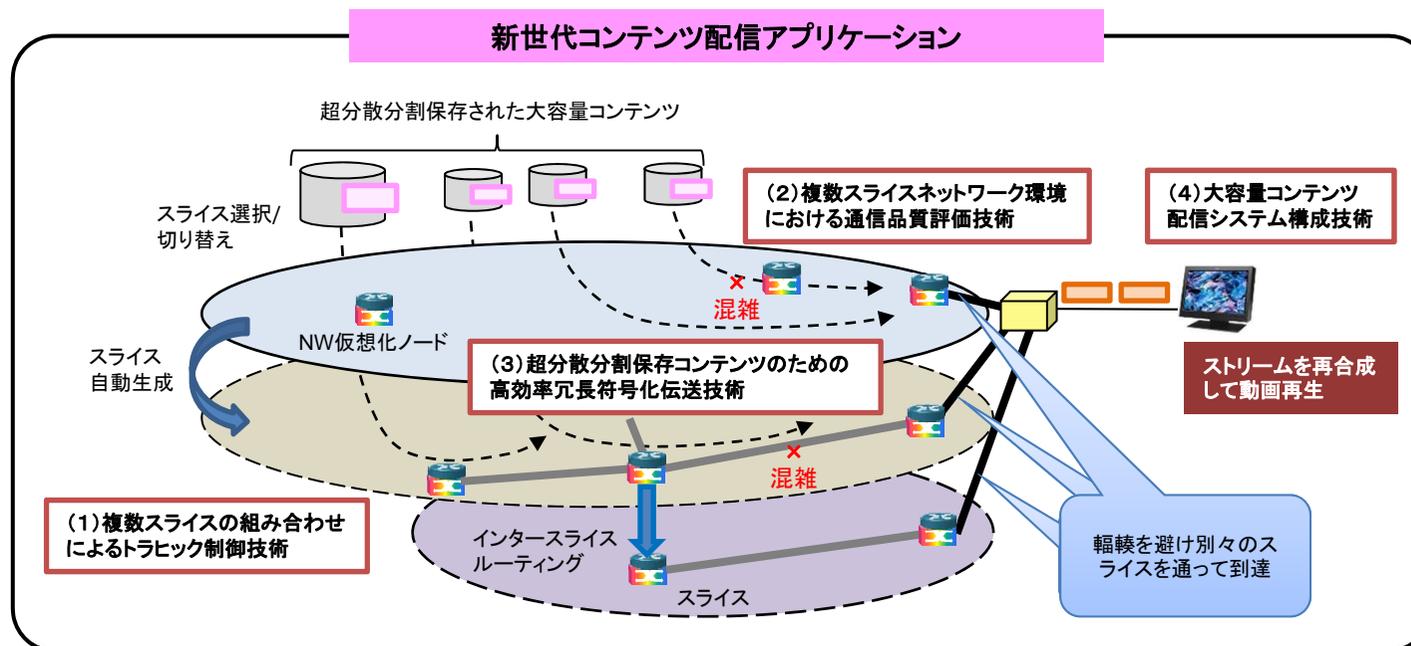
# 平成24年度「超分散分割保存された大容量コンテンツの即時配信システムの研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- 実施機関 日本電信電話株式会社(幹事者)、慶應義塾大学
- 研究開発機関 平成23年度から平成26年度(4年間)
- 研究開発費 総額138百万円(平成24年度 29百万円)

## 2. 研究開発の目標

本研究課題の目標は、データの冗長性やサーバの負荷分散を目的として複数拠点に分散分割保存された大容量コンテンツを配信する際のネットワーク上の輻輳制御を、フロー毎の送信レートや伝送経路制御といった複雑な制御ではなく、ネットワーク仮想化基盤を用いて実現する方式を確立することである。そして最終的には、分散分割保存された大容量コンテンツを利用者に即時配信可能なシステムとして実現し有用性を実証する。研究開発課題を、仮想ネットワーク(スライス)ベースのトラフィックの制御、輻輳状況の監視、トラフィックデータの冗長符号化制御、およびコンテンツ配信システムの構築に分割し、課題アおよびイが提供するネットワーク仮想化基盤の基本機能を利用しながら研究開発を進める。具体的には、ネットワーク品質の計測や評価を行いながらその状況を複数スライスの制御や冗長符号化へ反映して、輻輳制御を実現する。目標とするコンテンツ配信アプリケーションの概要を下図に示す。

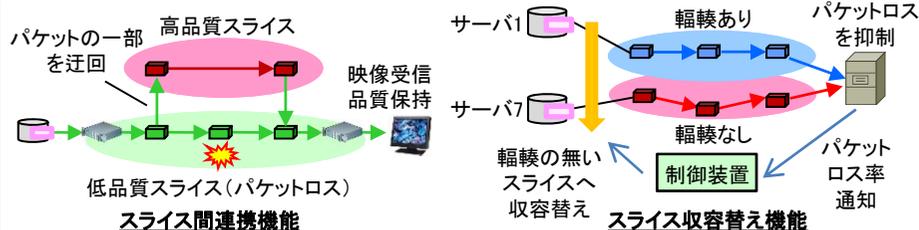


## 3. 研究開発の成果

今年度の研究開発の成果は次ページに示す通りである。

# 研究開発の成果

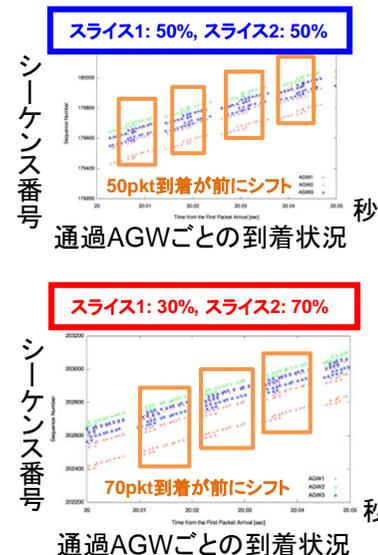
## (1) 複数スライスの組み合わせによるトラフィック制御技術



- 異なるスライス間でのデータ伝送が可能なスライス間連携機能を簡易的に実現。本機能を用いて、あるスライスのパケット欠落箇所を別のスライスに迂回し、4K映像の伝送品質が保持できることを実験で確認した。
- 3拠点に分散保存したコンテンツ配信の受信端でのパケットロス率の通知を受け、7台の送信サーバの収容スライスを個別に、動的に切替える機能を実現。必要な台数のサーバを輻輳の無いスライスに収容替える制御を行ってトータルのパケットロス率を抑制できる事を実験で確認。
- スライス間連携、送信サーバのスライス切替え、スライス動的生成、の要素技術を組み合わせたトラフィック制御アルゴリズムの概略を策定。

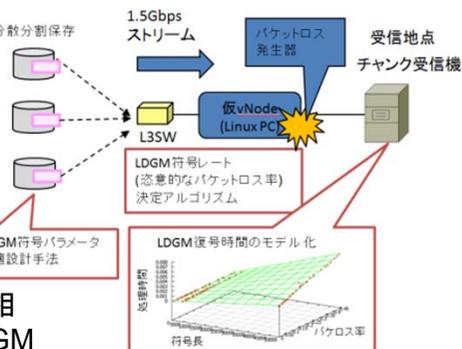
## (2) 複数スライスネットワーク環境における通信品質評価技術

- 複数のストレージサーバに分割分散保存されたファイルを仮想化基盤を通して読み込み、受信端におけるパケットの到着状況の解析からパケット単位で利用経路を制御できることを確認した。
- ファイル読み込み時の各サーバの送出レートを変化させ意図的にパケットロスが発生させて、ファイル復元にかかる時間の計測と解析を行った。
- スイッチ内処理遅延時間をモニタし、遅延時間変動に基づき通信品質をネットワーク内ノードに通知する機構の設計実装を行った。



## (3) 超分散分割保存コンテンツのための高効率冗長符号化伝送技術

- 実網上および実計算機処理上でのLDGM復号・チャンク復元時間のモデル化および映像ストリームの遅延時間とネットワーク帯域効率性を条件にしたパラメータ設計手法を考案した。
- 上記システムにおいてネットワーク上で意図的なパケット棄却発生の下でLDGM復号が成功することを確認した。



- (4) 実网上でHD非圧縮ストリームに相当する1.5Gbpsのチャンク配信・LDGM復号処理を実施し可用性を確認した。

## (4) 大容量コンテンツ配信システム構成技術

- 分散保存したコンテンツ配信での送信サーバの収容スライス切替え実験を通して、1つのコンテンツを複数のスライスを介して配信するシステムアーキテクチャを確立するための技術課題を抽出した。具体的には、送信サーバのスライス収容替えを行う際の、スライス内のL3アドレスやルーティング情報との整合性を確保する方法、および、複数のスライスから到達する受信トラフィックをユーザ拠点側で簡便に一元化する方法など。
- スライス間連携機能を使った輻輳回避実験を通して、パケット単位での伝送経路(スライス)振り分けを効率よく行うための今後の検討課題を抽出した。実験ではアプリケーションレイヤでパケットの振り分け機能を実現したが、vNODEのノードスリバー上のLinuxカーネルレベルでの振り分け機能の実現検討や、通信品質計測装置とvNODEとの連携アーキテクチャの検討など。

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
超分散分割保存された大容量コンテンツの即時配信システムの研究開発	2(2) ※出願手続き中	0(0)	1(1)	15(8)	0(0)	8(4)	0(0)

5. 研究成果発表会等の開催について

(1) 第5回新世代ネットワークシンポジウムにおいて研究コンセプト発表とスライス間連携のデモを実施

NICT主催(総務省後援)の上記シンポジウムにおいて、本受託研究で提案するスライススペースの輻輳回避制御手法の全体コンセプトについてポスター形式での発表を実施。また、その要素技術であるスライス間連携による輻輳回避技術のデモをビデオ上映の形で実施。NICTや総務省の担当者、受託研究の他課題の担当研究者に加えてネットワーク分野の関連研究者・技術者が広く集まる本イベントで本受託研究の提案コンセプトをアピールした。従来のトラフィック制御の考え方とは異なる新規性の高い研究提案であり技術的に興味深い、等のコメントを多数受け、好評であった。

(2) GEC14/CineGrid@TIFF2012/NTT R&Dフォーラム2013において仮想NW切替えデモ実験と遠隔コラボレーションへの応用についてのプレゼンを実施

上記の各ワークショップ/展示会において、端末の收容先スライスをゲートウェイ装置の機能によってダイナミックに切替える技術を紹介。4Kの受信映像の切替えにより分かり易く可視化したデモ実験を実施した。また、プロジェクト毎に分離された遠隔コラボレーションNWの切替え使用等の応用可能性についてプレゼンを実施。GEC14(14th GENI Engineering Conf.)では海外のNW仮想化分野の研究者に対して、CineGrid@TIFF2012では映像業界関係者に対して本技術を広くアピール。約5000人が来場したNTT R&Dフォーラム2013では、本受託研究課題アの研究者と連携して3日間にわたりデモを実施。課題アの仮想化基盤技術と合わせて本技術を広く一般にアピールした。

6. 今後の研究開発計画

(1) 複数スライスの組み合わせによるトラフィック制御技術

今年度までに実現したスライス間連携、スライス選択/切替え等の各要素技術を統合し、通信品質評価技術や冗長符号化技術との連携も加味しながら、制御方式の全体像の具体化を進め、JGN-X ネットワーク仮想化基盤への実装設計を実施する。

(2) 複数スライスネットワーク環境における通信品質評価技術

現行のストリーミング方式と本研究で実現される超分割分散保存されたコンテンツの分散ストリーミング方式の共存を目指し、通信品質の集約型フィードバック技術の確立、およびパケット順序感度ごとの通信品質モニタリング技術の確立を図る

(3) 超分散分割保存コンテンツのための高効率冗長符号化伝送技術

LDGM符号構造を考慮した優先度付きチャンク棄却のアルゴリズムにより、配信のネットワーク容量効率化・復号処理の高速化を行い、6Gbpsストリーム受信の実現を行う。

(4) 大容量コンテンツ配信システム構成技術

1つのコンテンツを複数のスライスを介して配信するアーキテクチャを検討、確立を図り、6Gbpsストリーム複数伝送の実現を行う。