

次世代ネットワーク（NGN）基盤技術の研究開発

（１）研究の目的

本テーマでは、次世代ネットワーク(NGN)における基盤技術の研究開発を通し、下記の実現を目指す。

世界に先駆けた次世代ネットワーク基盤技術の確立
国際標準化への貢献
社会への貢献

具体的には、各々異なる特性を持つモバイル網・ホーム網と相互接続された NGN において、1 億超の端末(ヒト・物)から多種多様な情報(映像・音声・データ)の受発信を、ユーザが端末や環境を意識することなく、同時に多種多様なサービスを運用しながらリアルタイム・高質・高信頼に実現する ICT プラットフォームを構築する基盤技術を確立する。また、各技術検討を通し、これらの基盤技術の中で連携インターフェースの明確化を行い、必要な機能の連携動作確認のための総合実験を実施する。

（２）研究期間

平成 18 年度から平成 22 年度（5 年間）

（３）委託先企業

日本電信電話株式会社<幹事>
日本電気株式会社
株式会社日立製作所
株式会社 KDDI 研究所
沖電気工業株式会社
エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社

（４）研究予算（百万円）

平成 18 年度	665.2（契約金額）
平成 19 年度	778.2（契約金額）
平成 20 年度	841.7（契約金額）

（５）研究開発課題と担当

課題ア：次世代コアネットワーク構成技術の研究開発

1. 機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術（日本電信電話株式会社）
2. 高度トランスポートサービス処理マウント技術技術（日本電信電話株式会社）
3. 大容量分散データ流通技術（日本電気株式会社）
4. 分散サービス間コラボレーション技術（株式会社日立製作所）

課題イ：ネットワーク間高度接続技術の研究開発

1. FMC シームレス制御技術（株式会社 KDDI 研究所）
2. キャリア間高性能・高信頼相互接続技術（沖電気工業株式会社）
3. 自律分散 QoS 制御技術（エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社）
4. キャリアネットワーク構成機器相互接続技術（エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社）

（6）主な研究成果

平成18年度

特許出願： 12 件
外部発表： 20 件

平成19年度

特許出願： 15 件
外部発表： 34 件

平成20年度

特許出願： 55 件
外部発表： 64 件

具体的な成果

課題ア：次世代コアネットワーク構成技術の研究開発

課題ア - 1 機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術

平成18年度

(1) アーキテクチャの検討およびソフトウェアの試作

機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術を実現するための全体アーキテクチャ及び機能要求条件の検討を行い、システム全体の基本動作を担う CE-FE^{*1} 制御統合方式、および IETF で標準化策定中の ForCES^{*2} プロトコルを適用した CE-FE 間通信方式の仕様を作成し、両方式のソフトウェアを試作した。

本検討成果として特許を 2 件出願するとともに学会等に 3 件発表した。

(2) 評価検証及び動作確認

実験環境を構築し両試作の評価検証を行い、基本動作の確認を通して本方式の実現性を明らかにするとともに、ネットワークポロジの変更に対応する基本機能の動作および FE100 台規模のネットワークにおけるシステムの安定動作を確認した。

(3) 国際標準化

IETF、ITU-T、PICMG 等の関連する標準化動向調査、関連技術の市場動向調査を実施すると共に、学会での成果の発表、標準化会議への参加を通して、標準化へ向けた仲間作りを推進した。

*1：ルータ等のネットワーク転送系ノードの制御機能（CE：Control Element）、転送機能（FE：Forwarding Element）

*2：CE と FE をネットワーク上に分散配備するフレームワークの標準プロトコル（ForCES:Forwarding and Control Element Separation プロトコル）

平成 19 年度

機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術を実現するアーキテクチャに対し、CE の故障や高負荷等の状況が発生した際に、FE が CE との接続の切断検出または CE からの通知を契機として、転送処理は無中断のまま別の CE との接続関係を動的に再構築する方式の仕様を作成し、ソフトウェアを試作した。更に、実験環境を構築し試作ソフトウェアの評価検証を行い、基本動作確認を通して本方式の実現性を明らかにした。

また、CE 高負荷時に動的に CE-FE 間接続の切替・分離・統合を実施する際に、負荷分散を考慮して CE と FE との接続関係を決定する技術の確立のため、CE の処理負荷の指標として消費電力に着目し、CE の消費電力情報を常時収集・利用可能なシステムの構築を行うための基本検討を実施した。具体的には、CE の消費電力情報を随時収集し、CE-FE 間接続決定を担うアプリケーションから利用可能な形で蓄積する方式の仕様を作成し、その機構を備えた CE を実現し、実環境における基本動作の確認を実施し、本方式の実現性を明らかにした。

また、前年度に試作を実施したソフトウェアに対して、高負荷環境下および FE1,000 台規模のネットワーク環境を構築し、システムの安定動作を確認した。

標準化活動として、仲間作りを推進し IETF ForCES においてメッセージ通信の高信頼化に関する寄書を提案した。

平成 20 年度

機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術を実現するアーキテクチャに対し、CE の高負荷等の状況が発生した際に、CE の負荷状態を監視する装置（監視マネージャ）による検出または CE からの通知を契機として、転送処理は無中断のまま複数 CE において FE との接続関係を動的に再構築することにより負荷を分散させる方式の仕様を作成し、ソフトウェアを試作した。更に、実験環境を構築し試作ソフトウェアの評価検証を行い、基本動作確認を通して本方式の実現性を明らかにした。

また、ネットワークのトポロジが変化した際の CE での経路計算時間を高速化するアルゴリズムを考案し、シミュレーションで机上評価を行うと共に、実現性を確認するためソフトウェアを試作した。試作ソフトウェアにより提案アルゴリズムの実機での処理時間測定を行い、その効果を確認すると共に課題を明らかにした。

更に、アジア諸国と連携した効率的な標準化推進体制の構築のため、中日韓（CJK）検討会合に参加するとともに、機能分散型トランスポートネットワーク技術検証のため CJK テストベッドに接続して本技術の検証を実施した。また CJK 会合での仲間作りを通し、ITU-T SG13 Q.20 での検討課題として寄書提案を実現した。IETF では、継続的に標準化活動を推進し、寄書の提案を実施すると共に、新たに相互接続イベント実現に向けた協力関係の構築、寄書提案を実現した。

課題ア - 2 高度トランスポートサービス処理マウント技術

平成 18 年度

平成 19 年度以降での実施課題であり、平成 18 年度の研究成果はない。

平成 19 年度

CE と FE を分離し、標準プロトコル（ForCES）をベースに機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術を実現するアーキテクチャに対し、高度 QoS または高度セキュリティ処理サービス等を実現可能とする、高度トランスポートサービス処理を担う SE を統合するため、高度トランスポートサービス処理マウント技術の基本方式として、SE を統合した全体アーキテクチャ、SE の必要機能、必要なインタフェー

ス種別、インタフェース規定、CE-SE 間および FE-SE 間通信方式の仕様を作成し、ソフトウェアを試作した。更に、実験環境を構築し試作ソフトウェアの評価検証を行い、基本動作確認を通して本方式の実現性を明らかにした。

平成 20 年度

高度トランスポートサービス処理機能が柔軟且つ経済的に追加可能である事が要求されるため、地理的に分散した FE がネットワーク越しにサービス処理機能(SE)を利用できるようにする事が必要とされる。本研究では、まず、FE で要求されたサービス処理機能をフローによって識別し、サービス提供可能な SE 向け経路を MPLS により自動選択する方式と SE、FE の追加・削除に対応して前述の SE 向け経路である MPLS パスを自動で設定する方式について検討し、仕様を作成した。また、提案方式の基本動作確認のためにプロトタイプソフトウェアの試作・評価、特許出願、学会での発表を実施した。

これらにより、ネットワークトポロジーの動的変更に対する SE 経路(MPLS パス)の再設定動作及び処理時間の確認、SE へのサービス設定数を増加させた際の SE 内部処理時間を測定し、提案方式の実現性を確認した。

また、SE の転送性能として、10Gbps のスループット性能を可能とすることが求められており、CMT 技術を搭載した市販プロセッサボード上に、SE 転送性能 10Gbps 実現方式の基本動作を確認する為に、プロトタイプソフトウェアの仕様検討、試作、評価を行い、提案方式の実現性を確認した。

課題ア - 3 大容量分散データ流通技術

平成 18 年度

(1) 高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術

想定する端末数、コンテンツ数が膨大(数億)であることからシミュレーションを活用した定量的な比較評価を行うためにシミュレーション環境を構築した。次に、このシミュレーション環境上で、既存の動的ディレクトリ管理技術を適合率・再現率・平均検索時間・平均メッセージ数・最大メッセージ数・平均ホップ数・最大ホップ数の7軸で定量評価を実施した。この結果を考慮して、高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術のアーキテクチャ基本仕様を策定した。

(2) スケーラブル端末シームレス接続技術

センサ端末といった低処理能力端末を含む様々なデバイス間で接続制御に関して、端末における帯域使用量及び処理負荷を軽量化するシグナリング技術の開発を完了した。開発技術に関し、メッセージサイズ及び CPU 使用量、メモリ使用量等のパラメータについて評価を実施し、報告をもって平成 18 年度の目標を達成した。開発シグナリング技術は、固定的に使用する通信パラメータを事前に接続先と共有化することで、接続制御時に端末が送信すべき情報量そのものを減らし帯域使用量を削減する。また、シグナリング処理を端末でのみ実施可能な処理と網側処理に関連し端末では実施しない処理とに分類し、後者の処理を他のサーバ（または端末）が代行することによって、低処理能力端末の処理負荷を削減する。

(3) 大容量分散格納・大規模同時伝送技術

ユニフォームストレージクラスタ(USC)の基本仕様策定のために、アーキテクチャ検討、概要設計ならびに基本設計を完了した。また、USC のターゲット規模での実現性を検証するための、サーバ 6 台からなるストレージクラスタシミュレーション装置を開発し、USC 装置の論理シミュレーションによる検証を実施し、実現性検証報告を行った。

平成 19 年度

(1) 高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術

平成 18 年度の成果である既存技術の評価結果と高速マルチレイヤ分散ディレクトリ管理システムのアーキテクチャに基づいて、高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術仕様の詳細を検討した。ユビキタス環境におけるコンテンツは生成・消滅頻度が高いため情報伝搬の速度が問題になる。そこで、高速マルチレイヤ分散ディレクトリでは Push 配信と Pull 検索を組み合わせ、情報の伝搬を高効率化する。この技術は情報の伝搬速度を向上させるための技術であり、情報大航海プロジェクトなどで検討されている検索手段とはレイヤが別であり共存することが可能である。この高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術のシミュレーション評価用プログラムを開発した。次に、このプログラムを活用しシミュレーションによる定量評価を実施した。定量評価では適合率、平均検索時間、メッセージ数、の観点で既存の分散ディレクトリ管理技術と比較し、優位点を検証した。

(2) スケーラブル端末シームレス接続

平成 19 年度の目標を達成した。具体的には、センサ端末といった低処理能力端末を含む様々なデバイス間での接続制御の実現に向け、3G

セルラや NGN にて用いられる SIP と開発した軽量シグナリングプロトコルとのシームレス接続技術を新たに開発した。また、平成 18 年度の課題であった端末演算処理量の削減についても、プロキシサーバにおける端末ステータス管理支援機能をもつプロキシエージェントを開発した。プロキシエージェントにより、端末はステータス処理に関するメッセージ処理及びタイマ処理等を省くことが可能となり、端末演算処理量を削減できる。上記の開発シグナリング技術に関し、メッセージサイズ及び CPU 使用量・メモリ使用量等のパラメータについて評価を実施し、有効性を検証した。

(3) 大容量分散格納・大規模同時伝送技術

百台規模のストレージノードまで拡張可能なユニフォームストレージクラスタ (USC) のプロトタイプ試作を行った。また、このプロトタイプ装置では、H18 年度に開発を行ったオブジェクト配置管理アルゴリズムを実現するソフトウェアを追加実装することで、所要機能を満足する I/O 負荷分散が可能である事を検証した。

平成 20 年度

(1) 高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術

平成 19 年度の Push 配信 Pull 検索のアーキテクチャを発展させ、イベントの配信を更新イベント配信ツリーで実施する方式を検討した。この更新イベント配信ツリー構築手法は、(1)メッセージ量を削減することによって、処理負荷と処理のためのメッセージ配信の遅延を削減し、(2)ノードの参加離脱処理にかかる時間を削減し、このためにかかる処理負荷を削減する。更新イベント配信ツリー構築手法に関して有効性を検証するため、机上検討を実施した。さらにプロトタイプシステムを開発し小規模実験による実機評価を実施した。机上検討の結果、更新イベント配信ツリー構築手法は 1 億台のノードが参加した場合であっても 1 ノードあたりのメッセージ送受信数を、1 秒あたり十数メッセージという汎用的な PC の能力で輻輳などの問題が発生しない程度に抑えることができることを示した。一方、実機評価の結果、更新イベント配信ツリー構築手法は既存手法と比較して、待ち時間なく新規ノード接続、及び配信ツリーの再構成を完了できることが分かった。また、遅延量、スケーラビリティについては、机上検討結果を裏付ける結果を得ることができた。実機評価の結果から、実験室環境においては 1 ホップあたり約 0.0015 秒の遅延であるので、机上検討の結果と合わせて考えると、実験室環境では最大接続数 10、1 億ノードで更新イ

ベント配信ツリーを構成しても、1秒以内に全ノードに更新イベントが配信可能ということが分かった。

(2) スケーラブル端末シームレス接続

平成19年度に開発したSSP (Simple Signaling Protocol) のさらなる軽量化を進めた。具体的には、最終目標を達成するため、想定される本技術の適用シーンにおいて不要な機能の削減や標準SIPのセマンティクスを残しつつ負荷の少ないシンタックスをもつメッセージフォーマットの定義などの手法を適用した、SIPと親和性が高い新たなプロトコルを開発した。また、開発したプロトコルを実際のセンサデバイスへ搭載して機能検証と性能評価を行うために、検証用センサ端末環境を開発した。検証用センサ端末環境は、軽量シグナリング技術の評価のために、無線ネットワーク上を移動する実センサ付のネットワークデバイスとIPv6通信を可能とさせる環境を提供するものである。なお、ネットワークデバイス上に実装するアプリケーションプログラムに向けて、必要とする機能の集約およびデバイス依存部を極力隠蔽するためのAPI群も提供している。さらに、開発したセンサ端末環境を用いて、機能検証と性能評価を行った。これによって、ほぼ最終目標を達成するレベルまで軽量化できることを確認した。

(3) 大容量分散格納・大規模同時伝送技術

平成19年度までに研究開発を行ったUniform Storage Cluster (USC)のプロトタイプ実装をベースに、信頼性とスケーラビリティの向上を目的に分散協調型のメタサーバの設計と開発およびその実機評価を行った。また、大容量データ格納基盤としての性能向上および各DCに設置されるUSC間のデータ配送の効率化を目的にUSCのオブジェクト書き込みの並列化の検討と設計を行った。加えて、大規模広域環境へのUSC適用を目指しコンテンツアクセスパターン検討、システム負荷の低減を目的としたユーザ視聴行動の積極的誘導を行うコンテンツ視聴支援システムの試作、および以上の結果を踏まえたNon-Uniform Storage Cluster (NUSC)のアーキテクチャ検討を行った。

課題ア - 4 分散サービス間コラボレーション技術

平成18年度

(1) サービスコラボレーションエンジン技術

NGN内のSCF (Service Control Function)とサービスを提供するサーバ群との間に構築する連携型ネットワークサービスプラットフォームの基本アーキテクチャおよび階層化シナリオ駆動型サーバ連携技術

を確立した。また、連携型ネットワークサービスプラットフォームの実験システムを構築し、実験システムを用いて、2種類以上のサーバと連携する、連携型ネットワークサービスプラットフォームの実験システムを構築し、2種類以上のユースケースに対する連携基本シナリオを策定し、基本方式の有効性を検証した。

(2) 認証サーバ連携によるセキュリティ高度化技術

既存の認証サーバ、認証方式、認証プロトコルについて調査を行い、各方式の認証レベルを策定した。同時に、ITU-T 勧告 X.1141「Security Assertion Markup Language (SAML)2.0」に基づいた認証結果の記述方式を検討し、異なる認証サーバによる認証でも認証結果を一元的に扱うことが可能となる、SAML ベース認証トークンの仕様を策定した。さらに、上記の連携型ネットワークサービスプラットフォームに基づいて、アプリケーションサービスに接続する連携基本シナリオおよび、ID/パスワード型認証サーバ、電子証明書型認証サーバと連携するサーバ別連携シナリオを作成し、ID/パスワード型認証サーバ、および電子証明書型認証サーバ向けアダプタを開発し、実験システムを用いて認証サーバ連携を実証した。

平成19年度

(1) サービスコラボレーションエンジン技術

連携基本シナリオからサービスの実行に支障ない範囲で連携順序を入れ替えた派生シナリオを生成する、シナリオ更新技術を確立した。また、初年度に開発した連携型ネットワークサービスプラットフォームにシナリオ更新技術を取り入れた実験システムを構築し、2種類以上のサーバと連携が必要な連携基本シナリオに対して、連携順序の異なる派生シナリオを生成し、2つのシナリオを実行することで、本技術の有効性を確認した。

(2) 認証サーバ連携によるセキュリティ高度化技術

ユーザ端末の特性に応じた認証方式を選択する、端末対応型認証サーバ選択技術を確立した。さらに、認証サーバ選択技術を取り入れた実験システムを構築し、IDパスワード認証方式が利用可能なユーザ端末と電子証明書認証方式が利用可能なユーザ端末をそれぞれ準備し、2台のユーザ端末を使用する実験システムを用いて、端末特性に応じた認証サーバ連携が実現できることを実証した。

平成20年度

平成20年度は、本研究開発を機能面で完成させるという目標達成に向け、平成19年度までに確立した技術のさらなる高度化を目標に研究開発を実施した。

(1) サービスコラボレーションエンジン技術

サービスコラボレーションエンジン技術については、平成20年度は、平成19年度に策定した仕様に基づき、動的シナリオ更新技術（連携先サーバの負荷状態に応じ、サービスの実行に支障ない範囲で連携順序を動的に変更して実行する技術）を確立した。すなわち、連携型ネットワークサービスプラットフォーム上、連携基本シナリオに対応したシナリオ実行機能と、機能別連携シナリオに対応したシナリオ実行機能、の2種類それぞれについて、動的シナリオ更新技術に対応する場合のシナリオ実行機能の設計を行い、詳細仕様を策定した。

さらに、動的シナリオ更新技術の有効性を検証するため、動的シナリオ更新技術により2種類以上の連携先サーバの負荷状態を変更することで、連携順序が入れ替わりながら、所定のサービスが提供できることを確認した。

(2) 認証サーバ連携によるセキュリティ高度化技術

また、認証サーバ連携によるセキュリティ高度化技術については、平成19年度までに確立した認証サーバ連携技術を拡張して、ユーザが端末を変更した場合などでも同じ回線を使用し続けている場合であれば認証を不要にする、等を実現するための、複合型認証サーバ選択技術を確立した。すなわち、現在ユーザが受けている認証を認証対象ごとにユーザ・端末・回線の3種類に分けて管理し、異なる対象の認証結果に基づいて認証トークンを要求・発行するための基本仕様および詳細仕様を策定した。

さらに、複合型認証サーバ選択技術の有効性を検証するため、CNSPがユーザ認証を代行する実験システムを構築し、ユーザが2つのユーザ端末を変更した場合などでも同じ回線を使用し続けている場合であれば認証なしにサービスを利用し続けられることを確認した。

課題イ：ネットワーク間高度接続技術の研究開発

課題イ-1 FMC シームレス制御技術

平成18年度

(1) FMC シームレスサービス制御技術

ユーザの状況や嗜好に応じて利用するリソース(端末、アクセス NW、

アプリケーション)を IMS/MMD プロトコルに準拠する方式で動的に変更するサービス制御方式や、ユーザの利用可能なリソースの状態情報をプレゼンスサーバの状態に応じて分散的に管理するプレゼンス分散管理方式を考案した。考案方式のソフトウェア試作を行い、プロトタイプを用いて性能評価を行った。考案方式に関して、特許出願および学会発表した。さらに OMA の CPM (Converged IP Messaging) 分科会において、研究開発成果の一部を RD (Requirements Document) 案として提案した。

(2) 異種ネットワーク間セッション制御技術

移動と固定といったアクセスメディア単位でのフローレベルのパケット転送品質や、端末エンドトゥエンドのユーザ主観品質を簡便かつ高精度で推定し、輻輳時のアドミッション制御をはじめとするマルチメディアサービスのセッション制御を実現するため、端末側およびノード側基本機能の検証システムを開発し、その評価と成果の学会発表を行った。

具体的には、RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol / RTP Control Protocol) およびその拡張プロトコルを活用し、端末側ユーザ QoE/QoS 情報の通知機能を実現するソフトウェアの試作とともに、端末機能と連携したネットワーク側ノード機能として、RACF (Resource and Admission Control Functions) システムに適用可能な、ノード側セッション制御スキームを検証する基本ソフトウェアを試作した。これら 2 つの基本ソフトウェアにより、ユーザ QoE/QoS 通知パケット構成手法、同通知パケット数の削減を目的とした転送パスの設定・解放手法にかかわる機能検証を行った。

研究開発成果に基づく標準化活動については、NGN 検討のリード SG である ITU-T SG13 を中心に研究技術のコンセプト提案を行った。その一環として、セッション制御技術に不可欠なユーザ QoE/QoS 情報通知・管理手法について、中日韓(CJK)の協力に基づく標準化検討スキームの構築を推進した。

平成 19 年度

(1) FMC シームレスサービス制御技術

1 ユーザの複数端末間ならびに複数ユーザの端末間で、音声や映像などのメディアの出力時刻を同期する端末間メディア同期方式や、NGN へのマイグレーションを促進するため、現行の SIP 端末に手を加えずに NGN に収容可能とする NGN アダプテーション技術を考案した。考案方式

のソフトウェア試作を行い、有効性を評価した。加えて、特許出願や学会発表を行った。さらに OMA CPM (Converged IP Messaging) 分科会において、研究開発成果の一部を RD (Requirements Document) 案として提案し、提案内容が盛り込まれたまま、CPM RD の最終版が OMA で承認付議されるに至った。

(2) 異種ネットワーク間セッション制御技術

端末側でのユーザ体感品質 (QoE; Quality of Experience) と端末エンドトゥエンドの IP 転送品質 (QoS; Quality of Service) に基づく、サービスセッションの制御方式の研究を推進した。今年度は、音声および映像品質の検討を進め、同一の端末に複数の異なるセッションが設定された場合を想定した、マルチモーダルなサービス品質評価環境の構築を進めるとともに、配信サービスを考慮したサービス・ストリーム制御の検討に着手した。これらの検討を通じて得られた知見をベースに、ITU-T SG13、IETF AVT-WG における国際標準化活動、学会発表を行った。

さらに、中日韓 (CJK) の協力に基づく提案技術の標準化検討スキームの実現に向け、KJ 間に加えて CJ 間の連携強化を図るとともに、CJK-NGN テストベッドの構築を進めた。結果、異種ネットワーク間セッション制御機能に必要かつ重要なサービス品質評価手法を、同テストベッドにおいて CJK が協力して検証することを合意した。

平成 20 年度

(1) FMC シームレスサービス制御技術

NGN におけるアクセスゲートウェイの負荷低減を目的とした NGN 適用ホームゲートウェイ拡張方式を考案した。考案方式では平成 19 年度までに開発した NGN アダプテーション機能を拡張するとともに、アクセスゲートウェイの一部機能や権限をホームゲートウェイに移譲し、ホームゲートウェイとコア間で協調してゲート制御を行う。これにより、SIP セッションの任意のフローについて、NGN を経由させて QoS をサポートする経路と、ホームゲートウェイ間でベストエフォートによる直接通信をさせる経路のいずれかを柔軟に割り当てることが可能となる。一部フローについて NGN を経由させないことは、アクセスゲートウェイの負荷軽減にもつながる。考案方式をソフトウェア試作により PC 上を実装し、性能評価を実施した。

また、サービス制御技術の利用シーン拡大に向け、SDP を通じてサービス制御機能ならびにプレゼンス機能を利用するための API の設計、

SDP への実装を行った。これにより端末がサービス制御技術に対応した SIP プロトコルを持たなくとも、WEB サービスを介してサービス制御を要求することが可能となった。さらに、WEB サービスを容易に呼び出すための WEB ユーザインタフェースを構築することで、端末が WEB ブラウザさえ持っていれば、端末リストならびにセッション状態の表示、サービス制御の要求を行うことが可能となった。外部発表としては、特許 3 件の出願および国内学会における 3 件の発表を行った。

また、OMA (Open Mobile Alliance) の CPM (Converged IP Messaging) 分会において、セッション実行中における端末の切替えや複数端末の使用に関して提案し、OMA 標準となる CPM AD (Architecture Document) 仕様への盛り込みに成功した。加えて、3GPP の MMSC (Multimedia Session Continuity) に関する TR (Technical Report) 23.839 に、セッション実行中における端末の切替えや複数端末を利用するユースケースならびに情報シーケンスを盛り込んだ。

(2) 異種ネットワーク間セッション制御技術

これまでのところ、端末エンドトゥエンドのサービス品質変動の大きな FMC (Fixed and Mobile Convergence) 環境へ適用すべく、NGN 事業者の相互接続区間及びホームネットワークを含むアクセス区間、そしてユーザ直近の端末側の各区間のサービス品質情報を汎用的かつ効率的に収集し、これらの情報に基づくサービスセッションの制御方式に関わる研究を行ってきた。

今年度は、音声と映像を同時に提供する際のユーザ体感品質 (QoE) の推定技術の高度化と端末エンドトゥエンドの品質把握精度を高め、マルチメディアストリームの各種セッション制御機能の検証と伴に、提案機能のスケラビリティ向上検討に着手した。これらの検討は、高品質なサービス提供を特長の一つとする NGN アーキテクチャの技術要件に即したものである。提案技術の普及のため、NGN における性能測定管理の要求条件・管理アーキテクチャ (MPM: Management of Performance Measurement) として、中日韓 (CJK) と連携して標準化を推進し、ITU-T Y.2173 として勧告化した (2008.9)。

さらに、本研究の受託各社との相互接続による連携検討が可能な、CJK の NGN テストベッドの整備を進め、各国のサービス提供システムの構成を考慮した協働実験環境を構築した。なお、本検討の一部は、TTC (社団法人 情報通信技術委員会) における、NGN アーキテクチャ専門委員会の CJK NGN-WG 検討の一環として検討している。外部発表としては、標準化提案 4 件、研究論文 1 件、国際会議 1 件、収録論文 1 件、

CJK NGN-WG 会合における口頭発表 6 件の発表を行った。

課題イ - 2 キャリア間高性能・高信頼相互接続技術

平成 18 年度

v4/v6 変換機能・アドレス変換によるトポロジ隠蔽機能・ピンホール制御機能等を提供する、ATCA プラットフォームベースのベアラトラフィック専用セッションボーダーコントローラの仕様検討及び 1 次試作を行い、スループット・処理遅延に関する性能評価を行った。

SBC で観測可能と思われるネットワーク品質に関わるトラフィック・パラメータの洗い出しを、SBC がオペレーションサーバ・ポリシーサーバ等と連携するにあたり出力する特徴量を抽出することを前提に行った。また、これらの観測対象から想定する特徴量を抽出する手法として、ストリームデータを継続的に解析する手法に関して調査を行い、実現性の検討を行った。これらにより得られた知見に基づき、SBC からオペレーションサーバ・ポリシーサーバに提供可能と考えられるトラフィック品質に関わる特徴量の候補を、H18 年度目標であるインタフェース仕様書案の検討成果に盛り込んだ。

平成 19 年度

v4/v6 変換機能・アドレス変換によるトポロジ隠蔽機能・ピンホール制御機能等を提供する、ATCA プラットフォームベースのベアラトラフィック専用セッションボーダーコントローラの仕様検討及び 1 次試作を行い、スループット・処理遅延・EMI・環境条件等に関する評価を行った。また、2 次試作として、CODEC 変換機能・背面実装・10Gbps インタフェース対応等に関する仕様策定及び方式検討を進めている。

品質劣化イベントが頻出するセッション等の抽出に応用が期待できる頻出値の抽出手法について、非定常なデータに対応し、且つリソースの増加を大幅に抑える手法を提案し、本課題に適用できる見通しを得た。また、平常時の観測フローの選択の検討を行い、ここからの学習による異常検知の検討を行った。これらにより得られた知見に基づき、SBC でトラフィックを観測することと、そこから得られる特徴量を解析対象としてネットワーク品質推定を行うことを前提とした仕様検討を行い、今後の一連の処理の作成のベースとなる、H19 年度目標である 1 次仕様案を作成した。

平成 20 年度

2 次試作として、CODEC 変換機能・背面実装・SIP 方言変換等のシグナリング変換処理機能を搭載したセッションボーダーコントローラを開発し、成果物の評価を行った。評価の内容は、ベアラトラフィックのスループット及び処理遅延性能・EMI 測定・温湿度評価試験・シグナリング変換処理機能による端末相互接続性評価・メディア変換機能処理遅延測定である。また、3 次試作の準備として、10Gbps インタフェースの収容機能及び SRTP 対応に伴う SDP 変換機能、セッションボーダーコントローラとオペレーションサーバ・ポリシーサーバとの連携機能等に関する仕様検討を行った。

昨年度までに調査・検討された大規模時系列データの処理方式、入出力仕様案に基づき、シミュレーションデータ・サンプルデータの読み込みからネットワーク品質推定までの一連の処理を行う実験環境を作成し、この上でネットワーク品質推定手法の研究を行った。開発された手法についてこの環境上で、処理効率の評価・改良を行った。これにより、来年度以降に SBC でのトラフィック観測に基づく秒単位での品質推定及び要因分析に繋げることが可能となるネットワーク品質推定技術の基盤を築いた。

課題イ - 3 自律分散 QoS 制御技術

平成 18 年度

エンドトゥエンドの QoS を実現するための基盤技術に関する方式検討を実施し利点、欠点を明らかにした。またシミュレーションによって検討方式の特徴を明らかにするとともに本課題の最終目標を達成するための改善項目を抽出した。同時に、方式実現に必要な端末のプロトコルスタック（ソフトウェア）を開発し基本動作面で実装特有の問題はないことを確認した。これらのことを考慮して、本課題の最終目標を達成するために既存方式の問題点を克服する新たな方式の考案を行った。

平成 19 年度

H18 年度に提案した方式に関して検討し定性的な特徴を明らかにした。定量的な面については、シミュレーションにより提案方式の特徴を明らかにし本課題の最終目標を達成するための改善項目の抽出を行った。提案方式は市販のルータでは実現できないため実機による検証としてソフトルータによる検証に頼らざるを得ない。そこでソフトル

ータと実際のルータが定性的には同じ性能であることを確認するために、既存方式においてソフトルータのプロトコルスタック（ソフトウェア）を試作した。これらから本課題の最終目標を達成するために提案方式の改良点を明らかにした。

平成 20 年度

IETF で議論されているリアルタイム通信の自律分散 QoS 確保技術である PCN の新たな方式を提案した。この方式は、PCN WG が標準として決定したマーク数制限 1 を満し、PCN の 3 つの領域をマーク無し、一部のパケットにマーク、全てのパケットをマークすることによって表現している。このマーキング方法は、待ち行列理論におけるリトルの公式、PASTA を基にしている。制御性能については、より多くのマーク数を用いた既存方式で制御精度が高い方式と受付制御についてはほぼ同等、強制切断については負荷が高いときに、より高い精度を持つことをシミュレーションにより示した。また既存方式が持つ性能劣化原因を排除したことにより、IE ペア内の多重フロー数が少なくても性能劣化を起こさないことを示した。

課題イ - 4 キャリアネットワーク構成機器相互接続技術

平成 18 年度

(1) セキュリティプロトコルに関する相互接続性検査仕様の開発

IPSec を規定している RFC(RFC4301、RFC4303、RFC4305)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様を IPv6 Ready Logo プログラムへ提案し、採択された。

(2) IP コネクティビティ確保技術に関する相互接続性検査仕様の開発

NEMO(ネットワークモビリティ)を規定している RFC(RFC3963)および DHCPv6 を規定している RFC(RFC3315、RFC3646、RFC3736)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様を IPv6 Ready Logo プログラムへ提案し、採択された。

(3) セッション管理に関する相互接続性検査仕様の開発

SIP と SIP に関連する RFC(RFC3261、RFC3264、RFC4566、RFC2617、RFC3665)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様を IPv6 Ready Logo プログラムへ提案し、採択された。

平成19年度

(1) セキュリティプロトコルに関する相互接続性検査仕様の開発

IPSecを規定しているRFC(RFC4301、RFC4303、RFC4305)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様をIPv6 Ready Logoプログラムへ提案し、採択された。

(2) IPコネクティビティ確保技術に関する相互接続性検査仕様の開発

NEMO(ネットワークモビリティ)を規定しているRFC(RFC3963)およびDHCPv6を規定しているRFC(RFC3315、RFC3646、RFC3736)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様をIPv6 Ready Logoプログラムへ提案し、採択された。

(3) セッション管理に関する相互接続性検査仕様の開発

SIPとSIPに関連するRFC(RFC3261、RFC3264、RFC4566、RFC2617、RFC3665)を対象とし、接続性検査仕様の策定を実施した。策定した検査仕様は、実証実験の実施を通して、その結果をフィードバックした検査仕様をIPv6 Ready Logoプログラムへ提案し、採択された。

平成20年度

キャリアネットワーク間の相互接続技術に関する検査仕様の策定を行い、それぞれ適切な実証実験から課題が明確になった。

(1) セキュリティプロトコルに関する相互接続性検査仕様の開発

セキュリティプロトコルに関しては、H18年度に検討したIPsec、H19年度に検討したIKEv2に引き続き、IPsecにおける鍵管理プロトコルの一つであるKINKの基本的な機能について検討を行った。KINKでは実証実験において、以下の標準仕様と異なる不具合を指摘し、相互接続性の向上に貢献した。

(2) IPコネクティビティ確保技術に関する相互接続性検査仕様の開発

IPコネクティビティに関しては、H18年度に検討したDHCPv6、NEMO、H19年度に検討したIPv6 coreの改変、IPsecv3に対応したMIPv6に引き続き、マルチキャスト配信に必須となるMLDについて検討した。MLDでは実証実験において、以下の標準仕様と異なる不具合を指摘し、相互接続性の向上に貢献した。

(3) セッション管理に関する相互接続性検査仕様の開発

セッション管理に関しては、H18年度のSIP、およびH19年度のIMS

の UE 基本機能に引き続き、NGN の基盤的な技術として今後の発展・普及が期待されている IMS について H19 年度よりも広い範囲の UE 機能、および IMS サーバの基本機能に関する検査仕様の検討を実施した。IMS では実証実験において UE、サーバそれぞれに、以下の標準仕様と異なる不具合を指摘し、相互接続性の向上に貢献した。

(7) 研究開発イメージ図

研究開発成果のイメージ等を以下に示す。

「次世代ネットワーク(NGN)基盤技術の研究開発」の研究開発成果について

1. 施策の目標

各々異なる特性を持つモバイル網・ホーム網と相互接続されたNGNにおいて、1億超の端末(ヒト・物)から多種多様な情報(映像・音声・データ)の受発信を、ユーザが端末や環境を意識することなく、同時に多種多様なサービスを運用しながらリアルタイム・高質・高信頼に実現するICTプラットフォーム

2. 研究開発の背景

国家のICT戦略として、いつでも、どこでも、誰でも、何でもがブロードバンドサービスにアクセス可能な「ユビキタスネット社会」の実現が望まれている。本ユビキタスネット社会では、音声、データ、映像などの様々なコンテンツを、自由に、低コストで、高品質で、安全に流通させる技術が必要であり、このため、高い柔軟性・拡張性を有するIP技術をベースとしつつ、マルチメディアコンテンツの流通においてQoSやセキュリティの確保が可能な次世代ネットワークの実現のための基盤技術の研究開発が必要とされている。次世代ネットワークは、サービス関連機能が転送関連技術とは独立なパケットベースで高い拡張性・柔軟性を有するネットワークを実現し、QoS制御可能なIP網をベースに様々なマルチメディアサービスを提供し、固定だけでなく移動体にも対応するネットワークであり、更に異種ネットワーク間の高度な接続性の実現を目指している。この次世代ネットワーク実現に向けては多くの達成すべき技術が存在している。

また、ブロードバンドの普及等で世界的にも先陣を切る我が国の技術力を活かし、世界の標準化を先導し、我が国の優位性を確保すると共に、世界に貢献する必要がある。

3. 研究開発の概要と期待される効果

次世代ネットワークにおける基盤技術として、次世代コアネットワークを構成する技術とネットワークを高度に相互接続するための技術が重要である。次世代コアネットワーク構成技術を確立するための技術として 機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術、高度トランスポートサービス処理マウント技術、大容量分散データ流通技術、分散サービス間コラボレーション技術の研究開発を行う。また、ネットワーク間高度接続技術を確立するための技術としては FMCシームレス制御技術、キャリア間高性能・高信頼相互接続技術、自律分散QoS制御技術、キャリアネットワーク構成機器相互接続技術の研究開発を行う。

次ページの図に、本研究開発の全体イメージを示す。

本研究開発により、リアルタイム・高質・高信頼なアプリケーションを実現するICTプラットフォームが構築できる。これらを実現するための各課題は、従来技術では実現が困難なものであるが、新たな世界を先導できる方式を提案する。

4. 研究開発の期間及び体制

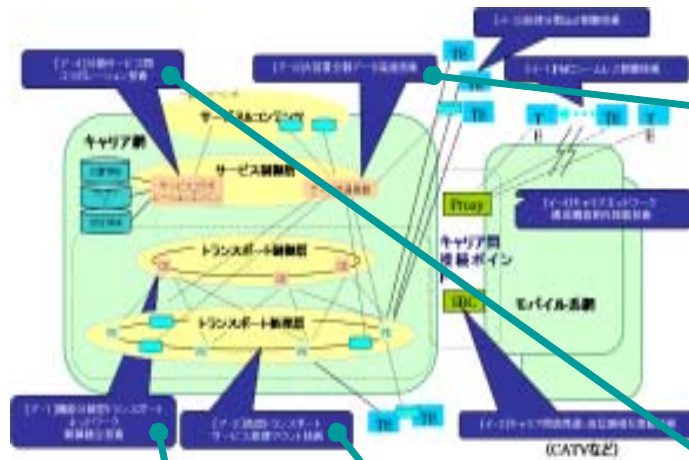
平成18年度～平成22年度(5年間)

NICT委託研究(日本電信電話株式会社、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、株式会社KDDI研究所、沖電気工業株式会社、エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社)

「次世代ネットワーク(NGN)基盤技術の研究開発」の全体イメージ

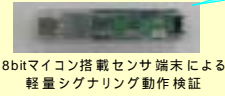


課題ア 「次世代コアネットワーク構成技術の研究開発」の主な成果



- 分散ディレクトリ技術
 - 更新イベント配信ツリー構造を動的に最適化するアルゴリズムを提案
 - 配信効率を改善し、机上計算と小規模実験の結果、最終目標達成にメド
- 軽量シグナリング技術
 - 低スペック機器向けに負荷大幅軽減(数値目標達成)
 - 8bitマイコン搭載センサ端末上で動作検証を完了
- 大容量分散格納・大規模同時伝送技術
 - 分散ストレージ技術に低遅延配信機能を開発
 - 大容量データ共有 / 配信をプロトタイプ装置検証

・NGN環境に共有・蓄積・配信制御機能を提供する要素技術毎のプロトタイプ開発は完了
 ・統合した情報流通基盤構築の推進を予定



8bitマイコン搭載センサ端末による軽量シグナリング動作検証

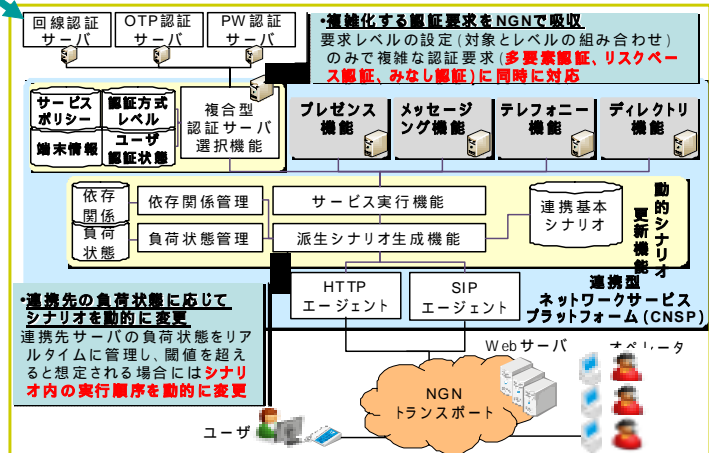


低遅延配信機構を追加したプロトタイプ装置

- ア-1: 機能分散型トランスポートネットワーク制御統合技術
 大規模ネットワークに向けたネットワークの安定化・運用の効率化等を目指し、制御機能と転送機能を分散配備したネットワークアーキテクチャ技術の確立のため、機能分散型アーキテクチャにおける基本動作を確認するとともに、安定性、効率化の観点からCE障害あるいは高負荷時の動的再構成技術の確立、高速経路計算技術の基本動作確認を実施した。
- ア-2: 高度トランスポートサービス処理マウント技術
 サービス処理機能を動的にマウントすることで、効率的な、能配備を可能とする高度トランスポートサービス処理マウント技術の確立のため、機能分散型トランスポートネットワークにおいて複数のサービス機能 (SE) を利用するためのSE経路制御技術を確立した

日韓検証実験

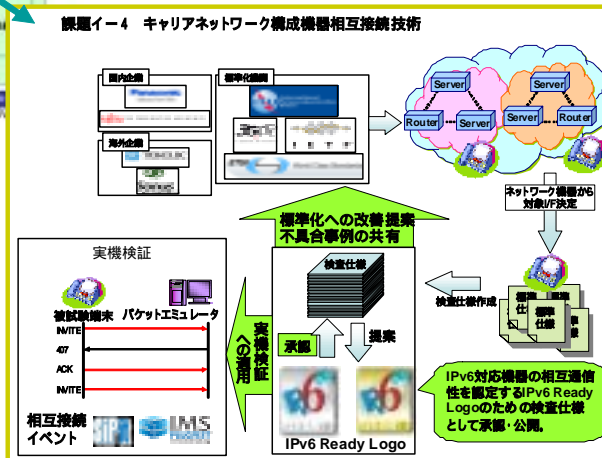
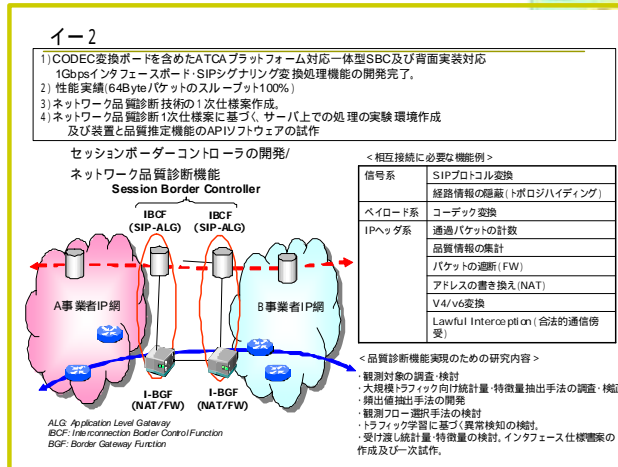
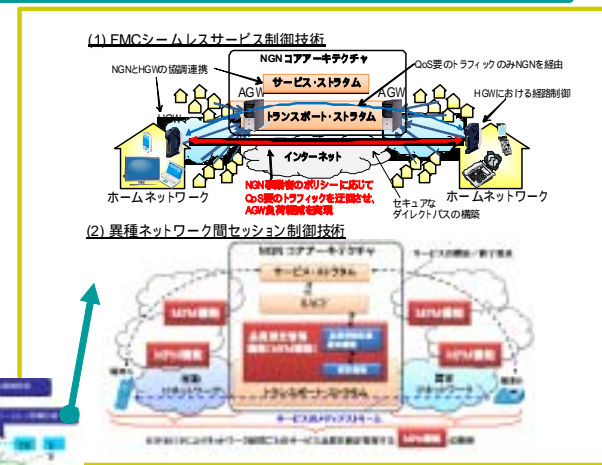
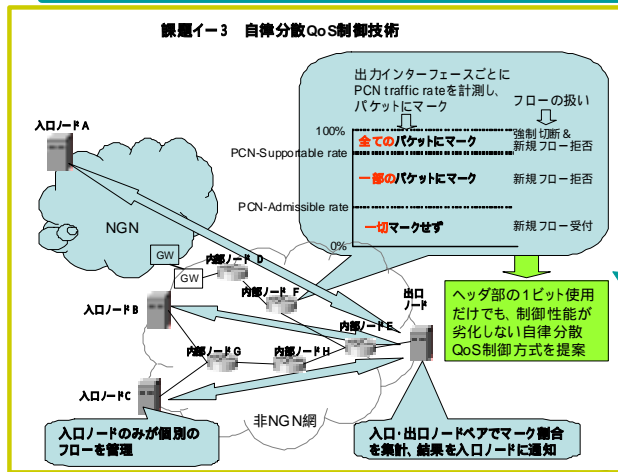
・日韓実証実験
 これらの技術の日韓間での検証実験を実施するとともに、標準化活動(寄書提案を含む)を推進した。



・複雑化する認証要求をNGNで吸収
 要求レベルの設定(対象とレベルの組み合わせ)のみで複雑な認証要求(多要素認証、リスクベース認証、みなし認証)に同時対応

・連携先の負荷状態に応じてシナリオを動的に変更
 連携先サーバの負荷状態をリアルタイムに管理し、閾値を超えると想定される場合にはシナリオ内の実行順序を動的に変更

課題イ 「ネットワーク間高度接続技術の研究開発」の主な成果



5. これまで得られた成果(特許出願や論文発表)

	特許出願	論文	研究発表	報道発表	標準化提案
次世代ネットワーク(NGN)基盤技術の研究開発	82	26	63	3	23

その他:社内展示会等5件

6. 標準化対応・対外連携について

・ITU-T, 3GPP, OMA, IETF等を中心に標準化提案活動を推進した。一例として、日中韓CJKの協働作業により、NGNにおける性能測定管理の要求条件と機能仕様及び管理アーキテクチャ(MPM: Management of Performance Measurement for NGN)を、ITU-T Y.2173として国際標準化した。

・日中韓における連携検討の枠組み強化の上、CJK-NGNテストベッドを構築し、NGNサービスの提供に重要な、端末エンドトウエンドのサービス品質とそのサービスセッション制御管理に関わるMPM機能の検証とともに、機能分散型トランスポートネットワーク技術に係わる検討を推進した。

・国内における次世代IPネットワーク推進フォーラムの場を利用して意見交換を行い、寄書提案に反映した。

