

平成 18 年度 新規委託研究
「次世代ネットワーク(NGN)基盤技術の研究開発」

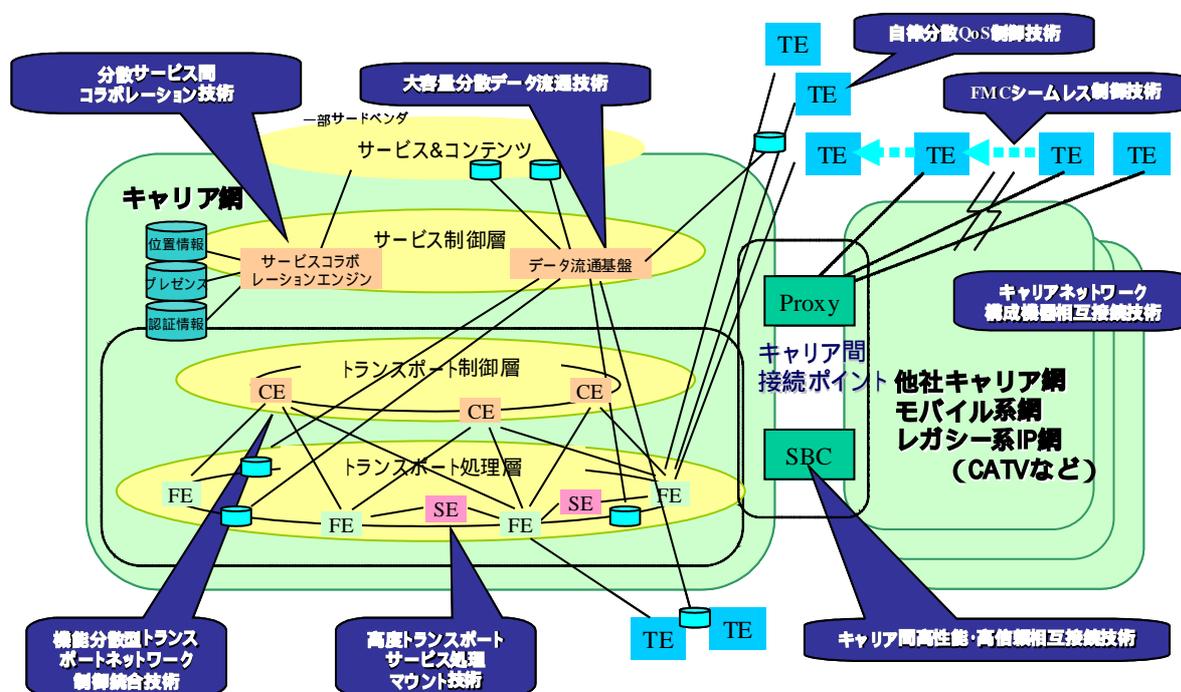
研究計画書



1. 研究テーマ

「次世代ネットワーク（NGN）基盤技術の研究開発」

研究テーマ概要図



2. 研究開発の目的

我が国では、国家のICT戦略として、2010年までに、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」の実現を目指している。

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。

このような新たな社会の創生に資する次世代ネットワークへの要求は我が国に限った話ではなく、今や、世界の通信網は、100年以上の歴史を持つ回線交換式の電話網を脱してIPをベースとした全く新しい形に作り替えられようとしている。このIP化された次世代の基幹ネットワークのことを「NGN (Next Generation Network)」と呼ぶ。NGNに係る研究開発は情報通信の将来の屋台骨に関する研究開発であり、影響する範囲は広範である。

NGNに関する検討が進む中、我が国がICTの国際競争力を確保していくためには、世界最先端のブロードバンド環境とそこで新興しつつあるビジネス及びマーケットを武器に、他国と比較して強みを有するモバイルやマルチメディアの他、VoIPやJGNの運用技術、IPv6技術、セキュリティ技術等の分野を中心に実効性の高い技術開発を行うことにより、世界の標準化動向を先導していくことが必要である。このため、本研究開発により国内でのNGN研究を活性化させ、

世界の標準化活動に貢献することは、極めて意義が大きい。

また、NGNでは、こうした我が国のネットワーク利用の先進性を伸長しつつ、例えば、大規模災害時にも利用可能な高信頼性や高安全性、大容量コンテンツの配信にも対応可能な超高速性といったものを、オープンかつ低コストで装備していくことが急務となっている。これらを実現するために、本研究開発ではIT新改革戦略の目標となっている2010年を目途とし、現ネットワークとの接続性を確保しつつ、IPv6技術をベースとしたキャリア系ネットワークに関する研究開発を行い、NGNを現実のものへと導く技術基盤を確立する。

3．研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成18年度から平成22年度までの5年間。

予算：平成18年度は、700百万円程度を上限とする。なお、平成19年度以降の予算については未定ではあるが、提案を行う際には、平成19年度以降の予算については平成18年度提案額と同額或いは未満の金額で提案を行うこと。

留意事項：平成18年度に締結を予定している本委託研究に関する契約の契約期間は、平成19年2月から平成19年9月を、平成19年度に締結を予定している本委託研究に関する契約の契約期間は平成19年10月から平成20年3月の期間を前提として提案を行うこと。

4. 研究開発課題

本研究開発では、IPv6 によるキャリア系ネットワークを想定した次世代コアネットワーク構成技術と、現状のインターネットやモバイル系ネットワーク等とのネットワーク間高度接続技術の2つの課題を設定する。また、両者の成果を統合した実証実験を行うこととする。さらに、開発した技術の国際標準化を目指し、ITU-T 等への提案活動を戦略的に推進することとする。

課題ア 次世代コアネットワーク構成技術の研究開発

課題イ ネットワーク間高度接続技術の研究開発

課題ア 次世代コアネットワーク構成技術の研究開発

NGN では、災害に強いこと、大規模網であっても安定したネットワーク制御が可能なこと、省エネルギーのために負荷に応じて効率的なシステム稼動が可能なこと、様々なサービスにあわせてカスタマイズ可能な高度トランスポートサービス処理が柔軟かつ経済的に機能追加できること等が求められている。

これらの要件を実現するために、現状のルータ装置の主要機能を分離して、ネットワーク上に分散配置させる新しいネットワークアーキテクチャ(機能分散型トランスポートネットワーク)が構想されている。具体的には、広く分散したユーザトラフィックを転送するトランスポート機能(FE: Forwarding Element) と、遠隔にあっても同一ノード内と同等の信頼性を確保しながらそれらを制御する機能(CE: Control Element) とにルータ装置の機能を分離したネットワークアーキテクチャであり、それらを効率的に連携させる技術や、CE を集約し効率的に制御することで安定したネットワークを構築する技術、災害・故障時等に迅速にかつ自律的にネットワークを再構築する技術等によって構成される。

さらに NGN では、提供されるサービス処理についても、分散された効率的な環境のもとでユーザプロファイル、QoS、モビリティ管理、位置管理、認証、課金等の機能モジュールが相互に連携しつつ、大容量でセキュアな各種アプリケーションが要求する応答性能を発揮することが求められている。

本研究では、機能分散型トランスポートネットワークを実現するために必要な以下の2技術、さらに、分散型大容量サービスプラットフォームに必要な以下の2技術について開発を行い、その成果をネットワークノードや運用管理システムへ組み込みを行うことにより、実用レベルでの実現性を検証する。

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

機能分散型トランスポートネットワークにおいて、災害時等の障害発生時におけるネットワークの早期再構築を行う際に発生する、CE 間分散制御オーバーヘッドの削減や、省エネルギーな効率的システム稼動を実現するために、CE 数の削減が重要となる。

CE 数削減のためには、CE は多数の FE に対し、物理的に遠隔配置されていることを隠蔽しつつ、既存転送装置と同等性能のルーティング/シグナリング処理や故障監視を含む保守運用管理を行い、また、CE 故障時には地理的に分散した複数 CE 間でトランスポート制御を切り替え、さらには CE の負荷変動時には動的に CE のノード割付を変更することが必要となる。本課題では、このような CE の変更や FE に対する遠隔での分散動的制御を可能とする制御統合技術の研究開

発を行う。

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

機能分散型トランスポートネットワークにおいて、高度トランスポートサービス処理機能(SE: Service Element) を柔軟かつ経済的に機能追加するために、ネットワーク分散した複数の FE が、FE トポロジによらずに任意の SE を共有可能とすることが重要である。

本課題では、加入者及びサービス毎にカスタマイズした高度トランスポートサービス処理に対応して SE 共有を行うために、FE において該当トラヒックを抽出し、加入者情報やサービス情報を付加して抽出トラヒックのみを SE にリダイレクトし、SE の負荷変動に合わせて動的に SE のノード割付を変更する技術の研究開発を行う。

課題ア-3 大容量分散データ流通技術

NGN では、高解像度カメラや大容量記憶を搭載したモバイルデバイスから誰もがマルチメディア情報を世界に発信したり、さらにそれらが頻繁に生成・消滅・改版されるユビキタス社会に対応するため、日々生成消滅する大量のモバイル発信情報の中から所望の情報を短時間に発見できる技術が必要である。

また、NGN では、広範囲に設置されたセンサ端末や車載監視カメラなどの小型で低性能な映像発信端末から PC ベースの高性能端末まで、様々な通信デバイスをネットワークに収容し、IMS との連携動作を行うことが想定されるが、既存技術ではプロトコル処理や使用帯域消費量が大きい。このため、様々なデバイスを収容可能な、処理負荷や使用帯域消費量が少ない SE、CE、端末(TE) に適用するプロトコルの研究開発を行う。

さらに、現状では映像データなどの大容量データを、モバイル端末など個数にして十万規模の受信者へ同時配信する際、レスポンス時間として数秒から数十秒の遅延が生じている。このため、NGN では PC に採用される汎用で安価なストレージを大規模集団化(クラスタ化) し、CE と連携することでレスポンス時間の短縮を図ると共に、負荷分散及び障害分散の効果を用いて安定動作させる技術を研究開発する。

課題ア-4 分散サービス間コラボレーション技術

NGN のサービス層では、端末からの要求に応じて、シグナリングの主体となる SCF(Service Control Function) とセキュリティや QoS などのサービス機能を提供するサーバが連携し、トランスポート層の機器の制御を行うことが想定されている。これを実現するため、分散配置されたこれらのサーバを高速に連携させる分散サービス間のコラボレーション技術の研究開発を行い、NGN が提供するセキュリティや QoS などの機能を、そのセットアップ時間を意識することなくユーザが利用可能となることを目指す。

一方、NGN では固定電話や携帯電話、PC や情報家電、IC タグやセンサ機器など多様な端末が接続され、それぞれの端末の認証には、その端末の能力や、利用サービスに応じて、様々な認証手段が用いられる事となる。このため、これら様々な認証手段で認証された端末間の接続を、その端末の認証レベルや利用サービスに応じて制御する、フレキシブルかつスケーラブルな認証サーバ間連携技術の研究開発を行う。本技術により、本来、高い認証レベルを必要とするサービ

スを、認証レベルが低い認証手段によって認証された端末との間で行ってしまうといった危険を避けることが可能となる。

課題イ ネットワーク間高度接続技術の研究開発

ITU-T では、エンド・エンドの QoS アーキテクチャの要求条件や、NGN 相互接続ネットワーク品質測定の勧告化に合意しているが、NGN が他のネットワークと相互接続を行う場合、それだけでは十分でなく、サービス層、伝達層の双方に対して複数のキャリア間をまたいで品質を保持する必要がある。

これらは、技術的な仕様について詳細に整理照合する事を大前提に置きつつ、キャリア間の運用やポリシーの違いを出来る限り吸収していく必要があるが、ここでは、以下の分野についての研究開発課題を設定する。

課題イ-1 FMC シームレス制御技術

NGN においては、転送機能が IP プロトコルで統一されていることから、ユーザが異種ネットワーク間を自由に移動するモビリティの機能が一般的になるものと期待される。

このため、ユーザ、固定・移動端末、ネットワークの様々な状態をプレゼンスとして分散管理・相互連携させる技術、また、アクセス方式の異なる IP ネットワーク間や端末間でプレゼンスを考慮しながらサービスのシームレスな高速移動を可能とする FMC(Fixed Mobile Convergence) シームレスサービス制御技術、さらには複数の事業者において相互に提供される際の QoS の維持も考慮した、異種ネットワーク間セッション制御技術の研究開発を行う。

課題イ-2 キャリア間高性能・高信頼相互接続技術

本課題では、異なるネットワークプロトコルやサービス機能の違いを吸収するための事業者間相互接続信号処理技術を開発する。また、基本接続だけでなく、転送や IN(Intelligent Network、フリーアクセスやアクセス番号の統一等、様々な高度サービスを実現した通信ネットワークの総称)などの、事業者間での付加サービスの連携技術も開発する。

また、リアルタイムでネットワークの品質劣化を監視評価する技術、監視技術で収集したデータを利用して予兆推定を行う技術を確立する。本技術では、サービス提供者の意図どおりにエンドユーザに通信サービスが提供されていることをリアルタイムで監視確認し、異常の予兆を動的かつ極力リアルタイムで検知するトラフィック情報収集・監視技術や、特定トラフィックのフィルタリング技術も併せて研究開発する。

課題イ-3 自律分散 QoS 制御技術

ITU-T では、NGN の検討において、キャリアとしての QoS 保証のため、通信品質の確保に必要な通信リソースを確認・予約する RACF の勧告化に合意したが、これだけで利用者が期待するエンド・エンドでの通信品質保証が保証されるわけではない。

実際の QoS 通信のためには、両端のユーザ網を含めた複数のキャリアをまたがって、それぞれが実現する様々な通信品質保証技術を積み上げた、エンド・エンドで通信品質の保証が求められる、ITU-T においてもリリース 2 に含む範囲として合意されていることから、このエンド・エン

ド QoS を実現する技術の研究開発を行なう。

課題イ-4 キャリアネットワーク構成機器相互接続技術

複数のキャリアネットワークをまたいでエンド・エンドの接続性や品質を保持するためには、その途中経路を構成するネットワークや機器間のインターフェースの標準化が不可欠となる。ITU-T でも、NNI 規定(Network Network Interface、網・網インターフェース。異種キャリア間でネットワークを接続するためのインターフェース規定)や非均一ネットワークにおけるパフォーマンス規定等が出されているが、それらについての品質検証を汎用的にサポートする技術が求められる。

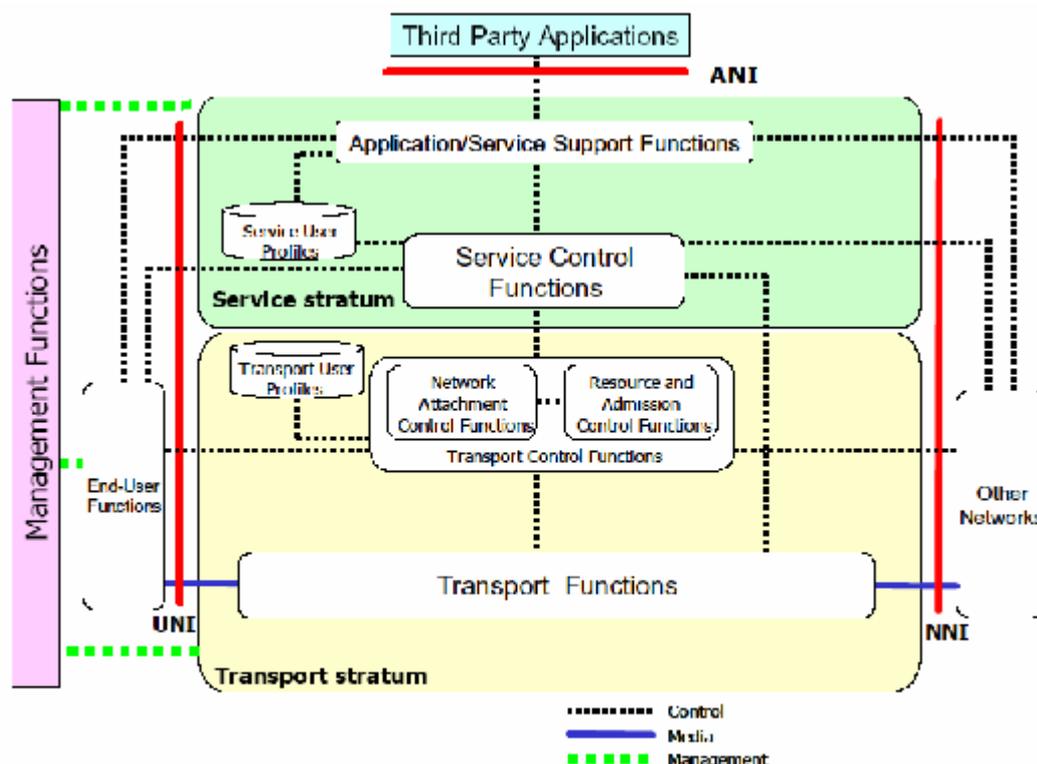
本研究では、IPsec、IKE、DHCPv6 及び NEMO に関する相互接続性の検証技術の研究開発と、その運用による知識基盤形成を行う。なお、改訂された IKEv2 に代表される IPsec の鍵交換アーキテクチャのサポートについても盛り込む。また、SIP (session initiation protocol) に関するネットワーク構成機器間の相互接続性の検証技術についても研究開発を行う。

5. 研究テーマ選定の背景、研究開発の必要性及び他で実施されている類似研究との切り分け

1) 当該研究テーマを取り巻く状況

NGN については、ETSI (欧州電気通信標準化機構) が 2001 年ごろ標準化への取り組みをいち早く表明した。ETSI では、IP 網の充実・拡大と広帯域光ネットワーク化の進展を前提として、NGN を将来の情報通信網のあり方とその実現方法を定義する概念として方向付けると共に、サービス機能とトランスポート機能が明確にレイヤで分離され、かつ、この間のインターフェース条件がオープンとなっているというコンセプトを出している。

図 NGN のアーキテクチャの概観 (ITU-T 資料より)



Note: UNI/NNI/ANI are not meant to represent any specific interfaces.
(This type of note is written in TR-FRA word file.)

ITU では、2004 年 6 月に対象となる NGN の定義と、サービス機能とトランスポート機能の分離による基本原則を勧告すると共に、5 月に NGN フォーカスグループ (FGNGN) を設置して検討を開始した。FGNGN では、2005 年 11 月に NGN のスコープ、要求条件、QoS の一般則などを中心とするリリース 1 勧告案を取りまとめ、その活動を終了した。その後、FGNGN の活動は、関連する SG (SG 11、SG 13 等) が合同会合を開催することにより、精力的に標準化作業を進める体制 (NGN-GSI: Global Standard Initiative) に引き継がれている。なお、リリース 1 勧告案については、2006 年 1 月の関連 SG 会合において承認の後、電子投票等により順次勧告化される予定であったが、審議に予想以上の時間を要した結果、2006 年 7 月の SG 13 会合等において、勧告化手続に入ることに合意にこぎ着けた。

NGN の基本仕様ともいべきリリース 1 自体は、ETSI 案をベースとしており、それに、米国

ATIS や、半数以上を占める CJK (中国、日本、韓国) からのインプットを加えて議論されてきた。Notel や BT は文書のインプットや、多数のインプットを説明や支持を行うことにより、活動をリードした。また、韓国や日本 (NTT) がそれらに対し、記述内容の明確化や各国の状況に合わせるための活動を展開した。さらに、移動系のサービスに関しては、アプリケーションの見地から米国 (モトローラや Sprint) が積極的に活動した。

IP 技術には、様々な技術的課題が存在するものの、ネットワークのさらなる高度化や経済的なネットワーク構築が期待されているため、ネットワークの IP 化は既に世界の潮流となっている。現在の IP 技術の多くは米国発であり、また、ITU における NGN 標準化活動においても欧米がリードしているが、アジア諸国もこの分野の技術力を急発展させている。

サービスプラットフォームに係る焦点

昨今のネットワークでは、ウィルス、ワーム、フィッシングや BOT 等セキュリティ上の脅威が蔓延し、様々なセキュリティ対策が必要不可欠なものとなっている。しかし、現状では、セキュリティ対策の必要性は認識してはいるものの、ネットワーク利用者 (一般利用者及びアプリケーションサービス提供者) によるセキュリティ対策の実施率は非常に低い状態に留まっている。最近では、ウィルスの駆除等は、ネットワークサービス提供者がサービスとして提供するようになってきているなど、セキュリティ対策の対策場所が従来の端末からネットワーク設備に移動する動きが顕著になりつつある。

また、現状の IP ネットワークはベストエフォート型ネットワークであることが前提となっているため、アプリケーションサービスがネットワークに対して通信品質の保証を要求するようなインターフェースは存在せず、緊急通信 (優先通信) や高品質な大容量コンテンツの配信など、安定的な通信の保証が必要なサービスが実現できないという課題がある。このため、NGN においても、セキュリティと QoS は非常に重要な課題と認識されており、標準化の重要なテーマとなっている。

トランスポートプラットフォームに係る焦点

NGN は、様々なアクセス回線と様々なサービスを収容する大規模サービス統合網であり、そのトランスポートネットワークは、災害に強いこと、大規模網であっても安定したネットワーク制御が可能なこと、省エネルギーのために負荷に応じて効率的なシステム稼動が可能なこと、様々なサービスにあわせてカスタマイズ可能な高度トランスポートサービス処理が柔軟かつ経済的に機能追加できること等、が求められる。

機器及びネットワークの接続インターフェース (NNI 及び UNI) に係る焦点

多数の異なる IP ネットワークが相互接続される NGN において、音声サービスや TV 会議、映像配信などの多種多様な高度なサービスがエンド・エンドで安全かつ円滑に提供されるためには、相互接続点において、多くの機能を適用したりネットワークパラメータを交換したりすることで、ネットワーク同士で調整 (SIP やメディア信号の暗号化の解析・復号など) を行う必要がある。しかしながら、現状では、事業者間セキュリティを保ちながら多くの機能を適用したりすると、単独で数十 Gbps の回線速度のネットワークであっても、相互接続点において実効帯域が劣化し、ボトルネックが顕在化してしまう。また、汎用プラットフォームを利用する場合、動画のコーデ

ック変換処理に秒単位から 10 秒単位の処理遅延を要するため、双方向のリアルタイム動画通信は実用的でない。

また、管理・運用主体が異なるネットワークが相互接続された場合には、利用者へのサービス提供中に、エンド・エンドでの品質管理や問題箇所の特定をリアルタイムで行うことが出来ず、ネットワーク状態の異常・障害の際には事後対策とならざるを得ず、また、管轄範囲以外の環境を特定できないため運用中の品質対策が利用者からの申告ベースとなってしまう傾向にある。さらに、リアルタイムでの把握が困難で、そのためには全ての経路上に外付け測定器の設置が必要となる。これらの要因のため、障害時の対処時間は手動で、数十分～数時間かかる事が通例である。

現状、ユーザは携帯網、WLAN、光ファイバ、ADSL など種類の異なる様々なネットワークに端末を接続し、通信アプリケーションを利用することができる。しかしながら、ユーザの環境によって利用可能なネットワークは異なり、それに依拠して利用できる端末や通信アプリケーションも異なる。また、ユーザは自身の目的や周囲の状況に適した通信アプリケーションを利用する必要もある。例えば、建物の中では光ファイバに接続された PC を用いて TV 会議、屋外では携帯電話を用いた音声通話、混雑した電車の中ではインスタントメッセージャーを利用するなどである。ここで、ユーザの移動による環境の変化や周囲の状況の変化に依存せず、かつユーザの目的に適う通信環境を継続的に提供するためには、ユーザが利用するネットワーク、端末、通信アプリケーションを、ユーザの環境や目的に適したものに高速に移動する必要がある。

一方、ITU-T において勧告化に合意した NGN リリース 1 では、通信を継続したままの IP ネットワーク間移動にかかわるセッション制御について規定していない。今次提案の内容は、同リリース 2 以降の重要検討課題とされており、アジア、欧州、北米といった機器ベンダや欧州キャリアも検討に着手しつつある。

さらに、従来の IP 網はベストエフォートを基本としており、通信品質、特に VoIP 等の実時間性重視する通信に対する品質保証は容易ではない。現在、IP 網で通信品質の保証を行うには、Diffserv 技術が広く使われている。Diffserv では、十分な余裕を持たせた設備を確保した上で、各ルータで、個々の通信フローを意識せずに品質を保証すべき通信のパケットをパケット単位で優先制御を行うと共に、エッジルータで品質保証すべき通信のパケット流入を抑制することで、優先通信パケットの通信品質を確保していた。このため、一定の QoS を確保するためには、優先通信のリソース使用率を 50%以下としたり、確実な通信品質保証を行うために、優先通信のリソース使用率を 10%以下とする等の設備設計 (Premium Model(V. Jacobson)) が行われている。

このため、現在の QoS 技術では通信リソースの利用効率が十分でなく、経済的な NGN の構築のため、通信リソースの利用効率を高める QoS 技術の開発が期待されており、今後も様々な QoS 実現技術が提案・検討されるものと予想される。また、QoS は現実のニーズでもあることから、現実には現在の技術で様々な QoS が混在して提供されているが、利用者が期待するエンド・エンドの QoS 保証技術は確立していない。

また、通信におけるセキュリティの確保については、認証及びデータフレームの暗号化を確実なものとする IPsec の利用と、IPsec を実効的に利用可能なものとする動的鍵交換 IKE の利用が標準になると予想される。ただしこれらの技術については、IETF による仕様化はなされているも

の、実装面ではまだまだ追いついてきていない。このため、NGN というフル IP ネットワークとしてエンド・エンドでのセキュリティを実現するためには、まず、IPsec/IKE に関する相互接続のための検証技術の研究開発とその運用による知識基盤形成が必須である。

ネットワークモビリティ（NEMO）は、例えば電車や飛行機のようなある範囲のネットワーク全体の移動をサポートする技術であり、NGN でのベースプロトコルとなると期待されるが、このようなモバイル環境では移動に伴う確実な認証や伝送データの暗号化による秘匿性の向上等のセキュリティ強化は必須課題であるものの、IPsec や IKE の実装は遅れている。

さらに、NGN において完全に IP 技術に統合される音声通信については、それを主にサポートする技術として SIP が利用されることになるが、キャリアをまたぐ形での SIP 技術の相互接続性確立もまた大きな課題である。特に NGN のような次世代の基盤ネットワークにおいては、コンバータ挿入による接続ではなく、ネットワークそれ自体がお互いに相互接続性を持っていることが重要である。

2) 研究開発の必要性

NGN は情報通信基盤であり、これまで検討されてきた電気通信サービス基盤の役割に加え、エンドユーザ間の情報流通を高品質・高信頼に実現するサービス基盤機能を具備する必要がある。NGN に大容量分散データ流通機能を加えることにより、次世代のユーザニーズに合致した高品質・高信頼のコミュニケーション基盤が実現され、エンドユーザは高性能 PC だけにとどまらず、携帯端末やセンサ端末など小型軽量の端末手段を介してこのサービスを享受することができるようになる。しかし、もし NGN が様々な機能を備えている、利用するために専用のアプリケーションが必要となってしまうのであれば、これらの機能は有効に利用されない可能性がある。そこで、端末からのシグナリングを契機として、必要な QoS やセキュリティを自動的に設定する機能の実現が必要不可欠である。

また、セキュリティ対策を実施するにあたっては「認証」は必要不可欠の機能である。従来のシステムは、パスワードや PKI など、PC の特徴（入出力デバイス、高性能・多機能な端末）を前提として、設計者が必要と考えるセキュリティレベルを満足する単一の認証手段を用いて認証機能を実現してきた。しかしながら、NGN では、接続される端末が飛躍的に多様化するため、より多様な認証手段を許容することが求められる。同時に、NGN は、多様な目的を実現するための基盤であり、そこで実現される通信には様々なレベルのセキュリティ要件が存在する。そこで、これらの要件を満たすために、多様な認証手段をレベル分けし、端末の認証レベルが接続先の要求するレベルを満足するかどうかによって通信を制御する機能の実現が必要不可欠である。

現状のルータ等転送装置は、トランスポート制御機能(CE)とトランスポート機能(FE)が一体となって構成されている。このため、転送装置の台数増加に伴ってトランスポート制御の分散処理オーバヘッドが増大し、災害時、サイバー攻撃時、局所的負荷集中時等に経路制御負荷が大きくなり、早期のネットワーク再構築が困難である。また、通常 CE が低負荷であっても全システムの CE を稼働させなければならず、効率的なシステム稼働が困難である。現状のネットワークでは、高度トランスポートサービス処理機能(SE)追加時、SE と FE をくくりつけて配備する必要がある。このため、大規模網では SE を大量に配備する必要がある、サービスの追加や仕様変更への弾力的な対応が困難である。これらの課題の解決のため、NGN では、転送装置単体の大規模化と高機能化の限界を打破するネットワーク技術を確立しておくことが必要である。このために、トランスポート制御機能(CE)・トランスポート機能(FE)・高度トランスポートサービス処理機能(SE)をネットワークワイドに分散配置した機能分散型トランスポートネットワークに関する研究開発が必要となる。

高速プロトコル整合技術（プロトコルマッチング、プロトコル隠蔽・修正技術）柔軟性・高信頼性・開発効率の向上を実現するミドルウェア技術、40 Gbps 以上の性能をバックプレーン上で実現するサーバ間高速バックプレーンインターフェース技術、メディア信号のトランスコーデック機能部等でハード処理による高速化を可能とする超高速信号処理技術等の研究開発を実施することにより、異なる通信事業者に属する IP ネットワークを相互接続した場合でも、サービスの柔軟性を保ちつつ、ボトルネックを解消して回線速度に近いスループットを実現する事が可能となる。また、サービス提供者の意図どおりにエンドユーザに通信サービスが提供されていることをリアルタイムで監視確認し、異常の予兆を動的かつ極力リアルタイムで検知するトラフィック情報収集・監視技術や、特定トラフィックのフィルタリング技術等の研究開発、さらに、収集した情報について、過去の事例や統計に基づく分析を行い、なるべくリアルタイムに近い形でネッ

トワークの障害箇所を検出する技術の研究開発も必要である。

転送機能を IP で統一した NGN では、基本的に異種ネットワークを透過的に利用可能であり、同じく転送機能に IP を用いる IMS でも Network Convergence として WLAN、PAN などの異種ネットワークの収容が 3GPP で議論されている。しかしながら、ユーザが利用するネットワーク、端末、アプリケーションを、ユーザの環境や目的に合わせて、自在かつ高速に移動可能な機能はほとんど検討されていない。したがって、例えば、ユーザが利用する端末を異種ネットワークに接続する別の端末に移動する場合、手動による端末ならびにアプリケーションの起動、停止を行う他なく、その作業に少なくとも数十秒程度必要とし、その間、継続的な通信を行うことは困難である。

ユーザの環境や目的に応じて利用するネットワーク、端末、アプリケーションを高速に移動するためには、まず、ユーザ自身の状況ならびにこれらの情報をプレゼンスとして管理する必要がある。特に、多数のユーザ、端末が収容される NGN では、プレゼンスは膨大な量になると考えられるため、それらを効率的に分散管理・相互連携させる技術の研究開発が必要となる。そして、収集したプレゼンスを異種ネットワーク間や端末間で交換、ネゴシエートすることで、ネットワーク、端末、アプリケーションの最適な組合せを導出し、シームレスに高速移動する技術が必要となる。

特に今後の拡充が見込まれる移動 IP 環境においては、放送型情報配信サービスを含むサービス提供において、複数のアクセスネットワーク間での移動時においても QoS を損なうことなく、アプリサービス制御を行うことが重要である。しかしながら、当該制御機能を提供する具体的なメカニズムの考案及びその機能検証はなされていない。

従来の QoS 実現方式は、キャリアごとに、通信品質の保証のために割り当て可能な通信リソースを確保利用することで通信品質を保証するという方式が一般的であり、キャリアごとの QoS は、ある程度、実現されている。今後、ITU 等での標準化が進展し、各キャリアが採用する QoS 実現方式が相互運用可能となるよう統一されれば、エンド・エンドの QoS が実現するとの期待もある。しかし、実際にエンド・エンドの QoS の実現には、すべてのキャリアの QoS 実現方式が相互運用可能となるよう統一されることを待つ必要がある。また、一般ユーザの視点からは、個々の網で実現される QoS よりも、エンド・エンドで実現される QoS が重要である。しかも、たとえ、ITU 等で QoS の標準化が進んだとしても、両端のユーザ網まで含めて、QoS の実現方式について統一を強制することは難しく、様々な QoS 実現方式が混在する可能性を無視することはできない。このため、様々な QoS 実現方式が混在することを前提としたエンド・エンド QoS の実現方式の確立が求められる。

3) 他で実施されている類似研究との切り分け

NGN の中核を構成するトランスポート層とサービス層に係わる研究開発として、NICT では 5 年以上前より、JGN 等で我が国が優位な大容量リアルタイム伝送技術を利用した次世代プラットフォームの研究開発に取り組んでいる。また、2001 年からはフォトニックネットワーク技術の研究開発に、2002 年からはテラビット級スーパーネットワーク技術の開発にそれぞれ取り組んでいると同時に、世界的に未着手であるバックボーンネットワーク間の GMPLS 相互接続プロトコルの標準化及び実装に向けた研究開発に取り組んでいる。

また、総務省の「高度ネットワーク認証基盤技術の研究開発」では、SIP サーバと認証サーバやアクセス制御サーバなどが連携することによりエンド・エンドのセキュア通信を制御・管理する技術の研究開発に取り組んできている。SIP は NGN でも核として採用されている技術であり、この研究開発の成果はサービス層の実現のために有効であると考えられる。しかしながら、この研究開発の認証方式は PKI に固定されており、比較的高性能な端末のみを対象としている。また、提供する機能が予め決まっているため、各サーバ間の連携方式も固定されてしまっている。したがって、本研究開発においては、この成果を踏まえて、認証方式及びサーバ間連携方式の多様化に取り組んでいくべきである。

さらに、ITU-T においては、トランスポート制御機能(CE)をトランスポート機能(FE)と分離して配備することにより、CE 処理ノードの機能追加のフレキシビリティを高めるアイデア (softrouter 技術)が、Lucent から提案されているが、具体的な議論は全く進んでいない。今回、研究課題として設定したトランスポート制御統合技術は、さらに CE 数削減により大規模網の経路制御の安定化と省エネルギーのための効率的システム稼働を狙ったものであり、技術課題に差がある。NICT では、類似の研究はこれまでに進んでいない。

特に、これまでの NGN 関連の他の研究開発テーマでは、単一事業者に閉じた前提で考えられていた。このため、本研究開発テーマでは、これまでの様々な研究開発の成果を踏まえた上で、ポリシーの異なる複数の事業者間でのシステム運用における課題解決をテーマとしている。なお、ユーザあたりの端末数が劇的に増加する NGN 環境では、ユーザができるだけ負担なく、状況に応じて適した端末、ネットワーク、サービスを利用して、セキュアな通信を実現することが必須となる。NICT の新世代モバイルに関する研究開発では、端末間シームレス通信技術の検討が行われてきたが、ユーザ端末の増加及び変化する環境に伴う膨大なプレゼンス情報の効率的な管理手法や、データチャネルの動的、セキュアかつ効率的な構築といった検討は行われていない。

QoS については、1980 年代に Parekh がパケット網で遅延の保証を行えることを示して以来、データ網と電話網の統合に向けて各種の QoS 技術の検討がなされてきた。特に IETF では、QoS 実現に向け、Intserve (RSVP)、Diffserv と検討を行っており、現在、Diffserv が広く使われている。QoS については、QoS 保証のための技術と共に、実際に技術を実装運用することも重要であり、主として IP 関連の技術を検討する IETF だけではなく、通信事業者による運用を考慮した ITU 等での検討も重要である。

4) 標準化の動向

NGN の標準化を進めようという動きが世界の標準化団体で進められているが、中心となっているのは、欧州の標準化団体「ETSI (European Telecommunications Standards Institute、欧州電気通信標準化協会)」のプロジェクト「TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols For Advanced Networking)」と、国連の標準化機関である「ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector、国際電気通信連合の電気通信標準化部門)」の「NGN-GSI (Global Standard Initiative)」である。

ETSI の TISPAN は 2003 年 9 月に発足し、NGN 標準化の先駆けともいえ、現在最も議論が先行している。BT やフランステレコムなどの欧州の通信事業者に加えて、スウェーデン・エリクソン、フィンランド・ノキア、独シーメンス、仏アルカテルなどの欧州ベンダが主な推進役である。

ITU-T での NGN の検討は、2004 年 5 月に NGN 特設検討体制である FGNGN を編成し、TISPAN の NGN のリリースを参照しながら、QoS (quality of service) 実現方式などを盛り込んできた。2005 年 11 月以降、その活動は、NGN-GSI に引き継がれている。これまでの検討の推進役は、TISPAN の主要メンバーに加えて、アジアなどその他の国の通信事業者や、米シスコシステムズ、中国のファーウェイなどのベンダが含まれる。

両機関では、NGN の概要が徐々に形になってきており、(1) SIP (session initiation protocol) をプロトコルに使い、IP ネットワーク上で音声やデータ、映像などのマルチメディア・サービスを提供、(2) 固定通信網と移動通信網を統合して、シームレスなサービス、いわゆる FMC (fixed mobile convergence) を実現、(3) 基本的なネットワークのアーキテクチャに、第 3 世代携帯電話に関する標準化団体「3GPP (3rd Generation Partnership Project)」が規定した「IMS (IP Multimedia Subsystem)」を採用、(4) ネットワークの品質や端末の能力に応じて、エンドツーエンドで QoS 制御を可能にする などとなっている。FMC などの新サービスの基盤としても NGN は期待されており、NGN は、新たな収入の源にもなる可能性を有している。しかしながら既存電話を超えるサービスの実現方法については研究段階であり、いずれも標準化途上である。

・セキュリティ

NGN におけるセキュリティには、NGN をどのように守るか (Security for NGN) という観点と、NGN を活用してどのようなセキュリティを利用者に提供するか (NGN for Security) という二つの観点が存在する。しかしながら、現在の ITU-T 及び ETSI における標準化では前者のみが議論されている状況である。

しかしながら、NGN が「次世代電話網」から「次世代ネットワーク」へ飛躍するためには、後者の観点は必要不可欠であり、リリース 2 以降の重要な課題となると考えられる。本研究開発により、「NGN for Security」を実現するための技術を確立することにより、リリース 2 以降の NGN 標準化をリードする体制を整えることが可能となる。なお、認証連携技術については、OASIS が策定した SAML (Security Assertion Markup Language) 及び XACML (eXtensible Access Control Markup Language) が ITU-T において標準化される等、Web サービス分野で活発な議論がなされている。本施策においては、これらの動向にも注意しながら、研究開発を

実施することが必要である。

・相互接続

複数の事業者の IP ネットワークが相互接続された環境では、各種サービスが逐次追加され、各種サービス間の組み合わせは従来の電話網より膨大となる。そのための各事業者間での相互接続性を担保するために、セッションボーダー制御等の網間接続技術が IETF、ITU-T、TISPAN、3GPP 等各標準化団体で検討されている。

ここで用いられる網間接続装置は、固定系中心の ITU-T、TISPAN でも移動系中心の 3GPP でも、コアネットワークである IMS(IP Multimedia Subsystem)内の IBCF(Interconnection Border Control Function)または BGF(Border Gateway Function)というコンポーネントとして定義されている。但し、ポリシーサーバ(TISPAN では RACS(Resource and Admission Control Subsystem)内の SPDF(Service-based Policy Decision Function)、3GPP では PCRF(Policy and Charging Rules Function))と網間接続装置間のインターフェースに関しては、TISPAN では Ia として megaco(H.248)を実装技術の候補として、3GPP では Gx+として Diameter を実装技術の候補として、それぞれ検討が進められている。

・IETF

IETF で標準化が進められる Mobile IP 技術及び NEMO 技術は、同一端末及び同一ネットワークの移動をサポートする技術であり、サービスレベルでのモビリティをサポートすることはできない。さらに、IETF で標準化が進められる SIP は、NGN の基盤となる技術であり、呼転送のように端末間でサービスを切替えることも可能であるが、複数端末間のセッションのバインドや、プレゼンスを利活用した高速な端末・サービスの切替えは検討されていない。

・QoS、品質管理、セッション

ITU-T では NGN の検討において、各通信事業者が保有する通信リソースの利用効率を高めた効率的な QoS の実現を目指し、通信品質の保証に必要な通信リソースを確認・予約する RACF を勧告化に合意しているが、エンド・エンドの QoS についての検討は未着手である。

品質管理の課題は、ITU-T においては SG13 で要求条件やアーキテクチャが規定された後、SG12 にて詳細化されて討議される予定である。

エンド・エンドの QoS 維持に資する、SBC(Session Border Controller)機能を活用した SIP メディアセッション制御方式、及び、輻輳時におけるサービス提供の頑健性を高めるサービスアドミッション制御方式は、ITU-T NGN 検討課題における最重要項目のひとつであり、AT&T をはじめとする米国キャリアなど、SBC に関連するセッション制御について活発な標準化議論がなされている。

3GPP/3GPP2 では、SIP をベースとしたマルチメディアセッションに関する標準化及び、ネットワーク間のローミング実現に向けた Network Composition 技術の標準化が進められているが、プレゼンス情報の分散管理、移動網・固定網間のセッション情報連携管理、複数端末間での柔軟なサービス切替えに関する検討は行われていない。

・機器認証

ネットワークを構成する機器レベルの認証技術に関しては、IPv6 forum 傘下の IPv6 Ready Logo Committee が世界的な標準化組織となっている。こちらにも ETSI が加わっているが、欧州からはそれ以外に IRISA、米国からは UNH-IOL が加わり、日本からは IPv6 普及・高度化推進協議会と TAHI プロジェクトが参加している。世界的な体制による技術標準化組織でありながら、日本が主導的に先導している数少ない組織でもある。2003 年より本格的な IPv6 機器認証のための標準化活動を展開し、これまでに、IPv6 Core Protocol、IPsec、Mobile IPv6 の3つの技術について、機器認証のための仕様やテストツールを開発し、公開している。IPsec や Mobile IPv6 の認証技術に関しては、本テーマにおける研究内容と一部に重複する部分もあるが、IPv6 Ready Logo Committee にて現在行われている認証の内容は、非常に基本的な機能に絞られたものであり、NGN において必要とされるレベルまでは到達していない。また IKE や NEMO、SIP 等に関しては、本テーマにおける研究成果をダイレクトに標準化活動へと結びつけることが出来ると期待される状況にある。

6．研究開発の到達目標

社会インフラとして各種サービスの基盤となる通信網は、今後、IP 技術を用いて提供されるものであるが、現在の IP 網では QoS の保証や通信相手の認証などが十分に行われているとは言い難く、その結果としてテレビ会議システムが必ずしも動作しない等の問題が存在する。

このため、社会インフラとなる NGN では、医療システムなど生命に関わる通信を任せられる信頼性、お年寄りや子供でも不安を覚えずに使える安心感が必要であり、さらには、インターネット発展の原動力である多様なアプリケーションを生み出す力や、新規業者の参入を容易にするオープン・インターフェースの提供、ユーザの平等な取り扱いといった利点を損なうことなく提供し、それらを通じてユビキタス・ネットワーク社会を実現することが、NGN のゴールとなる。

このゴールの実現のため、ITU-T の Y.2001 勧告では NGN が備えるべき様々な特徴を規定しており、重要なポイントの一つにエンド・エンド QoS 保証の提供が挙げられる。NGN では多様なアクセス網(xDSL や WiFi、携帯電話など)や端末(電話機や PC、情報家電など)、多様なアプリケーションが使われるが、この環境下で端末と網とが QoS をネゴシエーションし、上位アプリケーションに提供できる必要がある。また、モビリティのサポートが重要であり、一台の PC を携帯して家庭内では xDSL、外出先では WiFi、オフィスでは FTTH と様々なアクセス経路で通信したり、オフィス内の移動や出張などにより多数の PC から通信したりしてもサービスが受けられることが求められる。

全体的な留意事項

具体的な数値目標については、技術動向とニーズ動向を勘案しつつ、適切に、かつ、コストパフォーマンスが最大化することを前提として設定し、必要に応じて計画の途中でも柔軟に見直しを行うものとする。また、本研究の成果については、研究開発期間の最終年度まで待つことなく、随時その成果を ITU-T 等に対して標準化提案を行い、NGN リリース 2 以降に向けて、日本発の仕様が採択されるよう最大限の活動を行うこととする。

個別課題目標

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

以下の条件を満たす、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開発すること。

- CE と FE とが分離したネットワークアーキテクチャにおいて、例えば、100CE 10,000FE(1CE あたり FE 平均 100 台)、経路数 10 万のネットワークを OSPF(Open Shortest Path First、TCP/IP における経路選択プロトコルの一つ。サブネットマスクのサポートや「エリア」の概念の導入によりネットワークを階層構造化し、経路情報の量を効率化している)で実現し、大規模な経路再計算発生時において、経路再計算を従来の 1/10 以内の時間で収束可能とすること。

注：これらの数値目標は、日本国内をサポートするために必要な台数を推定したものである。具体的には 3,000 万加入時を考慮し、1 台の FE で 3,000 加入を収容すると仮定すると 10,000 台の FE が必要となる。他方、OSPF を安定して動作させるには数 100 台が上限と言われているため、CE を 100 台程度に集約する必要がある、よって 1CE 当たり 100 台の FE を収容する必要がある。このため CE では従来の 100 倍の性能が要求されるが、ノード数の削減効果を考慮して 10 倍の性能での実現を目標とした。また、10,000 台の FE に数十経路が接続されていると仮定し、数十万経路を考慮対象としている。

- CE 故障時、FE の転送処理無中断で、地理的に分散した別 CE に処理を動的に切り替え可能とすること。
- CE の負荷が過剰に増加した場合、FE の転送処理無中断で、元の半分ずつの FE を担当するように、地理的に分散した 2 つの CE に処理を動的に分離可能とすること。

注：全ての CE に過負荷時を考慮した処理能力を確保することは、経済的ではないため、過負荷時には他の CE の処理能力を利用することが有効となる。ただし、負荷を分散する際、パケット転送の中断を回避することが必要である。負荷の分散方法は複数の方法が考えられるが、基本となる 2 分割の方式を確立することが望ましい。

- CE の負荷が一定以下に減少した場合、FE の転送処理無中断で、地理的に分散した別 CE に処理を動的に統合可能とすること。

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

大規模な FE 数（例えば 10,000FE）を有するネットワークにおいて、10Gbps 以上の高速インターフェースを持つ SE を複数台の FE で共有し、高度 QoS 又は高度セキュリティ処理サービスを実現可能とする、高速トランスポートサービス処理マウント技術を開発すること。

注：現状は CE、FE、SE は 1 台のルータ内に存在しているが、これらを分離し、SE を複数の FE で共有することで、経済化及び障害に対する耐性を強化することが可能となる。また、10Gbps 以上という数値目標は、現在の実用化された最大速度を意味し、この環境での基本動作の確立を意図する。

課題ア-3 大容量分散データ流通技術

大容量分散データ流通技術を構成する、以下の 3 技術を開発すること。

高速マルチレイヤ分散ディレクトリ技術

日々生成消滅する膨大な数量のコンテンツ（例えば 100 億のコンテンツ）について、それらの中から所望のデータを 1 秒以内で発見可能な技術を開発すること。また、サーバの移動に伴う網環境（アクセス回線、帯域、アドレス）の変動に応じて、ディレクトリ情報を高速に更新し、ミスヒットや誤参照を抑制可能とすること。

注：現行 WEB ではユーザが所望の情報を指定した後に表示するまでの時間、すなわちユーザの待ち時間は 7～8 秒が限度とされているため、情報を発見し入手するまでの一連の操作において利便性を低下させないために、1 秒以内に完了させることを目標とした。

スケーラブル端末シームレス接続技術

様々なデバイスをシームレスに接続できるようにするため、現行の SIP に比べて処理負荷、帯域使用量の双方が飛躍的に小さく、安全かつ確実に端末を接続できる技術を開発すること。数値目標としては、現行の SIP に比べて処理負荷 1/100、帯域使用量 1/10 で安全かつ確実に端末を接続できるようにすることを目指すこと。

注：例えば、無線 IC タグ(数 kbps～数 10kbps)、FM 文字多重放送(約 8kbps)、特定小電力通信(9.6kbps 程度)など、10kbps 前後の帯域で平均 200byte 程度のメッセージを送信するには 150ms 以上かかり、コネクション確立に必要な複数回のメッセージのやり取りにかかる伝送遅延合計は 1 秒程度になりうる。これを 1/10 にすることによって、ユーザが遅延を意識しない程度となり、また、種々の無線手段へ適用が可能となる。さらに、シグナリングメッセージの字句/構文解析処理負荷は CPU(Pen4 1.8GHz)で 150ms 程度必要であり、性能 1/100 程度の CPU(組み込みマイコンなど)では 1.5 秒程度が必要となっている。この処理負荷を 1/100 にすることによって 15ms 程度へと時間を短縮し、ユビキタスデバイスへの適用を目指す。

大容量分散格納・大規模同時伝送技術

今後、ネットワークを通じて数多くのユーザが大容量コンテンツにアクセスする機会が増えていくが、例えばコンテンツへのアクセスのうち 1%がライブコンテンツへのアクセスの場合、首都圏は1400万世帯であるため、約10万ユーザへの同時伝送が必要となる。このような多数のユーザへの同時伝送を、コンテンツを大規模ストレージクラスタへ分散格納し、配信制御する技術を開発すること。また、本技術では、パソコンに採用される汎用で安価なストレージを集団化（クラスタ化）し、負荷分散及び障害分散の効果を用いて安定動作させ、大量ユーザへのストレスなき配信を可能とすること。

課題ア-4 サービスコラボレーション技術

以下の条件を満たす、サービスコラボレーション技術を開発すること。

- ・ 例えば1,000万オーダの端末を収容するようなNGNをターゲットとして、サービス層を構成するSCF(Service Control Function)とサービスを提供するサーバ間の連携を、現状技術の1/10程度の時間で完了するサービスコラボレーションエンジン技術を開発すること。

注：現在、交換機ベースの固定電話に代わり、IP電話の利用者が増加している。IP電話の利用者数は2006年8月の段階で1,200万加入程度であるが、近い将来には単独で1,000万程度の加入者をもつ事業者が出現すると考えられる。このため、本課題ではこのような大規模なネットワークに対してサービスコラボレーション技術を適用することを想定したため、1,000万端末という数値目標を設定した。また、現状のサーバ間連携技術では、例えば、アプリケーションサーバからリクエストに対してデータベースサーバがレスポンスを返すまでの時間が数百msに及ぶことがあるが、NGNでは複数のサーバが連携して、通信セッションのセットアップを行うため、10台程度のサーバが連携した場合には、このセットアップに数秒単位の時間が必要となってしまう。このため、本課題では、ユーザが通信セッションのセットアップ時間を気にすることなく、NGNを利用できる環境の実現を目指し、おおむね1秒以下でセットアップを完了できることを想定したため、1/10という数値目標を設定した。

- ・ 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、1,000万端末を収容し、かつ3以上の認証レベルに分類される認証手段を収容するネットワークを想定し、それぞれの認証手段で認証を受けた端末の接続を、その認証レベルに応じて制御すると共に、100種類以上の利用サービスについて、そのサービスのセキュリティ属性に応じた接続制御を行う技術を開発すること。

注：多種多様な端末が接続されるNGNでは端末の特性（処理能力や入出力デバイスの拡張性など）に応じた認証手段が必要とされる。認証方式の違いは、その認証結果（相手の確からしさ）の違いであり、リスクや信用のレベルの違いであるが、個々の認証方式を許容するか否かをサービス提供者が判断することは不可能であるため、

多様な認証方式をレベル分けし、サービス提供者は必要な認証レベルを設定するようにする必要がある。諸外国の電子政府システムで許容する認証のレベルが規定されている場合、3～4レベルが規定されることが多いが、NGNでは、より多様なサービスに対応するため、少なくとも3、すなわち、3以上の認証レベルに分類することが必要である。

- ・ NGNは多種多様なサービスを提供するが、提供するサービスの質によって、必要な認証のレベルは異なってくる。NGNの活用が期待されている分野として、通信・コミュニティ・商業・金融・公共・医療・教育・放送・企業間取引の9分野が想定されるため、これら分野において、サービス利用時に異なる認証レベルを要求するサービスを各12種類(3レベル×4サービス)選択し、NGNにおける多様な認証連携の実現性を検証すること。

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 シームレスサービス制御技術

以下の条件を満たす、FMC シームレスサービス制御技術を開発すること。

- ・ 異種端末間を主対象とした高速なサービス移動を可能とするため、ネットワーク、端末、アプリケーション等の情報をプレゼンスとして利活用するプレゼンス対応サービス制御アーキテクチャを確立すること。また、端末間でサービスを移動させる場合、移動先の端末におけるサービスの接続処理が主要な遅延となるが、7秒以内に抑えることを目指すこと。

注：目標値の根拠は、ITU-T Y.1530にて規定される、異種IPネットワークに接続された端末間の音声サービス自動呼接続遅延時間の目標値(7500ms)に基づく。

- ・ 異種ネットワーク間セッション制御技術については、モビリティ機能におけるハンドオーバー時を含め、セッション制御におけるアプリレベルの瞬断について、ITU-T Y.1540及びY.1541における最高品質基準以上を目指す(一般的な音声サービスの場合：40ms以下)こと。

注：左記の目標値の根拠はITU-T国際勧告(ITU-T Y.1540及びY.1541)における、当該品質基準値に基づくものであり、従来の電話サービス品質を考慮すると、NGNサービスにおける音声ストリームの品質要件としてクリアする必要がある。

課題イ-2 キャリア間高性能・高信頼相互接続技術

以下の条件を満たす、キャリア間高性能・高信頼相互接続技術を開発すること。

- ・ 高速かつセキュアなIPネットワーク相互接続を実現する技術については、相互接続事業者が数百社になった場合にも遅延時間を従来の回線交換以下に抑えることを目指すこと。

注：数百社とは、各ISPで提供する050番号でのサービスとの相互接続及び新興事業者との相互接続にも対応できるようにするため、数百社という数値目標を設定した。

- ・ 現状では、IP ネットワーク相互接続時において、事業者間のセキュリティを保ちながら多くの機能を適用すると、単独で数十 Gbps の回線速度を有するネットワークであっても、相互接続点において実効帯域が劣化し、ボトルネックとなっている。この問題を解決するため、実効スループットを向上させるよう、適切な規模でその割合を設定し、その実現を目指すこと。
- ・ エンド・エンド遅延の音声通話品質クラスのカテゴリで、クラス A-100ms 以下、クラス B-150ms 以下、クラス C-400ms 以下と規定されているため、極力全二重通信に耐える環境を目指すことが望ましい。また、現在、動画変換処理遅延について 1 秒～10 秒単位（汎用プラットフォーム）とされている状況を改善し、50～100ms 以内（双方向での動画通信が円滑に行えるレベル）での実現を目指すこと。
- ・ 相互接続環境下での品質劣化・障害予防技術では、事業者網間の相互接続点において秒単位でのリアルタイムな品質監視を行うほか、障害発生前の事前予防措置、警報発令、秒単位で障害箇所の特定を目指すこと。

課題イ-3 自律分散 QoS 制御技術

以下の条件を満たす、自律分散 QoS 制御技術を開発すること。

- ・ エンド・エンドの実用的 QoS 実現方式を研究開発すること。ただし、現実には、各事業者が独自の QoS 実現方式を提供する可能性もあるので、様々な QoS 実現方式が混在することを前提としたエンド・エンド QoS の実現方式を開発すること。
- ・ QoS 通信の要求時に、各事業者が該当通信のために割り当て可能な通信リソースを活用して、十分な通信品質がエンド・エンドで達成できるかどうかを、エンドノードの自律動作により実測確認し、さらに、品質確保が確認された場合にその通信品質を維持するように通信受け付けを行うことにより、事業者毎の QoS 実現方式に依存しないエンド・エンド QoS を実現すること。
- ・ 数値目標としては、本方式により、所定の通信品質が満足されると判断して受け付けた呼に対し、条件とした通信品質が維持できなくなる確率を 1/5,000 以下にすること。

注：これらの目標値については、本方式の NGN としての実用性を評価する尺度として、IP 網における品質の保証を前提として受け付けた呼に対して、実際の品質が維持できなくなる確率を、従来の実用技術以下に抑えるという観点で設定した。従来、この種の数値は明示されていなかったが、NTT の ISDN 網でのバースト誤り発生の品質基準は、1 日当たり 100ms 以下であったことを参考数値として利用している。これを、一旦受け付けた呼が、3 分間の通信時間中にバースト誤りに遭遇して所定の品質を満足できなくなる確率に換算すると、1/4,800 以下に相当する。したがって、本方式の数値目標を、より低い 1/5,000 以下とすることで、既存技術と同

等以上の実用性があることを示す。

課題イ-4 キャリアネットワーク構成機器相互接続技術

本技術は、ネットワーク構成機器が、IPsec、IKE、DHCPv6、NEMO、SIP 等の仕様にどの程度適合し、機器同士の接続性がどの程度あるかを検証するための技術であるため、それ自身に速度的な目標を設定することは適当でないものの、対応する技術範囲において、以下の目標を設定する。

- ・ それぞれの技術に対応して RFC(Request For Comment、インターネットに関する技術の標準を定める団体である IETF が正式に発行する文書。標準化動向をまとめた RFC の通し番号は 100 の倍数になる慣例がある)に規定される個別の仕様のうち、must 又は should で規定される仕様について、相互接続上で必要とされる検査項目を精査し、検査対象とすること。

7. 期待される波及効果

1) 類似研究面に期待する波及効果

インターネット技術の標準化団体「IETF (Internet Engineering Task Force)」は、インターネット関連技術の国際的な意見を調整する場として、確固たる地位を築いている。IETF では NGN に関する直接の議論は行われていないが、NGN の基本プロトコルである SIP など、NGN で利用する技術は IETF で標準化されたものも多い。本研究開発でも、NGN で利用する SIP を改良する内容が含まれているため、両者の協調が必須となる。

ただし、IETF は、ETSI や ITU-T との根本的な性格の違いがある。具体的には、IETF はあくまでインターネットの概念に立脚した団体であり、分散処理によってユーザに自由を与え、緩やかなネットワーク像が基本にある。一方で、ETSI や ITU-T は、キャリアによる電話サービスの概念に立脚したネットワークがベースであり、ネットワークに豊富な機能を持たせる形を想定しており、両者の隔たりは小さくない。

現在、IETF の中核を占めるのは米国のベンダや通信事業者だが、米国の通信事業者やベンダは、市場で最も売れた製品が標準となっていくデファクト・スタンダードを重視している。本研究開発による実証的な成果をアピールできれば、IETF にも影響を及ぼすことが可能である。

なお、本研究開発に関連する研究としては、以下が挙げられる。

a. 新世代ネットワークアーキテクチャ

新世代ネットワークアーキテクチャは、バックボーンとして 100Tbps、ユーザ当たり数 Gbps の高速化を実現する、新世代の IP ネットワークを目指して研究開発が進められており、将来的には、フォトニックネットワーク技術やアーキテクチャの確立により、接続されるアプライアンスの膨大な数や多様性に対応できるネットワークアーキテクチャである。

b. 新世代モバイル

新世代モバイルは、2010 年頃に、低速な移動通信環境では 1Gbps 以上の、高速の移動通信環境でも 100Mbps 以上のブロードバンドモバイルネットワークを達成すると共に、固定ネットワークと統合したシームレスな接続環境を目指して研究開発が進められており、複数チャネルを利用しながらアプライアンスに最適なりソースを割り当てるなど、スケーラブルで多様なユビキタスアクセスネットワーク環境を実現する技術である。

c. 宇宙情報通信

宇宙情報通信は、2010 年頃に、現在地上系の固定通信や移動通信でサービスされている通信を、シームレスに衛星によっても可能とする技術や、10cm 精度の衛星測位システムの運用開始を目指して研究開発が進められており、高度な衛星通信放送や衛星測位観測などの技術により、地理的なデジタルデバイドや、緊急時において必要となる位置情報をはじめとした非常時通信手段を確保する技術である。

d . 未来型 ICT ネットワーク

未来型 ICT ネットワークは、2010 年頃に、100km 圏において量子暗号通信により原理的に盗聴不可能なネットワークの実現や、ナノ技術やバイオモデルをネットワークに活用した基礎技術の開発を目指して研究開発が進められており、現在の ICT の安全性を根本的に改善すると共に、超低消費電力や新たな ICT アルゴリズムにより、イノベーションを起こして将来型の新たなネットワークを構築する新技術である。

2) 実用化面に期待する波及効果

本研究開発による実証的な成果を活用することにより、NGN の実用化が一層加速される。

3) 標準化活動面に期待する波及効果

NGN に関する標準化については、これまでは ITU-T (NGN-GSI) よりも ETSI (TISPAN) にて議論が先行してきた。また、ETSI を追認する形で ITU-T で話し合いが行われてきたこともあり、欧州側に有効な条件が NGN に組み込まれる傾向にあった。例えば、欧州側は第 3 世代携帯電話のために行った投資をうまく活かすために、第 3 世代携帯電話のネットワークを発展させた IMS を NGN のアーキテクチャに採用したとも言われており、本研究開発による実証的な成果を活用することにより、こうした ETSI 優勢の流れを変えることに繋がる。

8. 研究開発スケジュール

本研究テーマの研究開発期間は、平成18年度から平成22年度までの5年間であり、スケジュールは概ね以下のとおりである。

平成20年度までに試作・開発を完成し、平成22年度までには実証実験を実施し、実用化へと進める。



国際標準化の進捗を見ながら
成果をタイムリーに標準として提案

