

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、必要な機能の連係動作確認のための統合実験を実施する。

（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）

（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: | 33 | 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、ネットワークトポロジ
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ブ
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。

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年度の研究成果は無い。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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

IKEv2 を規定している RFC(RFC4306、RFC4307、RFC4434、RFC4615、RFC4718)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 ロゴプログラムの検査仕様としての認定取得を目指しプログラムの追加を IPv6 Ready Logo プログラムに提案した。

(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

改定された IPv6 Core プロトコルを規定している RFC(RFC4443、RFC4861、RFC4862、RFC5095)および IPsec v3 に対応した MIPv6 を規定している RFC(RFC3775、RFC3776、RFC4877)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

IMS に関連する標準仕様書(TS24.229、TS33.203、RFC3261、RFC3264、RFC3265、RFC3329、RFC4566)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、実証実験を実施し、その結果をフィードバックした検査仕様を IPv6 普及高度化推進協議会に提案し、公開された。

(7) 研究開発イメージ図

研究開発のイメージを図 1 に示す。

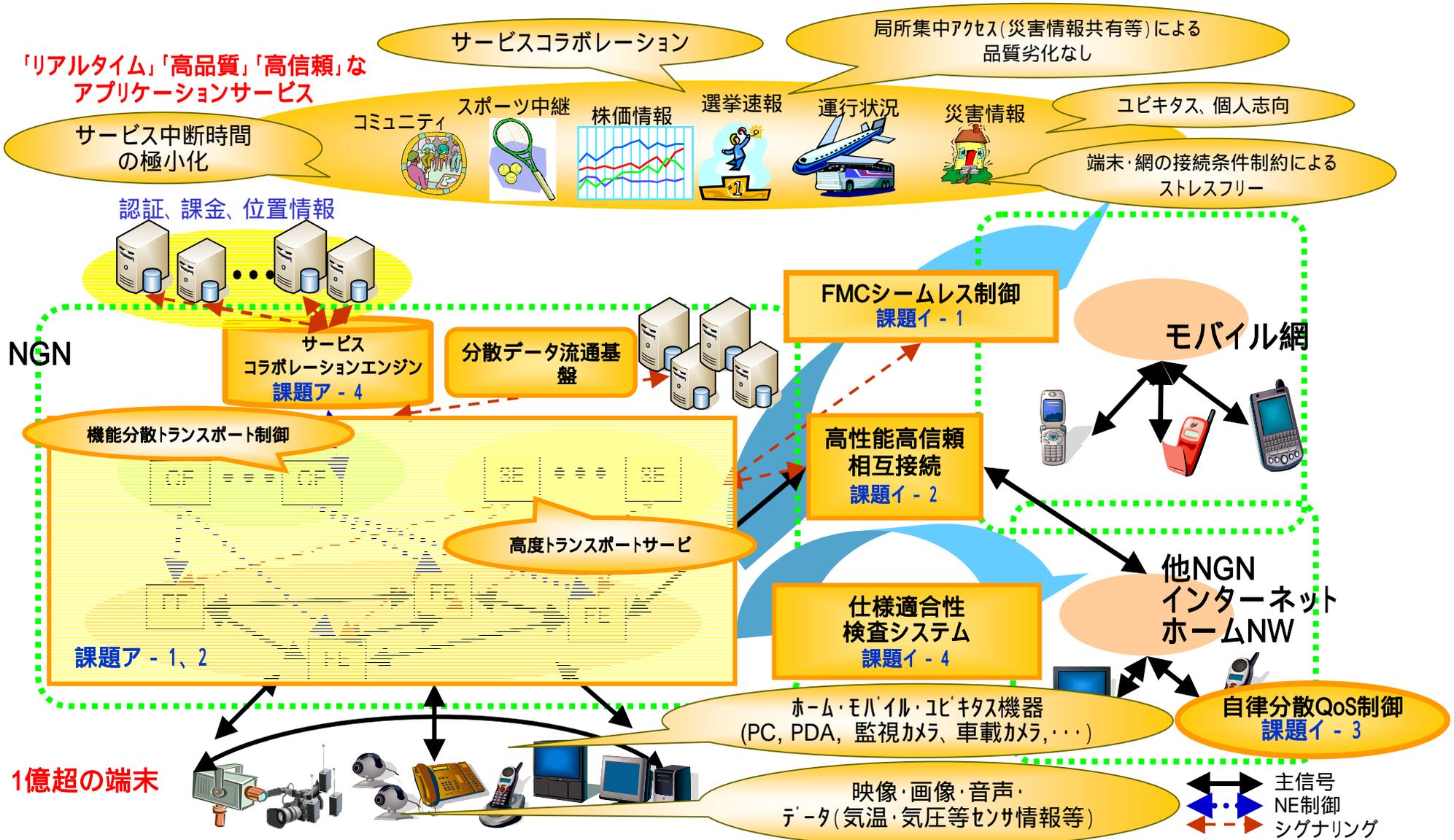


図1 研究開発のイメージ