

平成20年度 新規委託研究
「新世代ネットワークの構築に関する設計・評価手法の
研究開発」
研究計画書

1．研究開発課題

「新世代ネットワークの構築に関する設計・評価手法の研究開発」

2．研究開発の目的

近年の技術革新により、インターネットや携帯電話などの新たな情報通信サービスが急速に国民生活に浸透してきており、従来の固定電話にかわり重要な社会インフラとしての役割を担うようになってきた。

こうした情報通信サービスは、主に電気通信事業者が整備・運用・管理する情報通信ネットワーク等に支えられてきたが、昨今、国内外において主要な電気通信事業者がネットワークのIP化計画を公表するなどネットワーク構造が大きな変化をとげようとしている。

ネットワーク自体の性質として、大規模・複雑化する一方で、次々と多種多様な端末が開発されて、ユーザーの高度なニーズに応えるサービスやアプリケーションが提供されている。これまでも、将来に向けて重要な基盤技術や次世代ネットワーク（NGN）技術等の研究開発を行ってきた。しかしながら、これらの研究開発の積み重ねだけでは将来（10年～20年後）の社会がネットワークに持つ期待に答えきれないのではないかという懸念がある。これらの将来におけるネットワークへの社会的な期待はこれまでの調査研究でも議論が重ねられており、主に以下のような項目が示されている。

【新世代ネットワークへの主な期待】

（１）社会にとけこむネットワーク

- ・国民生活のあらゆる面がネットワーク利用に支えられる
- ・ユーザーに優しい対話型のサービスの充実
- ・アドレスや電話番号ではなく、名前や文章での情報アクセスの実現

（２）ネットワークを柔軟に利用できるスケーラビリティ

- ・様々なデータ形式に対応し、効率の良い伝送が可能なスケーラビリティ
- ・トラフィックが効率よく流れ、無駄が少なく環境に優しいネットワーク

（３）端末の概念の変化

- ・多様な端末が出現しても、自分の情報をネットワーク上に保管できることにより、複雑な初期設定や操作方法を覚えなくてよくなる
- ・ユビキタスアプライアンスが収集する様々な情報を自在に活用できる（アンビエント）
- ・テキストに加えて、3D画像・映像中心の情報伝達に移行

（４）社会インフラとしてのネットワーク

- ・ディペンダブル・ネットワークがあたり前になる（止まらないネットワークの実現）

- ・誰でも安心してネットワークを利用できる
- ・公平な利用の実現

(出典:「新世代ネットワーク実現に向けて」、ネットワークアーキテクチャに関する調査研究会(総務省)報告書より)

新世代ネットワークは、これらの社会や利用者が求めるウォンツ(将来的な利用ニーズ)の実現を図るためのものであるが、現在の議論の俎上にあがる顕在しているニーズの延長線上にこだわることなく、新たな通信ニーズを喚起創造するシーズであることも期待されている。

欧米において、次世代ネットワークの次の世代を見据えた研究開発が本格的に開始されているところであり、特に、従来のネットワーク技術とは異なる原理に基づくネットワークアーキテクチャの探索研究が行われているところから、我が国においてもこれらの研究開発に着手することが必要と考えられる。

このような状況の中で、将来あるべきネットワークの姿をクリーンスレート(Clean Slate, 白紙の状態)でネットワーク技術の原理から検討し、世界に先駆けた新世代ネットワークアーキテクチャの研究開発を実施し、さらに、標準化活動をリードすることは世界的な国際競争力を確保する上でも極めて重要である。また、来るべき新世代ネットワーク時代が直面するであろう、エネルギー問題や各種社会問題に応える新世代ネットワークが期待されており、これらについて技術的、社会学的側面から、研究開発を実施することは極めて重要である。

3. 研究開発期間及び予算

研究開発期間:平成20年度から平成21年度までの2年間。

予算: 平成20年度は、200百万円を上限とし、各個別課題において、課題ア、イ、ウは40百万円/件程度を、課題エは10百万/件程度を上限とする。

なお、平成21年度以降の予算については、対前年度比で6%減額した金額を上限として提案を行うこと。

また個別課題ごとの採用予定件数は、以下のとおりである。

課題ア: 1件

課題イ: 1件

課題ウ: 2件

課題エ: 4件

また、平成21年度以降の予算については、全体の進捗管理を行う情報通信研究機構プログラムコーディネーターからの助言に基づき、金額が変更とな

る（場合によってはゼロ円、すなわち研究停止となる）可能性もある。研究開発期間が2年であり、中間評価は行わないが、進捗報告の提出を必要とする。

4．個別研究開発課題

本研究開発課題は、新世代ネットワークの研究の実施にあたり、現在のネットワーク技術の常識的なしがらみに捕らわれずに、白紙から未来のあるべきネットワークを新たにデザインするような探索的な研究開発の実施を想定しており、以下の具体的な個別課題の設定を行うものとする。

<u>課題ア：新世代ネットワークアーキテクチャのコアとなる技術アイデアの検討およびその実装評価</u> <u>課題イ：新世代ネットワークアーキテクチャの新しいネットワーク評価手法の検討およびその実装</u> <u>課題ウ：ネットワークのエネルギー消費を低減させる新しい技術の研究開発およびその評価</u> <u>課題エ：社会的問題を解決するため新世代ネットワークを用いた新しい手法とその効果の評価法</u>

課題ア：新世代ネットワークアーキテクチャのコアとなる技術アイデアの検討およびその実装評価

本個別課題では、これまでのネットワーク技術に捉われることなく、新世代ネットワークアーキテクチャの基本コンセプトを検討し、そのコアとなる技術アイデアを研究、実装、評価する。具体的には、1. 基本コンセプトとそのコア技術を提示し、2. 新世代ネットワークアーキテクチャにつながるような新たな基盤技術について、具体的なモデル案（仕組み）の設計を行い、3. 具体的に設計された新たな基盤技術またはシミュレーション等の手法により有用性について検討を行う。

本個別課題の実施にあたって、現行、および次世代ネットワーク技術が抱える問題点、および本個別課題に着手することの左記問題点解決のうえでの重要性（モチベーション）を示すこと。想定している社会的要求（利用者ニーズ）、サービス、アプリケーション、環境等を提示すること。また、それらを実現するために必要なネットワークの性能も提示するとともに、該基盤技術により実現できると考えられる社会的な要求に応じた高性能性、高信頼性、経済性などについての将来予測を行うこと等により、有用性を示すこと。

また、基本コンセプトのモデルの1つとして、「新世代ネットワークアーキテクチャ

AKARI概念設計書」を参照されたい。

AKARI概念設計書「URL=<http://www2.nict.go.jp/w/w111/topics/20070430.html>」

・・・情報通信研究機構新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループが中心となり、設計原理、設計手法、新ネットワークアーキテクチャの基本構成、テストベッドに対する要求条件等を

検討してとりまとめた概念設計書

ただし、上記報告書では全ての基盤技術について網羅的に十分な検討が行われているわけではなく、それを補完できるアイデアから基盤技術等を検討対象とすることも本研究の対象となる。また「新世代のネットワークアーキテクチャAKARI概念設計書」とはまったく異なる斬新なアイデアに基づく研究開発を本研究の対象とすることも期待される。

註：有用性検討の際には、NICTで構築予定のテストベッドの利用が可能。利用条件等の詳細については、NICTに問い合わせ下さい。

課題イ：新世代ネットワークアーキテクチャの新しいネットワーク評価手法の検討およびその実装

ネットワークが社会の隅々まで浸透する新世代ネットワーク時代では、新しいネットワーク技術、サービス、利用法が出現すると予想され、これらを評価するための新しいネットワーク評価手法が必要となる。例えば、多様なサービスを使いこなすユーザーの視点からのネットワーク評価手法など、これまでの評価手法とは異なる手法の確立が必要となる。そこで本個別課題では、新世代ネットワークアーキテクチャの今後の研究開発を行う上で必要と考えられる、新たなネットワーク評価手法について、具体的な手法の検討を行い、それを実装する。具体的には、これまでの物理指標に基づくネットワーク評価だけでなく、将来的に有望なネットワーク技術の方向性や将来の利用者ニーズを考慮し、それらに必要な数値目標を示した上で、ネットワークを評価する新しい手法を提示すること。また示した評価手法を用いて既存のネットワークを評価できるよう実装すること。

註：有用性検討の際には、NICTで構築予定のテストベッドの利用が可能。利用条件等の詳細については、NICTに問い合わせ下さい。

課題ウ：ネットワークのエネルギー消費を低減させる新しい技術の研究開発およびその評価

来るべき新世代ネットワーク時代においては、現在よりはるかに大きなデータ量を扱うネットワークが期待され、電力消費量の爆発的な増加は避けられない。そのため、ネットワークのエネルギー消費を低減させる新しい技術が必要となる。ここでは、可能な限り広い視野、すなわちネットワーク全体でのエネルギー消費を減らす技術の研究開発が期待される。

新しい技術の方向性として、1.ネットワークの性能を犠牲にして大幅にエネルギー消費を減らす方向と、2.エネルギー消費は一定としつつもさらに高いネットワーク性能を達成する技術等が考えられ、いずれの方向性によっても可能とするが、エネルギー削減比等の提案技術の効果を明確に評価すること。

課題Ⅰ：社会的問題を解決するため新世代ネットワークを用いた新しい手法とその効果の評価法

来るべき新世代ネットワーク時代においては、社会的にさまざまな問題が懸念される(たとえば、少子高齢化問題、食糧問題、格差問題、地球温暖化問題、エネルギー問題等を含んだ各種経済的問題等)。新世代ネットワークはこれらの問題の解決に資するネットワークでなければならないと考えられる。

そこで本個別課題では、これらの問題を受託者が定義し、新世代ネットワークを用いた問題解決のための新しい手法を検討する。さらに具体的にその効果を評価するための指標を定義し、提案手法を評価する。

5．研究開発課題選定の背景、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、標準化の動向

(1) わが国の新世代ネットワークアーキテクチャの研究動向

ネットワークアーキテクチャに関する調査研究会

総務省が設けたネットワークアーキテクチャに関する調査研究会が新世代ネットワーク実現に関して、新世代ネットワークのコンセプト、技術的な課題および推進方策等の検討を行い、平成19年7月に「新世代ネットワーク実現に向けて」と題する報告書をまとめた。

http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070808_4_bt3.pdf

新世代ネットワークアーキテクチャ AKARIプロジェクト

情報通信研究機構新世代ネットワーク研究センターネットワークアーキテクチャグループが中心となり、2006年5月から11月の間にのべ16回の会議での議論をもとにして、設計原理、設計手法、新アーキテクチャの基本構成、テストベッドに対する要求条件等からなる「新

世代のネットワークアーキテクチャの概念設計書」をとりまとめた。

<http://www2.nict.go.jp/w/w111/topics/20070430.html>

(2) 海外における次世代のネットワークアーキテクチャの研究

最新の欧米における次の世代のネットワークアーキテクチャに関する研究開発の状況は以下のとおり。これらの研究の中には、着手時点で成果が明確に見えているわけではないが、従来のネットワーク技術に捉われずに白紙から新たな原理の探索するネットワークアーキテクチャの研究開発の方法には着目すべきものがある。

米国

プログラム	研究開発テーマの概要
FIND (Future InterNet Design) : NSF(全米科学財団)	将来のインターネットにおけるアーキテクチャの確立を目指している。包括的なネットワーク設計研究にフォーカスしている。FINDの個別プロジェクトが後述のGENIファシリティを利用することにより、互いに相乗効果が期待されている。FINDは全体として統一的なネットワークアーキテクチャの確立を目指すプログラムではなく、比較的な小規模な多数のプロジェクトにより構成されるプログラムである。
Special Projects in Networking Program : NSF	・ネットワークにおける新しい技術を発見するだけでなく、特にサービスとアプリケーションにおける既存の技術を探ることを目標としたプログラム。最終的には、システムデモンストレーションと厳密な実験を繰り返し、ネットワークにおける新たなコンセプトを創出する。 ・具体的プロジェクト例：「新世代光ネットワークのためのネットワークリサーチ・テストベッド」 ・光スイッチ技術の持つ、どんなプロトコル/フォーマットの信号でも収納できる、ごくわずかな待ち時間でデータの転送を可能にする、ネットワークもしくはパケットの同期性を必要としない、サーキットスイッチとパケットスイッチの両方を相互利用できる、ネットワークの障害を自動的に発見・修復する、といった優位性を活用した研究を行う。
GENIイニシアチブ	1) 新たなコアとなる機能の創造 ・データやパケット、回線制御の現在のパラダイムを越え、新たな命名規則やアドレス、全体的な識別アーキテクチャ、新たなネットワーク管理のパラダイムを設計する。 2) 新たなアーキテクチャの開発・有効性 ・一般的に利用可能なデバイスで利用できる未来の技術（例えば新たな無線技術や光学テクノロジーなど）を見据えて、新たなコンピューティング・パラダイムを取り入れたアーキテクチャを設計する 3) より高水準かつ抽象的なサービスの構築 ・情報や場所に特有なサービス、識別フレームワークを使用する 4) 新たなネットワークアーキテクチャ論の研究 ・ネットワークの複雑さやスケーラビリティ、経済的インセンティブを調査し、開発に結びつける。

欧州

欧州はEU全体で1つの枠組みで行っている研究開発があり、2002年～2006年は第6次のフレームワーク・プログラムを実施している。2007年からは第7次のフレームワーク・プログラムがスタートする。

プログラム	研究開発テーマの概要
FP 6	1) ブロードバンドにおけるヨーロッパのリーダーシップのための次世代光ネットワーク ・ コアとなるネットワークアーキテクチャの内容を定めるため、まとめられた複合的なネットワークにおいて、パケットスイッチングとサーキットスイッチングの両方を供給し、同時に固定サービスとモバイルサービスをサポートする。 ・ GMPLSネットワークに焦点をあてつつ、End-to-Endのブロードバンドサービスを提供するためにはどのようなソリューションが必要かを見定め、開発する。 2) ヨーロッパのブロードバンドにおける次世代光ネットワーク ・ マルチレイヤーネットワーク、ドメインネットワーク、サービスネットワークにおいて、効率的なトラフィックス/ネットワーク技術等を研究する。
FP 7	FP7の情報通信技術のプログラムは以下のとおりである。 1) 柱となるICT技術 ・ ナノエレクトロニクス・フォトニクス・統合マイクロ/ナノシステム (MEMS) ・ ユビキタスで無限容量の通信ネットワーク ・ 一体型システム・コンピュータと制御 ・ ソフトウェア・グリッドコンピュータ・安全と信頼性 ・ 知識・認知・学習システム ・ シミュレーション・視覚化・相互作用・混合リアリティー 2) FET (将来の新技术の研究) FETはICT分野における前衛的かつ領域横断的な研究および研究グループをサポートするユニットである。 次世代通信ネットワーク分野のFETのこれまでの成果の1つがSAC (Situating and Autonomic Communication、状況適応自律型通信)。SACの基本的アイデアは以下。 ・ 状況通信 周囲の環境状況を自動的に認識し、状況変化に対しローカルに対応するような通信方式。センサーネットワークからバーチャル通信まで幅広く視野に入れ、技術だけでなく社会的な必要性 (プライバシーなど)、経済性も考慮。 ・ 自律通信

	ネットワークエレメントが自律的に制御され、望ましい行動を学習する。自己組織化、自己管理、自己進化、自己修復、自己防御、自己設定など。高度に分散されており、技術インディペンデントである。 ・分野融合的アプローチ ソフトウェア、ハードウェア、無線技術、設計技法、制御理論、分散システム、複雑系理論、ゲーム理論、社会学など幅広い分野が融合されたアプローチ。
--	--

参考： http://www2.nict.go.jp/p/p461/report/0611_NGN-kentoukai.pdf

(3) ネットワークのエネルギー消費を低減させる技術の研究動向

総務省が設けた環境負荷低減に資するICTシステムおよびネットワークの調査研究会が、ICTが地球環境に与える影響や環境影響評価、環境負荷低減効果をより高めるための方策等からなる「環境負荷低減に資するICTシステム及びネットワークの調査研究会報告書」を平成19年3月にまとめた。

<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/field/sonohoka07.html>

(4) 社会的問題を解決するためのネットワークに関する研究動向

総務省が設けたネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会が、高齢化・医療介護問題等の様々な社会的問題への対応にも資するユビキタスネットワークとロボットを結ぶネットワーク技術の研究開発に関し、開発動向、将来イメージ、実現による社会経済的効果等からなる「日本発 新IT「ネットワーク・ロボット」の実現に向けて」を平成15年7月にまとめた。

http://www.soumu.go.jp/s-news/2003/pdf/030724_1_01.pdf

(5) 既存研究との類似性など

本公募で期待する研究開発課題は、従来のネットワーク技術とはまったく異なるアイデアに基づく斬新な研究開発課題の提案を期待している。従って、既存との研究開発との類似性のない研究開発が実施されることが目標として取り組まれることになる。

6 . 研究開発の到達目標

課題ア：新世代ネットワークアーキテクチャのコアとなる技術アイデアの検討およびその実装評価

- ・ 現行、および次世代ネットワーク技術などにおける問題点が整理されること。

- ・整理された問題点への対応方針が示されるとともに、新世代ネットワークアーキテクチャの基本コンセプトのコアとなる斬新な技術アイデアについて、対応方針における重要性が分析されること。
- ・新世代ネットワークアーキテクチャの設計原理等が明確化され、基本コンセプトが明示されること。
- ・検討した基本コンセプトと、新たな基盤技術との関連性が明確にされること。
- ・技術領域や対象技術範囲が明らかにされること（ネットワーク全体の機能の中の、どの機能に該当する技術であるかが示されること）。
- ・社会的な要求に応じた高性能性、高信頼性、経済性などの目標予測について科学的な検討が実施され、その結果が付されること。また、新たな基盤技術により実現可能な将来のサービス、アプリケーションの展望が可能な限り示されること。

課題イ：新世代ネットワークアーキテクチャの新しいネットワーク評価手法の検討およびその実装

- ・新たなネットワーク評価手法等の具体的な設計が実施されること。
- ・評価手法において重要視した社会的要求（利用者ニーズ）を満たすために必要な数値達成目標が示されること。また、将来的に有望なネットワーク技術の方向性が評価手法により明確に示されること。

課題ウ：ネットワークのエネルギー消費を低減させる新しい技術の研究開発およびその評価

- ・できる限り広い視点に立って、ネットワークのエネルギー消費を低減させる技術が開発されること。
- ・提案時にあらかじめエネルギー消費の低減目標を数値化し百分率で提示すること。
- ・エネルギーを低減させる新たな技術開発が実施されること。
- ・開発するエネルギー低減技術の方向性を明確化すること。
- ・開発した技術の定量的評価を実施すること。

課題エ：社会的問題を解決するため新世代ネットワークを用いた新しい手法とその効果の評価法

- ・来るべき新世代ネットワーク時代に起こる社会的問題を明確に定義すること。

- ・ 定義した問題を解決するための手法を提示すること。
- ・ 問題解決のために必要な新世代ネットワークへの要求条件を明確化すること。
- ・ 手法の効果を評価するための指標を定義し、その定義に基づいて、手法を評価すること。

なおこれらの研究開発は、NICTのネットワークアーキテクチャグループおよびプログラムコーディネーターと密に連携を図りながら進めること。

7．期待される効果

これまでのネットワーク研究にはない斬新なアイデアに裏付けられた研究開発に取り組み、今後の新世代ネットワークアーキテクチャにつながる新たな基盤技術または新たなネットワーク評価手法の研究開発を行うことにより、新世代ネットワークアーキテクチャに必要な研究メニューを多様化することができる。またネットワーク全体のエネルギー消費の低減や、各種社会的問題の解決に資する新世代ネットワーク技術を開発することにより、以下の2つの観点から関連分野の研究開発の促進を図ることが出来る。

(1) 基盤技術開発へのインセンティブ付与

基盤技術のモデル案または新たな評価手法が明確化されることにより、ネットワークアーキテクチャの概要が明らかになってくる。これにより、提供可能となるサービス、アプリケーションも想定されてくるため、基盤技術の目標も具体的に設定可能となり、当該基盤技術に対する研究モチベーションが高められる。また、概要が明らかになったネットワークアーキテクチャ実現に必要な、他の基盤技術のアイデアの創出も促進される。

(2) 先行的なアイデア・技術に基づく国際競争力の確保

海外の研究には見られない日本独自のアイデア・技術の発信により、斬新なネットワークアーキテクチャの研究開発に対する国際的な取組を更に促進し、埋もれている斬新な基本コンセプトや基盤技術のアイデアを発掘することができる。また、先行的なアイデア・技術を獲得することにより、国際的な研究開発競争や協力においても、日本が主導的な役割を果たすことが期待される。

8．研究開発スケジュール

本研究開発課題の研究開発期間は、平成20年度から平成21年度までの2年間であり、スケジュールは概ね以下のとおりである。

個別課題	20年度	21年度
課題ア： 新世代ネットワークアーキテクチャのコアとなる技術アイデアの検討およびその実装評価	基本コンセプトの提示、 予備設計	詳細設計および実装評価
課題イ： 新世代ネットワークアーキテクチャの新しいネットワーク評価手法の検討およびその実装	評価手法の基本コンセプトの提示、予備設計	詳細設計および実装評価
課題ウ： ネットワークのエネルギー消費を低減させる新しい技術の研究開発およびその評価	方向性および評価指標の提示、予備設計	詳細設計および評価
課題エ： 社会的問題を解決するため新世代ネットワークを用いた新しい手法とその効果の評価法	問題の定義および解決手法の提案	評価指標の定義と手法の評価

以上