

平成18年度 新規委託研究
「アクセス技術の研究開発」

研究計画書



1. 研究テーマ

「アクセス技術の研究開発」

2. 研究開発の目的

今後、ユビキタス社会を実現するため、超高精細映像など大容量データを高品質に、同時に複数地点間で双方向にやり取りできるインフラストラクチャーの構築が必須である。現在、このインフラストラクチャーを支えるバックボーン(MAN-WANなどの広域系)のノード間リンクはほぼ光化されてきている。LANなどのアクセス系も次第に光化されつつあるものの、LANは電気系が主流であり、光化による高速大容量化、また光化を前提としたバックボーンとの一体化などを行なう必要がある。

このため、u-Japan構想を踏まえた『21世紀ネットワーク基盤技術の研究開発戦略「ICTの新パラダイムを創生」』(総務省 21世紀ネットワーク基盤技術研究推進会議平成17年7月)では、21世紀ネットワーク基盤技術の研究開発課題として、アクセス・バックボーンを一体化する技術、イーサネットをベースとした超高速光LANや光NICの開発、さらにリンクアグリゲーション技術や光バースト伝送技術の高度化などが挙げられている。

本研究開発では、ユビキタス社会のインフラストラクチャーとして、複数のユーザ間で双方向に高速大容量通信が可能なテラビットクラスのLAN環境の実現を目標とする。従来の構成の延長ではない新たなコンセプトに基づき、光LANとバックボーン(広域系)を接続するアクセス系を開発し、ユビキタス社会の基本インフラストラクチャー構築に資することを目的とする。

加えて、本研究開発では、キャリア・ベンダー・大学などの産学連携での推進を想定し、研究開発の初期段階から戦略的に新たなコンセプトと実証された技術に基づく、Post Ethernet ステージでの国際標準技術を獲得することを目的とする。

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420百万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、提案を行う前提として、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。

4. 研究開発課題

本研究開発では、波長多重方式とフレーム多重方式の2方式を対象として、LANを広域系にシームレスに收容するアクセス技術を開発する。特に、超ジャンボフレームを波長ベースで処理するアクセス技術や100Gbpsを超えるフレーム伝送技術など、新しいコンセプトに基づく研究開発を行なう。10Gbpsクラスのパスを最大10パス程度利用可能で10地点以上と同時に双方向高速大容量通信が可能なテラビットクラスのLAN環境を確立する。

なお、実施に当たっては、本研究テーマと不可分の関係にある研究テーマ「ユーティリティ技術の研究開発」と連携し、最終的に統合した実証実験を実施する。また、研究開発の成果に基づき、国際標準技術を獲得するため、超ジャンボフレームなどによりLAN系を広域系に收容する技術、またポスターのLANインタフェース技術等のITU-T、IEEE、IETFなどへの標準化提案を視野に入れた活動を戦略的に推進する。

以下に課題及び図1に研究開発の概要を示す。

課題ア：波長多重シームレスアクセス技術
課題イ：フレーム多重超高速アクセス技術

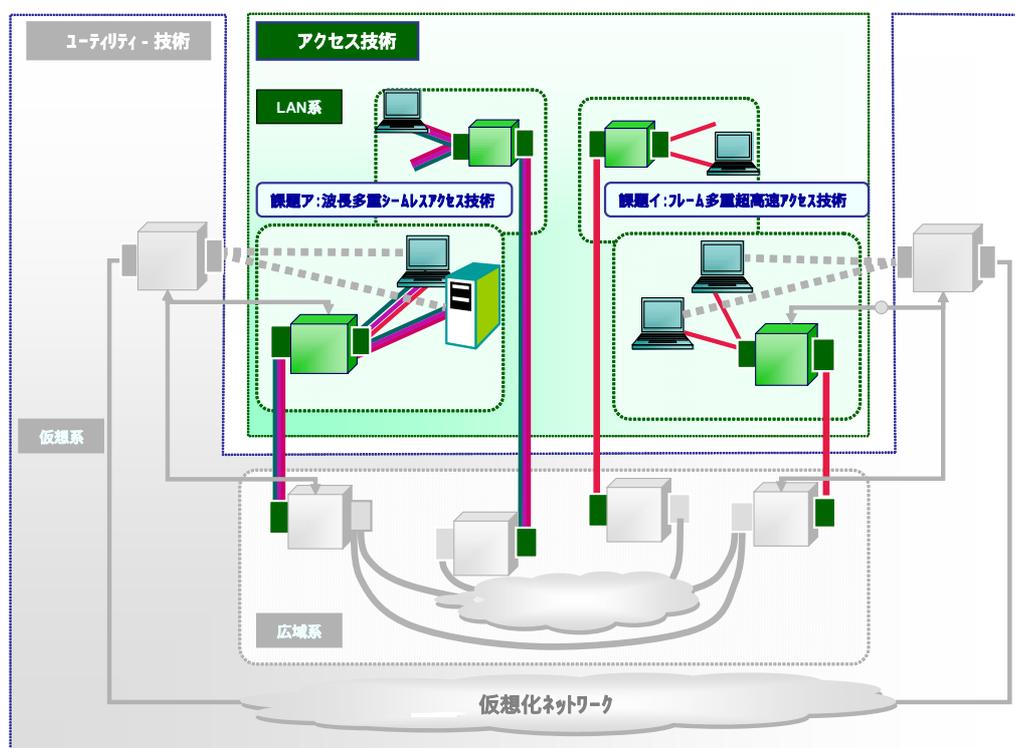


図1 研究課題の概要（なお「ユーティリティ技術の研究開発」も参考として記載）

課題ア：波長多重シームレスアクセス技術

本課題では、以下の3つの技術を開発する。

(1) 多波長並列高速伝送技術

マルチギガビットのストリーミングデータを処理するために、1波長を1レーンとして、かつユーザあたりのレーン数を動的に制御する機能を開発する。

(2) 超高速MAC技術

メガバイトクラスの超ジャンボフレーム処理のためのメガバイトクラスのバッファリングやMAC処理の開発を行なう。

(3) アクセスプロトコル技術

LAN間を(広域系^注を介し)波長ベースでユーザ側からシームレスに接続するための波長/波長群の動的設定、任意のリンクを束ねるシグナリングを開発する。

注：「ユーティリティ技術の研究開発」で想定される広域系とする。課題イも同様とする。

課題イ：フレーム多重超高速アクセス技術

本課題では、以下の4つの技術を開発する。

(1) 超高速フレームアグリゲーション技術

10GbpsクラスのLAN上のユーザを収容するため、10GbpsクラスのLAN信号を、QoS制御された100Gbpsクラス信号へアグリゲーションする技術を開発する。

(2) 超高速物理層制御技術

アグリゲーションされた100Gbpsクラス信号を伝送するための物理層制御技術(フレーミング、スキュー補正及び符号誤り訂正)の開発を行なう。

(3) 超高速フレーム処理技術

物理層制御技術により処理された信号の広域系伝送を実現する1波長あたり100Gbpsクラスの伝送方式及び送受信機技術を開発する。

(4) 広域系-LANシームレスプロトコル技術

LANと広域系を接続するためのフレームベースのプロトコル技術の開発を行なう。

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、標準化動向

1) 研究開発テーマを取りまく現状

u - J a p a n 構想を踏まえた『21 世紀ネットワーク基盤技術の研究開発戦略「ICT の新パラダイムを創生」』(21 世紀ネットワーク基盤技術研究推進会議 報告書、平成 17 年 7 月)では、基盤性に着目した「ユビキタス」の理念として、「ネットワークの制約からの解放」- 個別のネットワークが互いにシームレスに接続され、誰もが利用したいときに利用したいだけの性能を享受できる 「端末の制約からの解放」- 身の回りのあらゆるものがネットワークに接続し、情報をやり取りできる 「サービスやコンテンツの制約からの開放」- オープンな仕様のもとでシームレスな接続が前提、などが挙げられている。また同報告書では、21 世紀ネットワーク基盤技術の研究開発課題として、アクセス・バックボーンを一体化する技術や、イーサネットをベースとした超高速光 LAN や光 NIC の開発、リンクアグリゲーション技術や光パースト伝送技術の高度化などが挙げられている。

さらに同報告書では、今後我国が世界最先端のネットワーク基盤を構築していくためには、光技術をコアとした「フォトニックネットワーク技術」などに関する短期から長期にわたる研究開発課題のうち、リスクが大きいものや民間・大学のみでは実施が困難なもの等については、国が中心となり、産官学の研究能力を活用して総合的かつ計画的に研究開発を推進していく必要がある、としている。

一方、諸外国での国主導の研究開発として、米国では DARPA (Defense Advanced Research Project Agency) の DOD-N (Data in the Optical Domain Network)、欧州では IST (Information Society Technology) が行われているが、両者とも、産官学連携での研究開発の推進を大きな特徴としている。

2) 研究開発の必要性

本研究開発は、先に述べた『21 世紀ネットワーク基盤技術の研究開発戦略「ICT の新パラダイムを創生」』などを受け、21 世紀ネットワーク基盤技術の研究開発を行なうものである。また、産官学の研究能力を活用して総合的かつ計画的に研究開発を推進していくことを念頭におくものであり、政策実現に直接的に資する研究開発として、国が先行して実施する必要性がある。

さらに、本研究開発は、ユビキタスネット社会において我が国の国際競争力を維持するために、グローバルな視点からの技術革新を目指す、より具体的には、成果の国際標準化を目的とするものであり、国が率先して戦略的に研究開発を実施する必要がある。

3) 他で実施されている類似研究との切り分け

情報通信研究機構では委託研究として、トータル光通信技術の研究開発(平成8年度~平成17年度)、フォトリックネットワークに関する光アクセス網高速広帯域通信技術の研究開発(平成12年度~平成17年度)、及びテラビット級スーパーネットワークの研究開発(平成14年度~平成17年度)などが実施されてきた。

本研究開発はこれらの研究開発の次フェーズの研究開発と位置づけるとともに、従来の委託研究が主にバックボーン系(基幹系)に係わる研究開発であるのに対し、「アクセス・バックボーンを一体化する」視点に立ち、新しいコンセプトに基づく研究開発を目指している。すなわち：

- 超ジャンボフレームを波長ベースで処理するアクセス技術や100Gbpsを超えるフレーム伝送技術など、新しいコンセプトに基づくアクセス系の研究開発を行い、アクセス系からバックボーン系との一体化を目指す研究開発である。
- 10ギガビットイーサ(10GbE)技術を超える100ギガクラスのアクセス系の研究開発であり、また、ユーティリティとの連携(バックボーン系との連携)によって、未だ技術が確立されていないテラビットクラスのLAN空間を実現する先端的な研究開発である。
- また、本研究開発は、新たなプロトコル開発を含むアクセス系フォトリックネットワークの世界標準技術の獲得を目指し、研究開発の初期段階から国際標準化を大きな目標の一つとした研究開発である。

4) 標準化の動向

光を用いる代表的なネットワークとして、ギガビットイーサ(GbE)や10ギガビットイーサ(10GbE)が、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.3委員会で標準化されている。100Gビットイーサの標準化の動きもあり、これから本格化する兆しがある。

イーサネットのフレーム長は、ペイロード長最大1500バイト、ヘッダを含めて最大2000バイトと同委員会で規定されている。しかしGbEの普及に伴いオーバーヘッドによる伝送効率の低下が目立つようになったため、ペイロード長1500バイトを超えるジャンボフレーム(超ジャンボフレーム)がオプションとして用意された。

ルータのヘッダ処理による遅延を防ぐために、IETF (Internet Engineering Task Force)ではMPLS (Multi-Protocol Label Switching)が標準化された。さらに、MPLSを光波長パスなどに拡張したプロトコル、GMPLS (Generalized MPLS)がITU-T (International Telecommunication Union -Telecommunication Standardization Sector)やIETFなどで議論されている。

しかし、(本テーマが対象とする)光電変換無しで光のまま処理するフォトリックネットワークを想定したアクセス系は技術的に確立されていないため、現在は、本テ

マが対象とするアクセス系の標準化はなされていない。

6. 研究開発の到達目標

研究開発の到達目標を以下とする。

全体目標

- 1) 10Gbps のユーザ光パスを、ユーザあたり最大 10 程度割り当てが可能で、10 拠点以上と同時に双方向高速大容量通信が可能なテラビットクラスの LAN 環境を実現すること
- 2) 「ユーティリティ技術」と連携した研究を実施するため、以下を実施すること
 - ・初年度に「ユーティリティ技術の研究開発」の開発対象とのインタフェース条件書を作成すること
 - ・最終年度にユーティリティ技術と統合した実証実験を実施し、各課題及び各項目の成果を実証実験を通して確認するとともに、テラビットクラスの LAN 環境が実現されていることを実証すること
- 3) 標準化について、以下を実施すること
 - ・初年度に、想定される標準化対象技術の特定を含む標準化計画書を作成し、ITU-T、IEEE、IETF 等への標準化提案を視野に入れた活動を戦略的に推進すること
 - ・研究開発期間内に標準化の提案を行なうこと

個別課題目標

課題ア：波長多重シームレスアクセス技術

- 1) 超ジャンボフレームのフレーム長は M バイトクラスとすること
- 2) マルチギガビットのストリーミングデータを波長ベースで 10 拠点以上と同時に双方向伝送が可能であること
- 3) 特に、動的にレーン数を制御する技術に関しては、複数レーン運用監視・シグナリング技術、多波長パースト送受信技術などの要素技術を統合させることにより、上記 2) の目標を達成すること
- 4) 広域系への接続制御技術 (MAC 技術、プロトコル技術など) を実装すること

課題イ：フレーム多重超高速アクセス技術

- 1) 1 波長あたり 100Gbps クラスのシリアル伝送で広域系に接続できること
- 2) フレームベースで 10 拠点以上と同時に双方向伝送が可能であること
- 3) 広域系への接続制御技術 (プロトコル技術など) を実装すること

7. 期待される波及効果

1) 類似研究開発面に期待する波及効果

アクセス系は端末系と広域系を結びつける技術であり、本研究開発と対を成す広域系の研究開発である「ユーティリティ技術」との連携により、広域系の研究開発の進展を加速する波及効果が期待できる。また、テラビットクラスの LAN 環境の実現は、対応するサーバ技術を含む端末系技術や新たな映像サービス技術など研究開発などへの波及効果が期待できる。

さらに、本研究開発は従来の情報通信研究機構の一連の研究開発の次フェーズの研究開発とも位置づけられ、我が国の長期的な研究開発を支えることによる波及効果が期待できる。

2) 実用化面に期待する波及効果

本研究開発の対象は超精細映像系を活用するハイエンドユーザを想定した、本研究開発により、ハイエンドユーザの需要が先行的に開拓され、新規サービスが創出されるものと期待される。これによりネットワークとサービスの好循環を生み出し、先行市場に続き、低コスト化などにより、高速大容量通信が可能なテラビットクラスの LAN の一般ユーザへの実用化・普及が進むものと期待される。

3) 標準化活動面に期待する波及効果

実装レベルでのプロトタイプ製作、実証実験の結果などの実証に基づく組織的かつ戦略的な標準化活動により、日本発の国際標準技術として確立されることが期待される。

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 年度にプロトタイプを完成し、平成 22 年度には ユーティリティ技術と統合した実証実験を実施する。

| | 18 年度 | 19 年度 | 20 年度 | 21 年度 | 22 年度 |
|-----------------------------|-------|-----------|-------------|-----------|----------------|
| | | 中間評価 ▼ | プロトタイプ ▼ | 中間評価 ▼ | |
| 課題ア： 波長多重シームレス アクセス技術 | → | | | | 統合 実証 実験 |
| 課題イ： フレーム多重超高速 アクセス技術 | → | | | | |