

課題の概要

- 提案構想名 「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」
- 総括責任者名 「吉川 弘之」
- 提案機関名 「独立行政法人産業技術総合研究所」
- 協働機関名 「日本電信電話(株)、(株)富士通研究所、古河電気工業(株)、(株)トリマティス」

機関の現状
<p>提案機関は、国内最大の公的な産業技術研究機関であり、光基盤材料・デバイス技術、超高速光信号処理技術、グリッド・コンピューティング技術において世界をリードする研究機関として、これらを融合する本拠点提案の十分なポテンシャルを有する。さらに、産学官連携制度等による研究員等（ポスドク、企業や大学、海外）約 5300 人（年度延べ数）を受け入れており、人材育成の高い実績を持つ。</p> <p>協働機関の日本電信電話(株)は国内最大の通信キャリアであると同時に研究開発では光ルータのプロトタイプを最初に開発するなど世界トップである。(株)富士通研究所は、世界有数の光通信機器メーカーである富士通株式会社の研究機関であり、数多くの最先端光デバイスの開発実績を有している。古河電気工業(株)は国内最大の光ファイバ・光通信サブシステムメーカーであり光ファイバでは世界第 2 位のシェアを持つ。また、米国ベル研究所の一部を買収するなど、関連する技術レベルでも世界トップクラスを誇る。トリマティス社は、光高速制御技術により光ファイバ増幅器では世界最高応答速度を達成している。本提案拠点のように世界トップクラスの研究機関とベンチャー企業による伝送路、光スイッチ、アプリケーションまでの垂直連携拠点を構成する例は欧米には類を見ず先進的である。</p>

拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発
<p>持続的発展可能な社会に必要な、地球環境負荷低減・省エネルギー化のためには、今後激増する高精細映像などの巨大容量の情報を扱うネットワークにおいて、伝送容量あたりの消費電力を、現状技術と比較して 3-4 桁低減しなければならない。そのためには、従来の延長ではなく、デバイス基盤技術領域と、ネットワーク・アプリケーション・インターフェース技術領域の垂直融合による新しい取り組みが不可欠である。本提案では、全く新しいダイナミック光パス・ネットワークを提案し、抜本的技術革新の創出を狙って最も重要な 3 つの要素技術に取り組み垂直連携を展開する。すなわち、①ネットワーク利用技術であるネットワーク・アプリケーション・インターフェース技術、②ネットワーク伝送路を最適に制御する光パス・コンディショニング技術、③大規模光パス切替に必要な基盤技術となるシリコンフォトニクス・プラットフォーム技術の要素技術に取り組み、新しいネットワーク・アーキテクチャの提案・検討を行う。このような垂直融合は、従来なされなかった試みである。運営では、有識者によるスタディ・グループを設置し、国内外の関連する研究拠点との交流や全体の方向付けを行い、情報通信におけるエネルギー問題を議論することなどで、大きなイノベーションへ結びつける。</p>

拠点化構想
<p>・システム改革の内容</p> <p>要素技術ごとの研究・産業活動を活性化しつつ垂直融合を戦略的に進めるため、これらを横断するイノベーション・ハブを設置しマトリックス的な組織体制を構築する。</p> <p>①企業が参加しやすい、不実施補償を要求しない知財の取扱いと、秘密保持契約により、企業機密が保持できる拠点の運営を行う。②提案機関の人材受け入れ・活用の制度を活用して、多様な人材の確保を行う。③既存の制度で、人材の流動化の制度を活用する。</p>

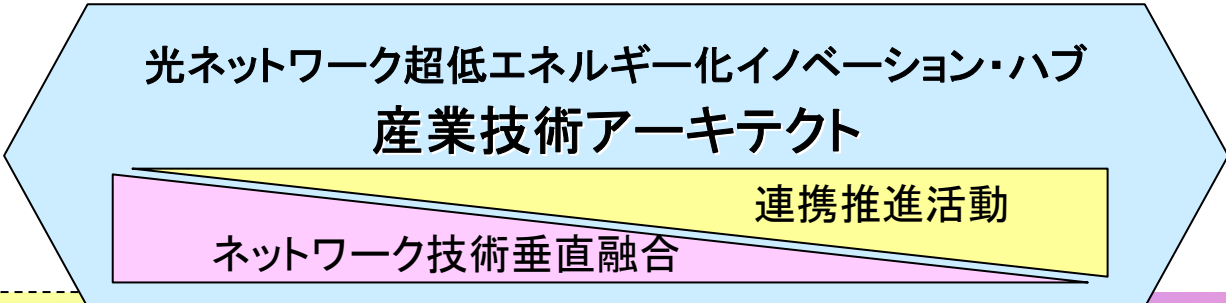
- ・企業との協働体制
 - ①企業における研究活動、研究員の拠点への派遣などの人件費のコミットメント、ならびに研究消耗品、設備などのコミットを得る。
 - ②研究者は、提案機関・協働機関の研究者に加えて、振興調整費による内外からの有力研究者の招聘、ポスドクの採用、大学からの実習生の受け入れなどで確保する。
 - ③協働体制は、各機関の長を中心とする運営委員会、研究実施の責任者からなる実行委員会を設置して運営する。
 - ④研究成果は、企業機密に属さない部分は共有・公開して研究を活性化させ、この分野の研究の発展を図る。また、実用化研究に繋がられるものは、早期の実用化を目指す。
- ・人材育成

若手研究者が中核研究者と組み、垂直融合の体制で研究をすることでアプリケーション・システムからデバイス・材料まで一貫して見ることの出来る幅広い目を持った人材を育成する。また、提案機関では、多様なキャリアパスの確立、研究員の採用、企業、大学への送りだしなどについて各種施策を行っている。平成 20 年度より、特にポスドクを対象とした教育事業（産総研イノベーションスクール(仮称)）を開始予定である。これらも活用して、フィールド実証に向けたプロジェクト管理などを通じ技術経営力のある人材を含む、世界に通用する研究者の育成を行う。
- ・他の機関への波及効果

新しいネットワーク技術創出のためのレイヤー間連携という点では従来の研究開発では見られないことから、レイヤー毎に分化した既存研究プロジェクトとの相乗効果も期待できる。さらに、革新的な事例として議論に資することで、波及効果が期待される。

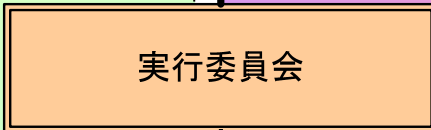
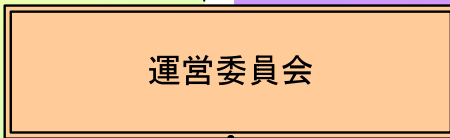
ミッションステートメントの概要
<p>拠点化構想の実現に当たっての、具体的な達成目標は以下の通り。</p> <p><u>絞り込み期間終了時（3年目）</u></p> <p>①最大 100Gbps 程度の大容量映像の数千万ユーザへの配信を想定したスケーラブルなネットワーク・アプリケーション・インターフェースと、ネットワークおよびストレージ資源管理方式を設計する。②広帯域ダイナミック光パス・コンディショナの原理実証。③極低エネルギー化を目指した、シリコンフォトニクスによる、光スイッチ等の光機能デバイスのプロトタイプ実現及びネットワーク機器の小型化に資する小型光スイッチ・変調素子の実現。④センター・ツー・エンド並びにエンド・ツー・エンドの映像伝送サービスを効率的に実現するダイナミック光パス・ネットワーク・アーキテクチャーの提案。</p> <p><u>中間時（7年目）</u></p> <p>①3年目までの設計に基づき、数千万ユーザに最大 100Gbps 程度の様々なアクセス頻度、ビットレート、長さの映像を配信することを想定した、広域ストレージシステムのソフトウェアを開発する。②ダイナミック光パス・コンディショニング自律制御技術として、高速群速度分散モニタおよび高速フィードバック回路を開発する。③シリコン細線光導波路を用いた、小型大規模集積化スイッチの実現、ならびに、シリコン細線導波路への異種材料の集積も利用したスイッチ・変調器など、機器の小型化省電力化に繋がる技術の確立。④100 Gbps 級の広帯域ストリーム信号を 3000 万ユーザが利用可能な大規模ネットワーク・アーキテクチャーの確立。</p> <p><u>終了時（10年目）</u></p> <p>①テストベッド上で高精細映像配信アプリケーションのフィールド実験を実施し、7年目までに開発した資源管理ソフトウェアの諸機能の動作実証を行う。②7年目までに開発した大規模ダイナミック光パス・コンディショニング自律制御技術のフィールド実験における動作実証。③7年目までに開発した低エネルギー動作・小型大規模集積化光パス・プロセッサおよびシリコン細線導波路への異種材料の集積も利用したスイッチ・変調器などを用いた光パス・スイッチのフィールド実証、ならびに制御回路集積化を含む量産技術への展開。④超低エネルギー動作光パス・スイッチの開発並びに7年目までに検討した大規模ネットワーク・アーキテクチャーの基本動作をフィールドで実証。</p>

課題の 実施体制

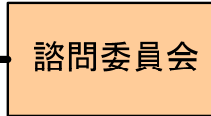


産総研 間接部門

産学官連携
知財管理
人材育成
研究ユニット代表



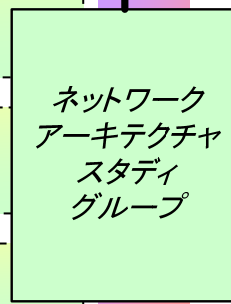
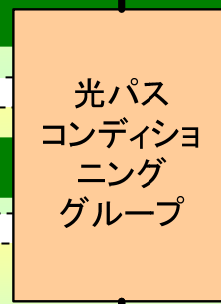
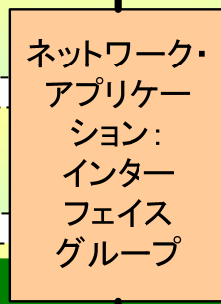
協働機関



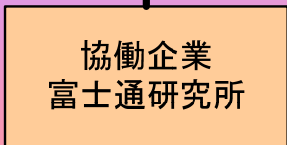
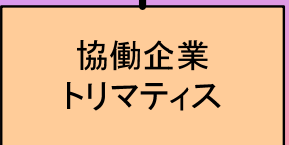
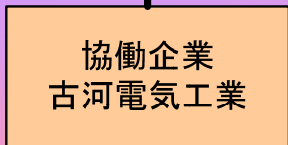
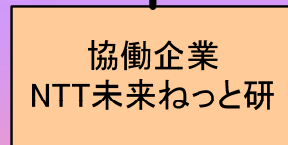
超高速光信号処理 デバイス研究ラボ

光技術研究部門

情報技術研究部門



協働機関



課題の実施内容

ネットワーク・アーキテクチャ
・スタディ・グループ

産総研

ネットワーク・アプリケーション
・インターフェイス技術

NTT: 大手キャリア

光パス・コンディショニング技術

- ・可変分散補償技術
- ・自律制御技術

古河電気: 大手ファイバメーカ
トリマティス: 高速制御ベンチャー

シリコンフォトニクス

- ・大規模光電子集積技術
- ・超小型光パス・プロセッサ

富士通研:
最先端光デバイス研究機関

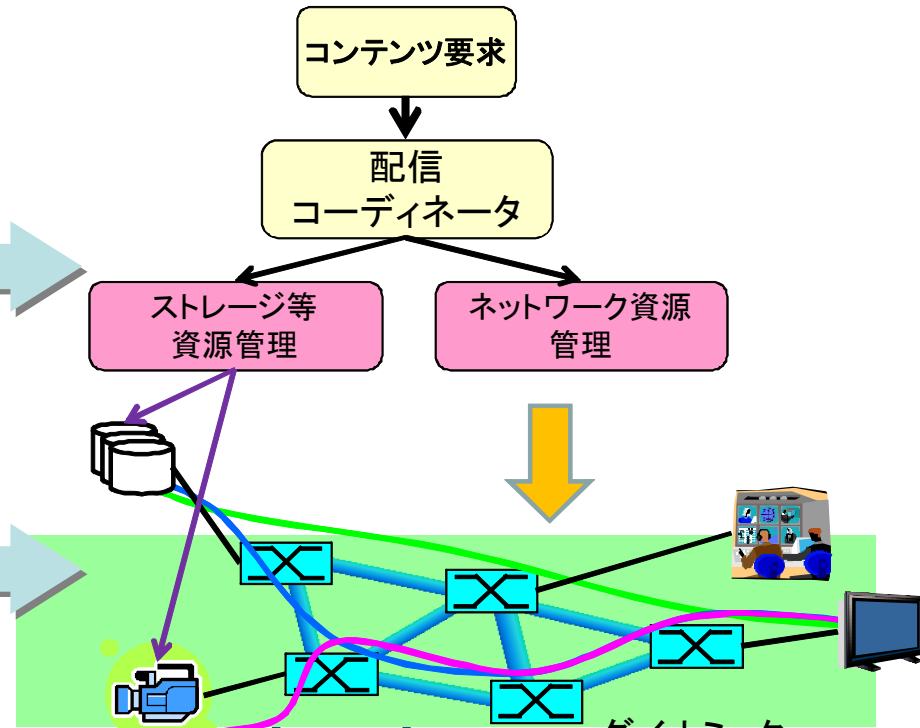


コンテンツ要求

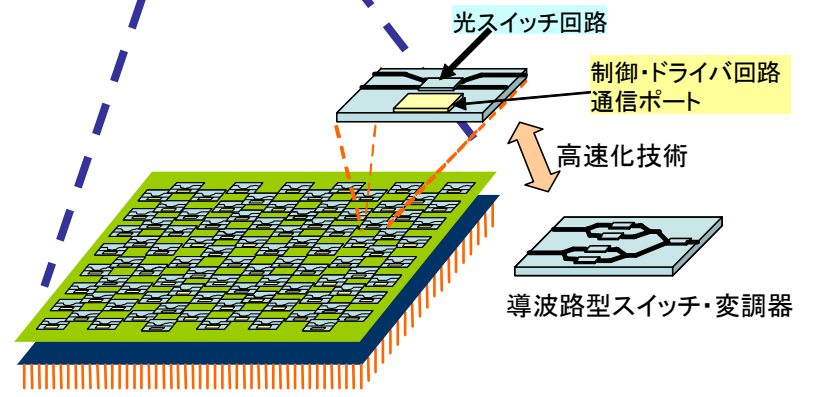
配信
コーディネータ

ストレージ等
資源管理

ネットワーク資源
管理



ダイナミック
光パス・ネットワーク



ミッションステートメント

- 提案構想名 「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」
- 総括責任者名 「吉川 弘之」
- 提案機関名 「独立行政法人産業技術総合研究所」
- 協働機関名 「日本電信電話(株)、(株)富士通研究所、古河電気工業(株)、(株)トリマティス」

(1) 拠点化構想の概要

NTT 未来ねっと研究所、富士通研究所、古河電気工業、トリマティスと協働体制の下で、来るべき放送と通信の融合そして巨大容量の高精細映像時代に備え、ネットワークにかかる消費電力を数桁下げる抜本的低エネルギー・ネットワーク技術を創出するために、アプリケーションと光デバイス基盤技術の垂直融合拠点を構築する。さらに、世界的権威である名古屋大学佐藤健一教授を総括として招聘しネットワーク・アーキテクチャに関するスタディ・グループを設置し、目指すべき方向付けを行うと共に拠点内での垂直連携の強化を図る。一方、研究交流会などの拠点活動を世界的に展開し、NHK 放送技術研究所、NICT をはじめとする国内外の関連機関との外部連携を展開し、イノベーション創出の流れを構築する。以上の活動を通じて新しい超低エネルギー・ネットワーク技術を創出し、これを担う、既存の専門分野に閉じない、基盤デバイスからネットワーク応用までを見渡せる国際的で広い視野の研究者の育成を行う。

(2) 絞り込み期間終了時（3年目）における具体的な目標

- ① 最大 100Gbps 程度の大容量映像の数千万ユーザへの配信を想定したスケーラブルなネットワーク・アプリケーション・インターフェースと、ネットワークおよびストレージ資源管理方式を設計する。これらのインターフェースおよび方式は、光パス網で接続された分散広域ストレージ上に適宜映像コンテンツを配置し、ストレージの配置とネットワークの構成を考慮しつつ、最も消費電力等のコストが低い資源を用いて映像を配信することを可能にするためのものである。また、この時点で利用可能なネットワーク・計算機・ストレージ環境と、③で開発するプロトタイプスイッチ、および簡易なネットワークおよびストレージの資源管理機能を用いて、映像配信の実証実験を行う。
- ② 高性能指数特殊光ファイバと高速光デバイス制御によるダイナミック光パス・コンディショナの原理実証（信号帯域>1THz、応答時間 < 1msec）
- ③ シリコンフォトリソグラフィのナノスケール集積性および高熱伝導特性などによる、極低エネルギー化を目指した、光パス・プロセッサのプロトタイプ実現（駆動電力 < 40 mW/スイッチ、占有面積 < 200 μ m 角/スイッチ、簡易制御回路の集積実装）、及びネットワーク機器の小型化に資する、シリコン細線導波路を用いた電気駆動の高速（切り替え時間：< 1 ns）小型光スイッチ・変調素子の実現。
- ④ センター・ツー・エンド並びにエンド・ツー・エンドの映像伝送サービスを効率的に実現するダイナミック光パス・ネットワーク・アーキテクチャーの提案。3000 万ユーザが、超高精細映像（72 Gbps/チャンネル）信号を含む最大 100 Gbps 級の広帯域ストリーム信号を利用可能とする光パスネットワーク構成技術並びにネットワーク性能評価技術を確立する。また、光パススイッチノードに要求されるスループットなどの性能を定量的に明らかにする。
- ⑤ 人材育成では、産業界人材との積極的な交流を促進し、専門性の深化とともに広い視野の醸成を目指す。このためレイヤー(材料からアプリケーションまでのそれぞれの技術階層)間の交流を生み出すネットワーク・アーキテクチャ・スタディ・グループ活動を活性化し、セカンド・プロフェッション獲得の機会を与える。すなわち、専門性を深める方向性と他レイヤーとの関連性について考察検討する場を構築する。国際シンポジウムを企画し、上記成果のアウトプットと国際交流の場を確保する。

(3) 中間時（7年目）における具体的な目標

- ① 3年目までの設計に基づき、数千万ユーザに最大 100Gbps 程度の様々なアクセス頻度、ビットレート、長さの映像を配信することを想定した、広域ストレージシステムのソフトウェアを開発する。このシステムは、上位レイヤー（例えば配信事業者）からの指示によりコンテンツを広域に分散して配置し、複製の作成・保持・管理・削除を行う機能を持ち、インフラ規模の拡大によって大量の要求に応えることが可能なようにメタデータ等の処理上の隘路を持たないものとする。このシステムを用いて、複製を適宜配置することにより、同時読み出し性能と信頼性を確保できる。また、PKI(Public Key Infrastructure)技術等を用い、中間のソフトウェアコンポーネントが配信事業者の権限で資源を利用するデリゲーション機能を持った認証を実現する。さらに、資源管理ソフトウェアが提示する課金情報、消費エネルギー情報等に基づき、要求仕様を満たす複数のネットワーク資源（光パス）およびストレージ資源（コンテンツ配置場所）の組み合わせの中から、よりコストの低い資源を選択して提供するソフトウェアを実装する。
- ② ダイナミック光パス・コンディショニング自律制御技術として、高速群速度分散モニタおよび高速フイードバック回路を開発し、セトリング時間 < 1 msec を実現する。

- ③ シリコン細線光導波路を用いた、小型大規模集積化スイッチ(256 x256、50 mm 角のサイズ、消費電力 10W 程度)の実現、ならびに、シリコン細線導波路への異種材料の集積も利用したスイッチ・変調器など、機器の小型化省電力化に繋がる技術の確立。
- ④ 100 Gbps 級の広帯域ストリーム信号を 3000 万ユーザが利用可能な大規模ネットワーク・アーキテクチャの確立。それを実現するためのノード技術として、現行の最大規模の電気ルータ (CRS-1 ルータ、最大構成時消費電力 1MW、スループット数 10 Tbps) 相当のスループットを 1kW 以下で実現し、3 桁以上の低エネルギー化の目処を得る。
- ⑤ 幅の広い視野の研究者を育成するために、ネットワーク・アーキテクチャ・スタディ・グループでの活動に加えて、研究レイヤー間の移動、企業研究者との共同研究、国際的な共同プロジェクトへの参画などを経験させる。また、各要素技術を光パス・ネットワーク構想を実現できるレベルにまで高める高度な専門活動のプロジェクト管理、産学官連携体制下での方針管理技術を経験させ、高い研究構想力を持つリーダーとなり得る人材の養成も行う。

(4) 終了時 (10 年目) における具体的な目標

中間目標を達成した各要素技術を実用レベルに高めるために、実動作フィールド実験を行う。最終目標である、光ネットワークの数桁規模の低エネルギー化技術創出を効率的に達成すべく、各要素技術を最適に組み合わせた総合的なフィールド実験を企画し試みる。各要素技術における具体的な目標は以下の通りであるが、7 年目までに開発し確認した基本動作がフィールドの環境下でも同様に動作することを実証する。

- ① テストベッド上で高精細映像配信アプリケーション (スーパーハイビジョン映像を想定) のフィールド実験を実施し、7 年目までに開発した資源管理ソフトウェアの諸機能の動作実証を行う。
- ② 7 年目までに開発した大規模ダイナミック光パス・コンディショニング自律制御技術のフィールド実験における動作実証 (セトリング時間 < 1 msec)。
- ③ 7 年目までに開発した低エネルギー動作・小型大規模集積化光パス・プロセッサ(256 x256、50 mm 角のサイズ、消費電力 10W 程度)およびシリコン細線導波路への異種材料の集積も利用したスイッチ・変調器などを用いた光パス・スイッチのフィールド実証、ならびに制御回路集積化を含む量産技術への展開。
- ④ 超低エネルギー動作 (10W/Tbps : スループット当りの消費電力) 光パス・スイッチの開発並びに 7 年目までに検討した大規模ネットワーク・アーキテクチャの基本動作をフィールドで実証。
- ⑤ 人材育成では、産学官だけでなく国際連携も見据えたフィールド実証実施という絶対的目標を達成するためのプロジェクト管理活動を展開し、産業活動における即戦力スキルを獲得する場とする。同時に、技術移管、人材交流・トレーニングを始め、国際標準化へのコミットメントなど、拠点活動を産業界へ還流・貢献する人材育成活動を展開。

(5) 実施期間終了後の取組

本拠点での研究の後半の時期には、高精細映像コンテンツの爆発的普及の結果、NGN-IP 網の限界に差し掛かり、本拠点が掲げる命題が社会の緊急課題となっていると予想される。そこで、社会のニーズに応えるべく、提案機関 (産総研) の掲げる第 2 種基礎研究に全面的に移行して、事業化も考慮した研究開発を推進する。このために産学官のコンソーシアムを設立運営する。また、ニーズに答えて、この分野への人材供給の役割を果たす。さらに、通信の分野は常に新規の技術の開発が必要であり、このための研究も推進する。

(6) 期待される波及効果

本拠点構想は、そこで議論され描かれるイノベーションのシナリオに沿って、アプリケーションと基盤技術の両方から従来技術を変えていくものである。シーズ思考でもニーズ思考でもない、対話型のイノベーション創出モデルといえる。既存技術に囚われず、且つ、優れた基盤研究を確実に産業へ結びつける方法論として、新しい考え方をコミュニティーで共有し新しい技術の波を造る新しいモデルとなると期待される。新しいネットワーク技術創出のためのレイヤー間連携という視点は従来の研究開発では見られないことから、レイヤー毎に分化した既存研究プロジェクトとの相乗効果も期待できる。

一方、GENI や AKARI プロジェクトのような全てのネットワークを統一的に抜本的に見直す大きな議論の場に対しては、本拠点の超低エネルギー化と超高精細映像に焦点を絞った研究活動はキーとなる構成要素技術の一つとして貢献することができるものと思われ、その点においても重要な波及効果を及ぼす。さらに、拠点活動の一環として、JGN などの公的なテストベッドを活用したフィールド試験を企画・実施して、テストベッド運営への波及効果を高めたい。

人材育成では、若手研究者が、このような新しいモデルの研究開発活動を経験することで、本拠点が目指すクロスレイヤーな新しいネットワークの時代にふさわしい国際的競争力を伴った素養を獲得することが出来る。