

光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点

実施予定期間：平成20年度～平成29年度

総括責任者：吉川 弘之（(独)産業技術総合研究所 理事長）

協働機関：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

I. 概要

持続的発展可能な社会における、来るべき通信放送融合時代においては、情報通信の抜本的低エネルギー化技術を創出することが必須である。本提案は、ネットワーク上での超高精細映像コンテンツサービスを可能とする超低エネルギー化技術を創出するため、光通信基盤技術とネットワーク・アプリケーション・インターフェース技術の垂直融合拠点を構築する。既存枠を破るクロスレイヤーアプローチにより、全く新しい光ネットワーク技術すなわちポスト IP イノベーションを生み出し、情報通信ネットワークの超低消費電力化を目指す。拠点運営では、要素技術で分かれた既存組織を横断するイノベーション・ハブを構築し、垂直融合の戦略的最適化を図る。

1. 機関の現状

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。

2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

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

携を展開し、以下の研究開発を行う。

- 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
- 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
- 大規模光パス切り替えスイッチに必要なシリコンフォトニクス・プラットフォーム技術
- 新しいネットワーク・アーキテクチャの提案・検討

このような垂直融合は、従来なされなかった試みである。

3. 拠点化構想の内容

- 従来研究ユニット間を串刺しにする横断的な組織「光ネットワーク超低エネルギー化イノベーション・ハブ」を新設する。これにより、マトリックス的組織体制が構築され、既存組織のインフラとフレキシビリティを活用しつつ、包括的な垂直連携拠点の最適運営推進が可能となる。
- 協働企業は、各要素技術レイヤーにおいて代表的であって、好適な垂直連携が出来るよう各レイヤーに分散して配置する。これにより、拠点活動における企業間の競合を抑制し、協調性・シナジーを最大限に高める。
- 「ネットワーク・アーキテクチャ・スタディ・グループ」なる垂直的研究グループを新設し、戦略的な垂直連携・技術垂直融合を推進する。
- 「光ネットワーク超低エネルギー化イノベーション・ハブ」に、イノベーション創出を組織的に推進する実行委員会を設置し、研究の実施に加えて、産学官連携、人材交流、知財戦略などを展開することで、拠点活動の活性化を図る。特に、波及効果を高めるために、NICT や NHK 放送技術研究所などとの外部連携を推進する。

4. 具体的な達成目標

- (1) 絞り込み期間終了時（3年目）における具体的な目標
- 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の設計。
 - 広帯域ダイナミック光パス・コンディショナの原理実証。
 - 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。
 - 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。

(2) 中間時(7年目)における具体的な目標

a. 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の開発。b. ダイナミック光パス・コンディショニング自律制御のための、高速群速度分散モニタおよび高速フィードバック回路の開発。c. シリコン細線導波路を用いた、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。d. 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アーキテクチャの確立。

(3) 終了時(10年目)における具体的な目標

フィールド実験により、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。a. 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ならびに、資源管理ソフトウェアの諸機能の動作実証。b. 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)。c. 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。d. 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。

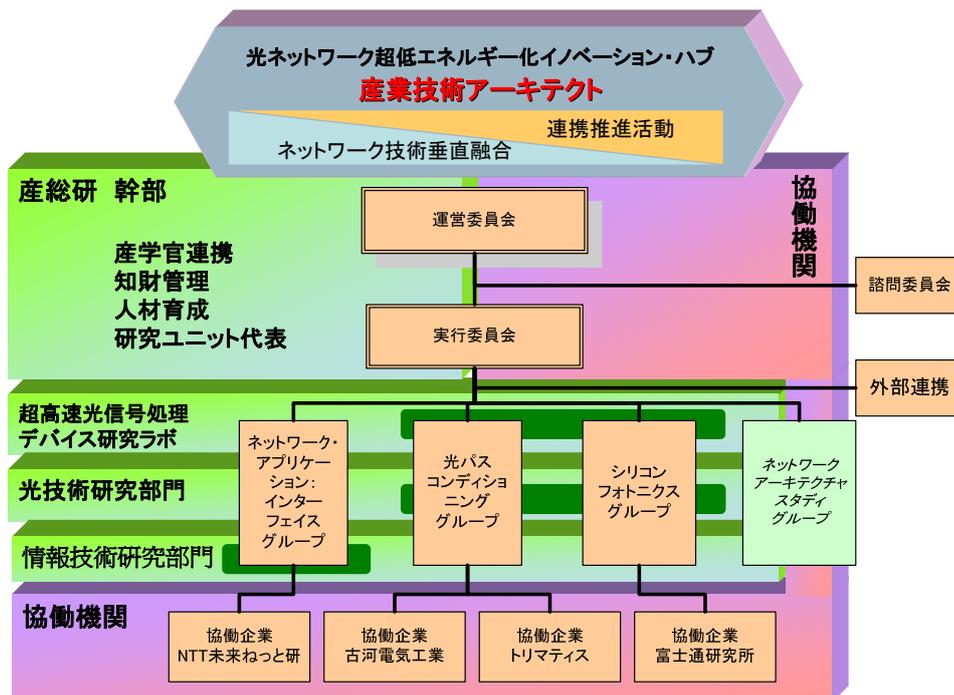
5. 実施期間終了後の取組

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。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も、本拠点の超低エネルギー化技術は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。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。

7. 実施体制



氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
吉川 弘之	(独)産業技術総合研究所理事長	総括責任者
石川 浩	(独)産業技術総合研究所超高速光信号処理デバイス研究ラボ長	シリコンフォトニクス・プラットフォーム技術開発
並木 周	(独)産業技術総合研究所 超高速光信号処理デバイス研究ラボ 主任研究員	光パス・コンディショナ技術開発
小森 和弘	(独)産業技術総合研究所イノベーション推進室 総括企画主幹	外部連携
工藤 知宏	(独)産業技術総合研究所情報技術研究部門インフラウェア研究グループ長	ネットワーク・アプリケーション・インターフェース技術開発
神野 正彦	NTT 未来ねっと研究所・フォトニックトランスポートネットワーク研究部	ネットワーク・アプリケーション・インターフェース技術開発
山本 剛之	(株)富士通研究所 ナノテクノロジー研究センター 主管研究員	シリコンフォトニクス・プラットフォーム技術開発
秋山 傑	(株)富士通研究所 ナノテクノロジー研究センター 研究員	シリコンフォトニクス・プラットフォーム技術開発
高橋 正典	古河電気工業(株) 研究員	光パス・コンディショナ技術開発
志賀 代康	(株)トリマティス 取締役統括マネジャー	光パス・コンディショナ技術開発

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 20 年度

・計画

ネットワークアプリケーションインターフェース、パス・コンディショニング、シリコンフォトニクスの各課題で、課題の抽出、原理実証、方式設計を行ない、ソフトウェア、分散補償器、パススイッチのプロトタイプ開発に着手する。また、拠点の基盤確立のため、測定装置、プロセス装置の導入整備を行う。

b. 平成 21 年度

・計画

ネットワーク資源管理ソフト、ストレージシステムプロトタイプの開発、パラメトリック分散補償技術を用いたパスコンディショニングの実証、ならびに、シリコンフォトニクスを用いた熱光学型の単体プロトタイプ光スイッチの開発と基本的な動作の実証を行う。並行して、評価装置、プロセス装置の整備を進める。

c. 平成 22 年度

・計画

この時点で利用可能なネットワーク・計算器・ストレージ環境を用いて、一部に開発したシリコンフォトニクスのスイッチを用いて、映像配信の実証実験を行う。パスコンディショニングでは、帯域 1THz、応答

時間 1ms 以下の分散補償を実証する。また、光パス・ネットワークの基本的なアーキテクチャを提案する。

d. 平成 23 年度

・計画

超高精細映像コンテンツサービスの実証に向けたネットワークおよびストレージ資源管理機能を持つソフトウェアの開発を進める。パス・コンディショニングの自律制御に向けた技術の開発に着手する。光スイッチでは、大規模化に向けた製作技術、プロセス環境の整備を行う。

e. 平成 24 年度

・計画

超高精細映像コンテンツサービスの実証に向けた、ネットワークおよびストレージ資源管理機能の開発を進める。上位レイヤーからの指示に対応できる機能を目指す。パス・コンディショニングの性能向上と、自律制御機構の開発を行う。光スイッチでは、大規模化に向けた増幅機能の集積などの技術開発を進める。並行して、光ノード機器の設計開発を行う。

f. 平成 25 年度

・計画

超高精細映像コンテンツサービスの実証に向けたネットワークおよびストレージ資源管理機能の実証試験

及び改良を行う。自律的パス・コンディショニング技術の開発、光スイッチの大規模化を進め、光ノード機器への収容を行う。また、3000万加入にまでスケラブルなアーキテクチャを提案する。

g. 平成 26 年度

・計画

スケラブルなアーキテクチャの確立、広域ストレージ・映像配信・認証・課金をサポートするソフトウェアの開発と実装を行う。パス・コンディショニングでは、自律的パス制御技術を確立する。また、システム実験に実装可能な大規模マトリックススイッチを実現する。この年度までに、パス・ネットワークの夫々の技術を確立し、その動作を実証する。

h. 平成 27 年度

・計画

テストベッドによるフィールド実証に向けた、ソフトウェア実装、ノード機器開発を行う。また、フィールド実証に向けて、自律的パス・コンディショ

ニング技術ならびに、大規模光スイッチの性能向上を進める。光ノードについても開発、性能向上を進める。

i. 平成 28 年度

・計画

引き続き、テストベッドによるフィールド実証に向けた、ソフトウェア実装、ノード機器開発を行う。また、フィールド実証に向けて、各要素技術の完成度を高めると同時に、連携動作についても試験、検討を行う。

j. 平成 29 年度

・計画

7年目までに開発した各要素技術を最適に組み合わせ、フィールド環境でも動作することをフィールド実験により実証する。これにより、3000万加入にまで、スケラブルな超低エネルギー光パス・ネットワーク技術の実証を行う。

9. 年次計画

項目	1年度目	2年度目	3年度目	4年度目	5年度目	6年度目	7年度目	8年度目	9年度目	10年度目
研究設備の導入	← 基盤的設備導入 →			← 設備の高度化 →						
ネットワーク・アプリケーション・インターフェイス	← プロトタイプ実証 →			← 超高精細コンテンツサービスの実証 →				← テストベッド実証 →		
パスコンディショニング	← 原理実証 →			← 性能向上、自律的制御技術 →				← システム実証 →		
シリコンフォトニクス・プラットフォーム	← プロトタイプ開発 →			← 集積化デバイス開発 →				← 実証デバイス開発 →		
アーキテクチャ	← アーキテクチャの検討と策定 →									

10. 諮問委員会

委員	所属	備考
(研究実施者) 吉川 弘之 一村 信吾 石川 浩 工藤 知宏 並木 周	(独)産業技術総合研究所 理事長 (独)産業技術総合研究所 理事 (独)産業技術総合研究所 超高速光信号処理デバイス 研究ラボ長 (独)産業技術総合研究所 情報技術研究部門 インフ ラウェア研究グループ長 (独)産業技術総合研究所 超高速光信号処理デバイス 研究ラボ 主任研究員	総括責任者 副運営委員長 実行委員長 実行委員 実行委員
(外部有識者) ○神谷 武志 藤田 欣裕 尾家 祐二 森川 博之 中島 啓幾	情報通信研究機構 フォトニックネットワーク プロ グラムディレクター NHK放送技術研究所 研究主幹 九州工業大学 情報工学部 教授 東京大学 先端科学技術研究センター 教授 早稲田大学 理工学研究院 教授	諮問委員長 諮問委員 諮問委員 諮問委員 諮問委員