

# 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：野間口 有（(独)産業技術総合研究所理事長）  
協働機関：日本電信電話㈱、㈱富士通研究所、古河電気工業㈱、㈱トリマティス、日本電気㈱

## 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

- 従来の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争を抑制し、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・コンディショニングの原理実証。
- 超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

- 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とネットワーク資源管理のソフトウェアの開発。
- 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。
- 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。
- 100Gbps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ーの確立。

(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。

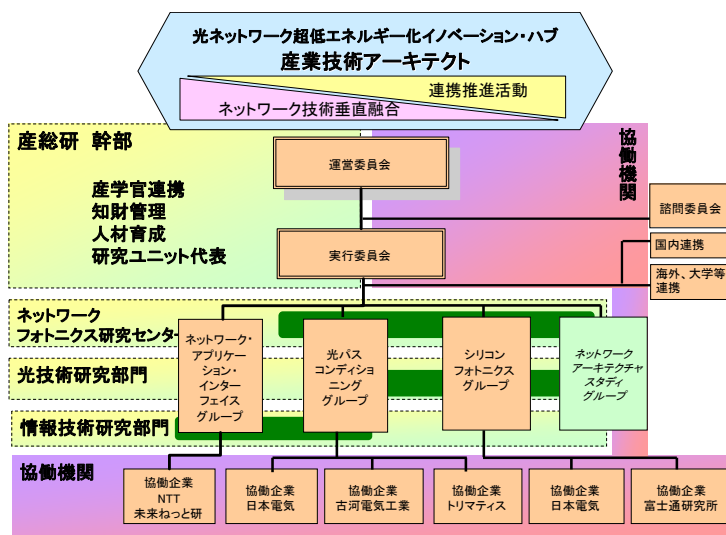
- テストベッド上での高精細映像配信アプリケーションのフィールド実験ならびに、資源管理ソフトウェアの諸機能の動作実証。
- 光パス・コンディショニング自律制御技術のフィールド実験における動作実証（セトリング時間 < 1 msec）。
- 低エネルギー動作・小型大規模集積化光パス・プロセッサおよびシリコン細線導波路への

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。

### 7. 実施体制



### 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。

氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
◎野間口 有	(独)産業技術総合研究所 理事長	総括責任者 運営委員長
一村 信吾	(独)産業技術総合研究所 理事	総括責任者補佐 副運営委員長
景山 晃	(独)産業技術総合研究所 産業技術アーキテクト	イノベーション・ハブ総括、知財、産学官外部連携、人材育成担当、
○石川 浩	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター長	実行委員長 シリコンフォトニクス・プラットフォーム技術開発
河島 整	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター ナノフォトニクス集積研究チーム長	シリコンフォトニクス・プラットフォーム技術開発
鍛塚 治彦	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター 超高速光デバイス研究チーム長	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 ネットワークフォトニクス研究センター 光信号処理システム研究チーム長	光パス・コンディショニング技術開発
○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
○佐藤 健一	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター 客員研究員(名古屋大学教授)	ネットワーク・アーキテクチャー・スタディ・グループ総括

伊藤 日出男	(独)産業技術総合研究所 産学官連携部門 コーディネータ	産学官外部連携
栗津 浩一	(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	産学官外部連携
清水 敬司	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 主幹研究員	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 ナノエレクトロニクス研究センター 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
八木 健	古河電気工業(株) ファイテルフォトニクス研究所 グループリーダー	光パス・コンディショニング技術開発
志賀 代康	(株)トリマティス 取締役統括マネジャー	光パス・コンディショニング技術開発
荒木 壮一郎	日本電気(株) システムプラットフォーム研究所 部 長	光パス・コンディショニング技術開発

## 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。

#### ・実績

ネットワーク・アプリケーション・インターフェースでは、  
映像向けストレージ・アーキテクチャのおよびストレージ予  
約機能の開発に着手した。パス・コンディショニングでは、  
パラメトリックな波長変換による分散補償技術の THz 帯域で  
の動作を確認した。シリコンフォトニクスでは、導波路制作  
技術の開発を行い、干渉計スイッチの基本構造の試作を行っ  
た。

### 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。

#### ・実績

ストレージも含むネットワーク資源管理ソフトを開発、実  
装を進めた。また、パラメトリック分散補償では、分散補償  
に加え遅延制御動作も実証した。シリコンフォトニクスでは、  
単体素子で十分な速度と消費電力を得て、4x4 スwitchの試  
作を開始した。

### 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 万加入にまでスケーラブルなアーキテクチャを提案す  
る。

### g. 平成 26 年度

#### ・計画

スケー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、スケーラブル  
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)		
野間口 有	(独)産業技術総合研究所 理事長	総括責任者
一村 信吾	(独)産業技術総合研究所 理事	副運営委員長
石川 浩	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター 研究センター長	実行委員長
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	実行委員
並木 周	(独)産業技術総合研究所 ネットワークフォトニクス研究センター 光信号処理システム研究チーム長	実行委員
(外部有識者)		
○神谷 武志	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	諮問委員長
藤田 欣裕	NHK放送技術研究所 研究主幹	諮問委員
尾家 祐二	九州工業大学 理事・副学長	諮問委員
森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授	諮問委員
中島 啓幾	早稲田大学 理工学研究院 教授	諮問委員