

平成23年度 新規委託研究
「光トランスペアレント伝送技術の研究開発
(λリーチ)」
研究計画書



1. 研究開発課題

『光トランスパレント伝送技術の研究開発（入リーチ）』

課題ア メトロ・アクセス広域・大容量化技術に関する研究

課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究

課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究

2. 研究開発の目的

大量のCO₂を排出する現在の物流基盤を、高臨場感映像を各家庭に配信できるような情報流通基盤に変革し、ICTの利活用によりCO₂の大幅削減を実現することが期待されている。これらの大容量コンテンツを配信するためには、ユーザのトラフィックを伝送するアクセス網から、データセンターへ伝送するメトロコア網まで、信号を変換することなく転送できる新しい光伝送技術と適応制御方式が必要である。また、トラフィックの負荷変動に柔軟かつ動的に適応できるネットワーク再構成技術が必要である。

本研究開発課題では、オール光で伝送できるトランスパレント領域（帯域×伝送エリア）をアクセス-メトロコア網全体で10~100倍に拡大し、100ギガビット、さらにはそれを超える容量の情報をユーザへ直接伝送可能とする光トランスパレント伝送技術を確立し、さらに動的に適応できるネットワーク再構成技術のフィージビリティを検証することを目的とする。また、本研究開発の成果は、データセンター間の連携においても役立つことが期待される。

3. 採択件数、研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成23年度から平成27年度までの5年間。

予算：平成23年度は総額477百万円を上限とする。提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。なお、平成24年度以降は対前年度比で6%削減した金額を上限として提案を行うこと。

本研究開発課題は、個別研究開発課題毎に公募する。

個別研究開発課題

課題ア メトロ・アクセス広域・大容量化技術に関する研究

予算：平成23年度は、200百万円を上限とする。

採択件数：1件

課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究

予算：平成23年度は、200百万円を上限とする。

採択件数：1件

課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究

予算 : 平成23年度は、77百万円を上限とする。

採択件数 : 1件

4. 提案に当たっての留意点

課題ア、イ、ウのそれぞれに対して、同一の法人から同時に提案することができる。
なお、提案書は、課題ごとに独立に作成すること。

5. 研究開発の到達目標

本研究開発課題は、光トランスペアレント伝送技術の研究開発の実施にあたり、現在の最先端の既存技術に捉われない、技術的なブレイクスルーとなるような革新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。

課題ア メトロ・アクセス広域・大容量化技術に関する研究

課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究

課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究

それぞれの研究開発の到達目標の概要は以下のとおりとする。尚、伝送エリアの定義や定量的な到達目標について、提案の際に具体的に記載すること。特に目標とするトランスペアレント領域の大きさは具体的に示すこと。上記以外の技術を提案する場合は、下記実施要件の各項目を当該提案技術に読み替えるとともに、単なる読替えでは不適当な項目は適宜その提案技術に対応させること。また、本委託研究終了後の、実用化までの具体的な計画についても記載のこと。

課題ア メトロ・アクセス広域・大容量化技術に関する研究

<前提条件>

広域・大容量化を阻害する光ファイバの非線形性を克服し、10~100G超ビット/秒のデータ伝送におけるトランスペアレント領域を拡大するとともに、光ネットワークや伝送路の状況に応じて周波数利用効率を高めることによって光ファイバあたりの伝送容量を高めることを2015~2020年頃までに実現可能な技術/方式であること。

<実施要件>

課題ア-1：適応変復調伝送技術

- 光ネットワークのエリア拡大にともない、極めて厳しい累積雑音ならびに光フィルタによる帯域制限下において、光信号の適切な変調方式の決定、受信端での位相同期等の信号処理を高いダイナミックレンジで行うために、10~100G

超ビット/秒の伝送速度において、高速高信頼に伝送路の波形歪量を推定し、変調多値度を選択することにより、所定の伝送性能を確保できる範囲内でより周波数利用効率の高い変復調方式への自動切替えを可能とする適応制御方式を確立すること。

- 検討技術を適用した要素技術試作により、検討方式の妥当性を確立すること。

課題ア-2：非線形補償信号処理技術

- 長距離・トランスペアレント伝送の制限要因となる光ファイバの非線形光学効果に起因する数十マイクロ秒以下の高速の波形歪みに対応可能な非線形補償信号処理技術として、10～100G超ビット/秒の伝送速度において、3dBに迫る歪み補償能力を有する方式を確立すること。
- 要素技術試作での方式実証により、非線形補償方式の妥当性をリアルタイムで検証すること。

課題イ 波長/サブ波長適応制御技術に関する研究

<前提条件>

波長多重・多値変調・誤り訂正等の大容量化に資する光通信関連技術と併用して、10～100G超ビット/秒のデータを現在の10倍以上のエリアに転送するとともに、バースト信号を含むデータを適応的に収容することを2015～2020年頃までに実現可能な技術/方式であること。

<実施要件>

課題イ-1：バースト適応収容技術

- サブ波長帯域にバースト信号を含む多様な信号を適応的に収容し、かつ各々100Gビット/秒級の波長帯域からなる多数の方路に効率よくパススルー転送するバースト適応収容技術により、ネットワーク全体で25%以上の消費電力削減を可能とする方式を確立すること。
- 要素技術試作での方式実証により、バースト適応収容方式の妥当性をリアルタイムで検証すること。

課題イ-2：誤り訂正/線形適応等化技術

- 波長/サブ波長単位の伝送ノード数変動に対応した適応的な伝送/等化パラメータの最適化技術として、10～100G超ビット/秒の伝送速度において、軟判定誤り訂正技術と連携した適応制御および分散等線形補償の適応等化により3dBに迫る受信Q値向上を可能するための適応制御方式を確立すること。
- 要素技術試作での方式実証により、適応制御方式の妥当性をリアルタイムで検証すること。

課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究

<前提条件>

高速信号処理技術、ネットワーク制御技術と併用して、帯域変動のあるトラヒックを適応的に処理し収容するノードを、2015～2020年頃までに実現可能な技術/方式であること。

<実施要件>

課題ウ-1：スケーラブル光ノード構成・制御技術

- フォトニックネットワーク上で転送されるトラヒック需要の10G～100G超ビット/秒にわたる広範囲のサービスを収容し、また、エネルギー効率最大化のための制御等を含む数十秒から数ヶ月に及び突発的大規模かつダイナミックな変動などに適応するため、スケーラブル・再構成可能でアプリケーションやサブ波長レイヤと連携したQoS制御にも対応し、ネットワーク全体で25%以上の消費電力削減を可能とするトランスペアレントに高品質転送が可能な光ノード構成方式および制御技術の実現可能性を明らかにすること。

課題ウ-2：スケーラブル光スイッチインタフェース技術

- エネルギー効率最大化のための制御等を含む数十秒から数ヶ月に及び大規模かつダイナミックなトラヒック需要の変動や収容サービスの変化、故障時の高速の切替に適応してスケーラブルに再構成可能な光スイッチインタフェース技術により、ノードあたりのインタフェース数を25%以上削減可能とする方式の実現可能性を明らかにすること。
- 要素技術試作により再構成方式の実現可能性を検証すること。

課題ア、課題イ、課題ウ 共通

- 1) 最終年度に各課題を接続する統合実験を実施し、各課題の成果を確認するとともに、トランスペアレント領域(帯域×伝送エリア)をアクセス-メトロコア網全体で10～100倍に拡大する技術が確立されていることを実証すること。
- 2) 課題アの受託者は、課題ア、イ及びウを通じた研究開発全体のとりまとめを行うこと。課題イ、ウの受託者はそれに協力すること。

6. 研究開発の運営管理及び評価について

研究開発に当たっては、機構の自主研究との連携を図ること。また、平成25年度に中間評価、平成27年度に事後評価を行う。

7. 参考

(1) 研究課題の設定の背景及びその必要性

2020年時点ですべての世帯(4,900万世帯)でブロードバンドサービスを利用できるようにしつつ、これまでの物流・交通移動に頼る経済活動を、モノの移動を伴

わない情報流通基盤に変革できるまでに ICT を徹底的に利活用するには、本研究の 100 ギガビット級の光トランスペアレント伝送技術が不可欠である。

(2) 本研究開発による消費電力削減見込み

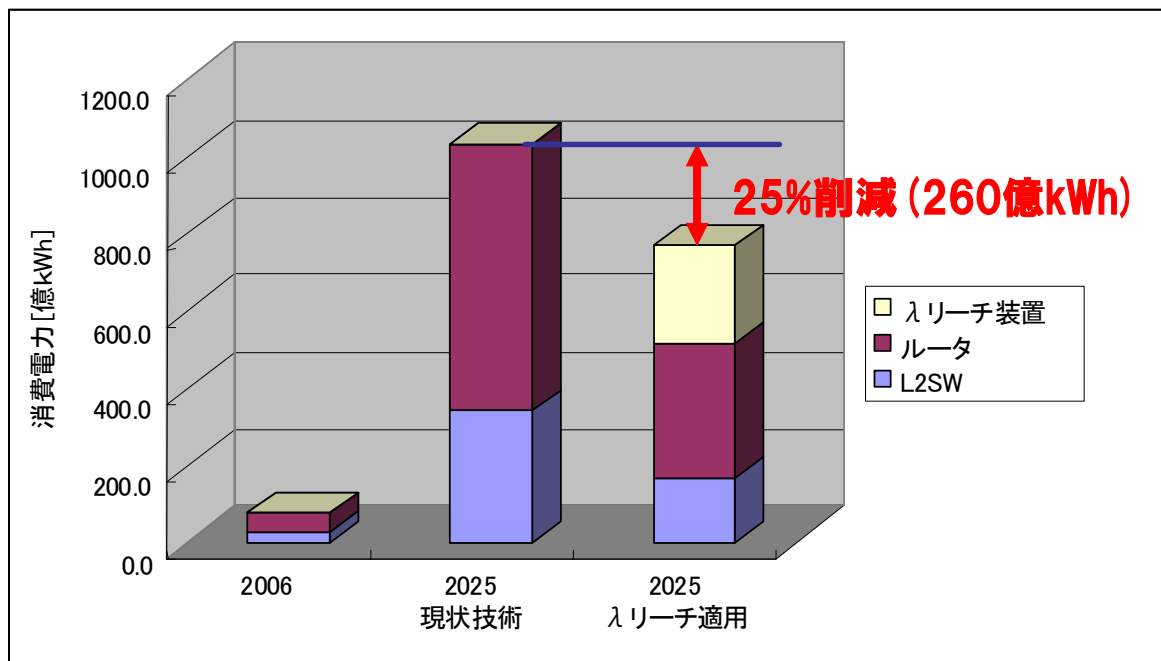
本研究開発により、2025 年時点で見積もられるルータ・スイッチ消費電力 1033 億 kWh*のうち、約 1 / 4 の 260 億 kWh の削減が可能である。

(*「IT を駆使した環境配慮型社会」分野各府省説明資料による)

(根拠)

本研究開発の成果を適用することによりアクセス、メトロ、コアまで、光でトランスペアレント伝送が可能となり、ルータ、スイッチの台数を削減できる。ただし、すべてのルータ、スイッチがなくなるわけではなく、削減される台数は 1 / 2 と見込まれる。ルータとスイッチの消費電力の比は「地球温暖化問題への対応に向けた ICT 政策に関する研究会報告書(平成 20 年 4 月)(総務省) P.29」記載の 2012 年度見込みと同様の 1 : 2 と推測される。

一方、ルータ、スイッチの代わりに、λリーチ装置が必要となり、その消費電力はルータとスイッチの中間程度と推測される。従って、ルータとスイッチの消費電力は 1 / 2 に削減されるものの、λリーチ装置として 1 / 4 が加算されるため、消費電力としては全体の 1 / 4 が削減され、現状技術での消費電力 1033 億 kWh の 1 / 4 である約 260 億 kWh が削減される。



(3) 本課題と機構自主研究の関係

ネットワークのオール光化という重要課題に対し、機構の自主研究では光パケッ

ト・光パス統合ノードや、光ファイバそのものを構造から作りかえるなどの革新的な研究開発を続け、またそのため必要な数々の新要素技術の開発にも成功してきている。このような先進的、革新的な研究を実用化までにつなげていくためには、現在のインフラを活用しつつ現状を着実に進化させるいくつかの研究が不可欠となるが、産業化にはまだリスクが高いものが多い。このような近未来志向だが高リスクな研究開発を委託研究により補完的に行うことにより、この分野の研究全体が産業においても高い意義を持つことになる。その意味で、現状の光ファイバで非線形性の補償などで大容量化を目指す課題ア、現状の 10~100G ビット/秒のデータを適応制御する課題イ、ノード構成技術を検討し検証する課題ウそれぞれは、ネットワークのオール光化とその実用化という大目標において、近未来的な部分を補完するものとなる。また、これらの技術は、下記 i) ~ iii) に示す機構の自主研究の要素技術としての成果を、光パケット制御以外にも広く活用することを可能にする、技術普及としても重要な意義を持つ。

- i) 不連続な光信号を歪みなく増幅でき、同様に波長数の増減に対しても過渡的な変動を抑制可能なバースト光増幅技術
- ii) 10Gbps の信号に対して瞬時応答を可能とする光バースト受信機技術
- iii) 光スペクトルの強度及び位相を高密度かつ高精度に制御可能とする、帯域可変型光スペクトル整形器技術

(4) 本課題と過去の委託研究課題との関係

「λアクセス技術の研究開発」(H18~22年度)では、1 波長もしくは複数波長を用いる 100G ビット/秒級光アクセス基本技術の確立とテラビットクラスの広域 LAN 環境の実証を目的としていた。本課題の個別研究開発課題アとイは、それを更に高度化し、アクセス網からメトロコア網まで光信号を電気信号に変換することなくトランスパアレントに転送可能とすることを目的としている。

また、「λユーティリティ技術の研究開発」(H18~22年度)では、マルチドメイン、多ノード(1000 程度)のコアネットワークにおいて、ユーザ主導で End-to-End 100G ビット/秒級の大容量通信を実現するための要素技術の開発を目的としていた。それに対し、本課題の個別研究開発課題ウは、多様化・流動化するトラフィックに対しより柔軟かつ動的に適応する光ノードの構成技術の実現可能性を明らかにすることを目的としている。