

平成 25 年度 委託研究

課題 169

T バンド、O バンドによる大波長空間利用技術  
の開発

研究計画書



## 1. 研究開発課題

『Tバンド、Oバンドによる大波長空間利用技術の開発』

## 2. 研究開発の目的

光情報通信で利用される波長はITU-T 勧告に基づく 1.53～1.63 ミクロン帯が中心であり、光周波数帯域幅としては約 5～12THz に限定され、将来の光情報通信の更なる利用増に対して帯域の枯渇が懸念される。

本課題では、利用可能な波長空間を大幅に拡大する技術の開発を行う。波長 1.0 ミクロン（Tバンド）～1.3 ミクロン（Oバンド）に潜在する約 70THz もの広大な新規光周波数帯域を光情報通信に有効活用可能とすることを目的とする。これにより、豊富な波長空間を生かした低消費電力ノード技術実現や 50GHz グリッドで 1000ch 以上の膨大な波長チャンネルの確保が期待できる。

データセンターや大規模ビル空間など、比較的近距離での超大容量データ通信への需要が高まっている。しかしながら、この新たな帯域で、より高度で自由度の高い光情報通信ネットワークの実現を考えた時、高精度光源や広帯域光増幅器、波長多重ルータ/高速スイッチ装置などの光ネットワークコンポーネントの新規創出・高度化が必要不可欠である。短距離、大規模、低コストネットワークの実現を主なターゲットとするためにオンオフキーイング(OOK)などのシンプルな信号形式を前提とするが、機構自らが実施している先導的な研究との連携による、高度な変調方式への適用もあわせて検討する。

情報通信研究機構（以下、「機構」という。）では、いち早く 1.0 ミクロン帯の光通信技術開発に着手し、その高度化のための研究開発を行っている。本研究課題では、当機構の開発した 1.0 ミクロン帯の光源およびデータ伝送技術を用いて、新規光周波数帯域において効率的に動作する光基盤部材や光ネットワークコンポーネント基盤技術を研究開発し、新たな光情報通信インフラとして利用可能な光周波数帯域を拡大し、これを実証することを目的とする。

## 3. 採択件数、研究開発期間及び予算

採択件数：1 件。

研究開発期間：契約締結日から平成 29 年度までの 5 年間。

予算：平成 25 年度は総額 130 百万円を上限とする。なお、平成 26 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。（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。）

## 4. 研究開発の到達目標

本課題では、TバンドからOバンドにわたって動作する実用的な光源素子から伝送技術まで一連の研究開発を行う。

実用的なTバンドからOバンドの光源として、機構が有する自己組織化半導体量子ドット作製技術を発展させ、TバンドからOバンドをカバーする半導体ゲインチップを定常的に供給可能とする製造技術を開発し、このゲインチップを用いてTバンドからOバンドにおいて波長多重光通信が可能な光源デバイスの開発を行う。具体的には高精度に波長を決定できる波長可変モジュールの製造技術を開発する。波長多重光通信の際に必要なTバンドからOバンドで動作するアレイ導波路回折格子の検討、試作を行い、TバンドからOバンドにおける大波長空間での波長多重光通信のデモを行い、さらに新しい利用技術について検討を行う。

なお、具体的な到達目標については下記基準を参考に、提案の際に定量的に記載すること。

### 1) 広帯域半導体ゲインチップの開発

- III-V 族化合物半導体量子ドットを用いた構造。特に機構の有する量子ドット形成技術を発展させ、再現性の高い量子ドット作製技術を確立する。具体的にはウエハ面内バラつき、歩留まり、製造コストなど生産性について目標値を設定すること。
- ゲインを持つ波長領域として 1050nm から 1300nm を確保。
- レーザ発振出力が 20mW 以上。
- 量子ドットを用いた電流注入型半導体光増幅器モジュールを実現するとともに他のCバンドなどの波長におけるモジュールの検討も行うこと。

### 2) 広帯域、高精度波長可変光源の開発

- 1 モジュールあたりの動作波長帯域が 1050nm～1300nm の中の 40nm 以上の帯域。
- 複数のモジュールを用いた集積したベンチトップ型の光源での動作帯域が 1050nm～1300nm。
- 波長切り替え時間 200ms 以下。
- 機構の有する量子ドット作製技術もしくはそれを発展させた技術で作製した光ゲインチップを内蔵することが可能な構成で波長可変特性と 500kHz 以下の狭線幅特性を確認できること。
- 最大駆動電流は 600mA 以上。

### 3) T及びOバンド用アレイ導波路回折格子の開発

- 石英光導波路技術を利用し、T及びOバンドで動作するアレイ導波路回折格子を開発する。50GHz グリッドで 1000ch 以上を確保し得る技術として下記の項目について指示のある数値以上の目標を設定すること。

- 信号切り替え用：波長間隔が 2nm 以下で 32 チャンネル以上。
- サブバンド切り替え用：波長間隔が 5～50nm で 1050nm～1300nm をカバーする。
- 両型式とも挿入損失 5dB 以下、クロストーク-30dB 以下。
- 高密度波長多重（DWDM）への対応が可能な構成を検討すること。

#### 4) 大波長空間を用いた波長ルーティングシステムの開発

- 1～3の要素技術を組み合わせ、ユーザのリクエストに応じて適切な波長を選択し、コネクションをはる波長ルーティングシステムを開発する。
- コネクション設定プロトコルとシーケンスを確立。
- ユーザ数増大に合わせたアップグレード可能な構成。

### 5. 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、機構が自ら行っている広帯域波長空間利用技術の研究[1-3]（光ネットワーク研究所光通信基盤技術研究室）との連携を図ること。具体的には機構が行う半導体ゲインチップの高機能化とそれを活用したデバイス開発、新規帯域における高度変調方式開発、機構の有する高速多機能光デバイス技術を応用した評価技術の検討などについて連携を図り実施することを想定している。

また提案に際し、開発したTバンド、Oバンドの光源技術を応用した通信応用以外の光源技術の提案、実証や、Tバンド、Oバンド以外で利用できる高性能半導体光増幅モジュールの開発などは連携課題として推奨される。また、機構はシンガポール情報通信研究所と共同で波長可変光源とアレイ導波回折格子を用いた光スイッチ技術の研究開発を行っており、これらの成果の活用も推奨される。

受託者が複数者の共同体である場合には、提案代表者が受託者間の連絡と調整および運営管理を行うこと。

平成27年度に中間評価（必要に応じて）を、平成29年度に終了評価を行う。また、研究開発終了後に追跡評価を実施する場合がある。

### 6. 参考

量子ドットを用いた利得材料開発は現在盛んに行われているが、既存の通信波長帯である 1.3 $\mu\text{m}$  帯、1.55 $\mu\text{m}$  帯の材料が主流である。従って、NICT 以外にTバンドからOバンドに利得を持つ成熟した量子ドット作製技術を有する企業、および研究機関は無く、開発する技術課題としては新規性、優位性がある。広帯域ゲインチップの開発には機構の開発した III-V 族化合物半導体量子ドット形成技術が利用されることが望ましい。半導体量子ドットはこれまでのデバイス構造にはない特性を発現させることが可能なナノ構造である。例えば温度依存性の小さいデバイスの作製、高速動作可能

なデバイスの作製、広帯域の発光が可能なデバイスの作製が可能になるものと考えられ、機構の有する技術をさらに発展させ、高性能な量子ドットゲインチップが開発されることが望まれる。

また、波長可変光源に関しては前述の量子ドットゲインチップのポテンシャルを十分に引き出すことのできる技術が望まれる。例えば量子ドットの持つ広帯域ゲインの特性は、波長可変光源を作製する際のフィルタも広帯域動作が可能であることにより、十分に活用されるものである。従って広帯域フィルタ作製、広帯域波長制御技術、および波長多重の際に重要になると考えられる狭線幅光源技術を開発し、高性能波長可変光源を開発することも重要な課題になると考えられる。本課題が対象とする波長領域  $1.1\mu\text{m}\sim 1.25\mu\text{m}$  ではベンチトップ型波長可変レーザーの既存製品は皆無である。この波長領域は計測応用、医療応用などに有望な波長であり、光通信分野にとどまらない市場の広がりが期待できる。

#### [参考資料]

[1] <http://www.nict.go.jp/press/2010/02/25-1.html>

[2] <http://www.nict.go.jp/press/2011/12/13-1.html>

[3] Naokatsu Yamamoto, Kouichi Akahane, Tetsuya Kawanishi, Yu Omigawa, Hideyuki Sotobayashi, Yuki Yoshioka, and Hiroshi Takai, “Narrow-line-width  $1.31\text{-}\mu\text{m}$  wavelength tunable quantum dot laser using sandwiched sub-nano separator growth technique”, Optics Express, Vol. 19, Issue 26, pp. B636-B644 (2011).