

## 1 波 100Gbps 光リンクを抜本的に小型化・低電力化する基本技術を開拓 ～ プラガブル光トランシーバでデータセンタ群のクラウド化を加速 ～

### 【ポイント】

- 100G コヒーレント光トランシーバのサイズを4割以上削減、プラガブルなCFPサイズを実現可能に
- 内蔵するデジタル信号処理（DSP）LSIや光送受信デバイスのサイズと消費電力を半分以下に
- 従来の100Gイーサネット光トランシーバに比べて、波長あたりの容量を4倍、到達距離を2倍以上に拡大

技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所（以下「PETRA」、理事長 大槻 次郎）は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託事業<sup>\*1</sup>において、コヒーレント光ファイバ通信方式<sup>\*2</sup>に必要なデジタル信号処理（DSP）LSI<sup>\*3</sup>と光送受信デバイス<sup>\*4</sup>を抜本的に小型化・低消費電力化する技術の開発に成功し、データセンタ向けに期待されるプラガブル光トランシーバ CFP<sup>\*5</sup>のサイズで、毎秒100ギガビットの情報<sup>\*6</sup>を1波長で80km超の遠方にまで運べることを実証しました。

本技術の開発により、従来方式を用いる100ギガビットEthernet<sup>\*7</sup>の光トランシーバと互換サイズで、波長あたりの容量を4倍、到達距離を2倍以上に拡大することが可能になりました。波長多重や100波一括光ファイバ中継増幅などの既存技術と組み合わせれば、光ファイバ1対で数百kmの遠方とも毎秒10テラビット<sup>\*8</sup>の情報転送が可能です。地理的に分散したデータセンタ群のクラウド化を加速し、より豊かな情報社会の実現に寄与することが期待されます。

### 【背景】

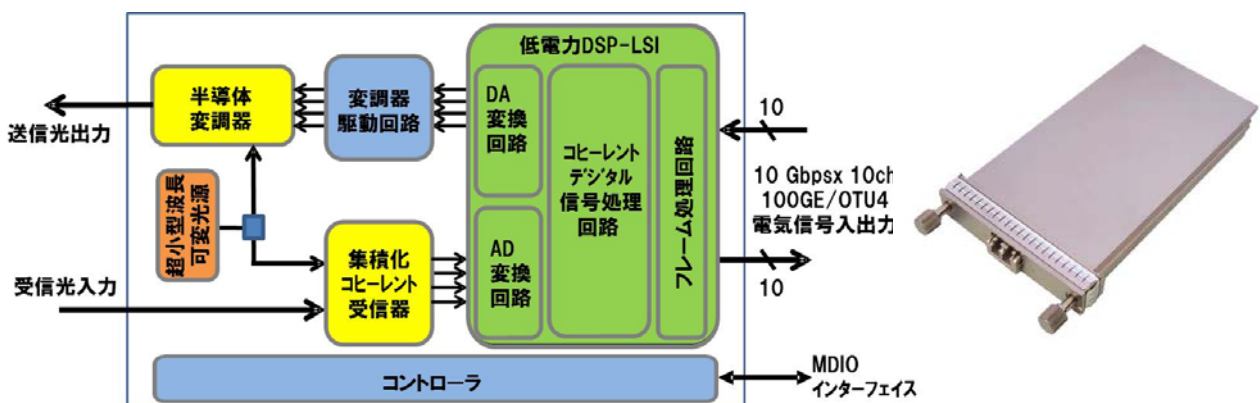
クラウド・コンピューティングの進展などにより、データセンタ等における情報処理の大規模化が進み、情報処理量や通信トラフィックが指数関数的に増大しており、データセンタ間を結ぶ40km超の光通信インタフェースにおいても小型化・低消費電力化が急務となっています。

一方、データセンタ内では、インタフェース規格にイーサネットを採用し、距離に応じて差し替えて利用できるプラガブル光インタフェースが普及しつつあります。しかし、2010年に標準化された100ギガビットEthernet(100GbE)では40kmまでしか規格化されておらず、また、従来方式（強度変調直接検波方式<sup>\*9</sup>）を採用しているため光ファイバ1対を占有して4つの波長を使う必要がありました。

### 【今回の成果】

今回、PETRAは、DP-QPSK<sup>\*10</sup>コヒーレント光ファイバ通信方式<sup>\*2</sup>に必要なデジタル信号処理（DSP）LSI<sup>\*3</sup>と光送受信デバイス<sup>\*4</sup>のサイズと消費電力を、最先端の半導体・光集積実装技術により従来に比べて半分以下にすることに成功し、100GbEプラガブル光トランシーバ業界規格CFP<sup>\*5</sup>のサイズと消費電力（32W以下）でも、1波長で毎秒100ギガビットの情報<sup>\*6</sup>を80km超の遠方にまで運べることを実証しました。

これにより、従来の100GbE CFPと互換サイズで、波長あたりの容量を4倍、到達距離を2倍以上に拡大することが可能になりました。複数のCFP光出力を波長多重して、100波程度を一括して光増幅中継することができる光ファイバ増幅器と組み合わせれば、光ファイバ1対で毎秒10テラビットの情報<sup>\*8</sup>を数百kmの遠方に転送することもでき、地理的に分散したデータセンタ群のクラウド化を加速するものと期待されます。



コヒーレントCFPトランシーバの構成と外観

## 【今後の展望】

本成果は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託事業<sup>\*1</sup>に基づく研究開発により得られたものであり、さらなる小型化・低電力化の技術開拓に挑戦するとともに、参加機関 NTT エレクトロニクス株式会社および富士通株式会社（ないしその関係会社）による事業化を予定しています。

なお、今回の成果は、7月6日からオーストラリアのメルボルンで開催されている光電子通信国際会議（OECC/ACOFT 2014<sup>\*11</sup>）において、7月10日にポストデッドライン論文<sup>\*12</sup>として発表する予定です。

< 本件に関する 問い合わせ先 >

技術研究組合 光電子融合基盤技術研究所 研究推進部 TEL:03-5225-2362

## 【用語解説】

- \*1 NEDOの委託事業  
「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」。概要は下記 URL を参照。  
[http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP\\_100057.html](http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100057.html)
- \*2 コヒーレント光ファイバ通信方式  
光の強度に加えて位相も情報伝送に利用できる通信方式。受信側では、信号光と波長が極めて近い光とを混合してから電気信号に変換（コヒーレント検波）する。数百～数千 km の長距離光伝送装置向けに DP-QPSK 方式<sup>\*10</sup>が実用化されているが、その光トランシーバの標準規格は実装面積（5 インチ×7 インチ、約 226cm<sup>2</sup>）や消費電力（～80W）が大きく、また、基板上に固定される形態となっている。
- \*3 デジタル信号処理（DSP）LSI  
コヒーレント光ファイバ通信方式を実現するためのキーデバイス。偏波多重された高速光信号をコヒーレント検波した後に、分散補償や偏波分離などのデジタル電気信号処理（Digital Signal Processing）を駆使して、ファイバ伝搬で歪んだ信号波形から正しい信号データを復元する。
- \*4 光送受信デバイス  
業界標準化団体である OIF (The Optical Internetworking Forum) の最新規格にいち早く準拠させた、[マイクロ iTLA](#)（ $\mu$  Integrable Tunable Laser Assembly）と呼ぶ超小型波長可変光源、及び、[Gen2\\_ICR](#) (Integrated Coherent Receiver) と呼ぶ第二世代集積化小型コヒーレント受信器の研究試作を実施。小型性に加えて、iTLA は狭線幅・低電力が、ICR には低位相誤差・高コモンモード除去比が求められている。
- \*5 CFP  
100G Form-factor Pluggable の略。C はローマ数字で 100 を表す。装置の電源を切らずに（活線）挿抜可能な光トランシーバの MSA の一つ。ここで MSA とは Multi-Source Agreement の略で、製品のパッケージサイズ、ピン配置、およびスペックなどを複数のベンダー間で共通化する事で、製品の安定した供給体制を確立するためのベンダー間の取り決めのこと。CFP-MSA の詳細はホームページ <http://www.cfp-msa.org/> を参照。
- \*6 毎秒 100 ギガビット  
毎秒 1 千億（10<sup>11</sup>）ビット。ブルーレイディスク（25GB）1 枚分の情報を 2 秒で転送できる。
- \*7 100 ギガビット Ethernet (100GbE)  
米国電気電子学会 (IEEE) 802 標準委員会が 2010 年 6 月に標準化。並列伝送方式を採用し、10 波（短距離）もしくは 4 波（中長距離）を固定的に占有して通信する。
- \*8 毎秒 10 テラビット  
毎秒 10 兆（10<sup>13</sup>）ビット。毎秒 ブルーレイディスク（25GB）50 枚分の情報に相当。
- \*9 強度変調直接検波方式  
情報を構成するデジタル信号を光の明滅（ON-OFF）で表現し、明滅パターンを直接的に検知することで情報伝送を行う情報伝送方式。光送受信器を簡単に構成できるが、光電変換部や電子回路の動作スピードに応じた情報量しか運べない。現状、1 波あたり毎秒 25 ギガビット（25 Gbps）程度が上限であり、100 ギガビット Ethernet<sup>\*7</sup> は 4 波もしくは 10 波による並列伝送方式を採用している。
- \*10 DP-QPSK (Dual-Polarization Quadrature Phase-Shift Keying) 方式  
偏波直交 4 位相偏移変調方式。光ファイバ中で直交するそれぞれの偏波に対し、変調された四つの光位相（0°、90°、180°、270°）に、それぞれ 2 ビットによる信号で 4 種類の情報を割り当てる変調方式。二つの偏波それぞれで 1 シンボルあたり 2 ビットを送れるので、光電変換部や電子回路の動作スピードが毎秒 25 ギガビット相当（25Gbaud）でも 4 倍の毎秒 100 ギガビット<sup>\*10</sup>を運べる。
- \*11 OECC/ACOFT 2014  
OptoElectronics and Communication Conference and Australian Conference on Optical Fibre Technology 2014
- \*12 ポストデッドライン論文  
一般論文投稿締め切り後（ポストデッドライン）に受け付けられる論文。世界各国の研究機関が会議直前の最新技術によって最先端成果を競い合う。会議期間中に論文選考が行われ、高く評価された研究成果のみが報告される。