

- **首都圏光ファイバ回線による毎秒300ギガビットの光CDMA・WDM融合多重通信に成功**
— 超高速光ネットワークの実現に向けて大きく前進 —
- **平成18年3月10日**

独立行政法人情報通信研究機構(以下、NICT。理事長: 長尾 真)は、大阪大学とローマ大学(伊)の協力を得て、世界で初めて、光CDMA*1 (Code Division Multiple Access: 符号分割多重アクセス)方式とWDM*2 (Wavelength Division Multiplexing: 波長分割多重)方式、そして光DPSK*3 (Differential Phase Shift Keying: 差動位相)変調方式とを融合させた光DPSK-CDMA/WDM方式を用い、実際の運用形態を想定した実験ネットワーク(JGN2)上の首都圏ネットワーク網に相当する110km光ファイバ回線で、総容量毎秒300ギガビット(10ギガビット、30ユーザ)の非同期多重分離通信実験に成功しました。この成果により、将来の超高速光符号分割多重アクセスネットワークの実現に向け大きく前進しました。

本実験結果は、米国アナハイム市で開催されている「光ファイバ通信国際会議(OFC2006)」で報告されます。

<背景>

光ネットワークにおいては、インターネットトラフィックの急増に伴い、アクセス系の効率的なブロードバンド化が迫られています。光CDMA技術は超高速性と大容量性を併せ持つばかりでなく、柔軟、且つ秘匿性の高い安全なネットワーク構築が可能な次世代のアクセス方式として注目されており、NICTは通信総合研究所時代から独自方式で、国際的にもこうした分野での研究をリードしてきました。

現在の光ネットワークでは、光TDM*4 (Time Division Multiplexing: 時分割多重)やWDMなどの光多重通信方式が広く用いられていますが(図1)、どの方式も同じ波長帯で同一時刻に信号を多重化することは原理的に不可能でした。一方、光CDMA方式では、光符号と呼ばれるユーザ毎に異なる鍵をそれぞれに与え、この鍵で通信データを1ビットずつ符号化(一種の暗号化)する事により、同じ波長帯で同一時刻に信号の多重化を可能にします(図2)。これは、携帯電話の方式として近年実用化されているCDMA方式の光通信版とも言えます。

これまでNICTは、光CDMA技術とWDM技術とを融合させる試みも行ってきましたが、光TDM方式と同じく、高度な同期技術と時間ゲート*5技術とが必要であったため、光CDMA方式の大きな特徴である非同期性を活かすには至っていませんでした。また、実環境下での試験では、10ギガビット、2ユーザまでの実験にとどまっていた。そうした中、平成17年9月には10ギガビット、12ユーザの非同期光CDMA多重伝送実験に成功していましたが、FEC (Forward Error Correction)と呼ばれる高速電子回路による誤り訂正システムや、光閾(しきい)値処理システム等の非常に複雑な技術を併用する必要があるなどの課題が残されていました。

<今回の成果>

今回の実験では、NICTの超高速フォトニックネットワーク研究において開発を進めてきた、光パケットスイッチシステム*6の新多重光信号処理技術を応用した光CDMA方式とWDMとを融合させた光CDMA/WDM方式と(図3)、超高速伝送技術において開発された超高速光DPSK変調技術(図4)とを融合させることに成功しました。まさに、新多重光信号処理技術により光CDMA方式本来の非同期性を損なうことなく、WDM方式との融合が図られ、10ギガビットでの多重ユーザ数を飛躍的に向上させるという画期的な成果をもたらしました。また、DPSK変調技術の導入により、FECや光閾値処理を使わずに安定した多重分離と伝送が可能になりました。これら世界最高レベルの最新技術を融合させ、実際の運用形態を想定した次世代光ネットワーク研究開発環境であるJGN2*7ネットワーク(図5)上の首都圏ネットワーク網に相当する110km光ファイバ回線で(図6)、総容量毎秒300ギガビット(10ギガビット、30ユーザ)の非同期多重分離通信実験に世界で初めて成功しました(図7)。今回の成功を踏まえ、今後もさらに進んだ光CDMA技術の実現に向け、着実に研究を進めて参ります。

尚、本研究成果は、米国アナハイム市で開催されている「光ファイバ通信国際会議(OFC2006、会期:3月5日-10日) <http://www.ofcnfoec.org/>」のポストデッドライン論文として認められ現地で報告されます。

<問い合わせ先>

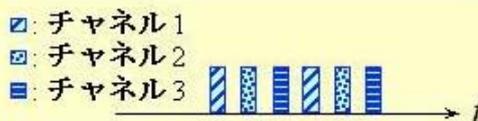
情報通信研究機構 総務部 広報室
栗原則幸、大野由樹子
Tel: 042-327-6923、Fax: 042-327-7587

<研究内容に関する問い合わせ先>

情報通信研究機構 情報通信部門
超高速フォトニックネットワークグループ
和田 尚也、宮崎 哲弥
Tel: 042-327-6371、Fax: 042-327-7035

時間分割多重
Time Division Multiplexing

TDM



波長分割多重
Wavelength Division Multiplexing

WDM



符号分割多重
Code Division Multiplexing

CDM

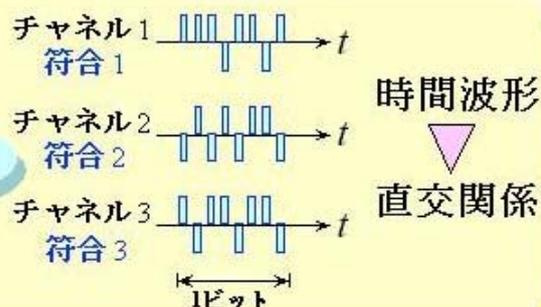


図1 光ネットワーク上で使用される多重化フォーマット解説図

光符号分割多重
Optical Code Division Multiplexing

OCDM

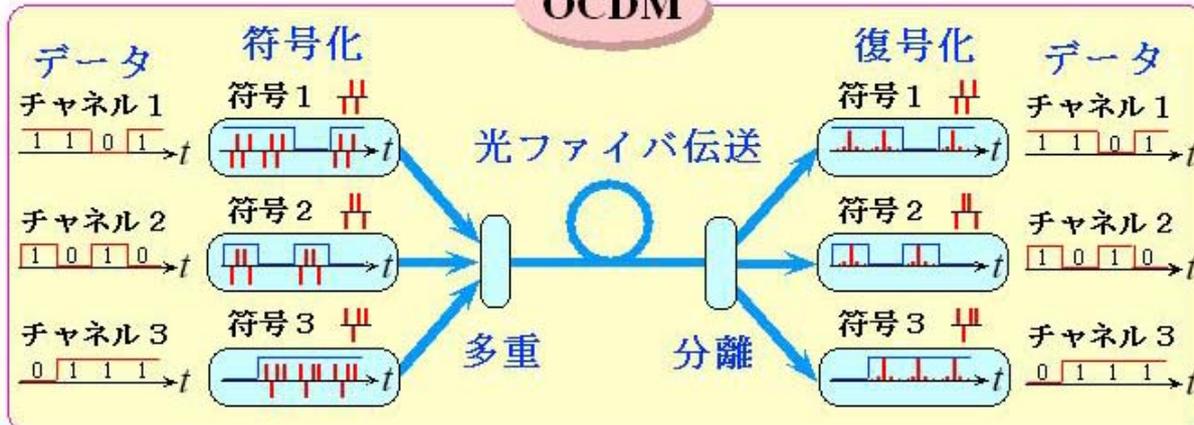


図2 光符号分割多重(OCDM)通信方式の模式図

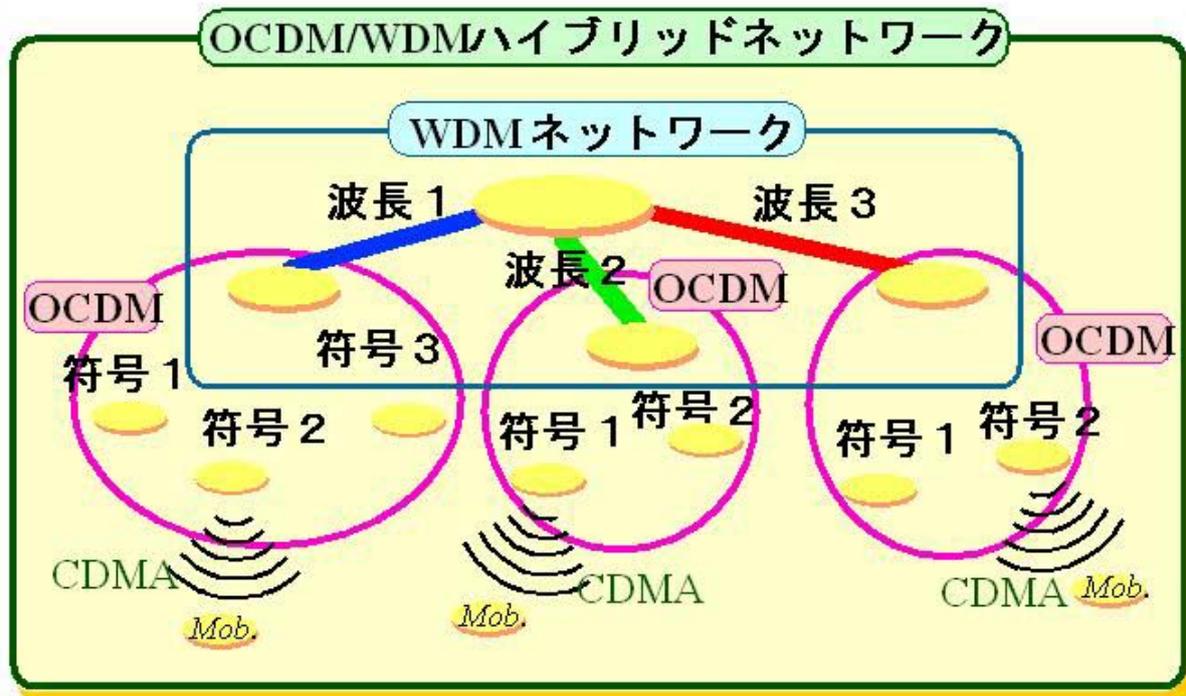
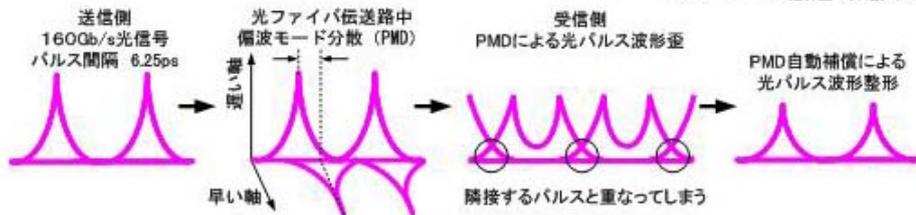
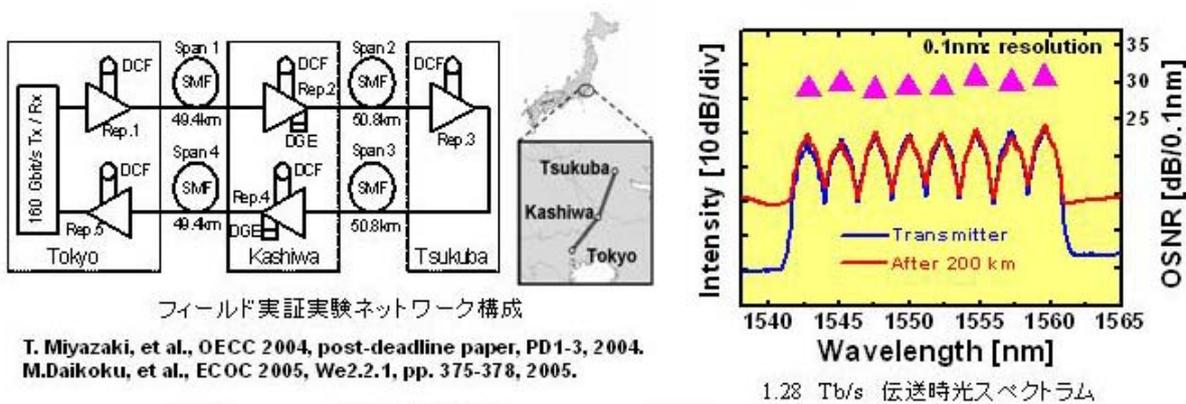


図3 OCDMA/WDMシステムの模式図



技術的なポイントは、特に160Gb/sの超高速伝送にとって深刻な影響を与える偏波により生じる波形歪(偏波モード分散:PMD)に対して、受信感度の高い差動位相変復調方式(DPSK)と簡便な補償技術(光波形歪み補償器)を採用した点にあります。

図4 DPSK変調方式を利用した毎秒1.28テラビット(160Gb/s x 8波長多重)伝送 JGN2フィールド実証実験

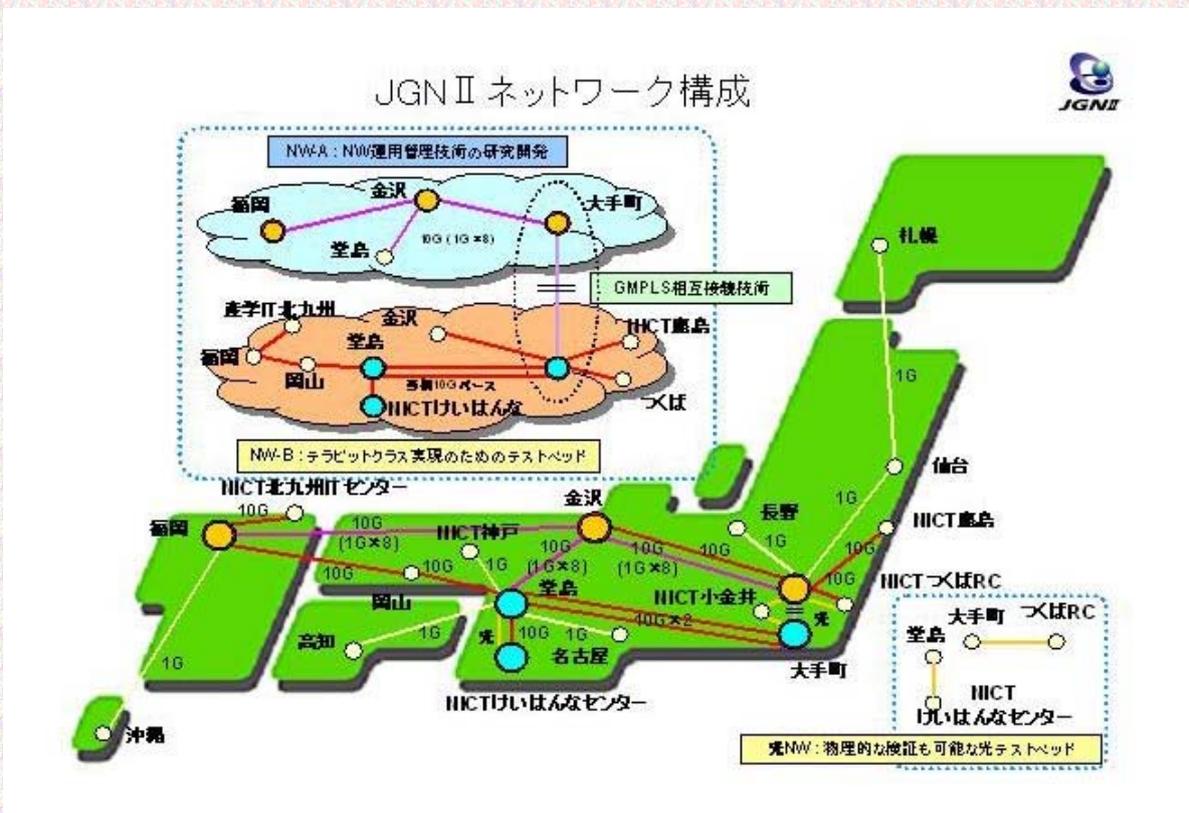


図5 JGN2ネットワーク全体構成図

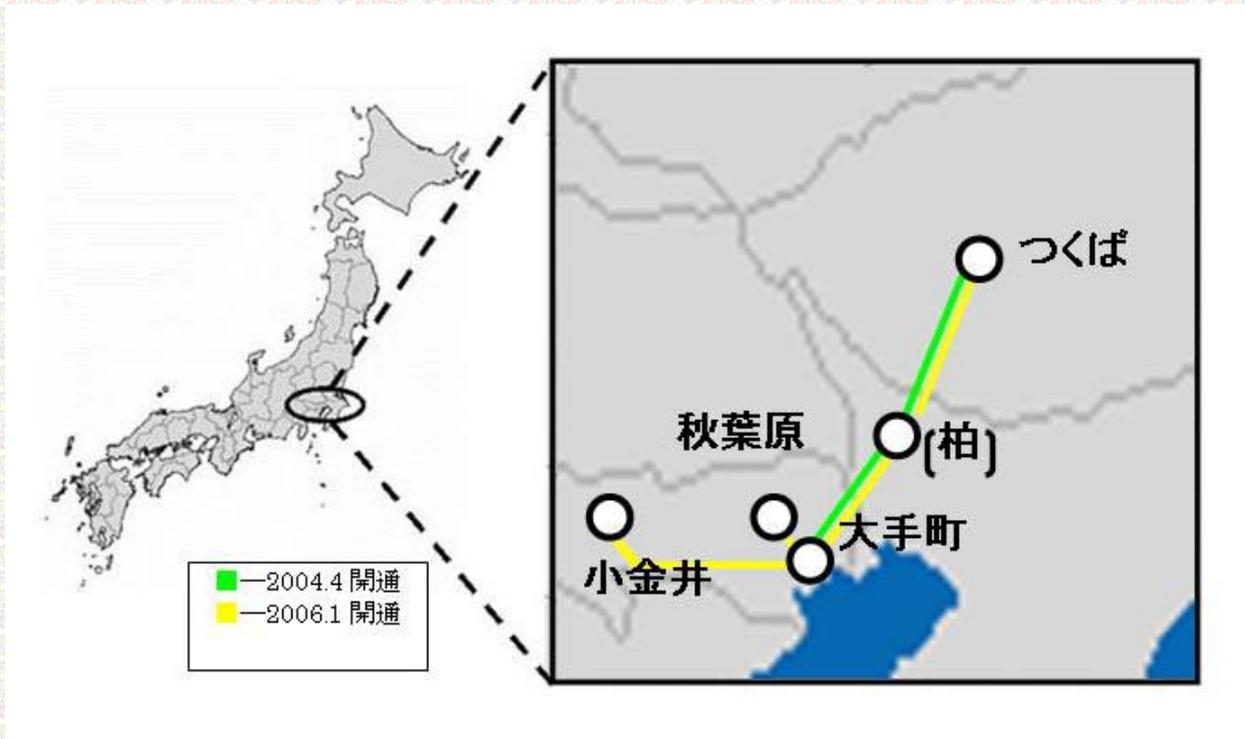


図6 JGN2首都圏光ファイバ実験網

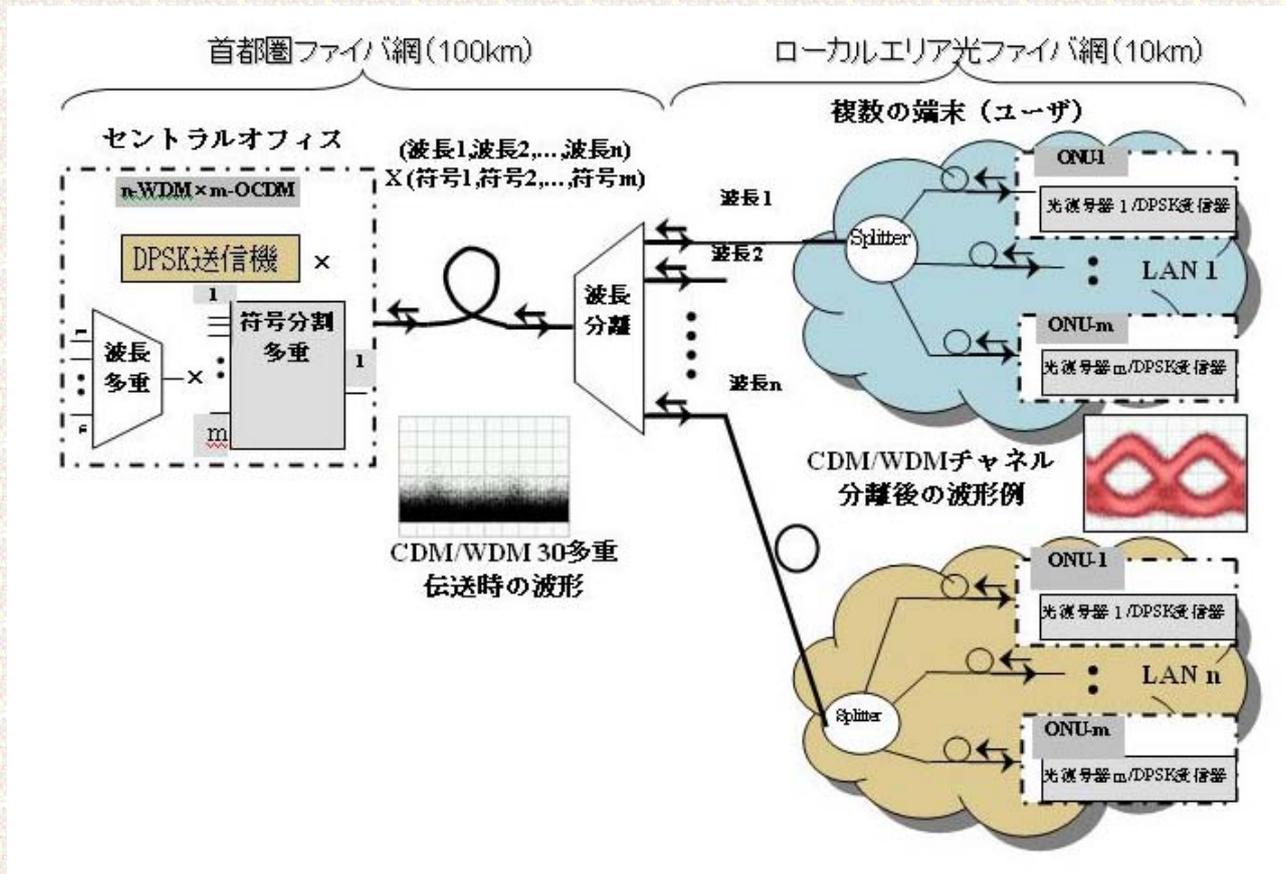


図7 JGN2ネットワーク上で実施した実験概要図

【用語解説】

*1 光符号分割多重(光CDMA)

光多重通信方式の一種。送信側ではチャンネル毎に異なる光符号で信号を符号化し、受信側では同一の光符号を鍵として復号化することによって、同じ波長の信号を同時に複数のチャンネルに割り当てる多重通信方式。

*2 波長分割多重(WDM)

光多重通信方式の一種。与えられた波長帯域を一定の波長間隔で異なる波長に分割して多数のチャンネルを割り当てる多重通信方式。

*3 差動位相変調(DPSK変調)

電波の位相に情報信号を変調する通信方式の一つで光通信への適用が最近活発に研究されている。ビットに応じて光の位相を変化させて、情報伝送を行うが、特に前のビットとの位相変化量で変調を行う方式。

*4 光時分割多重(光TDM)

光多重通信方式の一種。同じ波長の光信号を時間で分割し多数のチャンネルに割り当てる多重通信方式。

*5 時間ゲート

所望の時間だけ信号を通して、残りの時間は信号を通さないようにする技術。これにより、不必要な雑音量を減らすことができる。

*6 光パケットスイッチ

光パケットのデータ部分を電気変換なく中継し、同方向に向かうパケットが同時に届いた時には、衝突を防ぐためにバッファに蓄えるハブ。既存のパケットスイッチでは宛先部分が電気信号に変換された後、宛先が照合され、パケットの転送経路が求められているうえ、バッファは半導体メモリで構成されているため、データを電気信号に変えて格納する必要がある。

*7 JGN2

全国規模のIPネットワーク、光波長ネットワーク、光伝送実験のための実際の運用形態を想定した実験ネットワーク環境。全国規模のIPネットワークでは、最大の20Gbpsの回線速度を整備する。各都道府県にアクセスポイントを設置しており、全国の大学、研究機関、民間企業、地方自治体などがネットワーク関連技術やアプリケーション技術の研究開発に利用できる。

URL <http://www.jgn.nict.go.jp/>

ギガ: 10の9乗 = 1,000,000,000 = 10億