

## 「NTT 未来ねっと研究所」探訪記

2004年1月30日、NTT横須賀研究開発センターにおいて、平成15年度第5回光科学及び光技術調査委員会が開催されました。委員会開催に先立って、「NTT 未来ねっと研究所」を見学させていただきました。珍しい機会ですので紹介させていただきます。NTT横須賀研究開発センターは、京浜急行横須賀線YRP野比駅からバスで10分程度行ったところにあります。同研究所は小高い丘の上に位置し、周りを緑に囲まれて大変落ちついた環境にありました。特に、同日は晴天に恵まれたこともあり、見学で訪れた9階の窓より眺望した三浦海岸は大変美しく印象的でした。

未来ねっと研究所は、NTTにおける3つの総合研究所の中の先端技術総合研究所に所属し、とりわけ将来的なネットワークシステムの研究開発に取り組んでいるそうです。今回は、同研究所内の次世代ネットワークシステムのコアを担うキーコンポーネント（光ルーター、フォトニック結晶ファイバー、スーパーコンティニュウム光源）を中心に、各主任研究員のご説明のもと見学させていただきました。

### 光ルーター

光ルーターとは、現状のネットワークシステムにおいて限界となりつつある電気処理に対して、光のままルーティングすることを可能にする装置で、HIKARI ルーターと命名されています。HIKARI ルーターは、IP網に用いられている MPLS (multi-protocol label switching) 転送制御方式を光ネットワークに拡張し、IP網と光ネットワークの統合化を実現することで、超大容量光ネットワーク（テラビット級！）の経路制御を可能にしたものです。

このHIKARI ルーターで使用されているスイッチ部の動作原理は、石英基板上に構成されたマッハ・ツェンダ干渉計そのものでした。一方の光路内に薄膜ヒーターを配置し、基盤を加熱することで屈折率を変化させる熱光学効果を利用して位相制御を行い、干渉効果によるスイッチング動作を行っているとのことです。説明によると、スイッチング機構の応答時間は1~2 msと高速であり、今後のネットワークシステムにおいても十分適用できるレベルが達成されています。また、本機構は、機械的な可動部をもた



図1 HIKARI ルーターの要素技術である大規模光クロスコネクト用光スイッチ。

ないことから振動に強い特性があり、他のスイッチ機構と比べて、高い信頼性が実現されているそうです（図1）。

最新のネットワークシステムを構築するキーパーツに、光の基本的な特徴を利用している点が大変新鮮でした。

### フォトニック結晶ファイバー

未来ねっと研究所で開発されているフォトニック結晶ファイバーは、直径数  $\mu\text{m}$  程度の空孔が規則的に並んだ構造となっています。このフォトニック結晶構造の特徴は、空孔の大きさや配列によって等価屈折率の値を変化させることができます。説明によると、空孔の存在するクラッド部の等価屈折率は、空孔の存在しないコア部の屈折率に比べて10%程度低くなり、その屈折率差によって導波構造が形成されるので、屈折率の高いコア部に光を導波させることができになるとのことでした。さらに、空孔の大きさと配列を最適化することにより、通常のファイバー構造では実現できないような特性、例えば任意の波長でゼロ分散を設定することが可能となるそうです。

また、空孔の大きさや配置において、回転対称性を低くすることで偏波保持特性を容易にもたらせることが可能になる特徴があります。従来の偏波保持ファイバーに対して3倍以上のモード複屈折率が実現できることが実験的に確認されており、1.5 kmでの10 Gbit/s 双方向偏波多重伝送実験を実施した結果、エラーフリーでの伝送が可能となることがすでに確認されているそうです。

なお、フォトニック結晶ファイバーの製作は、複数のガ

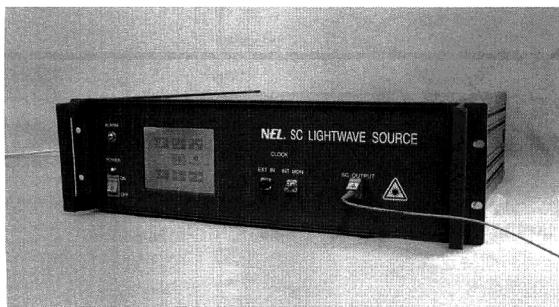


図2 スーパーコンティニュウム光源。

ラス細管を束ねたものをプリフォームとして用い、通常のファイバーを作製する線引き工程と同様に、加熱しながら延伸するそうです。この手法を用いれば、微細構造を直接加工する必要がありません。通常のフォトニック構造の作製とは異なる発想での製法が、個人的には大変興味深いものでした。今後は、本ファイバーの偏波保持や曲げに強い特徴を生かし、家庭内といった比較的短い配線で使用する環境での用途への応用を進めていくとのことでした。

#### スーパーコンティニュウム（SC）光源

本光源は、高出力のパルス光が透明媒体内を通過した際に生じる光スペクトルの超広帯域化を利用した光源で、昨年NTTエレクトロニクスより商品化されています（図2）。

SC光源の広帯域スペクトルは、一見連続的にみえますが、拡大してみるとデルタ関数状のスペクトルが櫛状に連続的に並んで構成されていることがわかります。この各スペクトルをそれぞれ通信用光源として用いれば、高密度波長多重通信が可能となることから、光通信分野において注目されているものです。

本光源の開発のきっかけは、光ファイバーを用いた他の目的の実験において、高出力レーザー光を通過させるとス

ペクトル幅が広がる現象を偶然見つけたことだったそうです。そこから研究を重ね、SC光の発生のポイントが光ファイバーの特別な波長分散特性にあることを突き止めるに至ったそうです。現在では、ファイバー内を伝播する光電界のシミュレーション解析に基づいて、SC光を発生させる単一モード光ファイバーおよび入射パルス光のパラメーターを最適化し、実用的なスペクトル形成が実現されているそうです。

また、SC光の櫛状のスペクトルにおいて、各スペクトルの間隔は原理的に一定となる特徴から、例えば光周波数の校正等への応用も可能である等の話も伺うことができました。なお、本光源に関しては、最近の「光学」においても紹介されています<sup>1)</sup>。

全体を通して、各先端的な技術と将来のネットワークシステムの一端を垣間見ることができ、大変有意義な見学でした。特に、異なる業種に身をおく著者にとって、さまざまな光学技術が融合された光通信技術は興味深いものでした。今回の見学の際に撮影した委員会メンバーの記念写真を図3に掲載させていただきました。

最後に、今回の見学と委員会開催の窓口を快くお引き受けください、劳をとっていただきました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の乾様、またご説明いただいた研究員の皆様とNTT未来ねっと研究所のご厚意に感謝いたします。

この記事に関するご意見、お問い合わせは、kato@optsun.riken.jp もしくはura@dj.kit.ac.jpまでお寄せください。  
(オリンパス株式会社 大出 寿)

#### 文 献

- 1) 森 邦彦：“光通信のための白色光源”，光学，32，(2003) 633–635.



図3 光科学及び光技術調査委員会のメンバー（関東エリア、1/30 委員会出席者）。