

# OFC2001 参加報告

株式会社フジクラ光電子技術研究所

愛川 和彦

## Report on OFC 2001

**Kazuhiko Aikawa**

*Optics and Electronics Laboratory, Fujikura Ltd.*

### 1. OFC2001の概要

OFC (Optical Fiber Communication Conference) は、毎年米国で開催される光通信関連では世界最大の学会である。今年は3/17~3/22までカリフォルニア州アナハイムで開催された。昨年末からの米国景気の低迷にも関わらず、国際会議、展示会共に非常に盛況で、会議と展示会を合わせた参加は、昨年の18,000人に対して今年は38,000人以上と2倍以上の規模に達した。

発表論文は、900件以上の投稿論文から採択され、招待講演、Tutorialを加えて396件の口頭発表および97件のポスターの発表が行われた。また、ポストデッドラインペーパーは投稿件数が150件、採択件数が39件で、4つのセッションに分かれて発表が行われた。一般講演は7つの会場で並行して進められた。

今年の講演内容は、更なる通信容量増大のために大容量・長距離伝送実現のための新技術開発に関する報告が多かった。特に、分散補償技術、偏波分散に関する報告・補償技術、ラマン

を中心とした光増幅の広帯域化などの発表に関するものが多く、こうした技術への関心度の高さが感じられた。また、大容量通信に不可欠な多波長高密度WDM (Wavelength Division Multiplexing) 伝送に関するものが際立っており、数Tb/sから10Tb/sもの大容量伝送に関する報告もあり、世界のトップレベルの報告が数多く見られた。

学会と併設された展示会では、900社以上からWDM伝送に関連する各種光部品などの展示があり、米国経済の落ち込みや株価の低迷を感じさせないほど盛況であった。

### 2. トピック

Technical Sessionは19日から4日間に亘って行われた。全体的な傾向は、近年のWDM化の傾向を反映して、伝送用光ファイバをはじめ、各種デバイスの広帯域化、多チャンネル化に対応するための検討報告が活発であった。昨年のECOC2000の時点で40Gbit/s伝送に必要な技術は、ほぼ揃いつつあると思われるが、今年のOFCでは、この40Gbit/s伝送の実用化に向けた検討、及び、さらに高速化を見据えた報告が行われた。今後の通信容量の大容量化をさらに進めるには多くの技術開発が必要であ

るが、特に分散補償技術、偏波分散補償技術、広帯域化技術に関して多数の報告があった。

まず分散補償技術に関するセッションを見てみると、分散補償光ファイバ、ファイバブラッググレーティング、高次モードを用いた方法、及び Virtually imaged phased array (VIPA) などを用いた方法の報告が行われた。標準型 SMF の分散スロープと波長分散を補償する C-band 用分散補償光ファイバは、ほぼ開発が終了し各社から製品がリリースされている。今後は、L-band 用の分散補償光ファイバや、さらなる高速伝送に向けて、分散に対する分散スロープの比率が大きい NZ-DSF に対する分散補償光ファイバの実用化が重要となっている。C-band 帯において NZ-DSF の分散と分散スロープを補償することが可能な低損失・低 PMD の分散補償光ファイバの報告が行われた (TuH5, TuS6)。

また、40 Gbit/s 伝送では、伝送路中における累積分散による信号劣化が問題であり、分散マネジメントが非常に重要である。50 GHz 以下のチャンネル間隔では、分散シフトファイバと標準型 SMF の中間的な波長分散 (+8~+12 ps/nm/km) が有効であることが、各種伝送特性の面から報告が行われた (TuH4)。さらに、実効断面積を拡大した SMF と -60 ps/nm/km の波長分散を有する分散補償光ファイバの組み合わせ (TuH7) や、実効断面積を 100  $\mu\text{m}^2$  以上まで拡大した中分散 SMF と分散補償光ファイバを組み合わせることで累積分散を抑えた低非線形で平坦な分散特性を有する新しいタイプの複合光ファイバ伝送路 (TuH6) などの提案も行われた。

伝送容量増大には、チャンネル間隔を狭くすることと波長範囲を広げることによる波長多重数の増加が有効であるが、1 波長当たりの伝送速度の高速化も有効である。高速伝送の障害の一つに偏波分散による劣化がある。偏波分散補償は理論検討、評価、補償技術など、あわせて 5 つのセッションにおいて各研究機関から種々

の報告が行われていた。

今後、より広帯域化を進めるにあたって、通常の EDF の帯域だけでは不十分である。ラマンアンプ、Tm 添加光ファイバ、ゲインシフト Tm 添加光ファイバ、テルライト EDFA、L-band 用 EDFA などが提案されている。ラマンアンプは広帯域で低雑音であることから有望視されている。また、S-band 帯のアンプの効率改善に関する報告も多く見られ、42% の変換効率を有する Tm 添加ファイバアンプ (PD1) や、48% の変換効率を有するゲインシフト Tm 添加ファイバアンプ (PD2) の報告が行われた。今後、S-band 帯の実用化が加速すると思われる。

他に注目されたテーマとしては、Holey Fiber や MEMS などがある。Holey Fiber は従来の光ファイバと同じ材質でありながら構造が大きく異なるために、短尺で大きな波長分散が得られるなど光デバイスへの応用が期待される。低損失化が今後の課題と考えられる。また MEMS の報告も多く見られた。1296 ポートのクロスコネクタ用スイッチの報告が PD28 であり、今後、大規模光スイッチへの応用などを想定し、各社注力していることがうかがえる。

ポストデットラインでは、いくつかの大容量伝送の報告が行われた。C+L band 帯を用いて、3 Tbit/s (300  $\times$  11.6 Gbit/s) - 7380 km という大容量・長距離伝送の報告 (PD22) があった。また、C+L band に加えて S-band を加えた triple-band (1476.81 nm ~ 1610.06 nm) を用いての伝送 (PD24) や、C+L band 帯で偏波多重・分離技術を用いての伝送 (PD25) により世界で初めて 10 Tbit/s を超える大容量伝送の報告が相次いで行われた。さらに実効断面積を 170  $\mu\text{m}^2$  まで拡大した低非線形ファイバと、低ノイズのラマンアンプを用いて 25.8 nm の帯域で 2.56 Tbit/s (40 Gbit/s  $\times$  64 WDM) 230 km 伝送の報告も行われた (PD26)。

今後、使用波長帯域は、S~L バンド帯までの 150 nm を越える広帯域となり、波長多重数

の増加に伴って、伝送用光ファイバは、さらなる低非線形化が必要である。また、残留分散、伝送路中の累積分散の低減など分散マネジメントも重要であり、伝送用光ファイバは、分散マネジメントの効果を確認しながら、より実効断面積が大きく低損失であることが望まれている。さらに分散制御、偏波分散の低減化・補償技術、その他システム全体に亘って盛んに検討が進められ、大容量・長距離伝送は確実に進歩している。このようにシステムが複雑化してくるため、伝送システム全体の高性能化だけではなく、信頼性とコストについても十分な検討が必要である。

### 3. 終わりに

以上、簡単に OFC2001 の状況を報告した。

上記の他にも多岐に亘る報告が行われたが、筆者自身がファイバ関係に携わっているために偏った内容となってしまっていることをご容赦願いたい。昨年後半からの米国経済のスローダウンが光通信業界に及ぼす影響が懸念されるところであるが、少なくとも OFC ではそうした影響は顕著には現れていない。最近の OFC は、研究開発動向だけではなく、市場の動向を把握する上で、非常に重要な学会/展示会となっている。展示会の規模が拡大したことにより、この OFC の開催場所も限られてきている。来年の OFC2002 は、日程、開催地共に今年と同じで、2002年3月17日から22日にかけてカリフォルニア州アナハイムで開催される予定である。