

ECOC 2010 ショート速報 [光ファイバ関連]

武笠和則 (古河電気工業株式会社 ファイテルフォトニクス研究所)

会議名 : 36th European Conference and Exhibition on Optical Communications (ECOC)

開催期間 : 2010年9月18日-23日

開催場所 : Lingotto Congress and Exhibition Centre (トリノ、イタリア)

*****要 約*****
2010年の9/18(日)から9/23(木)にわたり、イタリアのトリノにおいて、ECOC2010が開催された。日曜日のWorkshop、月曜日のPlenary-Talkから、将来の大容量伝送を実現する為の伝送用光ファイバ技術に関する講演/議論が行われ、伝送用光ファイバ技術の研究が、再び盛り上がりを見せているのを感じた。また、特殊性能を実現する為の微細構造ファイバ/Nanoファイバや、具体的な応用が期待できる高非線形ファイバ/ファイバレーザ用ファイバに関しても、最先端の研究報告がなされた。

1. はじめに

トリノは、2000年前に建設されたイタリアの最初の首都であり、1976年から通信用のUrbanケーブルが敷設された事でも有名な、歴史ある街である。最近の話題ではオリンピックの開催が記憶に新しいが、工場を改築して造られたという学会場までは地下鉄が延びておらず、中心街からはバスで行かなくてはならないなど、交通の面では、若干不便な場所であった。しかしながら、1111人が参加した今回のECOCも、OFCと並んで、最先端の研究状況を知る最良の機会を提供していた。相変わらず、論文採択率は50%と厳しく、選ばれた約400件の論文(Oral=245件、Poster=131件)と、採択率28%の中から選ばれたPostdeadline-Paperが報告された(発表件数最多国は日本)。もちろん、光ファイバ分野に関しても、伝送用光ファイバ、特殊性能を実現する微細構造ファイバ/Nano-Fiberや、応用研究まで盛んに行われている高非線形ファイバ、ファイバレーザ用ファイバに関して、様々な最先端の研究報告が行われた。今回、御紹介する内容は、筆者が興味を持って聴講したセッションの関係から、全て十分に網羅できていない所もあるかと思うが、紹介内容以外にも、数多くの優れた発表がなされていた事に関しては、ご理解/ご容赦頂ければ、幸いである。

2. 発表報告

2-1. WorkshopとPlenary-Talk

日曜日のWorkshop、WS4の”Overcoming Capacity Limits of State-of-the-art Optical Fibers”では、将来の大容量伝送を実現する為の光通信/光ファイバ技術に関して、活発な議論が行われた。その中で、従来の技術を破る伝送用光ファイバとして、従来から良く議論されている低非線形ファイバ以外に、マルチコアファイバ/マルチモード(多重)ファイバと言う新カテゴリーの伝送用ファイバがキー技術として、何度も登場し(NTT/Alcatel-Lucent/古河など)、議論された。低非線形ファイバとしては、OFS-Denmarkから、伝送損失を0.18dB/km以下に低減しながら、現在の $A_{eff}=80\mu m^2$ から、130、160 μm^2 と拡大されていくであろうと言う話がなされた。それ以外に、NTTから、OSNRを改善する為には、ファイバの損失低減だけでなく、EDFAやラマン増幅器のノイズ特性改善が重要であると言う報告がなされた。また、後半のShortプレゼン+議論

の場には、筆者も参加をさせて頂いたのだが、マルチモードファイバによるモード多重伝送や、マルチコアファイバによる空間多重伝送を実現するポテンシャルや課題に関して、活発な討論がなされ、TDMやWDMに続く新多重方式を実現する新ファイバに関して、かなり興味が高まっていることを感じさせた。続く月曜日に行われたPlenary-Talkでも、東北大学の中沢先生より、2030年以降の超大容量伝送時代に向けて3M技術(マルチレベル変調/マルチコアファイバ/マルチモード伝送)が重要になる、と言う内容が発表され、多くの聴講者の興味を引きつけていた(Coffee-Break中やConference-Dinnerなどでも、3Mと言うキーワードで話をしているのを、よく耳にするほど、学会のキーワードの1つとなっていた)。また、将来を考えると、マルチコアEDFAの開発が、伝送路の開発と並んで重要である旨が報告された。

2-2. 伝送用光ファイバ

先ほども述べた様に、伝送用光ファイバの研究は、低非線形性の実現や、新たな多重方式の実現などを目指し、研究が活発になってきている。特に、8.FのTransmission Fibresのセッションで、将来の伝送路に関する様々な新提案が行われた。全体として、新特性の実現や特性の改善検討というよりは、今後の開発にとって重要となる様々な新指標が示され、伝送路の開発者としては、非常に参考になる発表が続いた。Alcatel-Lucentの招待講演では、コヒーレント通信の時代を迎え、Digitalに分散やPMDの補償が可能になる中で、将来のファイバは、正分散ファイバのみで構成され、分散が大きく、低非線形である事が重要になる一方で、Localizeされた大きなPMDは問題になるが、分布型ならば大きな問題にはならないだろうと言う重要な知見が示された。Drakaからは、低非線形(大Aeff)ファイバの開発に際して、非常に大きな問題となるマイクロバンド損失を、トレンチ型構造を用いることで、従来のSMF型に比べて、数倍抑制する事が可能である事が報告された。この構造により、Aeffを $120\mu\text{m}^2$ に拡大しても、マイクロバンドを抑制できる事を、実験だけでなく理論からも実証しており、大Aeffファイバの開発に関し、大きな知見を示した発表となっていた。住友電工からは、3Mの一つであるマルチコアファイバに関して、報告が行われた。報告では、クロストークがシミュレーションと合わない主要因が、曲げによるクロストークの変化によるものである事を、理論と実験から検証している。実際に、曲げ径を少し変えただけでも、クロストーク特性が大きく変化する例なども示され、マルチコアファイバの開発に関する重要な指標が示された。さらに、古河電工からも、マルチコアのファイバ径最適化/信頼性に関するポスター発表が行われたが、非常に盛況であり、将来の長距離伝送路に対する期待の高まりを感じた。

また、宅内配線など短距離に用いられる低曲げ損失ファイバの開発も、引き続き、注目のトピックスであった。NTTからは、HAFのMPI特性がSMFとのMFD mismatchに関わらず低いことや、曲げ損失を極めて小さくしたHAFでも、接続条件によりMPIを抑制できることが報告された。住友電工からは、低曲げ損失ファイバが、敷設工事の際などに非常に小さい曲げ径に曲がってしまう可能性も考え、表面にCompressive-Stress層を加えることで(熱履歴の制御で実現したとの事)、破損率の小さなファイバを実現した事が報告され、聴講者の高い関心が窺えた。さらに、PostDeadline(PD)では、ISMBから、ここ近年ヨーロッパで短距離用に検討が盛んになっているPOFを用いて、50mのGb-Ethernet通信に成功したという報告と、NTTから、10Gb/sクラスのPONを実現する為に、PDFAをベースにした高性能のBurst-Mode-Compoundedアンプを開発した、と言う報告がなされた。両者とも、非常に興味深い内容であったが、純粋な光ファイバ研究開発の報告がPDで無かったのは、筆者としては、若干残念であった。

2-3. 特殊構造光ファイバ、及び部品用光ファイバ(高非線形応用、ファイバレーザ用途)

特殊光ファイバに関しては、非常に特殊な光ファイバの研究が報告されたという印象であった。NTT から、中心コアとリングコアのスーパーモード共存による -11200 ps/nm/km という現在までの記録となる分散値の実現が報告された。これを用いることで、Fiber ベースの Tunable-Delay-Line の様な応用が実現できるのではないか、と言う報告がなされた。また、NEC Laboratory America からは、シリカベースの PCF を、化学反応を利用して、Si の PCF に変えてしまうと言う非常に特殊な技術に関する招待講演が行われ、この様な本当に特殊な技術の研究が進んでいる(しかも実現されている)事に、筆者だけでなく、聴講者も衝撃を受けているようであった。もちろん、課題は色々あるようだが、材料を変化させるこの様な研究は、将来の研究のひとつの方向性として、注目の必要である。一時と比べると発表数は減ってきたが、それ以外にも微細構造ファイバの研究報告がなされ、Bath 大学からは、Kagome ファイバに関し、Bandgap の無い波長帯でも理論損失ゼロの Strictly-Bound Modes が発生する事が、UNICAMP からは全反射と PBG を組み合わせた単一偏波ファイバの開発結果が、OFS 研究所からは Micro/Nano ファイバの開発状況(招待講演)がそれぞれ報告され、この様な微細構造のファイバの研究も、直近の応用と言うターゲットは無くても、地道に続けられている事が感じられた。

一方、高非線形ファイバやファイバレーザ用ファイバは、すでに応用検討が研究の中心に移っている感があるが、デバイス研究の進展に伴い、新たなファイバの特性改善も要求される為、やはり光ファイバの検討も継続している。サザンプトン大学からは、シリカベースとソフトガラスベースの高非線形ファイバの開発状況が説明され、聴講者の理解を深める内容となっていた。実際のファイバ開発としては、同じくサザンプトン大学から、SF57 ガラスを用いて比較的大きな非線形と通信帯のフラットな分散特性を実現した、OFS デンマーク(Tu.4.D.3)から Al ドープコアと長手での張力分布印加により SBS 閾値も含めた高非線形ファイバの性能指数(FOM)を 8.8dB 改善した報告があり、Univ. de Rennes 1 からは、カルコゲナイド(AsSe)の Suspended-Core Fiber を用いて $31,300/\text{W/km}$ の超高非線形を実現したと言う報告がなされた。いずれも、将来のポテンシャルとして魅力的なファイバであるが、問題はやはり伝送損失特性である。ただし、OFS デンマークからの報告された Al-dope コアの高非線形ファイバでは、FOM ベースでの改善が報告されており、接続損失もブリッジファイバを用いることで、0.5-0.6dB に低減されている事から、今後の展開が期待される。それ以外に、高非線形ファイバを用いた各種の応用報告も行われたが、例えば、古河の広帯域偏波無依存波長変換の発表では分散フラットな偏波保持高非線形ファイバが、サザンプトン大学の Phase-Sensitive 光アンプの発表では SBS 抑圧高非線形ファイバが用いられるなど、新ファイバによる新たな特性の実現に関する報告も見られた。同様にファイバレーザ用のファイバも、ファイバの工夫により新特性を実現する報告が含まれていた。例えば、Univ. of Limoges からは、All-Solid 型の大コア PBGF を用いる事で fs での 82W の出力パワーが、フジクラからは、PBG と全反射の Hybrid 型偏波保持ファイバを用いる事で 10W を超える Linearly-Polarized Single Cavity Fibre Laser が 56% の効率で、それぞれ実現できた報告がなされ、ファイバがキーパーツである事が示された。

3. おわりに

ECOC2010 にて、伝送路/部品(特殊ファイバを含む)両分野に関する最新の光ファイバ技術が報告された。次回の ECOC は、ジュネーブ(スイス)で行われるが、今後の進展が非常に楽しみである。