

## OFS 研究所紹介

古河電気工業株式会社 ファイテルフォトニクス研究所

富永 敬介

### Introduction of OFS Laboratories

**Keisuke Tominaga**

*Furukawa Electric Co., Ltd., Fitel Photonics Laboratory*

#### はじめに

筆者は、2007年3月から米国ニュージャージー州サマーセット市 (Somerset) にある OFS 研究所に駐在し、古河電工との共同研究テーマの一つであるファイバレーザの研究開発と、両社間のリエゾン業務に従事している。2001年に我々の仲間になった OFS 研究所は、元 Bell 研究所の研究者やエンジニアが多数在籍しており、光通信分野では世界トップレベルの研究を行っている。今回はニューグラス誌の紙面をお借りして、OFS 研究所と筆者の米国での生活についてご紹介したい。

#### OFS 研究所

OFS 研究所 (以下 OFS 研) は、米国東海岸のニュージャージー州にあり、拠点は、Somerset と Murray Hill の二箇所である。(図1) ニュージャージー州は、日本の東北地方 (岩手県や秋田県あたり) と同じ緯度に位置し、ニューヨーク州やペンシルベニア州、デラウェア州に接している。筆者の自宅からは、マンハッタンやフィラデルフィアまで気軽に足を延ばすことができる。日本との時差は14時間 (夏時間では13時間)。日本とは昼夜が全く逆であるのが

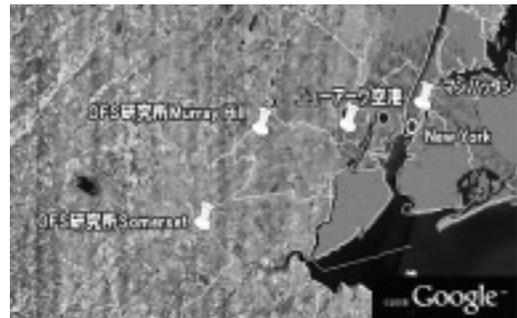


図1 OFS 研究所の拠点



図2 OFS 研究所 (Somerset)

少々難点であるが、Garden stateの愛称にふさわしく、林や森などの緑が非常に多く、四季もはっきりしており住みやすい。春は桜が咲き、夏は暑いカラッとしている。秋の紅葉はすばらしいし、冬は雪も降る。こういった自然豊かな環境の中に、ひっそりとOFS研究所がある。

冒頭にも書いたが、OFS研は、元々はAT&T Bell研究所（以下Bell研）の光ファイバ関連部門であった。現在は、古河電工の子会社である米国OFS FITELEL 所有の研究所である。御存知のように、Bell研は、トランジスタの発明などで多くのノーベル賞受賞者を輩出した世界的に有名な研究所であり、そのBell研の伝統を受け継いだ研究者達が、OFS研には多く在籍している。35人足らずの組織ではあるが、その80%以上が多様なバックグラウンドのPhDを持っており、少数精鋭で、光通信分野、特に光ファイバの基盤研究とその応用研究において、世界トップレベルの研究を進めている。OFS研に在籍する著名な人物を数名挙げると、OFS研の社長でOFS FITELEL社のCTOでもあるDr. David DiGiovanniはエルビウム添加ファイバ(EDF)の設計と製造、Dr. Frank Dimarcelloは高強度光ファイバや海底伝送用光ファイバ、Dr. Eric Monbergは結晶成長、Dr. Jim Flemingはガラスの材料分散測定のパイオニアである。Jimのデータは今でも光ファイバの設計で広く使われている。また、OFS FITELEL社が保有する特許は、Bell研時代のものを含めて、世界で2000、米国で900を超えるが、彼らだけでも、150近い特許を持っている。

OFS研の主要な成果は、EDF、広帯域分散

補償ファイバ(DCF)、ファイバ・ブラッグ・グレーティング(FBG)、可変分散補償器(TDC)、テーパード・ファイバ・バンドル(TFB)などであり、これらはOFS FITELEL社で製品化されている。現在の研究活動は、多岐に渡るが、光ファイバの基盤研究とその応用研究の二つに大きく分類され、前者は、ガラス製法(MCVD,Solgel)、光ファイバの新設計(ダブルクラッドファイバ、バンドギャップファイバ)などが挙げられ、後者は、ファイバレーザ(CW,パルス)、グレーティング(Bragg,LPG)、センサファイバ、光デバイス(ナノファイバ、HOMデバイス)などが挙げられる。

筆者は、OFS研のファイバレーザGrに所属しており、CWファイバレーザの研究開発を進めている。ファイバレーザとは、文字通り光ファイバで構成されたレーザであり、従来のレーザ(CO<sub>2</sub>レーザやYAGレーザ)と同等のレーザ出力を得ることができる。これらのレーザと比較して、高効率、高信頼性、低価格、コンパクト、メンテナンスフリーなど、さまざまなメリットが上げられ、加工用や医療用レーザなど多方面の分野への応用が可能である。OFS研は、ファイバレーザに関する多くのKey Technologyを有しており、図3に記載されている利得ファイバ(ダブルクラッドファイバ)、このファイバに欠かせない低屈折率ポリマー被覆、共振器のミラーとなるFBG、励起レーザを合波するための合波器(TFB)は、全てOFS研で研究開発されたものである。これらの光部品にはOFS研の持つ技術が全て集約されており、ファイバレーザは、言わばOFS研の技術の結晶であると言えよう。現在も、古河電工と

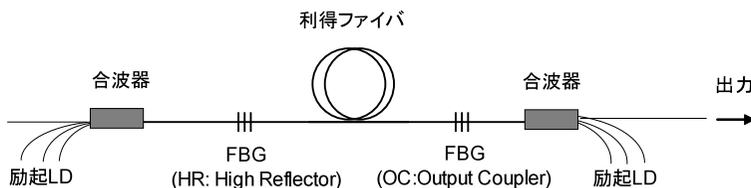


図3 ファイバレーザ構成例

共に次世代に向けての研究開発を進めている。

さて、OFS 研の最近の発明例として、HOM (Higher Order Mode: 高次モード) 技術を紹介したい。通常、光通信では、シングルモードファイバ (SMF) を使用して、基本モードの光のみを伝搬 (シングルモード伝搬) させて通信を行う。しかし、ファイバレーザやパルスレーザのように、光のパワーが高くなると、コア径の小さい (断面積の小さい) SMF では、光が伝搬するコア内の光密度が高くなるため、誘導ラマン散乱や誘導ブリルアン散乱などの非線形現象が発生しやすくなる。単純にコア径を大きくして、コア内のパワー密度を低くすれば非線形は抑制できるが、コア径を大きくしすぎると高次モードが発生し、多くのモードが光ファイバ内を伝搬してしまうため、シングルモード伝搬では無くなる。これは、ファイバレーザの重要な特性であるビーム品質を劣化させる原因となる。

そこで、OFS 研では、基本モードの代わりとして、高次モードの光を積極的に使うことで、コア内の光密度を低くし、非線形現象の閾値を高くする HOM 技術を発明した。HOM デバイスは、図 4 のように、モード変換デバイス (Mode Converter: MC) と HOM ファイバから成り、図 4(a) のような基本モードが、MC で図 4(b) のような高次モードに変換される。MC で高次モードに変換された光 (図中では、LP<sub>07</sub> モード) は、HOM ファイバを伝搬する。

この技術は、非線形が常に問題となる高出力のファイバレーザやパルスレーザにおいて、非常に有効である。また、SMF など従来の光フ

ァイバとは異なる分散特性が実現可能であるため、分散補償、パルス圧縮にも応用することもできる。HOM 技術は、シンプルな構成でありながら、その応用範囲は広く、現在、新しい光デバイスの研究のために、多くの研究機関で使われている。このように OFS 研には、基本モードに拘らず、高次モードを使うことを考える発想力、そのデバイスや特殊な光ファイバを設計し実現する設計力、技術力があり、従来の発想から一歩以上進んだ、新しい世代へのブレークスルーとなる優れた発明を数多く生み出している。HOM 技術は、その一例である。

### アメリカでの生活立ち上げ

渡米したその日から、異国の地での生活の立ち上げというハードワークが待っていた。家族が来るまでの一ヶ月間で、皆が生活できる環境を整えなければならない。まず、最初の関門は、ソーシャルセキュリティナンバー (SSN) の申



図5 苦労して契約したアパート。壁の色の薄い部分が我が家 (手前側)。

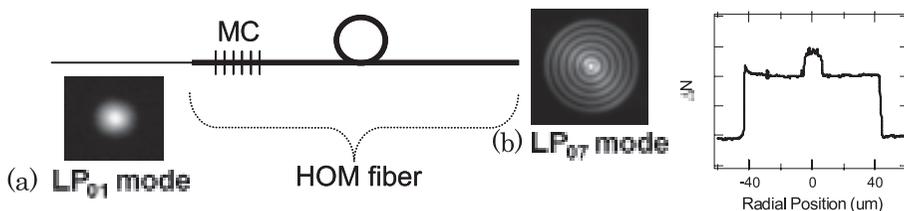


図4 OFS 研究所の HOM 技術

請／取得、アメリカの銀行口座の開設であった。この二つのアイテムが揃わないと、家の契約・引越し、車の契約、保険契約、運転免許取得、子供達の学校手続きも何もできず先に進まない。幸いなことに銀行口座は比較的スムーズに開設できたが、SSNがなかなか発行されなかった。車や家を探しに行っても、「SSNが無い」と言うと門前払いされることが多く、イライラする日々が続いた。三週間後ようやくSSNが届き、早速、各手続きを進めたのだが、とにかく日本のようにスムーズに事が運ばない。何を依頼するにしても、担当者がルーズであるのか、その対応の遅さに閉口することになった。(時に、てきばきと動いてくれることもあったが……。)例えば、アパートのキーをもらうには、契約書にサインをする必要があったが、その契約書がなかなか届かなかった。何度も催促して、ようやく届いたと思ったら、間違った住所と名前が契約書に記載されており再発行。結局、サインをしてキーを受け取ったのは家族が来る前日であった。このようなことは日常茶飯時であり、初めの頃はストレスの溜まる日々を過ごしたが、今では、こちらでの生活にすっかり馴染んでしまい、何を言われても、何

が起きても、平常心を保てるようになった。最近、近辺の日本人やアメリカ人との付き合いも増え、家族全員、アメリカでの生活を楽しく過ごしている。

#### 終わりに

OFS 研への駐在の話は、英語が苦手な海外勤務など頭の片隅にも無かった筆者にとって、まさに青天の霹靂であった。「日本人が一人もない環境で、一流の研究者達と、しかも英語で仕事ができるのか」と、夜も眠れないくらい悩んだことが昨日のように思い起こせる。事実、英語でのやりとりや仕事の進め方の違いなどで、いろいろな苦勞もあった(未だにある)が、仕事や生活の面でも本当に良い経験をさせて頂いており、充実した日々を送っている。ここまで何とかやってくることができたのも、日頃サポートしてくださる古河電工の関係者と、DiGiovanni 社長をはじめとする OFS 研究所の面々のおかげである。この場をお借りしてお礼を申し上げたい。最後に、筆者の取り留めの無い文章に最後までお付き合い頂いた皆様に感謝して、本稿を終わらせて頂きたいと思う。