

# Conference on Optical Fiber Sensors (OFS '85) 報告

小島 啓介

三菱電機(株)中央研究所 〒661 尼崎市塚口本町8-1-1

## 1. はじめに

OFS '85 は2月13日から14日までの2日間、OFC '85 (Conference on Optical Fiber Communication) と1日のオーバーラップをもって続けて開かれた。会場はカリフォルニア州サンディエゴ郊外の Town & Country Hotel で、主催は IEEE と Optical Society of America であった。

OFS は OFC から光ファイバセンサー部門が分離して独立した国際学会で、今回で3回目である。一般参加者数は OFC と OFS を合わせて 1,555 名、展示関係者を含めた入場者総数は 3,440 名であった。

セッションは次の八つで、その他にポスターセッションとポストデッドラインセッションの二つがあった。

- A. 概論
- B. 光ファイバジャイロ
- C. 部品
- D. センサーネットワークおよび分布型センサー
- E. 光源および超音波センサー
- F. 光ファイバおよび結合器中の偏波特性
- G. 生医学用センサー
- H. 化学・温度・圧力センサー

概論を除いては2会場を使っての平行セッションであり、また紙面の制約もあるので多くは触れられないが、いくつかの話題を以下にひろってみたい。

## 2. 会議の話題から

13日午前には NRL (Naval Research Laboratory) の Sigel が OFC の一部として光ファイバセンサーの基礎のミニチュートリアルを行なった。この日の午後から正式に OFS が始まり、まず A のセッションではイギリスのケント大学の Jackson によりミニチュートリアルが行なわれ光ファイバセンサーの最近の話題が取り上げられた。三菱電機の Nakayama は日本における光ファイバセンサーの研究を幅広く紹介した。発表の後で、どんなものが商品として売り出されているのかとい

ったユーザーの立場からの質問がいくつかあった。

B の光ファイバジャイロのセッションでは、まず西ドイツの Standard Elektrik Lorenz の Boehm がヨーロッパにおけるジャイロの研究について概観した。次に、NEC の Ishikawa らはジャイロ用の  $\text{LiNbO}_3$  基板を用いた周波数変調器を発表した。ソ連科学アカデミーの Dianov らは、光ファイバジャイロに対する光ファイバの複屈折の影響を報告した。スタンフォード大学の Desurvire らは、光ファイバリング共振器において Q スイッチ YAG レーザーによるラマン増幅により共振器の損失を補償することを試みた。これにより光はほぼ減衰することなしに共振器中を循環することが確かめられ、さらに光メモリー (今回は 0.5ms) としても用いられることが示された。西ドイツの LITEF 社の Kemmler らは 0.01 dB というきわめて損失の少ないカップラーを用いたリング共振器について発表した。フィネスは 633 nm においては 600 であった。このような高フィネスの共振器においてはレイリー散乱がジャイロの特性に影響を及ぼすことを示した。全体的に、干渉型ジャイロは実用化研究の段階なので発表が少なくなってきたり、基礎研究はリング共振器型に移ってきている模様である。

D のセンサーネットワークおよび分布型センサーのセッションでは、まずロスアラモス研究所の Lyons が光ファイバ放射線センサーについて概観した。スイスのバッテル研究所の Harmer は、1本のファイバに複数のマイクロバンディングセンサーを付け、OTDRにより各部分での微小変位を独立に検出した。スタンフォード大の Brooks ら、および University College of London の Sakai らは、光路長差の異なる複数の Mach-Zender 型干渉計を1本のファイバ上に並べた多重センサーについて報告した。前者のグループは、光源の半導体レーザーのコヒーレンス長を短くして各センサーの干渉を防ぎ、検出はセンサー部と同じ光路長差をもつ Mach-Zender 型干渉計を並列に並べることにより行なう方法を提案した。後者のグループは光源の半導体レーザーをのこぎり

表1 国別発表件数

	口頭	ポ ス タ ー	ポ ス ト デ ッ ド ラ イ ン	計
ア メ リ カ	20	6	3	29
イ ギ リ ス	4	4	1	9
日 本	3	2	3	8
西 ド イ ツ	4	1	0	5
ス ウェ ー デン	2	1	0	3
フ ラ ン ス	0	1	1	2
ス イ ス	2	0	0	2
オ ース トラ リア	1	0	0	1
カ ナ ダ	1	0	0	1
ソ 連	1	0	0	1
計	38	15	8	61

歯状に変化する周波数で変調し、各干渉計の光路長差に工夫を加えることにより各センサー部の間での相互干渉は防げるとしている。両グループともにごく基本的な実験結果も発表しているが、実用化までにはまだかなりの研究が必要だと思われる。ポストデッドラインのセッションでも英国のプレッシーの Dakin らがファイバ中のラマン散乱によって反射されてきたストークス光と反ストークス光の比を OTDR と同様に測定することによりファイバの温度の分布を測定することを報告しており、分布型センサーは今後の研究の一つの大きな柱になるものと思われる。

E の光源および超音波センサーのセッションにおいては、MIT の Ho らが半導体レーザーのスペクトル線幅および中心波長の安定化について報告した。レーザー光を共焦点型ファイブリーペローを通してそのピーク値が最大になるように光フィードバックの位相をコントロールすることによりスペクトル線幅を 2 MHz で 1 時間

以上安定化させた。ファイブリーペローの分解能が上がれば 300 kHz 以下の線幅に抑えることも可能だとしている。NRL の Dandridge は招待講演で半導体レーザーの雑音について解説した。1 MHz 以下では  $1/f$  雑音が非常に大きくセンサーの特性に影響を及ぼし、またファイバ等による光のフィードバックが雑音特性を大きく左右することを報告した。小型軽量、低価格、高信頼性といった点で半導体レーザーは非常に優れており今後センサーシステムにどんどんと組み込まれていく可能性が高く、雑音の問題はいつそう重要になるであろうと思われる。

G の生医学用センサーのセッションでは、まずバッテリー研究所の Dähne が光ファイバセンサーの医療診断への応用について招待講演を行なった。西ドイツの Aachen 大学の Schmitt らは、光ファイバを足のつけ根の血圧測定に応用し、足首の運動後の動的血圧変化を測定して病気の診断を行なう方法について報告した。三菱電機の Kojima らは、レーザードップラー速度計 (LDV) において、He-Ne レーザーおよび半導体レーザーの縦モード特性が及ぼす影響について、理論的・実験的に報告した。

### 3. ま と め

図別の発表件数を表1に示す。開催国のアメリカが最も多く、イギリス、日本、西ドイツがそれに続いている。新しいアイデアや基礎的な研究に基づく発表は欧米に多く、日本からは製品化に近い発表が多かったように思われる。

なお、来年の OFS は 10 月 8 日から 10 日まで東京で開かれることになっている。

(1985年3月30日受理)