

ける刺激強度の空間的密度と知覚される色との対応関係について実験的に検討した結果、青原色の場合は一様刺激よりも明るく、より青く見えることを明らかにした。塚越俊二氏(千葉大)は、 $L^*a^*b^*$ 系を介してマンセルクロマをXYZ三刺激値の関数として表した試みについて報告した。中嶋芳雄氏(聖マリアンナ医大)は、交通信号灯および航海用灯火パイの色相および輝度分布について実態調査を行った結果について報告した。

●配色 座長: 荒生 薫(東工芸大)

近江源太郎氏(女子美大)は、日本色彩研究所が30年前から実施している女性の服装色の調査結果を解析し、その時系的な変動についての考察を述べた(招待講演)。平井敏夫氏(日本色研)は、現在使用されている各種色標とその用途を紹介した(招待講演)。

●測色・表色 座長: 小松原仁(日本色研)

納谷嘉信氏(大阪電通大)は、国際照明委員会の技術報告に基づく観測者メタメリズムのフィールド・トライアルを行い、条件等色の個人間変動を示す信頼長円の正当性と測色的意義を明らかにした。一條隆氏(東芝ライテック)は、単色光照明・非分光観測方式の分光光度計と等色関数に等しい分光感度を有する合成受光器系とを組み合わせることにより、蛍光物体色の実用的な測定ができることを報告した。馬場護郎氏(村上色研)は、“金属感”をもつ物体の変角反射特性および変角分光特

性を測定した結果を報告した。徐錦林氏(静岡大学)は、ビデオカメラにおけるRGB出力信号からマンセル表色系に変換する方法を提案した。

●色彩材料 座長: 野崎信春(富士フィルム)

杉山明夫氏(チタン工業)は、酸化チタンの製法および諸特性を紹介した(招待講演)。鈴木重治氏(富士通研)は、熱転写記録用の石垣構造型インクシートのインク色材を測色的に検討した内容を報告した。松本和二(村上色研)は、歯科補綴材料に対してクベルカ・ムンク理論に基づくカラーマッチングを適用した事例を報告した。

以上の講演の後、今井弥生氏(日本色彩学会、東京家政短大)から閉会の辞があり、すべての日程が終了した。

併設の展示会も例年数社のところ、今回は20社以上の参加があり、盛況であった。これは今回から展示会の運営事務が、オプトロニクス(株)に委託されており、各企業に対しての呼びかけが積極的であったためと思われる。

今回のコンファレンスの発表から、さまざまな分野の色彩に対しての興味が高まっていることがうかがわれた。今後ますます多様なメディアがカラー化していくことが予想されるため、色彩を定量的に扱う技術の重要性はますます増してくると考えられる。

(1989年12月12日受理)

第6回光ファイバセンサー国際会議参加報告

芳野俊彦

群馬大学工学部電気工学科 〒376 桐生市天神 1-5-1

第6回光ファイバセンサー国際会議(OFS'89)が、1989年9月18日~20日、パリ北部ラ・ビレ地区にある科学技術センターで行われた。OFS会議は、欧州で1983年にスタートした光ファイバセンサーの国際会議で、基本的には欧・米・アジアの持回りで開催することになっている。今回の会議の議長はH. J. Ardittyで、彼は光ファイバセンサーのパイオニアの一人であるとともに、現在、光ファイバセンサー等の会社(仏、Phononics社)の経営者でもある。プログラム委員長は、英York社のJ. P. Dakinであった。参加者は291人で、仏68人、米40人、英38人、西独31人、日本26人、伊19人、スイス10人、カナダ6人、その他

53人であった。講演論文数は、招待10人、うち日本からは大塚(北大)、久間(三菱電機)の2名、口頭発表61件、ポスター13件、ポストデットライン6件の計87件であった。講演発表はまる3日間にわたり、シングルセッションで行われた。展示会も行われ、およそ20社からの出品があり、日本からも1社の出品があった。

現在、光ファイバセンサーに関する論文は、OFS以外にSPIE, IOOC, CLEO等でも発表されている。それらの会議とOFSとを比べて、会議の性格に明確な区別は存在しないが、OFSは継続的に科学的興味をベースにした基礎的な研究が多く発表されるといえる。

論文の内容は、光ファイバセンサーの材料・デバイス

に関するもの、センサー各論、信号処理技術(とくにセンサーの多重化、分布計測)に関するものに大別される。

光デバイスに関するものとしては、 LiNbO_3 によるセンサー用光導波路の最近の進展がUnited Technologies社(米)と阪大から、ホトポリマリゼーションによる単一モード光 IC の製作がオムロン(日)から発表された。光ファイバデバイスに関しては、カップラーの現状と将来がH. J. Shaw(米, Stanford大)によって述べられた。London大(英)は、ファイバのエバネセント領域にAl薄膜をコートした表面プラズマ利用偏光子を作成し、消光比50 dBを得た。今回のOFSでは、ファイバジャイロや白色干渉で重要なスーパーラミネセント(SL)光源に関する発表がとくに目についた。NTTは、積層構造のInGaPのSLD($\lambda=1.5\mu\text{m}$)で従来の倍のスペクトル幅140 nmを得た。目新しいものとして、光ファイバ増幅器を使ったスーパーラミネセント光の発生がある。NRLは、ダブルクラッドNd³⁺ドープファイバをLDアレイで励起して40~80 mWの高出力のSL光を得た。Southampton大(英)は、Er³⁺ドープファイバをLD励起し、1.5 μm 、2 mWのSL光を得た。ファイバSLは、半導体レーザーを用いるSLDと比べて、高出力、長寿命、将来安定である点が期待できる。

光源のセンサー、とくに干渉計測に及ぼすノイズについても5件の発表があった。注目されたのは、SLDなどの低コヒーレント光源はショットノイズより数桁多いノイズを伴うという理論解析(イスラエル, S. N. C. R.), LD励起YAGリングレーザー光($\lambda=1.3\mu\text{m}$)はLDより位相ノイズが数桁(光路差1 m)小さくなるという実験結果である(NRL)。

個別の測定対象に関するファイバセンサーの研究に関しては、精度と信頼性の向上、クロストークの除去、センサーの多重化と分布計測に関連したものが多かった。

温度センサーに関しては、現在実用的なセンサーになりつつあるファイバのラマン散乱を利用した分布センサーの精度向上、とくにラマン光のファイバ中での吸収を考慮して測定精度を向上させる研究(旭硝子)が発表された。古河電工は、光パルスでCW光の吸収を変調する前進波利用温度分布計測の新しい方式を発表した。Kent大(英)は、ファイバの誘導ブリュアン散乱光の周波数シフトの温度依存性を利用する温度センサーを、United Technologies社(米)は、ファイバにエキシマレーザー光($\lambda=244\mu\text{m}$)で外部からホログラフィックに回折格子を書き込み、温度や歪による選択波長の変化を利用

する新しいタイプの温度・歪センサーを発表した。

磁界・電流センサーに関する論文が10件と多く発表された。ファラデー効果利用に関するものでは、この分野で長年研究を続けているG. W. Day(米, NBS)によるレビュー講演があり、最近の進展と問題点が指摘された。問題点の一つであるファイバの直線複屈折による誤差の除去に関して、Swiss Federal Institute of Technologyは、入力光を円偏光と直接偏光にコード化することによってファラデー回転だけを抽出する方式を発表した。高感度化に関しては、Neuchâtel大(スイス)は、単一モードファイバをフェブリー・ペロー共振器型にして電流の周囲にスパイラル状に巻きつけ、単一モード方式に比べて6倍の感度を得た。温度特性の改善に関しては、 $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)\text{Te}$ をファラデー材料に使うと、温度係数が80°C変化で0.5%以下になる(三菱)との報告があった。

干渉計磁界センサーに関しては、NRLは応答帯域の向上のために、磁歪の2乗特性を利用した高周波磁界印加ヘテロダイン検波方式によって、測定可能な磁界の周波数帯域を10⁶ Hzまで拡大した。

圧力センサーに関しては、単一モードファイバの横荷重による複屈折性を利用した道路用荷重センサー(仏, C. G. E.), 光ブリッジ法による強度変動補償光弾性圧力センサー(西独, Philips社), 光励起マイクロ共振器を利用した周波数変換型圧力センサー(英, Strathclyde大, 仏, Slick Optique Electronique社)が発表された。干渉計利用圧力センサーに関しては、白色光フィゾー干渉計によるスペクトルコード化法(Photonetics社), 偏波保存ファイバの2チャンネルフェブリー・ペロー干渉計のリターデーションを用いた差動型荷重センサー(スイス, Neuchâtel大)が発表された。

変位、歪、振動センサーに関しては、光ICを用いた0.1 cm³以下の小型の干渉センサーヘッド(仏, LETI社), ダイアフラムの振動を上面と下面の両方から干渉計測する2波長差動型振動センサー(Kent大)等が発表された。最新、変位や歪計測に関する研究は、移動物体の変位の測定ではなくて静止物体の位置や形状を知ることに関心が移ってきている。これに関してR. Ulrich(西独, Hamburg-Harburg大)は、白色干渉法技術について招待講演をし、CCDの利用などに言及した。SLDを光源とする変位計測(仏, Bertie & Cie社), 低コヒーレンスLDのフリッジ可視変調を用いる変位計測(米, Sacks-Freeman社), FM変調LDによる歪計測(仏, CISE, 北大)光源のコヒーレンス変調による反射

点位置の計測 (東大) などが発表された。

光ファイバジャイロに関しては、最近実用的なプロトタイプが世に多く出回ってきており、基本的な構成も固まってきているせいもあって原著論文としての新しい研究発表は少なく、阪大、三菱プレシジョンによる光 IC を用いた位相ランプ変調方式、Photonetics 社の全デジタル位相ランプ変調方式について最近の改善について発表があったのみである。Léfevre (Photonetics 社) は、ファイバジャイロについてレビューをし、ジャイロの信号検出の心臓部に当る変調・分波・合波・偏光機能をもつ光 IC 回路—ジャイロ回路—の有用性を述べた。また彼によれば、光ファイバジャイロは 1990 年代には商品としてしっかりしたマーケットを獲得することが期待できるといふ。

ジャイロ関連で研究が進められているファイバリング共振器については、久間 (三菱電機) が最近の研究結果、とくにそれに必要な狭帯域 LD 光源について招待講演した。リング共振器の偏光の解析 (東大、ロンドン大)、低コヒーレント光源を利用する試み (Kent 大) も発表された。

化学・バイオセンサーについても、蛍光を利用するものとしては、pH センサー (伊, C. N. R., 英, Measurement and Instrument Centre), 光 IC 屈折計 (西独, Fraunhofer Institute) が発表された。O. S. Wolfbeis (オーストラリア, Karl Franzes 大) は、“オプトロード”についてレビューをし、分光法に基づく種々の化学物質センサーの現状と将来について述べ、この分野は科学

的にも工業的にもたいへん魅力的な存在であることを強調した。

今回の会議の特色として、センサーの多重化・分布計測に関するものが多かった (17 件)。干渉法としては NRL は、並列接続した 10 個のファイバマッハ・ツェンダ干渉計の時分割多重化 (クロストーク -67 dB), CISE は、カスケード接続した 5 本の偏波保存ファイバをセンサーとし、直交偏光モード間のインコヒーレンス化を利用した多点歪計測を発表した。ほかに、高速強度変調サブキャリア法によってファイバの遅延時間を検出する多点 (3 点) 温度センサー (NRL ほか共同) が注目される。信号はノッチ・トラッキング法で検出した。

分布計測に関しては、上述した温度センサーに関するものがほとんどで、それ以外には 2 モードファイバのモード分散を利用したコヒーレンスコード法 (スイス, C. S. E. M.) が発表された。

今回の OFS 会議の全体の印象として、光ファイバセンサーは将来重要なセンサー技術に発展していくとの認識が参加者にあり、会場では参加者の光ファイバセンサーに寄せる熱意が感じられた。本会議の論文集は、Springer Verlag から Springer Proceedings in Physics, Vol. 44, “Optical Fiber Sensors” (ed. by H. J. Arditty *et al.*) として出版されている。なお次回の第 7 回 OFS は 1990 年 12 月 2 日～5 日オーストラリアのシドニーで開催されることになっている。

(1989 年 12 月 7 日受理)