

1987年光学界の展望

「光学界の展望」は、過去1年間の主として国内の光学の進歩を総括するものですが、国外で著しい進歩があった場合、これも含めて記述してあります。展望の際の検索範囲は、応用物理学会を中心として、他に関連する学会・研究会・国際会議等における発表(口頭および論文)です。本文中で検索雑誌・学会等の名称はスペースの都合により略記法を用いておりますので、共通的な略記法については、下表をご参照ください。

表 「光学界の展望」引用学会等の省略記号

●光学 n	光学第16巻第 n 号
●春	第34回春季応用物理学会関係連合講演会
●秋	第48回秋季応用物理学会学術講演会
●応物 n	応用物理第56巻第 n 号
●シンポ	第12回光学シンポジウム
●JJAP (1)- n	Jpn. J. Appl. Phys. (1) Vol. 26, No. n
(2)- n	(2) Vol. 26, No. n
●JOSA (A)- n	J. Opt. Soc. Am. (A) Vol. 4, No. n
(B)- n	(B) Vol. 4, No. n
●AO n	Appl. Opt. Vol. 26, No. n
●色彩コン	第4回色彩工学コンファレンス
●画像コン	第18回画像工学コンファレンス
●五学会	第20回光学五学会関西支部連合会講演会

1986年の volume のものは $86/n$ の形で明記してあります。

1. 光 物 理

セラミックス高温超電導フィーバーが記憶に残る1年であったが、近年の光学とエレクトロニクスの融合もインパクトは大きい。光産業技術振興協会は日本の光産業の総売上高が1兆円の大台を突破したと報じ、学術誌の出版界にも影響が現われた。光学技術コンタクトの誌名から学術の文字が除かれて発行者が光学工業技術協会から日本オプトメカトロニクス協会に移り、Optica Acta 誌が Journal of Modern Optics (JMO と略す) に名称変更した。

光物理の海外での動きとしては、不確定性原理を操作して量子的ノイズを圧縮するスクイズングに関する二つの特集、JOSA (B) (1/32 編, 日本人1編, 全体32編の意) と JMO (0/19 編) があった。また、JOSA (B) 誌の有機材料における非線形光プロセス (0/15 編) および OQE (Optical and Quantum Electronics) 誌の光不安定 (2/10 編) の二つの特集、IEEE (Quantum Electronics) 誌の次年度の二つの特集企画、原子・イオン・

電子の量子および非線形光学、非線形光位相共役など非線形に関する特集が目立つ。

国内でも位相共役や非線形性に関する発表が多く、薄膜では透明導電膜に関するものが多かった。光物理の基礎的古典的なものでは目立った動きはなかったが、従来通りの着実な進展が見られた。以下、レーザー研究をレーザー、Opt. Commun. を OC, Appl. Phys. Lett. を APL, Opt. Lett. を OL と略記する。

1.1 コヒーレンス・光子計数

北川ら (NTT) は光のスクイズングについて解説し (レーザー10), 二つの非古典的光子状態, スクイズ状態と数-位相最小不確定状態間の違いおよび後者が生じる四つの原理を示した (AO10, JOSA (B)-10)。柴田ら (NTT) は2ファイバ干渉計を用いて分散性を持って伝播するビームの時間的コヒーレンスの性質を (JOSA (A)-3), 大塚ら (北大) は音響変調された空間的コヒーレントな周期構造を通したときの直線エッジの部分的にコヒーレントな結像を調べた (JMO9, 春)。

浦上ら (浜ホト) はストリークカメラによるピコ秒光

子統計(春), 清水ら(KDD)はSi-APDを用いた光子計数(秋)について報告した。

1.2 干渉・回折・散乱

フーリエ変換の振幅からの位相回復に関しては, 中島(静大工短, 春, JOSA (A)-1), 佐々木ら(新潟大, JOSA (A)-4)の報告があった。サガはフラウンホーファ回折の新しい線積分表式を(OC (64) 1), 奥野(熊本大)らはフーリエ回折格子による平面波回折の数値解析法を与えた(JOSA (A)-4), 田中ら(長崎大)はガウスビームの小開口レンズによる焦点を実験および数値解析により調べた(AO2)。

高村(防衛大)らはエアロゾルの後方散乱と消衰係数との比を(OQE4), 伊藤ら(東工大)は液体中単一粒子の検出条件を(秋), 桜井ら(山梨大)は光とプラズマとの相互作用から生じる光-ガルバノ効果のパルスの減衰機構を調べた(OC (61) 4)。

1.3 スペックル

馬場(北大)はShift-and-add法による天体スペックルデータからの像再生について解説し(光学7), その方法を用いて二重星の強度差を評価した(AO12)。小松ら(早大)は天体スペックル干渉に最大エントロピー法を応用し(春), 藤田ら(浜ホト)は天体スペックル干渉計リアルタイムモニターを(秋), 高城(九工大)らはスペックル干渉法による像形成のための最適位相を調べた(春)。

岩井(静大)は二重散乱スペックルの(秋), 荻原ら(静大)は積分されたスペックルクリッピング強度の(秋), 吉川ら(山口大)は非ガウススペックルの光量子計数の(秋), 門野(北大)らは二つの干渉スペックル場間の位相差の(OQE1), それぞれ統計特性を報告した。門野らは, また, スペックルのコントラストから表面粗さと相関長を測定した(Appl. Phys. (B44) 3, 秋)。

動的スペックルに関しては, 水木ら(北大, 秋), 相津ら(興和, 秋), 盛野ら(神戸大, 秋)の報告がある。スペックルの応用として, 藤居(北大)らの光ファイバ検出パワースペクトル(JOSA (A)-8)および皮膚血流計(秋), 山口ら(理研)の回転エンコーダ(秋)が報告された。

1.4 薄膜・偏光

透明導電膜に関しては, 素子特性を劣化させないITOに代わるものとしてSnO₂やZnO膜が検討されている。応物学会講演会から数のみをあたると, SnO₂膜は7(春)+5(秋)の12報, ZnO膜は5(春)+5(秋)の10報, ITOおよびIn₂O₃膜は3(春)+1(秋)

の4報, CdIn₂O₄膜が1報ずつと多いが印刷公表は少なかった。宮田(東京農工大)は透明導電高分子薄膜について解説した(光学2)。

河田ら(阪大)は光励起表面プラズマ振動を利用した化学センサーについて報告した(光学10, 春, 秋)。木原ら(リコー)は反射率測定値から n, d の決定法を, 塩崎ら(京大)はZnOスパッタ膜の n を導波光伝播角から決めた(IEEE (QE) 7)。中野ら(阪大)は近ミリ波領域での誘電体膜の n, k 測定を(秋), 竹内ら(阪大)は赤外多重反射干渉を用いた n, k, d の同時推定法を(春), 北谷ら(電通大)は光学薄膜の微小吸収の測定法を(春)報告した。

軟X線用多層膜反射鏡については, 山下(阪大)が解説し(O/E3), 山本ら(東北大, 春, 秋), 山下ら(阪大, 春), 福田ら(キヤノン, 春), 中島ら(セイコー, 秋), 永田ら(新技術開発, 秋), 内海ら(NTT, 秋)が報告した。

薄膜のレーザー耐力または損傷に関して, 山中ら(阪大)は基板粗さ依存性を(JJAP (1)-8, 春), 伊沢(昭和光機)らはエキシマレーザーにより(春, 秋), 北谷ら(電通大)は光音響法を用いて(秋), 吉田ら(阪大)は, パルス幅(秋), 基板表面処理(秋), 雰囲気依存性(秋)を調べた。

偏光解析に関しては, 宇野ら(阪大)の改良型3パラメータ用(春), 伊知地(学習院大)の透過試料用リターンパス型(春), 安間ら(静大)の4ゾーン消光分光型(春, 静大電研報告2), 川畑ら(東京学芸大)の回転偏光子型エリプソのアラインメント法(JOSA (A)-4)の報告があった。エリプソの応用として, 北林ら(日立)の光弾性試料の主応力分離(秋), 高野(大日本印刷)らのZn/a-Ge多層構造(秋), 密岡ら(静大)のa-Si:Hの堆積過程の監視(秋)があった。渡辺(北大)は, 光反射における微視的表面効果について解説した(光学12)。

1.5 光学に関係の深い光物性・光非線形性

大家(阪大)は閃亜鉛結晶の電気光学効果(レーザー1), 吉野(阪大)は導電性高分子の電子・光物性と機能応用(応物11), 大西(電総研)は光非線形材料の最近の進展(光学6), 藪崎(京大)は光双安定性とカオス(光学6), 井元(NTT)は光非線形量子効果と光通信(光学6), 中沢(NTT)は光ファイバ中の非線形光学(応物10), 花村(東大)は光非線形性の量子サイズ効果と次元効果(応物10)についてそれぞれ解説している。

武藤ら(山梨大)は複屈折性のプラスチック材料を電

界を印加して作製する方法を提案し(JJAP(2)-4), 松本(計量研)はCO₂ガスの10μm領域での屈折率を測定した(Apl. Phys. (B44) 3). 魚住ら(北大)は多成分混合試料中の成分スペクトル推定法を(春, 秋), 陳ら(神戸大)はBSOとBGOの旋光効果を(春), 広島(NEC)はGaAs-AlGaAs系量子井戸の屈折率の電界依存性の計算を報告した(APL(50) 15).

有機または高分子材料の非線形については, 伊藤ら(慶大)のMNAの2色性(AO1), 佐藤(防大)らのビニリデンチアニド/ビニルアセテートに1.06μmのパルスヤグレーザー光をあてたときのSHG(OL8), タベイら(NTT)のアセチレン誘導体のSHGにおける結晶化, 溶解の影響(APL(50) 26), 松本ら(NTT)のアゾ色素添加高分子のTHG(APL(51) 1)の報告があった.

半導体や量子井戸(QWと略)の非線形性については, 渡辺ら(電総研)の2溝LDによる光3安定(APL(50) 8), 高ヶ原ら(NTT)のエキソン局在によるQWの増強3次非線形性(IEEE(QE)6), 大塚(NTT)の分布型非線形素子を用いた光双安定系における階層多安定性とフリップ-フロップ動作(OL8), 柴田ら(NTT)の単結晶ZnSe導波路の吸収増による双安定(APL(51) 7), 鈴木ら(NTT)の3レベル低エネルギー二重遷移系の二次超分極率の評価(APL(51) 6), 西ら(NEC)のバンド幅傾斜QWでの量子的シュタルク効果増強の計算(APL(51) 5), 広島(NEC)のGaAlAs系QWにおける電場誘起屈折率変化の理論計算(APL(50) 15), 石田ら(東大)のβ-BaB₂O₄のSHG特性(OC(62) 3), 富田ら(NEC)の双安定レーザーダイオードに及ぼす光フィードバックの影響(OQE特集号), 川口ら(NTT)の半導体注入レーザーにおける吸収性および分散性双安定(OQE特集号), などがあつた. なお, ページ数の制限があるのと, 他の分野(オプトエレクトロニクス, レーザー)との重複も考えられるので応物学会の量子エレクトロニクスの部分は省略した.

1.6 位相共役波

丹野ら(山形大)は, 2重波面位相共役4光波混合について解説し(レーザー7), その過渡特性と自己保存パルス伝播効果を調べた(レーザー9). 藤原ら(室蘭工大)は可飽和色素を用いた縮退4波混合による過渡的位相共役を(JOSA(B)-2, 秋), 山口ら(電通大)はBSOによる発生を(春, 秋), 青島ら(浜ホト)はself-pumpによる発生を(春), 西岡ら(東大)は量子井戸レーザーにおける発生を(秋), 新田ら(東北大)は半導体レーザ

ーからの発生を(秋), 向井ら(NTT)は進行波レーザー増幅器における4光波混合を(秋), 久間(三菱)らはモードスクランブラを用いた偏波面保持位相共役素子(春)およびMQW光導波路における発生(秋)を, 堀ら(阪大)はBSOを用いた画像エネルギー結合を(春), 陳ら(神戸大)はBSOとDKDPを用いた新型空間光変調素子を報告した. 森田ら(東大)は高速緩和時間を計るためインコヒーレント光を用いた時間遅延4波混合法を(JOSA(B)-8), 佐藤ら(東工大)はBSOによる4波混合を用いて時間変動する物体の解析に有利なダイナミックシュリーレン法を提案した(AO10).

(静大電子研 山口十六夫)

2. 結像素子・光学機械

AF化に伴いズームレンズを中心とした光学設計も徐々に変化し, 高精度非球面レンズなどの導入しやすい環境が整ってきている. ビデオカメラ用レンズでは先駆けと思われる報告もありエレクトロニクスと調和した機器への展望が開けつつある. 高精度非球面加工や計測の研究も活発で急速な発展が期待される. フォトリソグラフィによる新光素子やHOEについても研究が盛んで10月にMOC(Micro Optics Conference)も開催され, 実用化へ間近の印象である.

2.1 光学設計

渋谷(日本光学, 光学5, 9, 春, Optik4)らは新正弦条件を導出し収差論で検証した. 近藤(東京光学)は3次収差面分類(コンタクト24/12), 赤外から紫外各領域での色消し(同2), および80年代の設計法の進展(同6)をまとめた. 浅野(キヤノン, 光学8)は知識工学によるレンズ設計の効率化を紹介した. AF化によるズームレンズ設計技術の変化を得丸(ミノルタ, 光学8)と高野(光科学研, 写工7)が解説した. 丸山(日立, IEEE-CE 33/3)らは非球面プラレンズにより軽量なビデオ用ズームレンズを開発した.

光ディスク用レンズの収差論による設計を中川(中川LD研, シンポ)が示し, 波面収差のZernike展開による効率設計を三上(キヤノン, 秋)が研究した. 久保田(ソニー)は再生信号のジッターと収差の関係(AO18)と製品誤差も含めた最適収差(光学8)を研究した. 青柳(解説者, オプト8)は光ディスク技術全般を解説した. 松丸(コニカ, MOC)らは有限共役非球面レンズの特性を報告した. 中村(日立, AO13)らは色収差と戻り光の相互作用によるAF現象を研究した. 小倉(東大, 秋)は熱による収差変化の検討方法を示した.

丸山(レーザテック, コンタクト3)は顕微鏡対物に及ぼす温度変化の影響を検討した。佐久間(リコー, シンポ, 春, O/E11)は曲面多面体鏡で像面補正した走査光学系を開発した。伊丹(富士通, 秋)らは非球面単玉 $f\theta$ レンズを設計した。白柳(旭光学, 光学8)はべき級数接続で累進多焦点レンズの性能を向上させた。

2.2 新しい光学系

微小光学素子を田中(東大, 光学2)が解説した。西沢(板硝子, 光学5, O/E1, オプト10)らは屈折率分布素子の応用を解説し, 及川(板硝子, 春)らは平板微小レンズの主点位置を求めた。杉山(東工大, 春, MO-C)らはSEC法で平板微小レンズを製作した。市川(板硝子, 春, MOC)らは有限型CD用ダブレットを開発した。近江(HOYA, 秋, MOC)らは大口径GRINレンズを開発した。小池(慶大, MOC)らは球屈折率分布レンズの収差を研究した。微小レンズのフォトリソ製法を鈴木(富士通, 春)らが, レーザーCVD製法を杉村(豊橋技科大, 春, オプト6, MOC, 秋)らが開発した。

宮下(リコー, MOC)らはルーフミラーレンズアレイを改良した。服部(名工研, 春)らはレンズアレイをバーコードリーダーへ応用した。マシュマイヤー(コーニング, 光学4)らはガラスモールドレンズを報告した。

HOEについては浜野(早大, 光学3)らがフーリエ変換素子の設計を, 石井(北大, 応物3)が偏向素子の設計を研究し, 小野(日電, AO6)らが収差補正HWPの設計法を系統化した。小野(日電, 応物6)はHOEを解説した。小野(日電, AO6)らは超高空間周波レリーフ格子の反射防止効果を理論解析した。橋本(東京光学, 光学10)らは表裏面反射防止で高効率化した。前田(富士通, 春)らは基板のウェッジ角の影響を調べた。加藤(富士通, 春, 秋)らはオフアキス型の非点収差を改善した。スキャナーについては木佐木(三菱, 春)らが球面収差による補正法を, 長谷川(富士通研, 秋)らが波長比制御法による作成法を示し, 金子(松下技研, 秋)らが赤外光用を試作した。河合(日電)らは $f\theta$ スキャナーを設計(春)し, 等速直線走査化(秋)した。木村(日電)らは光ピックアップ用HOEを開発し(春), 高効率化(秋, MOC)を検討した。江口(富士通, 秋)らはHOEで指紋センサーの性能を改善した。

森(東芝, 光学2)は高回折効率ブレースドフレネルレンズを解説した。青山(立石電機, 春, 秋)らは半導体レーザーへ組み込み, 干渉計へ応用した。塩野(松下電産, AO3)らは矩形開口レンズと(春, 秋, MOC)反

射型楕円レンズを製作し光ピックアップへ応用した。

宮田(松下技研, コンタクト1, 2)はハイパワーオプティクスについて解説した。

X線光学を青木(筑波大, 秋, 応物3)や有留(阪大, O/E3)らが解説し, 木原(J. R. D. C., 秋)らは軟X線領域での光学定数を測定した。X線顕微鏡ミラー光学系を青木(筑波大, JJAP(1)-6, 10)らが研究し, 前沢(KEK, JJAP(2)-1)らはゾーンプレート光学特性を, 覚知(NTT, 秋)らは解像度を研究した。成相(東京天文台, AO20)は拡張ウォルタI型X線望遠鏡のコマなし条件を研究した。

2.3 光学系の測定・評価

非球面計測法の原理を横関(阪大, 光学4)や岩田(大阪府大, オプト5/12)や鈴木(富士写光, オプト3~10)らが解説した。走査型測定機を関口(オリンパス, 光学2)らや丹羽(キヤノン, 光学4)らや吉住(松下電産, 春, MOC, AO9)らが開発した。吉井(キヤノン, MOC)らは屈折率分布測定機を開発した。

ホログラフィによる計測は本田(東工大, オプト7)や玄間(東京光学, 光学4)や天神林(機技研, コンタクト10)が解説した。中尾(筑波大, 春, 秋)らは計測時の誤差補正を検討した。ゾーンプレート干渉計については中島(大工試, コンタクト11)が解説し, 島野(東北大, 春)らが設定誤差を解析した。

本田(東工大, 春)らはラディアルシエラ干渉法を研究した。波面計測は立野(日立, 光学4)らや石井(北大, 春)らが研究した。小野(東芝, 光学4, AO10)は擬似移動格子モアレ法によるヌルレンズ不要の計測機を開発した。中野(北薬大, 秋)らは眼鏡レンズ屈折力分布をモアレ法で測定した。

村岡(東工大, 春)らは接点概念による曲率測定を, 内山(千葉大, 秋)らは反射光強度で形状計測をした。

2.4 光学部品・加工

塩谷(タムロン, コンタクト24/12~25/10)はレンズ・プリズム加工技術をまとめた。超精密切削技術は住谷(東芝, コンタクト1)や井川(阪大, コンタクト6)や浅井(東芝, コンタクト7~10)らが解説した。難波(阪大, AO4)らは高精度フロートポリシングを研究した。穴戸(東北学院大, 春)は大型放物面研磨機を試作した。市川(山梨大, 秋)らはプラパルク材の複屈折化製法を研究した。桑山(キヤノン, MOC)らはピント板用レーザーマットの製法を解説した。

2.5 光学機械

小倉(東大, 写工44/12~45/11, TV学会技報11/

10) らが AF を解説した. 有本(日立, AO13)らは高速2ビームレーザープリンタを開発した. 種田(NHK, オプト4)は光ビーム走査機のハイビジョン応用を解説した. 小沢(ニデック, コンタクト4)は眼科光学機器の展望を述べた. 三宅(千葉大, コンタクト11)は内視鏡の色再現を研究し, 西岡(オリンパス, 光学5)はビデオイメージ内視鏡の光学系を紹介した. 土屋(浜フォト, 春)はストリークカメラの進歩を解説した.

(コニカ 坂野 誠)

3. 光 応 用 計 測

ここでは, 光応用計測の最近1年間の研究動向を, 応用物理学学会の春および秋の学術講演会を中心にまとめる. 発表論文数の多い分野は, 干渉計測法, 形状計測, 粗さ・粒子計測や変位計測・測距, 速度計測等であり, 従来と同様の傾向を示している. スペックル応用技術の研究も多く, また, 光ファイバセンサーの研究も活発である. しかし, そろそろ新しい概念の登場が望まれるようになってきている感がある. 春, 秋の学術講演会に加えて, 光学, 応用物理, JJAP(1), (2)を調査したほか, 応用物理学学会光ファイバセンサ研究会ワークショップ, 第4回光ファイバセンサ国際会議にもふれる.

3.1 干渉計測法

光の干渉性を活用した計測法は, 本年も活発に研究されている. 小林(小西大)らはフィゾー・ヤング縞をFFTで解析する手法(春)を, 中楯(理研)は偏光干渉計(春)と移相子の高精度校正法(秋)を, 茹(東工大)らは円筒形反射鏡を用いた干渉計(春)とフレネル変換による干渉縞の解析(秋)を, 木下(東工大)らは縞走査干渉法(春)と位相決定の誤差解析(秋)を, 大橋(埼玉大)らは実時間縞解析法(春)を研究した. また, 石井(北大, 春)ら, 作田(千葉大, 春, 秋)ら, 石井(職業訓大, 秋)により半導体レーザー(LD)の直接FM特性等を活用した手法の研究も進んでいる. ゼーマンレーザーのヘテロダイン干渉計測法への応用もみられる(小松(早大)ら, 春, 須原(早大)ら, 秋).

3.2 形状計測

形状計測法としては, 干渉縞形成法, ホログラフィー干渉法, モアレ法等が研究されている. 光学4は非球面計測の特集号である.

島野(東工大)らはゾーンプレート干渉計(春)により, 本田(東工大)らはRadial Shear干渉法(春)により非球面形状の計測を行なった. 吉住(松下ディスクシステム)らは超高精度非球面形状測定を行ない(春,

光学6), 村岡(東工大)らは光学部品表面の局所的曲率半径の非接触測定を報告した(春). 内田(千葉大)らは反射・屈折光の強度分布から形状計測を行なう方法(秋)を, 中楯(理研)らは等間隔干渉縞の位相検出により表面段差を求めた(秋). また, 竹崎(相模工大)らはスペックルシェアログラフィーによる薄膜のひずみ解析を行ない(シンポ), 関口(オリンパス)らは全面走査型非球面形状測定機を報告した(光学2).

ホログラフィーを用いた研究も多い. 岡田(千葉大)らはLDを用いた実時間ホログラフィー干渉振動計測法を発表し(春, シンポ), 久田(関西学院大)らはBSO結晶を用いた実時間ホログラフィー干渉法による変形計測法(春)を提案した. 中尾(筑波大)らは計算機プログラムによる非球面形状計測法について研究し(秋), 姫野(電通大)らは光線路の測定および情報処理にホログラフィーを応用した(春). モアレ縞関係では, 格内(姫路工大)らが縞走査法の研究(秋)を, 中野(北大)らがレンズの屈折力分布の測定法の開発(秋)を, 新井(関西学院大)らが数値解析法の研究(光学7)を行なった.

3.3 粗さ計測・粒子計測

竹尾(名古屋市工研)らは光束干渉計による粒径計測(春, 秋)を, 川瀬(北大)らは粒径分布の測定(春)を, 笠木(阪大)らはレーザー散乱光子時系列の自己回帰モデリングによる粒径推定法(春)を研究した. また, 中谷(阪大)らは, 速度と粒径の計測法(春), エス・ジー(動燃)らは一次元CCDカメラによる滴下液滴の検出(春, 秋)を行なっている. 小川(学習院大)らはラマン散乱光を用いたトモグラフィーにより欠陥分布を求める手法を開発した(春, 秋). また, 伊藤(東京工芸大)らは液体中の単一粒子を散乱光の光子数分布を考慮して検出する手法を研究した(秋). 安達(兵庫工試)らは超精密面の粗さ計測を行なっている(応物12).

3.4 変位計測・測距・速度計

田中(計量研)がナノメートル計測技術についての解説を著わしている(応物6). 芳野(東大)らは光の全反射位相変化を用いた変位センサー(春)を, 羽根(名大)らはLau効果を用いた変位検出を報告した(春). 伊藤(名大)らはグレーティングイメージを用いた変位と間隙の計測法(秋), 金(福井大)らはLDを用いたFMヘテロダイン計測法による微小変位計測(秋)を報告している. 測距法としては, 藤間(計量研)らがLi-TaO₃高速光変調器による測距システム(春)を, 瀬田(計量研)らは光パルス列を用いたシステム(秋, JJAP

(2)-10) とレーザーモード間ビートを応用したシステム(秋)とを研究した. また, 山内(機械研)らは干渉コントラスト法を利用した直線計(秋)を報告している. 速度計測法としては, ジェニユアリ・リトング(北大)らによる回転格子を用いた2次元ベクトル速度計(春, 秋), 巖本(電総研)らによる光子相関 LDV によるプラズマ流速の計測の研究(秋), 吉田(北大)による LDV によるフィールド水流計測の解説(光学7), 岡田(慶大)らによるスプリアス周波数についての検討(JJ-AP (1)-6)がある. また, 春名(阪大)らにより LDV への光集積回路の応用が研究されている(光学2).

3.5 スペックル応用計測法

スペックル応用の研究発表も多い. 速度計への応用としては, 小松(早大, 春)ら, 吉田(立石, 春)らの研究がある. 藤尾(北大)らは皮膚血流計に應用している(春, 秋). 原田(北大)らは生体レーザースペックル信号の解析の研究を報告した(春). 粗さ計測としては, 岡山(千葉大, 春)ら, 盛野(神戸大, 秋)ら, 門野(北大, 秋)らの研究がある. また, スペックル現象自体の研究として, 萩原(静大, 春)ら, 水木(北大, 春, 秋)ら, 西田(埼玉大, 春)ら, 相津(興和調布研, 秋)らの発表がある. ひずみ分布計測への応用(龍岡(東大)ら, 春), 回転エンコーダの開発(山口(理研)ら, 秋)も見られる.

3.6 その他諸量の計測

レーザーレーダーについて, 竹内(公害研)が解説を著わしている(光学6). 蟹江(名大)らは, フォトサーマル効果を利用して薄板試料の非破壊検査等(秋)を行ない, 松原(阪大)らは光励起プラズマ振動による化学センサー(春, 秋, 光学10)の研究を進めた. 橋本(計量研)らは CO₂ レーザー合成波長により測距の高速化を図り(秋), 瀬田(計量研)らは大気ゆらぎの計測(秋)を, 北村(日立)らは光弾性の研究(秋)を, アリ(九大)らはポリマーへの局所的応力解析(春)を, 木原(リコー)らは薄膜の屈折率, 膜厚の測定(秋)を, 竹内(阪大)らは薄膜の吸光係数, 屈折率分散, 膜厚の推定を行なった(春). 磯(早大)らは生体眼底の計測の研究を行なっている(春).

3.7 光ファイバセンサー

光ファイバセンサーについても多くの発表が見られた. 解説として, 桑原(三菱)らのもの(光学5), 大塚(北大)のもの(応物6)がある. 変位計測への応用としては, 中島(理研)のヘテロダイン干渉計を用いたもの(春), 服部(名市工研)らの研究(秋)がある.

温度計測法としては, 中城(名大)らのカロリメーター(春, シンポ), 重岡(阪大)らの圧力との同時測定法(春), 山口, 岡本(理研)らの研究(春, シンポ), 土田(電総研)らによる偏波干渉計の研究(秋), 木村(農工大)らの微小示差熱解析への応用(秋)がある. このほか, 遠藤(電通大)らのファブリー・ペロー干渉計センサーの精度検討(春), ゼーマンレーザーを用いた干渉計の研究として中谷(阪大)らのもの(春), 江口(静大)らのもの(光学6)がある. さらに, 中谷(阪大)らの外乱除去手法の研究(秋), 大家(デーゼル機器)らの電子ビーム計測への応用(春), 片野(リコー)らの温度計(春), 森田(神戸高専)の吸光光度分析センサー, 安藤(山梨大)らの色素ドーププラスチックファイバーによるガスセンサー(秋), 中橋(理研)の等間隔干渉縞の位相検出によるセンサー構成の研究(秋)がある.

光ファイバジャイロの研究も比較的多い. 今井(北大)らのヘテロダイン方式ファイバジャイロの研究(春, 秋), 高橋, 田井(三菱)らのリング共振型光ジャイロの一連の研究(秋)が見られる.

光ファイバセンサーの研究については, 応用物理学会光ファイバセンサー研究会主催のワークショップが1月と6月に開催され, 合計47件の発表があった. また1986年10月に東京で開催された光ファイバセンサー国際会議(解説は光学1)の特集号として, IEEE J. Light-wave Technol. の1987年6月号が刊行されている.

(東大先端研 保立和夫)

4. 光情報処理

光情報処理の研究においては, 従来の二次元画像を対象とした画像形成や処理の研究に加えて, カラー画像や三次元情報を対象とした多次元情報処理の研究, および光コンピュータ関連の研究が活発化してきている. ここでは, 光波を含む電磁波によって得られる画像情報の形成, 処理, および演算(光コンピューティング)に分けて, それぞれの国内での研究を概観する.

4.1 画像形成

トモグラフィーの研究では, 大山ら(東工大)がX線CTで重要な離散ラドン変換について詳しい検討を行なった(JOSA (A)-2). 井上ら(東工大)は, X線コーンビーム投影システムによる三次元像の再構成法を提案し(春), 渡辺ら(学習院大)は, ラマン散乱トモグラフィー装置を試作した(春, 秋). 陳ら(阪大)は, URAカメラを用いた三次元CT法の開発について発表し

(春), 中村ら(阪大)は, 光学顕微鏡トモグラフィ系の三次元光学的伝達関数を明らかにした(春).

顕微鏡に関する研究では, 中村ら(阪大)が落射蛍光共焦点顕微鏡の三次元光学的伝達関数を導き, 顕微鏡三次元イメージング法を提案した(春, 秋). 蟹江ら(名大)は, 曲げ共振を利用した光熱顕微鏡を(春), 加藤ら(ミツカン)は走査型蛍光顕微鏡を(春, 秋), 安田ら(早大)はOBIC像と反射像の同時観察型光走査顕微鏡を(秋), 王ら(阪大)は二次元位相分解蛍光分光測定システムを(秋), 北島ら(阪大)は蛍光寿命をマッピングする顕微鏡システムを開発した(秋).

小野ら(電総研)は走査型トンネル顕微鏡を解説し(応物9), 小塩ら(芦屋大)は, 開発したSTM装置による回折格子の観測を行なった(春).

X線関連では, 籠島ら(筑波大)がアンジュレータ放射光を用いたゾーンプレート軟X線顕微鏡を(春, 秋), 青木ら(筑波大)がWolter型軟X線顕微鏡(春)と放射光X線マイクロプローブを試作した(春).

ホログラムの研究では, 久保田(京工織大)が, リップマンホログラム再生像の鮮明化(春, 光学5), ディスクホログラム再生像の無色化(秋), リップマンホログラムの色再現(秋)について発表するとともに, 立体像表示について解説した(光学11). また, 加藤ら(慶大)は, フレネルゾーンプレートを用いたインコヒーレントホログラフィーについて(秋), 岡田ら(千葉大)は, レインボーホログラムの広視域化について報告した(春).

4.2 画像処理

カラー画像処理の研究では, 小宮ら(東工大)がカラー画像の相関演算法を提案し(春, OC 61/3), Badiquéら(東工大)がカラー相関を用いて内視鏡スラレオ画像からの三次元形状計測を行なった(春, 秋). 大山ら(東工大)はCCDカラー内視鏡像のずれ補正を(AO5, OC 62/2), 山口ら(東工大)はカラー網点画像のモアレ縞除去を行なった(秋). 伊藤ら(阪大)は, フーリエ変換分光映像法による分光映像の再生を行なった(春). カラー画像修正法としては, 谷内田ら(東工大)が再帰フィルターによる方法を(秋), 前田ら(北大)がフィルム粒状性雑音を伴う像の修正法を提案した(秋).

画像処理の方法論では, 前田ら(北大)が光学顕微鏡像の三次元画像修正を(春), 伊東ら(阪大)が最近値近傍メディアンフィルタを発表した(春). 中島(静岡大)は対数ヒルベルト変換を用いた位相回復法を(春), 佐々木ら(新潟大)は特異値空間での画像修正法(AO

7)と位相回復法(JOSA(A)-4)を提案した. 岡山ら(阪大)は新しいインターフェログラム測定法を提案し, 精度の良いスペクトル回復が行なえることを示した(秋).

パターン認識の関連では, 阿部ら(早大)が回転に強い多重相関フィルターを(春), Badiquéら(東工大)がカラー画像用SDFフィルター(秋)を発表した. 中村ら(名工大)は神経回路モデルを用いた文字認識を行ない(春, 秋), 江口ら(富士通)はホログラムを用いた平板状指紋センサーを開発した(秋).

光学処理による画像処理では, 羽石ら(東工大)が内視鏡像のカラーフィルタリングを(春, OC 61/6), 生田ら(大阪電通大)がモアレ超解像の実時間再生系の提案を(春), 望月ら(大阪電通大)がコヒーレント結像系による3Dフィルタリングを(秋), 滝沢ら(NHK)が画像の動きベクトルを検出する光学的手法の提案を行なった(秋). 渡辺ら(東工大)は, マルチプレクスホログラムによるCT像の立体表示を行ない(春, OC 61/2), 阿部ら(NTT)は波長多重を用いた光ファイバによる画像伝送について検討した(秋). また, 秋山ら(神戸大)は電子描画によるホログラフィック素子を製作し(春, 秋), 中井ら(早大)は計算機ホログラムを用いた白色光信号処理について報告した(春).

干渉計測等で用いられる縞画像の処理では, 谷田貝ら(筑波大)のFFT法による位相解析法(春), 中橋ら(理研)の干渉顕微鏡像の処理(秋), 馬場ら(北大)のシフト・アンド・アド法による天体スペckル観測(AO 12, 光学7)等の発表があった.

4.3 光コンピューティング

光コンピューティングの研究の中でも, 並列演算や多値理論演算の光学的手法の開発に関する研究がますます盛んになってきた. 応物春の講演会では, 光コンピュータのシンポジウムが開催され, 多数の参加者を集め, その関心の高さがうかがえた. シンポジウムの内容については, 黒川氏によってすでに報告されている(光学6).

並列演算に関する研究では, 今井ら(北大)が干渉縞を用いた多出力・多値論理光システムを提案し(AO2), 中野ら(東大)がマトリックスの実時間乗算光システムを発表した(AO5). 谷田ら(阪大)は, OPALSのモジュール化について考察し(AO 18), 黒川ら(NTT)は光電ハイブリッド形並列プロセッサを試作し(春, OL 11), 並列光加算器の構成を検討した(秋). 吉田ら(神戸大)はBSO素子を用いた並列論理演算システムを(秋), 田所ら(東北大)は液晶を用いた並列光論理演算

素子を(秋)発表し、河合ら(日電)は多段接続可能な並列光演算系の基本動作を確認した(秋)。中川ら(阪大)は相関光学系による演算法を(秋)、須崎ら(筑波大)はプログラマブル並列光演算法を(春, 秋)、高木ら(早大)は計算ホログラムを用いた演算法を(春, 光学8)発表した。画像の符号化法として、池田ら(筑波大)は干渉計による方法を(春)、谷田ら(阪大)は複屈折光学素子を用いる方法を(秋)提案した。また光並列演算の新しい概念として、谷田ら(阪大)はパターン論理を提案した。

多値論理演算の研究では、池田ら(筑波大)が多値並列論理演算光学系を提案し(春)、渡辺ら(電総研)はtwin-stripe レーザーを用いて光三値論理演算を実現し(秋)、間多ら(農工大)は液晶光変調器を用いた光多値論理素子の開発を進めている(シンポ, 秋, 光学11)。

光連想メモリの研究では、久間ら(三菱)が多重ホログラムを用いた光連想メモリを発表し(春)、藤原ら(阪大)は符号パターン変換型連想メモリについて検討を行なった(秋)。武田(電通大)は光インターコネクションについて解説し(応物3)、その可能性について述べた(シンポ)。

光デバイスの開発では、栗田ら(慶大)がa-Siを用いた強誘電性液晶ライトバルブを(春)、陳ら(神戸大)はBSO結晶とDKDP結晶を組み合わせた空間光変調素子を開発した(秋)。また、福島ら(NTT)はEL素子を用いた光双安定素子の入出力特性を調べた(秋)。前田、中野(日立)はOEICについて解説した(光学1)。(大工試 松岡克典)

5. 画像表示

画像表示の分野ではCRTを除いて、液晶、EC、EL、プラズマに関して材料の基礎的な特性からデバイスの方式に至るまで幅広い研究が進められてきた。この分野の会議は、国内では応用物理学会春、秋講演会が中心で、合わせて85件の報告があった。国外では、米国でSIDが5月、英国でEurodisplayが10月に開催された。国内外とも液晶に関する報告が半数を占めているが、発光型のELやプラズマも研究が進んでいる。

また、液晶の分野では、国内で第13回液晶討論会が10月、国外ではフランスで第1回強誘電性液晶会議が9月に開催され、基礎的な研究から表示への応用も含め多くの研究が報告されている。

以下、応用物理学会春、秋講演会の発表を中心として、'87年における液晶、EC、EL、PDPの研究成果を

展望する。

5.1 液晶素子

液晶素子に関する発表のうち、約半数が強誘電性液晶に関する報告であり、最大の問題である強誘電性液晶の配向と層構造の解明に進展が見られた。川井田ら(長岡技大, 春)のツイスト状態の考察、氷治ら(東工大, 春)の薄膜状態の解析、川井ら(富山大, 春)の直流印加による配向制御、清水ら(山梨大, 春)の回転蒸着の配向特性、田中ら(東芝, 春)の配向安定化、浜ら(富士通, 秋)の圧力印加による配向変化、また電界印加時における配向に関して、石川ら(長岡技大, 春)の極性アンカリングと分極場の効果、大内田ら(富山大, 春)のイオン性不純物の作用、津田ら(富山大, 秋)のヒステリシス特性、小村ら(京大, 春)の電圧印加時の分子の挙動、木越ら(東芝, 春)、および田代ら(富山大, 秋)の電界配向、さらに配向欠陥に関して、石井ら(シャープ, 春)の欠陥の生成、佐々木ら(凸版, 秋)の欠陥の電場応答、が報告され徐々に解明されつつある。

表示への応用として重要な光学的特性や時間応答に関して、苗村ら(日電, 春)のスイッチング過程、山口ら(農工大, 春)のコントラスト比、大西ら(凸版, 春)の電気光学特性、加藤ら(日電, 秋)の常誘電異方性の効果、さらに吉田ら(富士通, 春)の階調表示、など着実な進歩がうかがえる。

木村ら(東工大, 春)、および西山ら(東工大, 春)の粘性測定は、基礎的な特性定数がほとんど明らかにされていない現在、注目すべき研究である。

強誘電性液晶と同様に注目されているSBEは諸特性の解析が中心となっている。神崎ら(シャープ, 春)のドメイン形成に及ぼす液晶材料の影響、小谷ら(金沢工大, 春)の複屈折の波長依存性の影響、山本ら(金沢工大, 春)の各種パラメータの影響、深井ら(九工大, 春)の測色特性、が報告された。また和田ら(セイコーエプソン, 秋)の着色解消法はSBEのフルカラー化に期待が寄せられる報告である。

それ以外のネマティック液晶に関して基礎物性から表示等の応用まで広く研究が進められた。豊岡ら(東工大, 春)のツイスト弾性定数の測定、陳ら(東工大, 春)の弾性定数の精密測定、が報告された。ネマティック液晶においても、表面配向の問題があり、杉村ら(近畿大, 秋)の弾性効果限界、酒井ら(東北大, 秋)の表面配向力の評価が、また動的な特性として、山下ら(東理大, 春)の初期配列過程に関して研究が進展した。さらに基礎的な特性として山口ら(秋田大, 春)の軸対称

分子配向の特性, 山口ら (長岡技大, 春) の逆プレチルト TN の光学応答, 間多ら (農工大, 春) の直流駆動におけるヒステリシス, 朴ら (東北大, 秋) の分子形状とオーダーパラメータ, が報告された。

表示素子としての液晶の特性と応用に関しても種々の研究が行なわれた。小泉ら (東北大, 春) の反射型マルチカラーディスプレイ, 久保田ら (農工大, 春) の表面反射の影響, 小川ら (松下中研, 春) のフリッカの定量化を初め, 内田ら (東北大, 春) の立体映像ディスプレイ, 岩崎ら (富士通, 春) の相転移型投写液晶表示, 窪田ら (日電, 春) のレーザー熱書込み液晶ライトバルブ等の実用的な開発研究に進展が見られた。また富永ら (東芝, 色彩コン) の液晶表示バックライトの研究は応用に当たって重要となろう。

液晶とは直接関係はないが, 米沢ら (松下電器, 春) の ITO 薄膜のマイクロストラクチャー, 西田ら (NTT, 秋) の ITO 透明電極の加工, 川口ら (松下電器, 春) の SnO₂ 膜の反応性イオンエッチングは画像表示デバイスの開発に有用な成果であろう。

液晶素子はすでに実用段階にあるが, より性能を向上させる努力が続けられている。大面積の表示素子を開発するためにはモノドメイン化が不可欠であり, 今後とも界面配向に関する地道な研究が必要と思われる。

5.2 エレクトロクロミック素子

この素子は, まだ決定的な材料が存在せず, 各種材料とその製作方法の発表が中心となっている。無機材料として, 山田ら (静大, 春) のスパッタ法による酸化タングステンの IR による評価, 衣笠ら (日本板硝子, 春) の液相法によるタングステン遷移酸化合物の EC 特性, 青山ら (東工大, 春) の蒸着法による LuPc₂ 薄膜の応答特性に対する結晶性の影響, 神田ら (電機大, 春) のプラズマ重合法による YbPc₂H の EC 特性, 高井 (関東学院大, 秋) の反応性高周波イオンプレーディング法による窒化スズの EC 特性, 柏崎ら (電機大, 秋) の電着重合法による Co-QTPP の EC 特性, 小林ら (JJAP (2)-8) の V₂O₅ の EC 特性に与える結晶化の影響, が報告された。

一方有機材料として, 杉本ら (早大, 春) のコーティング法と蒸着法によるフタル酸エステル系のポリマーの EC 特性, 石田ら (早大, 春) のジフェニルエチレン系およびベンゾフェノン系材料の EC 特性, 神田ら (電機大, 秋) の蒸着法による Yb-ジナフトロシアニンの EC 特性, さらに関川ら (早大, 秋) のフタル酸エステル系の EC 特性, が報告された。

発色のフルカラー化も追求されており, 最終的な材料を探す努力が今後とも続けられよう。予断が許せない。最後に, 古田ら (九工大, 春) の電解液型 WO₃ の測色が行なわれたが, 表示素子として応用するに当たって見逃せない研究である。

5.3 発光型素子

プラズマに関しては, 大橋ら (広島大, 春), および丹羽ら (広島大, 春) の三相駆動法による高輝度, 高発光効率化が報告された。応物学会ではプラズマディスプレイに関する発表は少ないが, テレビジョン学会等での報告が多いようである。

EL 素子に関しては, 鬼沢ら (日立中研, 春) の青緑色発光の高輝度化が報告されたが, 表示素子・方式のセッションではこの報告のみであった。そのほか, EL に関しては光デバイスのセッションにおいて春は 23 件, 秋は 26 件の成果が報告されていた。発光効率, 材料の構造物性, 白色発光が主な研究対象となっている。時間の都合で参加できなかったため, 詳しくはここでは省略させていただく。

発光型素子では, いずれも発光効率を改善する研究が多く, またフルカラー化も進んでいる。実用化に向けて着実な進展が期待できようである。

(農工大 間多 均)

6. 光 記 録

光を用いて画像情報を記録する光記録には, ハードコピー関連では, 銀塩写真, 電子写真があり, 高密度記録では, 光ディスクや光メモリーがあり, パターン加工では, マイクロリソグラフィがある。いずれも記録材料の実用特性の向上のための研究が多いが, 光化学ホールバーニングなど多重光メモリーの開発という見地からは, その基礎となるべき現象の支配因子の解明に力がそそがれている。

本稿では, 応用物理学会春季, 秋季講演会を主に, 日写: 日本写真学会年次大会, 春・秋, 日写誌: 同論文 No., 電写: 電子写真学会年次大会, 春・秋, 電写誌: 同論文 No., 高分: 高分子学会年次大会, 春・秋などを調べ, 前出の略号を用いた。

6.1 銀塩写真

銀塩写真システムの唯一の短所である水処理を伴う現象をドライ化する熱現象銀塩カラーシステムが, 感材各社から発表され, 昭和 62 年は, 熱現象カラーシステム元年といわれた。熱現象銀塩写真システムとして日写誌 No. 5 に特集されている。水を使わずに処理できる銀塩

カラー記録材料としてドライカラー技術の特徴および開発状況を岡内(コニカ)が、発光ダイオードを用いた高画質カラープリンタに使用した熱現象カラー感光材料とシステムの特徴を原ら(富士フィルム)が述べており、銀塩写真の処理のドライ化によりエレクトロニクスとの結合が進展するものと考えられる。

銀塩感材の高感度化には、ハロゲン化銀塩結晶に生じた光キャリアの潜像形成への利用効率をさらに上げることであるが、最近では、結晶内部に AgI をその外側に AgBr を形成させた多重構造結晶を用いて高感度化を達成している。AgI と AgBr の接合部の接合電界を利用して光電子を AgBr 側へ、光正孔を AgI 側へ分離し、光電子による潜像形成効率を上げることが目的としているが、それらの基礎物性の研究が、日写春・秋に見られる。井上ら(コニカ、日写・春)の AgBrI 多重構造結晶中のハロゲンの分布を電顕と EDX により解析、中山ら(コニカ、日写・春)の室温での多重構造結晶中の光電子の挙動、山下ら(富士フィルム、日写・春)の多重構造粒子乳剤中のイオン伝導の誘電損失曲線からの解析などが報告されている。また、中山ら(コニカ、日写・秋)の多重構造結晶におけるマイクロ波光伝導度の粒径依存性、塩沢ら(富士フィルム、日写誌 No. 1)の高分解能超伝導電顕(JEM-2000 SCM)によるハロゲン化銀粒子の結晶格子像の観察などがある。色素増感関連では、谷(富士フィルム、日写・秋)の臭化銀の分光増感に伴う電子移動過程の閾値の測定、須田ら(コニカ、日写誌 No. 4)のハロゲン化銀微結晶へのシアニン色素の吸着における分子間相互作用、大谷(コニカ、日写誌 No. 4)の時間相関単一光子計数法による増感色素の蛍光寿命の測定と強色増感系の機構解明などが報告されている。

6.2 電子写真

電子写真技術は、複写機、また、最近では、光プリンタに 응용されているが、感光体の主流が、 α -Se 系から有機感光体(OPC)に移っている。急速に OPC が普通紙コピー(PPC)用感光体として普及したのは、感度や耐刷性の向上とともに製造が容易で低コスト、無公害性等にある。 α -Si 系感光体は、そのコスト、耐湿性に問題があり、特殊用途に限られている。したがって、OPC では、機能分離型二層感光体での光キャリア生成、注入、輸送、光疲労、オゾン劣化等の特性解明が、 α -Si 系感光体では、耐湿性、生産性の向上に関する問題に関心が高い。

玉橋ら(日立日立研、春、電写誌 No. 2)の電子写真

用高耐湿性 α -C:H:F 系表面保護膜の開発(I)、同(II)(電写誌 No. 3)、柿沼ら(沖電気、春、電写・春)の α -C:H 表面層による α -Si 感光体の高耐湿化の報告がある。高速成膜については、秋山ら(松下中研、秋)の高光導電性の α -Si_{1-x}C_x:H 膜の高速成膜、田中ら(三洋中研、春)のマグネトロン放電法による α -Si 膜の高速成膜、泉ら(日本真空技術、電写・春)のマグネトロン・プラズマ CVD 法による α -Si の高速成膜、同社、朴ら(電写・春)の円筒型基板への α -Si のダストレス・高速成膜プロセスおよび感光体ドラムの量産方式(春)について発表があった。

その他電子写真感光体に関する報告は、大阪府大の河村ら(春、秋)による、炭素源に C₂H₂ を用いたプラズマ CVD による SiC:H 薄膜の光導電性、不純物添加の効果、TOF 法による過渡光電流特性の報告がある。金光ら(千葉大、春、秋)の非晶質セレンカルコゲナイドの光疲労効果とゼログラフィック特性、内藤ら(大阪府大、春、秋)の α -As₂Se₃ のキャリア輸送における光照射効果の報告がある。星野ら(NTT 通研、春、秋)の α -Se 感光層の導電性粒子による摩擦荷電特性およびコロナ荷電との比較があり簡易荷電法として面白い。

OPC 感光体では、光キャリア生成に関する解説は、水口(チバガイギー、電写誌 No. 3)によりまとめられている。応物春・秋に報告されたものは、すべて電写春・秋に報告されている。積層型感光体の電荷発生層(CGL)での光キャリア生成と電荷輸送層(CTL)へのキャリア注入を扱った報告が多い。金光ら(千葉大、春、電写・春、秋)は、光音響分光法により積層型有機感光体での光キャリア注入過程と効率を論じた。荒牧ら(三菱化成、電写・春)の過渡光電流法による光キャリア生成・注入効率の測定、横山ら(阪大、電写誌 No. 4、電写・秋)の CGL から CTL へのキャリア注入の過渡電流波形の解析からの解明、CTL でのドリフト移動向上のための分子設計(横山ら・阪大、電写・秋)などがある。

電子写真の高画質化の問題は、電写誌、No. 1 に特集されている。

6.3 光ディスク、光メモリ

光化学ホールバーニング(PHB)は、高橋ら(出光興産)のホール間の相互作用と形状の決定に関して(春)、飯田ら(電総研)のアントラキノン系色素(春)とキニザリン誘導体(秋)、島田ら(NTT)のゲスト濃度の影響(春)とポルフィリン/分子集合体(秋)、岸井ら(ソニ

一) のポルフィリン誘導体での置換基の PHB 生成効率に対する影響 (秋) などがある。

有機物を用いた光記録には、仁藤ら (ソニー) の高分子液晶の光メモリ特性 (春)、河田ら (キヤノン) の LB 膜の光メモリへの応用 (春)、川口 (帝人) のメロシアン J 会合体の光記録特性 (秋)、雑賀ら (京大、日写・秋) のアゾキノンを用いたマルチモード光メモリの検討がある。

相変化型光記録の報告は多く、追記型では、松下グループの TeGeSnAn 系 (春)、Te-TeO₂-Pd 系 (秋)、日立グループの Pb-Te-Se 系 (春)、森本ら (旭化成) の SbTeGe 系の実用特性の検討 (秋) などがあった。書き換え可能光ディスクには、津川ら (富士通研) の SeInSb 系 (春)、小牧ら (パイオニア技研) の Sb₂(TeSe)₈-GeTe 系 (秋)、松下中研グループの TeGeSeSb 系 (秋) などがあった。ダイセル化学の三谷らによるデュアルセルビームカッティングディスクの生産技術の検討、鎌倉らによる量産品の欠陥の評価、耐久性の報告 (春) があった。

光磁気記録に関する報告も多く春、約 30 件、秋、10 件であり、超高密度光磁気メモリの原理と干渉縞記録方式の提案 (伊藤ら・日大、春) などがあったが、マイクロソグラフィとともに紙数の関係から割愛する。

(東海大工 高橋恭介)

7. オプトエレクトロニクス・光デバイス

この分野では、半導体材料を用いた OEIC, LiNbO₃, ガラス基板を用いたハイブリッド光 IC の研究を中心に、通信・信号処理用の実用デバイスを目指した着実な進展が見られる。全体的に従来の傾向を引き継いでいるが、MQW 構造を用いたデバイスに関する研究がさらに増加しているのが目を引く。ここでは、応用物理学会の春、秋の講演会を中心にこの分野の研究開発を概観する。

7.1 導波形・光集積デバイス

LiNbO₃ 基板を用いたデバイスでは、導波形光変調器/スイッチにおいて、実用化に向けた研究報告が多く、方向性結合器を用いたマトリックススイッチの無バイアス化について西本ら (日電光エレ研、秋) が、DC ドリフト関連で、ファイバ接続に用いる接着剤硬化用の UV 光照射の影響について佐脇ら (富士通研、秋)、入力光パワーの影響について佐藤ら (住金鉱山電材研、秋) が報告している。Z 軸伝播基板を用いた偏波無依存変調器として、方向性結合器形を岩崎ら (日電光エレ研、秋)、

マッハ・ツェンダー形を滝沢ら (NHK 技研、秋) が報告している。谷内ら (松下半研センター、秋) は、リッジ型導波路を用いて SHG 素子の高効率化を行ない、紫外光の発生を確認している。

半導体材料を用いたものとしては、中村ら (日立中研、秋) は InGaAsP/InP キャリア注入型光スイッチを全長わずか 8 mm 程度の基板に集積して 4 × 4 光スイッチを試作しており、LiNbO₃ 基板を用いた光 IC の大きさと比較して興味深い。その他の半導体デバイスでは、双安定素子に関するものが多い。MQW 関連では、変調器については、低チャープ性の観測、入射光波長・パワー密度依存性を脇田ら (NTT、秋) が、残留不純物の効果を Newson ら (東芝総研、春) が、双安定面発光レーザーの立上り時間 12 ps の高速応答性を小島ら (三菱中研、秋) が、双安定光サイリスタの提案、試作を杉本ら (日電光エレ研、秋) が、報告している。

OEIC に関連しては、InGaAs/InP セルフアライン JFET を用いた送信用 OEIC を井本ら (日電光エレ研、春) が、受信用 OEIC を寺本ら (日電光エレ研、春、秋) が、DFB レーザーと電気吸収型光変調器の集積化を田中ら (KDD 研、春) が、OEIC 作製における平坦化プロセスについて浜田ら (松下半研、春)、延原ら (富士通研、春) が報告した。

その他のデバイスとして、マッハ・ツェンダー光多重分波回路の試作を本望ら (日電光エレ研、秋) が、光導波路型 pH センサーを、多田ら (東大、春)、アンモニアセンサーを古田ら (リコー中研、秋) が報告し、また集光グレーティングを用いてフォトディテクタアレイと結合させた光集積スペクトラムアナライザを原ら (阪大工、秋) が、提案、試作している。

7.2 光導波路・光ファイバ

LiNbO₃ 導波路では、いまだに実用上の問題が多いようで、前項で示したものの以外に、スパッタエッチングによる DC ドリフトの影響について藤原ら (住金鉱山電材研、春) が、耐光損傷性の強い Z 軸伝播 Ti 拡散導波路方向性結合器にプロトン交換と熱アニーリングを用いた結合長の調整を Nutt ら (日本板硝子、春) が報告している。ガラス導波路では、関ら (日本板硝子、春) が 2 段階自然イオン交換法により、基板中に単一モード導波路を形成している。MQW 構造を用いたものでは、GaAs 基板で、RIE によるリブ構造導波路を三上ら (NTT、春) が、混晶化を利用した埋込み導波路を大森ら (NTT、春) が、InP 基板で、装荷型導波路を石野ら (松下半研センター、春) が作製しており、MQW 構造

導波路の複屈折に関して石川ら（東工大，春）が，位相共役波の発生効率に関して追田ら（三菱中研，秋）が，考察している。その他に，共振反射型導波路の3次元化について馬場ら（横浜国大工，秋）が検討し，小池ら（慶大理工，春）は界面ゲル不均一共重合法による立体光導波路，戸田ら（三菱レーヨン，秋）は熱塑性加工によるプラスチックファイバ2分岐結合器，松木ら（阪大基礎工，秋）は3次非線形光学効果の大きなポリジメチレン LB 膜を用いた光導波路を作製している。

光ファイバの分野では，昨年に引き続き超低損失フッ化物ガラスファイバ作製のための基礎研究に関する報告が KDD 研，NTT，HOYA 材料研の3社から数多く報告されている。ファイバレーザー関連では，木村ら（NTT，春）が，Nd，Er 添加石英ファイバの吸収，蛍光特性を，柴田ら（NTT，春）が，アルカリ含有光ファイバのラマン散乱特性を報告している。ファイバ応用では，センサーに関するものが依然として多く，ファイバジャイロについて，今井ら（北大工，秋），高橋ら（三菱中研，秋）が，温度センサーについて，岡本ら（理研，春），木村ら（東京農工大工，秋），土田ら（電総研，秋）が，単一ファイバによる温度・圧力同時計測を重岡ら（阪大工，春）が，外乱除去型ヘテロダイナミク干涉計を中谷ら（阪大工，秋）が，吸光光度分析センサーを森田（神戸高専，秋）が，色素ドーピングプラスチックファイバを用いたガスセンサーを安藤ら（山梨大工，秋）が，電子ビーム照射によるチェレンコフ光を検出する電子ビーム計測を大家ら（ゼーゼル機器，春）が報告している。なお光ファイバセンサーに関連して大塚（北大，応物6）の総合報告，桑原ら（三菱，光学5），西沢（日本板硝子，光学5）の解説がある。

7.3 微小光学デバイス

マイクロレンズの研究が中心であり，電子ビーム描画マイクロフレネルレンズの高効率化について青山ら（立石中研，秋）が，屈折型では主点位置に関する考察を及川ら（日本板硝子，春）が，レーザー CVD による SiON 膜の選択形成を利用したマイクロレンズの作製を久保ら（豊橋技科大，秋）が報告している。またマイクロフレネルレンズについて，森（東芝，光学2）の解説，微小光学技術について田中（東大工，光学2）の総合報告がある。（阪大基礎工 芳賀 宏・井筒雅之）

8. 分 光

'87年の分光分野の動向を春，秋の応用物理学会，分光学会（分光春・秋），さらに若干の学術誌を通して概

観した。大略の印象としては，分光素子では SOR 光源等に関連する VUV から軟X線領域の素子への関心がさらに高まってきており，素子性能の詳細な評価とともにX線顕微鏡等の装置への応用が精力的に図られている。また，光音響分光の応用計測も依然として盛んである。プラズマプロセス等における分光分析技術も新材料開発の進展とともにその重要性を増している。

8.1 分光素子・検出器

分光素子の分野では軟X線領域に関する報告がさらに増えた。原田（日立中研）らがフォトンファクトリー軟X線分光器用ブレードホログラフィック回折格子（分光春，分光1）と反射鏡等を含む光学素子系の総合評価をした（春），山本ら（東北大科研，春，秋，分光秋）は多層膜反射鏡用膜物質の選択基準と分光特性について報告した。軟X線顕微鏡集光用として覚知（NTT 研，秋）らは高解像度ゾーンプレート，青木（筑波大物工，春）らは組合せ型反射鏡を開発し，素子性能を調べた。また優れた解説記事が多く書かれた。たとえば青木（筑波大物工，応物3）がX線光学素子とその利用技術を，井口ら（筑波大物工，光学12）が軟X線領域の光学材料と特性を，原田，覚知がそれぞれ回折格子とゾーンプレートの製作法を述べた（いずれも光学12）。

検出器では中村ら（浜松ホト，春）が反射電子を除いてアフターパルスを低減した高速光子計数用光電子増倍管を報告した。浦上ら（同，春）らは MCP 2台内蔵の光子計数用ストリークカメラで10 psの時間分解能を報告した。伊藤ら（富士通，春）は HgCdTe フォトダイオードと CCD から成る2次元高感度 IRCCD を作成した。常田（東京天文台，光学12）はX線撮像素子としての CCD の使用限界を述べた。他に，主として光通信用であるが高速フォトダイオードの報告が応用物理春，秋の講演会で盛んに行なわれた。

8.2 分光装置

軟X線・VUV 領域では川村（NTT，春，秋）らが高エネ研 SOR 施設ビームライン用回折格子/結晶併用型分光器の性能評価を SOR 光を用いて行ない，村松（同，春）らは同施設用に新たに回折格子/シリンドリカルミラー併用の明るい斜入射型分光器を設計した。

紫外・可視領域では，波多野ら（阪大工，分光春）が吸光・蛍光同時マルチチャンネル分光計を，下川原ら（同，春）が白色光励起マルチチャンネル蛍光分光計を，加藤（ミツカン，春）らが紫外レーザーを用いた走査型蛍光顕微鏡を報告した。時間分解光子計数測光では原（堀場，分光秋），北島ら（阪大工，春）が多重パルス

処理による高効率蛍光測定計を開発した。

赤外領域では井上ら(阪大工, 秋, 分光春)が拡散反射分光分析用近赤外フーリエ分光計を, 堀場ら(東理大理, 分光秋)が高分解アダマール変換分光器を製作した。

ミリ波, サブミリ波領域では中島ら(阪大工, 秋)がマッハ・ツェンダー型干渉分光計を試作した。

その他, 関連装置として安間ら(静岡大, 春)の4ゾーン消光型分光エリプソメータ等, いくつかの偏光解析装置, 渡辺ら(学習院大理, 春, 秋)のラマン散乱トモグラフィ装置が報告された。

8.3 分光測定・技術・応用

光音響分光(PAS)等, 光熱分光の分野では引き続き活発な研究が行なわれている。顕微PASの分野で笠井ら(東大工, 分光春)は近赤外半導体レーザー光音響顕微鏡の開発と応用, 小島(筑波大, 分光秋)は金属相転移研究への応用, 星宮(東北学院大, 秋)は高速走査型光音響顕微鏡のペーパークロマトグラフィへの応用について報告した。沢田(東大工, 分光春)はPASによる微粒子計測について総合報告し, 北森(日立エネ研)は液体試料のPAS理論(分光春)と絶縁破壊を利用したパルスPAS法による 100 個/cm³レベルの液中超微粒子検出への適用(分光秋)を述べ, 及川ら(山形大, 分光4)はオンライン相関PASによるフィルム類の断層スペクトル測定を行なった。岡崎ら(東海大理, 分光秋)はアダマール変換分光法による高分解能PASを開発し, 清水(東大工, 春)は色素レーザーによるPASを報告した。蟹江(名大工, 春)らは試料の曲げ共振を利用した光熱顕微映像法を, 藤田ら(阪大工, 分光秋)は2次元位相パターン検出による差動型光熱分光法を開発した。

レーザー分光の分野での報告は非常に多岐にわたり, とても全体はレビューできないが, 目立ったところで上原(慶大理工, 春)ら, 馬場ら(東大教養, 秋), 水野ら(東大工, 春, 秋), 橘ら(京工繊大工芸, 春, 分光秋)の例に見られるように半導体レーザーを利用した高分解能分光が数多く報告された。さらに田久保ら(東京農工大工, 春)のフォークト効果応用色素レーザー高分解能分光, 馬場ら(神戸大理, 分光秋)の色素レーザーサブドップラー分光等の報告があったほか, 清水(東大工, 応物12)が超高分解能レーザー分光を解説するなど, 引き続き高分解能分光への関心は高い。

一方, プラズマ診断や, 分子の光解離, ラジカル種検出等の励起分子ダイナミクス研究の分野に果たすレーザー分光の重要性もプラズマプロセス技術の進展とともに

に飛躍的に増大している。たとえば, 梶山ら(九大工, 春秋)のエキシマレーザーフォトリソによる炭化水素ラジカル生成とレーザー励起誘起蛍光(LIF)法による検出, チョーティンら(名大工, 春, 秋)のSiH₄分子等の電子衝突解離フラグメントの発光断面積測定, 業天ら(山梨大工, 春, 秋), 栃久保ら(慶大理工, 春)のプロセスプラズマの発光強度分布測定, 長谷川(東京農工大工, 春)の時間分解光子計数法によるプラズマCVD診断等の報告がなされた。また山下(電総研, 春, 秋)らは核酸塩基の紫外発光ピコ秒分光を述べた。非発光種の同定手段として最近注目されている多光子共鳴イオン化分光法に関連して川崎(三重大工, 分光2), 桂川(東邦大理, 分光秋)らの報告があった。

なお, これら以外の分野でも励起用, 測光用として今後とくに波長可変真空紫外レーザーへの関心が高まるとみられるが, その発生法と分光学的応用について築山(理研, 分光2)の解説, 前田ら(九大工, 応物10)の総合報告がある。ラマン分光では生体関連のものが多く見受けられた。たとえば北川(分子研)がラマン分光の生物学への応用について解説し(分光2), 反応中間体に関する研究報告をした(分光秋)。

新しい粒状, 膜状物質の光学的測定法がいくつか提案された。たとえば, 竹内ら(阪大工, 春)の赤外多重反射干渉を利用した吸光計数, 屈折率, 膜厚等同時推定法, 中谷ら(阪大工, 春)の位相回折格子を用いた多焦点法による速度と粒径の計測法などがある。

最後に, 2次元画像分光処理法が関心を集めてきた。王ら(阪大工, 秋)はイメージディセクタを用いた蛍光分光で微小試料の成分濃度分布を, 相馬ら(日立研, 分光3)は増強画像の写真撮影により火炎中の発光ラジカル種別空間分布を調べ, 河田(阪大工, 分光秋)は画像処理アルゴリズムについて報告し, 伊東ら(阪大工, 春)が広視野型フーリエ変換分光映像法を試みた。

(京工繊大工芸 橘 邦英・播磨 弘)

9. レーザー

レーザー分野の発展は著しく86年秋から応物学会の分科も光エレクトロニクスと量子エレクトロニクスに分けられ, 半導体レーザー(LD)は前者に分類された。前者で始められたポスターセッションが定着してきた。

半導体レーザーでは単一周波数, cw高出力高性能LDの開発, 量子井戸型構造の研究は着実に進展し, 面発光LD, 可視光LDも大きな発展があった。高出力エキシマレーザーも半導体プロセスや加工用の光源として確実

に発展している。またレーザー新素材、非線形材料、軟 X 線レーザーの研究などに進展がみられた。

以下、応物学会の春、秋の講演会や応物学会誌や他の専門誌を参考にレーザー分野の研究を概観する。

9.1 半導体レーザー

スペクトル幅を狭くする試みは安定した DFB-LD を使用し多くのグループによって進められ、 $1.3\ \mu\text{m}$ 帯で 1 MHz 以下が達成され (松井ら・松下, 秋), 注入電流の帰還により 500 kHz の幅が得られた (大津ら・東工大, 春). 同調幅としては $1.5\ \mu\text{m}$ 帯位相制御 DBR-LD で同一モード連続 720 GHz (5.8 nm) (村田ら・日電, 春) が, 外部共振器で 40 nm 以上にわたる連続同調 (朝倉ら・松下, 秋) が得られている. 出力としては位相同期アレイで 0°C に位相を変換して 200 mW まで単一モードが得られている (種谷ら・シャープ, 春).

AlGaInP 系の可視光 LD (鈴木・日電, 応物 10) は, 基礎データが揃い, 実用化へ向けて一步を踏み出した. MOVPE (MOCVD) 法で横モードを制御した 600 nm 帯の LD で室温 cw で約 30 mW の出力が得られている (藤井ら・日電, 石川ら・東芝, 秋). MOVPE 法のシンポジウムで可視光 LD と高出力 LD の現状と展望がレビューされた (鈴木・日電, 大場・東芝, 熊谷ら・ソニー, 池田・三菱, 秋). MOVPE 法は長波長 ($1.3\sim 1.6\ \mu\text{m}$) 領域でも BH-LD の高性能化, 機能デバイスへの応用に利用されている。

面発光 LD (伊賀ら・東工大, 春, 秋) も発展が著しく, 多重量子井戸型 (MQW) DBR-LD で室温 cw 発振に成功し, 高速スイッチ機能を有する双安定 LD の研究が行なわれている (久間ら・三菱, 春, 秋).

MQW-LD の研究は活発で, 高出力 LD, 超低閾値 LD, ピコ秒パルス発生, 超格子可視 LD, 高周波緩和振動を有する高速スイッチ LD (緩和振動周波数 30 GHz の超高速素子, 茅根ら・日立, 秋), 位相共役波発生等の研究が進んでいる。

中赤外 LD は 77 K で安定に動作する PbEuTe-LD, $6\sim 16\ \mu\text{m}$ で出力 1 mW の PbSnTe-LD が開発されている (篠原ら・富士通, 春, 秋).

9.2 気体レーザー

最近学会で発表される気体レーザーは半導体プロセス加工・各種化学反応核融合用紫外域の高出力光源としてのエキシマレーザーの研究が中心である. 春には実用化の観点からシンポジウムが開かれ, リソグラフィ, 大出力化, 高繰返し, 長寿命化, コヒーレンス, 発振の機構など最新の状況についてレビューがなされた. VUV の

光源として ArF (193 nm), F₂ (157 nm), Ar₂ (126 nm) のレーザーが研究され, N₂O の反ストークスマンによる短波長 (89 nm) 発生の実験も試みられている (ハーマン・阪大, 秋). 大出力化の研究も 100 ns のパルスで 230 J (大和田野・電総研, 春) が報告されたが, さらに KrF (248 nm) で 1 kJ のパルスを発生させる Ashura 計画が発表された (同, 秋). またエキシマレーザーの広い利得幅を利用して XeCl (308 nm) で 1.2 ps の短パルスを発生している (物性研, 秋).

He-Cd レーザーは色調の 3 原色をただ 1 台の装置で供する白色レーザーとして実用化に関心が持たれているがその性能向上のために特性が調べられている。

CO₂ レーザーは加工用高出力高効率な光源として, ウラン同位体分離用 $16\ \mu\text{m}$ 帯レーザー励起光源としての特性が報告された. 高出力レーザーとしては閉サイクル放電励起の CO レーザーで 3.1 kW (IHI 技研, 秋) や 1.25 kW (工開研, 秋) の報告があった. また銅蒸気レーザーも高効率高出力のレーザーとして活発な研究が進められている。

CO₂ レーザーやガラスレーザーを照射してレーザープラズマを生成し, XUV や X 線を発生させた報告もなされた (原・理研, 三浦・阪大, 秋).

9.3 各種レーザー

海外での固体レーザーでは小型で長寿命が期待される半導体レーザー励起の固体レーザーや取扱いが容易な波長可変固体レーザー (フォノンレーザー) の研究が活発である (CLEO '87, Top. Meet. on Tunable Solid-State Lasers). わが国ではようやく研究が始まったところである (横山・HOYA, 春, 今井・東芝, 秋). しかし固体レーザー新材料については GGG, GSAG, GS-GG, YLF 等の結晶の研究が進んでいる (横山・住友鋳山, 応物 8). またアレキサンドライトと同じ母体結晶に Ti をドープした結晶の性質が調べられている (杉元・三井金属, 春). ファイバーそのものを共振器とする光ファイバーレーザー (中沢・NTT, 光学 6) の講演発表も活発である。

レーザー核融合や X 線発生を目的とした高繰返し高出力固体レーザーの研究はスラブ型ガラスレーザー (阪大, 物性研) を中心に進められており, 効率 1%, 20 J/パルスの出力が得られた (田中・阪大, 春). 金属加工を目的とした cwYAG レーザーでは 1 kW 以上の動作が報告された (渡部・日電, 西村・東芝, 秋).

自由電子レーザーはまだ基礎研究の段階であるが, 電磁波ウィグラー型のシステムの設計が報告された (綱

脇・大阪産大, 秋).

9.4 レーザー制御・レーザー応用

レーザー制御では超短パルス発生と非線形光学とくに有機非線形材料の研究が活発である. フェムト秒の発生の競争はますます激烈になってきたが今回は複合モード同期色素レーザー光をパルス圧縮して, 28 fs が得られた報告があった(石田・物性研, 秋).

高調波発生では β -BaB₂O₄ が KDP などに代わって使用されているようになってきたが, KDP に比べて 10~100 倍効果が大きい有機非線形材料の研究が花盛りである(久保寺ら・NTT, 恒川ら・東レ, 徳竹ら・きもと, 横谷・阪大, 近藤・東大, 秋). また薄膜, 蒸着膜での非線形性も研究されている.

レーザー応用としてはレーザー顕微鏡(西田ら・東理大, 秋) 生体細胞の蛍光分布計測(丹野ら・山形大, 秋), 生体組織切開(橋新ら・近畿大, 秋)等の生体応用や, LD を用いた測長(堀ら・東京光学, 秋), ライダーによる大気計測(柴田ら・九大, 上野ら・福井大, 杉本・国公研, 竹内ら・国公研, 春), LD やレーザーヘテロダインによる微量成分計測(上原ら・慶大, 石津ら・電波研, 秋), レーザー回折法によるレコード音声再生(魚住ら・北大, 秋), 誘電の基礎研究分野(坂井・慶大, 秋)の報告があった.

レーザーの研究分野でも日本の重点集中主義が見られ, CLEO '87 においても, 日本からの参加は“産業への応用”, “光スイッチ・記憶・双安定性”, “半導体レーザー”に集中している(伊賀ら, 応物7). 基礎分野全般での活発な研究が望まれる. (国立公害研 竹内延夫)

10. 視覚光学

視覚光学の分野は, 視覚系の生理的メカニズムの解明といった基礎研究から, 照明, 色彩工学, 画像システム的设计, 眼科機器における応用的研究まで広範囲にわたっている. 国内では光学懇話会視覚生理光学研究グループを中心に多くの研究成果が報告されている. 以下, 応用物理学会(春, 秋)を中心に, 色彩工学コンファレンス, 色彩学会, 眼光学学会, 光学, 照明学会誌, JOSA CRA (Color Research Application) をもとに 1987 年のこの分野の動向を述べる. なお, 1月と7月に開催された視覚生理光学研究会の内容については光学(光学5, 12)に報告があるので割愛する.

10.1 色覚

6月にフローレンスで国際色彩学会主催の「色覚モデル」に関するコンファレンスが開催され, 日本から池田

(東工大), 秋田(京工織大), 江島(京大), 納谷(大阪電通大), 金子(岡崎生理研), 矢口(千葉大)が招待され, 錐体レベルから大脳に至るまでの色覚メカニズムの解明について討論がなされた. 網膜レベル, とくに錐体についてはその分光感度や密度分布などがかなり詳細にわかってきた.

国内でも色覚メカニズムの解析の報告が多く, 内川(東工大, 春, 光学10)が視覚光学分野から久々に光学論文賞を受賞し, 視覚系のチャンネルと明るさチャンネルについて, 時間応答特性(JOSA (A)-86/12), 色の記憶特性などの観点から解説した. 納谷(大阪電通大, 照学6)らは Stiles の求めた 20 人の等色関数を主成分分析し, レンズと黄斑色素の濃度が等色関数の個人差の要因であるとした. 中野ら(東工大, 春)は空間的な色度の変調閾値を測定することにより色覚メカニズムの解析を行なった. 矢口(千葉大)は同一被験者から得られた等色関数と反対色応答関数の関係を定量的に求め(春), さらにそれから錐体分光感度を推定し, 錐体から輝度チャンネル, 反対色チャンネルへの情報伝達過程を定量的に明らかにした(色彩コン).

視覚系の中でも特異な性質を持つ青錐体について, 三宅ら(早大理工, 光学9)は視野サイズを変化させて青メカニズムの時間周波数特性を測定し, 青メカニズムの時間感度低下を青錐体密度の減少によるためと説明した. 阿山ら(東工大, 秋, 色彩)は色相消去法によるクロマティック・バレンス関数の色参照光による変化を調べた. 山下(製科研, 秋)らは色交替フリッカーにおいて位相を変化させた場合の輝度変調閾値への影響を調べた. 田村ら(東工大, 春, 秋)は暗順応過程における時間的足し合わせの能力を測定した.

色の見えに関する研究報告も多く, 内川ら(東工大, JOSA (A)-6)は単色光の呈示時間を変化させて波長識別と色の見えを測定し, 呈示時間が短くなると波長識別閾が高くなることを示した. 阿山ら(東工大, JOSA (A)-6, シンポ)はユニーク色の色度図における軌跡を求め, ユニーク黄以外はすべて曲線になることを示した. 中嶋(聖マ医大)は明所視(光学6)および暗所視環境下における交通信号灯の色の見え(春), および小視野の色の見えを測定した(春, 色彩). 内川(東工大)らは表面色のカテゴリーカラーネーミングにより 11 の基本色を確認し(春, シンポ), さらに表面色知覚における周辺刺激の効果および表面色の恒常性を調べた(秋).

矢野ら(千葉大, 秋)は等色実験を原色法, 反対色法, 三属性法で行ない効率のよい等色法を検討した. 納

谷(大阪電通大)らは非線形色知覚モデルを用いて、白さ、黒さおよび明るさの見えの予測(CRA 3)およびNCSシステムの構造解析、3属性の予測(色彩コン)を行ない、側垣(電総研, 色彩コン)らはCIE色順応予測式の実地試験を行なった。また高齢化社会に伴い、市川(名大, 色彩コン)は生理学からみた高齢者における色感覚の変化を調べ、小松原ら(日本色研, 色彩)は水晶体の着色が色の見え方に及ぼす影響を調べた。

色の目立ちや視認性に関する研究も最近盛んに行なわれ、芦澤(青葉学園大, 照学10)らは照度レベルによる色の目立ちの変化を測定し、橋本ら(松下照明研, 色彩コン)は黄色照明下での安全色彩の見えを検討し、澁田(東芝総研, 色彩コン)は色指標の視認性をCRTディスプレイを用いて、視覚的探索に要する時間と色差の関係から検討した。

10.2 明るさ・比視感度

この分野はここ数年活発に研究発表がされており、とくに明るさの比視感度については総集成の時期にきており、点光源、 2° 、 10° 視野の明るさの比視感度については池田ら(東工大, JOSA (A)-86/12)により国際的標準化がなされ、池田(淳)ら(東工大, 秋)は121人の明るさの比視感度データを主成分分析することにより個人差定量化指数を導出した。明るさ知覚を視覚メカニズムから解析する試みもあり、中野ら(東工大, 秋)は錐体応答の対数変換で従来の明るさマッチングのデータを予測する新しいモデルを立てた。複雑なパターンの明るさについては矢口(千葉大, JOSA (A)-1)が市松模様を用いて解析し、空間周波数が高くなると明るさと輝度が一致することを示し、黄ら(東工大, 春)は色度図全域にわたり色光の明るさ効率を測定した。佐藤ら(千葉大, 色彩コン)はGuthの色覚モデルに修正を加え、表面色の明度指数(明るさ効率)を定量的に求め、岡嶋ら(東工大, 秋)は開口色モードにおける明るさ効率は表面色モードのそれより低いことを示した。

薄明視の明るさについて、佐川ら(製科研, 秋)は複合光の明るさ効率を測定し、結城ら(千葉大, 春)はラゴリオ色票を用いて自然環境下で明るさの比視感度を測定した。

10.3 パターン認識・眼球運動・調節

安久(茨城大)はパターン認識における幾何学的な場の理論を展開し(春)、さらにマイクロアレイレンズを用いて生物の視覚認識システムのモデル化を試みた(春, 秋)。岡嶋ら(東工大, 春)は文字パターン認識における輝度と色の効果を調べた。

動きや立体のパターン認識に関する研究も多くみられ、斎田(製科研, 春)らは運動視差と奥行き知覚の関係を解析し、金子ら(東工大, 秋)は立体視のための情報がサッケードによってどのような影響を受けるかを調べ、氏家ら(東工大, 秋, 眼光学)はパターン認識における調節機能を、石田ら(東工大, 秋, 眼光学)はサッケード前後における視野の安定性を検討した。奥山ら(東医歯大, 眼光学)は両眼開放状態での調節負荷と調節変動の関係を調べ、山田ら(北里大, 眼光学)は調節ステップ応答を解析し、奥山ら(東医歯大, 眼光学)は調節と瞳孔運動の動的解析をした。

10.4 眼光学・測定装置

江森(千葉大, 眼光学)は眼科学における画像処理の有用性を説明した。眼底の形状計測について、吉村(神戸大, 眼光学)らは格子投影法により、江森ら(千葉大, 眼光学)はステレオ写真法を用いて行なった。小早川(キャノン, 眼光学)は作動距離合わせ用の輝点を用いて眼底の立体撮影を行なった。仁木(東海大医, 眼光学)らは網膜黄斑部における偏光効果の眼科臨床への応用を試みた。武田ら(製科研, 眼光学)は調節、輻輳、瞳孔面積を実作業時に同時計測可能な3次元オプトメータを開発している。河原(金沢工大, 眼光学)はモアレ縞を用いた視力測定装置を試作した。

(千葉大工 矢口博久)

11. 光源・測光・照明

社会全体に環境システムと人間とのインターフェイスが重要視される傾向が強まるとともに、環境システムのエレメントとしての照明についての関心が高まった。同時に、ビデオ装置、コンピュータの端末など電子映像の使用が盛んになり、これらの電子映像と人間の視覚に関連する特性にも関心が高まった。この結果、光源をはじめとする照明システム製品の開発が進展するとともに、視覚、色彩、測光など照明関連の基礎研究が盛んに行なわれた。以下、照明学会全国大会での発表を「照学全」、照明学会誌第 n 号を「照学 n 」と記す。

11.1 光源

白熱電球内で放電を起こさせ、その放電のスペクトルを測定することにより、白熱電球内の酸素量を非破壊測定する研究が行なわれた(湯浅ほか・東芝, 照学全)。また、ハロゲン電球のバルブに可視光を透過する赤外反射膜を蒸着し効率を向上させる技術の実用化が進んだ。ハロゲン電球用の照明器具の配光を改善するため、ハロゲン電球の赤外反射膜外面に拡散性の被膜を形成したラ

ンプが試作された (別所ほか・東芝, 照学全)。

蛍光ランプなど低圧 Hg-Ar 放電についてプラズマの解析 (荒井・幾徳工大ほか, 春) や放電中の電離係数のボルツマン方程式の解析が行なわれ (酒井ほか・北大, 照学全 および 沢田ほか・北大, 照学全), 低圧 Hg-Ar の放電に磁界を印加することによってランプ効率改善できること (Moskowitz ほか・GTE Electr. Prod., J. IES および Zhou・Fudan Univ. ほか, J. IES), 商用周波で点灯される蛍光ランプの放電のシミュレーションモデルが高周波で点灯される蛍光ランプにも適用できること (和邇・松下電子, 照学全), 蛍光体の所要塗布量が蛍光体の粒径によってきまること (Soules ほか・GE, IES Conf.), 蛍光体からの発光スペクトルを解析することにより蛍光体の温度を非接触で測定できること (尾岸ほか・東芝, 照学全), ジメチル-POPOP (ジメチル-ビス-メチルフェニルオキザゾリルベンゼン) が紫外域 (200~400 nm) の励起スペクトルの標準試料として使用できること (山本ほか・松下電子, 照学全) などが発表された。

メタルハライドランプの発光管内の Na や Sc の濃度分布を光学的に測定する技術 (Allen ほか・GTE Electr. Prod. J. IES), 発光管内のガスの分圧を計算で求める方法とその方法を利用して, 発光管内でのタングステンの輸送現象の解析への応用例 (石神・東芝, 照学全), 40 W/cm² 以上の高負荷で点灯させるメタルハライドランプ (Heider・OSRAM, IES Conf.) の開発についての報告があった。

高演色型高圧ナトリウムランプの発光管内のエネルギー平衡に関する解析の結果 (尾形ほか・松下電子, IES Conf.) が報告された。

マイクロ波放電ランプの放電についての真空紫外分光測定の結果 (滝ほか・三菱, 春), 放電中のプラズマの温度分布および HgI 分子発光の空間強度分布について調べた結果 (鈴木ほか・三菱, 照学全) の報告があった。

11.2 測光・測色

色光の場合, 感覚的な明るさが, 標準視感度曲線 $V(\lambda)$ をもとにして測定された心理物理量 (たとえば輝度) と必ずしも対応しないという問題について, CIE (国際照明委員会) では技術委員会を設置して検討してきた。その結果, 本年6月, ベニスで開催された CIE の大会で, 単色光の明るさに対応する視感度曲線 $V_b(\lambda)$ が暫定的に採択された。

これについてわが国では基礎的な研究が進展し, CIE

の採択した $V_b(\lambda)$ 曲線と, 実際の観測者個々の視感度特性との差 (池田ほか・東工大, 秋) や, UCS 色度図全域についての輝度と感覚的な明るさと色度との関係についての研究結果 (黄ほか・東工大, 春) などが報告された。

薄明視の測光について実用的な測光システムの理論的検討 (佐川ほか・製科研, CIE), その測光システムの妥当性を裏付けするデータ (佐川ほか・製科研, 秋) などが報告された。

紫外・可視・赤外の放射を応用する分野の広がりに伴い, 紫外・赤外の放射測定に関する研究が進展した。低圧水銀ランプの 253.7 nm 輝線の絶対量の測定方法の検討 (中川ほか・埼玉大, 照学全), 回折格子モノクロメータの二次回折光を用いた紫外域分光感度の測定に関する研究 (大久保・松下, 照学全), 赤外領域から遠赤外領域にかけての放射照度が測定できる携帯用焦電型放射計の開発 (谷治ほか・埼玉大, 照学全) などが報告された。

測光用の積分球の特性についてのコンピュータシミュレーションによる理論的解析を基礎とした微弱全光束の絶対測定方法 (大野ほか・松下, 照学全, OSA 大会), 従来の絶対放射計に代わる新しい標準として注目されている, シリコンフォトダイオードの自己校正法についての検討 (大野ほか・松下, 照学全) が報告された。

くさび型干渉フィルタとシリコンフォトダイオードアレイを組み合わせた小型の分光センサーが開発され, 携帯型分光色彩計への応用が報告された (横田ほか・ミノルタ, 色彩コン)。

11.3 照 明

室内の照明環境に関しては, CIE のグレアセイフガードシステムの問題点およびその改善方法の研究 (金谷ほか・松下, CIE ベニス大会) の報告, Küller の室内環境における照明と色彩が人間の生理・心理に及ぼす影響に関する研究の紹介 (中村・東工大, 照学4) などが行なわれた。照明学会の全国大会において「屋内の光環境の将来への展望」をテーマとしたシンポジウムが行なわれ, 昼光照明の現状と将来 (中村・名工大), 高齢化社会に対する屋内の視環境 (金谷・松下), 屋内照明設計の展望 (高橋・東芝電材), 最近の建築と照明技術 (柳・鹿島建設) について討議された。

事務作業の OA 化の進行に伴い, コンピュータの端末, ワードプロセッサなど VDT を使用する作業における視覚的問題, 室内の照明環境の改善方法などに関する研究が多く行なわれた。たとえば, VDT 作業の負荷による目の調節機能の低下の回復に関する研究 (蒲山は

か・東京労災病院), 長時間 VDT 作業のリズム (作業と休憩の組合せ) と目の調節機能の変動に関する研究 (山本ほか・産業医大), VDT 作業環境での照明器具の輝度許容条件についての研究 (吉田ほか・松下) など日本産業・労働・交通眼科学会での発表, あるいは, CRT ディスプレイの表示文字の見やすさに及ぼす照明器具などの反射像の影響の評価に関する研究 (田淵ほか・松下電工, 照学 2), VDT 画面の色の好ましさについての心理要因に関する研究 (岸本ほか・京工繊大, 第 3 回ヒューマンインターフェイス・シンポ), VDT 作業に関する照明環境の問題とその解決 (栗田ほか・慶大, 照学 9) などである。

道路や街路の照明が交通安全および防犯に与える影響について調査研究が行なわれ (野口ほか・照明学会関西支部委員会報告書), 防犯用の街路照明の所要照明レベルについての実験研究の結果が報告された (武内ほか・松下, 第 3 回ヒューマンインターフェイス・シンポ)。また, 陸上交通に関する照学誌の特集号が発行された (成定・松下, 本田ほか・東芝, 野口・摂南大, 吉村・松下, 河合・中京大, 高桑・鉄道技研, 照学 3)。

(松下照明研 成定康平)

12. 光学関連の規格

3月に「IEC 国内審議団体連絡会」の設立総会が, 開催され, 同連絡会が発足した (標準化ジャーナル (以下, ジャーナル) 12)。通商産業大臣により, JIS の部門分類を変更し新たに情報部門 (部門記号 “X”) を設置することが決定された (ジャーナル 6)。

工業技術院標準部の 62 年度業務計画に, 工業標準化特別研究テーマとして, 光伝送素子の試験法に関する研究, 工業標準化のための調査研究テーマとして, オプトエレクトロニクスの標準化に関する調査研究があげられている (ジャーナル 8)。IEC が, 規格を発行した。

英訳 JIS の発行件数が, 増大した。

12.1 光学・光学機器

ISO/TC172 (光学及び光学機器)/SC6 (測量機器)/WG2 (試験方法) の会議が, 4月に西独ポルツハイムで開催され, 瀬戸 (測機舎) が報告している (ジャーナル 11)。ISO/TC172/SC5 (顕微鏡)/WG3 (用語と定義)/WG4 (中間光学系) の会議が, 6月にオーストリア, ウィーンで開催され, 宮田・高橋 (オリンパス) が報告している (ジャーナル 12)。日本光学測定機工業会規格: JOMS 1102-1987 ニュートンゲージが発行され, それに関して, 鈴木 (富士写真光機) がニュートンゲ-

ジ規格について紹介し (光学技術コンタクト (以下, コンタクト) 6), 松居 (キヤノン) および武田 (東京光学) がニュートンゲージ (原器) の曲率半径の分布について, DIN および ISO にふれて解説している (コンタクト 8)。

1987年に発行された ISO 規格は, 次のとおり。

- ISO 8036/1 Optics and optical instruments
—Microscopes—Part 1: Immersion oil for general use in light microscopy
- ISO 8037-1 Optics and optical instruments
—Microscopes—Slides—Part 1: Dimensions, optical properties and marking
- ISO 8040 Optics and optical instruments
—Microscopes—Connecting dimensions of tube slides and tube slots
- ISO 8255/1 Optics and optical instruments
—Microscopes—Cover glasses—Part 1: Dimensional tolerances, thickness and optical properties
- ISO 8320 Optics and optical instruments
—Contact lenses—Vocabulary and symbols
- ISO 8429 Optics and optical instruments
—Ophthalmology—Graduated dial scale

JIS に関しては, JIS B 9523 複写機用テストチャート (新規制定, 以下 (新) と記す) が発行されている。

12.2 写真機材・システム

10月に中国北京市で開催された ISO/TC42 (写真) 全体会議に近藤 (写真機検査協会) らが出席した。

1987年に発行された ISO 規格は, 次のとおり。

- ISO 516 Photography—Camera shutters—Timing
- ISO 3897 Photography—Processed photographic plates—Storage practices
- ISO 4331 Photography—Processed photographic black-and-white film for archival records—Silver-gelatin type on cellulose ester base—Specifications
- ISO 4332 Photography—Processed photographic black-and-white film for

- archival records—Silver-gelatin type on poly (ethylene terephthalate) base—Specifications
- ISO 5466 Photography—Processed safety photographic film storage practices
- ISO 7004 Photography—Industrial radiographic film—Determination of ISO speed and average gradient when exposed to X- and gammaradiation
- ISO 7943-1 Photography—Overhead projectors—Part 1: Projection stages—Dimensions
- ISO 8374 Photography—Determination of ISO safelight conditions

同年中に発行された JIS は次のとおり (改正は以下(改)と記す)。

- JIS K 7529 一般用 120 型写真フィルム製品
- JIS K 7530 一般用 135 型写真フィルム製品 (改)
- JIS K 7531 一般用シート写真フィルム製品 (改)
- JIS K 7534 一般用黒白シート写真印画紙製品(改)
- JIS K 7540 製版用写真フィルムの寸法 (改)
- JIS K 7558 安全写真フィルム (改)
- JIS Z 6001 文書用マイクロフィッシュ (改)
- JIS Z 6012 16 mm マイクロフィルム用カートリッジ (新)

12.3 映 像

10月に中国北京市で開催された ISO/TC 36 (映画) 全体会議に八木 (日大) らが出席した。

1987年に発行された ISO は、次のとおり。

- ISO 2939 Cinematography—Picture image area and photographic sound record on 35 mm motion-picture release prints—Position and dimensions
- ISO 5758 Cinematography—Labelling of containers for motion-picture film and magnetic materials—Minimum information for exchange of materials
- ISO 8567 Cinematography—Maximum permissible area for subtitle on 35 mm and 16 mm motion-picture release—Dimensions and locations
- ISO 8687 Cinematography—Signal-to-noise ratio of 8 mm Type S, 16 mm and 35 mm variable-area photographic sound

records—Method of measurement

同年中に発行の JIS は次のとおり。

- JIS B 7205 16 mm 映画映写機用周波数テストフィルム (光学録音) (改)
- JIS B 7221 16 mm 映画用プリントの2トラック光学録音の位置と寸法 (新)
- JIS K 7555 8 mm タイプS映画用生フィルムの寸法 (改)

12.4 光エレクトロニクス

オプトエレクトロニクスの国内の標準化の現状と今後の方向について、後藤 (工技院標準部) が紹介している (ジャーナル9)。ISO/TC 97/SC 23 (光ディスク・ジュネーブ会議) について、三橋 (電総研) が報告している (ジャーナル1)。

1987年に発行された JIS は、次のとおり。

- JIS C 5900 光伝送用受動部品通則 (新)
- JIS C 5901 光伝送用受動部品試験方法 (新)
- JIS C 5910 光ブランチングデバイス通則 (新)
- JIS C 5961 光ファイバコネクタ試験方法 (新)
- JIS C 5962 ガラスファイバ用単心光ファイバコネクタ通則 (新)
- JIS C 5970 F01 形単心光ファイバコネクタ (新)
- JIS C 5971 F02 形単心光ファイバコネクタ (新)
- JIS C 5972 F03 形単心光ファイバコネクタ (新)
- JIS C 6820 光ファイバ通則 (新)

12.5 照明・色

4月にローマで開催された IEC/TC 34 (電球類及び関連機器)/WG/PRESKO, EPC 2, 3, 4 会議を萩原 (日立) が、同 TC 34/WG LUMEX (照明器具), COMEX (放電灯付属品) を松島 (三菱電機) が報告している (ジャーナル9, 10)。蛍光の一般的な測定方法に関する将来の JIS 化について一條 (東芝) が解説し (照明学会誌 (以下照明と記す) 4)、国際照明委員会の活動について ISO および IEC との関係を成定 (松下電器) が (照明8)、規格の制定および表示制度における JIS, ISO, IEC 等の審議状況を山村が解説している (照明8)。CIE が次の規格を発行した。

- CIE S 001 Colorimetric Illuminants
- CIE S 002 Colorimetric Observers

1987年に発行された JIS は、次のとおり。

- JIS C 7530 ボール電球 (改)
- JIS C 7601 蛍光ランプ (改)
- JIS C 8105 照明器具通則 (新)
- JIS F 8041 船舶の照度基準及び照度測定方法 (新)

JIS Z 8725 光源の分布温度及び色温度・相関色温度の測定方法 (改)

JIS Z 9100 蓄光安全標識板 (新)

JIS Z 9101 安全色彩使用通則 (改)

JIS Z 9104 安全色光使用通則 (改)

12.6 その他

4月にアムステルダムで開催された ISO/TC 97 (情報システム)/SC 23 (光ディスク)/SWG 会議について、三橋 (電総研) が報告している (ジャーナル 11).

1987年に発行された JIS は、次のとおり。

JIS K 0119 蛍光X線分析方法 (改)

JIS Z 4005 医用放射線用語 (新)

JIS Z 4102 医用X線管通則 (改)

JIS Z 4323 X線, γ 線及び熱中性子用広範囲フィルムバッジケース (改)

JIS Z 4509 X線, γ 線及び熱中性子用広範囲フィルムバッジによる線量当量算定方法 (改)

JIS Z 4511 照射線量測定器及び照射線量率測定器の校正方法 (改)

JIS Z 4613 胸部間接撮影用コンデンサ式X線装置 (改)

JIS Z 4703 医用X線機械装置通則 (改)

JIS Z 4704 医用X線管装置通則 (改)

JIS Z 4721 医用X線イメージンテンシファイア (改)

JIS Z 4901 胸部X線間接撮影用ミラーカメラ (改)

JIS Z 8812 有害紫外放射の測定方法 (改)

(写真機工業会 鈴木憲章)

日本人による光学原著論文の統計

(1986年10月~1987年9月)

文献抄録委員長 小松進一*

「光学論文賞」受賞候補者リスト作成のため、今年も文献抄録委員会で光学関係の原著論文の調査を行なった。今年から調査誌が表1の4誌に絞られたため全体の動向を把握するのに十分とはいえない面もあるが、論文数合計は196編と予想以上に多く (昨年度は15誌で424編)、これらの雑誌が原著論文の投稿者にとってどのような役割を果たしているのかを知ることにも有益であると考え、集計結果を記録にとどめることにした。

4誌の論文総数は昨年度に比べて70%以上の伸びをみせている。これは、わが国における光関連の研究がいちだんと盛んになったこと、および光学とその周辺分野の関係がますます緊密になり、どこまでを光学関連論文に含めるかの境界が広がったことに起因しているとみられる。

研究分野別の内訳は図1の下段に示した。全体としては、レーザーとオプトエレクトロニクス・光デバイスが例年のように多数を占めており、光応用計測、分光、光物理などがこれに続いている。

「光学」と「Jpn. J. Appl. Phys.」をとくに選び、分野

表1 調査対象学術誌と光学原著論文数

学術誌名	論文数 ()内は昨年度
光学	26 (19)
応用物理	10 (6)
Jpn. J. Appl. Phys.	83 (48)
Jpn. J. Appl. Phys. Lett.	77 (41)
合計	196 (114)

別論文数を図1に描いてみた。比較のため、日本人による原著論文がこのところ最も多い「Appl. Opt.」の昨年度のデータも一緒に示した (昨年度は分類の仕方が若干異なっており、光情報処理・画像表示・光記録が画像工学としてひとつにまとまっている)。なお、「Jpn. J. Appl. Phys. Lett.」は「Jpn. J. Appl. Phys.」とほぼ同様の傾向であり、また「応用物理」は論文数が少ないので省略した。

図1をみて目につくのは、「光学」の研究分野のかたよりである。とくにオプトエレクトロニクス・光デバイス分野の論文数が極端に少ない。雑誌の個性が大事なのは論をまたないが、この分野やレーザー関連の解説論文

* 早稲田大学理工学部応用物理学科 〒160 東京都新宿区大久保 3-4-1

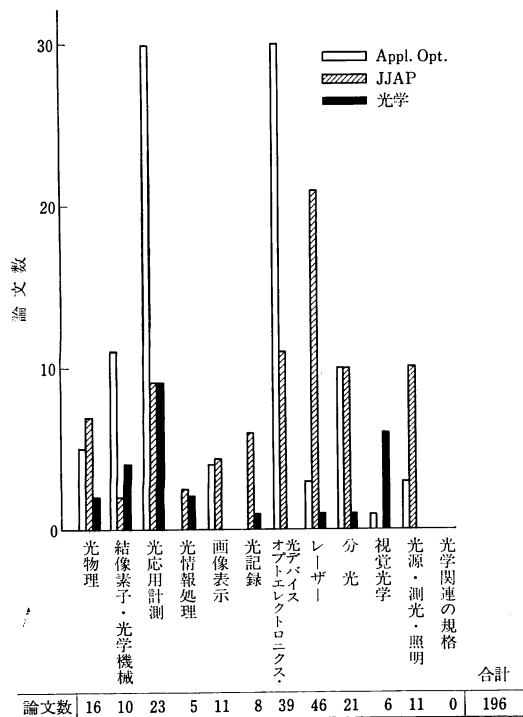


図1 研究分野別論文数の比較

の多さを考えるとやはり不自然な感じは否めない。「J. Opt. Soc. Am.」に多い光物理 (A, Bをあわせて 16 編; 昨年度) とともに今後の充実が望まれる分野である。

「光学」の投稿論文数が、月刊化も手伝って増加 (+37%) したことは喜ばしい。ただし、他の 3 誌と比べて未だ十分とはいえない。月刊化によって掲載までの時間が短縮され、とくに研究速報にとって好都合な条件が整ったと考えられる。会員の積極的な投稿と各研究グループからの推薦などにより、学術雑誌としての「光学」が、よりいっそうの充実と発展を遂げることを期待したい。