

考え方が当初からあった。その後、具体案を詰めるにしたがっていろいろなアイデアが加わり、結局、各研究会で提供された話題の概要のほか、会員からの寄稿、各種の情報などを含めて、機関誌 OPCOM NEWS として各研究会開催後に発行することとなった。

この機関誌担当の世話役は、やはり実質的発起人の谷田貝豊彦氏(筑波大)と理研の中橋末三氏であり、編集委員長と編集局長の役割りを担っている。会費のほとんどがこの OPCOM NEWS のコピー代と郵送費用にあてられているのは前にも述べたとおりである。

5. ICO-13 における Informal Meeting

光コンピュータ研究グループは、研究会開催と機関誌発行のほかにも積極的な活動を行なうことにしている。いままでの活動の一つとして、昨年8月の ICO-13 (国際光学委員会総会³⁾)の会期中に札幌で開催した“Informal Meeting on Optical Computing”を落とすわけにはいくまい。

当初「この ICO-13 の中心的なトピックスの一つが optical computing であり、世界中の研究者が一堂に会するにもかかわらず、この分野だけの会合が公式には開催されないのは惜しい、何らかの機会が作れないか」との要請が在米の朝枝剛氏(キャノン)を通じて国外からあった。そこで、関係各方面のご援助、ご協力を得、現地の今井洋氏(北大工)らの準備をもとに、8月21日の昼休みに開催したものである。

会合の日時や内容はもとより、出席者の人数、発言の整理などいろいろと心配はあったが、開いてみると予想

を大幅に上回る86名(うち外国から41名)と、本会議参加の有力な研究者のほとんど全員が出席する盛況となった。内容面でも、各国の研究の現状、関連研究プロジェクト、国際会議の情報から、光コンピュータについての考え方、さらには未発表の新しいアイデアに至るまで、レベルの高い発言が相次ぎ、時間不足のため希望しながら発言できない人もあったほどである。

結果として、参加者に情報交換と今後の協力のための有意義な場を提供できただけでなく、この研究グループの存在を広く世界に知らせるきっかけにもなったようである。

6. おわりに

「光コンピュータ」が今後、学問として体系化され、技術として確立し、また商品として製造・販売されるようになるのか、現時点では明確ではない。そのように渾沌とした状況であるからこそ、この光コンピュータ研究グループの存在意義があるものと考えている。

この拙文を機に、グループに参加してみようと思われる方があれば幸いである。

文 献

- 1) 「光コンピュータ」研究グループの発足のお知らせと参加の呼びかけ。光学, 13 (1984) 83.
- 2) 光コンピュータ研究グループの活動・運営について。OPCOM NEWS, 1, No. 1 (1984) 4.
- 3) 大塚喜弘, 一岡芳樹, 大井みさほ: 光学, 13 (1984) 435.

(1984年10月8日受理)

追記: 会員数等のデータは校正時に筆を加えた。

第9回赤外とミリ波に関する国際会議報告

綱脇 恵章*・山中 正宣**

* 大阪産業大学教養部化学教室 〒574 大東市中垣内 3

** 大阪大学工学部電磁エネルギー工学専攻 〒565 吹田市山田丘 2-1

1. はじめに

第9回赤外とミリ波に関する国際会議が1984年10月22日より26日までの5日間、宝塚ホテルにおいて開催された。日本から246名、外国からは、米国47名、西ドイツ15名、英国11名など、計18か国から120名の出席者があった。会議は午前と午後のセッションの最初招待講演(17件)があり引き続き四つ(土曜日午後三つ)

の各セッションに分かれ、基調講演(20件)と一般講演(239件)がなされた。この会議は1974年にMITのButtonにより始められ、第3回の1978年より以降は毎年、米国とヨーロッパで交互に開催されるようになり、今回は初めて欧米圏を出て日本において吉永弘阪大名誉教授を委員長として本会議がもたれ盛会であった。

講演は会議名のとおり、赤外・遠赤外・ミリ波に関係する装置・分光・物性・天文など非常に幅広い学問領域

にわたるものであり、これらすべてを筆者達で紹介するのはあまりにも力不足である。したがって阪井清美講師(阪大)、岡島茂樹助教授(中部大)のご協力を得て、筆者らが主として出席したレーザーのセッションを中心に、検出器、プラズマ診断などについて報告する。

2. 赤外・遠赤外レーザーおよびその応用

1970年にChangらによって光励起分子気体レーザーが実現されて以来、非常に多くの遠赤外レーザー線(2,000本以上)が発見されてきた。今回も多数の新しいレーザー線の観測が報告された。すなわちStrumiaら(イタリア)は $^{13}\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $^{13}\text{CD}_3\text{OH}$ 、 CH_2F_2 からそれぞれ27本、1本、9本の、Evensonら(米国)は $^{13}\text{CH}_2\text{F}_2$ 、 CD_3OD からそれぞれ65本、80本の、堀内ら(阪市大)は D_2CO から7本の、Gastaud(フランス)は CH_2CHCN から98本の新しいレーザー線を報告していた。これら遠赤外レーザー媒質の分光学的研究も同時に進められており、Henningsen(デンマーク)は CH_3OH についてフーリエ分光による精密な吸収測定の結果と光励起 CH_3OH レーザーの結果を合わせて内部回転準位の同定を、また高出力の励起用 CO_2 レーザーを開発して内部回転エネルギーの高い単位($n=2$)からの新しいレーザー線も得て同定していた。さらにシュタルク飽和吸収分光法により、 $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ と $^{13}\text{C}^{16}\text{O}_2$ レーザーに対し200本以上の吸収線を測定してそれらの正確なオフセット周波数を求め、これらについても同定しつつあった。Strumiaらも CH_3OH について遠赤外と赤外領域でフーリエ分光法により吸収測定を行ない、吸収レーザー発振緩和過程のループを画く単位を見いだして振動回転準位のより正確な同定を試みていた。曾我部ら(阪市大)は光励起シュタルクレーザーに関し、出力強度とシュタルク電場との関係を明らかにするため、ゼーマンレーザー理論を光励起 HCOOH シュタルクレーザー線に適用し、比較的良好な結果が得られることを示していた。

分光および励起光源用 CO_2 レーザーとして、導波管型のものを使用すると、その利得広がりに基づいて波長可変領域を広げることができる。Strumiaらは高出力の導波管型 CO_2 レーザー光を CH_3OH に当て光音響分光法による吸収測定をして CH_3OH からまだまだ新しい遠赤外レーザー線が得られる可能性があることを示していた。松島ら(阪大)は利得幅よりさらに広い領域にわたって波長可変なレーザーを実現するために、Fabry-Perot型CdTe光変調器を導波管型 CO_2 レーザー共

振器内に設置し、レーザー出力を変調してそのサイドバンドを取り出す方法を試みていた。

レーザーを励起光源および計測用光源として使用する場合、その使用目的に適した安定化が要求される。その際、安定化のための基準周波数として分子の吸収線が通常使用される。桜井(計量研)は CO_2 からの $4.3\ \mu\text{m}$ の蛍光を用いて安定化された CO_2 レーザーで励起した $469\ \mu\text{m}$ CH_3OH レーザーを71 GHzクライストロンの第9高調波に安定化し、 2×10^{-11} (1000秒)の安定性を得ていた。阪井ら(阪大)は遠赤外レーザーをミキシング用光源として使用する目的で CO_2 レーザー発振線を CH_3OH のシュタルク変調を利用してラムディップの中心に安定化し、 $\pm 0.5\ \text{MHz}$ ($\pm 1.5 \times 10^{-8}$)の安定度を得、さらに遠赤外レーザーの同調曲線のスロープで安定化する方法では、 $118.8\ \mu\text{m}$ CH_3OH レーザー出力を $\pm 1\%$ まで安定化していた。田幸ら(東工大)は導波管型 CO_2 レーザー共振器内に NH_2D シュタルクセルを置いて NH_2D の飽和吸収の3回微分信号を用いてその吸収中心周波数に安定化し、その安定度を保ったままシュタルク電圧を変えることによって周波数掃引できる導波管型 CO_2 レーザーを開発していた。光励起遠赤外レーザーをプラズマ診断に用いるためには、極限的な周波数安定性よりもむしろ操作性が良く、単一モードの高出力で長時間調整不要で動作するレーザーが要求される。原研核融合研究グループは、2光束変調型 $337\ \mu\text{m}$ HCN レーザー干渉計と、 CO_2 レーザー励起 $118.8\ \mu\text{m}$ CH_3OH レーザーについて実用的な立場から報告していた。特に後者では、バックトークやセルフビートの軽減できるレーザーを開発していた。

核融合プラズマ診断や同位体分離などへの応用としての大出力レーザーの報告もいくつか見られた。核融合プラズマのイオン温度測定用光励起 $385\ \mu\text{m}$ D_2O レーザーの報告が筆者らのグループにより、TEA CO_2 レーザー増幅器のシステムを用いて得られた D_2O レーザーについて、岡田ら(九大)によってTEA CO_2 レーザー光を注入する不安定型 CO_2 レーザーを用いて得られた D_2O レーザーについて、発表がなされた。青木ら(理研)は同位体分離用p- H_2 ラマンレーザーに関し報告を行なった。広瀬ら(名大)はレーザーの高出力化とともに装置が大型化するのを避けるため、以前開発した CO_2 レーザー共振器内に NH_3 レーザー共振器を組み込んだ装置に改良を加え、 CO_2 -FIRレーザーの動作特性について報告した。放電型の大出力レーザーとしては、河村ら(東工大)が1 m長のcw 260 mW $337\ \mu\text{m}$

HCN レーザーについて、CO₂ レーザーに関しては、高橋ら(松下技研)はプラズマの密度揺動測定用の cw 240 W CO₂ レーザーの開発について、Renk ら(西独)は W 製ニードルを並べた紫外放電電極を有する簡単な 20 気圧 CO₂ レーザーの開発について、井上ら(阪大)はレーザー核融合の立場から大出力烈光 VIII 号 CO₂ レーザーの 10 p (20) 線と 9 R (20) 線の同時増幅特性について報告していた。

光励起遠赤外レーザーを半導体物性の研究へ応用した報告も多く見られた。Keilman ら(西独)は GaAs, LiTaO₃ の非線形サセプティビリティを、大山ら(阪大)と吉田ら(東北大)のグループは、ZnSe 中の電子の有効質量を、Dirnhofer ら(西独)は n-InSb の磁気光伝導を、中田(阪大)は Zn ドープした Ge の光伝導と磁気光吸収測定を、Wolf ら(ベルギー)は LiHoF₄ の磁場の関数としてのエネルギー準位を調べていた。また大場ら(北大)は CH₃CN, CH₃OH, CH₂Cl₂, (CH₃)₂CO などの液体試料に光励起遠赤外レーザーを適用してそれらの光学定数を、Inguscio ら(イタリア)は Mg の 3p 準安定状態の精度良い g 因子を求めていた。

3. 検出器・ミキサー

検出器に関する招待講演では Elliot (英国) が 3~5 μm と 8~12 μm 帯用の Hg_{1-x}Cd_xTe や Si を用いたサーマルイメージングのためのアレイ検知器について、実際に TV カメラとして応用した場合も含めて、また Kimmitt (英国) は Hg_{1-x}Cd_xTe のホットエレクトロン効果を使ったポロメーターミキサーについて報告を行った。後者では $x=0.42$ のとき、時定数 2×10^{-8} 秒 感度 1,000 V/W (波長 920 μm) が得られ、InSb 素子の場合より 20 倍速く、InSb と同じ感度で IF 帯域が約 20 MHz まで取れると報告していた。その他半導体検出器としては、小田(日電)は赤外天文に使用するための Ge:Ga 光伝導検出器に γ 線を照射したときの効果について、長坂ら(東理大)は Ge:Ga および HgCdTe 検出器を使用して CO₂ レーザーと PbSnTe ダイオードレーザーのミキシングしたときの結果について報告を行っていた。

Röser (西独) は基調講演で、ショットキーバリアダイオード (SBD) をミキサーとして用いた 300~3,000 GHz サブミリ波ヘテロダインシステムについて報告し、非冷却レーザーのシステム温度 (SSB) が 100~1,000 μm 間の 6 波長で 1,7000~3,100 K, ミキサー温度 (SSB) が 12,500~2,400 K, さらにコーナリフレクターを改

良し変換損失を最適化することによって、それぞれの温度が 803 GHz で 5,400 K と 4,700 K が得られたことを報告していた。さらにこのヘテロダインシステムを天文観測に応用して、オリオン星 OMC-1 の CO の 806 GHz, ¹³CO の 330 GHz における放射の観測などを行っていた。水野ら(東北大)はコーナリフレクターと導波管を結合させた SBD マウントを用いたヘテロダインミキシングについて、またコーナリフレクターに対するバイコンカルアンテナを設計するための理論式を求め、その Q 値が実験とよく一致したことを報告していた。Lidholm ら(アイルランド)は浮遊容量の非常に小さい機械的に安定な GaAs ビームリード型 SBD が開発できたことを報告していた。

梅野ら(名工大)は n-GaAs MOTT ダイオードを開発しコーナリフレクターアンテナと組み合わせたときの特性について、安岡ら(防衛大)は p-Ge を用いたアンテナ結合型薄膜ウォームキャリアを開発し、10.6 μm に対するアンテナパターンなどを初めて得ていた。

超伝導ミキサー関係でもわが国から多くの発表があった。太田ら(理研)は、115 GHz 帯のミキサー用に Nb の弱い結合の準平面型ジョセフソン接合について、藤沢ら(阪大)はアロンセラミックスで固定したプリセット型の Nb 点接触接合した素子について、今井ら(東北大)はサブミリ波用の点接触 SIN (W-NbO_x-NbN) と SIS (Nb-NiO_x-Sn) 素子を、稲畑ら(三菱電機)は 30 GHz SIS 接合について、PAT 構造によるミキシングを行なった結果について報告していた。

MIM ダイオードは機械的に不安定であるが、0.3~200 THz の広い周波数領域でレーザーミキシングできることなどから、周波数測定用にもよく用いられてきた。Inguscio らは W-Ni ダイオードの開発を行ない、ヘテロダイン検波での S/N とインピーダンスとの関係を調べていた。一方、Jennings ら(米国)は W-Ni ダイオードで二つの CO₂ レーザーの異なる周波数を混合し、cw 遠赤外光を発生させていた。実際にそれを光源(出力 0.2 μW, 線幅約 15 kHz, 分解能 10⁶)として用いて、CO, HF, HNO₃, ClO, HCl, H₂O などの分子の吸収測定を行っていた。

4. プラズマ診断

磁場閉じ込め核融合プラズマ診断にも赤外からミリ波の電磁波が応用されてきている。Luhmann (米国) はその招待講演で、最近のサブミリ波プラズマ診断の全般にわたって詳しいレビューと将来について、彼らの

Microtor トカマク装置に適用した結果を混えて、また Costley (英国) は JET のプラズマ診断に関し、(i) 波長 2 mm でマッハツェンダー干渉計による電子密度の測定 ($1 \times 10^{20} \text{m}^{-2}$ の積分電子密度を $\sim 1\%$ の精度, $10 \mu\text{s}$ の時間分解で測定可能), (ii) 30 GHz ガンダイオードを光源にした反射法による電子密度の空間分解測定, (iii) マイケルソン型干渉計および Fabry-Perot 型干渉計アレイによる電子サイクロトロン放射 (ECE) 計測とそれに基づく電子温度および空間分布測定 (絶対精度 $\pm 20\%$, 時間分解 $\sim 10 \text{ ns}$, 空間分解 $\sim 15 \text{ cm}$), (iv) 多チャンネル回折格子スペクトロメーターを使った ECE による MHD 現象の測定 (温度分解 $< 20 \text{ eV}$, 時間分解 $< 10 \mu\text{s}$) について報告していた。

JT-60 グループ (原研) からは ELO を使った多チャンネル 2 mm 干渉計と, 3 チャンネルの光励起 $118.8 \mu\text{m}$ CH_3OH レーザー干渉計についての構成と特性に関して報告していた。一方, 京大ヘリオトロンのグループも 3 チャンネル双子型光励起 $118.8 \mu\text{m}$ CH_3OH レーザーを開発し, ヘリオトロン E の電子密度分布の時間変化を測定し, 高 β プラズマにおける電子密度の鋸歯状振動を詳しく解析していた。

遠赤外レーザーを用いてのプラズマ振動や密度揺動の測定に関する報告も多く見られた。すなわち, これらの測定により, プラズマの RF 加熱の機構や閉じ込めに対する不安定性に対する重要な情報が得られることか

ら, ホモダイン法, ヘテロダイン法, フランホーファー回折法を用いて測定することが多くのプラズマ装置で計画されていた。光源としてレーザー以外にジャイロトロンを使用した報告もあった。

ECE を測定しプラズマの電子密度を求めるのに阪井ら (阪大) と川端ら (名大) のグループは, 10 チャンネルの回折格子ポリクロメーターと高速走査型フーリエ分光器を開発し, それらを JIPP T-II U トカマクに適用していた。間瀬ら (筑波大) はガンマ 10 からの ECE を測定し佐藤らは JT-60 のためのフーリエ分光法について報告していた。難波ら (東北大) は英国 Daresburg Lab. のシンクロトロン の遠赤外放射光をマーチンパレット型フーリエ分光器を用いて測定し, 黒体等価温度の決定をしていた。

5. おわりに

本稿では限られた分野に関するもののみについて報告したが, それ以外にジャイロトロン, 自由電子レーザー, 天文, 光導波路, 固体物理, 生物など, 非常に多岐にわたった分野の報告がなされた。

なお, 次の第 10 回赤外とミリ波に関する国際会議は, 1985 年 12 月 9 ~ 13 日の間, 米国のフロリダで, 第 11 回は 1986 年 10 月にピサ (イタリア) で開催される予定である。

(1984 年 12 月 17 日受理)