

研究会) 現れることの少ない IBM の光研究者 (単に、著者の偏見か?) を招き後援していただいたこと、その Crow 氏に対して幹事メンバーが代わる代わる同時通訳を行い喜ばれていたこと、懇親会も含めて討論が常に熱心であったことなど、微小光学研究グループのアクティ

ビティの高さとフレンドリーさを改めて印象付けられた2日間だったことを付け加える。セミナー参加報告のはずが(誤解混じりの)主観的な雑文になったことをお詫びします。

(1992年7月9日受理)

平成3年度日本光学会北海道講演会 参加報告

原田 康浩

北海道大学電子科学研究所電子計測制御部門
〒060 札幌市北区北12条西6丁目

去る平成4年1月31日、通算で第6回目となる日本光学会北海道講演会が、雪まつりを間近に控えた札幌市の北海道大学工学部で、応用物理学会、電子情報通信学会、計測自動制御学会各北海道支部の協賛のもとで開催された。講演会は、61名の参加のもと午後より北海道大学応用電気研究所魚住助教授の司会で始まり、2件の講演が行われた。以下に、講演題目と講演者の方々の名前を掲げ、続いて各内容の概略を紹介する。

1. 光を使って生体を測る一時間分解診断学と光 CT
北海道大学応用電気研究所教授 田村 守氏
2. バイオサイエンスと光技術

大阪大学工学部教授 南 茂夫氏

最初の講演では、光を利用し生体をまるごとそのままの状態での内部の情報、特に細胞内酸素濃度分布を無侵襲にかつ定量的に測定する方法、すなわち最終的には光 CT 法について、講演者の田村氏のグループでこれまでに遂行された実測例を交えて興味深く紹介された。まず講演の冒頭に、光 CT 実現の可能性を示す顕著な例として、近赤外半導体レーザーアレーと高感度 CCD カメラを使用して得られた手掌の透過光像が示された。そこには内部の血管像が、他の生体組織とは明確にコントラストを違えて現れており、分光学のもとに画像濃度分布と生体組織内部の血中酸素濃度を定量化すれば、酸素濃度の3次元分布計測すなわち光 CT が実現可能であると指摘された。

続いて、通常の分光測定では問題とならない生体組織での光多重散乱現象に起因する重要な課題について解説された。まず近赤外光源の有用性を低散乱特性および生体内酸素濃度を直接反映する色素蛋白(ミオグロビン、ヘモグロビン、チトクローム)の吸収特性とを用いて示

された。次に生体組織による多重散乱現象が与える測定吸光度変化への影響について、実験結果をもとに詳細に論じられた。この場合、吸光度は吸収物体の濃度に比例する成分と散乱によって生じた一定の減衰成分の二つから構成されており、吸収物質濃度の変化だけが吸光度変化として現れているとのことである。

その事実をもとに、近赤外レーザー光源を使用し代数計算中の被験者の脳内酸素濃度の経時変化や、運動負荷印加中あるいは解放後の上腕二頭筋内の血液酸素濃度の時間変化を脳波・心拍数等とともにモニターした結果が示された。この方法は、臨床学的には胎児や新生児の脳内酸素モニター、基礎医学では脳内での酸素代謝と脳機能との関係を探る手段、またスポーツ医学の分野においてはトレーニング効果を判定するなどの応用が考えられ、実際に研究段階に入っているとのことである。

さらに、先の散乱の吸光度に与える効果は各個体により異なるため、前述の方法では酸素濃度変化は検出できてもその絶対値は決定できないが、その解法としてピコ秒パルスレーザー光を使用した時間分解透過光強度測定法が示された。この方法によれば、照射パルス光の飛行時間から散乱体の実効光路長が決定でき、さらに共通の個体に対して吸収物体の濃度が異なる状態で測定を行えば、各時刻を透過光路長に変換でき吸光度差が決定できる。この吸光度差は、各時刻すなわち透過光路長に対して直線的に変化し、その傾きが吸収物質(ここではヘモグロビン)の濃度と吸収係数の積になる。以上のことが、ラットを用いた実験とモンテカルロ法に基づいたシミュレーションの両者の結果から示され、ヘモグロビン濃度の絶対値測定が可能であることが示された。そして、生体組織などの散乱体を分光学で定量的に取り扱う

ためには、このような時間分解診断学が必要不可欠な手段となるであろうと結言された。

最後に近年世界各国で活発に研究・提案されている光CTの現状と展望について概観された。現段階では方式上、散乱光のうち直進光成分のみを検出して画像を構成する方法と散乱光全体を検出し利用する方法の二つに大別できるとのことで、前者の方式のうち、X線CTの像再生アルゴリズムを適用した例、検出器側で空間的なコリメーションを施し空間分解した例、パルス光照射・時間ゲートをかけた検出で時間分解画像列から像再生した例が示された。しかし、生体個体としてヒトを想定すると、照射された光のうち直進光成分の強度は検出器の限界を越えており、現実的な方法としては後者の研究が推進されていくであろうとのことであった。

この講演を通して、生体といった非常に取扱いの困難な対象にもかかわらず、講演者の創造性と緻密な解析力および実証に結び付けるエネルギーな実行力を感じ、光エレクトロニクス技術の発展と相まって、生体をまるごとそのまま扱う光CTが近い将来実現される印象を強く受けた。

2番目の講演は、生体物質計測における光を用いた計測技術の役割とこれまでの発展、さらに今後の展望について、主に講演者の南氏が進めてこられた応用分光学の分野を中心に行われた。まず、一般に科学計測といわれる分野をその対象をもとに物体計測、状態量計測、物質計測の三つに分類され、バイオサイエンスに関連して最後の物質計測の重要性を示された。すなわち、高度・未来技術と称されるバイオサイエンスが発展していく上で、対象とする未知の物質の存在や振舞いを探求するための実証段階として、物質の種類・性質・量・構造を測定する物質計測技術が必須かつ重要な役割を演じるわけである。

続いて、生体物質を測定対象とした場合の光センシング技術の発展背景を、その非破壊・非接触計測と微小領域探測および高感度などの利点をもとにして概観された。その中で最も古くから利用されてきた技術が分光計測であり、第1番目の講演と同様に生体色素蛋白などの生体物質の分光特性を示しながら、実際の分光分析装置やそれを用いた測定結果が示された。その中で、講演者が直接その設計に関与された基礎生物研究所の研究室一室全体に回折格子を配置した大規模分光装置の例は、通常の分光器しか目にしていない筆者にとって、非常に興味深いものであった。

続いて応用分光計測法として、動的光散乱法、Raman散乱法、顕微分光、蛍光測定、光CT顕微鏡などの概要

が豊富な実測例と共に示され、生体物質の定量測定法として光計測技術が非常に広範囲に適用されていることを改めて認識した。これら測定法の中で特に筆者の興味を惹き、かつ南研究室で独自に開発が行われてきたものが、光CT顕微鏡である。この手法では、CTアルゴリズムにより生物試料の構造を3次元的に再構成し、分光スペクトル情報を組み合わせ、構成物質の種類および量を非破壊に3次元空間で分解決定できるといった優れた特徴をもっている。これは、従来の分光計測ではその困難さから敬遠されてきたマルチパラメータ測定を、分光学および波動光学に基づく詳細な理論解析、そして検出器に代表される高度エレクトロニクス技術および計算機処理技術を巧みに組み合わせて解決した非常にエレガントな手法であり、講演者の独創性の一端を感じさせる研究であった。

最後に、生物試料を対象とする場合の大きな要求である、時間分解情報の取得、すなわちパラメータとして時間を導入することを今後の課題として挙げられ、興味深い講演を終えられた。

講演会の後、北海道大学応用電気研究所化学部門(川崎教授)および生体物理部門(田村教授)において見学会が催され、10名ほどが参加した。化学部門では、一連の研究の中で、プラズマプロセス中の化学反応で特に重要な役割を果たす水素原子と電子励起した希ガス原子の化学反応を真空紫外レーザー分光法、多光子イオン化レーザー分光法等で解析する研究内容と実験系が紹介された。生体物理部門では、細胞、組織、臓器、個体とあらゆるレベルの生体を計測対象とし、それら全てに適用可能な光利用無侵襲核酸濃度計測法の開発と、その計測法をもとにした酸素代謝と脳波・心電図等を絡めた生体機能の解明研究が遂行されており、ラット、臓器、真性粘菌などを、普段馴染みの薄い測定対象を実際に使用した研究現場が紹介された。

以上が、平成3年度日本光学会北海道講演会の概要であるが、筆者の日頃の勉強不足で内容に不明確な点もあると思うが、ご容赦願いたい。なお、平成4年度の北海道講演会は、第29回サマーマセミナーが北海道で開催されることと関連し、休止とのことである。最後に、多忙な中、貴重なお話を頂いた講師の先生方、本講演会の開催にあたりご尽力された関係者の皆様、ならびに見学会でお世話になった川崎研究室および田村研究室の皆様に感謝の意を述べるとともに、平成5年度より再開される本講演会が益々発展することを願って、この報告を終わりたい。(1992年7月13日受理)