



第 19 回 (1993 年) 冬期講習会参加報告

南波 昭 宏

オリンパス光学工業(株)バイオメディカルリサーチセンター 〒192 八王子市久保山町 2-3

日本光学会主催による第 19 回冬期講習会が平成 5 年 (1993 年) 1 月 26 日 (火), 27 日 (水) の 2 日間にわたり, “光計測技術の最前線—光極限技術をめざして—” をテーマとして, 港区六本木の東京大学生産技術研究所会議室で行われた。当日は低気圧が関東地方に停滞し, 雨模様で肌寒かったが, 85 名の参加者があり, 会場には熱気があった。最近, 光を用いた高速, 高感度計測技術がいろいろな分野で注目を集めており, 本講習会はこのような風潮にマッチしたものであるように思われた。プログラムは表 1 に示すとおりである。第 1 日目は光計測技術の基礎について, そして第 2 日目は光を用いた応用計測技術を主眼とした内容となっていた。まず開催にあたって, 委員長の上西克二氏が挨拶に立ち, 日本光学会の活動の紹介を行われた後, 今回の講習会の主旨についての説明があった。

第 1 日目最初は半導体レーザーのスクイズド状態の研究に取り組まれている井上修一郎氏による, 量子限界を越えた光計測に関する講演であった。光検出の量子限界とは, コヒーレント状態にある光を直接検波したときに発生するショットノイズであることを量子論的に明らかにし, これを克服するための光のスクイズド状態について述べられた。次に半導体レーザーを用いた振幅スクイズド状態の発生方法についての説明に移られ, その応用として, 干渉計による位相の精密測定を取り上げられた。光の極限計測の導入にふさわしい内容の講演であった。

第 2 番目は極限領域での光検出法の研究に取り組まれている久米英浩氏による光検出器の原理と, これを用いた光計測技術に関する講演であった。光計測の特徴は高感度, 非破壊, そして高速度計測にあると指摘され, まず高感度計測に欠かせない光子計数法の原理と方法, そして, これに用いられる光検出器を示された。非破壊計測においては赤外線, 紫外線, X線などが使われるが, それぞれの波長に合った測定方法および検出器について説明された。最後に高速光計測の方法と, これに合う検出器について述べられた。特に最近開発された, 20 ps

表 1 講演題目および講師

1	光検出とその限界 井上修一郎 (NTT 基礎研)
2	光検出器の基礎と応用 久米英浩 (浜松ホトニクス)
3	コヒーレント分光の基礎と応用 大井みさほ (東京学芸大学)
4	スペクトル狭帯化とその応用 清水富士夫 (東京大学工学部)
5	光波の位相検出と応用 田中 充 (通産省計量研究所)
6	超高解像顕微鏡の原理と応用 河田 聡 (大阪大学工学部)
7	宇宙における光センシング 石川重年 (資源観測解析センター)
8	半導体機器における光計測 谷元昭一, 加藤欣他 (ニコン)
9	医用光計測技術 宇佐 史 (山形県テクノポリス)

という極めて高速の応答特性を持つ光検出器 “MSM-PD” を紹介され, 高速光検出器の着実な進歩を示された。今後, 光計測に取り組もうとする聴講者に有益な情報を提供したと思う。

第 3 番目は大井みさほ氏の講演であり, コヒーレント分光の基本的な考え方について, インコヒーレント分光との比較を行いながら, ていねいに進められた。コヒーレント分光はレーザーの出現により誕生した分光であり, いろいろな方法が試みられているが, 特に線形吸収分光と飽和分光を取り上げられ, まず線形吸収分光の原理, そして光源として用いられる鉛塩系の半導体レーザーについて説明された。また, 分光計測の基本的な装置構成について, 図を示されながら具体的に述べられた。さらに, 時間の関係で詳しい説明は省かれたが, 現在用いられているいくつかの分光法についての紹介もあった。内容は多岐にわたっていたが, 重要なポイントが抑えられた, メリハリのある講演であった。

第 4 番目は清水富士夫氏による, スペクトルの分解能

を向上させるための方法についての講演であった。最初にスペクトルの分解能について述べられた後、分解能を向上させるためにはドップラー幅を打ち消すことが重要であり、これには冷却して原子の平均速度を減速させることが必要であるとし、そのために有効なレーザー冷却についての詳細な説明をされた。実際、レーザー冷却により $1\ \mu\text{K}$ まで冷やしたとき、ドップラー幅を考慮しなければ、分解能 $0.1\ \text{Hz}$ を得ることができるという。また、レーザーを用いることにより、より実用的となった中性原子のトラッピングについて解説された。レーザーを用いたスペクトル狭帯化の有用性を伺い知ることができた。

第1日目最後の講演は田中充氏によるもので、光の位相をいかに精密に、しかも精度良く計測するかについての的を絞った解説であった。光波の位相検出を行うには干渉測長計測が不可欠であり、そこで、良く用いられる偏光型マイケルソン干渉計を取り上げて解説された。式の解釈をおり混ぜながら、干渉計の原理について述べられ、また、位相を正確に測る上での問題点についても鋭く指摘された。必要に応じて、対応する論文の紹介もあった。また、正確な測定を行うためには光学系の工夫が重要であるとし、干渉計のアライメントや、干渉計に用いる光学素子などのアドバイスもあり、聴講者に対する細かい配慮が伺えた。

第2日目最初の講演は河田聡氏による高解像顕微鏡に関する講演であった。まず、光波による解像度の指針となる光の回折の理論的な説明をテキストに沿って行われた。光を使う以上、避けて通れない回折限界について、わかりやすく述べられた後、これを越える方法について具体的に示された。次にこれの応用として、回折限界を越える解像度を実現した共焦点レーザー走査顕微鏡と、最近注目を集めているエバネッセント場を用いた高解像顕微鏡を中心に、原理と高解像技術の実際について、図を示されながら要領良く述べられた。今後のさらなる高解像顕微鏡技術の発展に期待したい。

第2番目の石川重年氏の講演は今までと異なり、非常に大きなスケールでの光検出に関する内容であった。最初にリモートセンシングの基礎理論について説かれ、続いて実際例として、鉱物や植物による興味深いデータを

いくつか提示された。次に地球観測資源衛星“JERS-1”について、これの用途や、搭載された観測システムの解説をされた。JERS-1には合成開口レーダー(SAR)が搭載されており、有益なデータが得られているとのことである。JERS-1のSARはオフナディア角を大きく取っており、画像上の歪を軽減することに成功しているが、この成果を富士山の火口付近の画像を用いてわかりやすく示され、明瞭に確認することができた。

第3番目の講演は谷元昭一、加藤欣也両氏が行った。内容は半導体デバイスの生産のために用いられる光計測技術に関するもので、前半を谷元氏が担当して露光装置におけるアライメント計測について説明された。後半加藤氏に代り、計測、検査装置の測定技術の現状や問題点などを述べられた。光を使った方法は非接触、非破壊で、しかも高速に行えるために、半導体製造において重要な技術になっている。しかし、最近の半導体製造技術の進歩により、干渉計の精度に厳しい要求がされ始めてきており、干渉計の誤差の原因を排除するために、環境の管理に細心の注意が払われているとのことである。実際的な内容が多く、興味深く聴講することができた。

最後は長年バイオフォトンの研究に携わって来られた宇佐史氏による講演であった。最近注目されているバイオフォトンに関する実験を中心に話され、最後に光CTについて触れられた。バイオフォトンとは極めて微弱な発光現象であるために、日夜ノイズとの戦いとなり、光検出器を始めとする高感度計測システムの構築に苦勞を要するが、優れた実験手技により、ヒトの手からの極微弱発光を検出した結果を明快に示され、興味深く感じた。また光CTについても、非接触、非破壊で診断できる新しい方法として、進歩の様子が伺えた。鮮明なスライドを多数提示しながら説明され、聴講者の理解と興味を促したせいか、講演後の討論も活発に行われた。

今回の講習会は、限られた時間の中であったが、最新の幅広い技術内容に富んでおり、充実していたと思う。また、休憩時間に参加者同士の交流も持つことができ、有益であった。ご多忙にもかかわらず、ご講演された講師の先生方はもとより、会場の準備や講習会の滞りない進行に尽力された実行委員の皆様にも深く感謝致します。

(1993年2月15日受理)