



研究室紹介

応用物理学第4講座 (計測学)

南 研 究 室*

応用物理学第4講座は計測学担当の講座として、昭和39年精密工学科の改組・拡充に基づく応用物理学の誕生と同時に発足した。現在南茂夫教授、内田照雄助教授、河田聡助手、千賀康弘助手、鶴谷美幸事務官により運営され、院生、学部学生、研究生、海外留学生など常時20名以上の学生が研究に携っている。

〔I〕学科内における教育分担内容

研究室スタッフが担当している講義ならびに学生実験は、計測・制御の基礎と応用に関するものが中心である。

(大学院)

・科学計測Ⅲ (計測データの数值処理, 計測・制御へのコンピュータの応用, ラボラトリアートメーション論)

(学 部)

・科学計測Ⅰ (計測基礎論, 計測システム論, センサー工学, 工業計測各論)

・科学計測Ⅱ (計測エレクトロニクス, 機器分析論, 科学機器学)

・自動制御論 (線形制御論, 制御要素論)

・応用電磁気学Ⅱ (アナログ電子回路基礎論, アナログ回路設計法, オペアンプ応用, など線形回路全般を分担)

・応用物理学実験Ⅰ・Ⅱ (真空技術, エレクトロニクスの基礎, IC 技術, 光電センサー, マイクロコンピュータ, サーボシステム)

〔II〕研究方針とその特徴

当研究室では、応用物理学教室内の計測学講座という点を特徴づけるために、開設当初から科学計測に重点を置いた研究が進められてきた。科学計測とは科学・技術分野での基礎ならびに応用研究、新製品開発などに於て駆使される各種計測技術を指す¹⁾²⁾。したがって現在各

産業・医療分野で独立した形で定着し実用されている計測技術、たとえば工業計測・医療計測などと呼ばれているものの基本となった萌芽的技術でもある。

いうまでもなく次々と革新的技術が要求される昨今のハイテク時代では、これら萌芽的計測技術が直ちに生産に結びつく現場計測技術として期待され、計測対象の多様性の増加や全く新しい計測対象の出現は益々科学計測の必要性に拍車をかけつつある。この意味で科学計測はまさにハイテク時代の計測技術と称しても過言ではないだろう。

以上に基づいて我々が研究展開を図りつつある方向は次のような思想に裏打ちされたものである。

(1) 科学計測を基本にした既存計測技術の洗い直し

これまでの計測技術は余りにも分化して発展してきたため、技術の互換性や相互乗入れについて、システムの指向が余りなされていない。既存の各種計測分野を図1に示すように分類し、科学計測という原点に立って横断的に眺めると共に、近年発展著しい高度技術の成果を先取りし、共通性を重視したグローバルな研究方針を立てる。

(2) 多様な計測対象に適応しうる融合計測システムへのアプローチ

図2のように分化した各分野の計測法を融合し、多種計測データの同時収集と相互の相関を重視するシステムを指向する。たとえば変位・寸法・形状などの物体情報、化学組成などの物質情報、電磁界や温度などの状態量情報を同時に収集するシステムがそれであり、勿論コンピュータの介在が必須である。今後のラボラトリアートメーション(LA)、ファクトリアートメーション(FA)の進展上不可欠の技術でも

*南 茂夫 (Shigeo MINAMI), 大阪大学, 工学部, 応用物理学科, 教授, 工学博士

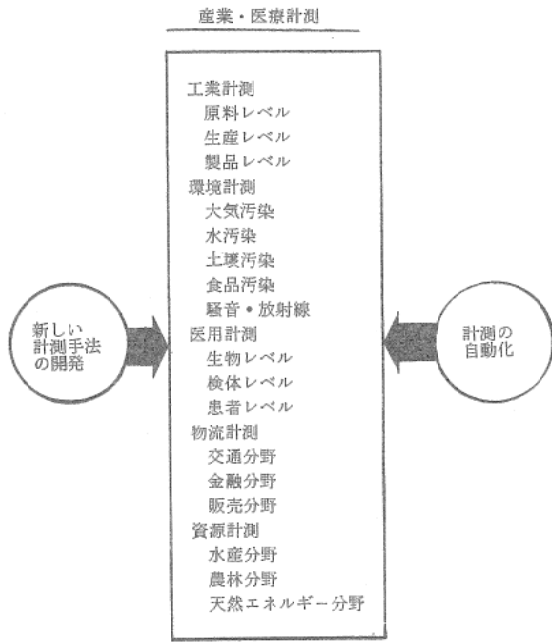


図 1

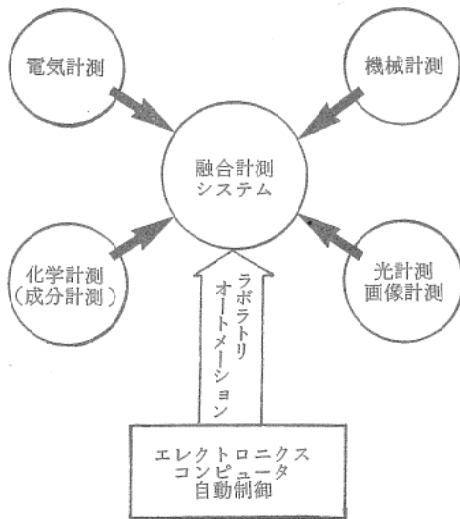


図 2

ある。

〔Ⅲ〕最近の研究課題

前述した研究方針の具体化の一環として、当面の課題は光を媒体とした計測手法すなわち光応用計測を中心に取上げている。その理由は科学計測では従来から光技術が中心的役割を演じてきたこと、また当応用物理学科は特に光学・分光学の研究面で永い伝統を持っていることなどによるが、近年産業界の光技術に対する期待が極めて大きいことも支えの一つとなってい

る。最近展開されつつある研究の代表的なものを以下に取上げる。

(1) 新しい分光法と分光計測機器の開発

極めて多種類の分光機器が従来から研究はもとより実用計測機器として用いられ、いわゆる科学計測機器の中核的存在となっている。極紫外から遠赤外線にわたる広い電磁波領域を対象とするこの技術が、ハイテク時代を迎えて多くの期待を担っている理由は、物質情報を集めるための高感度手法を提供するという本質を持つからである。われわれはこれ迄にも種々の独創的手法や機器を開発してきたが、最近の研究課題には次のものがある。

(i) フォトダイオードアレイを用いたフーリエ分光法

最近脚光を浴びつつあるフーリエ分光法の欠点である光学系の精密駆動部の必要性を回避し特殊な干渉計とフォトダイオードアレイを組み合わせたユニークな手法を開発、生産現場やフィールド用の分光センサー実現への道を拓いた。

(ii) 光子計数型微弱光時間分解分光法

ナノ秒、サブナノ秒領域で微弱光の過渡変化を追跡するため、光電子同時並列検出法という独特の手法を開発、微量成分の分光分析や生体物質のけい光分光測定に高感度・高能率の高速測光手段を提供しつつある。

(iii) 顕微分光パターン計測法

顕微鏡視野内における分光測光の手法を二次元に拡張し、波長・時間・位置のパラメータを導入した新しいパターン計測法を開発した。可視・紫外域は勿論、赤外域用の装置をも実現し生体、半導体中の不純物の追跡や、微小構造物や電子デバイスなどの欠陥検査に用いている。

(iv) 分光分析手法の超高感度化のための新技術

動的測光技術を従来からの静的分光分析の分野に導入し、パルス励起と時間分解分光手法を併用して対象成分の選択性・特異性を強調させるという新手法を開発、トレース分析への適用性を検討している。

(v) 二次元マトリックス分光法

特にけい光分光法ではスペクトルが二つの波

長の変数として表示されるため、マトリクス表示を主眼としたデータ収集が必要である。新しいシステム構成を持つマトリクス分光装置を試作し、多成分系試料のけい光分析の可能性を追求している。

(2) レーザー利用光センシングの研究

レーザー利用計測は各分野において幅広く展開されており、われわれも独自の立場から、レーザーを中心に光ファイバー、固体イメージセンサなど最近のオプトエレクトロニクスの成果を巧みに組み合わせたユニークな計測法を模索しつつある。

(i) 微生物微量検出法の研究

バイオテクノロジーやマイクロエレクトロニクス分野では、空気中あるいは超純水中に含まれる微生物の種類や数を短時間中に的確に把握する手法の開発が強く望まれている。われわれは大腸菌のモニタリングを目的とし、レーザー励起けい光を利用する装置の研究を進めており、数個ないし十個程度の菌群の短時間検出に成功している。

(ii) 変位検出用光ファイバーセンサの開発

He-Ne や半導体レーザーなど安価な普及型レーザーとマルチモード光ファイバを用い、ホモダイナミック干渉法を利用する極めて安定な変位センサを開発した。現在偏波面保存ファイバの利用についても研究中である。

(3) 光信号処理と三次元イメージングの研究

これも上述したと同様、続々と登場する新しいオプトエレクトロニクス素子を組み合わせ、その性質を有効に利用して従来夢物語であったユニークな光技術を実現しようとするものである。

(i) 位相共役光学の応用研究

これは入射する光波面に対し、瞬時に時間のみを反転させた波面を発生させ、光の入射経路を入射光と同一波面でもって逆伝搬させる方法である。応用としては、収差のある光学系を通しての無収差画像伝送、ファイバ光伝送、大出力レーザービームによる精密なターゲット照射などが考えられ、われわれはユニークな画像伝送を用いた計測法を開発中である。

(ii) 三次元イメージングの研究

現在X線トモグラフィなど人間を輪切にして観察する技術が医療面で定着している。しかしここで得られるのは物体を薄切りにする形の内部分布観察であり三次元物体全体ではない。これまで幾つかの三次元イメージングの原理を提唱してきたが³⁾、現在光学顕微鏡を用いた厚みのある試料のトモグラフィック・イメージング法の基礎研究を行いつつある。これは従来の透過型顕微鏡を用いて三次元物体を記録・再生するもので、物体像再構成にはコンピュータを用いた高度な数学的手法が使われる。

(4) 計測データの数値処理と解析法の研究

計測機器によって取得されたデータには、雑音などに基づく偶然誤差、計測機器のもつ固有の特性による系統誤差を含んでいる。これらは機器の性能が低いほど著しい。性能向上をハードウェアのみに負担させるとコストは急激に増大することは周知である。各種の数値処理技法をコンピュータに乗せ、ソフトウェアによって機器性能の間接向上を図る試みが、われわれの研究室では古くから行われている。32ビットパソコン時代を迎えて、数値処理を基盤とし精度に制限のある現実の機器から理想的計測データを引出す多くの試みには、多方面から強い関心が寄せられている。幅広い研究が並列に行われており、それらの幾つかを個条書にしておく。

(i) 超解像法とディコンボリューション

分解の悪い波形データに高度な各種数値演算を施して、分解を向上させる試みである。

(ii) 波形データに重畳した雑音の軽減

各種の数値フィルタリングを研究しており、特に局所統計量に注目した新しい平滑化の手法は、各国のソフトライブラリに登録されている。

(iii) 成分スペクトル波形の推定

複雑な混合物のスペクトルから各成分スペクトルを推定する処理であり、非線型最適化や多変量解析に関する種々の新手法を開発している。

(iv) 重量波形からのピーク分離

曲線適合によるパラメータ推定の手法を基本としたもので、各種のアルゴリズムを開発すると共に、対話型処理装置なども試作している。

(5) ラボラトリオートメーション (LA) システムの研究

当研究室はミニコン登場以来, ラボラトリのコンピュータによる自動化について先導的な役割を果たしてきた。現在は主としてマイコン, パソコンを基本にしたシステムの研究を進めている。特徴としては単に自動化のみならず, 計測データの質の向上を指向している点にある。

(i) マイコン内蔵による計測機器の知能化

分光機器を中心とする科学機器の殆どについて知能化を試み, 内蔵手法のガイドラインを確立した。

(ii) 分散インテリジェンス計測システムの研究

機器内でのマイコン分散化, マイコン内蔵機器群で構成されたコンピュータネット, ミニコン・マイコン階層型ラボ・オートシステムなどを試み, 最適構築の基本手法を提案している。

(iii) 普及型パソコンのラボ・オートメーションへの適用手法の研究

普及型パソコンの高機能化と低廉化, 16ビットから32ビットの動きなどを考慮し, それらの効果的な導入法を検討中である。「パーソナル LA」, 「分散パソコンネット LA」という言葉を提案し, OA の成果を利用する真のユーザーオリエントな LA システムへのアプローチを

行いつつある。

〔IV〕 対外活動その他

研究室スタッフ全員が物理・光学・化学・計測制御・医用電子に関係した学会行事に参画し, 活発な発表活動のほか各種の世話人を努めている。海外との共同研究は現在のところ, フィリピン大学, インドネシア大学, タイ医科学研究所, カリフォルニア大学となっており, 海外の留学生にも広く門戸を開いている。

当研究室の特徴の一つに研究室全員ならびに卒業生の固い結束が挙げられ, 年2回の卒業生を交えての大ダンスパーティ, 毎年新橋の料亭で行われる東京同窓会などが重要な役割を果たしている。また卒業生に対する技術相談, 卒業生間の技術情報ネットなど, 研究室を中心とした卒業生へのアフターケアにも, スタッフ全員が心を砕いている。

参考文献

- 1) 南: “科学計測とラボラトリ・オートメーション”, インタフェース, No. 69, p.170 (1983)
- 2) 南: “マイコン時代と科学計測機器” 大阪工業会誌, No.436, p. 42 (1981).
- 3) 河田: “2次元空間から3次元空間を再構成する方法”, 生産と技術, VoL. 36, No. 3, p. 33 (1984).