メカノフォトンクス専門委員会

メカノフォトンクスと委員会活動について*

新井泰彦 **

Mechano-photonics and Research Activity / Yasuhiko ARAI

Key words: mechano-photonics, optics, photonics

1. はじめに

メカノフォトンクス専門委員会は、東京農工大学の吉澤徹教授を委員長として2003年2月1日に「光応用の原理技術」、「光応用の要素技術」および「その応用技術」の3つの分野の研究者を委員(現在33名)として創設された専門委員会である。また本専門委員会は、既に活動していた精密工学会「フォトンクス技術における新原理と要素技術」に関する研究調査分科会(代表者:吉澤 徹)と「光による形状計測研究分科会(代表者:野村 俊)」が発展的に合流するかたちで創設された専門委員会でもある。したがって、専門委員会はその前身である2つの精密工学会分科会での活動を継続する中で、精密工学会における光応用技術に関する議論を行う場として活動している。2003年度は従来の2つの分科会活動をベースとした専門委員会活動の方向性、特に精密工学会におけるメカノフォトンクスの概念の確立について議論を重ね、委員会活動を行ってきた。

2. メカノフォトンクスとは

委員会の名称にも掲げられている「メカノフォトンクス」は、本専門委員会の吉澤委員長が精密工学会学術講演会のキーノートスピーチ^{1,2)}で述べてきたように、委員会では現在次のような議論のもとに概念付けられている。

従来、光応用技術は多くの分野で用いられてきた。しかしながら、産業分野における製品の多くは、カメラや望遠鏡、あるいは光学測定機などを中心とした光の結像作用に基づいている場合が多く、一般には光学機器と呼ばれる範疇に属するものが多かったと考えられる。ところが光を伝達する媒体であるフォトンに注目して光の特性をとらえな

おすと、光に関連する学問的・技術的分野は(エレクトロンに関連する領域がエレクトロニクスと呼ばれることに对应して)フォトンクスとして発展していると考えられる。その結果、そこでは従来の結像作用を基本原理とするレベルを超えた各種の機器が現れ、また旧来の光学的な原理を超越するとともに、さらには波長以下の微小長さのナノ領域における萌芽的な研究が数多く現れるに至っている。こうした新たな考え方に基づいた原理や新規的なエレメントやデバイスの出現、システムの出現は今後の社会において発展的な応用をもたらすものとして期待されている。委員会では特に光技術の機械工学や精密工学関連分野での応用を意図して、「メカノフォトンクス」という概念を提唱している。

ここで光源という立場から現在の技術状況をとらえなおしてみると、そのビームの発生源にしても、単なる従来の可視光源のみならず、レーザを中心として、エックス線から赤外線にまでいたる広い波長領域をカバーしている。高密度エネルギービームを利用するという見地から見ると、レーザ光以外にも、目的によってはプラズマビーム、イオンビーム、電子ビームなども含めて、光の応用が考えられる。特に、大気中での利用が容易であるところから、代表的な高密度エネルギービームと考えられるレーザビームの応用を考えると、エネルギー(強度振幅)以外にも優れた特徴が備わっており、波長・周波数・位相・偏光・コヒーレンスなどの特性に着目した技術開発が可能である。

このようにレーザビームを含む高密度エネルギービームにはいろいろな応用が期待される半面、利用可能な発振波長がきわめて広い領域にわたっていることや、あるいはエネルギー密度が高いことに着目したビームの利用を図ろうとする場合には、それを利用するための最適なエレメントやデバイスが重要となってくる。いわゆる要素技術の重要性がそこにある。ところがそうした目的に使用可能な要素類は、必ずしも既存の技術領域には見当たらず、また従来技術をそのまま流用して新たな成果を挙げることも容易ではないと考えられる。すなわち、新たに開発を行うことによって目的にふさわしいエレメントやデバイスを新規に生

* 原稿受付 平成16年6月2日

** 正会員 関西大学工学部機械工学科(大阪府吹田市山手町3-3-35)

新井泰彦

1979年関西大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程前期課程修了、工学博士(大阪大学)。1992年ロチェスター大学研究員、2000年関西大学工学部機械工学科教授、現在に至る。研究分野:光応用計測。

み出すことが求められる。さらにはツールとなる高密度エネルギービームを自在に制御するための各種オプティクス、例えば微小構造を有するオプティクスに関する技術開発が重要な課題となってくる。

このように考えると、今後の社会に必要とされるような応用技術を実現するためには、従来利用されていたレンズやプリズムのように、ビームの単純な屈折特性に基づいた素子だけでは不十分であると考えられる。また、レンズ、ミラー、フィルタのように、その役割が結像・集光作用、反射作用、波長・強度濾過作用といった特定単一な機能だけを有するものを組立・調整してシステムを構築することも効率的ではなく、さらにコンパクトで利用しやすいシステムを構築することは困難であると思われる。従来技術の壁を破って新規的な産業技術をもたらすためには、ビームの伝播特性が優れ反射・結像特性とともに、さらにはビームの振幅や周波数の変調などを単一の素子で可能とする小型・機能集積型オプティクスの実現が必須である。こうした可能性を実現させるためには、光の波長より小さなナノ領域ごとに、ビームの振幅・波長・位相・偏光などを独立に、また時間的に変調しうるフォトニクス素子に期待されるところが大きくなる。このような事情のもとに、フォトニクスという概念が注目を浴びるに至り、フォトニクス技術が特定の色合いを帯びてきたものと考えられる。ところで実際にこうしたフォトニクス素子を実現することは、これまでの超微細シリコン加工技術の発展的な延長に基づいて、選択的に制御性の高い微結晶を形成させることで可能となりつつあり、波長オーダーで屈折率の異なる領域を2次元的に、あるいは3次元的に積層することで光機能性集積素子が実現可能となりつつある。さらには、電子的な機能をも付加することによって、光エレクトロニクス機能性集積素子の実現も期待できる。すなわち、こうした技術的な解決を経たうえで、得られたマイクロあるいはナノオプティクスをどのように応用するかが次なる課題となる。さらに、マイクロあるいはナノ加工技術において、ツールとして利用すべき高エネルギービームを制御し操作するための微小なオプティクス、およびビーム加工のプロダクトであるナノ構造を有するオプティクスについて分析することが必要となる。この分析結果を踏まえて、産業社会に大きなインパクトをもたらす技術開発の課題と具体的なブレークスルーをさらに検討することが望まれている。

光を中心とした技術としてオプティクスやフォトニクスを利用する技術課題としては、まずはビームが持つ最大の特徴である優れた情報伝達特性に注目すべきであると考えられる。またここで用いられる光の最大の優位性は「非接触でのセンシングが可能」ということとともに「光電変換

の容易性」が挙げられる。そうした特徴をもとに考慮されるべきテーマとしては、情報のセンシング・処理・伝達・表示・記録であるといえる。さらにこれらを実際に開発するという立場から見れば、センシング技術・情報処理技術・高度光通信技術・ディスプレイ技術・光メモリー技術を具現化することが重要となっている。

以上概観したように、オプティクスやフォトニクスを用いることによって実現される技術は、特に機械工学や精密工学関連の分野において有効であると考えられる。この様な立場でオプティクスを扱い研究する分野として「メカノフotonics」を定義し、それに基づき現在、委員会活動をおこなっている。

3. 専門委員会の活動

上記の概念のもとに、委員会の活動はアカデミックでありつつ、産官学の連携研究としての実務的対応も視野に入れたテーマを積極的に取り扱おうとしている。

すなわち、本専門委員会の前身である富山県立大学の野村先生を中心として活動してきた「光を用いた形状計測のニーズとシーズに関する調査」³⁾など生産現場が抱えている計測技術に関する問題点の検討がこの活動例としてまず挙げられる。また、学会活動のみならず計測機器の展示会などを中心とした産官学のつながりの橋渡しになるような活動も積極的に行っている。さらに、計測関連技術における標準化についての議論などを学術講演会のキーノートスピーチとして取り上げ、これらの問題に対して「ものづくり」を標榜する精密工学会の専門委員会としての立場で議論を進めつつある。また、産官学のつながりを重要視して、光ナノテクフェア、画像機器展などの計測関連の展示会においてブースを構え委員会広報活動を行うとともに、このような展示会に併設する形で光応用技術シンポジウムを開催(Senspec2003: 2003年12月横浜, Senspec2004: 2004年6月横浜)し、委員会活動のみならず、最近の新しい光関連技術の紹介を広く行っている。

以上のような活動に興味をお持ちの方は、学術講演会における委員会関連のオーガナイズドセッションへの参加のみならず、奮って専門委員会へご参加いただき、ともにメカノフotonicsに関しての議論の輪を拡大していただければと思っている。

参 考 文 献

- 1) 吉澤徹: 2001年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集J01, 437.
- 2) 吉澤徹: 2002年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集O01, 663.
- 3) 野村俊: 2003年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集J02, 408.