「3次元情報のデジタル記録・再生 ～デジタルホログラフィの最前線～」解説小特集号によせて

野村 孝徳

和歌山大学 システム工学部光メカトロニクス学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930)

Preface to Topical Papers on Digital Recording and Reconstruction of Three-Dimensional Information ~ Leading Edge of Digital Holography ~

Takanori NOMURA

Department of Opto-Mechatronics, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama 640-8510

(Received March 23, 2007)

ホログラフィはガボールが1948年に最初の論文を発表して以来、レーザーの登場とともに光波の複素振幅情報を記録できる技術として光工学の分野に貢献してきた技術である。しかしながら、ホログラム記録材料の入手が困難になったこともあり、20世紀の終わり頃は廃れた技術の感があったことは否めない。ところが、21世紀になってから状況は一転し、デジタルホログラフィとして再び脚光を浴びるようになった。デジタルホログラフィではホログラムをホログラフィックフィルムや乾板といった古典的な記録材料ではなく、CCDなどの撮像素子に記録する点が大きな特徴である。計算機を用いてホログラムを作製する計算機ホログラムも広い意味では「デジタルホログラフィ」かもしれないが、「デジタルホログラフィ」という用語は記録と再生をデジタル技術によって行うホログラフィを指すものとして用いられることがほとんどである。

デジタルホログラフィのアイデア自体はそれほど新しいものではないが、近年の撮像素子技術の進展により実用的なレベルになったことが大きい。また、計算機の価格対性能費の向上も目覚ましく、言葉はよくないが「手軽に」デジタルホログラフィに取り組む環境が整っている。手軽にできるようになったとはいえ、これまでホログラフィに携わってこなかった研究者にとっては、そのハードルは低いものではない。また、「デジタル」となったことにより生じた問題点もある。

そこで、より多くの研究者がデジタルホログラフィに興味を抱ききっかけとなるように本解説小特集号を企画することにした。掲載された解説が必ずしも厳密に分類されるわけではないが、解説1と2が記録、解説3と4が表示、解説5が応用の側面から書かれたものである。撮像素子の空間分解能はフィルムや乾板と比較して2桁程度低く、光波の干渉縞であるホログラムを記録するには不十

分である。それを克服するための位相シフトデジタルホログラフィに関して2つの解説が掲載されている。解説1はデジタルホログラフィが脚光を浴びる発端となった位相シフトデジタルホログラフィの原理について述べられている。さらに、デジタルホログラフィの応用例が最新の研究成果とともに述べられているので、一通りの知識を得ることができる。解説2では位相シフトを波面分割法により実時間で実現する手法が実験結果とともに述べられている。撮影されたデジタルホログラムからの再生像の画質は高いものではないが、実時間撮影を可能とするもので新たな応用分野が期待される。解説3ではフルカラーホログラフィックディスプレイへの応用が書かれている。反射型回折格子を用いて位相シフト法を実現し、3原色(赤緑青)のデジタルホログラムを同時に記録する方法が述べられ、液晶パネルを使用してカラー再生像が得られている。解説4では、デジタルホログラムの再生時における信号処理について述べられている。例えば、膨大なデジタルホログラムのデータを削減する手法について述べられ、ホログラムデータでは振幅情報よりも位相情報が重要であることが示されている。解説5では、デジタルホログラフィのパターン認識への応用が述べられている。解説1～4ではフレネルホログラムが記録されていたが、本解説ではフーリエ変換デジタルホログラムが記録され、パターン認識に用いられている。また、半導体レーザーを用いた位相シフト法についても述べられている。

紙面に限りがあるため、デジタルホログラフィの全てを網羅しているとは限らないが、全貌を俯瞰する役目は果たしていると思う。本解説小特集がデジタルホログラフィに興味をもつ読者の皆様に役立つことを願っている。