

物理と工学のはざま

花村克悟

(東京工業大学)

“光”は、目に見える可視域の周波数または波長を有する「電磁波」であり、時代を問わず人を魅了し続けてきた。そして、目には見えないが、それより高い周波数域と低い周波数域にも電磁波が広がっている。一般に、地球上においてわれわれが経験する温度域では、可視域から周波数の低い赤外域の電磁波が多く、これを物質が吸収したとき、その多くが熱に変換されることから“熱輻射”ともいわれている。この光あるいは熱輻射は、物質の熱エネルギー(熱運動)に起因した電子運動や振動・回転運動に伴って放射され、空間を電磁波として伝播し、向かい合う物質において吸収されて再び熱エネルギーとなる。この光の放射や吸収は、その光学的性質に強く依存するものの、望みの放射スペクトルや吸収スペクトル、さらに偏光性や指向性を付与することはそれほど容易ではない。

近年、これらに関する物理が、遠方場(伝播する電磁波)および近接場(波長以下の領域の電磁場)において盛んに研究され、興味深い成果が発表され続けている。例えば、水面に浮かぶ薄い油膜に太陽光(平行光)が入射すると、角度により色が変わり見える、または虹のように見えることはよく知られている。それでは、これを高温まで加熱できた場合(その代わりに、鏡面研磨された金属表面が薄い透明酸化膜により覆われているような類似の構造を加熱した場合)、虹が見えるだろうか。

この問いのヒントとなるのが本特集号のナノ材料・ナノ構造化による光(電磁波)の波長制御である。表面にナノ構造化を施すことは、その物質の光学物性と、それに接する異種材料または空間の光学物性が融合し、いわゆるメタマテリアル(既存の物性を超える人工物性)を創成することや、特定の周波数に共鳴する小さなアンテナを配置することとなる。これによって、目的とする波長(周波数)のみを輸送するという工学的な目的が高度な製作技術によって達成される。同時に、こうした構造まわりの電磁気学といった物理が展開される。物理学は“真理を追究する”といった駆動力に支えられているが、その追究された機構が必ずしもエネルギー輸送やエネルギー変換の主役とは限らない。一方、工学においては、その主役を制御したい。本特集では、物理と工学の“はざま”に新たなイノベーションや科学の創出を見出せることが示唆されているのかもしれない。