

熱輻射制御への期待とチャレンジ

野 田 進
(京都大学)

物質のもつエネルギーは最終的には、熱エネルギーへと変換されるため、熱から、所望の光エネルギーや電気エネルギーを効率良く取り出すことは、エネルギーの有効利用においてきわめて重要で、カーボンニュートラルや、地球温暖化対策にも大きく寄与するものと考えられる。通常、加熱された物体の熱輻射スペクトルはきわめてブロードであるため、大部分の熱輻射エネルギーは無駄に使われている。この幅広い熱輻射スペクトルをエネルギー損失なく、所望の狭い帯域の光の放射にのみ集中することが可能となれば、さまざまな用途（分析、照明など）にとって重要な高効率光源、さらには、新たな高効率熱光発電等の実現につながるものと期待される。

物体からの熱輻射スペクトルは、黒体輻射スペクトルをその物体の放射能で変調したもので表される。ここで、キルヒホッフの放射法則より、放射能は、吸収能に等しく、吸収能は、物体内の“光の状態”や、物体そのものの“電子状態”を制御することにより、制御可能である。以上の観点から、熱輻射制御のためには、光の状態を制御可能なフォトニック結晶などの光ナノ構造、また、物体の電子状態を制御可能な物質（例えば、量子井戸など）や材料を用いることが肝要である。これにより、例えば、太陽電池の最も効率が高くなる波長域に、太陽光エネルギーを集約可能な熱輻射デバイスの実現が期待でき、高効率な熱光発電が可能になるものと期待される。また、大気の窓に相当する波長域の光を効率的に放射するような熱輻射デバイスの構築が期待でき、それにより放射冷却を効率的に行うことが可能となり、夏場の電力消費の低減にもつながるものと期待される。

今回の特集では、本巻頭言を執筆するにあたって編集局より頂いた目次によると、熱輻射制御に関する最新の研究開発動向と、その応用についての報告がなされるようである。熱エネルギーを、熱輻射制御デバイスへいかに効率良く伝達するか、また、不要な熱損失をいかに抑制するかなど、数多くの課題（チャレンジ）が存在するが、地道な努力を通じて、やがて、熱輻射を自由自在に制御し、真にエネルギーの有効利用を可能とするデバイスや材料が実現されることを大いに期待したい。