

再帰反射と日射対策

株式会社NTTファシリティーズ総合研究所
EHS&S研究センター長
大島 一夫

ようやく涼しくなったが、2020年の夏も猛暑日が続き、各地で最高気温の記録も更新された。この気温上昇の原因は、気候変動や、都市部ではヒートアイランドも主要因になっていると考えられている。ちなみに気象庁では、最高気温が35℃以上の日を猛暑日、30℃以上の日を真夏日と呼んでいる。

このように気温が高い中、直射日光や、道路や建物からの照り返しを受けながら、街なかを歩かなければならないことも多い。街なかの暑さを緩和するために、街路樹の植栽や敷地・公開空地・壁面の緑化、日除けの設置、ミストの噴霧など、様々な対策が行われているが、これらの対策の中に再帰反射も挙げられている。再帰反射とは光が来た方向に戻ることをいう。

15年以上前に、太陽からの光をそのまま来た方向に戻せば、地球に入ってくるエネルギーを減らすことができ、地球温暖化を防げるはずだという宿題をもらい、周りにいたメンバーと検討を始めた。再帰反射板は、内面が鏡面仕上げされた立方体の角（コーナーキューブ）を切り取って並べると作ることができる。このコーナーキューブに入射した太陽光は、鏡面で何回か反射して、来た方向に戻っていく。また高屈折率のガラスビーズ球を反射層の上に敷きつめることにより、効率は低下するが同様に再帰性を得ることができる。

再帰反射は、身近な例では車のライトがあたると光る道路標識、作業着用の再帰反射布、反射テープ、工場の製造ラインの光電センサなど様々な場所で使われている。

工場の生産ラインでは、部品など物体の有無を検出するための光電センサが使われる。光電センサの発光部と受光部をラインの片側にまとめて取り付け、対向面に再帰反射板を取り付ける。物体がなければ、発光部から出た光が再帰反射板で反射して受光部に戻ってくる。

アポロ計画では、再帰反射板を月に置いてきた。この再帰反射板めがけて地上からレーザー光を発射すると、発射した場所にレーザー光が戻ってくる。レーザー光が戻ってくるまでの時間から地球と月の距離を求めている。その結果、月は地球からだんだん遠ざかっていることがわかった。再帰反射板は汚れると反射率が下がって戻ってくる光の量も少なくなるが、月には大気がないため砂塵が舞い上がらず、反射板が汚れることは極めて少ないと考えられる。

再帰反射は重力の測定にも使われている。地球上の重力は地域によって異なっている。各地の重力を測るために、真空槽の中で特殊な鏡を落下させる装置が使われている。落体は再帰反射する鏡の複合体で、この落体の動きをレーザー光で捉えて速度を算出し重力を求めている。この重力値は標高の補正などに用いられている。

太陽からやってくる電磁波の波長分布は $0.5\mu\text{m}$ あたりにピークを持つ可視光がもっとも強い。この電磁波（太陽光）が地表に到達し地面や建物を暖め、この暖まった地面や建物が $10\mu\text{m}$ あたりにピークを持つ電磁波（赤外線）を発生して宇宙空間にエネルギーを放出する。このとき赤外線は温室効果ガスや水蒸気に捉えられて大気を暖めて、現在の地球の気温が形成されている。

そこで再帰反射板を建物の外壁、屋上、庇に取り付けて太陽光を来た方向に戻せば街なかの環境の改善が期待できる。太陽光を単純に反射させると、反射光が他の建物や航空機にあたって光害を引き起こしたり他の建物を暖めたりするが、来た方向に戻すのであればその心配はない。太陽光を、再帰反射板を使って可視光に近い波長のまま宇宙空間に戻せば、温室効果ガスや雲に捉えられることなく太陽光を宇宙空間に放出できるので更なる気温上昇も防げる。

再帰反射では、入射光を鏡面で何回か反射させて光が来た方向に戻すので、反射するたびに反射する光の量は減っていく。100%に近い反射率になるように維持することが理想だが、月面や真空槽の中とは異なり、雨やほこりで反射率は時間の経過と共に低くなっていく。そもそも100%に近い反射率を持つコーナーキューブを制作するにはコストもかかる。再帰反射は実際の建物にも採用されているが、製造コストが安価で、反射率が低下しにくい再帰反射板の開発が望まれる。

(2020年10月8日 大島 一夫)

※掲載された論文・コラムなどの著作権は株式会社NTTファシリティーズ総合研究所にあります。これらの情報を無断で複製・転載することを禁止いたします。また、論文・コラムなどの内容を根拠として、自社事業や研究・実験等へ適用・展開を行った場合の結果・影響に対しては、いかなる責任を負うものでもありません。

ご利用になりたい場合は、「お問い合わせ」ページよりご連絡・ご相談ください。