

第1章 太陽エネルギーの基礎知識

1.1 太陽エネルギーの特徴

1.1.1 太陽エネルギーとその特徴

太陽から放出されるエネルギー量は、一年を通してほぼ同じであるが、地球の公転軌道が楕円形であることや地軸の傾きといった天文学的要因によって、地球が受け取る太陽放射エネルギー量は変化する。図 1.1.1 のように、太陽と地球との距離は季節によって変化している。太陽と地球の平均距離は約 $1.5 \times 10^8 \text{ km}$ で、この距離が 1 天文単位 (=1AU、AU は Astronomical Unit の略) である。地球が最も太陽に近づく場所は近日点で、逆に遠ざかる場所は遠日点と呼ぶ。放射強度は距離の 2 乗に反比例して、距離が遠くなるほど小さくなる。このため、放射強度で見ると、地球の北半球は太陽から遠い距離にある夏よりも、近日点付近を通過する冬のほうが太陽から受ける放射エネルギーは大きいことになる。

地球は太陽の周囲を 1 年かけて 1 周している公転運動のほかに、約 24 時間の周期で自転運動を行っている。この時、地球の地軸が公転面に対して約 66.5° に傾いているため、北半球の冬は太陽から遠ざかる方向に傾き、逆に夏は太陽に近づく方向に傾く。地表面における放射強度は、太陽が水平面との間になす角 (高度角) の正弦に比例するため、太陽の南中高度が高くなる夏のほうが北半球は放射強度が大きくなる。

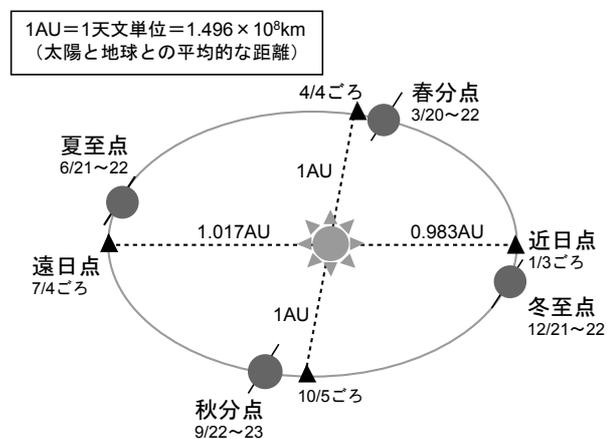


図 1.1.1 太陽と地球の距離の関係

出所)「新太陽エネルギー利用ハンドブック」日本太陽エネルギー学会

1.1.2 太陽エネルギーの性質

太陽が射出する電磁波のことを太陽放射、または単に日射と呼んでいる。地球に入射する日射光の電波領域は、波長が非常に短い X 線から数百 m まで広範囲にわたっているが、そのほとんどが紫外線、可視光線、赤外線の波長帯に含まれている。

太陽放射の放射強度をスペクトル表示したものを図に示す。太陽放射スペクトルを 6,000K の黒体放射スペクトルと近似すると、図 1.1.2 のようなスペクトル分布になり、全エネルギーの約半分が可視光線域 (波長 $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$) に含まれ、残りのほとんどが赤外線域 (波長 $> 0.8 \mu\text{m}$) に含まれることがわかる。大気圏外の太陽光スペクトルは 6,000K の黒体放射スペクトルとよく似た形状を示している。太陽放射エネルギーは地球に到達後、空気、雲などにより、吸収・散乱されたりして、地表に達するまでに減衰・拡散するため図のような分布になる。生命に有害な紫外線など $0.3 \mu\text{m}$ 以下の波長帯は、大気圏外の太陽光スペクトルには分布が見られるが、オゾン層による吸収により地表には到達しない。

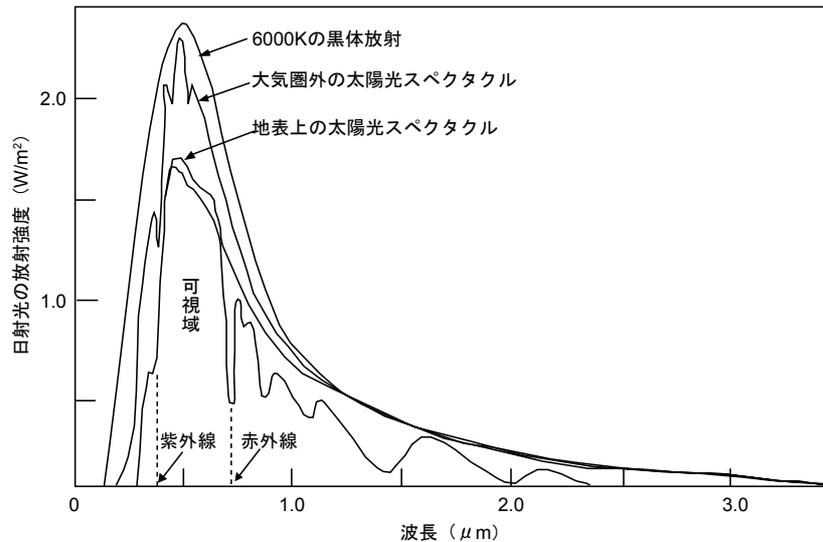


図 1.1.2 波長別日射強度と大気の吸収

出所)「ソーラー建築デザインガイド」独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

太陽から宇宙空間を経て地球に到達する太陽の放射エネルギーを定義する量として太陽定数 (solar constant) がある。太陽定数とは、太陽と地球との距離が 1AU の時、地球大気の上端で入射方向に垂直に入射する、単位面積あたり単位時間の太陽エネルギー量であり、人工衛星による測定結果によれば、その量は約 1.4kW/m^2 である。

この太陽エネルギーは、その約 30% が地表面による反射や大気中での散乱、雲による反射により宇宙空間に戻る。残りの約 70% は地表に達する太陽エネルギーとなり、その量は約 1.0kW/m^2 である。

地表に達する日射のうち、大気外日射として直接入射する成分を直達日射と呼び、大気による散乱や、雲によって反射された成分が最終的に地表に届いたものを天空 (散乱) 日射と区別している。地表が受ける全ての日射成分は直達日射と天空 (散乱) 日射をあわせたものになり、全天日射と呼んでいる。

全天日射量は全国の約 60 の気象官署にて直接観測されているが、太陽熱利用においては、壁面や屋根に集熱器を設置するため、水平面で観測した全天日射量よりも、斜面における入射量を定義した斜面日射量の方が実用的である場合が多い。

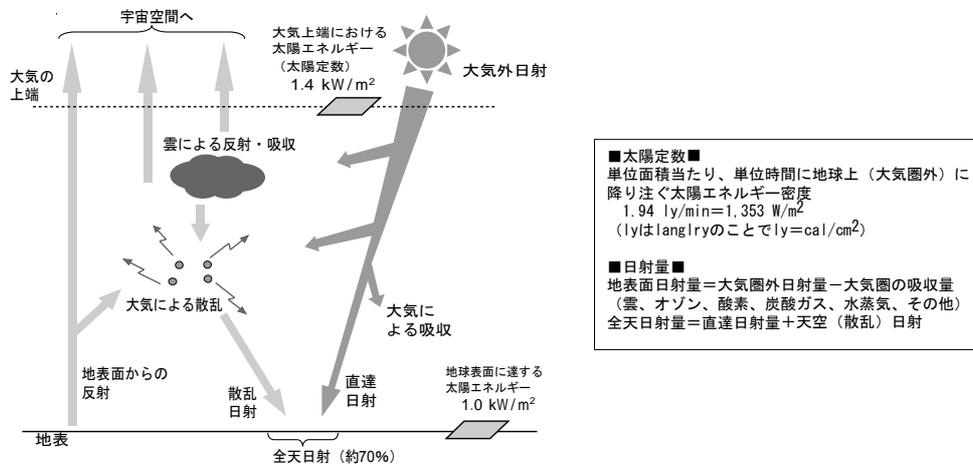


図 1.1.3 大気に入射した日射の日射収支

出所)「ソーラー建築デザインガイド」独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)