

「エアコンが苦手な人への熱中症対策と環境保護の提案」 兵庫県立長田高校 徳田真帆

今年の夏は日本全国にわたり記録的暑さで、気象庁の統計開始以来最高の平均気温の地域も多く見られた。また、熱中症も連日テレビや新聞で報道され、熱中症による死者は戦後最悪の人数を記録したと発表されている。報道によれば、熱中症の死者は70歳以上の高齢者が8割を占め、意外にも炎天下の日中では1割以下で、屋内での死亡が9割以上であり、涼しくなるはずの夜間に死亡する人も約4割いるそうだ。また、エアコンの冷房が苦手なため、エアコンをつけなかったため室温が上がり、熱中症で死亡したという例も何件か報道されている。一方、電力の消費量はこの暑さのせいか、過去最大の電力消費量であったそうだ。その為、エアコン等の使用による電力消費に伴う大気中の温室効果ガスの増加が地球温暖化に悪影響を及ぼした事は間違いない。

そこで、①エアコン冷房が苦手な人の熱中症対策、②エアコンを使用しない省電力冷暖房による環境保護を目的とし検討を行った。

1. エアコンを使用しない冷暖房の検討

電気を使わないで冷暖房を行えば、エアコン冷房が苦手な人への熱中症対策となり、節電による環境保護を図れるので、電力を使用しない冷房を中心に検討を行った。

(1)放射冷房の検討

冬の放射冷却現象を冷房へ適用する事を検討した。冬の朝、青空で天気の良いのになぜ曇った日より寒いのだろうと、いつも不思議に思っていた。気象の仕組みを本で調べると、地表面からの赤外線が宇宙空間に出て行く事で放射冷却現象が起こり、曇りでは雲が赤外線を吸収し、再び地表に赤外線を放射する為、放射冷却は弱いそうだ。今回のアイディアは、夏の暑い時は雲が少ない為、昼間の青空から室内への熱放射を無くし、室内からの熱放射を空に出て行かせる事が出来れば、冬の放射冷却と同じく放射冷房は可能であろうというものである。夜間では空から室内への熱放射は無いと考えてよいので、日中についてこのアイディアの実現性を以下に検討する。

a. 青空からの熱放射

青空からの熱放射は可視光線(波長約 $0.4\sim 0.8[\mu\text{m}]$)及び近赤外の波長範囲では連続だが、所謂熱線の波長範囲(約 $8\sim 13[\mu\text{m}]$)では欠けているといわれる(図-1)。従って、熱線のみ透過するガラスを建物の屋根に取付ければ、室内の熱エネルギーは青空に逃げるが、青空からは室内に何も熱放射が入らない、即ち放射冷却と同様の状況を作り出せると考えられる。

b. 通常のガラスの透過波長特性

通常のガラスの光の透過波長特性は、可視光を含む短波長の電磁波は全て通すが、熱線は透過しない(図-2の石英参照)。従って、通常のガラスを建物の屋根に取付ければ、室内の熱エネルギーは室内に留まり、一方、外部の光は入る為、温室と同様の状況を作り出せると考えられる。

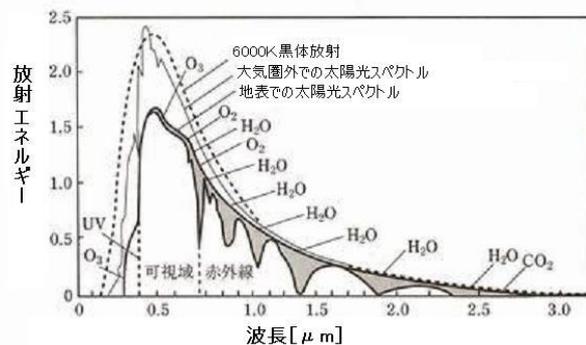


図-1 太陽光の波長と放射エネルギーの関係

c. 太陽からの熱放射と青空からの熱放射の比較

物理定数表では地上で受ける熱量(太陽定数)は毎分毎 cm^2 当たり $1.932[\text{cal}]$ である。また、空の輝度は太陽の輝度に対して約 100 万分の 7 とあるが、青空の面積は太陽の面積に比べて非常に大きい為、青空からの熱量全体は毎分毎 cm^2 あたり $0.24[\text{cal}]$ とある。これは太陽からの熱量の約 $1/8 (0.24/1.932)$ である。 $1[\text{W}] = 0.24[\text{cal}/\text{sec}]$ である為、青空からの熱放射エネルギーは毎 cm^2 当たり $1/60 = 0.0167[\text{W}]$ 程度となる。

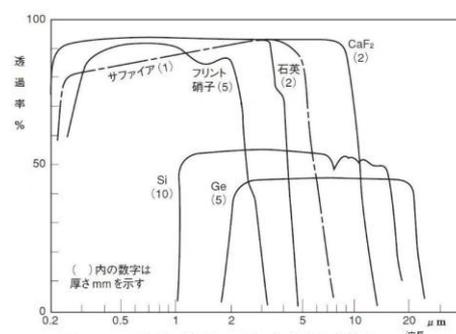


図-2 光学材料の分光透過特性

d. 地上と青空の熱放射エネルギーの収支

地上の温度を $27[^\circ\text{C}] (300[\text{K}])$ とすると、ステファン・ボルツマンの法則により地上から出て行く毎 cm^2 当りの熱放射エネルギーは $0.044[\text{W}]$ 程度で、青空から地上へのそれは $0.0167[\text{W}]$ 程度である。即ち、地上から出て行く熱放射エネルギーの方が毎 cm^2 当たり $0.044 - 0.0167 = 0.0273[\text{W}]$ 大きい。その為、青空からの熱放射エネルギーの 1.5 倍程度の熱放射エネルギーが奪われる為、冷房は可能と考えられる。

e. 実際の建物での運用案(夏の冷房、冬の暖房を考慮して)

冬のエアコン暖房の消費電力はむしろ冷房よりも大きい為、夏の冷房だけでなく冬の暖房も温室をイメージして検討した。建物の南側と北側の屋根にガラスの窓とシャッターを設ける。但し、南側の屋根には通常のガラスを、北側の屋根には熱線の波長範囲の約 $8 \sim 13[\mu\text{m}]$ は透過し、その他の波長は透過しない特殊なガラスを設ける(図-3 A)。

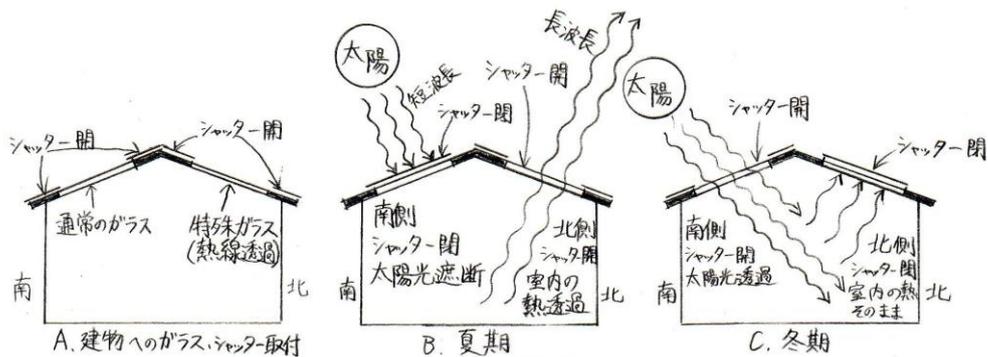


図-3 実際の運用模式図

(a) 夏期(放射冷房)——(図-3B)

南側の屋根の窓をシャッターで閉じ、南側からの太陽光や青空の放射エネルギーを室内に取込まない。一方、北側の屋根のシャッターを開とし、熱線の波長範囲約 8～13[μm]を透過させ、その他の波長を透過させない特殊ガラスを介して、室内の熱エネルギーを青空に放出する事で、電力使用しない放射冷房を行う。

(b) 冬期(温室暖房)——(図-3C)

夏とは逆に、北側の屋根の窓をシャッターで閉じ、北側から建物内の熱エネルギーを青空へ放出しない。一方、南側の屋根のシャッターを開とし、南側から太陽光や青空の放射エネルギーを建物内に取込む。通常ガラスでは熱線の波長範囲の約 8～13[μm]の室内の熱エネルギーは室外へ放出されず、電力使用しない温室暖房を行う。

(2) この提案の問題点と応用

A. 2 階建ての建物の 1 階部分、高層階ビル

これらの場合は今回の提案は最上階しか適用できない為、今後の課題となる。

B. 冷房だけに絞った場合

図-3の南側も長波長のみ透過する特殊ガラスを用いる。但し、冬の暖房面で問題があるので、北南両側に普通ガラスと特殊ガラスを並べ、夏は普通ガラスのシャッターを閉じ放射冷却を活用し、冬は特殊ガラスのシャッターを閉にして温室効果を狙うやり方が考えられる。

3. まとめ

特に暑かった今夏の熱中症の問題を起点とし、電気を使わないエアコンの苦手な人向けに「放射冷却にヒントを得た夏は冷房、冬は暖房の省エネ冷暖房システム」の可能性と実現性を検討し、熱線と可視光線の波長の違いを利用すれば可能ではないかとの結論を得た。私は今高校 2 年生だが、もっと色々な事を勉強して、世の中の役に立てるように努めて行きたい。

参考資料 (1)毎日新聞、朝日新聞、読売新聞 2010.8.08～8.21、(2)物理定数表