

近藤邦明 様

遅くなって申し訳ありませんが、ご質問について回答させていただきます。

今回の実験は、二酸化炭素が赤外線を吸収する性質を可視化し、地球温暖化の原因とされるメカニズムの一端をモデル化して説明することが目的です。実験の設定に疑問をお持ちのようですが、このことについて以下、順番にご説明いたします。

①波長の問題

ご質問の中で「温室効果ガスには特定の周波数（波長）の赤外線を吸収する性質があり、地球放射の赤外線の周波数特性では二酸化炭素が吸収する赤外線は波長 $15\text{ }\mu\text{m}$ 近傍だけになります。」と、おっしゃっています。確かに $15\text{ }\mu\text{m}$ 帯は、二酸化炭素が吸収する赤外線の波長の中で、最も吸収が大きい部分です。しかし同時に下図のように、 $4.3\text{ }\mu\text{m}$ 帯でも 300 K ($27\text{ }^{\circ}\text{C}$) の熱放射に対して小さな吸収が起こります（より小さな吸収帯は他にもたくさんあります）。原理としては、遠赤外線領域での二酸化炭素による赤外線の吸収という意味で、これらは同等のものとみなされます。

もちろん、理想的には、最も寄与が大きい $15\text{ }\mu\text{m}$ 帯の赤外線吸収を見ることがより良いのですが、現在の高解像度赤外線カメラでは、 $14\text{ }\mu\text{m}$ までの感度のものしかありません。そこで実験では、 $3\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ に感度のあるカメラに $4.2\sim 4.4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線のみを見るフィルターを付けて、 $4.3\text{ }\mu\text{m}$ 帯の赤外線が二酸化炭素に吸収されるようすを映像化しました。この波長帯は現在の地球の温室効果に関するエネルギーの寄与としては小さいながらも、大気中の二酸化炭素が実際に赤外線を吸収する様子を再現しているものと考えられます。さらにつけ加えるならば、例えば金星のように濃い二酸化炭素の高いために温度が高くなっている（地表面 $400\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）と考えられている場合の温室効果では、この波長帯が大きく寄与していると考えられます（下図参照）。そういう意味で、二酸化炭素の持つ温室効果の基本である赤外吸収の一部が今回は画像として捉えられているということです。

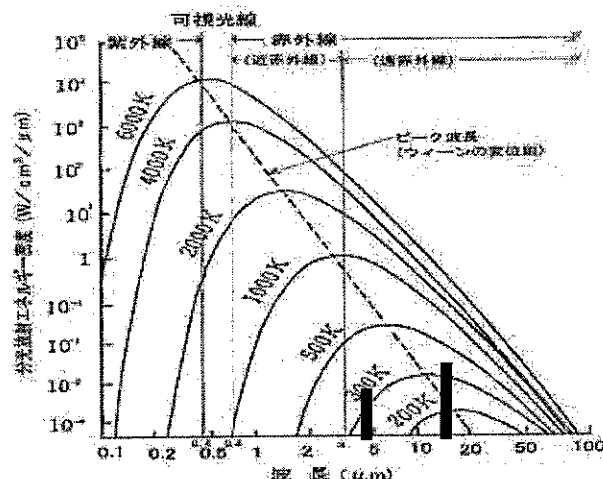


図 各温度における黒体の放射エネルギー
(プランクの法則)

使用したヒーターは板状で、温度は60～70℃に設定しています。赤外線放射特性は、ほとんど波長によらずフラットです。ただし、赤外線ヒーターの特性がどうあれ、実験では4.3 μm 帯の赤外線のみを見ているので、他の波長帯は関係がありません。

②二酸化炭素の温度変化を見ているのではないこと

「私の見る限り、これは二酸化炭素の温度変化を示すサーモグラフィーの映像と理解しました。」とおっしゃっていますが、これは誤解です。一般的に言って、二酸化炭素のような“ガス体”そのものの温度を通常のサーモグラフィーで測定することはできません。

番組で紹介した映像が二酸化炭素の温度を測定したのではないことは、ヒーターの周囲が真っ黒に見えることから分かります。ヒーターは、前にある気体が入る箱より小さいので、仮に二酸化炭素の温度変化を示しているのであれば、ヒーターの面積以外の部分でも色の変化が起こるはずですが、しかし、実験の映像では、二酸化炭素を箱に注入する前も後も、ヒーターのまわりの二酸化炭素がたまっていく部分は黒いまま変化しておらず、色が変わったのはヒーターの面積分だけです。

これは、ヒーターから来る赤外線が、箱の中の二酸化炭素の濃度上昇に従って吸収される度合いが大きくなり、見えなくなっていくことを示しています。赤外線が少なくなるにつれて、カメラでは温度が低くなっていくような色変化の画像に映りますので、通常のサーモグラフィーを見慣れている方にとっては、誤解してしまいやすいかもしれません。下から先に青くなるのは、二酸化炭素の密度が高いので下からたまっていくためだと考えられます。

なお、実験で使用したのは乾燥空気（温度は23℃、湿度は0%）です。100%の二酸化炭素はボンベから供給していますが、長いチューブで送っているため、ガス自身の温度は室温とほぼ同じ（23℃）です。

以上、いただいた疑問についてご説明いたしました。