

二酸化炭素濃度は気候変動の原因か？

Does Increasing Carbon-dioxide Cause Climate Change?

Ichizo Aoki
Greenwood Office
E-mail:iaoki@gakushikai.jp

青木 一三
グリーンウッド事務所

Abstract

It is an world wide consensus that a man made carbon emission into atmosphere is the cause of climate change. This idea is supported by most of climatologist. Among them, IPCC of UN is an enthusiastic supporter of this idea. But there are many skeptic viewer in the world about this hypothesis. Unfortunately, most of their efforts are concentrated on arguing observed temperature and historical trend. I admit it is a difficult job through this approach. Instead, I will try to explain from heat flow route for various wave length. About 70% of the solar radiation is re-emitted as infra-red-ray from the ground. The radiation spectrum follows an black boy emission described by Plank equation. Many climatologist claims that opaque gas such as water vapor and carbon dioxide absorbs certain wave length of ground radiation and reemit it following Kirchhoff's law of thermal radiation. But re-emitting process is a slow process compared to opaque gas molecules deactivation by colliding with transparent gas molecules such as nitrogen and oxygen. This collision deactivation is called heat conduction. Thus transparent gas obtain buoyancy by absorbed heat and then blown up ward by convection until radiation becomes faster than conduction and cooled by radiation to space. In this process, water is also blown up and when cooled by polytropic expansion, it condenses and release latent heat. When opaque gas is a pure gas, it absorbs very narrow band of spectrum, but when it is diluted by transparent gas, absorption band width is broadened by vibration, rotation and collision with transparent gas. From spectroscopic point of view, absorption band width broadening is a characteristic of molecular species and thus is not affected by opaque gas concentration. Convection rate is also a function of the majority of gas i.e. nitrogen and oxygen. Thus, heat carrying capacity by convection is not affected by opaque gas concentration. Break even height where radiation becomes superior than conduction is also controlled by barometric pressure. This means that opaque gas concentration does not affect radiation temperature of middle and upper layer of troposphere. Actually carbon dioxide is the result of burning fossil fuel by consuming oxygen in air, total oxygen molecular weight stays the same and increase of carbon weight is negligible small. When convection, absorption band width and radiation temperature is not affected by carbon dioxide concentration, we can say that carbon dioxide concentration does not affect heat balance of the earth. This means that carbon dioxide concentration is not a cause of climate change.

目 次

1. 緒言
2. 二酸化炭素濃度が気候変動主因説とは
3. 地球放射の実測
 - 3.1 大気の窓での知見
 - 3.2 大気の窓以外の領域での知見
 - 3.3 放射面はどこか？
4. 対流圏下部から対流圏中・上層への熱の移動法
5. 地球放射の計算値
 - 5.1 太陽光放射
 - 5.2 大気が赤外線活性ガスを含まないときの地球放射
 - 5.3 太陽光放射と地球放射の均衡
 - 5.4 大気が赤外線活性ガスを含むときの地球放射
6. 地表と対流圏中・上層部放射面間の熱移動モデル
7. 対流と気温減率について
8. なぜ二酸化炭素濃度が温暖化に殆ど寄与しないように見えるのか？
9. 温暖化説と懐疑論の整理
10. コンピュータモデル
11. 結言

1. 緒 言

私は天然ガスを日本のエネルギー市場に導入したときの先兵となった経験を有し、多少の二酸化炭素排出の削減に貢献したと自負している者である。引退後、天然ガスの次には太陽光をアンモニアに変換すればゼロエミッションの燃料を製造できるというビジョンをもった。過去30年間、二酸化炭素が気候変動の主因だという気象学者の温暖化説を信じていたためであるが、海外のインターネットではいわゆる懐疑論が1998年頃から盛んに議論され、日本でもこの数年盛んに論じられているのを知り、調べてみた。ここでは私なりに理解し、計算もしみて、少なくとも巨視的にはつじつまが合うことを確認したのでご紹介する。

この検証の過程で感じたことは気象学の権威で IPCC 報告のリーダーでもあるサー・ジョン・T・ホートンは教科書で対流圏の熱移動を放射中心に説明し、その弟子達もその教えを守って一種の王国を形成していることだ。このようにして温暖化は二酸化炭素主因説という強力なドグマが世界を覆いつくしている。この教義はマスコミを動かし、二酸化炭素排出削減の政治的決断の根拠となっている。この教義は化石燃料を持続可能な方法で利用するための省エネと矛盾しないため、化石燃料の持続的利用という面で貢献している。しかしこの教義に疑義があるとすれば二酸化炭素を回収・隔離するなどということは無駄なことなのではないかと考えてしまう。

さて私の立場も明確にしておいたほうがいいたろう。引退後は、太陽光をアンモニアに変換してゼロエミッション燃料にする夢の実現以外に実業の世界とは利害関係はない。いやむしろアンモニアがゼロエミッションであるがゆえに、自らに塩する行為ではないかと言われるかもしれない。だがアンモニアがゼロエミッションである以上に、アンモニアは化石燃料枯渇後の太陽光から得られるエネルギーの安価な貯蔵と輸送手段として格段に優れているために二酸化炭素排出が気候変動の主因であろうとなかろうとどうでもよいのである。

二酸化炭素排出が気候変動の主因でないとしたら、現在の温暖化の原因は何であるかということになる。これはミランコビッチ・サイクルで説明できるのではないか。これは恐ろしいことで二酸化炭素の排出削減をしようがしまいが8,000-6,000年前の第4間氷期の最温期に我々の先祖が経験した縄文海進の再来があっても防ぎようもないのだ。もっと長いスパンでいえば氷河期も戻って来ると覚悟しておいたほうがいい。二酸化炭素主因説など資源枯渇を前にして恐怖に駆られる人類が生贄を出すからお助けくださいと神に祈るような愚かな行為なのかもしれない。

2. 二酸化炭素濃度が気候変動主因説とは

二酸化炭素濃度と温暖化の関係について最初に指摘したのはイギリスの気象学者カレンダーである。その後、二酸化炭素のグリーンハウス効果は気象学者達の注目を引き、スクリップス海洋研究所のキーリング教授が支持し、その考えは IPCC に引き継がれている。¹⁾ IPCC やこれに同調する気象学者達は二酸化炭素濃度が増えれば温暖化するとの伝統的ドグマにたって低温の対流圏上層部から全方位に放射する放射のうち、地表に向かうものが、地表に到達して、暖めることになると図-1のように説明している。

「対流圏の上端(圏界面)における平均的な正味の放射の変化」を「放射強制力」と(Radiative forcing)定義し、1750年の「放射強制力」を基準として工業化以降の大気中の二酸化炭素濃度増加によりその放射強制力が決まるとしている。そして二酸化炭素濃度の放射強制力は 1.66W/m^2 になったとしている。正の値は気温上昇を意味する。そうすると平均気温は50年後に $1.9\text{--}4.6^\circ\text{C}$ 上昇し、この状況が数千年維持されればグリーンランドの氷床は完全に融解し世界の海面は7m上昇すると予想している。

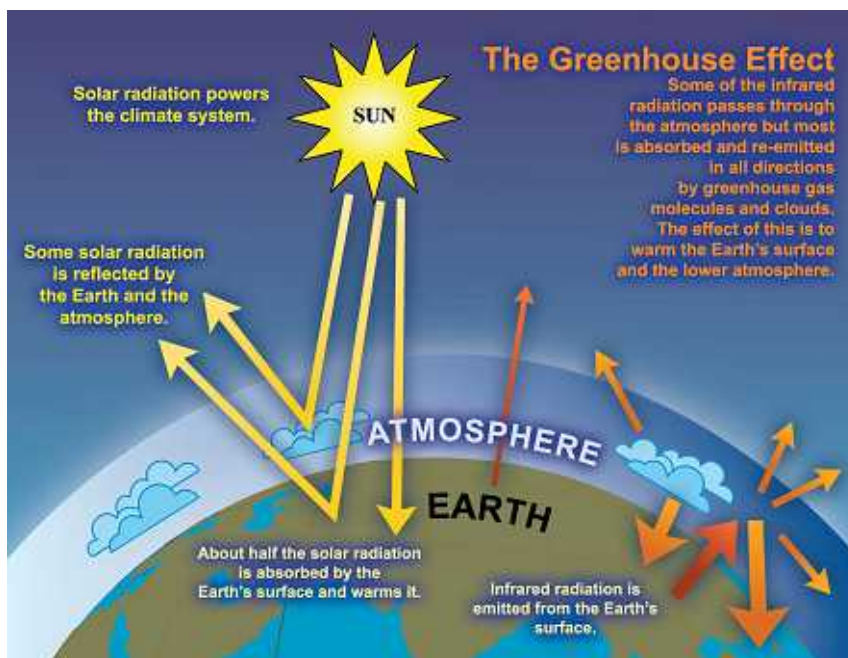


図-1 IPCC4 次報告書が認識する二酸化炭素のグリーンハウス効果

戦後、フォン・ノイマンらによって数値気象予報が始まり、1955年に米国気象局大気大循環研究セクションが作られた。1958年、東大で博士号を取った真鍋淑郎氏は、米気象局に招かれ渡米した。大気大気大循環モデル(GCM)作成を命ぜられ、当時の計算機能力から、まずは「鉛直1次元放射対流モデル」を作り、平衡状態を計算した。それは3次元モデルへ組み込む素材でGCMへと発展させたが、同時にCO₂や水蒸気、オゾンなどのモデルに登場する量を変えてみて1次元モデルの鉛直気温分布がどうなるか試算した。こうして発表した1967の論文は地球温暖化の定量的研究の先駆けと高く評価され、セントラルドグマ形成に貢献した。²⁾

真鍋淑郎氏は「地球温暖化の本質は、温室効果ガスであるCO₂が増えると放射平衡高度が高くなる。地球は熱収支を維持するために放射平衡温度を上げなければ放射量が減ってしまう。ところが地表から放射平衡面までの鉛直方向の温度勾配である気温減率(laps rate)はほぼ一定であるから放射平衡温度を上げるためにはその分、地表温度を上昇させなければならない。地表面温度上昇は対流圏全体の温度平行移動の上昇をもたらす。その結果、大気中の水蒸気量が増え、その温室効果がさらに温度上昇量を増やす」という。これが二酸化炭素濃度が温暖化をもたらすとしてセントラルドグマを補強した。

3. 地球放射の実測

同じ頃、米国は 1964 年から気象観測衛星ニンバス (Nimbus) を数年間隔で打ち上げ、宇宙から地表を見下ろして地球放射を観測した。図-2 は 1970 年に打ち上げられた気象観測衛星ニンバス 4 号がサハラ砂漠上空、地中海上空、南極上空で測定した波長 0.000025m から 0.0000067m の範囲の地球放射スペクトル分布である。横軸は波長 (波数) 縦軸は放射強度である。

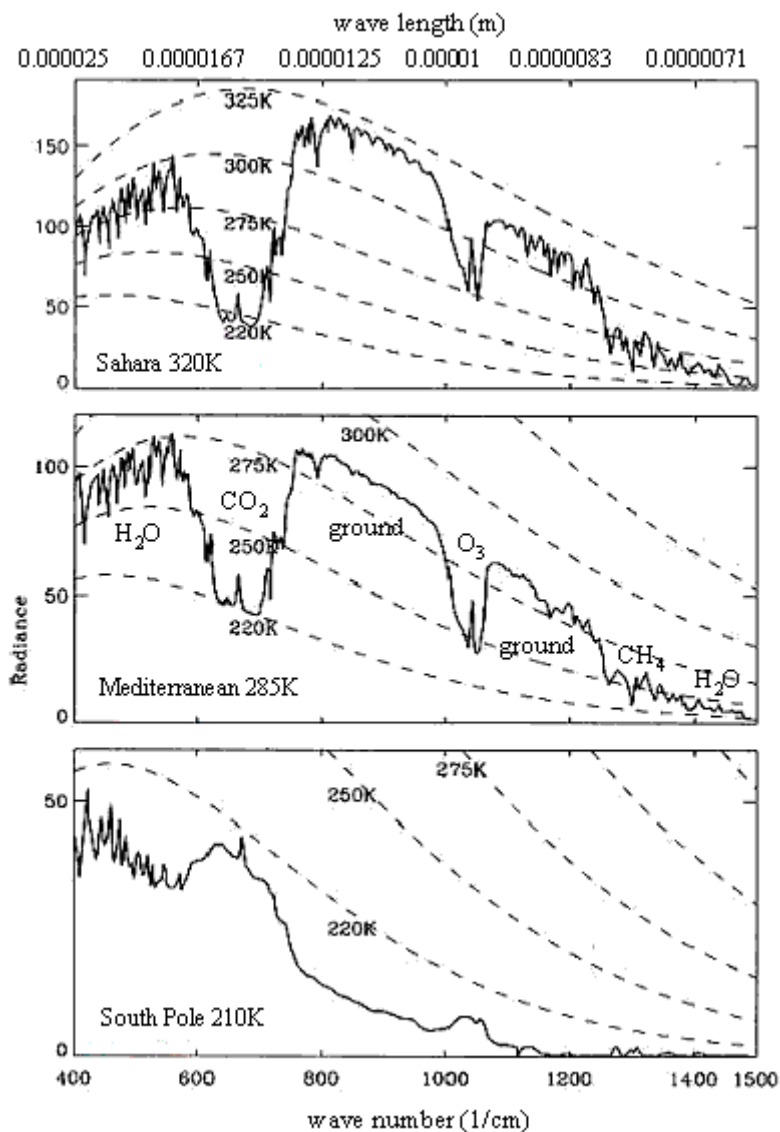


図-2 人工衛星ニンバス 4 号で測定した地球放射スペクトル分布

これら観測結果に関する優れた解析は Kiehl and Trenberth が 1997 年に発表している。⁴⁾

3.1 大気の間での知見

地表温度 320°K のサハラ砂漠をみてみよう。波長 0.000015m と 0.000008m の間は 320° K

の黒体放射の線に沿っているのはこれは地表で放射された赤外線がそのまま気象衛星に到達していることを意味する。この波長領域では大気は透明であることを示している。従ってこの範囲は「大気の窓」と呼ばれる。波長 0.000009m に小さな落ち込みがあるのはオゾンの吸収スペクトルがあるため、オゾンでは地表の放射を吸収し、対流圏中層の 275°K で再放射していることが分かる。

3.2 大気の窓以外の領域での知見

波長 0.000015m に吸収スペクトルがある二酸化炭素は地表近くで吸収されたものが対流圏上層の 220°K となる高度で再放射していることが分かる。

0.000018m より長波長の部分は水蒸気の吸収スペクトルに相当するところで対流圏中層の水の露点近傍の 275°K で再放射している。0.000008m から 0.000007m はメタンの吸収スペクトルに相当し、対流圏中層の 275°K で再放射している。0.000007m より短波長は水蒸気の吸収スペクトルに相当するところで対流圏中層の水の露点近傍の 275°K で再放射している。

地表温度 285°K の地中海は基本的にはサハラ砂漠と同じだが、地表温度は下がっている。南極では地表温度が 210°K と極端に低いため、二酸化炭素などは地表より高い温度で再放射している。

3.2 分光学的知見

赤外域に吸収スペクトルを持つ赤外線活性ガス(不透明ガス)のうち二酸化炭素ガスの振動・回転励起の吸収スペクトルは波長 0.000015m にある。ちょうど、地球放射が多いゾーンのため、影響は大きい。100%の二酸化炭素の吸収スペクトルは幅が狭いシャープなものである。しかるに大気中に二酸化炭素が 380ppm に希釈されている大気では吸収スペクトル幅が広がっている。そしてこの幅は放射温度が高いほど(即ち大気下層ほど)幅が広がっている。この吸収幅が広がる原因はドップラー幅(不均幅)という個々の分子の状態・環境の違いによるものと、寿命幅(均幅)という状態の寿命などの性格によるもので、不活性ガスの絶対量と関係ある衝突幅、圧力幅という分子間衝突頻度によるものである。

3.3 放射面はどこか？

地球上の場所に関係なく、「大気の窓」では放射面は地表である。それ以外では対流圏中・上層部から水蒸気、二酸化炭素、メタンなどの赤外線活性ガスが宇宙に向かって吸収スペクトルに対応する赤外線を放射していることがわかる。

4. 対流圏下部から対流圏中・上層への熱の移動法

IPCC のテクニカルペーパーのリーダーで気象学の権威サー・ジョン・T・ホートンは 1976 に書いた教科書「大気の物理学」で対流圏下層ではキルヒホッフの放射法則に従うことが知ら

れているとし、プランク黒体関数を放射伝達方程式の放射源関数に適用している。

しかし懐疑論者であるブラウンシュバイク工科大学、数理物理研究所のゲルハルト・ゲーリッヒ (Gerhard Gerlich) らは Atmospheric and Oceanic Physics 11 Sep 2007 掲載の論文「Falsification Of The Atmospheric CO2 Greenhouse Effects Within The Frame Of Physics」においてこの前提は簡略化しすぎて間違いであると指摘している。⁵⁾

実際の対流圏はキルヒホッフの法則とプランク関数で放射だけで熱移動する場ではない。分子過程からみると熱移動は放射と熱伝導とのいずれかである。放射は電子軌道の遷移に起因する殻内光子の放出である。これには緩和時間という時間がかかる。熱伝導はファンデルワールス力が働く直接衝突による殻外光子にかかわる現象である。これは対流圏下部のように気圧が高いところでは、放射より早い現象である。従って赤外線活性ガスに吸収された地球放射は緩和時間内で再放射される前に圧倒的多数の赤外不活性ガスに衝突、すなわち伝導で伝わり、温まった大気は浮力を得て対流を生じ、同時に水蒸気も上空に運ぶ。こうして対流で上層に吹き上がり、気圧が下がると大気は断熱膨張で冷え、含まれている水蒸気の露点以下となって水、即ち雨となって潜熱を放出するという形で熱は上空に運ばれる。すなわち「大気の窓」を放射の形で通過する熱以外の熱は対流で上空へと運ばれるとしている。

対流で上空に達した熱は気圧が低く、分子同士の衝突による熱移動即ち熱伝導より放射が優勢のため、赤外活性ガスの放射により宇宙に失われる。こうして太陽から受け取った熱と当量の熱が放射され、大気の気温は短期的には上下するが暴走することはないとしている。

5. 地球放射の計算値

前項の対流圏下部から対流圏中・上層への熱の移動法は放射ではなく対流であるという説はニンバスの観測結果を説明できるのか、試算してみた。Kiehl and Trenberth は上向きと下向きの放射量測定値を分析しているがここでは太陽光輻射は下向きの、地球放射は上向きの放射のみを検証した。

5.1 太陽光放射

まず地球が太陽より受け取る放射を計算する。太陽を黒体とすれば太陽表面での太陽放射 B_{λ}^{Sun} は次ぎのプランク関数で表現される。

$$B_{\lambda}^{\text{Sun}} = (2hc^2/\lambda^5)(1/(e^{(hc/\lambda kT)} - 1))$$

ここでプランク定数 $h=6.626 \times 10^{-34}$ Js

光速 $c=3 \times 10^8$ m/s

ボルツマン定数 $k=1.38 \times 10^{-23}$ J/K

自然対数の底 $e=2.718281$

波長 $\lambda = \text{m}$

$2hc^2 = 1.193 \times 10^{-16}$ Jm²/s

$$hc/k=1.44 \times 10^{-2} \text{ mK}$$

黒体温度 $T=5,780^\circ\text{K}$

太陽放射 B_{λ}^{Sun} と地球軌道での太陽光放射 $B_{\lambda}^{\text{sunshine}}$ の関係は次式が成立する。

$$B_{\lambda}^{\text{sunshine}} = B_{\lambda}^{\text{Sun}} (R_{\text{Sun}}^2 / R_{\text{Earth's orbit}}^2) = B_{\lambda}^{\text{Sun}} (1/215^2)$$

ここで R_{Sun} は太陽の半径

$R_{\text{Earth's orbit}}$ は地球軌道半径

$$R_{\text{Earth's orbit}} / R_{\text{Sun}} = 215$$

太陽実効温度 $T=5,780^\circ\text{K}$ での地球軌道上での太陽光放射 $B_{\lambda}^{\text{sunshine}}$ を $\lambda=0.0000001\text{m}$ から 0.000003m の範囲で描くと図-3 の滑らかな曲線になる。実際にはオゾンや水蒸気による吸収があるため、デコボコの透過スペクトルとなる。

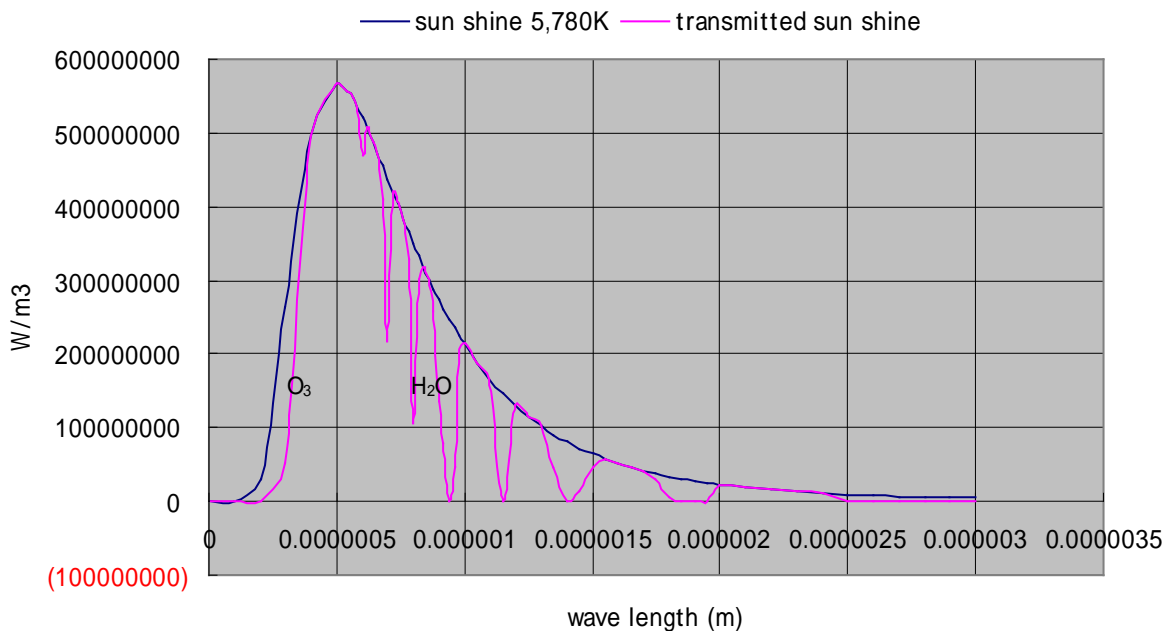


図-3 太陽光放射スペクトル分布 $B_{\lambda}^{\text{sunshine}}$ とデコボコの透過スペクトル

全方向太陽光放射 πB^{sunshine} はプランク関数を波長 $\lambda=0.0000001\text{m}$ から 0.000003m に渡りエクセルで区分積分した。

$$\pi B^{\text{sunshine}} = \pi \int B_{\lambda}^{\text{sunshine}} d\lambda$$

全波長に渡る全方向太陽光放射 πB^{sunshine} は次ぎのステファン・ボルツマンの式でも計算できる。両者は 2% の誤差で一致した。

$$\pi B^{\text{sunshine}} = \sigma T^4 (1/215^2) \quad (\text{J/m}^2\text{s or W/m}^2)$$

この数値は地球断面積基準の受熱量で $1,369 \text{ (W/m}^2)$ となった。これは人工衛星 ACRIM (Active cavity Radiometer Irradiance Monitor) が測定した太陽定数 (太陽フラックス) $F=1,369 \text{ W/m}^2$ と同じである。

地球の表面積は断面積の 4 倍であるから

$$\text{地球表面基準} = \text{地球断面基準} / 4$$

従って地球表面積当たりの太陽光放射は 342.3 W/m^2 となる。

5.2 大気が赤外線活性ガスを含まないときの地球放射

さて地表に達した太陽光放射は地表を暖める。暖められた地表はプランク関数に従う黒体放射をし、そのスペクトル分布 B_λ^{Earth} ($\text{J/m}^2\text{s or W/m}^2$) となる。 B_λ^{Earth} を波長 $\lambda=0.000002 \text{ m}$ から 0.00003 m まで地球放射面温度 $T=325^\circ\text{K}$, 300°K , 275°K , 250°K , 220°K についてプロットすると 図-4 地球放射のスペクトル分布 B_λ^{Earth} のようになる。

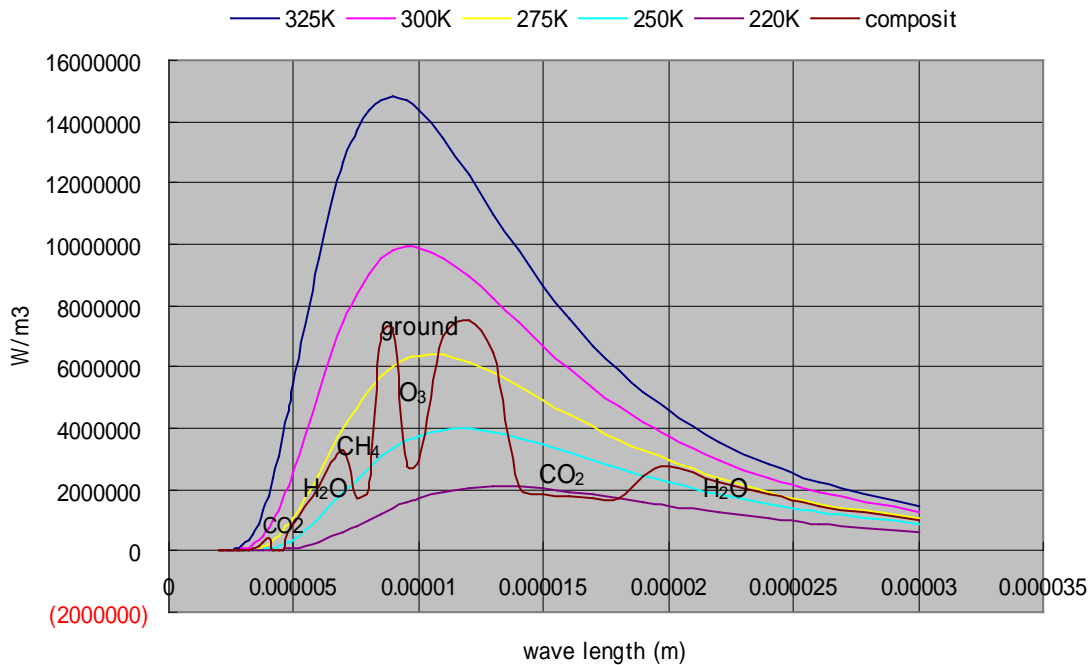


図-4 地球放射のスペクトル分布 B_λ^{Earth}

スペクトル分布を波長 2 mm から 100 mm に渡ってプランク関数をエクセルで区分積分すると全方向地球放射 B^{Earth} が得られる。

$$\pi B^{\text{Earth}} = \pi \int B_\lambda^{\text{Earth}} d\lambda \quad (\text{J/m}^2\text{s or W/m}^2)$$

全波長に渡る全方向地球放射 πB^{Earth} はプランク関数を全波長にわたり積分したステファン・ボルツマンの式でも表示でき、両者は数%の誤差で一致した。さて大気が赤外活性ガスを含まない透明気体とすると、大気が赤外線活性ガスを含まないとき、地表温度は $T_e = -18^\circ\text{C} = 255^\circ\text{K}$ となるとされている。このとき

$$\pi B^{\text{Earth}} = \sigma T_e^4 \quad (\text{J/m}^2\text{s or W/m}^2)$$

の関係が成立し、 $\pi B^{\text{Earth}} = 239.7 \text{ (W/m}^2)$ となる。このときのスペクトル分布は $T_e = 255^\circ\text{K}$ としたときの黒体放射となる。

5.3 太陽光放射と地球放射の均衡

地球は次式のように全波長に渡る太陽光放射 B^{sunshine} と地球放射 B^{Earth} が釣り合っていて平衡となっている。

$$\pi B^{\text{sunshine}} (1-A) = \pi B^{\text{Earth}}$$

ここで A をアルベド (Albedo 全球反射率) とすれば

$$A = 1 - (\pi B^{\text{Earth}} / \pi B^{\text{sunshine}}) = 1 - (239.7 / 342.3) = 0.3$$

となり、ニンバス 7 号の観測結果から得られた数値となる。

5.4 大気が赤外線活性ガスを含むときの地球放射

地球は赤道と極では気温が異なるが、ここでは平均気温で計算する。地表の平均放射温度を $15^\circ\text{C} = 288^\circ\text{K}$ とする。それぞれの赤外線活性ガスの平均放射温度を水蒸気 $= 270^\circ\text{K}$ 、炭酸ガス $= 216^\circ\text{K}$ 、オゾン $= 250^\circ\text{K}$ 、メタン $= 250^\circ\text{K}$ とした時の合成スペクトル分布 B_λ^{Earth} を図-4 のコンボジット曲線で示した。この数値は宇宙に放射される正味の放射とする。

この時の地表、各赤外活性ガスの放射面での地球表面基準の放射の内訳は表-1 のようになる。

放射面	放射温度 °K	地球表面基準 W/m ²	比率 %
大気の窓を通過する地表放射	288	94.8	39.5
水蒸気	270	119.8	50.0
二酸化炭素	216	18.1	7.5
メタン	250	2.7	1.1
オゾン	250	4.4	1.8
$\pi B^{\text{Earth}} = \sigma T_e^4$ ($T_e = 255^\circ\text{K}$)	255	239.7	100

表-1 地球放射の内訳

大気が赤外線活性ガスを含むときの地表温度 15°C と含まないときの-18°C の差である 33°C が温暖化効果といわれるものである。

6. 地表と対流圏中・上層部放射面間の熱移動モデル

IPCC がその報告書で解説しているモデルは一般的教科書のキルヒホッフの法則に従い、放射による熱移動が生じるとしている。しかし透明ガスである窒素と酸素が 99%以上ある中に 1%以下の水蒸気、二酸化炭素、メタン、オゾンなどが混ざっている混合大気では不透明ガスが吸収する地表の放射は再放射されるまえに伝導で透明ガスに伝わり、再放射は殆ど行われぬ。したがって地表上 10m の区間で大気に吸収された放射熱は大気を暖め、浮力を生じ対流が発生する。こうして顕熱と大気に含まれる水分の蒸発潜熱は対流で上層に輸送されることになる。空気が希薄になり、伝導に時間がかかる場所に到達して初めて放射が行えるようになる。

このような観点から熱の流れを図-5 のように図解した。数値は表-1 に整理した放射内訳で単位は W/m^2 である。

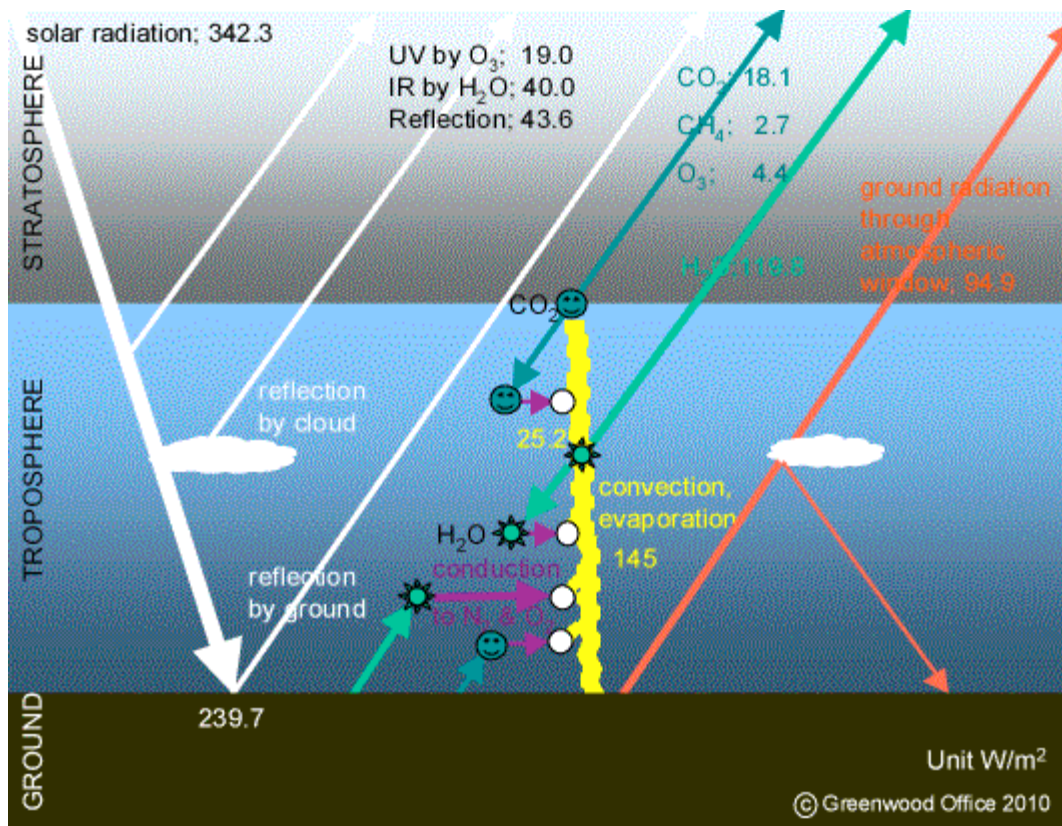


図-5 熱の流れ図

「大気の窓」に該当しない帯域の地表放射は途中で赤外活性ガスで途切れている。これは大気中下層で赤外放射が水蒸気や二酸化炭素などに吸収された時、再放射する前に熱は隣の透明ガスに伝導する。伝導で不透明ガスから受け取った熱は対流により、上空に対流で移動する。水平の矢印が伝導を表し、縦の蛇行太線が対流・蒸発・凝縮による熱輸送を示している。オゾンとメタンは二酸化炭素にまとめて表示した。対流圏上層部では伝導が少なくなり、放射が優

勢になる。このとき、地表に向かう放射は下層で捕捉されて伝導と対流で上層へとリサイクルされ、地表には戻らない。

7. 対流と気温減率について

対流圏の高度は緯度によって異なるが平均 11km である。実測値を整理して International Civil Aviation Organization (ICAO)では高度、気圧、気温のモデル式を次のように定めている。

$$P = P_0 \left(\frac{T_0 - L H}{T_0} \right)^{g_0 M / (R L)}$$

ここで地表の気圧 $P_0 = 101.3$ (kPa)

地表の温度 $T_0 = 288.15$ (°K)

高度 H (m)

ガス定数 $R = 8.31432$ (J/K/mol)

地表における重力の加速度 $g_0 = 9.80665$ (m/s²)

地表の大気平均分子量 $M = 0.0289644$ (kg/mol)

対流圏の鉛直方向の温度勾配で気温減率(Temperature Laps Rate) L

$H < 11\text{km}$ では $L = 0.0065$ (K/m)

$20\text{km} > H > 11\text{km}$ では $L = 0$ (K/m)

$g_0 M / (R L) = 5.25588$

高度 15km までこの式で計算した気温減率は図-6 のようになる。

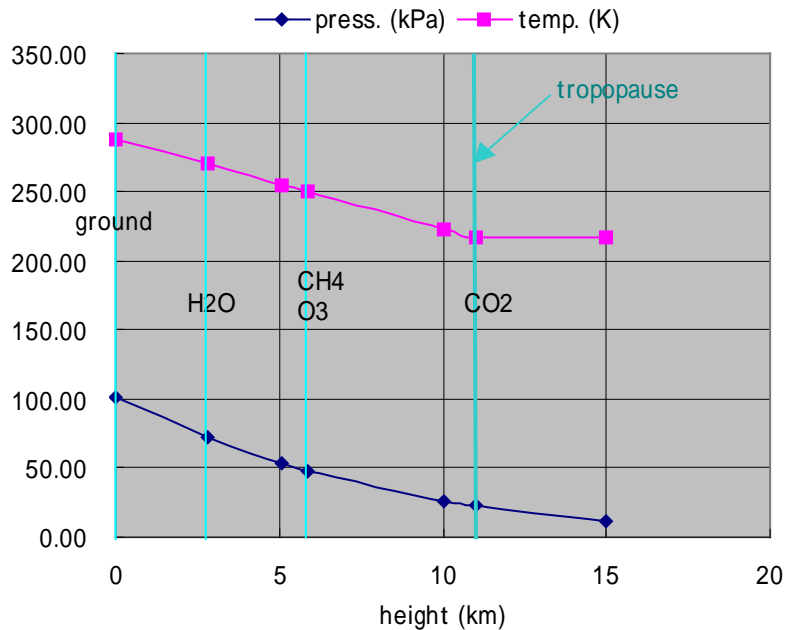


図-6 気温減率

なぜこのような気温減率になるのだろうか？乾燥空気の断熱膨張温度降下は

$$T_2 = T_1 (P_2/P_1)^{e(k-1)/k}$$

ここで e は膨張のポリトロプ効率

$$k = C_p/C_v$$

$$C_p = 6.713 + 0.0004697T + 0.000001147T^2 - 0.0000000004695T^3 \quad (\text{kcal/kgmol K})$$

$$C_v = C_p - R$$

ここで R=1.987 (kcal/kgmol K)

とすると

$$e = 0.66$$

となる。この効率は断熱膨張と再混合による結果であろう。

8. なぜ二酸化炭素濃度が温暖化に殆ど寄与しないように見えるのか？

図-4 地球放射のスペクトル分布 B_λ^{Earth} を見ればわかるように各赤外線活性ガスの放射温度と吸収スペクトル幅が変わらなければ、地球放射量は一定である。

吸収スペクトル幅は赤外線活性ガスの種類と気圧によって規定されるだけで赤外線活性ガスの濃度によって幅が変わると気象学者が言っているのを不勉強で知らない。幅が変わらなければ放熱量に影響しないだろう。

放射温度は放射と伝導との拮抗できまるため、気圧が一定であれば放射温度も放射高度も一定ではないか。真鍋の追従者である気象学者達は二酸化炭素の濃度が高まると放射高度が高くなり、放射温度がさがって、(図-4 の二酸化炭素吸収スペクトルの凹みの底が下がる)放熱量不足となり温暖化するという。しかし二酸化炭素濃度が上がっても放射高度では空気が希薄となり、放射が優勢のため、対流の結果生じる温度減率はゼロとなり、温度が下がることはないと言えそう。

化石燃料の燃焼によって二酸化炭素濃度が増えるということは酸素を二酸化炭素に変換することだから、気圧への影響はごく少ないだろう。浮力は圧倒的多数である赤外線不活性ガスによって決まるため、二酸化炭素濃度が対流に大きな影響を与え、温度減率に影響あるとも思えない。

9. 温暖化説と懐疑論の整理

地球温暖化説には二つの流れがある。一つは IPCC 報告書のリーダーである、ホートンの教え子で形成される欧米の気象学者の流れである。二つ目は真鍋の教えを受け継ぐながれで当然日本の学者が多い。

ホートンは対流圏の放射伝熱はキルヒホッフの法則に従うと昔からされて来たと他人事のよ
うにいうだけで、理由は説明しない。無論、分子運動にもふれているが、それは空気が希薄な
大気上層で成立する現象としている。

真鍋とその教えを守る日本の気象学者は図-7 のような真っ直ぐな気温減率を仮定し、二酸化
炭素濃度が増すと大気上層の二酸化炭素濃度が増し、放射高度が上がると主張する。このとき
放射温度は温度が下がれば（図-4 の凹みの底が沈む）地球放射総量が減り、温暖化となると説
明する。しかし放射高度であるということは放射が他の透明ガスとの衝突による伝導より優勢
になるということであり、放射は温度減率をゼロにしてくれるはずであると考えられる。こ
うして放射気温減率が放射面で折れ曲がって高さに関係なく、一定になるのが懐疑論の考え方
であり、図-7 の折れ線グラフとなる。この折れ曲がった温度減率は図-6 と同じものだ。

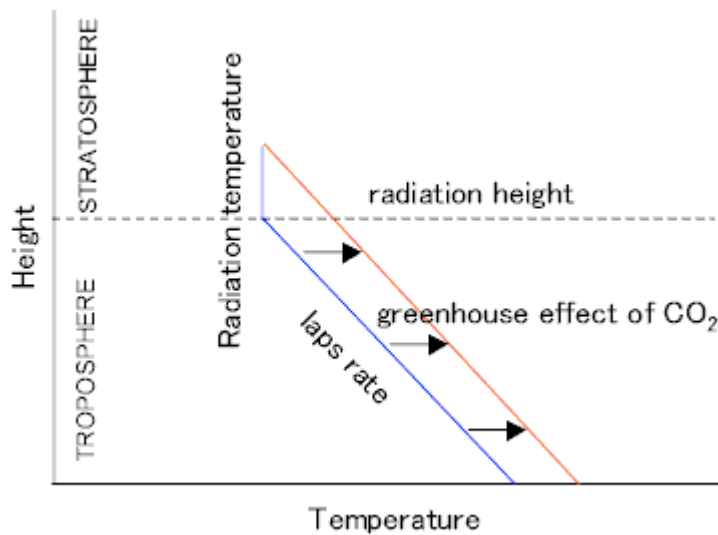


図-7 二酸化炭素濃度温暖化仮説と懐疑論の対比

高層大気では、大気密度が薄いため、分子衝突は頻繁に起こらず、振動励起分子や回転励起分
子は放射により励起エネルギーを失う状況にあるので放射が優勢になる。放射優勢のおかげで
上空の温度が下がるなどといことはない。仮に放射が優勢にならなくとも大気が増えるわ
けではないので、対流圏が上に膨張するといこともない。気温減率は対流が作り出すものだから
気温減率は上に伸びようがないのである。このように真鍋説は分子運動を軽視しているよ
うに感ずる。

10. コンピュータ・モデル

世界中の気象学者は真鍋が工夫した「鉛直 1 次元放射対流モデル」を更に 3 次元に展開した
コンピュータ・モデルに依存している。米、英、日がそれぞれ巨費をかけて開発したスーパ
ーコンピュータ上でこのモデルを走らせ、ご神託をえているという構図は変わらない。このコン
ピュータ・モデルの詳細は明らかにされていないが、IPCC の解説書や関係する気象学者、懐疑

論者が書いたものを読む限り、3次元に展開したといえども鉛直方向のモデルは真鍋の簡易モデルを踏襲したもののようである。なぜなら毎秒 100 テラフロップスの地球シミュレーターで現モデルを使い 100 から 7km 程度のメッシュに切って数値計算するだけで目一杯である。そして計算機が必要とする空調動力 10MW にもなる。仮に開発中の 10 ペタフロップス(京速)スパコンが仕分けされずに開発に成功したとしてもこの 100 倍に過ぎない。だからオングストローム・レベルのメッシュに切って、分子の衝突、回転、緩和過程を同時に計算することは殆ど不可能なことが分かる。人類は大気モデルを分子レベルまで分解して数値解析できるコンピュータを持つことは永遠にこないのではないかと私は思う。

11. 結言

気象学の権威に挑むなどという野心も力もないが、権威が言うことに疑義があり、巷にあふれる懐疑論に説得力がある以上これをまじめに検討することは価値あることではないだろうか。どちらが正しいかは懸命な読者の判断に任せられている。

それにしても 2000 人以上の学者が IPCC のレポート作成に携わっており、大した疑問も抱いていないということも不思議なことだ。察するところ気象学者は巨視モデルばかり考えているのでスーパーコンピューターのモデル造りでもマイクロな現象は無視して考えない。分子や原子レベルの運動方程式を解いている物理学者は研究費もないし、大気分子モデルに取り組むインセンティブもない。素粒子よりマイクロのクォークを研究したほうが脚光を浴びる。このように学会の縦割り構造の結果、互いに干渉もせず、それぞれがタコ壺に入って幸せなのか。また仮に縦割りの壁を撤去してモデルができてこれを計算できるコンピュータが理論的に可能だということでもないようだ。気象観測衛星の精度をあげて精密な放射スペクトル観測を継続して経年変化を記録し、二酸化炭素吸収スペクトルの凹みの底が下がるか観測しても太陽輻射が一定であるかぎり意味ある変化は見つからないのではないか。本当のことは誰も分からないのではないか。

蛇足だが、ガリレオは時のローマ法王庁の圧力に屈服したが、結局間違っていたのはローマ法王庁のほうだったのである。

詳細な裏付け資料は著者のサイト「Seven Mile Beach File」<http://www.asahi-net.or.jp/~pu4i-aok/>の論文集に掲載の「グローバル・ヒーティングの黙示録」にある。

参考文献

- [1] IPCC 第 4 次報告
- [2] Manabe and Wetherald, "1D Radiative-Convective Model" 1967
- [3] John Theodore Houghton, "Physics of atmospheres" Cambridge University Press 1976
- [4] J.T.Kiehl and Kevin E. Trenberth, "Earth's Annual Global Mean Energy Budget" Bulletin of the American Meteorological Society Vol. 78, No.2, February 1997
- [5] Gerhard Gerlich, et al "Falsification Of The Atmospheric CO2 Greenhouse Effects Within The Frame Of Physics" Atmospheric and Oceanic Physics 11 Sep 2007 version4. 2009