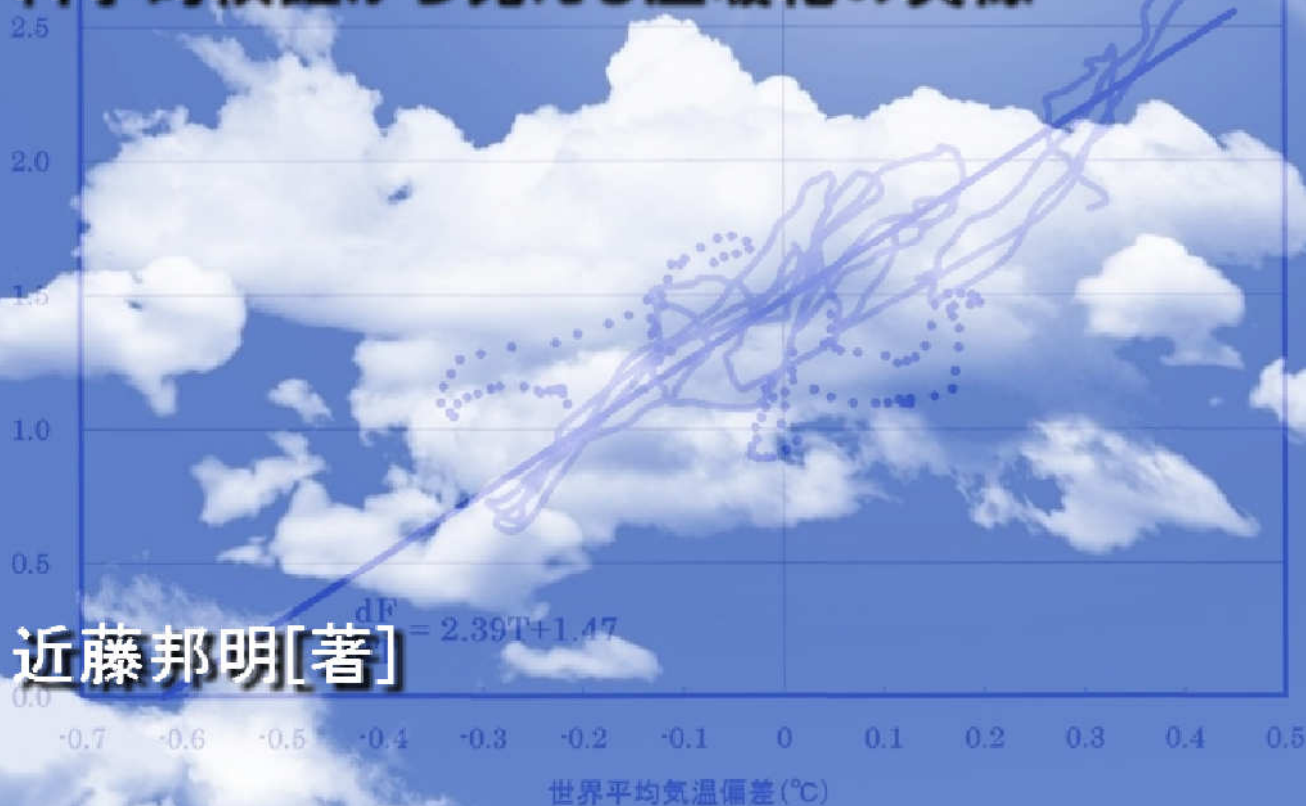


シリーズ[環境問題を考える]7

温暖化とは何か

科学的検証から見える温暖化の実像

大気中CO₂温度変化率(ppm/年)

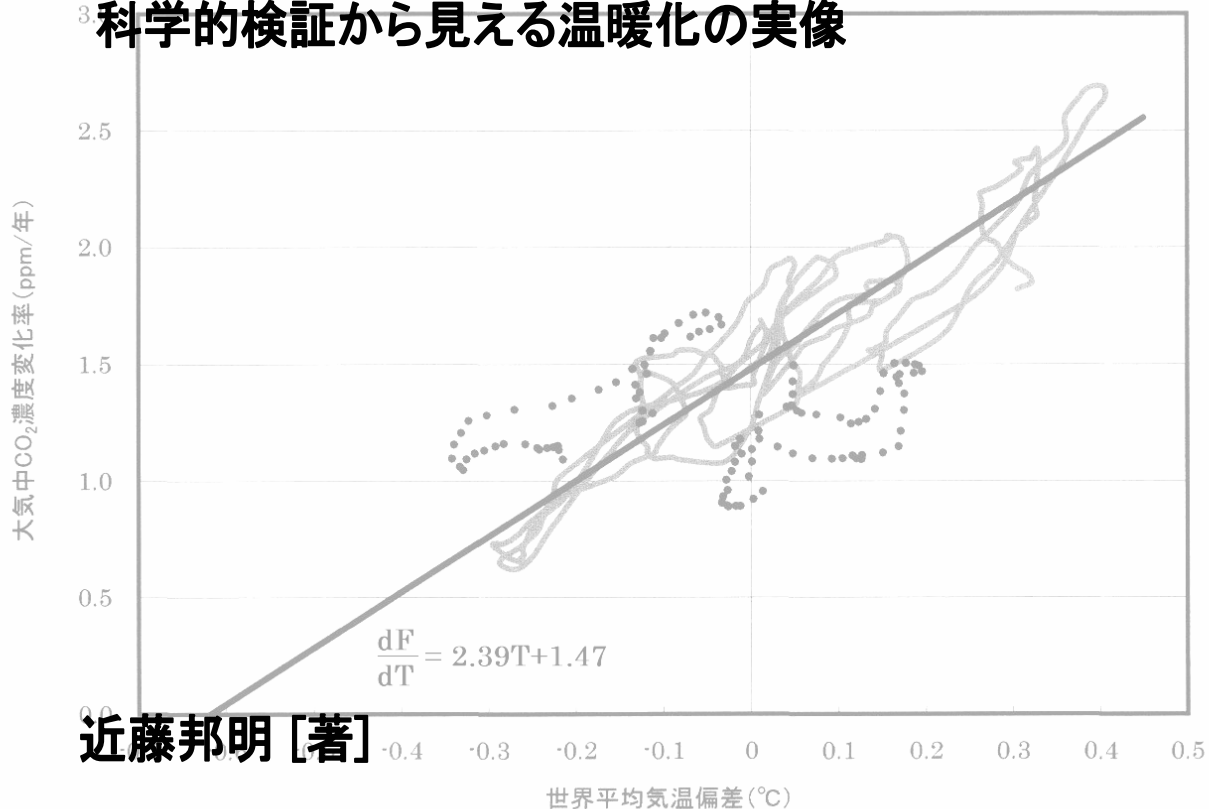


近藤邦明[著]

シリーズ [環境問題を考える] 7

温暖化とは何か

科学的検証から見える温暖化の実像



近藤邦明 [著]

はじめに

日常生活の中で何気なく見ている情報番組やニュース、あるいは新聞記事の中に「温暖化」の話題を目にしない日はありません。

私たちの生活の中にはじめて温暖化という言葉が現れたのは、おそらく 1992 年にリオデジャネイロで開催された「環境と開発に関する国際連合会議」以降のことではないでしょうか。この会議で国際的な温暖化対策に関する基本的な対応を定めた「気候変動に関する国際連合枠組条約」が提起されました。

地球の気象現象は、直接的にミクロレベルの物理・化学現象から地球の惑星運動までを包括しています。また、無機的な現象だけではなく地球の表面環境に生息する生命系の活動からも大きな影響を受けています。更には太陽活動の消長が決定的に重要な役割を果たしています。

このように、気象現象とは広範囲の物理・化学・生命現象の全てに関わるとても複雑な現象です。その全体像は現在でもほとんどわかっていないのが実情です。

気候変動に関する枠組条約は、大きな不確定性を持っている気象現象の中から、人為的な温室効果ガス放出の影響による「温暖化の脅威」の『可能性』が否定できないという主張を論拠に、予防原則によって政治・経済的に提起されたものです。

その結果、温暖化に対する対応は常に世界の政治・経済政策が主導するものとなり、気象研究には人為的な温室効果ガス放出の影響による温暖化の脅威が事実であることを証明することだけが求められています。こうした思惑に沿った気象研究には破格の財政的補助が行われる一方で、自然科学としての本来の自由な研究環境が失われています。自然科学の一分野としての気象研究の悲劇です。

2015 年 12 月にパリで開催された気候変動に関する枠組条約第 21 回締約国会議において 2020 年以後の締約国に対する行動義務を定めた「パリ協定」がまとめられ、温暖化の自然科学的な不確定性を置き去りにしたまま、温暖化対策という名の経済政策だけが暴走を始めています。

こうした社会状況の下で、初等中等教育現場では政治主導による「温暖化教育」が行われています。残念ながらその中には、従来の初等中等教育の中で行われてきた教育内容と明らかに矛盾する内容、あるいは科学的な合理性の疑われる内容が含まれています。

本書は、主に中等教育を受けている生徒や大学教養課程で学ぶ学生などの若者を対象として、今後の世界に長期間にわたって大きな影響を与えることになる温暖化問題について、基本に戻って自然科学の問題としてその実像を示すことにします。

目 次

1. 歴史的に見た 20 世紀末の温暖化.....	3
1-1 地球の気温変動.....	4
1-2 ミランコビッチサイクルと気温変動.....	5
1-3 完新世の気温変動と現在.....	5
[補足 1] ミランコビッチサイクル.....	8
[補足 2] ホッケースティック曲線.....	8
2. 産業革命以後の CO ₂ 濃度の上昇機構.....	10
2-1 入出力のある安定した系の条件.....	11
2-2 地球の対流圏大気を巡る CO ₂ の循環構造.....	13
2-3 大気中 CO ₂ 濃度に対する化石燃料消費の影響.....	14
2-4 自然現象の実体を無視した人為的 CO ₂ 蓄積説.....	15
[補足 3] CO ₂ の水への溶解反応.....	24
[補足 4] CO ₂ 循環モデルと人為的 CO ₂ 蓄積モデル.....	24
3. 地球大気の温室効果.....	28
3-1 温室効果の仕組み.....	29
3-2 赤外活性を持つ気体分子の地表面放射に対する放射・吸収特性.....	32
3-3 産業革命以後の人為的な CO ₂ 濃度上昇による昇温効果.....	33
3-4 温室効果という赤外活性に対する誤った認識.....	34
3-5 赤外活性を持つ気体分子の密度変化が気温に与える影響.....	37
[補足 5] 黒体放射とステファン・ボルツマンの式.....	45
[補足 6] スベンスマルク効果.....	45
4. 温暖化の実像.....	47
4-1 気温変動の諸相.....	48
4-2 人為的原因による温暖化.....	51
都市化による異常高温.....	51
砂漠化の進行による乾燥化.....	53
4-3 温暖化と異常気象への対応.....	54
おわりに.....	56

1. 歴史的に見た 20 世紀末の温暖化



気候変動に関する国際連合枠組み条約が 1994 年に発行して四半世紀が過ぎました。2015 年 12 月にパリで開催された同条約第 21 回締約国会議(COP21)で、2020 年以降の締約国の順守すべき枠組みをまとめた通称「パリ協定」が採択されました。パリ協定の目的では次のように述べています。

パリ協定第二条（目的）

1-(a) 世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも 2°C 高い水準を十分に下回るものに抑えること並びに世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも 1.5°C 高い水準までのものに制限するための努力を、この努力が気候変動のリスク及び影響を著しく減少させることとなるものであることを認識しつつ、継続すること。

ここに述べられている内容は、従来の歴史認識からかけ離れた異様な内容であり、強い違和感を禁じえません。

「工業化以前」とは 18 世紀末に欧州で始まる産業革命以前を指すことは疑う余地はありません。14 世紀～19 世紀中盤までは、古代文明が興ってから現在までの人類史の中で、最も寒冷で人類にとって過酷な時期であり、「小氷期 (Little Ice Age)」と呼ばれてきました。世界中で農作物の不作、飢饉が頻繁に起こり、特に欧州では 3 度にわたるペストの流行で全人口の 1/3～1/2 が失われたと言われています。

パリ協定の内容は、この目的に書かれているように、寒冷で過酷な小氷期からわずか 1.5°C 程度気温が上昇することが、人類社会や生態系にとって著しいリスクを及ぼすことになるという認識を前提として組み立てられています。

ここでは 20 世紀末、1970 年代後半から 2000 年頃にかけて観測された気温の上昇が歴史的に見てどのように位置づけられるのか、そして本当に私たちの社会にとって重大なリスクを及ぼす脅威になるのかについて考えることにします。

1-1 地球の気温変動

地球は約 46 億年前に誕生しました。誕生した当初、地球は溶融した高温のマグマで覆われ、その表面温度は 1500℃を超えていたと考えられています。地球は熱エネルギーを宇宙空間に放出しながら冷却し続けています。

しかし、地球の表面環境の温度は単調に低下しているわけではありません。それは、固体地球の内部構造に階層性があるためです。地球の中心側の半径 1/2 程度は比重の大きな鉄を主体とする核が占め、その外側を鉄物質のマンテルと薄い地殻が覆っています。

マンテルは高温の下部マンテル（中心側）と比較的低温の上部マンテル（地表面側）の 2 層構造を持っており、各層ごとに対流しています。

上部マンテルの表面を覆う薄い地殻は、上部マンテルの対流に乗って絶えず移動しています。大陸地殻に載った大陸の 8 割以上が一つにまとまり巨大な大陸を形成した場合、これを超大陸と呼びます。超大陸は恒常的なものではなく、再び分裂を始めます。分裂した大陸は長い時間をかけて再び別の超大陸を形成することになります。

このように、大陸は上部マンテルの対流によって絶えず離合集散を繰り返しています。この大陸の形成・分裂のサイクルをウィルソンサイクルと呼びます。

陸地が超大陸を形成し始めると、上部マンテルから地表面環境に供給される熱エネルギー量が次第に小さくなり、寒冷化します。

超大陸ができると、低温の上部マンテルと高温の下部マンテルが入れ替わり、上部マンテルの温度が急激に上昇します。その結果、激しい火山活動を伴って超大陸は分裂し始め、地表面環境の気温が上昇します。

こうして、ウィルソンサイクルに伴って地表面環境は温暖な時期と寒冷な時期を繰り返しています。寒冷な時期には両極や高山に氷河が発達して氷河期になります。

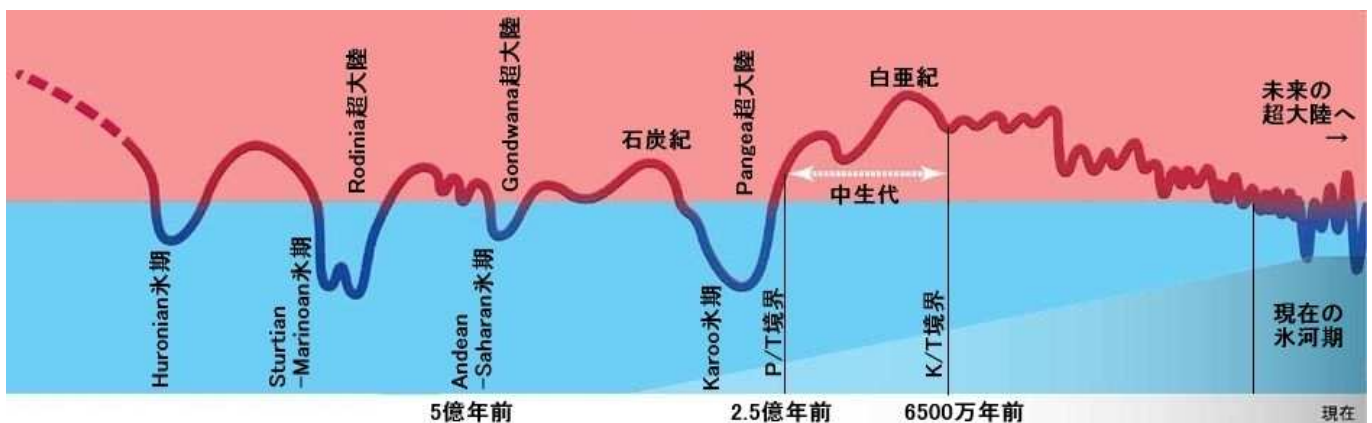


図 1-1 ウィルソンサイクルと気温変動の概要

図 1-1 に地球誕生から現在までの気温変動の概要を示します。気温を示す赤い曲線が青の範囲にある期間は氷河期であることを示しています。図の右端が現在です。2 億年程度後に現在のアジア大陸を中心とする次の超大陸アメイシアが形成されると考えられています。新生代に入ってから超大陸アメイシアの形成に向かって気温は低下傾向が続いており、500 万年ほど前に現在の氷河期に入りました。

1-2 ミランコビッチサイクルと気温変動

氷河期には地球内部から地表面環境に供給されるエネルギー量が小さいため、地表面環境の温度に対して太陽から供給される放射エネルギー量の影響が支配的になります。

100 万年くらい前から、10 万年程度の周期の気温変動が大きくなっています。これは、地球が太陽の周りを巡る公転軌道の扁平率の変化や地軸の傾きの周期変化、歳差運動によって太陽放射に対する吸収率が変化することによって起こる現象です。この周期的な変化をミランコビッチサイクルと呼びます（[補足 1]参照）。

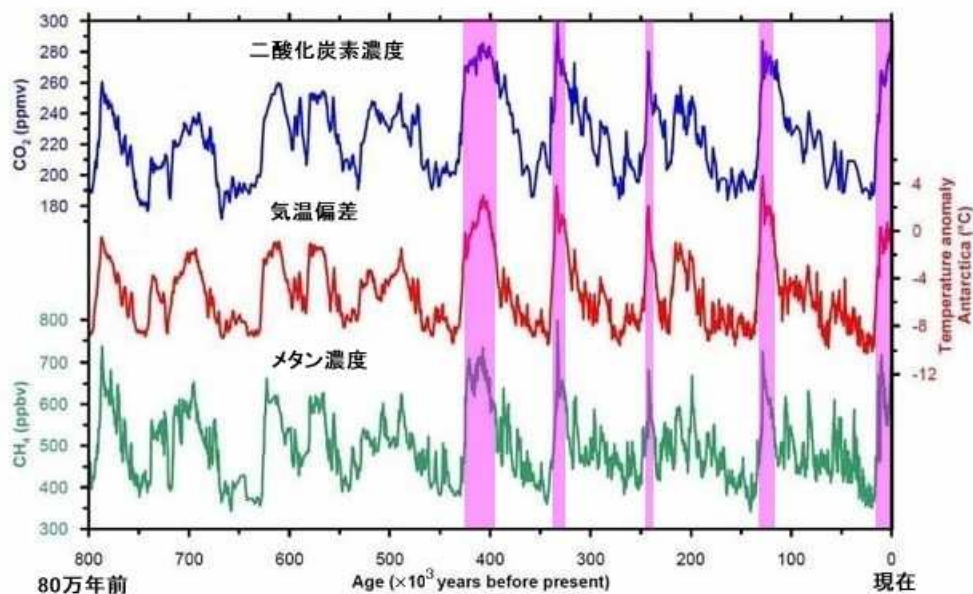


図 1-2 南極氷床アイスコア分析による過去 80 万年間の気温・CO₂ 濃度・CH₄ 濃度の変動

図 1-2 に桃色で示した比較的温暖な時期を「間氷期」、それ以外の寒冷な時期を「氷期」と呼びます。現在は図の右端であり、約 1 万年余り間氷期が続いています。この間氷期を地質年代的には完新世と呼びます。

現在の人類文明に直接つながるクロマニヨン人（ホモサピエンス - サピエンス）が登場したのは 5 万年程度前の完新世直前の氷期の只中だと考えられています。完新世直前の世界人口は 100 万人のオーダーであったと推定されています。完新世に入ってから、人口は数 1000 倍に爆発的に増加しています。これは、間氷期になって気候が温暖化したことで、地上の植物の生産性が向上したことが大きな要因の一つです。

1-3 完新世の気温変動と現在

ミランコビッチサイクルが顕著になったここ 100 万年くらいの期間では、氷期の最低気温と間氷期には 10°C 程度の気温差があります。

氷河期の中では比較的暖かい間氷期ですが、気温の変動がないわけではありません。

GISP2 の氷床の分析結果から復元した完新世の気温変動を図 1-3 に示します。

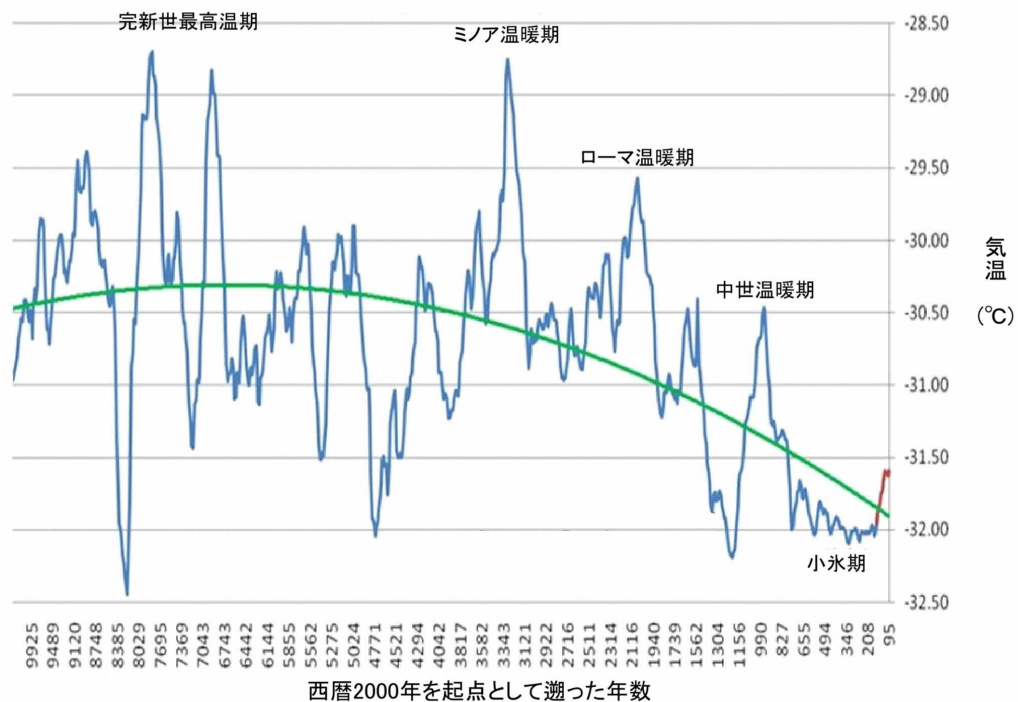


図 1-3 グリーンランド氷床の分析(Greenland Ice Sheet Project 2)から復元された完新世の気温変動

7000～8000 年ほど前に完新世の最高温期が現れました。この時期の気温は現在（右端）よりも 3℃程度高温でした。この時期は縄文海進の最盛期であり、現在よりも海面が 3～5m 程度高かったと考えられています。完新世最高温期には大河の周辺に古代四大文明が興りました。日本では縄文文明が栄えました。

3000 年ほど前のミノア温暖期にはクレタ文明に代表される地中海文明が栄えました。

2000 年ほど前のローマ温暖期にはローマ帝国が栄えましたが、その後、農地の酷使や寒冷化に伴う農業生産の不振で衰退しました。

1000 年ほど前の中世温暖期には、北欧のヴァイキングが隆盛を誇り、北はグリーンランド南部に入植し、西は北米大陸、南は地中海一円にまで勢力を伸ばしました。

現在では温暖な地中海周辺で盛んなワイン生産ですが、このころはイギリスでも盛んにワインが生産されていました。

日本では平安文明が爛熟期を迎え、奥州藤原氏が大きな勢力を持っていました。

その後、寒冷化が進み、13～14 世紀に「小氷期」と呼ばれる完新世で最も寒冷で人類文明にとって過酷な時代を迎えることになりました。

世界中で飢饉が頻発し、欧州では小氷期に 3 度にわたる黒死病（腺ペスト）の大流行が発生し、人口の 1/3～1/2 が失われました。またヴァイキングのグリーンランドの入植地もすべて放棄されました。

アジアでは、寒冷化による農業生産の減少を背景として、モンゴル帝国は鎌倉幕府を震撼させた元寇を含む南下政策をとりました。

小氷期の寒冷化の状況は絵画にも残されています。イギリスではテムズ川などが冬季に完全結氷し、氷上で市場が開かれている様子が残されています。



図 1-4 17～18 世紀のテムズ川の結氷

そして小氷期の終盤、18～19 世紀にイギリスを中心として欧州で産業革命が興りました。そして 19 世紀の中盤に、ようやく長く厳しかった小氷期が終わり、気温は次第に上昇し始めました。

20 世紀後半の急激な気温上昇は、何らかの人為的な影響がなければ起こりえない現象だという人もいます。しかし歴史的に見ると、現在はミノア温暖期以降およそ 1000 年周期で現れる気温極大期に位置しており、特異な現象ではありません。

また、産業革命の興った小氷期終盤から $0.6\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 程度気温が上昇していますが、それでも過去の文明が栄えた温暖期に比較すると低温です。

人為的 CO_2 地球温暖化説が蔓延し始めると、こうした歴史的な事実が著しく歪められることになりました。まるで産業革命以前の寒冷で過酷な時代であった小氷期が快適な気候であったかのような虚像が作られました。その象徴的な出来事の一つが IPCC 第 3 次評価報告書に掲載された Mann (1999 年) によって作成された近年の急激な気温上昇を捏造した「ホッケースティック曲線」でした ([補足 2]参照)。

ここまで見てきた歴史的な事実から、パリ協定が言うように産業革命前からの 1.5°C 程度の地球規模の全般的な気温上昇によって、環境リスクが著しく大きくなり、生態系に破滅的な影響を与えるという恐怖宣伝には科学的根拠がないことがわかります。

ただし、都市化の進行による不透水性舗装や工業的なエネルギーの集中的な使用に起因する局所的な異常高温化による被害は実在しています。しかし、この種の局所的な異常高温と地球規模の全般的な気温上昇は全く原因が異なる自然現象であることを認識しておかなければなりません。

[補足 1] ミランコビッチサイクル

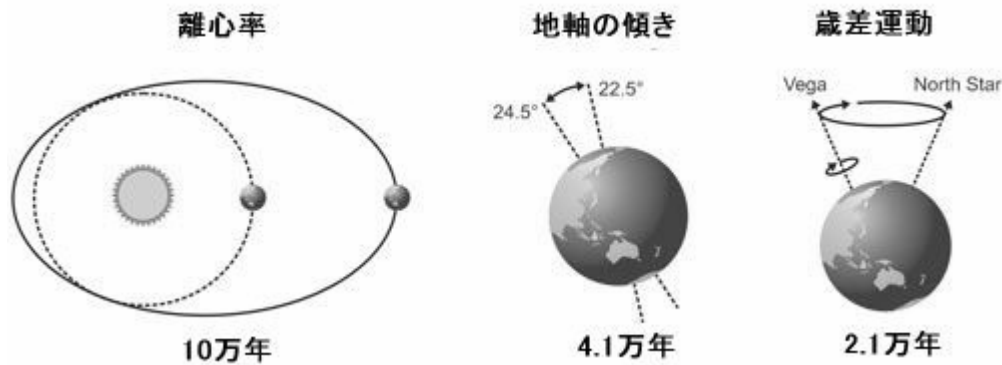


図 1-5 ミランコビッチサイクル

ミランコビッチサイクルとは、地球が太陽を巡る公転軌道の離心率、地軸の傾、地軸の歳差運動の周期的な変化です。それぞれ 10 万年、4.1 万年、2.1 万年の周期を持ちます。ミランコビッチサイクルによって、太陽放射から地球が受け取る有効太陽放射量に変化することで数万年のオーダーの長期的な気候変動が起こります。100 万年ほど前からは図 1-2 に見られる 10 万年周期の離心率の変化による影響が顕著に表れています。

[補足 2] ホッケースティック曲線

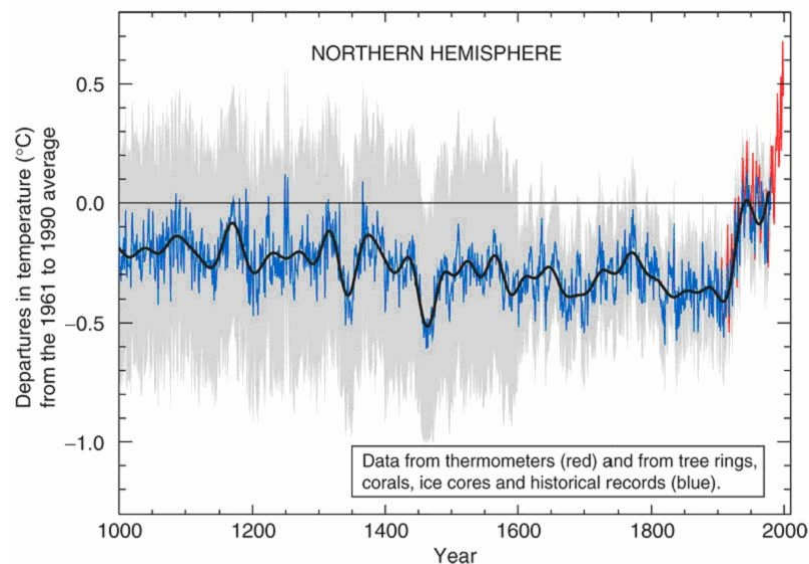


図 1-6 IPCC 第 3 次評価報告書に掲載された気温復元図

図 1-6 は、IPCC 第 3 次評価報告書 (2001 年) に掲載された気温復元図です。これは Michael Mann (1999 年) によって複数の気温復元データに対して統計処理をすることで作成されたものです。この図はその形状から「ホッケースティック曲線」として広く知ら

れることになりました。

この気温復元図によると、産業革命以前の気温は安定しており、産業革命以後に急激な気温上昇がみられます。歴史的な事実である西暦 1000 年前後の中世温暖期、その後の小氷期が消し去られており、当初から信憑性が疑われていました。

その一方で、人為的 CO₂ 地球温暖化説にとっては大変都合の良いものでした。IPCC が信憑性を疑問視されていた Mann の気温復元図を敢えて第 3 次評価報告書に採用した背景には、そうした意図があることは間違いないでしょう。

この気温復元図に疑問を持った Jaworowski (2003 年) は、Mann の使用したのと同じデータを使用して統計操作を検証したところ、故意かどうかはわかりませんが、明らかな誤りが発見されました。改めて統計処理した気温復元図を図 1-7 に示します。

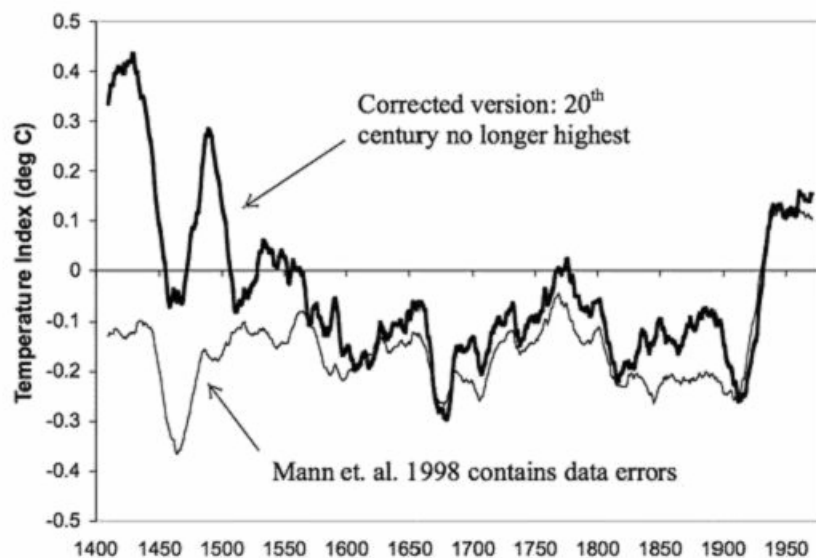


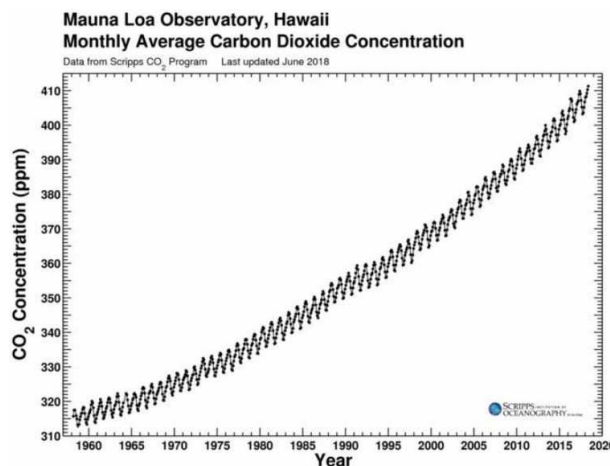
図 1-7 Jaworowski による気温復元図

この図からは、従来の歴史的事実である中世温暖期から小氷期への気温の低下傾向が読み取れます。しかし、この図は一般に広がることはなく、現在でも IPCC の権威に支えられた Mann の気温復元図を信じている人が大多数です。

【参考文献】

- 1) 丸山茂徳, 磯崎行雄 生命と地球の歴史 岩波新書 1998
- 2) 熊澤峰夫, 丸山茂徳 プルームテクトニクスと全地球史解説 岩波書店 2002
- 3) 桜井邦朋 眠りにつく太陽 祥伝社新書 2010
- 4) 槌田敦 新石油文明論 農文協 2002

2. 産業革命以後の CO₂ 濃度の上昇機構



大気中の CO₂ 濃度の系統的な観測が開始されたのはごく最近のことです。1958 年に米国の C.D.Keeling によって、南極のサウスポール基地とハワイのマウナロア山の観測所で連続精密観測が開始されました。

それ以前の大気中 CO₂ 濃度についての系統的なデータは、例えば図 1-2 に示したように南極氷床から切り出したアイスコアの成分分析から得られたものです。アイスコアの分析から、大気中の CO₂ 濃度だけではなく CH₄ 濃度も気温変動に同期して変動していたことがわかりました。

これらの気体の水への溶解反応は発熱反応です。環境の温度が上昇するとその変化を緩和するために逆反応である吸熱反応の方向へ平衡状態が遷移します。つまり、気温が上昇すると大気中濃度が上昇する方向に平衡状態が遷移するのです。

アイスコアの分析で得られた気温と大気中 CO₂ 濃度の関係については、誰もが気温変動が原因となって結果として大気中 CO₂ 濃度が上昇したと解釈しました。

Keeling は、彼の観測データをまとめたレポートの中で、観測期間中の大気中 CO₂ 濃度の上昇量は、同じ期間に人為的に放出した CO₂ の半量程度に見合う量であると報告しました。

現在、人為的 CO₂ 地球温暖化説を支持する気象研究者は、この Keeling のレポートを基に、産業革命以後の大気中 CO₂ 濃度の上昇量の全てが人為的に放出した CO₂ が大気中に蓄積した結果であるとしています。更には、産業革命以前とは逆に、CO₂ 濃度の変化が気温上昇の主因であると言います。

しかし、南極氷床の成分分析が示すように、気温変動による大気中 CO₂ 濃度変動という普遍的な現象がなくなったわけではありません。ここでは、地球の表面環境の炭素循環に即して大気中 CO₂ 濃度の変動機構を考えることにします。

2-1 入出力のある安定した系の条件

地球について、「稀に見る生命に溢れた奇跡の惑星」と言われることがあります。それは、地球の環境が生命の生息する条件を長期間、安定して維持していることによって保障されています。

宇宙の中で地球の環境は多様な生命が生息する極めて稀な存在ですが、それは決して壊れやすい脆弱なものではありません。多少の擾乱に対してはすぐに安定状態を回復する機能を持っています。環境問題を語るとき、「ガラスの地球」という情緒的な表現をすることがありますが、これは自然科学的には適切な表現ではありません。

地球を含めて、系外からの入力としてエネルギーや物質を取り入れ、同時に系外に出力としてエネルギーや物質を放出しながら安定した状態を維持している系のことを「定常開放系」と呼びます。

簡単な例として、穴の開いた水槽について考えることにします。

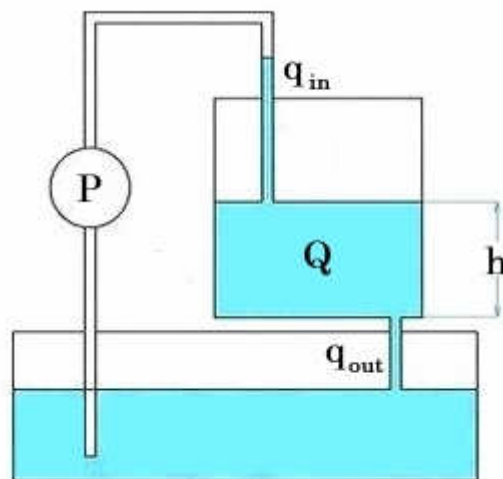


図 2-1 穴の開いた水槽モデル

図 2-1 に示すように、二つの水槽を用意し、下の水槽の水をポンプで上の水槽に汲み上げます。上の水槽には底に穴をあけておきます。

ポンプの出力が小さいうちは上の水槽には水は溜まらず、すぐに下の水槽に流れ落ちてしまいます。この時、上の水槽に時間当たりに流れ込む水量 q_{in} と下の水槽に流れ落ちる水量 q_{out} 、そして水槽に溜まっている水量 Q は次の通りです。

$$q_{in} = q_{out} > 0 \quad Q = 0$$

次第にポンプ出力を大きくすると上の水槽に水がたまり始めます。その時の関係は次の通りです。

$$q_{in} > q_{out} \quad Q > 0$$

そこでポンプの出力を一定に保つことにします。すると、上の水槽にはゼロではない入力 q_{in} と出力 q_{out} があるにもかかわらず、水量 Q は時間 t に対して変化しない状態になります。これが定常状態であり、上の水槽は一種の定常開放系と考えることができます。この時の関係は次の通りです。

$$q_{in} = q_{out} > 0 \quad Q = \text{一定} > 0 \quad \text{あるいは、} \quad \frac{dQ}{dt} = 0$$

この穴の開いた水槽に溜まっている水量 Q がどうして定常状態になるのかを考えます。上の水槽の穴から放出される時間当たりの水量 q_{out} は、水槽の水深 h の平方根に比例します（トリチェリーの定理）。比例定数を r とすると次の関係が成り立ちます。

$$q_{out} = r\sqrt{h}$$

q_{in} を一定に保つと、 $q_{in} > q_{out}$ の間は次第に水深が大きくなり、それに従って q_{out} も大きくなります。やがて $q_{in} = q_{out}$ になり、水深 h 、そして水量 Q も変化しなくなります。

このように、定常開放系を構成するシステムは入力と出力が釣り合うように調整する何らかの機構を必ず持っています。 q_{in} あるいは q_{out} が定常状態から外れた場合は、この調整機構が働いて速やかに定常状態を回復します。

一般に、自然環境という定常開放系の入出力の時間に対する変動は連続的で緩やか（＝準定常的な変化）です。水槽の例で考えれば、 q_{in} がゆっくり時間をかけて連続的に増加する場合に対応します。この時、 q_{in} と q_{out} の差は小さく、 q_{in} の変化を止めるとすぐに水量 Q の変化も止まります。

一般に、定常開放系の変化が準定常的に起きる場合、入力と出力の関係は常に $q_{in} \doteq q_{out}$ として差し支えありません。

例えば、地球の表面環境の温度状態は、入力である太陽放射量は緩やかに変動を繰り返していますが、平均的には有効太陽放射量と地球から宇宙空間への出力である赤外線放射量が釣り合うことで定常的な状態を維持しています。地球の熱収支について高校地学基礎の学習指導要領では次のように述べています。

『「地球全体の熱収支」については、太陽放射の受熱量と地球放射の放熱量が釣り合っていることを扱い、温室効果にも触れること。』

以上から、自然環境を構成する定常開放系は、以下の二つの特徴を持つことがわかります。

- ①定常開放系は、入力＝出力となるための何らかの調整機構を持っている。
- ②入出力の準定常的な変化に対して、常に入力 \doteq 出力として良い。

2-2 地球の対流圏大気を巡る CO₂ の循環構造

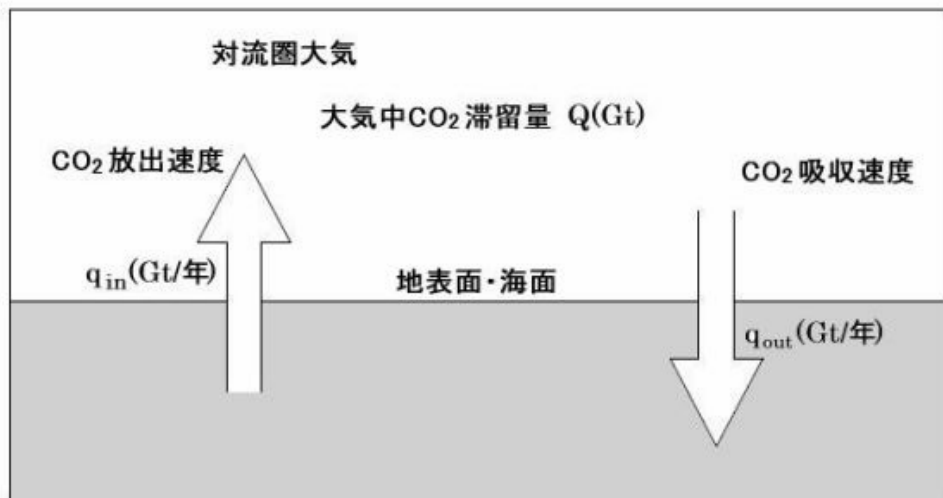


図 2-2 地球の表面環境と対流圏大気間の CO₂ 循環構造

図 2-2 に示すように、地球の表面環境と対流圏大気の間で CO₂ は絶えず循環しています。対流圏大気は CO₂ 循環に対して定常開放系を構成しています。

大気中の CO₂ に対する地表面環境の主要な吸収機構は陸上生態系の光合成反応と海洋への溶解反応です。この二つの反応の速度はいずれも大気中の CO₂ 濃度に比例します。

大気中の CO₂ 濃度は約 400ppm=400/1,000,000=1/2,500 と小さいため、近似的に大気中の CO₂ 量 Q に比例するとして差し支えありません。したがって、地表面環境の CO₂ 吸収速度 q_{out} は比例定数を r として次のように表すことができます ([補足 3]参照)。

$$q_{out} = r \cdot Q$$

定常状態は次のように表すことができます ([補足 4]参照)。

$$q_{in} = q_{out} = r \cdot Q$$

このとき、大気中の CO₂ 量は次のように表すことができます。

$$Q = \frac{q_{in}}{r} = \frac{q_{out}}{r}$$

地表面環境からの CO₂ 放出源は一つではありません。 q_{in} は各 CO₂ 放出源からの放出量 q_i の線形結合で表すことができます。

$$q_{in} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots = \sum_{i=1}^n q_i$$

したがって、一般的に Q は次のように表すことができます。

$$Q = \frac{q_{in}}{r} = \frac{1}{r} (q_1 + q_2 + q_3 + \dots) = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^n q_i$$

各 CO₂ 放出源からの Q に対する寄与 Q_i は次のように表すことができます。

$$Q_i = \frac{q_i}{r}, \quad (i=1 \sim n)$$

2-3 大気中 CO₂ 濃度に対する化石燃料消費の影響

2007年 IPCC 報告に掲載された地球の表面環境の炭素循環の概要を図 2-3 に示します。

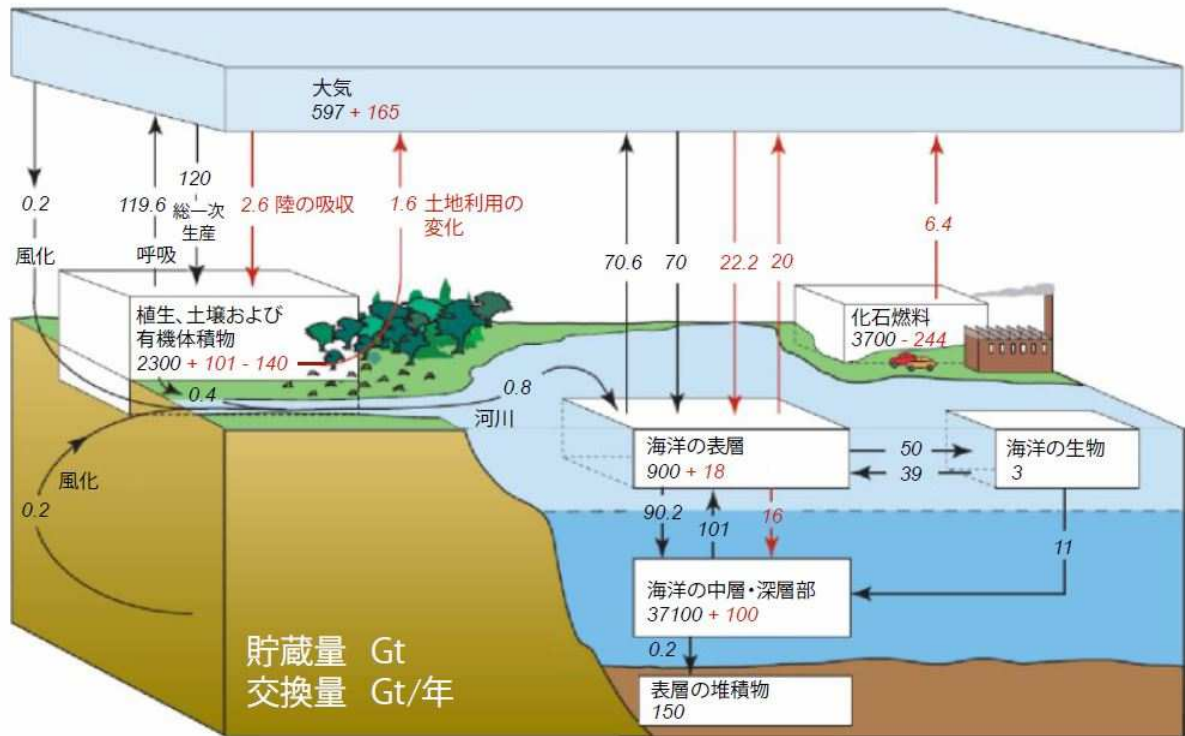


図 2-3 IPCC2007 年報告における炭素循環図

図 2-3 に矢印で示した数値は年間移動量を炭素重量で示しています。黒で示した矢印、数値は産業革命以前の炭素循環の値であり、赤で示した矢印、数値はその後の増加量を示しています。表 2-1 に産業革命以後の地表面環境からの CO₂ 放出の増加量を示します。

CO ₂ 放出源	CO ₂ 炭素重量	寄与率
海洋放出増加	20.0GtC/年	71.4%
土地利用の変化	1.6GtC/年	5.7%
化石燃料消費	6.4GtC/年	22.8%
合計	28.0GtC/年	100%

表 2-1 産業革命以降の年間 CO₂ 放出の増加量

この 200 年間余りの期間で最大の増加を示したのは海洋からの放出であり、全増加量の 70%以上を占めています。

次に、現在の炭素循環について考えます。図 2-3 の炭素循環図について、現在の比例定数 r を求めておきます。

$$r = \frac{q_{in}}{Q} = \frac{119.6 + 70.6 + 28.0}{597 + 165} = 0.2864 \quad (1/\text{年})$$

現在の地表面環境からの放出源毎の CO_2 放出量と大気中 CO_2 量 Q に対する寄与 Q_i とその体積濃度を表 2-2 に示します。

CO ₂ 放出源	q_i (GtC/年)	$Q_i = q_i/0.2864$ (Gt)	体積濃度 (ppm)
呼吸	119.6	417.6	196.1
土地利用変化	1.6	5.6	2.6
海洋放出	70.6 + 20	316.3	148.5
化石燃料消費	6.4	22.3	10.5
合計	218.2	762	357.7

表 2-2 大気中 CO_2 量に対する放出源ごとの寄与

以上から、産業革命以前から現在までの変化で、地表面環境からの CO_2 放出で最大の増加を示したのは海洋からの放出であり、全体の 71.4% を占めています。

人為的な放出は全増加量の 22.8% です。また、現在の大気中 CO_2 量 Q に対する寄与率は $22.3/762=2.9\%$ 、体積濃度にして 10.5ppm 程度です。産業革命以降の大気中 CO_2 濃度の上昇量は 100ppm 程度なので 90% 程度は自然変動です。

したがって、以下の二点が結論されます。

- ①産業革命以後の大気中 CO_2 濃度上昇の主因は気温上昇に伴う海洋からの CO_2 放出量の増加による平衡状態の遷移
- ②化石燃料消費をゼロにしても削減できるのは大気中 CO_2 量の 3% 程度、体積濃度にして 10ppm 程度

産業革命以降の大気中 CO_2 濃度上昇の主因が人為的に放出した CO_2 であるという通説の主張は誤りだったのです。

2-4 自然現象の実体を無視した人為的 CO_2 蓄積説

これまで見てきたように、産業革命以後の大気中 CO_2 濃度増加の主要な原因は、19 世紀後半に小氷期が終わり、その後の気温上昇で、①海洋からの CO_2 放出量が増加し、② CO_2 の海水への溶解反応が発熱反応であるため、平衡状態が大気中 CO_2 濃度の増加する方向に遷移した結果なのです。

通説とは異なり、 CO_2 濃度上昇の主因は、氷期-間氷期サイクルの気温変動に伴う変化と同様に、気温上昇という自然現象なのです。しかし、現在大多数の人々は産業革命以後

の大気中 CO₂ 濃度の上昇は、主に人為的な化石燃料の燃焼から放出されている CO₂ が大気中に「蓄積」したからだと信じています。ここではこの「人為的 CO₂ 蓄積説」を概説すると同時に、その基本的な誤りを指摘しておきます（[補足 4]参照）。

人為的 CO₂ 蓄積説について、権威ある人為的 CO₂ 温暖化説の文献である、東大 IR3S/TIGS 叢書 No.1『地球温暖化懐疑論批判』議論 18 反論（p.42）から引用します。これは植田敦による離散的表現の CO₂ 循環モデルに対する「反論」として書かれたものです。

（前略）したがって、人間活動によって放出される CO₂ 量を Q、森林や海洋による吸収量の Q に対する割合を r とし、Q と r は時間変化しないと仮定すれば、大気中に残存する CO₂ 量の正しい計算法は、

$$Q \times (1-r) + Q \times (1-r) + Q \times (1-r) + \dots$$

ということになる。この数列の和は収束せず、人間活動による CO₂ 放出が続く限り大気中の CO₂ 量は増えていくことになる。（後略）

記号について補足説明しておきます。『地球温暖化懐疑論批判』の Q は、これまでの議論で用いてきた大気中の CO₂ 量ではなく、1 年間あたりの人為的に放出した CO₂ 量（例えば表 2-2 の q₄=6.4Gt/年）に対応します。

文中の式は、毎年放出された q₄ の内、(1-r) が大気中に溜まり、大気中の CO₂ 濃度が増加したと主張しているのです。これまで用いてきた記号で人為的 CO₂ 蓄積説を書き直すと次の通りです。

$$Q = Q_0 + q_4 \times (1-r) \times n = Q_0 + 0.5 \times q_4 \times n$$

ここに、産業革命前の初期値：Q₀、吸収率：r=0.5、経過年数：n

地表面環境からの CO₂ 放出源は複数あります。最大の放出源は呼吸であり q₁=119.6 (Gt/年)、次いで海洋からの放出であり q₃=90.6 (Gt/年)、人為的な放出は 6.4 (Gt/年) でした。

人為的 CO₂ 蓄積説の数学モデルは大気中の CO₂ 量 Q の変化を、地表面環境からの CO₂ 放出量の僅か 3%に過ぎない人為的な放出だけで表現する一方で、95%以上を占める呼吸や海洋からの放出を無視しています。

現実には、一旦大気中に放出された CO₂ は速やかに混合するため、放出源や放出された時期に関わらず区別することは出来ません。主要な放出源である呼吸や海洋からの放出、もともと大気中に存在していた CO₂ を無視した人為的 CO₂ 蓄積説は自然科学的に不合理な数学モデルです。

この点について、人為的 CO₂ 蓄積説を主張する気象研究者は、自然の CO₂ 放出量と吸収量が増減しても常に等しいので、大気中の CO₂ 量 Q に影響を与えないと主張します。

自然の CO₂ 放出量と吸収量の変化に対して Q が変化しないのであれば、産業革命以前には大気中の CO₂ 量 Q ないし CO₂ 濃度に変化はなかったはずですが。しかし、実際には図 2-4 に示すように、南極氷床の分析から、氷期-間氷期サイクルの気温変化に追従して大気中の CO₂ 濃度は大きく変化しています。

しかも、気温と大気中 CO₂ 濃度の変動はよく同期していますが、赤で示した大気中 CO₂ 濃度の変動曲線は気温変動から少し遅れて変動していることがわかります。この時系列的

な関係は、気温変動が原因となって結果として大気中 CO_2 濃度が変動したことを示唆しています。これは前述の通り、気温の上昇によって大気中の CO_2 濃度が上昇する方向に化学平衡が遷移したことを示しています。

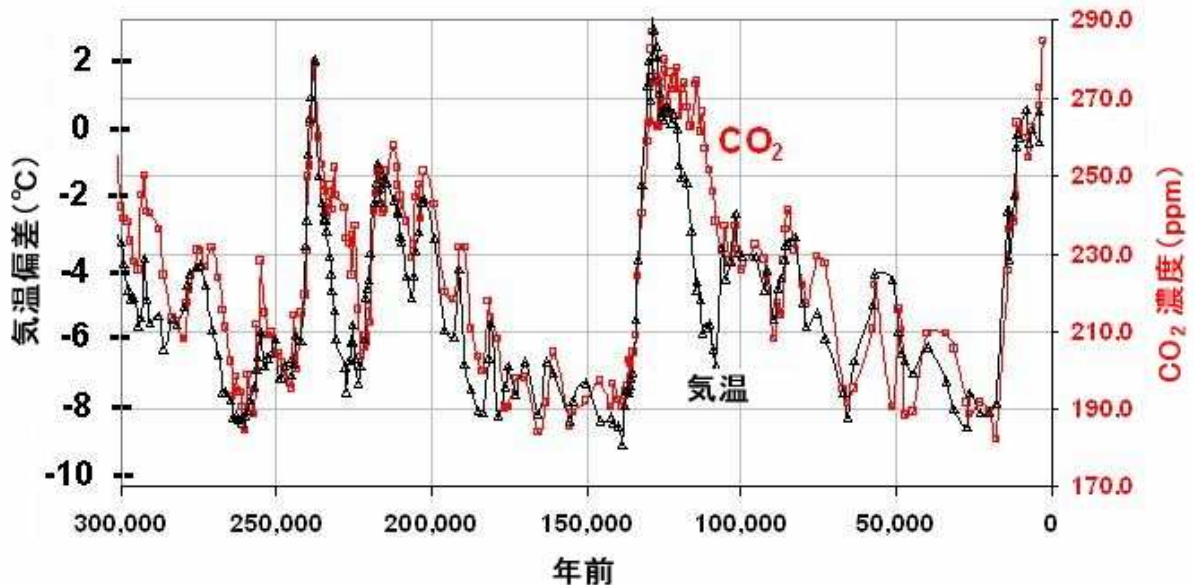


図 2-4 氷期—間氷期サイクルに伴う気温と CO_2 濃度の変動

このように CO_2 の放出量、吸収量の変化が自然現象であっても、それに伴って大気中 CO_2 濃度は変化します。人為的 CO_2 蓄積説はこの事実と完全に矛盾しています。

安定した自然環境は定常開放系とみなすことができ、系への入出力が等しくなるような何らかの調整機能を持っています。大気中の CO_2 の海洋への溶解反応の速度が大気中の CO_2 濃度ないし CO_2 量 Q に比例することによって入出力が等しくなるように調整されています。したがって、 CO_2 放出源の如何に係わらず、 q_{in} ないし q_{out} が変化すれば Q は変化します。

人為的 CO_2 蓄積説の本質的な誤りは、人為的な CO_2 放出の半量が大気中に蓄積されると主張するだけで、大気への CO_2 の入力 q_{in} と大気からの出力 q_{out} を調整する機構を持っていないことです。また、なぜ人為的に放出した CO_2 だけが、しかも半量だけが蓄積されるのかも一切説明していません。

調整機構を持たない人為的 CO_2 蓄積説の定常状態とは、「偶然に入力と出力が等しかった」ということに過ぎません。 q_{in} に少しでも増加があれば大気中の CO_2 量 Q は発散します。これを気象研究者は『人間活動による CO_2 放出が続く限り大気中の CO_2 量は増えていくことになる』と驚くべき説明をしています。これは化学の基本的な現象である CO_2 の水への溶解反応による調整機構を否定した非科学的な暴論というほかありません。

大気中の CO_2 濃度の連続精密観測を 1958 年に開始した C.D.Keeling は、観測データを基に作成したレポートの中で、観測期間中の大気中 CO_2 濃度の上昇量は、同期間に人為的に放出した CO_2 量の半量程度に見合うと報告しました。これは客観的な事実です。

気象研究者による人為的 CO₂ 蓄積説は、Keeling の報告を基に、「大気中 CO₂ 濃度上昇は全て人為的な影響」であり、それによる温室効果の増加が破滅的な気温上昇を招く、というシナリオを説明するために、自然科学的な現象を無視して、Keeling の観測結果と帳尻合わせするための単純な数学モデルを作ったのです。

2-5 気温と大気中 CO₂ 濃度の観測値の検証

これまで、大気中の CO₂ 濃度に対して、IPCC の炭素循環図を基に、自然科学的に合理的なモデルとして循環モデルを使って分析を行ってきました。ここでは、C.D.Keeling によって 1958 年に始まった大気中 CO₂ 濃度の連続精密観測値と、気象庁による世界平均気温偏差データを用いて、循環モデルの妥当性を検証した槌田-近藤の分析を紹介します。

図 2-5 に、大気中 CO₂ 濃度と世界月平均気温偏差の変動傾向を同じ時間軸に示します(いずれも 13 か月移動平均)。

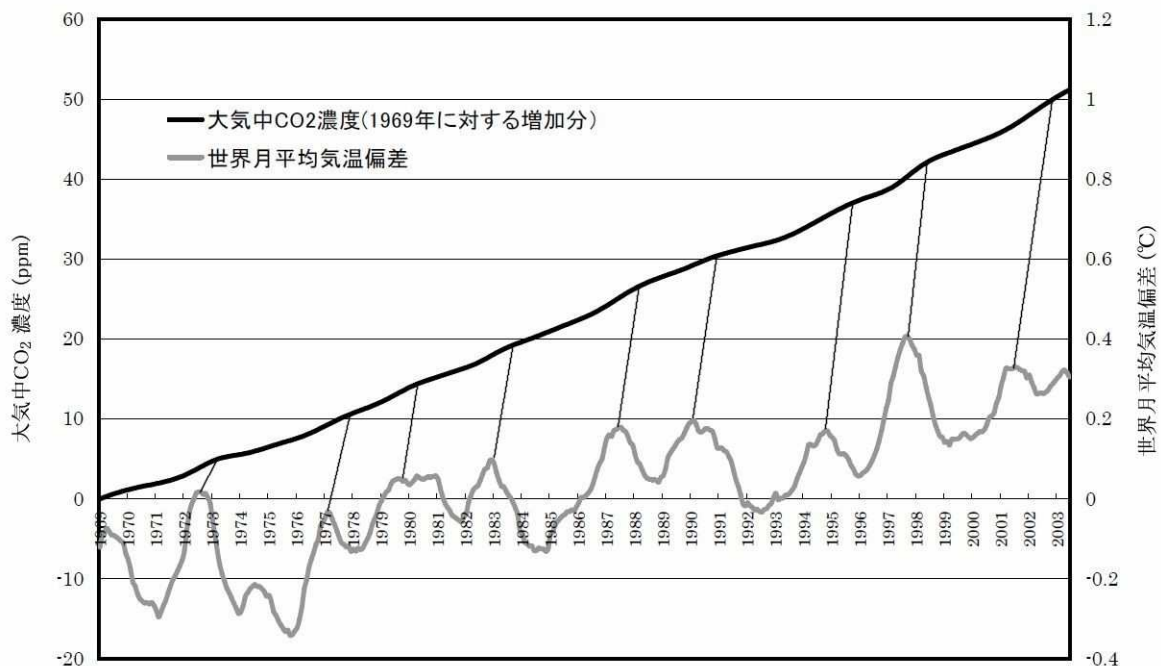


図 2-5 大気中 CO₂ 濃度と世界月平均気温偏差の変動

大気中 CO₂ 濃度の変動曲線は単調に上昇しているように見えますが、詳細に見ると気温偏差の極値に少し遅れて対応する特徴点が現れていることがわかります。

この関係を分かりやすく示すために、CO₂ 濃度と気温偏差の時間に対する変化率を求めて比較したのが図 2-6 です。

図 2-6 からは、図 2-4 の氷期-間氷期サイクルの場合と同様に、現在でも気温が先に変動した後に 1 年程度遅れて大気中 CO₂ 濃度が変動していることが確認できます。この時系列的な関係から、「気温変動が原因となって結果として大気中 CO₂ 濃度が変化する」こ

とが確認できます。

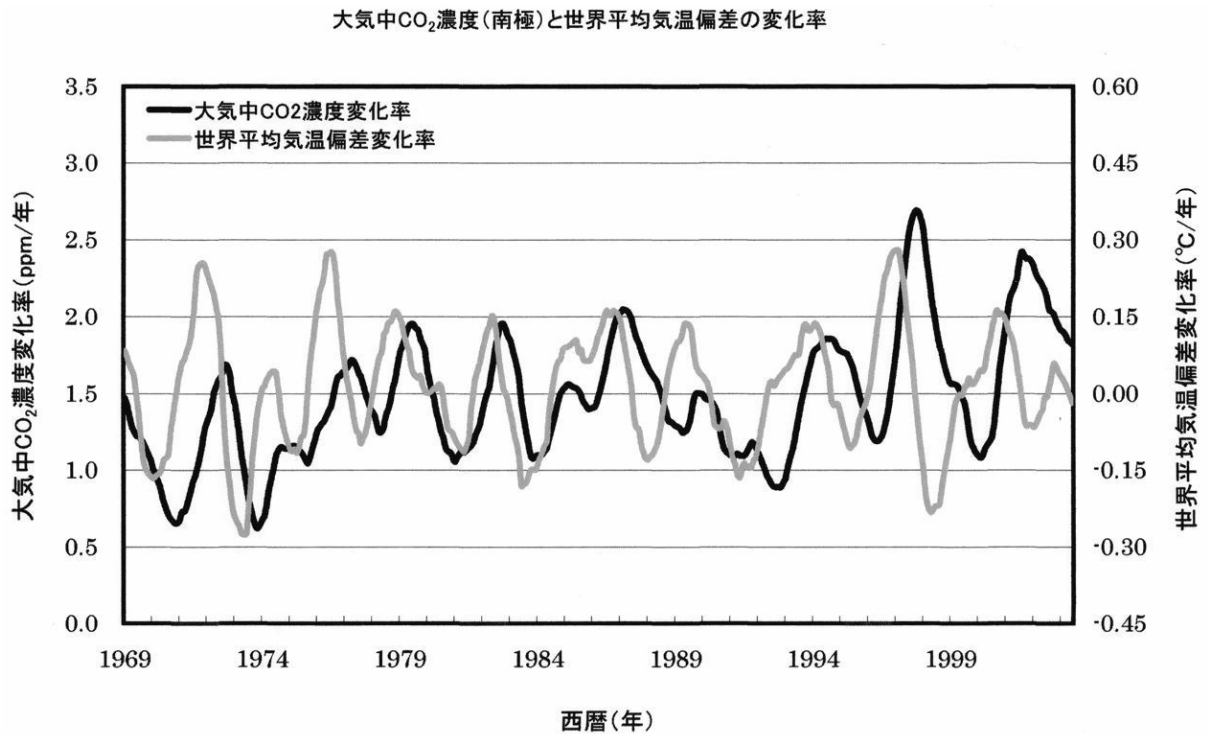


図 2-6 大気中 CO₂ 濃度と世界月平均気温偏差の時間変化率の経年変化

図 2-6 を詳しく見ると、気温偏差は観測期間の平均気温からの偏差なので 0 (°C/年) の周辺で変動していますが、大気中 CO₂ 濃度は概ね 1.5 (ppm/年) を中心として変動しています。これは、観測期間中に大気中 CO₂ 濃度が平均的に 1 年間に約 1.5ppm ずつ上昇していたことを示しています。

時系列的な前後関係から、気温変動が原因で CO₂ 濃度変化が結果であることはわかりましたが、なぜ時間的なずれが生じるのかを考えます。

2-3 節の分析から、産業革命以降の大気中 CO₂ 濃度の変動の主因は気温上昇に伴う海洋部での CO₂ 循環の平衡状態の遷移であることがわかりました。CO₂ の水への溶解反応は発熱反応であり、環境の温度 T が上昇すると逆方向の反応である吸熱反応が進む方向、水中から CO₂ が放出される方向に平衡状態が遷移します。これが気温の上昇によって大気中の CO₂ 濃度が上昇する理由です。

CO₂ の水への溶解反応・逆反応の速度は環境の温度が上昇すると早くなります。温度の変動幅がそれほど大きくない場合には、CO₂ の溶解反応・逆反応速度は近似的に温度 T の一次関数として近似することができます ([補足 3]参照)。

以上から形式的に大気中 CO₂ 量 Q は時間 t の関数として次式で表すことができます。

$$Q(t) = Q_0 + \int_0^t (q_{in} - q_{out}) dt = Q_0 + \int_0^t \{c_1 T(t) + c_2\} dt = Q_0 + c_1 \int_0^t T(t) dt + c_2 t \quad c_1, c_2: \text{定数}$$

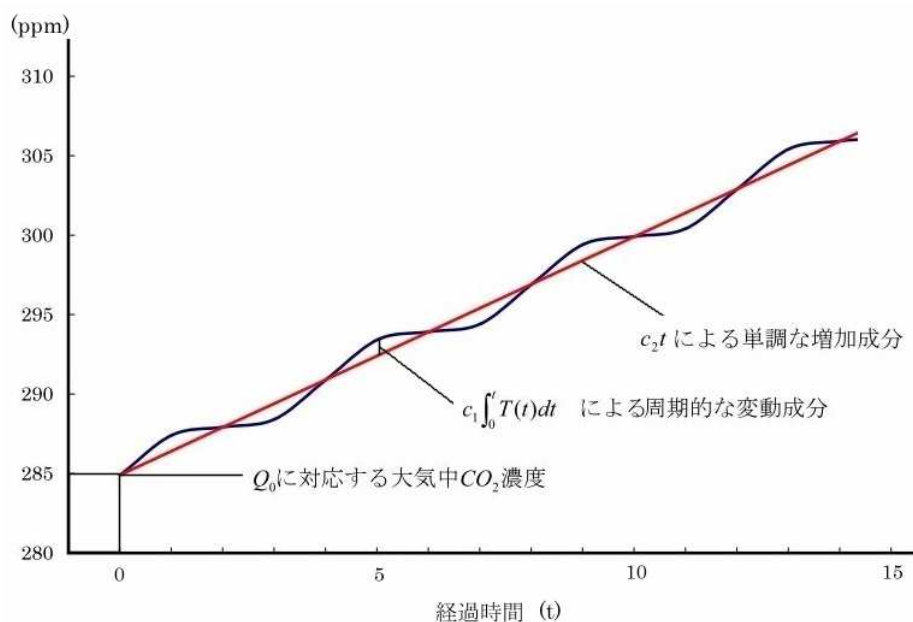


図 2-7 $Q(t)$ による大気中 CO_2 濃度の変動

図 2-7 に $Q(t)$ に対応する大気中 CO_2 濃度の変動シミュレーション結果を示します。「人為的に放出した CO_2 の蓄積」という不自然な仮説を導入しなくても、長期的な上昇傾向と周期的な変動傾向を適切に表せることがわかります。

図 2-5 から、気温 T を時間 t の関数として、 $T(t)$ は 4 年間程度の周期で上昇と下降を繰り返す周期変動関数と見ることができます。

簡単な周期変動関数として三角関数を考えます。図 2-8 に示すように三角関数 $\cos \theta$ は 2π の周期を持つ周期変動関数です。

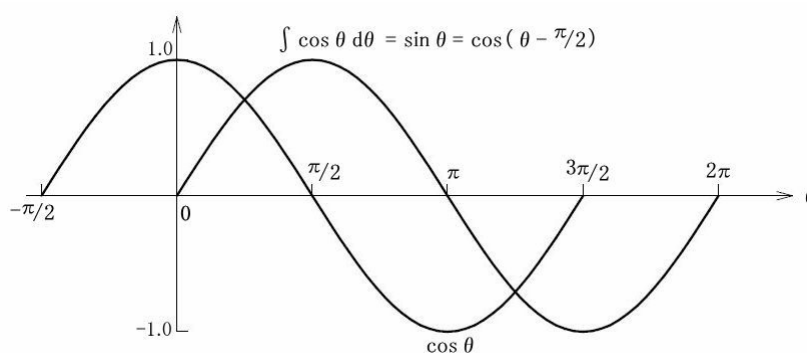


図 2-8 周期変動関数の積分による位相のずれ

\cos 関数を積分すると位相が $\pi/2$ だけ遅れることがわかります。

一般に、周期変動関数を積分することによって、変動周期の $1/4$ だけ位相が遅れることになります。気温 $T(t)$ の上昇～下降の周期は平均すると 4 年間程度です。 $Q(t)$ の式の右辺第二項は、 $T(t)$ を時間 t で積分することによって求められるので、気温 $T(t)$ の変動に対して $1/4$ 周期である 1 年間程度の遅れが生じることになります。

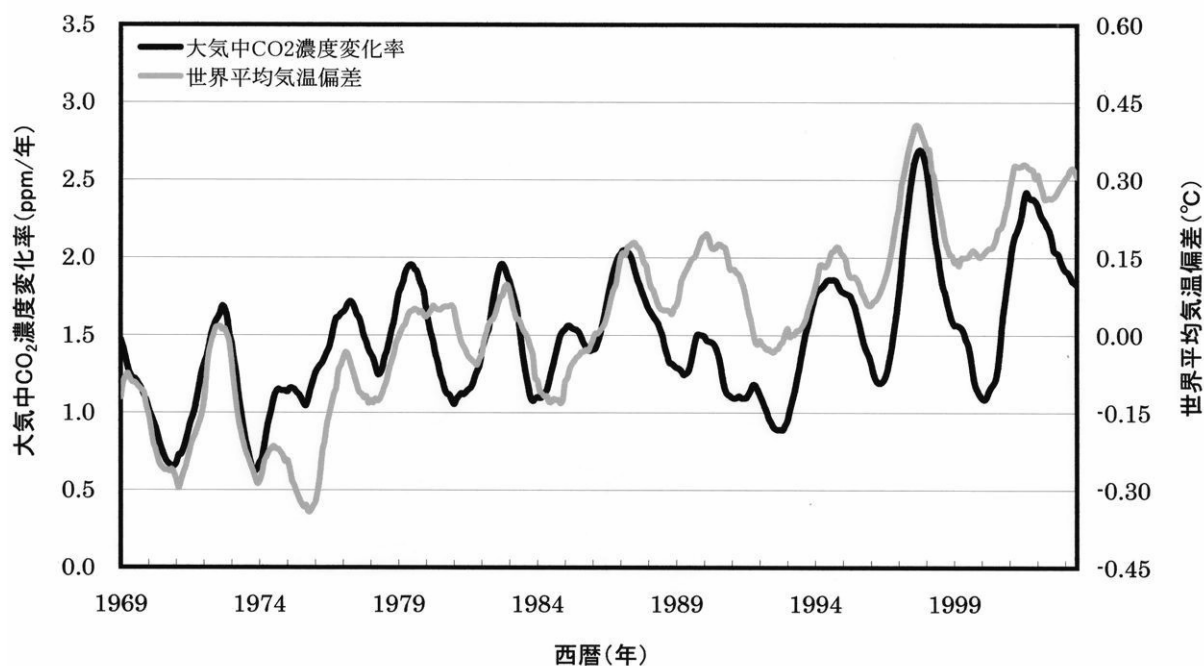
大気中CO₂濃度変化率(南極)と世界平均気温偏差図 2-9 世界平均気温偏差と大気中 CO₂ 濃度時間変化率の経年変化

図 2-9 は気温と CO₂ 濃度の時間変化率の経年変化を示します。気温と CO₂ 濃度の時間変化率が同期していることがわかります。

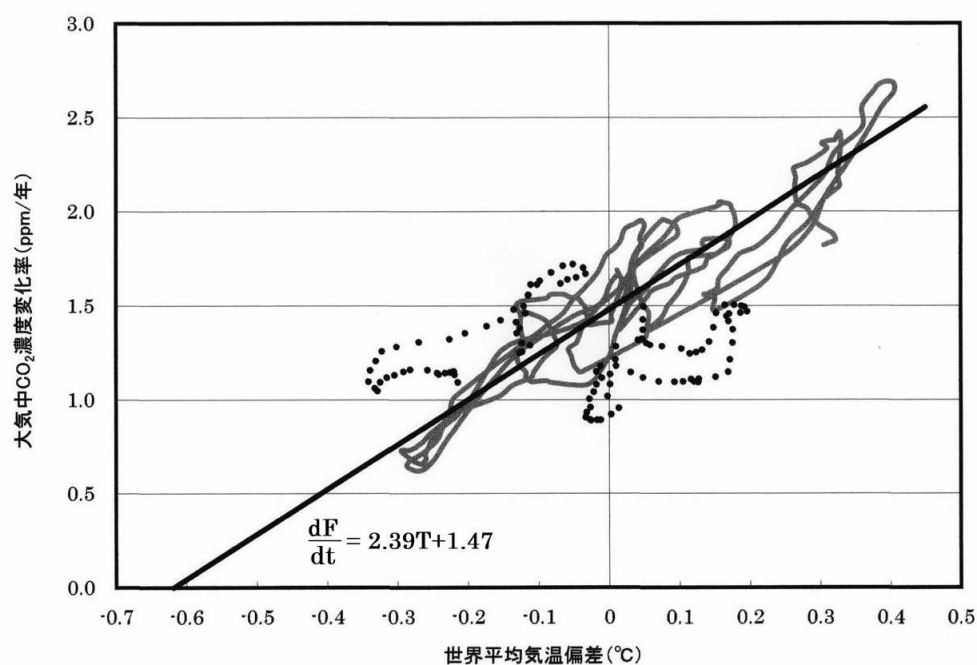
図 2-10 世界平均気温偏差と大気中 CO₂ 濃度時間変化率

図 2-10 は、図 2-9 の気温に対する大気中 CO₂ 濃度変化率の関係を示した散布図です。

散布図の回帰直線は大気中 CO₂ 濃度を表す関数を $F(t)$ として、

$$\frac{dF(t)}{dt} = 2.39T(t) + 1.47 \propto \frac{dQ(t)}{dt} = c_1 \cdot T(t) + c_2$$

を表しています。回帰直線から世界平均気温偏差が観測期間の平均値を示す 0°C のとき CO₂ 濃度変化率は 1.47 (ppm/年) です。これは、観測期間中の平均値として年率 1.47ppm だけ大気中 CO₂ 濃度が上昇したことを示しています。これは $Q(t)$ の式の右辺第三項が時間 t に比例することに対応します。

また、大気中 CO₂ 濃度変化率が 0 になる気温偏差を求めると -0.62°C になります。これは、観測期間の平均気温から 0.62°C 気温が低下すると大気中 CO₂ 濃度が変化しない定常状態になることを示しています。

産業革命以前の気温は現在よりも 0.6~1.0°C 程度低温であったと考えられています。循環モデルは産業革命以前の大気中 CO₂ 濃度は定常的であったということについても合理的に説明することができます。

以上の検討から、CO₂ 循環モデルは実際の気温と大気中 CO₂ 濃度の観測値の関係を矛盾なく合理的に説明できることがわかります。

樋田と私の研究は、図 2-11 に示す C.D.Keeling が発表した CO₂ 観測データと気温変動の関係を示したグラフの意味を検討することから始まりました。元気象庁予報官であった根本順吉氏は著書『超異常気象』の中でこのグラフを引用し、CO₂ 濃度の変動よりも気温変動の方が先に起こることを紹介しました。

この Keeling のグラフが紹介されたことで、気象研究者や世論が支持していた人為的 CO₂ 蓄積説に対して俄かに疑問を持つ人たちが現れました。

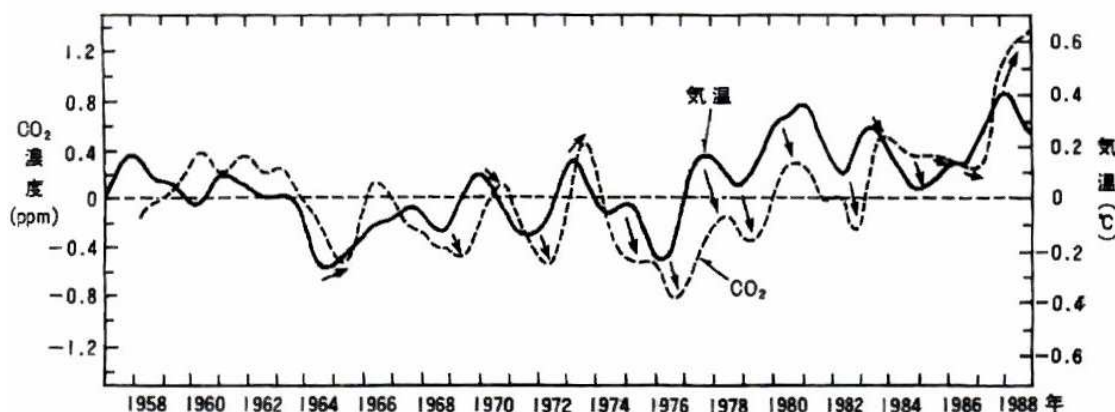


図 2-11 C.D.Keeling による気温偏差と大気中 CO₂ 濃度の経年変化

これに対して気象研究者、例えば気象庁気象研究所の河宮未知生は、気象学会誌『天気』2005 年 6 月号において読者からの質問に対して回答しています。

Keeling のグラフは、図 2-5 に示す気温と CO₂ 濃度の変動傾向に対して、CO₂ 濃度から右上がりの長期的な増加傾向を取り除き、数年周期の変動だけを取り出して気温変動と

比較することで図 2-11 を作成しました。

回答の中で河宮は、Keeling の取り除いた長期的な増加傾向こそが人為的な CO₂ 放出が蓄積した結果であると断定して、次のように説明しました。

「(前略) 地球温暖化の原因となるのは正にこの長期的上昇傾向です。それが取り除かれたこの図で表されているのは自然起源の変動であり、人間活動に端を発する地球温暖化とは比較的関連の少ないものと言えます。(後略)」

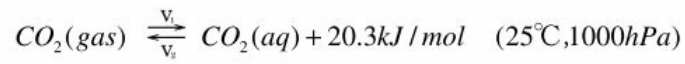
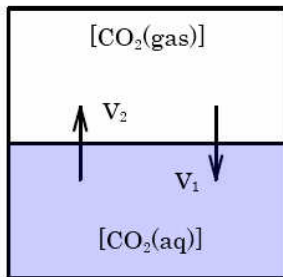
しかし、河宮は Keeling の取り除いた長期的な増加傾向がなぜ人為的に放出した CO₂ だけが、しかも半分だけが蓄積されたのかを科学的な合理性に基づいて一切説明することができませんでした。

CO₂ の水への溶解反応という可逆反応の反応速度が温度の一次関数として近似できることに基づいて導いた $Q(t)$ が示すように、Keeling の取り除いた CO₂ 濃度の単調な上昇傾向も含めて、産業革命以降の大気中 CO₂ 濃度上昇の主要な原因は気温変動に伴う主に海洋からの CO₂ 放出量の増加なのです。

現在の大気中 CO₂ 濃度を 400ppm 程度とすれば、人為的な CO₂ 放出の影響は 3%程度、濃度にして高々 12ppm に過ぎません。仮に産業革命以降の気温上昇の原因が大気中 CO₂ 濃度の上昇による「温室効果」の増大であったとしても、その主因は自然現象であって人為的な CO₂ 放出をゼロにしても気温上昇を抑える効果はほとんどありません。

[補足 3] CO₂ の水への溶解反応

CO₂ の水への溶解反応は可逆反応であり、次のように表すことができます。



$$v_1 = k_1[CO_2(gas)] \quad v_2 = k_2[CO_2(aq)]$$

$$\text{速度定数} \quad k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \doteq C_1 T + C_2$$

図 2-12 CO₂ の水への溶解反応

大気中の CO₂ の水への溶解速度は、大気中濃度 [CO₂(gas)] に比例します。速度定数 **k** は環境の絶対温度 **T(K)** の関数になり、温度が高いほど大きな値になります。

CO₂ の水への溶解反応は発熱反応です。環境温度が上昇すると吸熱反応の方向、つまり水中から CO₂ が放出される方向に平衡状態が遷移します。産業革命以降、気温は上昇傾向を示しているため、海洋からの CO₂ 放出が増加しました。

[補足 4] CO₂ 循環モデルと人為的 CO₂ 蓄積モデル

植田による離散的表現の CO₂ 循環モデル

図 2-2 を参考に、CO₂ 循環モデルを定式化します。初めに、1 年毎の離散的な表現による CO₂ 循環モデルを考えます。大気中 CO₂ 量 **Q** の初期値を **Q₀**、地表面環境からの 1 年間当たりの CO₂ 放出量を **q_{in}**、地表面環境の大気中 CO₂ 量 **Q** からの 1 年間当たりの吸収率を **r < 1.0** とします。1 年後から **n** 年後までの大気中 CO₂ 量を求めます。

$$Q_1 = q_{in} \times (1-r) + Q_0 \times (1-r)$$

$$Q_2 = q_{in} \times (1-r) + q_{in} \times (1-r)^2 + Q_0 \times (1-r)^2$$

.....

$$Q_n = q_{in} \times (1-r) + q_{in} \times (1-r)^2 + \dots + q_{in} \times (1-r)^n + Q_0 \times (1-r)^n = q_{in} \cdot \sum_{i=1}^n (1-r)^i + Q_0 \times (1-r)^n$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} Q_n = q_{in} \cdot \sum_{i=1}^{\infty} (1-r)^i + Q_0 \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} (1-r)^n = \frac{q_{in}}{r}$$

以上から、定常状態の大気中 CO₂ 量 **Q** は **q_{in}/r** と表すことができます。

CO₂ 循環モデルの連続量への拡張

短い時間 Δt の間の大気中 CO₂ 量 **Q** の変化量を ΔQ とします。

$$\Delta Q = (q_{in} - q_{out}) \times \Delta t$$

q_{out} は大気中 CO_2 量 Q に比例するので、比例定数を r として次のように表すことができます。

$$\Delta Q = (q_{in} - r \cdot Q) \times \Delta t \quad \therefore \frac{\Delta Q}{\Delta t} = q_{in} - r \cdot Q \quad \therefore q_{out} = r \cdot Q$$

$\Delta t \rightarrow 0$ の極限を求めると次の微分方程式が得られます。

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right) = \frac{dQ}{dt} = q_{in} - r \cdot Q$$

時刻 $t=0$ の Q の初期値を Q_0 とすると、この微分方程式の一般解は、次のように求めることができます。

$$Q(t) = \frac{q_{in}}{r} + \left(Q_0 - \frac{q_{in}}{r} \right) e^{-rt} = \frac{q_{in}}{r} (1 - e^{-rt}) + Q_0 \cdot e^{-rt}$$

関数 e^{-rt} は時間 t の経過に伴って急速に 0 に収束するため $Q(t)$ は急速に q_{in}/r に収束します。 $r=0.2864$ (1/年) とした場合、10 年経過したとして $t=10$ (年) では、

$$e^{-rt} = e^{-0.2864 \times 10} = 0.057$$

例えば、右辺第二項 $Q_0 \cdot e^{-rt}$ は、初期値 Q_0 の残存量を示しています。10 年経過すると残存量は $0.057Q_0$ 、つまり最初にあった CO_2 のうち 95% 近くが入れ替わります。

大気中 CO_2 量 Q の変動速度は連続的で緩やかなので、大気中の CO_2 濃度の構成に対する静的な解析においては、 $dQ/dt=0$ とした場合の定常解を用いて差し支えありません。 Q の定常解は以下の通りです。

$$0 = \frac{dQ}{dt} = q_{in} - r \cdot Q \quad \therefore Q = \frac{q_{in}}{r}$$

CO₂ 蓄積モデル

人為的 CO_2 蓄積説では、人為的な CO_2 放出 q_4 の半分が大気中に蓄積するので、時間 Δt の間の大気中 CO_2 量 Q の変化量は次のように表すことができます。

$$\Delta Q = 0.5q_4 \cdot \Delta t$$

$\Delta t \rightarrow 0$ の極限を求めると次の微分方程式が得られます。

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right) = \frac{dQ}{dt} = 0.5q_4$$

初期値を Q_0 として一般解を求めると次の通りです。

$$Q(t) = Q_0 + 0.5q_4 \cdot t$$

CO_2 循環モデルと人為的 CO_2 蓄積モデルの特徴は、経過時間 t に対する極限值を比較するとよくわかります。

図 2-13 は、図 2-3 に示す IPCC の炭素循環図を基に、産業革命以前の地表面環境からの CO_2 放出量 190.2 (Gt/年) に対して定常状態にあった状態に対して、この 200 年間余りで増加した人為的 CO_2 放出による増加量 6.4 (Gt/年) をステップ関数的に一瞬で与えた

場合についての循環モデルと蓄積モデルのシミュレーションの応答です。

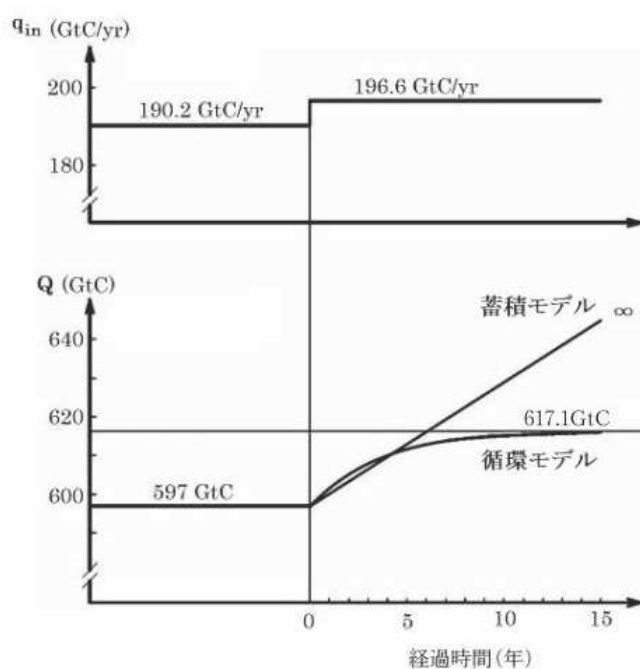


図 2-13 人為的 CO₂ 放出量をステップ関数的に与えた時の応答

r の値には産業革命以前の値である $r=0.3186$ を用いて極限值を求めます。

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ \frac{q_{in}}{r} + \left(Q_0 - \frac{q_{in}}{r} \right) e^{-rt} \right\} = \frac{q_{in}}{r} = \frac{190.2 + 6.4}{0.3186} = 617.1 (Gt) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} (Q_0 + 0.5q_4 \cdot t) = \infty$$

循環モデルでは大気中 CO₂ 量 Q は急速に一定値 617.1 (Gt) に収束しますが、蓄積モデルは ∞ に発散することがわかります。蓄積モデルでは、定常状態に対して少しでも CO₂ 放出量の増加あるいは減少が生じると系は一気に不安定化し、 Q の値は時間経過に伴って、 $\pm \infty$ に発散することになります。これは安定した地球の自然環境の中ではあり得ません。

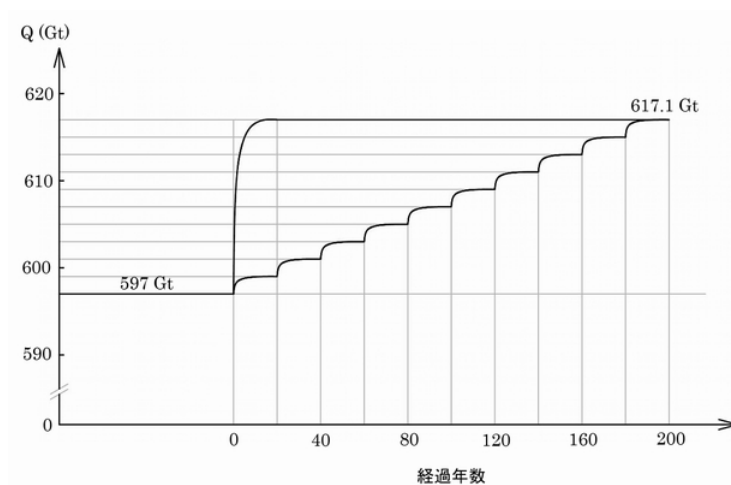


図 2-14 人為的 CO₂ 放出量を 10 分割で与えた場合の応答

実際には、人為的な CO₂ 放出量は産業革命以後 200 年余りをかけて、0～6.4 (Gt/年) に増加しました。今度は循環モデルを使って、人為的な CO₂ 放出量を 20 年毎に 0.64 (Gt/年) のステップ関数として与えた場合のシミュレーション結果を図 2-14 に示します。

この場合、ステップ関数を与えた初年度の期首において q_{in} と q_{out} は最大の差があり 0.64 (Gt/年) ですが、時間経過とともに急速にその差はゼロに近づきます。

実際には人為的な CO₂ 放出量は滑らかな連続関数として 200 年かけて 0～6.4 (Gt/年) に増加するため、平均すると 0.032 (Gt/年) の増加になります。200 分割した場合の人為的な CO₂ 放出の寄与は次のように求めることができます。

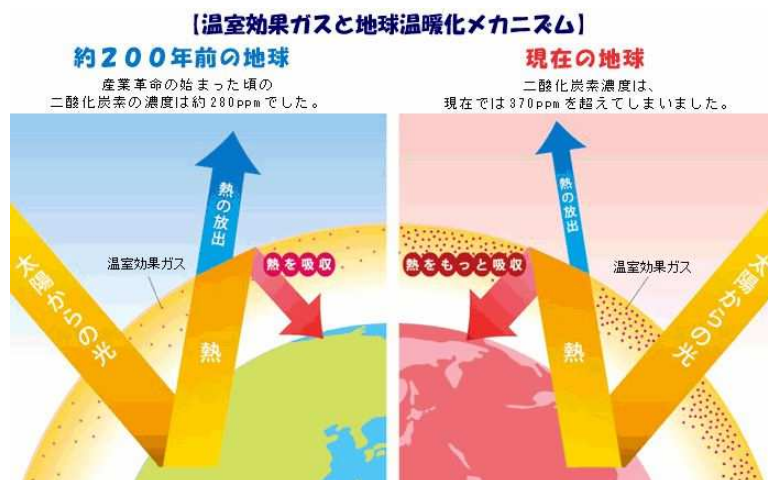
$$0.032(\text{Gt/年}) \times \sum_{n=1}^{200} e^{-0.2864n} = 0.032(\text{Gt/年}) \times 3.015454 = 0.096(\text{Gt/年})$$

したがって、IPCC の炭素循環図の現在の q_{in} と q_{out} の差 3.2 (Gt/年) のうち、人為的な CO₂ 放出量の寄与は、0.032 (Gt/年) の約 3.02 倍である 0.1 (Gt/年) 程度、増加量に占める割合は約 3% であり、それ以外の 97% は自然環境からの CO₂ 放出の寄与なのです。蓄積モデルは本質的に誤りです。

【参考文献】

- 1) 槌田敦 新石油文明論 農文協 2002
- 2) 槌田敦 CO₂ 温暖化説は間違っている ほたる出版 2006
- 3) 槌田敦 CO₂ 温暖化脅威説は世紀の暴論 環境経済政策学会和文年報第 4 集 1999
- 4) 槌田敦 CO₂ を削減すれば温暖化は防げるのか 物理学会誌 Vol.62, No.2, 2007
- 5) 槌田敦 原因は気温高, CO₂ 濃度増は結果 物理学会誌 Vol.65, No.4, 2010
- 6) 近藤邦明 温暖化は憂うべきことだろうか 不知火書房 2006
- 7) 近藤邦明 検証温暖化 不知火書房 2019
- 8) 近藤邦明 温暖化の虚像 電子版 2020

3. 地球大気の温室効果



大気の温室効果とは大気に『温室効果ガス』が含まれることによる保温効果だと言われます。これは誤りではないでしょう。

温室効果の説明として、冒頭に示した JCCCA（全国地球温暖化防止活動推進センター）による解説図は最も広く知られているものです。類似の図は初等中等教育現場の教科書にも広く取り上げられました。

2章で紹介したように高等学校の「地学基礎」の学習指導要領では『「地球全体の熱収支」については、太陽放射の受熱量と地球放射の放熱量が釣り合っていることを扱い、温室効果にも触れること。』とされています。図の『太陽からの光』と『熱の放出』は釣り合っていないわけではなかった。この解説図は自然科学的に誤りだったのです。現在では JCCCA によるこの解説図は既に使われていませんが、この図によって温室効果に対する誤った認識が広がることになりました。

温室効果ガスは、赤外線を吸収するだけでなく放出する性質があります。この性質を「赤外活性」と呼びます。通説としての温室効果の説明では、温室効果ガスが地表面からの赤外線放射を吸収するから気温が高くなるとしています。

赤外活性を持つ気体分子は大気中のあらゆる場所で赤外線を吸収するだけでなく、その場の温度状態に応じて定常的な赤外線をあらゆる方向に等方的に放射しています（熱放射）。対流圏低層大気に含まれる赤外活性気体の下向きの熱放射は地表面を暖め、対流圏上層大気に含まれる赤外活性気体の上向きの熱放射で放熱しています。地球からの放熱量が太陽光から受け取るエネルギーと釣り合うように調整しているのは重力場の対流運動を始めとする複雑な気象現象であり、その結果として気温が決まるのです。

ここでは、地球大気の中で起こっているエネルギーの流れに着目して、気温がどのように決まるのか、温室効果の本質について考えることにします。

3-1 温室効果の仕組み

通説では温室効果とは、「地球大気は可視光線を中心とする太陽放射に対して透明だが、赤外線である地表面放射を吸収する」ことであると説明されます。また、地球に温室効果がない場合の気温は -18°C 程度だが、温室効果によって 15°C 程度になると言われます。

太陽系は誕生から46億年以上経過しており、地球を含めて、太陽系の惑星の温度状態は安定した定常状態を示しています。太陽系の惑星は定常開放系だと考えられます。

惑星の温度状態が安定しているということは惑星に入るエネルギー量と出ていくエネルギー量が釣り合っていることを示しています。惑星への入力エネルギーは主星である太陽からの可視光線を中心とする電磁波である太陽放射です。惑星は太陽放射で受け取ったのと同じ量のエネルギーを宇宙空間に放出しています。

地球は鉱物質の表面の外側に薄い大気層があり、大気層の上端はほとんど真空の宇宙空間につながっています。

大気を構成する3原子分子以上の気体は、分子構造に起因する特定周波数の赤外線を放射・吸収する性質を持っています。この性質を「赤外活性」と呼びます。通説ではこれを「温室効果」と呼んでいます。

宇宙空間はほとんど真空なので、熱伝導や対流によってエネルギーを放出することは出来ません。地球大気に赤外活性がない場合は、図3-1に示すように地表面からの赤外線放射だけで宇宙空間に放熱することになります。

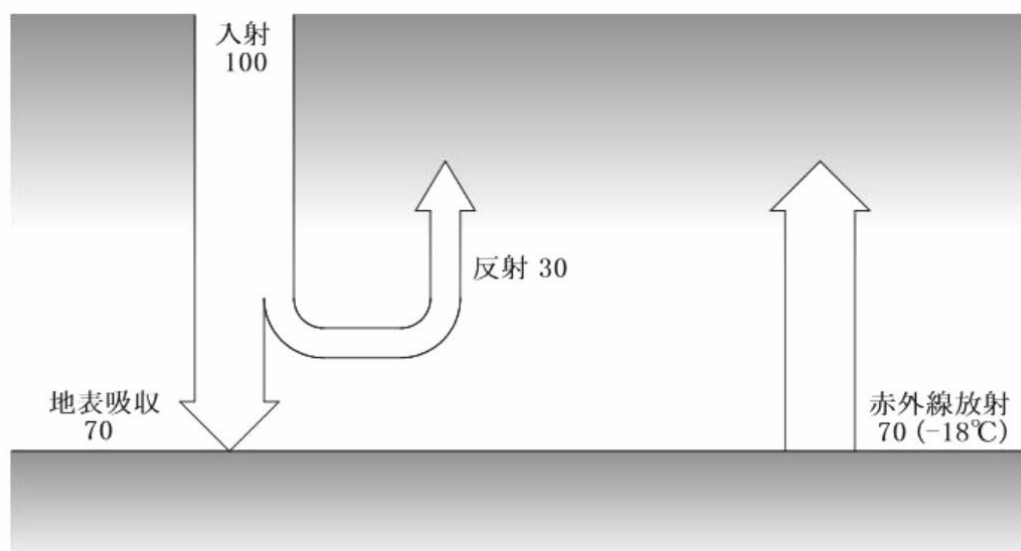


図 3-1 地球大気に温室効果がない場合の熱収支

地球の大気圏外で太陽光に垂直な面の受け取る太陽放射エネルギーは約 $1366(\text{W}/\text{m}^2)$ です。地球の半径を R とすると、太陽光に垂直な面への地球の投影面積は $\pi \times R^2$ なので、地球の受け取る太陽放射は $1366 \times \pi \times R^2(\text{W})$ です。これを地球の表面が均等に受け取るもの

として平均的な太陽放射を計算します。地球の表面積は $4\pi \times R^2$ なので次の通りです。

$$\frac{1366 \times \pi \times R^2}{4\pi \times R^2} = 341.5 \quad (W/m^2)$$

図 3-1 の数値はこれを 100 とした場合の比率を示しています。太陽放射の内、約 30% は反射され、残りの約 70% の「有効太陽放射」が地表面を暖めます。物体は表面温度に応じた電磁波を放射します。地球の表面放射が有効太陽放射と釣り合うとすると、

$$\text{地表面放射} = 341.5 \times 70\% = 239.05 \quad (W/m^2)$$

地表面温度を黒体輻射で近似できると仮定すると、ステファン・ボルツマンの式から次のように計算できます ([補足 5]参照)。

$$\text{地表面温度} = \sqrt[4]{\frac{239.05}{5.67 \times 10^{-8}}} = 254.8(K) = -18.2(^{\circ}\text{C})$$

図 3-2 に、赤外活性を持つ気体が含まれている実際の地球大気についての熱収支の概要を示します。

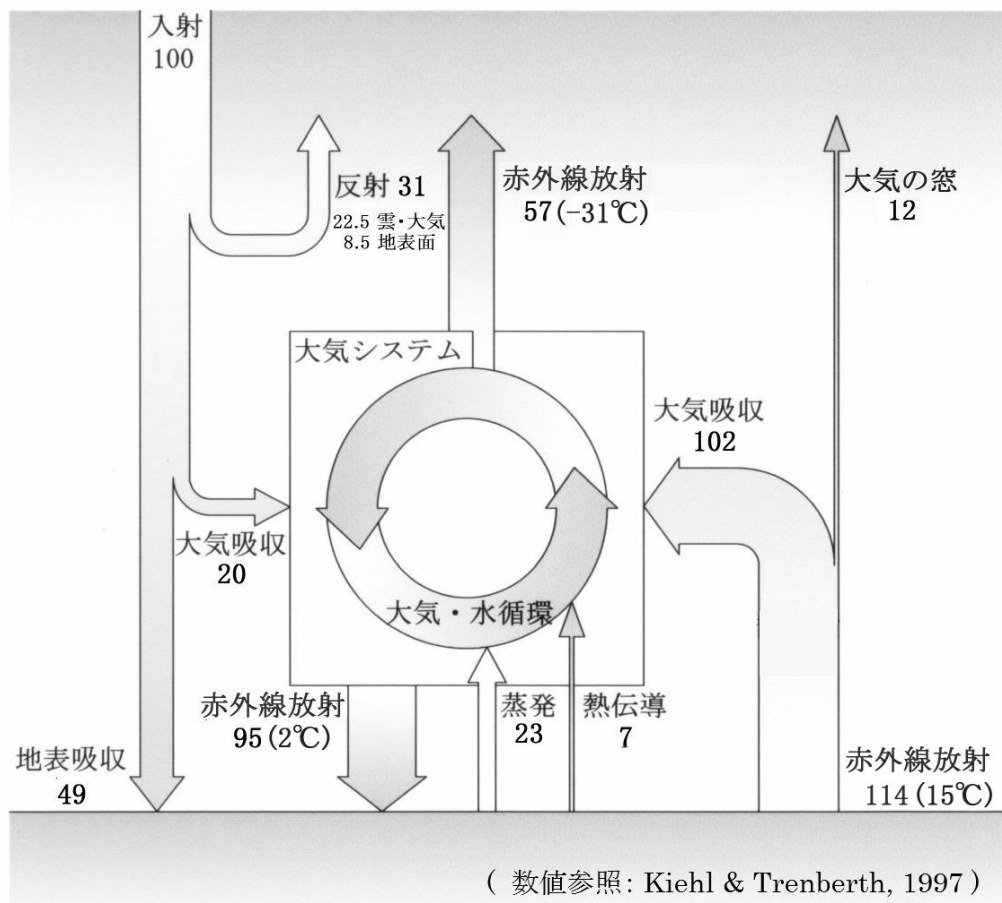


図 3-2 地球大気の熱収支

図 3-1 に示す大気に赤外活性がない場合と比較して、最大の違いは地表面からの赤外線

放射による冷却能力が 70 から 12 に激減することです。地表面放射の大部分は一旦大気に捕捉され、直接宇宙空間に放熱されることはなくなります。

対流圏大気の中における赤外活性を持つ気体の挙動について考えます。

赤外活性を持つ気体分子を含む比較的分子密度の大きな対流圏大気の中の任意の微小空間に着目すると、頻繁に起こる気体分子の衝突と赤外線放射・吸収によって絶えずエネルギーの受け渡しが行われ、エネルギーは偏りなく配分されています。大気中の任意の着目点の温度を $T(K)$ (絶対温度) とした場合、気体分子の並進・回転運動の 1 自由度当たり平均的に $kT/2$ 、振動運動の 1 自由度当たり平均的に kT のエネルギーが配分されています ($k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$: ボルツマン定数)。これをエネルギー等分配側と言います。

赤外活性を持つ 3 原子以上の気体分子の振動運動 (極性分子では回転運動も含む) では、固有振動数に応じた電磁波 = 赤外線を放射・吸収します。赤外活性を持つ気体分子の振動運動 (ないし回転運動) に対してもエネルギー等分配側にしたがって大気温度 T に見合うエネルギーが配分されており、温度に応じた強さの赤外線を定常的にあらゆる方向に対して等方的に放射しています。これを「熱放射」と言います。

赤外線は大気中の赤外活性を持つ気体分子に吸収されるため通過距離に対して指数関数的に急速に減衰します。地表面から放出された赤外線の大部分は対流圏低層大気に含まれる赤外活性を持つ気体分子によって吸収されます。その結果、赤外活性気体の振動運動 (ないし回転運動) が励起されるため周囲の気体分子よりも高エネルギー状態になります。対流圏大気中では、頻繁に起こる分子衝突によって気体分子の並進運動、回転運動、振動運動のエネルギーは等価なものとして絶えず交換されています。赤外活性気体が吸収したエネルギーは分子衝突によってエネルギー等分配側に従って速やかに周囲の気体分子の運動エネルギーとして再配分されます。

対流圏の大気組成で 99% 以上を占めるのは赤外活性を持たない 2 原子分子である窒素 N_2 と酸素 O_2 です。赤外活性気体の吸収した地表面放射のエネルギーの大部分は分子衝突を介して主に N_2 と O_2 の運動エネルギーに配分され対流圏低層大気を暖めます。

大気は地表面放射だけではなく、熱伝導、あるいは水の蒸発潜熱、そして太陽放射の一部からエネルギーを受け取っています。赤外活性気体による地表面放射の吸収はあくまでも大気がエネルギーを受け取る「チャンネルの一つ」なのです。

エネルギーを受け取った対流圏大気は、地球重力の下で対流を含む複雑な気象現象を通してエネルギーを対流圏大気全体に運びます。その結果、対流圏大気の鉛直方向の温度分布は主に断熱圧縮によって平均的に -6.5 K/km ($= -6.5 \text{ }^\circ\text{C/km}$) の温度減率に従って上空に行くほど低温になります。

図 3-2 に示すように、地表面付近では対流圏低層大気に含まれる赤外活性気体からの下向きの熱放射の内、地表面まで到達する 95 が地表面を暖めます。対流圏上層では、赤外活性気体からの上向きの熱放射の内、地球大気に吸収されずに宇宙空間に到達する 57 で放熱します。

こうして、対流圏大気に吸収されなかった地表面放射 12 と対流圏上層大気からの上向き熱放射 57 の合計 69 が有効太陽放射 69 とバランスすることで地球大気の安定した温度状態が保たれています。

温室効果の本質とは、地表面に代わって、対流圏大気上層からの上向きの赤外線放射によって放熱することです。対流圏大気上層で放熱するため、それよりも低い高度の大気温度は **1km** 下がる毎に **6.5°C** 昇温するため、地表面温度は **15°C** 程度になるのです。

このように、平均的な地表面温度≒気温は、地球大気を透過する地表面放射と対流圏上層から宇宙空間に到達する上向き熱放射の合計が有効太陽放射と釣り合うように、対流圏の平均的な温度減率 **6.5°C/km** に従う温度分布によって決まるのです。

通説では温室効果ガスが赤外線を吸収するから大気温度が上昇すると言いますが、これは正しくありません。温室効果ガスの吸収した地表面放射のエネルギーが分子衝突によって大気の大部分を占める赤外活性を持たない N_2 や O_2 を含む大気を構成するすべての気体分子の運動エネルギーとして再配分されることで平均運動エネルギー量が増加すること、これが大気温度が上昇するということの物理的な意味です。気体の絶対温度とは、大気を構成する気体分子の平均的な運動エネルギー量の指標です。

対流圏大気が赤外活性気体を含むことで、地表面温度は $15^\circ\text{C} - (-18.2^\circ\text{C}) = 33.2^\circ\text{C}$ 上昇することになります。一般にはこの 33.2°C の昇温を温室効果と呼んでいます。

ステファン・ボルツマンの式で地表面からの赤外線放射照度を求めると次の通りです。

$$\text{地表面放射} = 5.67 \times 10^{-8} \times (15 + 273)^4 = 390.1 \quad (\text{W}/\text{m}^2)$$

有効太陽放射 $341.5 \text{ (W/m}^2\text{)}$ を 100 とすると $114 (=390.1/341.5)$ に相当します。

3-2 赤外活性を持つ気体分子の地表面放射に対する放射・吸収特性

赤外活性気体は、各気体分子固有の振動運動や回転運動の周波数によって、特定の波長の赤外線に対してだけ放射・吸収現象が起こります。気体分子は空間中を高速で移動しているため、ドップラー効果の影響で放射率・吸収率スペクトルは輝線スペクトルにはならず、ある程度の幅を持つ分布になります。

図 3-3 に対流圏低層大気中の主要な赤外活性気体の個別の放射率・吸収率スペクトルと対流圏低層大気の合計の放射率・吸収率スペクトル示します。

対流圏低層大気中で、地表面放射（図 3-3 に示す 288K の黒体放射で近似できる波長 $10.1 \mu\text{m}$ 付近にピークを持つ連続スペクトル）に対して圧倒的に大きな吸収帯域を持つのは水蒸気 H_2O です。 H_2O は極性分子なので、回転運動で $12 \mu\text{m}$ から長波長側の広い帯域の赤外線を吸収します。大気の合計スペクトルと H_2O のスペクトルを比べると、地表面放射に対する吸収の 9 割程度は H_2O による吸収だということがわかります。

H_2O 以外では、 $10 \mu\text{m}$ 付近でオゾン O_3 と $4 \mu\text{m}$ と $15 \mu\text{m}$ 付近で CO_2 が僅かに地表面放射を吸収していることがわかります。

$8 \mu\text{m} \sim 12 \mu\text{m}$ の帯域の大気による吸収率は小さく、地表面放射の多くが対流圏大気に吸収されずに大気を透過します。この帯域を地表面放射に対する「大気の窓」と呼びます。

図 3-2 に「大気の窓」として示した大気を透過する地表面放射 12 は、晴天域の大気の窓の波長帯域の地表面放射と、大気中の H_2O 密度の小さい乾燥地帯や寒冷地帯の「放射冷却」による放熱量を示しています。

地球の表面積の半分程度は常に雲に覆われています。雲に覆われた地域では地表面放射は、大気の窓に関わりなく、すべての帯域で雲と大気によって完全に吸収されます。

こうして、図 3-2 に示すように、地表面放射の内、

$$1.0 - \frac{12}{114} = 0.895 \doteq 90\%$$

程度が対流圏低層大気によって吸収され、大気を暖めています。

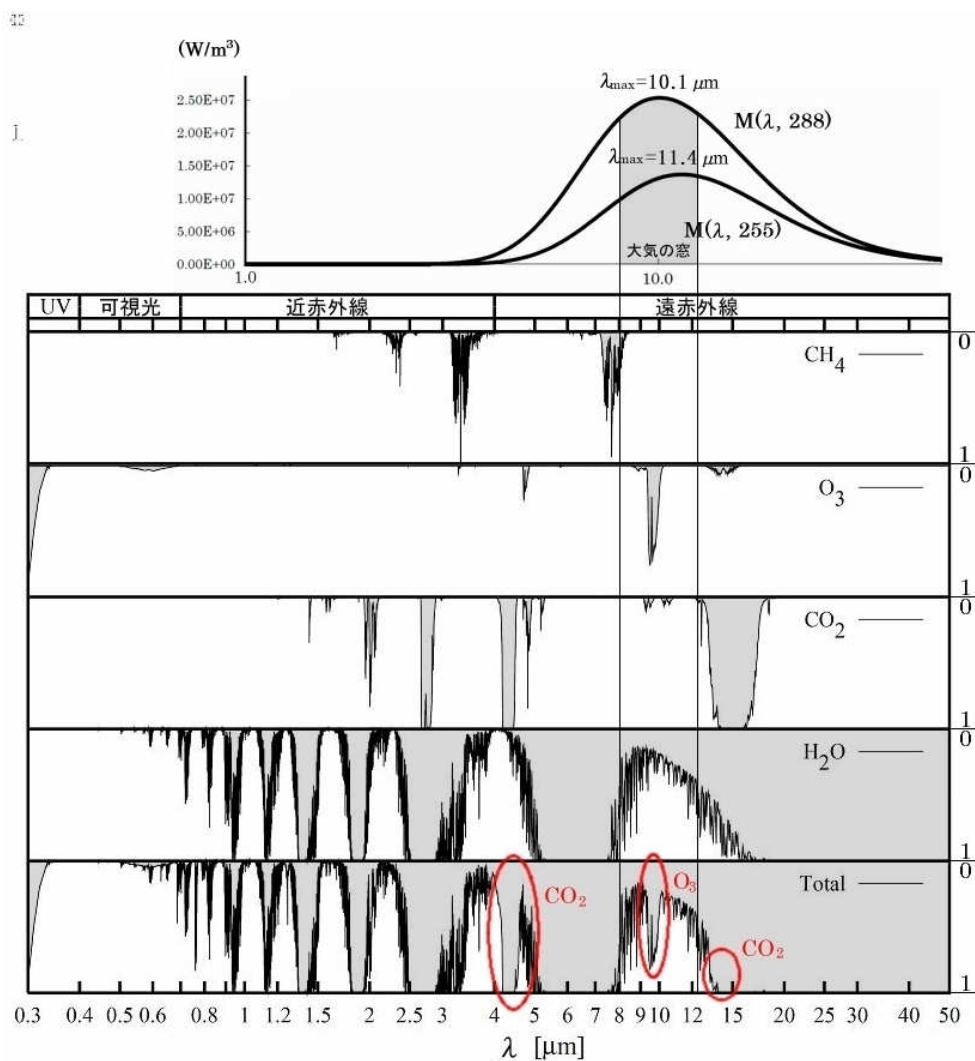


図 3-3 赤外活性気体の電磁波に対する放射率・吸収率スペクトル

地球大気の温室効果（地表面放射に対する吸収）の内 CO_2 による効果は、全温室効果の 5%程度と言われます。これは、図 3-3 から妥当な見積もりです。

3-3 産業革命以後の人為的な CO_2 濃度上昇による昇温効果

地球大気に温室効果があることで、地表面温度≒気温は 33.2°C 程度上昇しています。これは、平均的太陽放射 $341.5(\text{W}/\text{m}^2)$ を 100 とした場合、温室効果がない場合の地表面放射が 70 程度であるのに対して、温室効果がある場合には 114 に増加することが原因です。

温室効果によって増加する地表面放射の増加量は次の通りです。

$$341.5(W/m^2) \times \frac{114-70}{100} = 150.26(W/m^2)$$

現在の大気中 CO₂ 濃度を 400ppm、これによる温室効果を大気の大気全温室効果の 5%だと仮定します。産業革命以後の人為的な影響による CO₂ 濃度上昇量を 12ppm とします。温室効果が濃度に比例するものとして人為的な地表面放射の増加量を算定します。

$$150.26(W/m^2) \times 5\% \times \frac{12}{400} = 0.225(W/m^2)$$

現在の地表面温度≒気温は、

$$\sqrt[4]{\frac{341.5 \times (114/100)}{5.67 \times 10^{-8}}} = 287.9(K) = 14.9(^{\circ}C)$$

産業革命以後の人為的な CO₂ 濃度上昇による地表面放射の増加量を除いた場合の地表面温度は、

$$\sqrt[4]{\frac{341.5 \times (114/100) - 0.225}{5.67 \times 10^{-8}}} = 287.8(K) = 14.8(^{\circ}C)$$

人為的な CO₂ 放出による気温上昇量は 0.1℃程度であり、産業革命以後の気温上昇量の 1 割程度です。通説としての温室効果が事実であったとしても、産業革命以後の気温上昇の主因は人為的な CO₂ 放出ではありません。

3-4 温室効果という赤外活性に対する誤った認識

「通説としての温室効果」は、赤外活性気体による赤外線吸収しか考えていないことに本質的な誤りがあります。赤外活性とは赤外線を吸収するだけでなく放射する性質のことです。赤外活性を持つ気体は放熱しやすい気体でもあるのです。

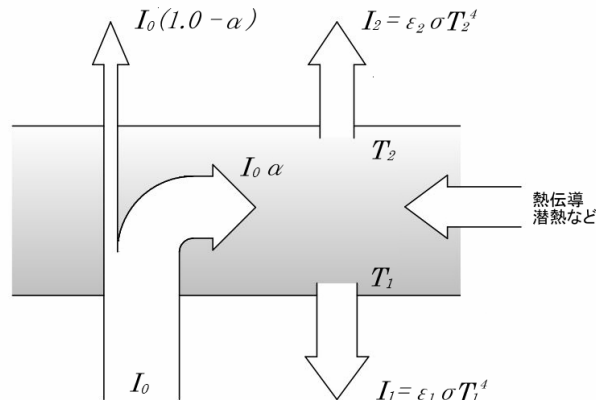


図 3-4 赤外活性を持つ大気層からの熱放射

赤外活性を持つ大気層からの熱放射について考えます。図 3-4 に示すように、大気層に下面から赤外線 I_0 を照射します。この大気層の I_0 に対する吸収率を α とします。大気層は $I_0 \alpha$ だけ赤外線を吸収します。大気層を透過する赤外線は $I_0(1.0 - \alpha)$ です。

この大気層の下面付近の温度を T_1 、射出率を ε_1 とします。この大気層を下から観測した場合の熱放射量は次の通りです。

$$I_1 = \varepsilon_1 \cdot \sigma \cdot T_1^4$$

同様に、この大気層を上から観測した場合の熱放射量は次の通りです。

$$I_0 \cdot (1.0 - \alpha) + I_2 = I_0 \cdot (1.0 - \alpha) + \varepsilon_2 \cdot \sigma \cdot T_2^4$$

このとき、 T_1 、 T_2 は、赤外線 I_0 から吸収したエネルギー $I_0 \alpha$ だけではなく、その他熱伝導などから得たエネルギーによって決まる大気層下面あるいは上面付近の温度であり、直接 I_0 との関係性はありません。

通説の温室効果の認識を端的に示した国立環境研究所の横畠氏の解説を紹介します。

http://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/11/11-2/qa_11-2-j.html

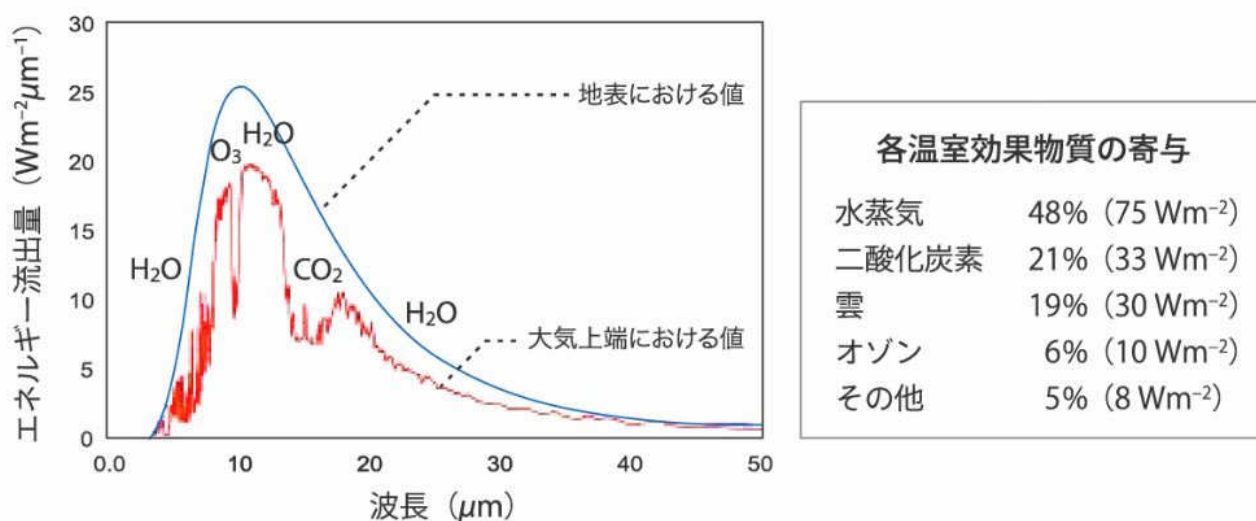


図 1 地表（青線）および大気上端（赤線）における赤外線スペクトル（単位波長・面積・時間あたりの上向きのエネルギー流出量）。青線が地表から逃げる熱エネルギー、赤線が大気上端から逃げる熱エネルギーを示す。また、青線と赤線の差が、大気による赤外線の吸収、すなわち温室効果の強度を表す。

検討に入る前に、図 1 の基本的な問題点を指摘しておきます。青線は実際の地表面放射の値ではなく、最大値ないしその波長から見て、288K (15°C) の黒体放射スペクトルです。赤線の観測値は 16 μm 付近から長波長側の放射の値が大きいことから水蒸気密度の極めて低い放射冷却現象を示しています。したがって 8~12 μm 付近の大気の窓領域の観測値はほとんど地表面放射をそのまま観測しており、観測地点の地表面温度は 288K よりもかなり低温です。したがって青線と赤線の差によって観測地点の地表面放射に対する大気による吸収率を評価することは無意味です。また、地球の平均的な大気上端の放射が図 1 に

示すような大きな放射冷却を示すならば、現在の地球の表面温度は維持できません。

図 1 の解説によると、大気上端で観測した赤外線（赤線）とは、地表面放射（青線）が地球大気を透過したものを観測していると解釈をしています。つまり、

$$(\text{大気上端における値}) = (\text{地表面放射}) - (\text{大気による吸収量})$$

この説明では、 $15\mu\text{m}$ 付近の青線と赤線の差が CO_2 による赤外線吸収量であると解釈しています。これは完全な誤りです。

図 3-3 に示したように、対流圏低層大気の波長 $15\mu\text{m}$ 付近の吸収率スペクトルの値は $\alpha = 1.0$ なので、地表面放射は対流圏低層大気によって完全に吸収されるため、大気上端で観測されることはありません。

一方、あらゆる物質は絶対零度 ($0.0\text{K} = -273^\circ\text{C}$) でない限り温度状態に応じた熱放射で赤外線を放射しています。図 1 の「大気上端における値」の $15\mu\text{m}$ 付近で観測されているのは対流圏上層大気に含まれる主に CO_2 からの上向き熱放射です。

大気は地表面放射だけではなく、太陽放射、地表面からの熱伝導、水の蒸発潜熱としてエネルギーを受け取っています。こうしたエネルギーすべてが分子衝突、赤外線の放射・吸収、対流などの気象現象を通して大気を構成する気体分子に配分されています。その中で赤外活性を持つ特定の振動モードや回転モードの運動に配分されたエネルギーの一部が大気からの熱放射として放出されています。横畠氏の説明は、太陽放射、熱伝導、蒸発潜熱から受け取ったエネルギーについて全く考慮されていません。

「大気上端における値」の正しい内容は次の通りです。

$$(\text{大気上端における値}) = (\text{地表面放射}) - (\text{大気による吸収量}) + (\text{大気からの上向き熱放射})$$

例えば、図 3-5 は南極大陸上空における大気上端の赤外線観測値を示しています。

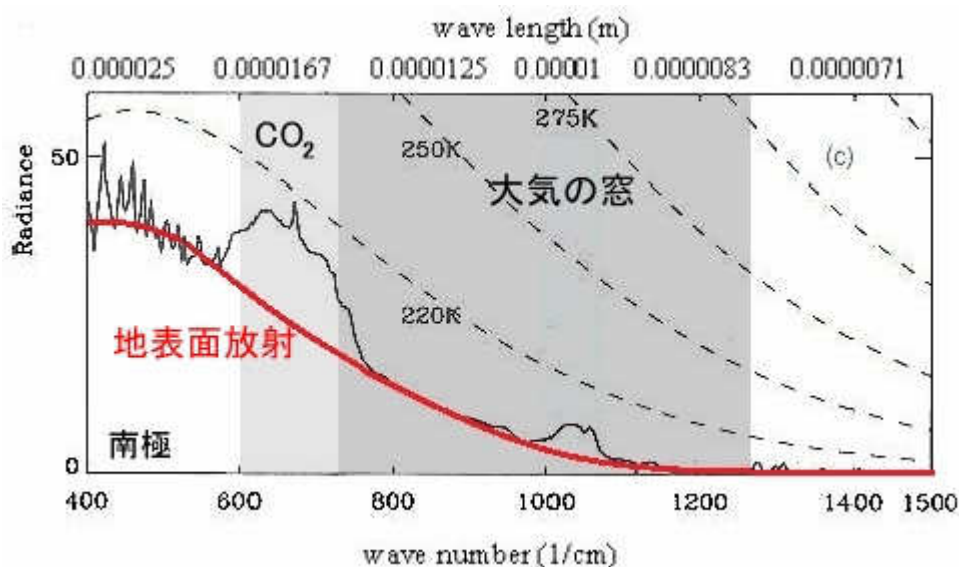


図 3-5 南極における大気上端の赤外線観測値

南極の大気は H_2O 濃度が極端に低いため、強い放射冷却現象が起きているので、大気の

窓領域（濃い灰色で示した範囲）では地表面放射が殆どそのまま観測されています。図から、地表面温度は 210K（−63℃）程度だと推定できます。

一方、強い放射冷却現象のため逆転層になっているため、対流圏上層の CO₂ の放射・吸収帯域（薄い灰色の範囲）は、220K（−53℃）よりも少し低い程度、地表面温度よりも高い放射平衡温度を示しています。

横畠氏の解説によれば、地表面放射（大気の窓領域の赤の曲線）から大気による吸収線を差し引いたものが大気上端における値です。図 3-5 では 15 μm 付近の帯域では地表面放射よりも大気上端の値の方が大きいので、吸収線量がマイナス、つまり大気中の CO₂ が赤外線を放射していることになり、解説の内容と矛盾します。彼の説明は誤りです。実際には 15 μm 付近の地表面放射は対流圏低層で完全に吸収されているので、観測されているのは全て対流圏上層大気に含まれる CO₂ による熱放射です。

3-5 赤外活性を持つ気体分子の密度変化が気温に与える影響

赤外活性を持つ気体が気温に与える影響は、通説となっている単純な CO₂ 地球温暖化説とは異なり多岐にわたるため、確定的に評価することは困難です。ここでは、通説としての CO₂ 地球温暖化説を離れて、対流圏下層大気に含まれる赤外活性を持つ気体について、その大気中の濃度が変化した場合の気温に与える影響について考えることにします。

大気の温度ないし気温が上がるということは、大気の保有する運動エネルギー量が増加することと同義です。大気圏外の太陽放射が 1366W/m² で変化しないとして、各赤外活性気体の密度変化がどのような効果をもたらすのかを個別に検討することにします。

①水蒸気 H₂O

H₂O の密度は地球の表面環境あるいは高度によって大きく変化します。乾燥地帯や寒冷地では小さく、気温が高い場所では大きくなります。1 気圧 15℃ の飽和水蒸気量を 12.8g/m³ とすると地表付近の湿度 50% の平均的な H₂O の体積濃度は次の通りです。

$$\frac{12.8(\text{g}/\text{m}^3) \times 50\%}{18(\text{g}/\text{mol})} = 0.3556(\text{mol}/\text{m}^3) = 0.3556 \times 22400(\text{cc}/\text{m}^3) = 7965 \text{ ppm}$$

これは、対流圏低層大気の赤外活性気体として圧倒的に高い濃度であり、CO₂ の 20 倍程度の濃度です。また、H₂O は極性分子なので、二つの回転モードで 12 μm から長波長側の広い範囲の赤外線を吸収します。

更に、H₂O の濃度が高いところでは水素結合で H₂O クラスター分子や凝結して水滴になり、地表面放射の大気の窓領域の赤外線まで吸収します。対流圏低層大気による地表面放射の吸収局面において 90% 以上が H₂O による吸収です。

H₂O は大気中で凝結して雲を発生します。複雑な気象現象の中で雲の発生の条件は一樣ではなく、様々な高度で様々な形態の雲が生じます。雲の大気温度に与える影響も一樣ではありません。

雲は地表面放射を全ての波長帯域で吸収します。これは大気温度を上昇させる要因になります。その一方で、地球の昼半球で雲が発生すると太陽放射を反射する「日傘効果」で

有効太陽放射量を減少させます。これは気温を低下させる要因になります。また雲頂からはその温度状態に応じた上向きの熱放射で放熱します。

雲には相反する効果がありますが、雲量が1%増加すると大気温度は1°C程度低下すると言われています。

近年、特に注目されているのがスベンスマルク効果です（[補足 6]参照）。大気中に侵入する宇宙線量が多いほど雲量が増加します。太陽活動が活発で太陽放射が強い時期は、太陽系の磁場が強くなるため、侵入宇宙線量は少なくなります。逆に太陽活動が弱いと宇宙線量が多くなります。侵入宇宙線量による雲量の変化が有効太陽放射量に対して正のフィードバック効果を示すため、太陽活動による気温変動を増幅する効果を持ちます。

古くから太陽活動と気温変動はよく同期していることがわかっていました。例えば太陽黒点数が多いときは太陽活動が活発であることはよく知られています。完新世で最も寒冷な時期であった小氷期には相次いで黒点数の「極小期」が観測されています。

また、太陽黒点の変動周期が短いほど太陽活動が活発で、長くなると不活発になります。20世紀の平均的な黒点周期は11年程度とされていますが、小氷期のマウンダー極小期には14年程度にまで長くなっていました。

太陽活動の活性度を最も端的に示しているのは太陽放射照度です。太陽放射照度と気温の変動傾向を図3-6に示します。

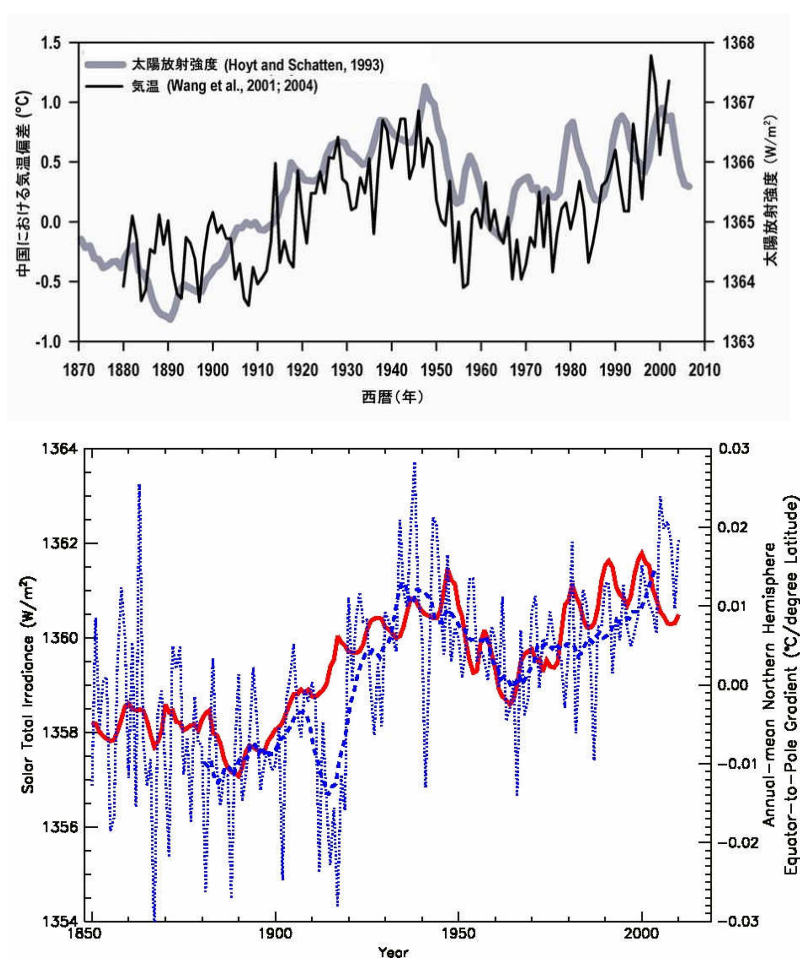


図 3-6 太陽放射照度と気温の変動

図 3-6 の上の図は太陽放射照度と中国の気温偏差の変動を比較したものです。また、下の図は北半球の年平均気温偏差（青の点線、太い点線は移動平均。）と太陽放射照度（赤の実線）を比較しています。

このように、太陽放射照度と地球の気温の変動傾向は非常に強い相関関係を示しています。しかし、太陽放射照度の変動は観測されている気温変動をもたらすほどに大きくないという理由で、人為的 CO₂ 地球温暖化説を支持する気象研究者は「気温変動太陽原因説」を否定してきました。しかし、スベンスマルク効果を考慮すれば、気温変動を十分説明できることがわかってきました。

図 3-7 に示すように大気圧は上空に行くほど低くなります。

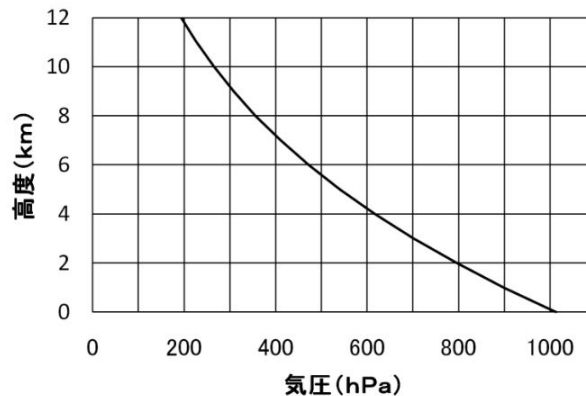


図 3-7 気圧の垂直分布

気体の密度は高度が高いほど小さくなります。密度 = (質量 / 体積) であり、高度によって変化しない相対的な体積濃度 = (体積 / 体積) ではない点に注意してください。赤外活性を持つ気体分子の赤外線放射率・吸収率は大気中の密度が大きいほど大きくなります。したがって、一般的に高度が高くなるほど赤外活性気体の放射率・吸収率は小さくなります。図 3-7 から高度 10km の対流圏界面付近では、大気圧は地表面の 1/4 程度になるため、気体分子密度も 1/4 程度になります。

水蒸気 H₂O の高度に対する密度変化は特異です。

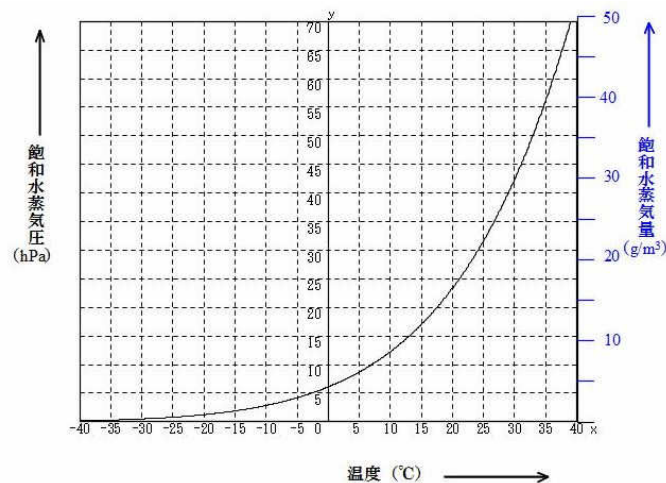


図 3-8 気温に対する飽和水蒸気量の変化

図 3-8 に示すように、気温の低下によって飽和水蒸気量は急速に小さくなります。大気温度は高度が上がることで $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の割合で低下します。さらに前述の通り、高度の上昇によって大気圧の減少で大気密度が低下します。

この二つの効果で、大気中の H_2O の密度は他の赤外活性を持つ気体に比較して高度の上昇に伴って急速に小さくなります。

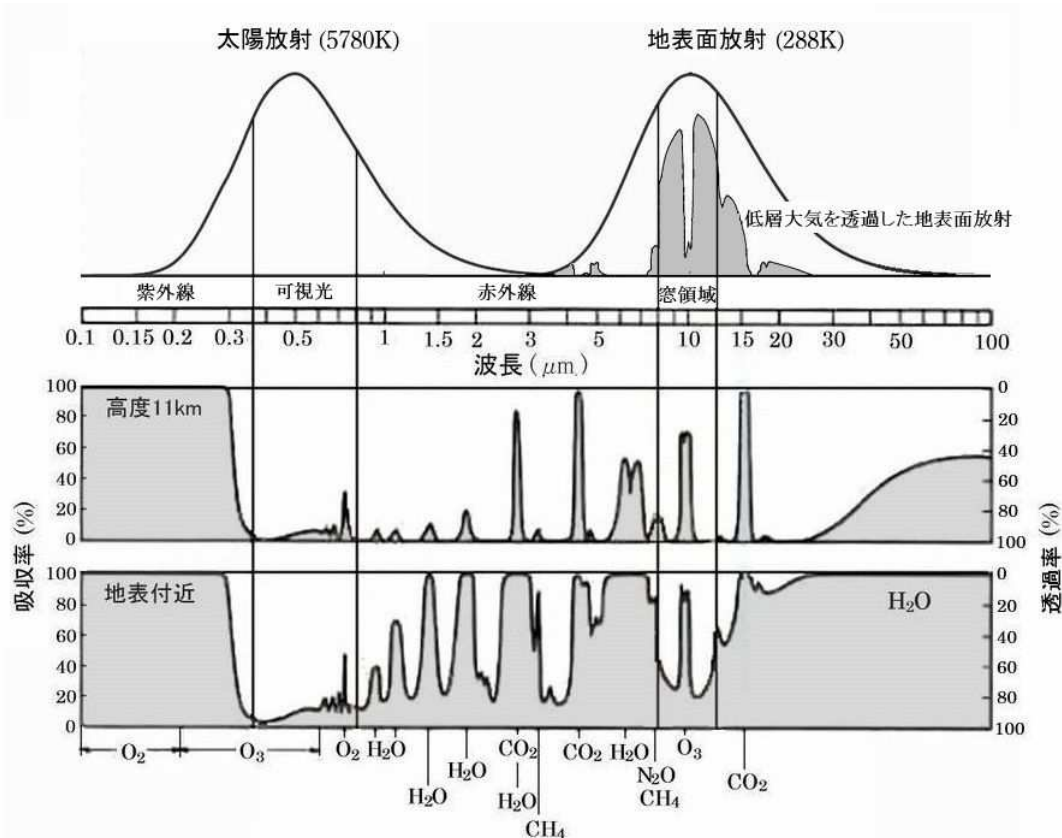


図 3-9 高度の変化による大気の赤外線放射率・吸収率の変化

図 3-9 に地表面付近と高度 11km の対流圏界面付近の大気の赤外線吸収率（射出率）スペクトルないし透過率スペクトルを示します。対流圏界面付近の大気では H_2O による赤外線放射率・吸収率が著しく小さくなっていることがわかります。 H_2O 以外の赤外活性気体の放射率・吸収率はそれほど大きな変化はありません。

H_2O は、地表面付近では地表面放射の吸収局面においては 90%以上の効果を持ちます。しかし対流圏上層大気からの上向きの熱放射による冷却局面では相対的に小さな効果しかないことがわかります。つまり、 H_2O は大気を暖める効果は大きいですが、冷却効果は小さいのです。

このように、 H_2O には気温に対して相反する様々な効果があるため、大気中の濃度変化による影響を判断することは非常に困難です。気象現象の予測精度がいつまでたっても改善されない大きな要因の一つは、気象現象の主役である大気中の H_2O の振る舞いが相変化を含めて大変複雑であり定量的に把握できていないことです。

②CO₂

対流圏大気中で2番目の濃度を持つのはCO₂です。現在の大気中濃度は400ppm程度です。CO₂は地表面放射の分布域では4μm付近と15μm付近に放射・吸収帯域があります。4μm付近では、地表面放射自身がそれほど大きな値ではなく、15μm付近ではH₂Oによる放射吸収帯域と重なっているため、それほど大きな吸収はありません。

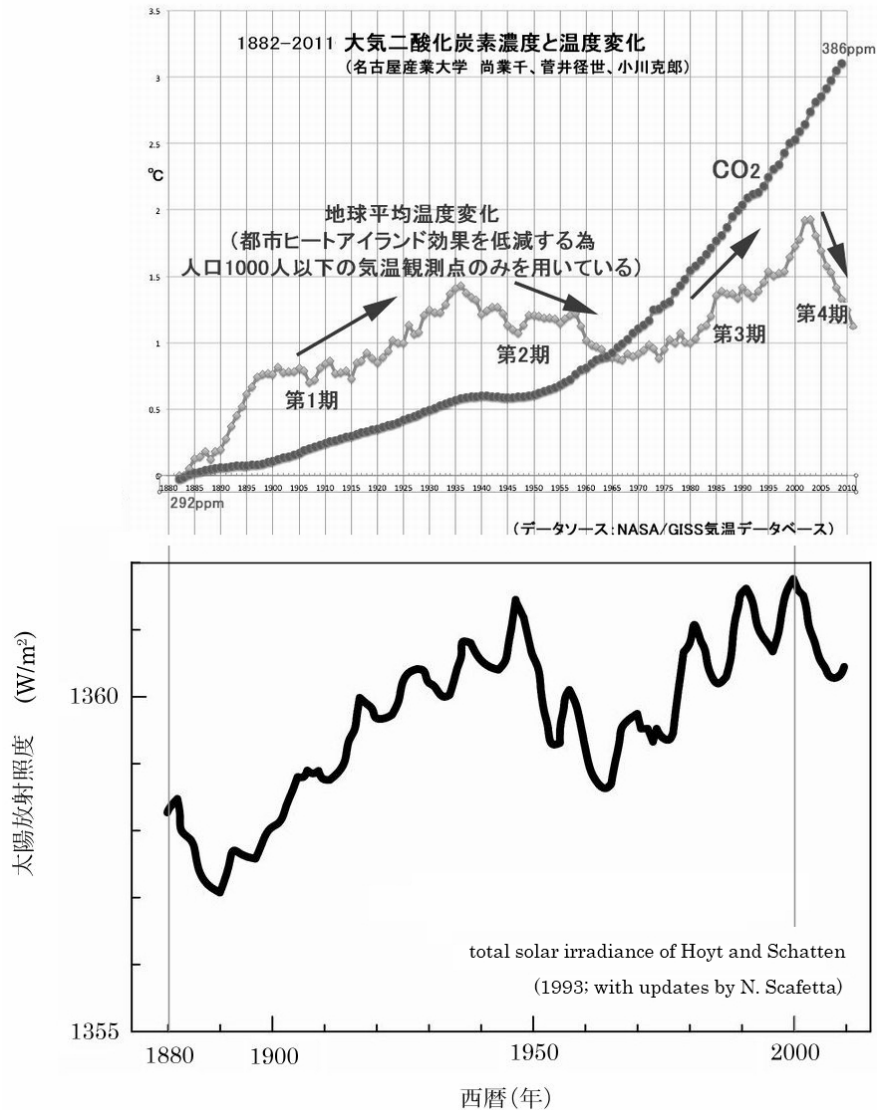


図3-10 大気中CO₂濃度、太陽放射と気温変動

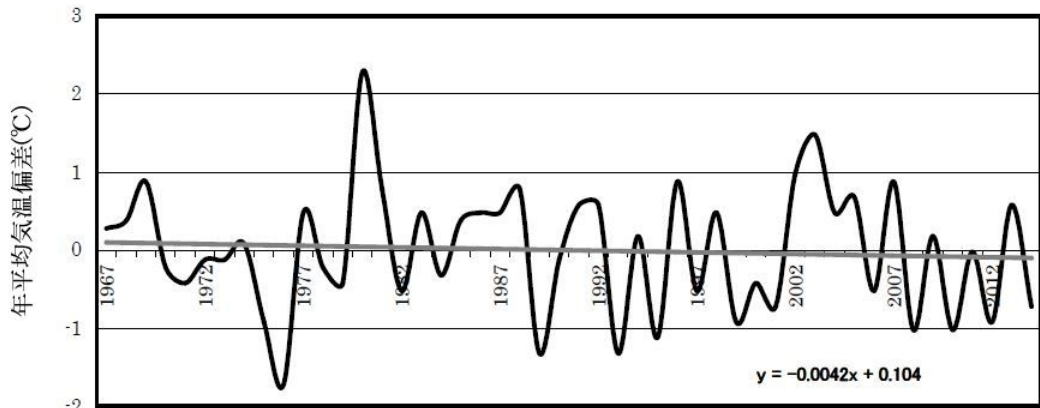
図3-10は気温と大気中CO₂濃度の変動、そして太陽放射照度の変動を比較しています。気温変動は、1940年頃、2000年頃に極大値を示し、1970年頃に極小値を示しています。この変動傾向は太陽放射照度と非常に良い対応を示しています。三つの極値の発生時期が対応していることは、気温と太陽放射照度の間に高い確度で何らかの物理的な関連性があることを示唆しています。

一方、大気中CO₂濃度は単調な上昇傾向を示しており、気温変動とは明確な相関は認められません。特に第二次世界大戦後、産業の復興で急速に工業化が進んだ1970年代に気

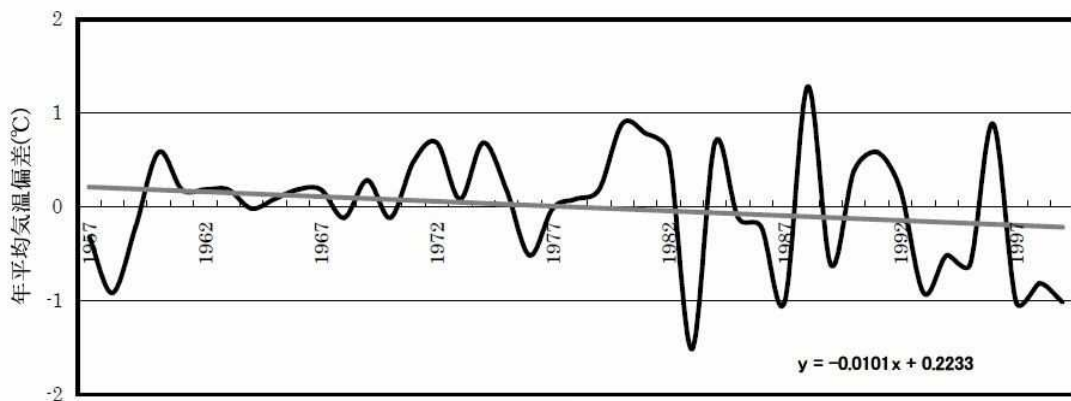
温は極小値を示しており、CO₂濃度の変動傾向とは完全に逆行しています。

この観測事実から、大気中 CO₂濃度の上昇は気温上昇に対して有意に観測できるような効果を持たないと考えるのが自然科学的にみて合理的な判断です。観測事実を直視していれば、大気中の CO₂濃度上昇による地球大気の温室効果の増大で気温が上昇するという「CO₂地球温暖化説」は早い段階で棄却されていたはずで

す。地表面放射の吸収局面で圧倒的に大きな効果を持つ H₂O 濃度が極端に低い極地などの寒冷地や砂漠などの乾燥地帯では、大気の赤外線に対する放射吸収特性に対して CO₂濃度変化の影響が相対的に強く表れます。



※1967-2014年の平均値(-10.48°C)に対する偏差温度。



※1957-1999年の平均値(-49.49°C)に対する偏差温度。

図 3-11 南極大陸の気温変動

図 3-11 は南極の観測基地における気温観測記録です。図 3-11 上は南極大陸周辺部に近い日本の昭和基地の観測値であり、下は南極点に近い米国サウスポール基地の観測値です。いずれも 20 世紀後半に気温は低下傾向を示しています。特に南極大陸中心部に近いサウスポール基地の気温低下傾向が顕著です。

地球温暖化を視覚的に訴える映像として、南極大陸から張り出した棚氷の崩落映像が繰り返し流されていますが、現実には気温は低下傾向を示しています。

図 3-12 は南極海の海水面積の変動を示しています。海水とは海水が冷気に冷やされて結氷したものです。南極大陸の氷床とは異なり、気温が低いほど海水面積は広くなると考えられます。

図 3-12 に示すように、1980 年代以降、南極周辺の海氷面積は、年最大値、年最小値、年平均値の全てが増加傾向を示しています。

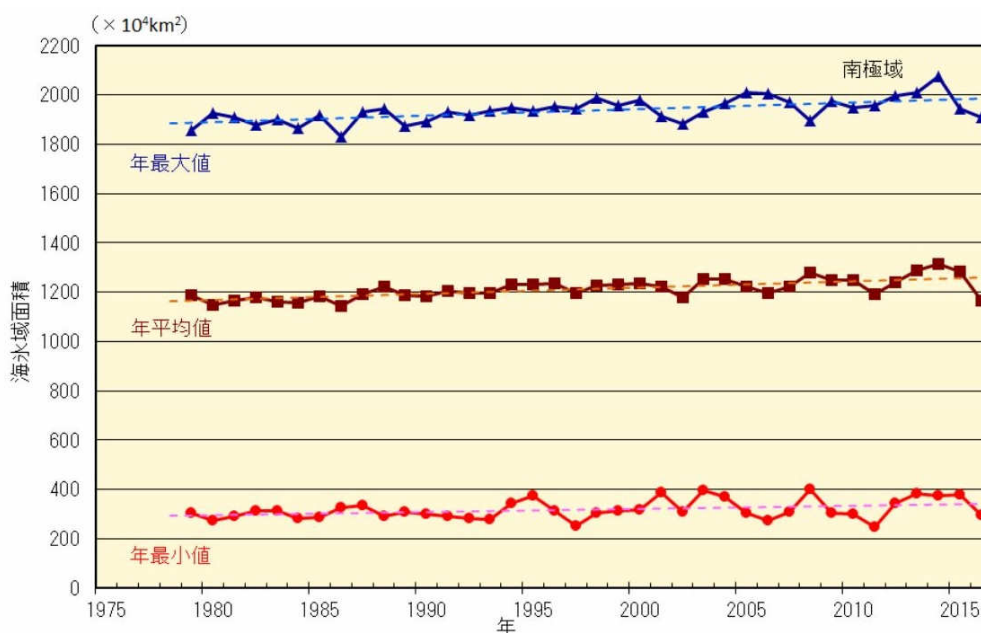


図 3-12 南極域の海氷面積の経年変化

以上の事実から、南極周辺域では少なくとも 20 世紀後半以降の気温は低下傾向を示していることがわかります。この気温低下が CO₂ 濃度上昇の影響だとすれば、少なくとも寒冷地では、大気中の CO₂ 濃度上昇による地表面放射の吸収による昇温効果よりも対流圏上層大気からの上向き赤外線放射による冷却効果の増加の方が相対的に大きな効果を持つと考えられます。

C.D.Keeling による記録のある 1958 年以降に限ってみると、大気中 CO₂ 濃度は平均的に 1.5ppm/年程度ずつ単調に上昇していますが、気温は 1970 年代に気温極小値を示した後、2000 年にかけて上昇し、2000 年以降低下傾向を見せています。また、詳しく見ると、気温変動に遅れて大気中 CO₂ 濃度が変動していることがわかります。

気温変動が原因となって大気中の CO₂ 濃度が変化していることを示す観測データはいくらでも見つけることができますが、逆に大気中の CO₂ 濃度の変動が原因となって気温が変動することを明確に示す観測データは存在しません。

産業革命以降の 100ppm 程度の大気中 CO₂ 濃度の上昇は地球規模では殆ど気温を上昇させる要因にはならず、逆に気温上昇の結果として CO₂ 濃度が増加したと考えるのが合理的です。南極で気温低下が観測されている事実から、CO₂ 濃度の上昇は対流圏上層の放熱量を増やし、気温を低下させる可能性を示唆しています。

③CH₄

温室効果による気温変動において、CO₂ に次いでメタン CH₄ の増加に対しても注意を払わなければならないとして、日本では家畜の牛のゲップに含まれる CH₄ を減らす食糧開発

をするという驚くべき国家プロジェクトが行われています。

現在の CH_4 の大気中濃度は高々 $2000\text{ppb}=2\text{ppm}$ 程度です。 CO_2 濃度の $1/200$ 、平均的な H_2O 濃度の $1/4000$ です。図 3-3 からわかるように、地表面放射の分布帯域では $8\mu\text{m}$ 付近にわずかな放射・吸収帯域がありますが、 H_2O の放射・吸収帯域と重なるためほとんど効果は無視できます。 CH_4 濃度が数倍に増加したところでその効果が観測されるような気温変動をもたらすことはないでしょう。

[補足 5] 黒体輻射とステファン・ボルツマンの式

すべての物質は、絶対零度でない限り、温度状態に応じた電磁波を放出しています。黒体とはすべての周波数の電磁波を完全に吸収すると同時に熱放射することができる仮想の物体です。黒体からの全方向への放射密度の波長 λ に対する分布（分光放射発散度）は次式で表されます。

$$M(\lambda, T) = I(\lambda, T) \cdot \pi = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \pi \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (\text{J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-3})$$

$$\text{プランク定数} \quad h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$\text{光速} \quad c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{ボルツマン定数} \quad k = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

ステファン・ボルツマンの式は分光放射発散度を波長に対して積分することによって求めることができます。

$$I = \int_0^\infty M(\lambda, T) d\lambda = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} T^4 = \sigma \cdot T^4 \quad (\text{W} / \text{m}^2)$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 (1.380649 \times 10^{-23})^4}{15 (2.99792458 \times 10^8)^2 (6.62607015 \times 10^{-34})^3} = 5.67 \times 10^{-8} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4})$$

[補足 6] スpensマルク効果

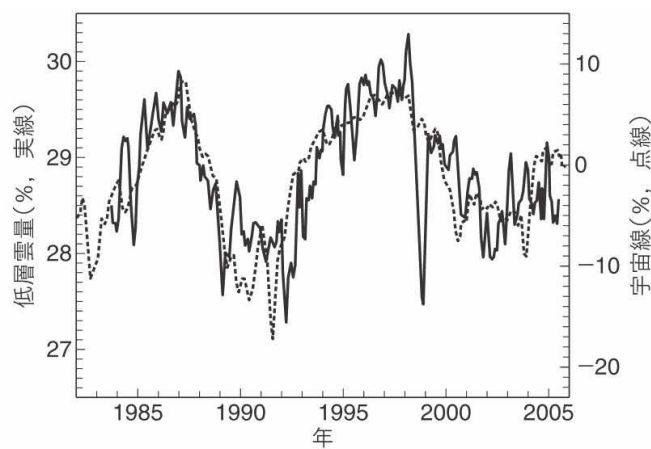


図 3-13 低層雲量と宇宙線の変動

図 3-13 に示すように、地球の低層雲量は地球に侵入する宇宙線量と同期して変化することがわかります。宇宙線量は太陽の活性度と逆相関を示します。したがって、太陽活動が活発な時は雲が少なく、太陽活動が不活発な時は雲が多いのです。この現象はスpensマルク効果と呼ばれています (H. Svensmark: *Astron. Geophys.*, 48, 118 (2007))。

スpensマルク効果は有効太陽放射に対して正のフィードバック効果を示します。したがって、太陽放射強度の変動以上に有効太陽放射の変動を拡大することになります。気温変動の大きさを説明するために、気温変動に同期していない人為的な CO₂ 放出による温室効果の増大という苦しい理論を取って導入する必要はないのです。

【参考文献】

- 1) 近藤邦明 検証温暖化 不知火書房 2019
- 2) 近藤邦明 温暖化の虚像 電子版 2020

4. 温暖化の実像



ここまで、『人為的 CO₂ 地球温暖化』について、その妥当性について検証してきました。結論として、産業革命以後の全地球規模の大気中 CO₂ 濃度上昇と気温上昇のいずれも、その主因は人為的な影響ではないことが確認できました。

現在、日本も含めて世界の大多数の国々や地域において、高温化現象について個別の自然科学的な検討を怠ったまま、全ては人為的に放出した CO₂ が主因だとする風潮が蔓延しています。これは研究者の怠慢であり、責任放棄です。

そして『温暖化対策』として人為的な CO₂ 放出量の削減で全ての高温化現象が解決するような誤った認識が広がっています。今後 CO₂ 放出量の削減対策という名目で莫大な国家支出、つまり国民に対して過大な経済負担が強いられることとなります。残念ながら温暖化対策として失敗することは既に確定しています。

他方、人工的な都市環境下では、人命にもかかわるような局所的な異常高温現象が起きています。この現象は全地球的な規模の気候変動とは全くかかわりのないものです。仮に全地球的な温暖化問題が存在し、それが解決したとしても、都市環境の異常高温現象は全く改善されることはありません。

局所的な異常高温現象は、その発生場所の個別の条件を分析し、固有の原因を特定した上で適切な解決を図らなければなりません。ここでは、明らかに人為的な原因による幾つかの局所的な異常高温現象を紹介することにします。

4-1 気温変動の諸相

前章まで、「温暖化」と呼ばれている現象、正確には「人為的 CO₂ 地球温暖化」について検証してきました。結論的には人為的 CO₂ 地球温暖化説で説明されている意味での温暖化現象は実在しないことがわかりました。

人為的 CO₂ 地球温暖化説の主張は、人為的な CO₂ 放出によって地球規模で気温上昇が起きているというものです。実際には、地球規模の全般的な気温変動を観測すること自体が簡単なことではありません。

世界的に重要な気温観測データとして、米国の海洋大気庁の NCDC (National Climatic Data Center) が配布している GHCN (Global Historical Climatology Network) の気温データベースがあります。GHCN には 180 以上の国の 100,000 以上の観測点のデータが集められています。公表されている世界の気温変動を表すグラフの多くが GHCN の提供するデータベースに依存しています。問題は、この種のデータからどのようなデータを抽出すれば地球全体の気温変動傾向を適切に評価できるのかという点です。

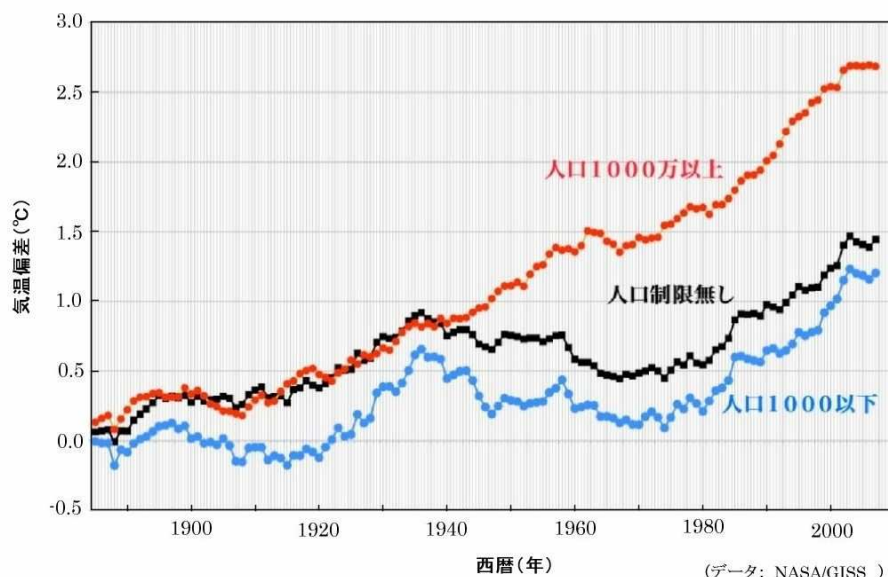


図 4-1 都市化の影響による気温変動の違い

図 4-1 は NASA/GISS(Goddard Institute for Space Studies)の気温データを示しています。データを人口 1000 人以下の観測点、1000 万人以上の観測点に分類してそれぞれの気温変動を比較しています。

人口 1000 人以下の観測点とは、比較的都市化の影響が少ない本来の地球の気温状態を表しているデータだと考えられます。一方、人口 1000 万人以上の観測点とは、都市化が高度に進行し、人工的な影響が極度に強く、地球本来の気温状態とはかけ離れた傾向を示していると考えられます。

二つの曲線を比較すると、1940 年頃を境に田舎と都市部の気温変動傾向が大きく分かれたことがわかります。

第二次世界大戦後、世界的な規模で工業化が進み、それと並行して都市部に人口が集中

し、都市機能を円滑にするために車道の整備や雨水の速やかな排除を目的に地表面が不透水性の舗装で覆われ、巨大な構造物が立ち並び、人工的なエネルギーが集中的に使用され、緑地や生きた土壌が失われたことが都市の気温を上昇させたのです。

地球の全般的な気温状態を把握するためには、局所的な特殊条件下にある、例えば都市化の影響の強いデータは取り除くべきです。しかし、日ごろ目にする主要な気温変動曲線の多くは GHCN による気温データから田舎のデータを取り除き、都市部中心のデータを用いて地球の気温変動として採用しています。このように、恣意的なデータの選択によって、望み通りの気温変動曲線が描けるのです。

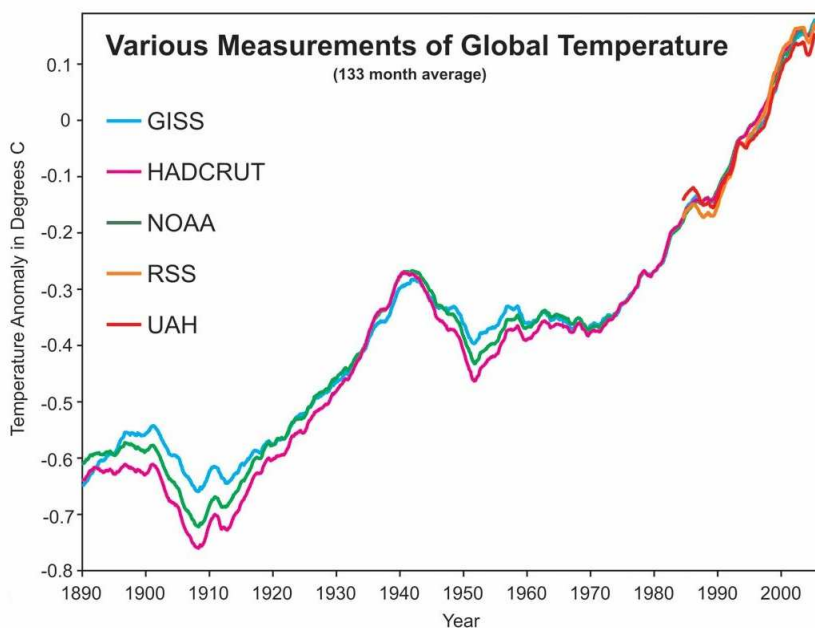


図 4-2 GHCN データを基づいた各種の気温変動曲線

図 4-2 は GHCN のデータに対して観測点の選別やデータ補正を加えて作られたいくつかの代表的な気温変動曲線を示します。

こうしたデータの選別、加工による気温の上昇傾向の演出は人為的 CO₂ 地球温暖化説に対する「信頼」を取り繕うために行われたのであろうと思われます。しかし、こうした恣意的なデータ改竄によって、本来の自然現象の実体からかけ離れた誤った温暖化対策が暴走し始めようとしているのです。

このような状況に対して疑問を持つ人たちは、独自に本当の地球の姿を描き出そうとしています。図 4-3 は、GHCN の気象観測点の補正されていない観測データそのもの (raw data) について恣意的な選別を行わずに作成された世界気温偏差と、太陽放射照度の経年変化を比較したグラフです。この世界気温偏差は、地球全体の気温変動傾向を比較的正確に表すものだと考えます。

図 4-3 に示すように、気温は太陽放射照度に同期して変動していることがわかります。もう一つ注目すべき点は、大多数の気象学者やマスコミが気温上昇の脅威を煽っていますが、実際には 2000 年台に入ってから気温はむしろ低下傾向を示しているのです。

1900年代終盤から、太陽活動が極めて不安定になり、黒点の発生数も不安定化し、黒点周期も12年を超えるようになっていました。この太陽活動の低下によって気温が低下傾向を示しているものと考えられます。

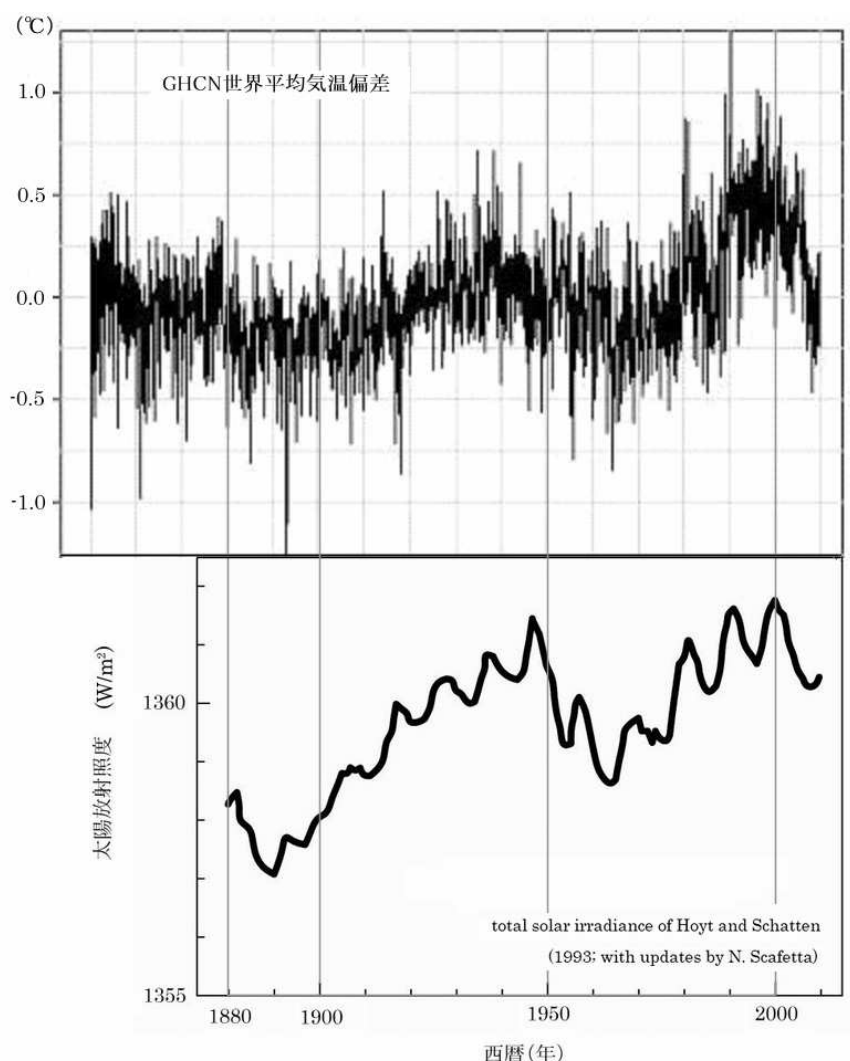


図 4-3 GHCN(raw data)に基づいた世界気温偏差と太陽放射照度

以上から、現在一般に信じられているパリ協定の前提となった、地球規模の全般的な気温上昇による脅威は存在しないと考えてよいでしょう。

一方、日本をはじめとする工業的な生活様式が普遍化した社会では、人口の大部分は都市化が進行した地域に暮らしています。こうした人々にとって、局所的な異常な気象環境であっても、都市の異常高温化は重大な問題です。

図 4-4 は最近 100 年間余りの期間の東京都、福岡市、浜田市の 1995 年に対する気温偏差の変動を示します。産業革命以降、全地球規模では $0.6\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 程度気温が上昇したとされていますが、東京都ではわずか 100 年余りの期間で 3.0°C 程度も気温が上昇しています。

この人命にもかかわる都市化による異常な昇温は、地球規模の温暖化とはかかわりのないものです。仮に CO_2 地球温暖化が実在していたとしても、 CO_2 の排出を抑制することで都市化に起因する異常な高温状態が解消されることはありません。

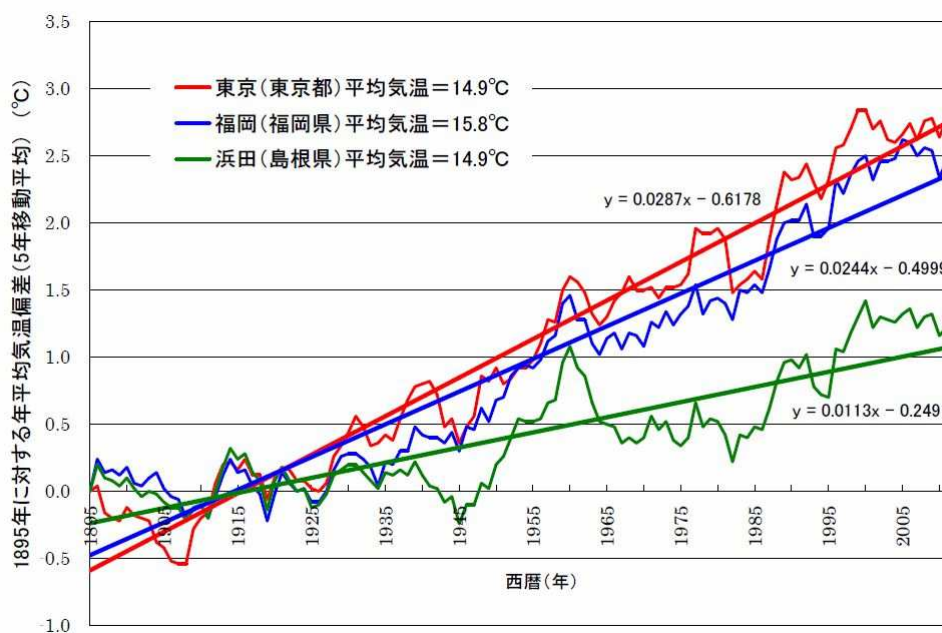


図 4-4 日本における気温に与える都市化の影響

温暖化と言ってもその発生規模や空間的な発生場所の条件によってさまざまな原因があることを理解することが必要です。温暖化の諸相を科学的に分類し、それぞれの原因を自然科学的に的確に把握することが必要です。現在、気象研究者や政府機関、マスコミは全ての気象現象の異常の原因を、個別の分析を怠ったまま、人為的に放出された CO_2 が原因であるとしている状況は、怠慢であり、危険です。

4-2 人為的原因による温暖化

人口の爆発的な増加を含めて、人間社会の膨張、都市化・工業化の進行、森林破壊、農地開発などによって地表面環境の改変が進んでいます。

こうした人間社会の開発行為が地表面環境の大気水循環を乱し、その影響が地球規模の大気水循環システムの異常を引き起こし、異常気象につながっている可能性は否定できません。

都市化による異常高温

①人口エネルギーの大量消費

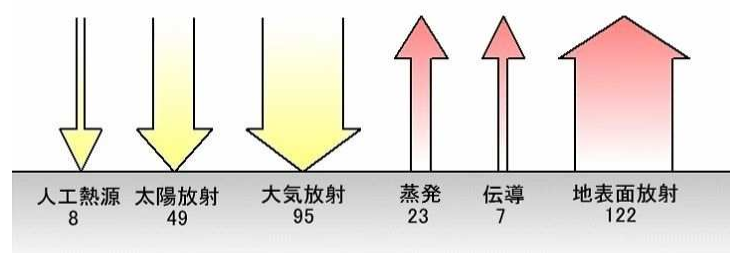


図 4-5 人工エネルギーの影響

日本は世界有数の工業的エネルギーの消費国です。2017年度の一次エネルギー消費は $20.03 \times 10^{18} \text{J}$ です。日本の国土面積を 377900km^2 、人が住める平地面積の割合を 30% とした場合、人の住む環境の単位面積当たりのエネルギー消費量は 5.6W/m^2 になります。大都市部では平均の 5 倍程度のエネルギーを消費すると仮定すると実に 28W/m^2 を消費していることになります。

図 4-5 は、図 3-2 の地表面における熱収支がどのように変わるかを示しています。平均的な太陽放射 $341.5 \text{ (W/m}^2)$ を 100 とすると、都市部における人工的なエネルギー消費量は $28 / 341.5 \div 8$ になります。

工業的なエネルギーは最終的にすべて排熱になり、環境の温度を上昇させます。人工排熱がない場合の地表面温度は

$$T = \sqrt[4]{\frac{341.5 \times (114/100)}{5.67 \times 10^{-8}}} = 287.9 \text{ (K)} = 14.9 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

でした。これに人工排熱を加えた場合の地表面温度は次の通りです。

$$T = \sqrt[4]{\frac{341.5 \times (114 + 8)/100}{5.67 \times 10^{-8}}} = 292.8 \text{ (K)} = 19.8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

5°C 程度の温度上昇となります。人工エネルギー大量消費による気温上昇は、大都市部の局所的な気温上昇に限られます。

②地表面環境の乾燥化

地表面は蒸発によって冷やされています。 341.5W/m^2 を 100 とした場合、蒸発による放熱量は 23 です。これは地球の表面から 1 年間に約 1000mm の水が蒸発することに対応しています。その冷却効果は 78.5W/m^2 に相当します。

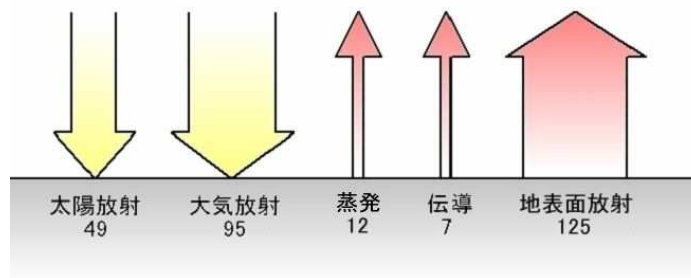


図 4-6 地表面の乾燥の影響

都市化によって、地表面は舗装され、雨水は速やかに地表面から排除されるようになり、地表面から蒸発する雨水は激減しました。

仮に、都市部では地表面からの蒸発量が半減したとして、蒸発による冷却効果が 12 になったと仮定します。失われた蒸発による冷却効果 11 を地表面放射が肩代わりした場合の地表面温度は次の通りです。

$$T = \sqrt[4]{\frac{341.5 \times (114 + 11) / 100}{5.67 \times 10^{-8}}} = 294.6(K) = 21.6(^{\circ}\text{C})$$

7°C程度の温度上昇となります。地表面の乾燥化による気温上昇は、大都市に限らず、地表面舗装と排水システムを整え、緑地の減少した地方都市でも見られる現象です。

③人工構造物による蓄熱

都市部には巨大な人工構造物が密集して建てられています。これが昼間の太陽放射を蓄積し、夜間に放熱することで気温の低下を妨げます。

ここで示した三つの気温上昇の原因が複合した効果としてヒートアイランド現象という都市部で局所的な異常高温化が起きています。

ヒートアイランド現象を個別に見れば局所的な問題ですが、西欧地域、東アジア地域、北米沿岸地域など、エネルギー多消費型の都市が集まった地域では、大気水循環の異変を引き起こし、地球の大気大循環を乱すことで異常気象の原因となっている可能性は否定できません。

このヒートアイランド現象は原因の明らかな温暖化であり、人間社会が本気で対応策を実行すれば速やかに解消することが可能です。しかしそれは、都市住民に対して都会的で快適な社会・生活環境を放棄することを求めることとなります。

穿った見方をすれば、日本や先進工業国の経済最優先の政策と不可分のヒートアイランド現象による異常高温化を隠蔽し、「快適な都市生活」を放棄することを避けるために、日常感覚とは乖離した地球規模の異常温暖化という虚構である人為的CO₂地球温暖化説を利用しているようにも思えます。

砂漠化の進行による乾燥化

ヒートアイランド現象が都市化された環境の局所的な異常昇温であるのに対して、森林や農地における開発や土壌の酷使によって生じる砂漠化は広範囲にわたって気温上昇をもたらす大気水循環を大きく変えることで地球規模の気象変動につながる危険性が高いと考えられます。

現在、途上国の発展に伴って、都市建設のための森林の大規模な皆伐、用材を得るための伐採、食糧増産のための焼き畑を含めた農地開発のための森林の大規模な伐採などによって、森林面積は減少を続けています。

一旦、地表面の植生を失うと、表土が流亡し保水力を失い乾燥化が進み、やがて砂漠化が進行します。広範囲に砂漠化が起きると地表面温度が上昇する一方、地表面放射による放熱が大きくなり気温の日較差が大きくなります。乾燥した大気の温度減率は大きく、上空の大気は冷たく重くなり安定した高圧帯になって下降気流が吹くため、ますます雨が降らなくなります。

アジア・アフリカを中心に、途上国の生活水準の向上と人口増加によって必要となる食糧が増加しています。これを賄うために限界的な農地の酷使、焼き畑農法による森林の利用によって、砂漠化が進行しています。食糧生産と直結したいわば生きるための開発行為

が砂漠化の進行をもたらすという意味で、ヒートアイランド現象よりも深刻な問題を含んでいます。

4-3 温暖化と異常気象への対応

観測事実から、太陽活動の消長の結果として気温が変動したことを示唆するデータは枚挙にいとまがありませんが、大気中の CO₂ の増加が原因となって気温が上昇したことを示すデータは存在しません。事実を即した自然科学的な視点で現象を観察したとき、CO₂ 濃度の上昇による大気の付加的な赤外活性が原因となって気温が上昇した蓋然性は極めて低いと結論するほかありません。更に、大気中 CO₂ 濃度の上昇の主因は人為的に放出した CO₂ ではないことは明らかです。人為的 CO₂ 地球温暖化という現象は存在しません。

一方、都市部などの局所的な特殊環境下で人為的な影響による異常高温現象は実在しています。この都市部を中心とする異常高温現象は、都市住民が快適な生活をおくるために作った社会インフラ・社会システムそのものの問題です。

例えば、地表面舗装・下水道システムによる地表面からの速やかな雨水の排除、土地の経済的な有効利用のために行った緑地、遊水池や自然河川などの排除、工業化された社会システムとそれを駆動するための工業的なエネルギーの集中的大量消費、人・モノ・金の集積などです。都市部の異常高温現象は原因が明らかなので、これを解消するために人間社会がどのような選択を行うのか、これは政策判断の問題です。

こうした自然科学的に明らかな原因による身近に差し迫る異常高温現象を放置しておきながら、自然科学的に蓋然性の極めて低い人為的 CO₂ 地球温暖化という虚像を正当化する気象研究に対して莫大な公的資金をつぎ込み、更に温暖化対策という口実で「脱炭素化」という新規経済成長分野に莫大な公的資金を投入しようとしている現状は異常です。そこには、異常高温現象を解決するのではない、政治・経済的な意図があると考えるべきでしょう。

こうした異常な対応に、世論が全く無頓着な状態もまた異常です。マスコミや国民に科学リテラシーが欠如していると言うしかありません。

日本を含む国際連合や世界経済を牛耳る先進工業国という言わば『ボーカルマイノリティー』国家の国民の多くは、都市化された環境下に居住しています。日本では国民の 8 割程度が都市化された環境下に暮らしていると考えられます。国、気象研究者、マスコミは結託して、地球規模の気温変動と都市部の局所的異常高温現象という全く発生機構の異なる現象に対して、人為的 CO₂ 地球温暖化が原因であるという単一の虚像をスケープゴートにする情報操作を行っています。大多数の都市住民は都市の特殊環境下のエネルギー多消費型の生活環境下の異常高温現象を人為的 CO₂ 地球温暖化と勘違いしているのです。

近年、人為的 CO₂ 地球温暖化によって極端な気象現象、異常気象が頻発するようになったと気象研究者やマスコミは不安を煽っています。マスコミに登場する気象研究者や解説者たちは、意図的か否かは定かではありませんが、少し変わった自然現象、自然災害をもたらすような自然現象に対して、具体的な自然科学的な分析結果を示さないまま、無責任に人為的 CO₂ 地球温暖化の影響であるかのような発言を繰り返し、結果として大衆を洗脳することに加担しています。

気象現象を含めて自然現象とは平均的な状態が継続するものではなく、平均的な状態の周辺で絶えず変動しているのが常態です。変動の振幅が多少大きくなった場合を異常気象と呼んでいるに過ぎません。平均的な状態が継続する方がむしろ異常現象です。

付け加えれば、異常気象がどれほど稀な出来事であっても、全ての自然現象は物理的必然によって生じるものであり、その意味で自然科学的に正常な現象です。異常気象とは統計的に 30 年に 1 回ないしそれよりも稀に発生する現象という意味であり、現象そのものが自然の理を逸脱しているわけではありません。気象研究者は、気象予測シミュレーションが的確に気象現象を予測できないことを「環境がそれほど異常になっているからだ」と言いますが、単に彼らのシミュレーションが気象現象を正しく模倣できていないからにすぎないのです。

また、近年、異常気象の出現頻度が有意に観測できるほどに増加しているのか、そしてその原因が地球規模の全般的な気温上昇によるものなのかを特定することは困難です。「かつて経験したことのない異常気象」と言っても、現在と比較可能な気象観測データが存在するのはここ 100 年にも満たない短期間に過ぎません。まして、直近の温暖期である 1000 年ほど前の中世温暖期の詳細な気象観測データは存在しないのです。

実際には 2000 年以降、気温は低下傾向を示しており、温暖化による異常気象というシナリオそのものが不合理です。まして、人為的に放出された CO₂ によって異常気象が引き起こされていることを立証することは不可能です。

現代人は科学技術を過信しているようです。本来、地球規模の気象現象は人間社会の埒外にあり、気候の変動に対して人間社会は受動的に対応することが基本です。地球規模の気候変動を人の手で制御できると考えるのは傲慢です。人為的 CO₂ 地球温暖化は存在しないのであり、人間にできるのは、明らかに人の手によって作り上げた人工的な環境下の局所的な現象に対する対応だけだということを認識しなければなりません。

【参考文献】

- 1) 槌田敦 新石油文明論 農文協 2002
- 2) 桜井邦朋 眠りにつく太陽 祥伝社新書 2010
- 3) 近藤邦明 検証温暖化 不知火書房 2019
- 4) 近藤邦明 温暖化の虚像 電子版 2020

おわりに

私が小学生だった半世紀ほど前に比べて、確かに暑くなりました。しかし当時は、私の家の周りには畑や果樹園、雑木林や原っぱがたくさんありました。道といえば幹線道以外は未舗装のでこぼこ道で、少したくさん雨が降れば水溜りが一週間も消えないことなど日常的な出来事でした。今では家のわずかな前庭と家庭菜園に緑があるくらいで、家の周囲は完全に舗装され、駐車場や集合住宅に囲まれてしまいました。雨が降っても翌日まで水溜りが残ることは無くなってしまいました。これでは暑くなるのは当然です。

おそらく日本中の多くの市街地や住宅地にも同じことが起こっているはずです。緑が失われ、人工的なエネルギーを大量に消費することで暑くなったために、多くの家庭や事務所ではエアコンディショナーを運転することになり、そのおかげで更に気温が上昇することになりました。

日本ではこうした都市化による局所的な異常高温によって生活環境が悪化しています。しかし、地球規模の全般的な温暖化によって人間社会の脅威になるような事象は起きていません。個別の現象に向き合い、本当の原因を探求しなければ有効な対策をとることは出来ません。現在進められようとしている「脱炭素化」は全く原因を取り違えた「頓珍漢な対策」です。

小氷期の寒冷な時期が終わってからのこの 150 年間程度の期間、確かに地球の全般的な気温は「回復傾向」を示しています。この間の気温上昇は 0.6~1.0℃程度であり、人間社会にとって脅威になるような異常なものではありません。また、その気温上昇の主因は自然現象であり、人が放出した CO₂ の付加的な温室効果によるものではありません。

現実の社会では、政治・経済的な意図から、人間社会の脅威となる地球規模の温暖化現象は実在し、その原因は生身の人間には直接感じ取ることもできず確認する術もない「人為的に放出した CO₂ による温室効果」のせいだという情報が、教育やマスメディアを通じて繰り返し流され、工業化・都市化や自然環境に対する乱開発による実害としての異常高温現象、環境問題から人々の目を逸らそうとしています。

「人為的に放出した CO₂ による温暖化の脅威」というフィクションが実在しないことは、偏見を捨てて冷静に考えれば、私たちが初等中等教育の中で受けてきた歴史教育や理科教育の範囲で十分説明できる事柄であることは本書の中で示した通りです。残念ながら折角学校教育で身に着けたはずの知識が十分に活かされていないようです。

2021 年 7 月に、大阪の河合塾の主催する講演会で大学進学を目指す若者たちに温暖化について話をする機会がありました。この本はその時の講演の内容を基に資料を加えて整理したものです。

彼らは義務教育、高校教育の 12 年間で「人為的に放出した CO₂ による温暖化が人間社会の脅威になっていることは疑いようのない事実である」と教えられてきた世代です。そうした彼らの常識とは全く異なる講演内容に対して、果たしてどのような反応を見せるのか興味がある反面、あまり期待はしていませんでした。ところが、予想に反して、拒否反応を示す参加者は少なく、熱心に聴講してくれました。講演後も複数の若者から質問を受

けることになりました。

若者たちは、長年にわたって人為的な温暖化について教えられてきたにもかかわらず、合理的な内容であれば、これまでに与えられてきた情報と対立する事実であっても柔軟に吸収する素地を保っていることに、驚き、また大きな可能性を感じました。

若者たち、そしておそらく平均的な日本人の大人であれば、義務教育や高校教育の中で日常生活において直面する科学的な問題を理解するために必要な基礎的な知識は既に習得しているはずで、必要なのは習得した知識を使いこなす術、今風に言えば『科学リテラシー』について経験を積むことだと思います。

温暖化問題は、今後長期間にわたって人間社会のありように大きな影響を与えることとなります。本書は、第一義的には温暖化に対する歪曲された情報をただす啓蒙的な役割を果たすことが目的です。

それに加えて、温暖化について自らの頭で考えることは若者たちに科学とは何なのか、科学リテラシーとはどのようなものかを理解するための恰好の教材になると思います。本書では、学校教育で習得した知識を使って温暖化に関する事実の検証を行うことの面白さを伝えることも目的の一つにしたいと思います。

現在の科学分野の大きな問題点の一つは、コンピューターによる数値計算を過信し依存する傾向が強いことです。温暖化問題はその典型的なモデルです。

人為的 CO₂ 地球温暖化について、それを直接的に示すような現象は実は全く観測されていません。人為的 CO₂ 地球温暖化の証拠と言われているモノの実体とは、突き詰めるとコンピューターの仮想空間の中に人間が組み立てた数値モデルによるシミュレーションの結果だけです。しかし、未知の現象、不確定な要素を残した数値モデルで現実の気象現象を模倣することは原理的に不可能です。気象研究者は平気で「計算と現実が異なるのは現実の方が異常なのだ」と述べる始末です。

コンピューター・シミュレーションの限界を考える上でも、温暖化は恰好の教材だと思います。理工系の若者の中には、自然科学にスーパーコンピューターを使うことこそが最先端なのだという大きな勘違いが生まれています。科学とは、実際の現象を徹底的に観察することで、不確定な要素を取り除き、普遍的な仕組みを帰納的に抽象する過程です。本書がこうした本来の科学、実際の自然現象に真摯に向き合う科学の復権に寄与できればこの上ない僥倖です。

出来得れば、読者諸氏のご意見やアイデアによってさらに本書の内容を深めていきたいと思っています。よろしくご協力をお願いいたします。

2021年9月

近藤邦明

近藤邦明

1957年 大分県別府市生まれ

1982年 大阪大学大学院工学研究科前期課程修了

土木工学専攻 工学修士

鉄鋼メーカーエンジニアリング部門勤務を経て、

現在別府市で自営業

ホームページ「環境問題」を考える”主宰



<https://www.env01.net>

著書 温暖化は憂うべきことだろうか 2006
誰も答えない！太陽光発電の大疑問 2010
東電・福島第1原発事故備忘録 2011
電力化亡国論 2012
公立高校とPTA 2015
検証温暖化 2019
以上、いずれも不知火書房から
温暖化の虚像 2020
公開電子書籍

温暖化とは何か — 科学的検証から見える温暖化の実像
シリーズ [環境問題を考える]7

2021年9月 第1版発行

著者 近藤邦明
E-mail : kondoh@env01.net

© 2021 近藤邦明 All rights reserved

