

地球温暖化の問題点について（その1）

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 藤井, 敬三 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.14945/00025338 |

地球温暖化の問題点について(その1)

藤井敬三*

1 はじめに

人類がメソポタミアの北部に原始的な社会を築き始めたのは一万年から二万五千年前位といわれている。それ以来人類は、地球上の自然は永遠であると信じ、何千年にもわたり激しい自然環境の中でより良い生活を求めて営々と努力を重ねて、現在の科学と文明を作り上げてきた。生産力の低い段階ではこうした生活環境改善の努力が自然の復元作用に吸収されて特に問題はなかった。しかし、この50年あまり生産力が増大し、我々は豊かな生活を求めるあまり、グローバルな自然環境破壊を進めるに至った。二酸化炭素による地球温暖化、フロンガスによるオゾン層の破壊、海洋汚染など、話題に事欠かない日ばかりとあってよい。明日の世代を考えると、もう先送りに出来ない段階に達しているように思われる。

では一体どうしたらよいのか？我々は暖かい家、便利で快適な家を捨て、原始の生活に戻るのか、または単にハシガチすぎているのだろうか？この現実をきちんと捉えるためにはまず地球温暖化の現状を正確に把握し、明日の生活の糸口を探す必要がある。そこで二酸化炭素の変化を現在より過去へと遡り、その原因を考察し、最後に対策についてのべてみたい。

2 温室効果ガス

地球大気は温室効果をもっているといわれる。地球の温度は、太陽から流入する日射エネルギーと、地球自体が宇宙に向けて放射する熱放射とのバランスによって定まると考えられるが、その温度を計算で求めると約250 Kとなる。地球表面の実際の温度は約290 Kであるから先の値より40 Kも高い。この差をもたらすのが温室効果である。大気は、日射に対しては殆ど透明であるから、日射は大気を素通りして地表面で吸収され、加熱する。加熱された地表面は熱放射をするが、その波長は遠赤外域にあり、この波長域に対しては、大気成分気体のうち二酸化炭素、メタンなどが強い吸収を示すので、地表面よりの熱放射に対しては大気は不透明であり、地表からの放射エネルギーはそのまま宇宙に流失せず、一旦大気層に吸収される。熱放射を吸収した大気層は、その温度に応じて熱放射をし、結局、大気上層から宇宙に向けて発せられた熱放射が最終的に地球から失われるエネルギーとなる。したがって、日射とバランスする250 Kというのは大気上層の気温に相当する。地表面では日射に加え、大気層からの下向きの熱放射があるので、290 Kとなる。現在、大気中に量的に多い二酸化炭素は地球温暖化の元凶のようにいわれているが、大気中に二酸化炭素があるので生物が住みやすい暖かい地球環境が保たれているわけである。

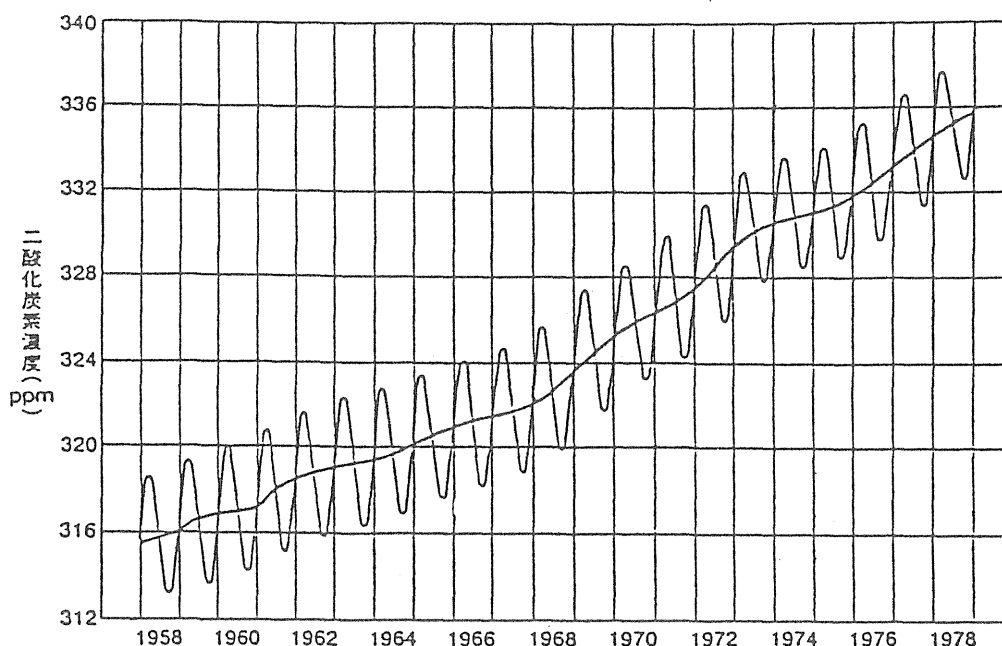
*静岡大学教育学部

3 現在より過去にいたる二酸化炭素の温度変化

3.1 現在の二酸化炭素のマスバランスについて

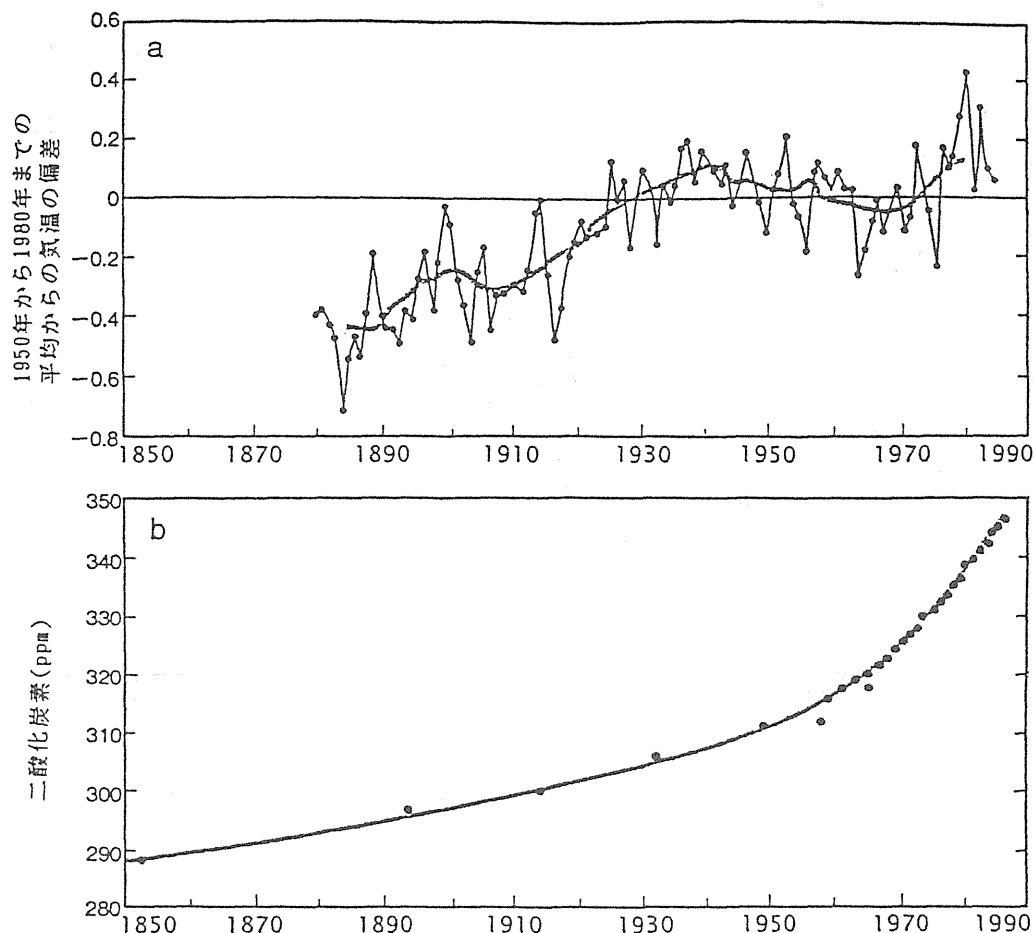
我々は化石燃料を燃やして大気中に二酸化炭素を放出している。この量は炭素換算で毎年約 50 億トンである。地球全体での炭素のマスバランスは、大気、陸上、海洋での炭素の存在量とそれぞれの間の交換量である。大気については炭酸ガス濃度測定より、約 6350 億トンの炭素が大気中に存在し、この 20 年の平均として年約 30 億トンずつ増加している。陸上については産業革命前では炭素は大気と陸上でバランスを保って交換されていたと考えられているが、近年では森林破壊によりこのバランスが崩れ、約 20 億トンの炭素が毎年陸上から失われ、大気中に放出されていると考えられている。したがって、毎年約 70 億トンの炭素が陸上から大気に放出されている。このうち毎年約 30 億トンの炭素が大気中に蓄積されているので、大気から海洋への炭素の移動量は毎年約 40 億トンでなければならない。しかし、化石燃料の消費にともなう炭酸ガスは海洋にかなりの量が吸収されていると考えられるが、海洋において炭素の増加を裏付けるデータは得られていないので、ミッシングシンク（失われた貯蔵庫）といわれている（稲葉、1989）。

いずれにせよ大気中の二酸化炭素は蓄積されつつあり、今世紀初頭にすでにスエーデンのアルレニウスとアメリカのチェンバリンが二酸化炭素の蓄積による地球温暖化の予測をしているが、実際の二酸化炭素濃度の系統的測定は 1958 年にキーリングによって始められた（第 1 図）。第 1 図より、ハワイのマウナロアの観測地点における二酸化炭素の濃度の経年変化は、季節変動と長期にわたる濃度の変化とを表している。季節変動は植物の光合成、植物や土壤の呼吸に影響され、濃度の最大は春より夏にかけて起こり、最小は秋に起こる。長期の変化は 1958 年に観測を開始してから 25 ppm 増加して、



第 1 図

1958年以降、ハワイ島マウナロア山頂付近の観測所で、スクリップス海洋研究所のキーリングが、米国海洋・大気局の協力を得て継続観察を行った結果を示したグラフである。二酸化炭素濃度が着実に増加していることがわかる（Keeling, 1983）。

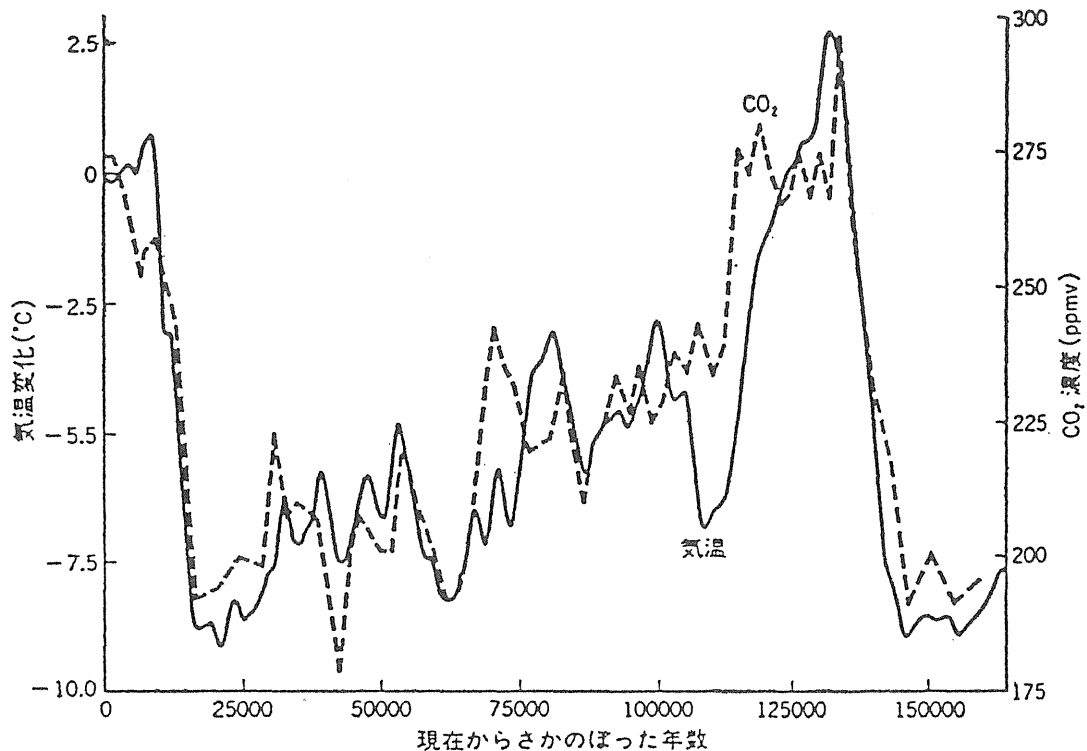


第2図
 過去140年の地球の平均気温と二酸化炭素濃度変化
 (Houghton and Woodwell, 1988)

1978年には335 ppmに達した。このデータは世界を駆けめぐり、二酸化炭素の濃度変化と気温変化との相関関係が論じられるようになった。産業革命以降の気温の長期にわたる経年変化の解析の結果、第2図のごとく、気温変動が大きく、時には寒冷化も起こっているように見えるが、1860年以降、地球の平均温度は0.5-0.7°C上昇していることが明らかとなった。この期間中、最も上昇が著しかったのは最近の10年間である。しかし、気温変化と二酸化炭素濃度の変化との図を対応させると、温室効果によって気温が上昇したのか、気温が上昇したために二酸化炭素が大気中に多く漂うようになったのかなど、因果関係について詳細に検討しなくてはならないように思われる。

3.2 過去における二酸化炭素の濃度変化

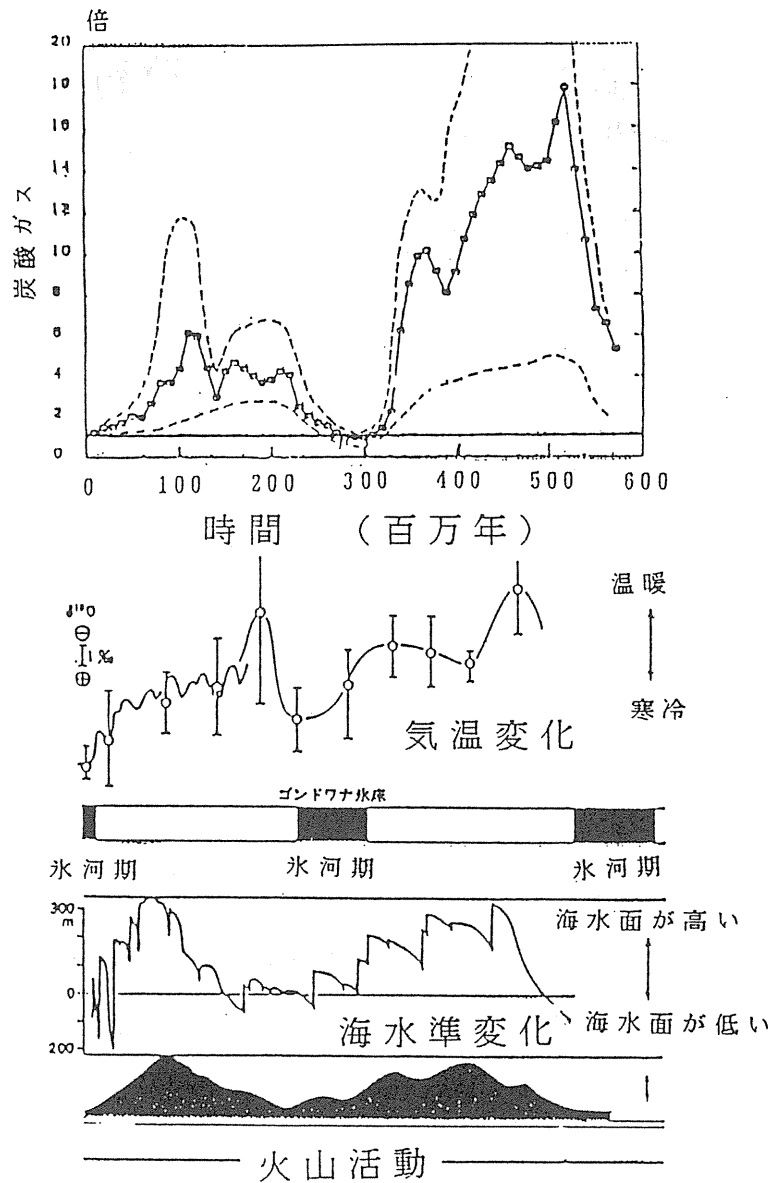
二酸化炭素の濃度変化は果たして産業革命以後の現象であるか気になる場所である。かつて、アメリカや北ヨーロッパの大部分は氷河に被われていた。それでは、氷期と間氷期をもたらしたような大規模な気候変動に、果たして大気組成の変化が関与しているのだろうか？その答はフランスとソビエトの共同研究によって得られた。すなわち、氷河の氷に閉じこめられた空気を用いて過去の大気組成と気温変化が調べられた。南極のソ連ポストーク基地で採取された氷床コアは長さ2200 mにおよび、年代的にも過去16万年にわたる。その試料を用いて年代測定、炭酸ガス及び重水素濃度の測定が行われた。第3図はその測定結果を図示したものである。この図より、(1)産業革命以前であっても二



第3図
南極ポストーク基地での氷床コアの分析から得られた気温（実線）と二酸化炭素濃度（破線）（Barnola et al, 1983）。

酸化炭素濃度は変動して、最終間氷期最盛期の約13万年前にはその濃度が約300ppmまで上昇していた時期があったこと、(2)その後、最終氷期には濃度は現在よりずっと低い値、時には200ppmを下まわったこと、(3)1万8000年以降の後氷期に、濃度は再び上昇し、現在に至っていることが示されている。二酸化炭素と温度変化が一見良く対応しているように見える、つまり、二酸化炭素の濃度の変化に応じて温度変化が生じているように読み取れる。しかし、詳細に図をみると、二酸化炭素の濃度と温度の上昇の時期は一致しているが、温度の下降にやや遅れて二酸化炭素の濃度の減少がみられる。すなわち、温度変化が原因で二酸化炭素の濃度変化は結果であるといえる。では温度変化はなぜ生ずるのかが説明されなくてはならないがあとで述べたい。

化石燃料使用前にも現在問題にされている規模での二酸化炭素の濃度変化があったことが知られている。その原因である温度変化はグローバルな変動と関係するはずであるから、地球規模の長い期間における二酸化炭素濃度と気温変化の関係を考察しなくてはならない。増田(1989)、Berner(1990)などの研究結果により、過去6億年における気候変動、海水面変動、火成活動と二酸化炭素の濃度変化との関係を表したのが第4図である。この図より、先カンブリア紀末期より古生代後期、古生代後期より現世に至る二つの大きなサイクルが認められ、火成活動の活発なときは海水面が上昇し、気温が高く、二酸化炭素濃度も高い。火成活動が不活発のときは、海水面が下降し、気温が低く氷河が発達し、二酸化炭素濃度が低い。これらグローバルな現象の変化が相互に関係していることが知れる(次号に続く)。



第4図
過去6億年の二酸化炭素濃度、気温、海水準、火山活動の各変化。二酸化炭素濃度変化は現在の濃度を1として相対濃度を表し、横軸は時間(百万年)を意味し、各変化に共通している(増田, 1989: Berner, 1990などによる)。

文献

Banola, J. M., Raynaud, D., Neftel, A. and Oeschger, H. (1983): Comparison of CO₂ measurements by two laboratories on air from bubbles in polar ice. *Nature* 303, 410-413.

Berner, R. A. (1990): Atmospheric carbon dioxide levels over phanerozoic time. *Amer. Jour. Sci.*, 249, 1382-1386.

Houghton, R. A. and Woodwell, G. M. (1989): Global climate change. *Sci. Amer.*, 260, 18-26.

稲葉敦 (1989): 地球の CO₂. 地球温暖化問題ハンドブック, 54-57, アイビーシー出版.

Keeling, C. D. (1983): In *Carbon dioxide, Science and Consensus*, II 3-62, CONF 820970, U. S. Dept. Energy, Washington, D. C.

増田富士雄 (1989): 過去6億年間の気候変動にみる周期. *科学*, 59, 455-463.