

# 二酸化炭素温暖化原因説の扱い方

八 田 明 夫\*

(2011年10月25日 受理)

## How to treat the carbon dioxide warming theory

HATTA Akio

### 要約

本論文は、地球温暖化問題の原因の扱い方を論じた。筆者は、IPCC の結論に反論する説を紹介する意義について述べた。一つの現象に対して違った解釈がある場合、両方紹介する必要性を述べた。地球温暖化問題を両方の説から考えることが大切である。そのため、IPCC 以外の考えを紹介した。

This paper discusses how to treat the causes of global warming. I describe an opinion which goes against the conclusion of the IPCC.

When there is a difference of interpretation, the necessity of introducing both is described. It is important to consider global warming from several angles. Therefore, ideas other than IPCC are introduced.

キーワード：地球温暖化問題、IPCC、反論の紹介

---

\* 教育学部理科教育 教授

## 1 はじめに

我が国の環境教育は、「資源と自然的環境の脆弱性や人間の活動が環境に及ぼす影響について認識し、環境についての関心を社会的な政策に反映」（文科省 HP）するという視点で実施されており、地球規模の環境問題の中で、地球温暖化問題を扱っている。

文科省の「環境教育指導資料」によれば温暖化の原因は、二酸化炭素を主とした温室効果ガスの濃度増加が主因だとされている。二酸化炭素の排出抑制・化石燃料の使用制限など具体的な取り組みを、「Think Globally Act Locally」という考え方にたって取り組む必要があるとしている。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の見解に従って、二酸化炭素の削減に取り組む必要性が述べられている。使いやすいエネルギーである化石燃料を現在の世代だけが使用してしまわないように、削減しようという主張に異論はない。ただ、これらの IPCC の見解に対して、学術的知見から今日的な温暖化の原因を太陽活動の影響、宇宙線の影響、など自然現象が原因とする反論がある。

近年、二酸化炭素原因説に対して疑問を呈した多くの文献が書店にも並ぶようになった。学校教育で学んだことと違う結論に、生徒達が接する機会も増えてきている。そのような中で、IPCC の見解だけを伝えているのでよいであろうか、という観点から本論では、二酸化炭素原因説以外の見解を紹介する。

## 2 環境問題に対する取り組みと二酸化炭素温暖化原因説の歴史

筆者が高校教師として勤務を始めた 1970 年には、「二酸化炭素による地球温暖化」という言葉は学校や一般社会には無かった。1970 年代の中頃までは、寒冷で札幌冬季オリンピックの中継を寒さに震えながら見て、金銀銅のメダル獲得に感動していた。関東近辺のスキー場も 11 月の勤労感謝の日には谷川岳の天神平で発滑りができる状況であった（図 1）。

我が国の 1970 年代の環境教育は、公害問題をリアルタイムで取り扱う教育であった。国際的に取り組まれるようになった環境問題や環境教育に対する取り組みにも積極的に参加していった。

環境問題に対する取り組みと二酸化炭素温暖化原因説の歴史について「環境教育指導資料」や八田・八田（2010）などの文献やウィキペディアに整理されている記録などを引用して、環境問題・環境教育に対する取り組みの歴史を次に述べる。

1972 年の環境問題に関する初の国際会議である国際連合人間環境会議（United Nations Conference on the Human Environment）は、1972 年 6 月 5 日から 16 日まで、スウェーデンのストックホルムで開催された。環境問題についての世界で初めての大規模な政府間会合である。通称として、「ストックホルム会議」とも呼ばれた。キャッチフレーズは、「かけがえのない地球（Only One Earth）」で 113 か国が参加した。この会議において「人間環境宣言」及び「環境国際行動計画」が採択され、これを実行するため、国際連合に環境問題を専門的に扱う国際連合環境計画（UNEP）

がケニアのナイロビに設立された。また、開催日の6月5日は、環境の日として記念日となっている。

1975年の国際環境教育会議（ベオグラード）では、環境教育の目標を次のように定めた。「環境教育の目的は、個人と社会集団が、総合的な環境とそれに関わる問題について関心と感受性を持ち、人類の重要な立場と役割を理解し、環境の保護改善に参加する意欲と問題解決のための技能及び評価能力を身につけ、また適切な行動を起こすために、環境問題に関する責任と事態の危急性についての認識を深めることができるようにすることである。」ベオグラードの会議では、1940年代始めから気温の低い時代が続いていたため、温暖化防止について論じられていない。

1982年ナイロビで開催された国際連合人間環境会議は、1から10の項目に分けて提言が述べられている。1と2の内容は次の通りである。

1. スtockホルム会議は、人間環境のぜい弱さについての公衆の認識と理解を深める上で大きな力となった。これ以降、環境科学の大きな進歩が見られた。教育、広報活動及び研修は、著しく充実された。ほとんどすべての国において、環境法令が制定され、また、相当数の国において、環境保全のための規定が憲法の中に定められた。国際連合環境計画（UNEP）のほか、あらゆる場において、新たな政府機関及び非政府機関が設立され、また、環境面での協力に関する多くの重要な国際取決めが締結された。ストックホルム宣言の諸原則は、1972年当時と同様に今日もなお有効である。これらの原則は、将来にわたって環境に係る基本的な行動指針となる。
2. しかしながら、主として環境保全の長期的な価値についての洞察と理解が不十分であったため、また、環境保全の方法と努力に関する調整が適切でなかったため、さらには、資源が活用できず、その配分も不公平であったという理由によって、環境保全のための行動計画は、部分的に実施されただけであり、その結果は、満足できるものではない。これらの理由により、行動計画は、国際社会全体に対し十分な効果をもたらさなかった。幾つかの無統制又は無計画な人間の行為は、ますます環境悪化を引き起こしている。森林の減少、土壌及び水質の悪化並びに砂漠化は、驚くべき規模のものとなりつつあり、世界の多くの地域において、生活条件を深刻に脅かしている。劣悪な環境条件に伴う疾病は、人類に悲惨な状況をもたらし続けている。オゾン層の変化、二酸化炭素濃度の上昇、酸性雨等の大気の変化、海洋及び内水の汚染、有害物質の不注意な使用及び処分並びに動植物の種の絶滅は、人間環境に対する一層の深刻な脅威となっている。

3以降は、環境の管理及び評価の必要性、浪費的な消費形態や貧困、アパルトヘイト・人種隔離・あらゆる形態の差別・植民地その他の形態の抑圧及び他国による支配、国境を越える環境問題、国内及び国家間の技術的及び経済的資源の一層公平な配分、天然資源の開発及び利用のための環境的に健全な管理方法の開発、環境に対する被害の予防、環境保全の分野における国家努力及び国際協力の一層の強化、などであり、二酸化炭素濃度の上昇について記述があるが、「二酸化

「化石燃料による地球温暖化」にはまだ踏み込んでいない。

その後、IPCC ができたのは1988年で1次報告(1990)、2次報告(1995)、3次報告(2001)、4次報告(2007)が出された。

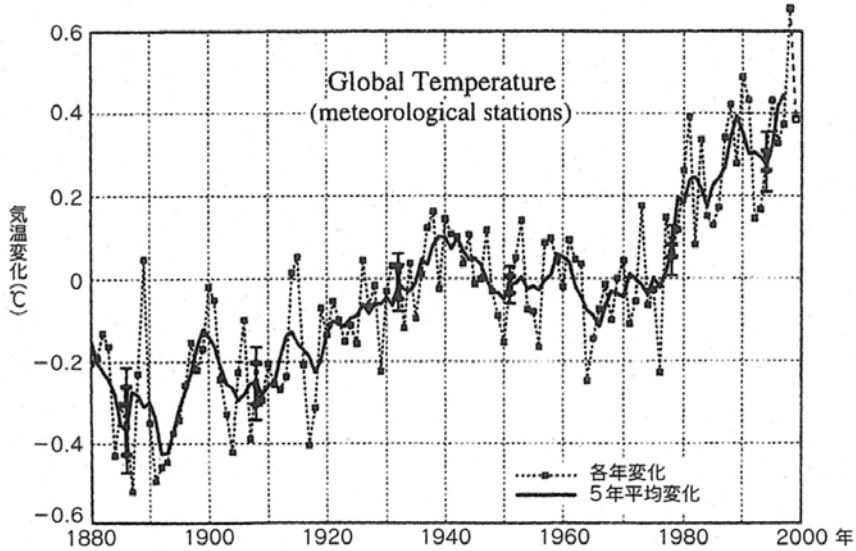


図1 1880(明治13年)年から2000(平成12年)年における地球平均気温の変化  
(IPCCによる。赤祖父、2008より引用)

1次報告(1990)は、以下の主張が述べられている。

人間活動に伴う排出によって、温室効果ガス(CO<sub>2</sub>、メタン、フロン、一酸化二窒素)の大気中の濃度は確実に増加(産業革命前と比べ、二酸化炭素換算で50%増加)しており、このため、地球上の温室効果が増大している。モデル研究、観測及び感度解析によると、CO<sub>2</sub>倍増時の全球平均地上気温の感度は1.5~4.5℃の間であると予想される。長寿命の温室効果ガスは、排出量を削減しても大気中の濃度変化への効果が序々にしかあらわれない。

過去100年間に、全球平均地上気温は0.3~0.6℃上昇し、海面は10~20cm上昇した。

(特段の対策がとられない場合)、21世紀末までに、全球平均地上気温は約1~3℃の上昇[10年間で約0.3℃(0.2~0.5℃)、2025年までに約1℃、21世紀末までに3℃の上昇]が予測される。

(特段の対策がとられない場合)、21世紀末までに、全球平均海面水位は35~65cm上昇[10年間に約6cm(3~10cm)の上昇が起こり、2030年までに約20cm、21世紀末までに65cm(最大1m)の上昇]が予測される。

IPCC(我々)の気候変化に関する知見は十分とは言えず、気候変化の時期、規模、地域パターンを中心としたその予測には多くの不確実性がある。温室効果が強められていることを観測により明確に検出することは、向こう10年間内外ではできそうもない。

この第1次報告以降、二酸化炭素の増加が温暖化の原因であるという説明がされている。

IPCCの報告では、「ホッケースティック・モデル」が問題となった。古気候学者のマイケル・マンらによる古気候復元の研究成果は、そのグラフが19世紀以降の急激なカーブを示し、ホッケースティックのような曲線になっており、温暖化が人為的なことであることを強調するグラフであった（Mann, et al. 1998）。

マンは、IPCCの第三次報告書の書き手の一人となり、彼の再現結果が今世紀の気温上昇が人為的であることを示す有力な証拠の一つとなりIPCCをはじめ様々な分野（ゴア、2000など）で何度も引用された（図2）。

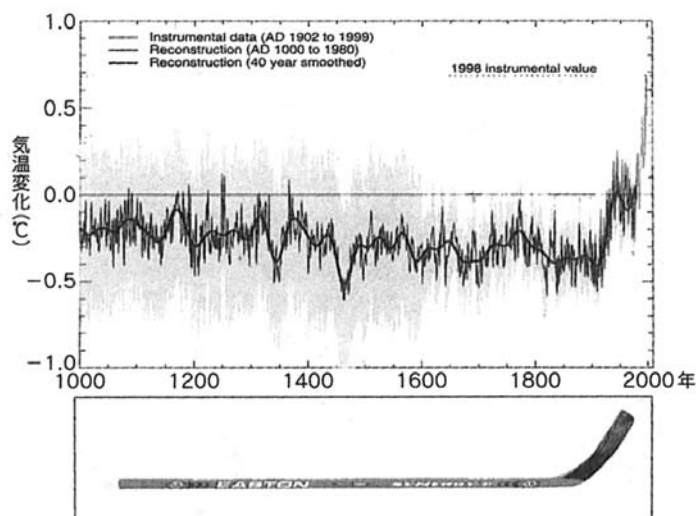


図2 マイケル・マンらのホッケースティックモデル（赤祖父、2008より）

しかし、このグラフはそれまでの古気候学の成果と違うことから、過去の気候変動を過小評価しているという批判が出され、データの信頼性が疑われた。マンのデータに対して小氷期や中世の温暖期などによる気温変動が過小評価されていると数多くの批判が発表された。その後、間違いが含まれていることが明らかになり、マンら自身により修正された。マンらの間違いは、引用の誤記であり、結論には変わりがないと主張された。

マンのホッケースティック曲線はIPCC第4次評価報告書（AR4）には記載されず、他のグラフと重ね合わせて記載された。

そのような中で、「気候研究ユニット・メール流出事件（クライメートゲート）」が発生した。2009年11月にイギリスのイースト・アングリア大学（UEA）の気候研究ユニット（CRU）がクラッキングされ、地球温暖化の研究に関連した電子メールと文書が所有者の了解なしに公開された。二酸化炭素原因説を強調するために「改竄」が行われたと疑われる内容が含まれていたため、これらのメールや文書は、「二酸化炭素温暖化原因説が、地球温暖化を人為だとするための陰謀」

の証拠であるとして取り上げられた。二酸化炭素温暖化原因説に反論する人達は、「クライメートゲート事件」と呼んで批判した。クライメートゲート事件の真相は何であるかに関わらないが、化石燃料の使用を削減していこうという道徳的な主張に相反する非道徳的な「改竄」を思わせる言葉や、下品な「反対論者の死去に対する言葉」などは、環境教育を推進してきた者に冷や水を浴びせることになった。

### 3 二酸化炭素温暖化原因説に反論する説の紹介

ここでは、温暖化の原因に対する反論があることを、紹介していく。「懐疑論」という言葉は、ひとつの絶対的な宗教に対する異端的な説に対する言葉のニュアンスが強く、科学的には「反論」と呼ぶべきであろう。ここでは「反論」という言葉を使用する。

二酸化炭素などの温室効果ガスの増加が温暖化の原因だとされていることに対して、さまざまな反論がある(丸山、2008や赤祖父、2008など)。近年の温暖化は人為的な温室効果ガスの排出が主な原因とすることはできず、自然的要因の影響の方がはるかに大きいのではないかという考えである。具体的には太陽放射理論・宇宙線論などのような議論である。温暖化は人為的なものでなく、「地球の環境変化の歴史」の一部であり、人為的な温暖化は、僅かであるという主張である。

また、温暖化によって、氷河が溶けて海面が上昇し、動植物の生態が変化し、異常気象が発生するとされていることに対し、実際の観測結果と違うことが指摘されている(赤祖父、2008など)。

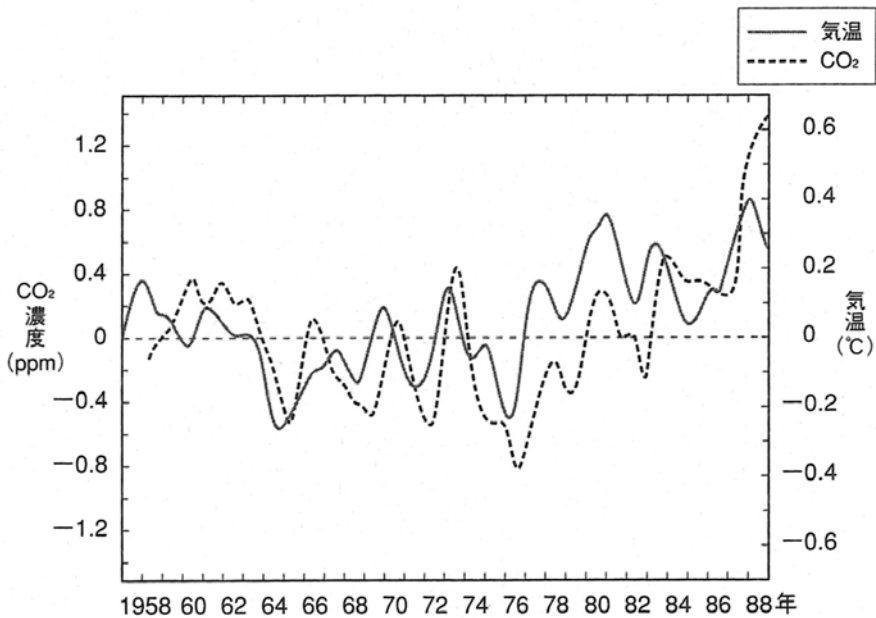


図3 丸山(2006)の図-10 ハワイの気温とCO<sub>2</sub>のデータ  
(原図は Keeling, 1989 根本順吉「超異常気象」中公新書1994)

また、温度変化と二酸化炭素の量に関する変化はどちらが先かという議論がある。IPCC やアル・ゴアらは、二酸化炭素の増加が、温度上昇を引き起こしたとしているが、短期的な変動に関しては、温度変化よりも二酸化炭素の濃度変化の方が半年から1年遅れている（図3）という反論がある。20世紀全体を見渡した長期の変動においても、急激な温度変化が二酸化炭素の変化に対して先行して起こっている。また、数万年規模の変化に対して、氷床コアによって過去三回の氷期を調べた研究によれば、気温の上昇の方が二酸化炭素の上昇よりも600(±400)年先に生じて起こっているという反論がある。丸山茂徳（2006）は、二酸化炭素の増加は温暖化の結果であって原因ではない、と述べている。空気中に1万個の分子があったとすると、二酸化炭素は4個しかない。4個が5個になろうが6個になろうが温暖化に効いてこないとして、1958年から1988年のハワイのデータで気温の変化と二酸化炭素濃度の変化を示している。

二酸化炭素が原因ではないとする説は、次のようにまとめることができる。温暖化への影響は、二酸化炭素よりも水蒸気の方が大きい。二酸化炭素は大気の約0.04%に過ぎず、水蒸気のほうがはるかに多い。水蒸気は広い波長に電磁波の吸収特性を持っており、二酸化炭素のそれよりも温室効果への影響度が高い。二酸化炭素と水蒸気が吸収特性を持つ電磁波の波長は一部で重複している。温暖化する原因があって、その結果として水蒸気の増加や二酸化炭素の増加があるという説である。

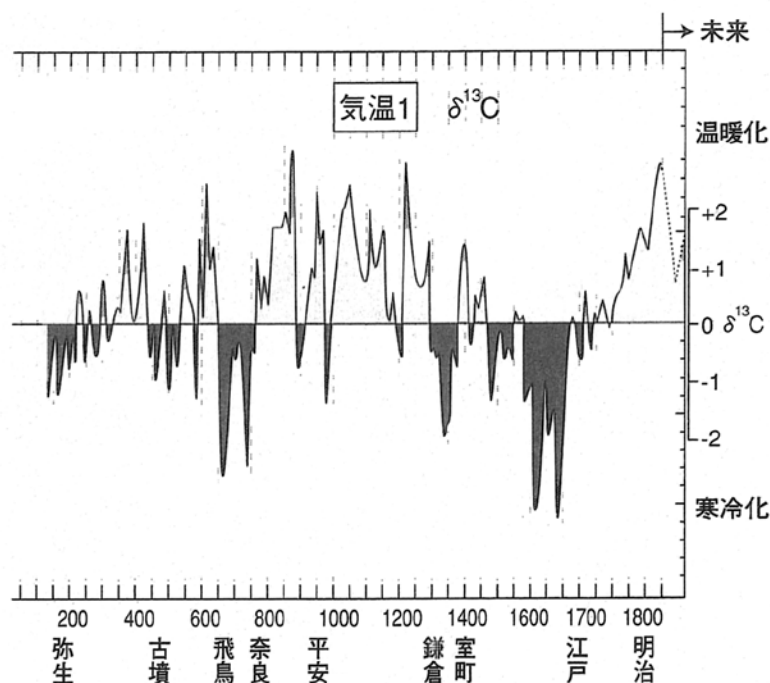


図4 弥生時代から明治時代までのおよそ2000年間の気温変化  
(北川浩之, 1995を引用した丸山, 2008の図表3より)

では、この場合、何が温暖化の原因であろうか。温暖化する原因としてスベンスマルクの説明が引用されている（スベンスマルクの説は後述）。

現在の温暖化は、小氷期からの回復過程だという説もある。産業革命前から昇温は起きていて、小氷期からの回復過程が、まだ続いているという説である。図4は、1995年に北川浩之が縄文杉の炭素同位体から求めた過去2000年の気温変化を丸山（2008）が引用したものである。何度かの温暖期と寒冷期があることを読み取れる。

地球寒冷化説もある。現在みられる温暖化は過去にも自然にみられた寒冷期と温暖期の繰り返しの一部とする主張で、21世紀中ごろにかけて、約200年周期で変動している太陽活動が極小期を迎え、寒冷化の時期が訪れるという説である。1万年以内にも完新世の温暖期（縄文海進時）、中世の温暖期など温暖化、近世の寒冷期があった。

二酸化炭素の循環に関する議論で、反論ではないが、排出された二酸化炭素の総量と観測される濃度との間に差があることが、初期のIPCCで明らかにされていた。この差の扱いで、「二酸化炭素のミッシング・シンク」という概念が第一次報告で出された。樹木や珊瑚ができる時に固定される炭素量、雨などに溶け込んで地下に浸透したり海中にとけ込む二酸化炭素など、大気から離脱する二酸化炭素は二酸化炭素シンクと呼ばれる。産業革命以後、排出された二酸化炭素の統計結果と実際に大気中に残留する二酸化炭素の量に差を、初期の気候モデルでは、二酸化炭素の増減にかかわる数値を合算した結果が実測結果と整合せず、一部の二酸化炭素の行方がわからなかったため、この部分を指してミッシングシンク（missing sink）と呼ばれたのである。その後データが増えて、この不整合分は主に陸上生態系による吸収分として説明され、1995年発行のIPCC第2次評価報告書からはこのミッシングシンクという表現自体が消えている。

二酸化炭素の海洋による吸収では、生物ポンプにより、深海へ二酸化炭素が炭酸カルシウムなどの形で運ばれていることが指摘されている。筆者も浮遊性有孔虫の日周運動が海面の表層付近の二酸化炭素をより深い海へ運んでいることを指摘した（八田、1999）。海洋が吸収する量の方が人が排出した量より大きいので、現在の温度上昇が、人為的な影響とする説に疑問である。温度上昇があるので、二酸化炭素が増える方と考える方が自然に近いと思う。

温暖化の影響に関する議論で氷河融解と海面上昇について述べたアル・ゴアの数値はIPCCも述べていない高い数値である。「不都合な真実」の中では水没する地域まで示されている。このようなことは我が国のテレビ映像にも度々登場していた。IPCCはアル・ゴアを批判したのだろうか。

海面水位上昇に関する議論では、1900年からの上昇は20cmであることが示されている。



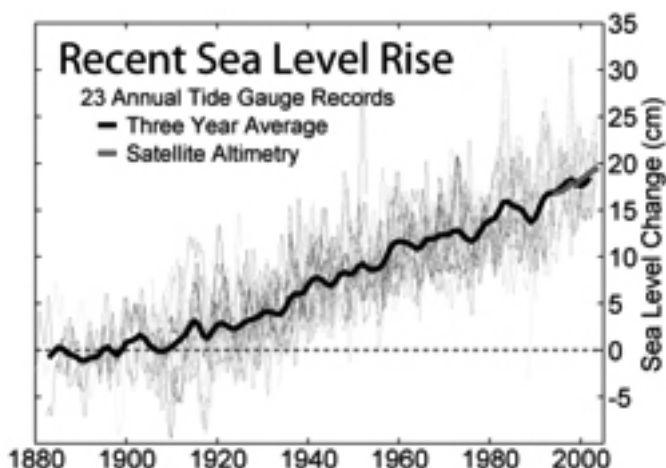


図5 地質学的に安定な23の潮位観測点で計測された海水準  
(年約2mmずつ上昇している。IPCC)

海面上昇の例として頻繁に取り上げられるモルディブやツバルでは、長期的に海水面が変動していないか、あるいは低下しているとの主張もある。20cm以上の相対的な水位の上昇は、ツバルにおける埋め立て場所の地盤沈下の可能性も考えないといけない(図5)。

温暖化の影響を否定する方向の意見がある一方、温暖化の影響に関するIPCC第4次評価報告書(AR4)の記述が弱すぎるとの主張も見られる。AR4の海面上昇量の予測には、当時の知見不足を理由として、氷床等の流下速度の変化が織り込まれていない。しかし氷床の融解は、AR4記載の数値よりも急速に発生する可能性があり、IPCC評価報告書の記述が楽観的すぎるという指摘もある。実際にAR4以後は予測より速い融解を示唆する観測結果の報告が相次いでおり、海面上昇量がAR4に書かれた値の倍以上になる危険性も指摘されている。IPCCよりも強い主張もあるのである。

温暖化を自然現象として発生させるメカニズムを説明したスベンスマルク効果とは、宇宙空間から飛来する銀河宇宙線が地球の雲の形成を誘起しているという仮説である。原理的には霧箱の仕組みを地球大気に当てはめたものであり、大気に入射した高エネルギー宇宙線は空気シャワー現象によりミュー粒子などの多量の二次粒子を生じさせ、その二次粒子を核として雲の形成が促進される効果を指している(Henrik Svensmark and Eigil Friis-Christensen, 1997)。

太陽の活動は、宇宙線が直接地球に降り注がれる量を増減させる役割を果たしている。太陽活動が活発になると太陽磁場も増加し、太陽風が強くなり、地球に降り注がれる宇宙線が吹き飛ばされて、宇宙線の量が減少する。その結果、宇宙線が当たることで作られる地球の雲量が減少し、雲の量が減少した分、気候が暖かくなるという説である。

小規模な実験がスベンスマルクにより行われ、2005年の実験では、空気中において宇宙線に

よって放出された電子が雲の核形成の触媒として作用することが明らかとなったとされる。このような実験により、スペンスマルクらは宇宙線が雲の形成に影響を与えるかもしれないと述べた。それが温暖化の要因になっている可能性を主張する意見である。この考えにたてば、太陽の活動が低下してきている現在は、宇宙線を吹き飛ばし難くなってくるので、雲量は増し、気温は低下してくるかも知れない。

IPCC の第三次評価報告書および IPCC 第四次評価報告書では、スペンスマルクの説は、証拠不十分として採用されていない。

雲量の観測結果に宇宙線との関連性が見られないとの調査結果や、その影響が極地方に限定されるであろうという指摘や、全地球規模での影響も限られるであろうという意見、さらに宇宙線の変化現象に対する雲量の応答は「どのような緯度・高度においても、対応する雲量の変化は見られない」という報告が紹介されている。

赤祖父や丸山らの温暖化二酸化炭素原因説への反論に対して、明日香・他(2009)がさらなる反論を述べ、二酸化炭素が原因であるということを強調している。こうした論争は、ウェブ上で閲覧することができる。

#### 4 環境教育で紹介すべきこと

環境教育では、二酸化炭素による温暖化が現在の温暖化であるという IPCC の説を紹介するとともに、IPCC の説には、中世の温暖期や 1400 年から 1800 年の小氷河期が正しく扱われていないという赤祖父(2008)なども紹介すべきであろう。

IPCC の説だけ紹介していて、結果が違った場合、丸山(2008)のこのような寒冷化が始まった時には、「科学はなにも予測してこなかった」と生徒たちに叱られるであろう。

日本の環境教育は、二酸化炭素の削減以外にも、多くの取り組みがなされている。環境問題に対する総合的な判断ができる児童・生徒の育成を考えたら、子どもたちが自分で考え、正しく行動できるように、多くの情報を出していかなければいけない。学問の世界で反論がある分野では、一つの見解だけを紹介するだけではいけない。

#### 5 科学的に言えること

筆者は地学を専門とする立場から、人間の活動と無関係に地球環境は変遷してきたと考えてきた。地層に含まれる化石から古環境を推定する多くの研究結果は、人間に無関係に環境は変遷してきたことを示している。

気温と二酸化炭素の変化のグラフが相関することの原因は、「気温が変化してから二酸化炭素の量が増えた」と考えるのが自然である。「不都合な真実」の説明は、逆である。人間が活動していない時に、二酸化炭素が「自主的に」増えたり減ったり変化する要因はどこにも無い。ギュンツ・ミンデル・リス・ウルムの氷期の原因が地軸の傾きと、楕円軌道である公転軌道の遠日点

に地球が位置した時、北半球が夏であること、などがこれまで説明されてきた寒冷化の原因であった。ここに太陽活動の影響を加味して更に細かい温度変化を考えることができる。気温が変化する要因は太陽や宇宙にあるという説があるのだから、その説が確かであるか、今後検証されるべきであろう。

IPCC の見解には、最近のデータを基にスーパーコンピュータで「予測した見解」が多いと感じる。赤祖父（2008）が忠告しているように、より古い時代の情報をより多く観察し正確な解析を行っていかなければ、予測のための係数が不正確なものになってしまう。

教育では、両方の説を紹介する姿勢を大切にしたい。片方の説が主流で化石燃料の削減にも役立つ上に道徳的に良いのだから、反論をマスコミが取り上げない方がよい、などと言って欲しくない。

丸山（2008）は、近い将来温暖化問題に決着がつくと述べている。もし、近い将来、地球温暖化が止まった時には、丸山らのおかげで「科学は両方の可能性を指摘していた」と救われることになる。

下の図 6 は、1880 年から最近までの、地球の平均気温の変遷である。科学的な説明では、今後、二酸化炭素の影響で更に上昇するという説と太陽活動と宇宙線の影響で低下していくという説がある。どのようになっていくのであろうか。

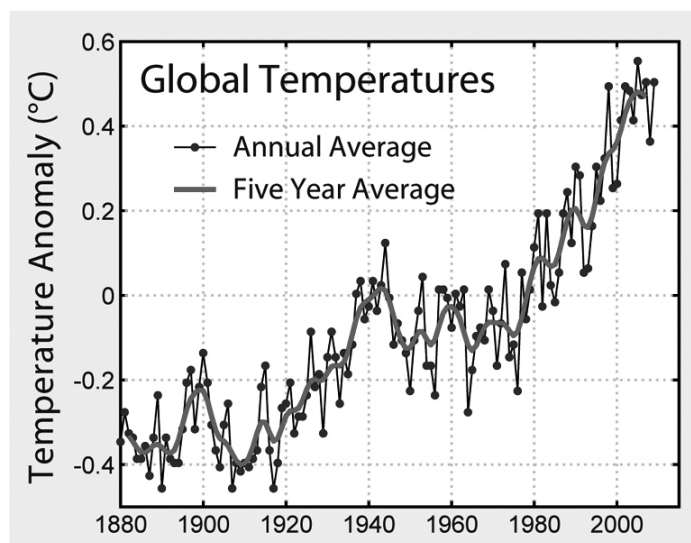


図 6 IPCC の地球平均気温変化（図 1 より最近のデータを含む）

原典：<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

## 引用文献

- 赤祖父俊一 (2008) : 正しく知る地球温暖化 誤った地球温暖化論に惑わされないために 誠文堂新光社 183pp.
- 明日香 壽川・吉村 純・増田 耕一・河宮 未知生・江守 正多・野沢 徹・高橋 潔・伊勢 武史・川村 賢二・山本 政一郎 (2009) : 地球温暖化懐疑論批判、文科省科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業、IR3S / TIGS 叢書 NO.1, 81pp.
- アル・ゴア著 枝廣淳子訳 (2007) : 不都合な真実 328pp. ランダムハウス講談社
- Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries Nature 392, p.779-787.
- 八田・他 (1999) : New Data on the Daily Migration of Planktic Foraminifera near the Island of Amami-Oosima 共著 鹿児島大学教育学部研究紀要 (自然科学編)、第50巻、p.29-35.
- Henrik Svensmark and Eigil Friis-Christensen (1997): Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage --- a missing link in solar-climate relationships ; Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, Vol. 59, No. 11, pp.1225-1232.
- IPCC 第1次評価報告書 (FAR) 概要 (<http://www.gef.or.jp/ipcc/IPCCgaiyo/> IPCCChyoukahoukokusho1.html)
- 丸山茂徳 (2006) : 異説、地球温暖化 ―生命と地球の進化論― 本田財団レポート No.116., 26pp.
- 丸山茂徳 (2008) : 地球温暖化対策が日本を減らします PHP 研究所 196pp.
- Michael E. Mann, Raymond S. Bradley?& Malcolm K. Hughes (23 April 1998): GISS Surface Temperature Analysis (<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>)