

「地球温暖化問題」の真実とは？

出口 隆

アメリカ大統領がトランプからバイデンに代わってパリ条約に復帰し、日本政府も2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにすると宣言するなど、地球温暖化防止のためには明るいニュースがあった。私自身の立場を明らかにしておけば、このような動きを歓迎している。世界の多くの人々もそうだろうと思う。しかしそれでも心がモヤモヤしているのはマーク・モラノ著、渡辺正訳、「地球温暖化」の不都合な真実、日本評論社(2019年)という本を読んでいたからである。このタイトルが、アル・ゴアの「不都合な真実」の裏返しであることは言うまでもない。それは「地球温暖化」に否定的あるいは懐疑的な論調で貫かれている。

温暖化問題は政治論争か？

本書で温暖化論に反対する学者や材料がこれだけ多く列挙されていることには正直驚いた。しかしながら一番びっくりしたのは「人為的CO₂温暖化論は捏造であり、温暖化は、科学の議論でなく政治論争だ」という言明である。そして「トランプが勝ってアメリカは正気を取り戻す。いま米国に必要なのは、民主党やメディアの脅威派と対決する懐疑派の声だ」と締めくくっている。実は、著者は大学で政治学科を卒業したジャーナリストで共和党員である。私は今迄、温暖化は科学の問題であると思い込んでいたので「政治論争である」という言葉が斬新であった。そしてよく考えてみると確かにこれは大きな政治問題であり、大きな政治決断を要す

る課題に違いない。しかしそれはあくまで科学に基づくことが必要であり、反知性であってはならないと思う。

温暖化を否定する理由

本書で示されたいくつかの理由を挙げると次のようになる。①1960～80年代には、地球寒冷化の学術論文が280篇以上も出ていた。寒冷化の原因については60種類もの理論が提案されているという。大騒ぎした研究者の一部はやがて地球温暖化を警告するようになった。②温室効果の90%以上は水蒸気と雲であり、地球史上CO₂と気温にほとんど相関はなかった。因果関係は逆であり、過去65万年間、気温の変化に応じてCO₂濃度が変化してきた(高温になるほど海水中のCO₂気化する)。③IPCCのモデルでは1990～2016年で0.75°上がるべきところが0.4°以下だった。脅威派は予測を「証拠」とか「データ」と呼ぶようになった。しかも使っている計算ソフトは時代遅れのものだ。④過去140年以上、米国に上陸する大型ハリケーンの数減少傾向にある。米国で発生する強い竜巻の数は1970年代から減少傾向にある。世界全体で干ばつや洪水が増えた形跡は全くない。⑤温暖化騒ぎの背景には、グローバル統治、先進国の景気後退、富の再配分を望む人々がいる。IPCCの責任執筆者は「温暖化政策で世界の富を再配分して富裕国から貧困国にお金を流したい」といっている。・・・等々。

本書に対するコメント

著者は温暖化を否定する多くの事例を挙げているが、それらの真偽は私には判定できない。近年の気温変動と予測の差異なども列挙しているが、私にはそれらがそれほど重要な問題とも思えない。逆のデータもあるだろう。気象庁が公開している資料(図1)によると世界の平均気温は1890~2020年で平均して100年当たり0.74°C上昇しているが、これも即CO₂温暖化の影響とは結論できない。地球は非常に熱容量が大きくしかも複雑なシステムであるから、局所的な変化が全体の変化に反映されるまでには長時間を要する。問題の核心は、理論的に温暖化が進むのかどうかである。本書で決定的に欠落しているのはこのような理論的検討だと思う。本書によれば、1896年にアレニウスが「大気中のCO₂が2~2.5倍になれば地球の気温は8~9°C上る」と発表したという。これは当時の学術レベルで計算されたものであるが、数字はさておき理論的にはそれなりに信頼できるだろう。当時より理論が格段に進歩したとは思えない。進歩したのは地球の構造の詳細であり、コンピューターの計算能力である。本書では、温室効果の90%以上は水蒸気と雲であり、数%のCO₂の影響は無視できると主張するが、それは理論で示すべきことである。IPCCのシ

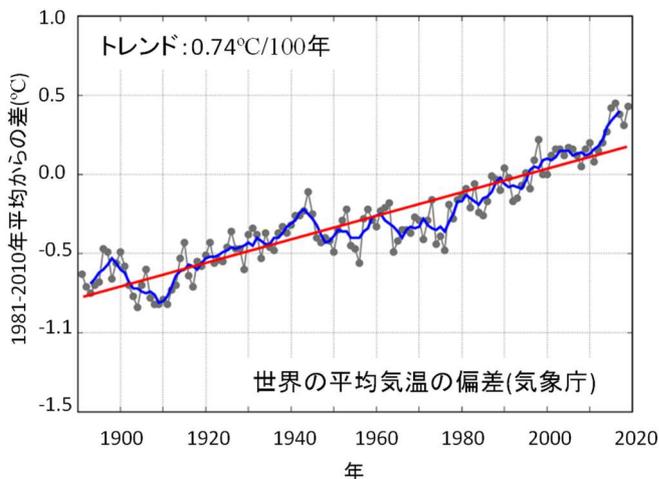


図1. 世界の平均気温の変化(気象庁)

ミュレーションでその理論やパラメーターが不適切なのであれば、それを指摘すべきである。

科学者による温暖化懐疑論

モラノらの著書を翻訳した渡辺正東京理科大学教授は自身で温暖化問題を否定する著書を出版している。「地球温暖化」協奏曲—社会を壊す空騒ぎ、丸善出版(2018年)である。かなり過激なタイトルであるが、環境科学の専門家の著書であるから注目せざるを得ない

科学者による著作だけあって種々の測定結果が紹介されており、その点は信頼性が高い。大気中のCO₂濃度の長期変化は興味深い。42万年にわたる気温とCO₂濃度の変化は、高温期ほどCO₂濃度が高く海水と大気間の溶解⇄放出が原因であると判っている。一方、1800年以降の産業活動から出たCO₂の量(A)と大気中に増えたCO₂の量(B)との対比では、1960年頃まではBの方が多いが、それ以降はAの方が多くなり両者とも加速度的に増加する。著者は「故に何がCO₂の増加要因かさえ判らない段階だ」というが、それは違うのではないか。産業からの排出量が比較的少ない時には民生など他の排出源の影響が無視できないが、1960年以降、産業排出量が加速度的に増えて大気中のCO₂濃度が高くなっていくと海水中に

溶け込む量が多くなるために大気中CO₂濃度の増え方の方が低くなったと解釈できるのではないか。さらに著者は「あと数年のうちにCO₂排出量がピークとなった後も大気中のCO₂濃度が今の調子で増え続けるならば、何割かは人間が出すものでないと判る」と言う。しかしこれは著者の勘違いでないか。CO₂濃度は排出量の積分値であるから排出量のピークを過ぎても蓄積は増加し続ける。

本書ではさすがモラノの著書に欠けていたシミュレーションについて

記述されている。気温のシミュレーション結果は20世紀末から100件以上も発表されており、全部の結果を平均すると1975～2017年で気温は約1°Cほど上がるはずだったという。現実はその半分もなかったからまだシミュレーションが信頼できる時期でないという。本書によって「気候感度」という言葉を初めて知った。大気中のCO₂濃度が倍増した時、気温がどれだけ上昇するかを示す指標(°C)である。Wikipediaを見ても確かにいろいろな数字が並んでいる。アレニウスの予測の気候感度は5～6°Cであり、高い方に位置する。IPCCの採用している数字は1.5～4.5°Cである。リストには1°C以下の数字も多く並ぶ。理論の「分散」には正直驚いた。IPCCは意図的に高い値を使っていると著者は言う。

著者は「地球の気候は太古から変わり続けてきた。変化を促す要因には、太陽活動や海流の周期変動もあり、人為的CO₂の効果もある。ただし、現実のデータを総合すれば、近い将来に重大な危機が人類を見舞うとは考えにくい。気温が40～50°Cとか氷点下10～20°Cとなる地域でも多くの人々が適応しながら生きている。そんな地球の気温が仮に1°や2°上がろうと、大騒ぎするようなことではない」という。しかしそれは楽観論に過ぎるのではないか？安全のためにはむしろ悲観論的に対処すべきであると思う。ホーキングは警鐘を鳴らした：危険なのは、地球温暖化がもはや止められない段階に入ることだと。北極と南極の氷冠が溶ければ、氷に反射されて宇宙に戻るエネルギーが減る。海水温上昇によりCO₂が大気中に放出される。どちらも温暖化をさらに悪化させると。スティーヴン・ホーキング著、青木薫訳、ビッグ・クエスチョン—[人類の難問]に答えよう、NHK出版(2019年)。

日本第四紀学会

第四紀とは地質時代の一つで、258万8000年前から現在までの期間をいう。他の地質時

代が生物相の大幅な変化を境界として定められた(例えばジュラ紀)のに対応し、人類の時代という意味で決められたという。日本第四紀学会編、地球史が語る近未来の環境、東京大学出版会(2007年)という本を読んだ。より大局的な観点から地球温暖化問題を理解できると思ったからである。哺乳類の絶滅問題などテーマは広範にわたるが、以下、温暖化問題に絞って紹介したい。

温暖な間氷期と寒冷な氷期のサイクルはおよそ10万年間隔であるが氷期は間氷期よりもはるかに長く、その間にも周期的な気候変動がみられる。気候変動の要因は多数あり、複雑に絡み合う。地球公転軌道要素(離心率、地軸傾斜角、歳差運動)の周期変動による高緯度地域への日射量変化がペースメーカーになると考えられるが、温度変化に対する寄与は大きくない。気温が上昇すると海中からのCO₂の放出や、永久凍土の融解によるCH₄の放出が多くなり気温上昇を助長する。その他、海洋中での生物生産、地表の植物被覆率の変化、大陸氷床の拡大・縮小、氷床の崩壊による海洋深層循環の変化などがある。現在の間氷期は既に1万年を経ており、一つ前の間氷期の継続時間がその程度だったから、今後もし人為干渉がなければ遠からず寒冷化するだろうと考える人がこれまでは多かった。しかし40万年前の間氷期は2年以上続いた。

温暖化の別のリスク

グリーンランドでは過去12万年間で10年間に15°以上というような急激な気温変化が何度もあったが、その原因は海洋大循環の停滞であったと考えられる。海洋大循環の駆動力は高緯度の冷たく塩分濃度の高い海水が沈み込んで形成される深層水であり、低緯度の熱が高緯度に運ばれることにより地球全体として穏やかな気候が保たれる。氷床が部分的に崩壊して高緯度での海水塩分濃度が低下すると深層水の形成・海洋大循環が弱まり寒冷化する。地球温暖化

がこのようにして地球を氷期の状態に移行させてしまう可能性が危惧されている。

気候の近未来予測

地球の気候は太陽から入射するエネルギーと、地球から宇宙に放射するエネルギーのバランスで決まる。大気も海洋も三次元的に循環しており、その中で大気、海洋、雪氷、陸面など様々なサブシステムが相互に影響を受けながら変化する。その状態を表すために地球上を網目で覆い、鉛直方向には層を切って三次元格子を構築し、各格子点に温度、圧力、流れの方向・速度などの物理量に対応する変数を指定する。ある時点の各変数の値を入力し、それらが時間とともにどう変化するかを物理法則に従って計算する。このような気候モデル内部の大気モデルは基本的に天気予報に使われるものと同じであるが、天気予報は短い計算時間で高い精度が要求されるため別に定式化している。現在では統一したモデルで両者に対応する動きが出ている。

1990年代初め頃まではデータに限りがあり未解明事項も多かったため「本当に温暖化しているのか？」という反論が多かったが、90年代の異常気象の続発、データセットの整備などにより20世紀中の温暖化について疑問を持つ人はほとんどいなくなったと言ってよい。

20世紀再現実験

気候モデルによって20世紀の気候を再現するためにはその気候を形成してきた様々な外力を知る必要がある。例えば太陽活動の変化、火山活動の変化のほか、成層圏や対流圏でのオゾン量の変化、土地利用の変化、CO₂や硫酸エアロゾルの変化などである。これらの外力を文献値などから求め

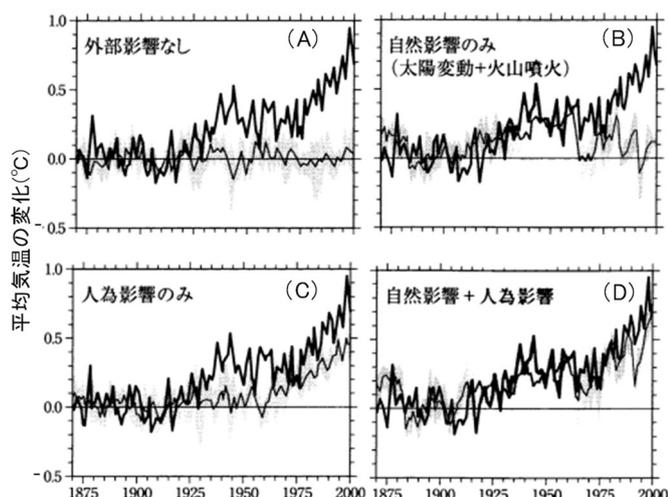


図2. 20世紀の気候再現実験による平均気温上昇
基準は1881-1910年の平均値。太線は観測値、細線は計算値。網掛けは初期値による計算のバラツキを示す。

て入力する。図2は東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所、海洋開発研究機構の共同で行われた20世紀再現実験の結果である。太線は観測値、細線は計算値、網掛けは初期値による計算のバラツキを示す。外力がない場合(A)にはほとんど一定の気温を示しモデルの安定性が判る。自然要因のみ(B)と人的要因のみ(C)を入力した場合よりも両方を計算に入れた場合(D)の方が観測値とよく一致している。但し(B)は最近の温暖化には自然要因も寄与していることを示唆する。

温暖化問題への態度

「気候モデルの21世紀予測は正しいか否か？」を確認する手段は21世紀の終わりになって観測データと比較するしかない。その時まで待って対応しても間に合うなら当然そうすべきだ。しかし温暖化の問題は「対応を先送りすればますます対応が大変になる」という問題である。今得られている結論は現在の科学的知見の集大成であるならそれに配慮するのが自然だというのが著者の結論である。私もその通りだと思う。

(2021年2月1日)