

# いまさら温暖化論争?

江守正多

突き詰めて考えれば、現時点の地球温暖化の科学が間違っている可能性はゼロでないが、間違っている証拠はいまのところない。この問題を論争にみせているいくつかの誤解と、社会的背景を含めて説明したい。

## いまさら温暖化論争?

タイトルはいうまでもなく、丸善から1990年に出版された杉本大一郎さんのパリティブックス『いまさらエントロピー?』をもじったものである。当時、筆者は杉本さんのおられた東京大学教養学部の学生で、杉本さんが巻き込まれたエントロピー論争を興味深く見守っていた。物理と情報のエントロピーの等価性に関しては杉本さんの説明でわかった気になったが、一方で、この件を通じて知ったエントロピー概念を援用する環境論や文明論の思潮の存在には惹かれる部分もあった。それが、自分が環境分野の研究者を志すきっかけの1つになったと思っている。後に、自分自身が別の科学論争にこのように巻き込まれることになろうとは、当時は知るよしもなかった。

大槻義彦編集長によるこの連載、「温暖化問題, 討論のすすめ」の諸言によれば、温暖化論争についての掘り下げた議論は、これまで『パリティ』読者層の目にふれる機会があまりなかったようである<sup>1)</sup>。しかし実際には、そのような議論はこれまで各所で展開されてきている。『パリティ』読者層の目ももっとも届きそうなどころでは、日本物理学会誌の「話題」の欄に掲載された、阿部修治と植田敦の寄稿がある(念のため付記しておくが、これらは査読を経て掲載された原著論文ではない)<sup>2), 3)</sup>。また、『パリティ』読者から

は分野が遠いかもしれないが、エネルギー・資源学会誌に掲載されたメール討論には、筆者も含む5人の専門家が参加して議論した<sup>4)</sup>。今回の『パリティ』の連載の最初の寄稿で松田卓也により紹介されている“気候ゲート事件”<sup>5)</sup>については、雑誌『化学』に渡辺正による解説が掲載されており<sup>6)</sup>、同誌にはこの後に増田耕一による関連する寄稿が掲載された<sup>7)</sup>。ほかに、東京大学サステナビリティ学連携研究機構から出版された『地球温暖化懐疑論批判』では、いわゆる懐疑論の個々の論点への反論をまとめている(ちなみに、植田氏による名誉棄損の提訴を受けて係争中)<sup>8)</sup>。この連載をご覧の『パリティ』読者が地球温暖化の科学の真偽にご興味がおありなら、上にあげた文献もご覧になるとよいだろう。これらのいくつかは、インターネット上で読むことができる。

ここでは、上のようなすで行われた議論をすべてくり返すことはできないし、するつもりもない。筆者は地球温暖化研究に携わる気象学者であり、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の次の報告書の主執筆者の1人であるから、大槻編集長の諸言の分類によれば、明らかに“常識者”である<sup>1)</sup>。筆者は“常識者”対“反常識者”の論争という構図に参加することを好まないが(理由は最後に述べる)、ここでは第1に、筆者が温暖化の科学の信憑性についてどう考えているかを述べ、第2によくある誤解のいくつかについてふれ、第3に現時点の温暖化の科学が間違っている可能性について考察してみる。最後に、“気候ゲート事件”を含む温暖化の科学をめぐる社会的状況に関して述べたい。

## 温暖化の科学の信憑性

今回は、“常識者”の立場から常識を擁護するように説明するのではなく、筆者なりに虚心坦懐に考えてみたときに、温暖化の科学にどの程度の信憑性があると思うのか、素朴に説明してみたい。

まず、人間の活動により二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)をはじめとする温室効果ガスが大気中に増加していること、これは筆者には疑えない。産業革命以降に増加した大気中のCO<sub>2</sub>の量は、化石燃料の燃焼などで大気中に放出されたCO<sub>2</sub>の総量の半分程度である。人為排出よりも支配的な正味の放出・吸収源は知られていないので、この量的関係だけを見ても、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の増加は人間の活動が原因と考えざるをえない。

この間、観測データによれば、世界平均の地表気温はおよそ0.7℃上昇している。この値の信頼性を見きわめるのは素朴にはなかなか難しいが、20世紀には海上も含めて世界のかなり広い範囲をカバーするデータがあることから、まず、これが都市化(ヒートアイランド)のみによる上昇でないことは確かだろう。データはさまざまな誤差をもっており、複雑な補正が施されているが、補正や誤差の見積もりは世界の独立した複数の研究機関により実施されて論文として発表されている。それらが互いに似た結果を示していることから、0.7℃程度の上昇という見積もりが大きく間違っているとは筆者には考えにくい。

さて、大気中の温室効果ガスが増加すると地表付近の気温が上がることは、理論的によくわかっている。温室

効果ガス分子が特定波長の赤外線を吸収・射出することは、いうまでもなく量子物理学に基礎をおく放射の問題である。温室効果ガスが増えると赤外線の吸収・射出が増え、大気が赤外線に対して光学的に不透明になる。そのため、同じだけの赤外線を宇宙に射出するためには、地表面付近の温度が上がって地表面からの射出が増えるしかない。これは物理分野の方々にはよくわかる理屈だろう。

では、過去に生じた0.7℃程度の気温の上昇は、温室効果ガスの増加が原因であろうか。ここで、いわゆる“気候モデル”というシミュレーションが用いられる(気候モデルの詳細については拙著<sup>9)</sup>を参照されたい)。人為起源の温室効果ガスの増加を条件として気候モデルに与え、20世紀の気候のシミュレーションを行うと、観測された気温上昇と整合的な結果が得られる。一方、温室効果ガスが増加していないという条件で計算すると、20世紀後半に気温はむしろ下がってしまい、観測と合わない。したがって、気候モデルを信用するかぎりにおいて、また気候モデルに与える外部要因(温室効果ガスなどのほか、太陽活動、火山噴火といった自然の要因を含む)のデータが適切で、かつ主要な要因に見落としがちなことを前提とするかぎりにおいて、近年の気温上昇の主要因は人間活動による温室効果ガスの増加であると考えざるをえない。そして、この同じ気候モデルを用いて今度は将来のシミュレーションを行うと、対策を行わなければ今後100年間で数℃、地球の平均気温が上昇するという答が得られるのである。

すると、筆者にとって問題は、

- (1) 気候モデルにはどれだけ自信があるか
  - (2) 外部要因についての知識にはどれだけ自信があるか
- の2点に煎じつめられる。この間には後でゆっくり答えることにしよう。

## よくある誤解

ここで、温暖化の科学をめぐる聞かれる具体的な誤解のいくつかにふれておきたい。今回は読者層を考慮して、比較的難しそうな話もとり上げてみたい。

### ■「水蒸気を無視している」

地球の大気中でもっとも重要な温室効果ガスである水蒸気の効果が、温暖化の科学では無視されていると聞くことがある。これは単純な誤解で、実際は無視していない。大気中の水蒸気の温室効果、移流・拡散、相変化、雲が放射にもたらす効果、温暖化したときの水蒸気や雲の変化などが、すべて温暖化の科学のなかで考慮されている。気候モデルの計算にも入っている。温暖化の文脈では「温室効果ガスといえばCO<sub>2</sub>」という説明が多いことから誤解が生じた側面があるかもしれないが、結果的にはデマの類である。

### ■「気温が原因で

#### 二酸化炭素の増加が結果」

エルニーニョ現象などともなう数年の時間スケールの変動においては、平均気温の上昇・下降に遅れてCO<sub>2</sub>濃度の増加・減少がみられる。このことから、温暖化における「CO<sub>2</sub>が増加すると気温が上がる」という因果関係の存在を否定しようとする議論があるが、これは間違いである。気温上昇によってCO<sub>2</sub>濃度が増加するのは陸上生態系の応答によると考えられ、これ

は温暖化の予測に用いる気候モデルでも再現できる。このことと、人間活動によるCO<sub>2</sub>濃度の増加で長期的に気温が上昇することは両立することからであり、現在の温暖化の科学で問題なく説明できる。

### ■「二酸化炭素分子は赤外線を再放射しない」

大気中のCO<sub>2</sub>濃度が増え続けると、CO<sub>2</sub>の温室効果も(どこかで頭打ちにならずに)増え続けると考えられている。そのさいに重要なのは、温室効果ガスが赤外線を吸収するとともに射出するということである。このことにより、温室効果ガス濃度が増えれば赤外線の吸収・射出が大気中でくり返され、地表に到達する赤外線が増加する。ただし、赤外線を吸収したCO<sub>2</sub>分子のほとんどは、赤外線を射出するよりも早くほかの分子と衝突し、エネルギーを交換してしまう。このため、CO<sub>2</sub>分子は赤外線を吸収するが再放射できない(したがって赤外線の吸収・射出はくり返されず、CO<sub>2</sub>の温室効果は頭打ちになる)という誤解がある。たいへん高度な誤解であって感心するが、実際には分子衝突の結果、空気塊全体では局所熱力学平衡が成り立っており、空気塊の温度に応じた一定割合のCO<sub>2</sub>分子が励起状態にあって、赤外線を射出できる。つまり、同じCO<sub>2</sub>分子が赤外線の吸収・射出を連続して行うことはまれだが、空気塊全体としては赤外線を吸収・射出する。これは大気放射学の基礎的なことから

### ■「過去の自然の気候変動を無視している」

温暖化の研究は、過去(たとえば数百年~数十万年)に起こった自然の気候

変動を無視していると思われることがあるが、それも誤解である。過去の気候変動に関する知見は、将来の温暖化を考えるうえで明らかに重要だと認識されており、さかんに研究されている。たとえば、気候モデルを用いて過去1000年の気候変動を再現する研究が世界中で行われている。過去の気候についてのデータには不確実性が大きい、数百年スケールの変動は太陽活動の変動と火山噴火でおおむね説明できる一方で、20世紀の温暖化は人間活動の影響を入れないと説明できない。したがって、現在の温暖化が過去の自然変動の延長ではないか、という素朴な問に対しては、根拠をもって否とすることができる。

### 間違っている可能性はないのか

これらの誤解について読者に正しく認識してもらったうえで、現時点の温暖化の科学が間違っている可能性について考えてみたい。先ほど述べたように、現時点で知られている気候変化の外部要因に関する知見と、気候モデル（これは気候システムに関する知見の結晶とみることもできる）に基づけば、20世紀の世界平均気温の上昇は、人間の活動による温室効果ガスの増加により説明でき、かつそれを抜きにしては説明できない。それにもかかわらず温暖化の科学が間違っているとしたら、どんな可能性が考えられるだろうか。

たとえば、じつは“未知の過程”があって、このまま温室効果ガスが増えても気温を抑制するフィードバックが働き、気温はほとんど上がらないかもしれない。その場合、“未知の過程”抜きの気候シミュレーションで20世

紀の気温上昇が再現されてしまうのはなぜか。それはたまたまかもしれない。20世紀も温室効果ガスの増加によって気温が上昇したのではなく、“未知の外部要因”のせいで上昇したのかもしれない。

このような批判的な考察は、科学を進めるうえで時として非常に意味があるだろう。未知の要素を2つ以上導入すれば、温暖化の科学が間違っている可能性を考えることができることはわかった。では、はたしてそんなことはありえるだろうか。筆者なりに答えるならば、その可能性がゼロであるとは原理的にいえない。しかし現時点で、その可能性を真剣に考えなければならぬ証拠を、温暖化の科学は突きつけられていない。

たとえば、“未知の外部要因”の1つとして、宇宙線量の変化などを通じた太陽活動変動の間接効果には、一部で根強い関心がある。しかし、太陽周期の変動を平滑化してみると、太陽活動は1980年代からいまままで弱まってきている一方、その間も地球の気温は平均的に上昇しているの、宇宙線などの効果を考慮しても期待される変化と逆符号であり、これが“未知の外部要因”の有効な候補になるようには、筆者にはみえない。

また、現在の気候モデルによるシミュレーションは、20世紀の気温上昇のみならず、現在の平均的な気候状態、日々から年々の自然変動の特徴、さらには過去1000年の気候変化や最終氷期などの古気候にいたるまで、不確実性の範囲内で観測データと整合する。主要な気候過程をおおむね正しく計算できていなければ、これほどさまざまな時間スケールの現象を再現する

ことは難しいはずだと筆者は思う。

科学として、未知の要素の可能性を問い続ける姿勢は重要だが、現在の温暖化の科学に関しては、「未知の要素があるに違いない」と決めてかかる理由はいまのところない。おそらく、物理分野の人に「相対性理論が間違っている可能性はないのか」と聞いた場合も、ていねいに答えようとすれば同じような答になるのではないだろうか（相対性理論よりも温暖化の科学のほうがずっと不確実性が大きいので、いっしょにすると叱られそうだが、相対性理論の真偽もたびたび論争になるようなので、あえてこの例を出した）。

### “気候ゲート事件”の背後にあるもの

さて、ではそんなに自信があるなら、なぜ研究者たちはデータの改ざんや公開拒否などを行ったのだろうか、と思うかもしれない。松田が紹介している“気候ゲート事件”（イーストアングリア大学メール流出事件）の件である<sup>5)</sup>。じつは、筆者の認識では、彼らはデータの改ざんなど行っていない。この事件の後、英国政府および大学の委託による3つの独立調査委員会が調査を行ったが、どの委員会の報告書も、科学的な不正はなかったと結論している（この重要な事実には松田や渡辺が一言もふれていないのは興味深い<sup>5)、6)</sup>）。

温暖化論争をフォローするうえでぜひ知っておいていただかなければいけないことは、欧米の産業界の一部の意を汲むといわれる、組織的な温暖化懐疑論・否定論活動の存在である<sup>10)</sup>。身も蓋もなくいえば、気候変動政策を妨害するために、その基礎となる科学に対する不信感を人々に植えつける効

果を狙って、意図的に展開されている言論活動があるということだ。たとえば、映画『不都合な真実』でも紹介された“クーニー事件”では、石油業界のロビイスト出身者がブッシュ政権に雇われて、温暖化の科学に関する政府の文書を書き換えていたとされる。“気候ゲート事件”をスキャンダルとして騒ぐのであれば、“クーニー事件”についてももっと騒がないのはおかしい（しかも“気候ゲート事件”のほうは実際には不正はなかったのだから）。“気候ゲート事件”で流出したメールのなかで、気候研究者たちが批判者に対して攻撃的であり排他的であるようにみえるのも、もとはといえば彼らがつね日ごろから、このような妨害活動の影響を受けて辟易し、腹に据えかねるほど憤っていたことが背景にある。日本国内にもこのような組織的な活動が存在しているのかどうかは筆者は知らないが、影響は国内にも大きく波及している。インターネットなどで出回る欧米発の温暖化懐疑論の多くは、このような組織的な活動に由来する可能性が高いが、これらをせつせと“勉強”して国内で紹介してくださる“解説者”が少なくないからだ。

本当は、このことを指摘するのはあまり気が進まなかった。傍からみれば、「お前はインチキだ」、「いや、そっちこそインチキだ」という泥仕合になってしまうからである。そして、この状況こそが、組織的な懐疑論・否定論活動の思うつぼなのである。彼らは科学的な議論に勝つ必要はなく、この問題が論争状態にあると人々に思わせることができれば、それで目的は果たせるからだ。これが、最初のほうで述べた、筆者が“常識者”対“反常識者”

の論争の構図を好まないことの原因である。科学メディアが科学的な議論を深掘りすることはもちろんけこうだが、それが結果的に一部の政治勢力の片棒を担いでしまう可能性について、科学メディアには十分に自覚的であってほしい。

#### 参考文献

- 1) 大槻義彦：パリティ 2011年3月号, p. 53.
- 2) 阿部修治：日本物理学会誌 65, 260(2010).
- 3) 植田敦：日本物理学会誌 65, 266(2010).
- 4) 赤祖父俊一ほか：エネルギー・資源 30(1), 3(2009).
- 5) 松田卓也：パリティ 2011年3月号, p. 53.
- 6) 渡辺正：化学 65(3), 34(2010).
- 7) 増田耕一：化学 65(6), 38(2010).
- 8) 明日香壽川ほか：『地球温暖化懐疑論批判』東京大学 IR3S/TIGS 叢書(2009)p. 80.
- 9) 江守正多：『地球温暖化の予測は「正しい」か？：不確かな未来に科学が挑む』化学同人(2008), p.240.

10) たとえば、ナオミ・オレスケス、エリック・M・コンウェイ(福岡洋一 訳)：『世界を騙しつづける科学者たち』楽工社(2011), (上) p.311, (下)p.325.

### ■今後の掲載予定

※掲載予定号、タイトルは変更になる場合があります。

#### 地球温暖化は事実なのか

- よくある誤解と簡潔な答 伊勢武史 [2012年3月号]
- 「CO<sub>2</sub>排出削減」という妄想・偽善 渡辺 正 [2012年4月号]
- 地球温暖化のリスクと現実的対策を考える 御園生 誠 [2012年5月号]
- 太陽活動の長期変動からみた地球温暖化——過去120年にわたる観測結果からみる 桜井邦朋 [2012年6月号]
- エンジニアから見た熱流体力学の数値シミュレーション 吉田英生 [2012年7月号]

本連載「温暖化問題、討論のすすめ」では、原則として、原稿の受領順に掲載いたします。それぞれ独立の記事ですので、議論の内容が前後したり、重複したりすることもあります。何卒ご了承ください。 [編集部]