



シンポジウム「温暖化懐疑論を検証する」

私たちは温暖化の影響を何となく感じつつも、書店に行くと「温暖化は起こっていない！」と言ったたぐいの温暖化懐疑論の本が数多く並んでいます。それらを目にするだけで、「本当に温暖化の影響が現れているの？」あるいは「私たちが出している二酸化炭素が本当に原因なの？」と言った疑問があらためて頭をもたげてくる方も多いかと思えます。

そこで今回、国立環境研究所、地球環境研究センター温暖化リスク評価研究室長であり、温暖化懐疑論の著者の方々とメール討論などもされている江守正多さんを招き、「科学はどこまで温暖化を証明できているか」について講演をしていただきました。また質問コーナーを設け、一般的な懐疑論の地球温暖化問題に対する疑問についても回答いただきました。

報告：科学はどこまで温暖化を証明できているか

温暖化の原因は？

二酸化炭素(CO₂)などの温室効果ガスの増加によって温暖化が起きるといふ「しくみ」については、物理学的によくわかっており、正しいと認識されています。次に温暖化は何が原因で起こっているか？という点については、まずCO₂がここ200年ほどの間で280ppmから380ppmにまで増加しており、その原因が工業化以降の化石燃料使用や森林の減少などといった人間活動によるCO₂排出量の増加によってもたらされたことは確かです。一方気温上昇についてみると、期間によって上がり下がりはあるものの、観測結果から地球が温暖化してきている点は疑う余地がないといえます。そこで現在の温暖化がこの人間活動、つまり人為起源によ

るCO₂濃度の増加が原因であるかどうかという点が問題になります。

これについてIPCCの第4次評価報告書(AR4)では、工業化以降の気候変化の要因のうち、自然起源による部分(太陽放射の変動や火山活動)だけを考慮したシミュレーションと自然起源だけでなく人為起源による部分(化石燃料消費によるCO₂増加、エアロゾル排出など)も含めてシミュレーションした結果を比べています。そうすると人為起源も入れたシミュレーションが過去の観測結果から得られた気温変化のトレンドと非常によく合っていることが分かります(図1)。このことからIPCCは「20世紀半ば以

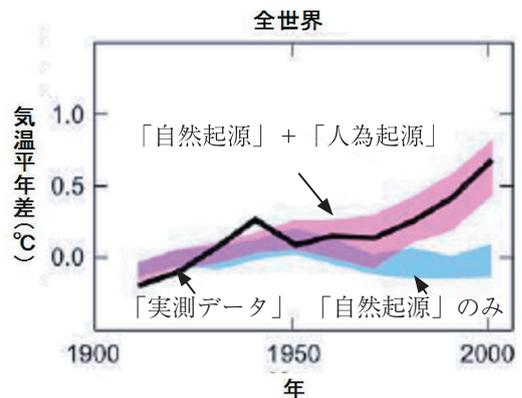


図1 全世界の気温シミュレーション

降に観測された世界平均気温の上昇は、人為起源による温室効果ガスの増加による可能性が非常に高い」としています。これは100%ではないが90%以上の確率でほぼ自信があるということを意味しています。

将来予測について

次に「将来」の平均気温の上昇をどのように予測するかという点ですが、そのためにはまず将来の世界の社会経済がどのように発展するのか？それによって温室効果ガスはどのくら

い排出され、そのうちの程度が大気中に残るのか？それによってどのような気候変動がもたらされ、それが人間社会や生態系にどのような影響を及ぼすのか？というように予測がされていきます。科学的には、コンピューターによるシミュレーション計算を行って予測をしています。そこでこのシミュレーションがどのくらいの確かかということが問題になってきます。

シミュレーション計算については過去の膨大なデータをコンピューターに教えて、気温が上がるように作ってあるというように言われることがあります。しかし実際にコンピューターに教えているデータは、地球の大きさや、太陽からのエネルギー量、海と陸の分布、地形、植物の分布、大気成分、地球の回転といった基本的なもので、これらをもとに物理の方程式を解いてシミュレーション計算がされています。このようなデータを入れるだけでおのずと梅雨前線や台風が生じるなど、現在の気候がかなりきちりと再現ができます。確かに科学的な不確実性はありますが、このような精度で再現できているシミュレーションをもとに、CO₂が増加したらどうなるかの予測はかなり信頼できると思っています。

さらに地球の平均気温は何度上がるか？の予測ですが、それぞれのシナリオについて、気温上昇の予測に幅があります。これは地球がどれくらい温まりやすいかといった気候感度がまだ科学的にはっきりとわかっていないため、大体このくらいの幅に収まるという予測になっており、現在の科学では将来の気温上昇はピタリとは決まりません。

温暖化の影響について

温暖化による影響については、いろいろな認識の混乱があると思います。例えば温暖化の影響がどのくらい怖いのかという認識についてみると、温暖化による悪影響を強調すれば怖いと

いう認識になり、あまり影響はないと強調されればさほど怖いものではないという認識になります。このような認識の差が、懐疑論を生む1つの要因になっていると思います。そこで温暖化の影響を総合的に見るとどうなるかを整理してみる必要があると思います。その留意点として以下のような影響の全体像の把握があるかと思えます。

- 定量的不確実性
- 気候変化以外の要因の寄与
- 好影響と悪影響
- 日本への直接影響と間接影響
- 適応の効果、適応導入の難易度
- フィードバック、高次影響
- サプライズの可能性とインパクト
- 価値観に依存する部分

またAR4の影響予測では、1990年代からの世界平均気温上昇が0℃～2℃では影響が一層悪化と書いてある一方で場所によっては好影響もあるとしています。2℃～4℃だと結構危なくなってしまう。4℃を超えるとかなり危ない可能性が高いと言った予測になっています。ただしここに示されている2℃、4℃という数字は、この温度になったら必ずこういうことが起こるといふ絶対的なものではありません。

気温上昇を何℃に抑えるべきか？

現在化石燃料消費によるCO₂の排出は2000-2005年平均、炭素換算で、年間72億トン、吸収量は32億トンで、排出量は吸収量の約2倍以上になっており、その差分が大気中に残っていつているとされています。そして気温上昇を何℃に抑えるかという場合排出量と吸収量を等しくして、温室効果ガス濃度を一定にする必要があります。

それではどれくらい排出してもよいか？と考えた場合、例えば50年後に温室効果ガスの排出を半分にしたとして、その後さらに減らしてい

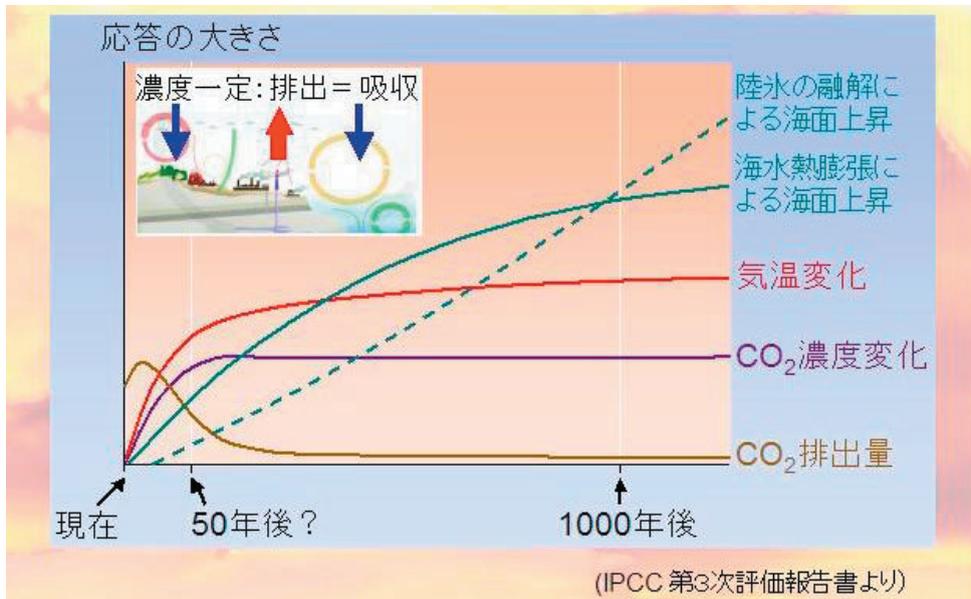


図2 どれくらい排出量を減らせばよいか？

かなければなりません。自然の吸収量が今後減少すると考えられるためです。そして最終的には、現在私たちが排出している量の1割くらいまでにしないとイケません。つまりCO₂をほとんど出さない社会にしていかなければいけないことがわかっています。またこの削減の仕方についても、短期間で濃度の安定化をさせると気温上昇は低めで収まり、安定化に時間がかかると気温上昇は高くなってしまいます。(図2)

AR4では、例えば工業化以前からの気温上昇を2.0℃～2.4℃に抑えようとするれば、温室効果ガス濃度を二酸化炭素換算で450ppm（カテゴリー I）に安定化させる必要があるとしています。またその安定化のためには、2020年までに先進国の温室効果ガスの排出量を90年比で25～40%削減することが必要であるとしています。しかし、科学的な不確実性を考えに入れると、このカテゴリー I についても、気温上昇が2℃～4℃になる確率が66%と、確率的表現になっていて、仮に2℃抑制を目指していても3℃以上あがってしまうこともあり得るといことになります。(図3)

また「IPCCがカテゴリー I にしなさいと主

張している」といった表現をよく目にしますが、IPCC自体はそのような主張はしません。ですからIPCCのデータを示す場合は、例えば「カテゴリー I をすすめる主張をしているのは（IPCCではなくて）誰々で、その際IPCCは、もしカテゴリー I を目指すのであれば、このような削減が必要であると言っています」と正確な表現を心がけていただきたいです。

教えて江守さん！質問コーナー

Q：最近「太陽の黒点が現れず寒冷化の可能性も？」という新聞記事を見つけました。また武田邦彦さん丸山茂徳さんの懐疑論の本の中にも、現代は間氷河期に位置していて、今後氷河期に向かい寒冷化するとありました。それでは100年後の地球は暖かくなっているのでしょうか？それとも寒くなっているのでしょうか？

A：地球と太陽の位置関係によって決まる氷河期・間氷河期（正確には氷期・間氷期）ですが、これは大体10万年の周期で起こっています。確かに今後氷期に向かっていきますが、天文学における計算では、3万年以上後だとされています。したがってこの100年で考えるのであれ

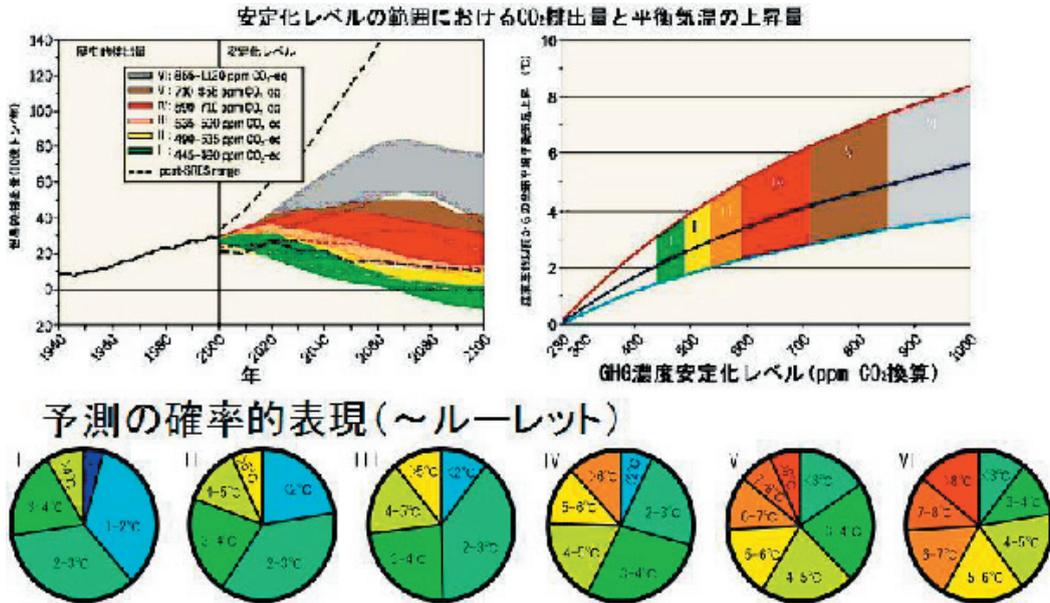


図3 気温上昇を何℃に抑えるべきか？

ば、水期による寒冷化の心配はないと思います。

もう1点、太陽自身の活動の強弱を示す黒点活動ですが、これは約11年周期で変動しています。近年の太陽活動の弱まりは1985年ごろから始まっているのですが、この間気温は上昇していることから太陽活動が温暖化の主要因ではないと考えられます。また最近の太陽活動の弱まりが今後、今の温暖化を打ち消すとも考えられません。また懐疑論によく書かれている宇宙線の変化についても、近年研究がされ、宇宙線の変化では気温上昇は説明できないとの結論になっています。

Q：北極の氷が融けてもアルキメデスの原理から海面は上がらないのでしょうか？それでは南極の氷の場合はどうでしょうか？

A：確かに海に浮かんでいる氷については海面が上がらないのは正しいです。問題は陸上の氷で、その分については融けると海水面上昇させます。南極の氷についてですが、一般に南極で降った雪によって氷河が増え、融けることで減っているので、正味で考えて、減っていれば海面は上昇するとしなければなりません。

ここで武田さんが言っておられる批判はこの部分ではなくて、メディアが、崩れ落ちる氷河の写真のみを示して温暖化の影響として取り上げている点です。ここでの問題はまず、メディアに対する批判と科学に対する批判をはっきり区別することだと思います。

Q：水蒸気の温室効果はCO₂より大きいのですか？それではなぜ水蒸気は問題にされないのでしょうか？

A：温室効果ガスの存在によって地球は-19℃から14℃に保たれているという話を「しくみ」のところでもしましたが、その寄与のうちの約60%が水蒸気、約25%がCO₂になっており、水蒸気がCO₂より大きな温室効果を持っていることは事実です。ではなぜ水蒸気は問題にならないかということ、人間活動によって増えたり減ったりするものではないからです。一方で吸収量を上回って排出されたCO₂は出せば出すほど大気中に貯まっていってしまいます。

一般に大気中の水蒸気量は、温度とともに増加する飽和水蒸気量に相対湿度を乗じたもので決まっていますが、相対湿度は地球平均で

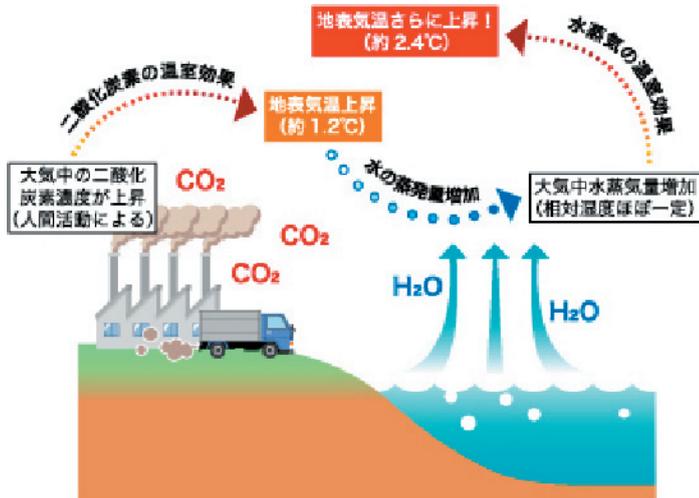


図4 水蒸気によるフィードバック

はほとんど変わらないので、最終的には飽和水蒸気量つまり温度で決まるといえます。ところが人間が化石燃料を燃やしてCO₂濃度を上昇させることで大気温度が上がると、飽和水蒸気量が増えて、その増えた分の水蒸気の温室効果によってさらに地球が温まるという、水蒸気によるフィードバックが生じてしまいます。もちろんこれは温暖化の予測の中で考慮されています。(図4)

Q：江守さんはこのような「温暖化懐疑論」についてどのように考えていますか？

A：懐疑論についても、「温暖化問題は科学的に不確かなことが多く、その説明を省いてあたかも正しいかのようにみなし、社会が一方向に向かうのは危険であり、慎重に考える人がいなくてはならない」という点はよいと思います。

一方懐疑論の中で問題なのは、間違ったことが書いてある点です。例えば実は考慮に入っているのに、「IPCCは先の水蒸気の効果が入っていない」とか、「石油の枯渇を考慮に入れていない」とか書かれています（それも自信満々に書いてあったりする・・・）。またそれが例えば大学教授で、人によっては専門が温暖化と近くに見えるような肩書きの方が本を書いたり、またその本の中でデータが示され、専門

的に見える議論がされていたりすると、例えば私の本とその本を読んで、どちらを信じてよいかの判断は多くの人にとって結構難しいのではないかと思います。

確かに科学は疑うことが大事です。つまり健全な科学的懐疑は必要だと思っていますが、それと科学的に正しいことに対する言いがかりのような主張とを混同してはいけないと思います。しかし残念ながらこの区別が難しいという状況が生じていると

というのが率直な印象です。

Q：市民として私たちはどうして行くべきだと思いますか？

A：個人的な意見ですが、最終的には人類全体で温室効果ガスを何十%も減らす必要があります。そのためには世の中のシステムが大きく変わらなければならないと思うのですが、私たちがそういう変化を望むこと。そして変化していかなければならないと認識して意見を述べ、行動していくことが重要ではないかと思っています。

最後に・・・

江守さんが懐疑論一つ一つに対して、言葉を選びながら丁寧に内容を説明し、反論される姿は、まさに科学に対して忠実であろうとする姿だと強く感じました。また今回の質問コーナーの企画に際し、私自身何冊かの懐疑論の本を読み、懐疑論なるものの具体的内容を知ることができました。そして江守さんの質問の回答からその反論の何たるかを学ぶことができ、個人的にもとても有意義なシンポジウムになりました。

(三澤友子 CASA理事)