

天気と

自然と共に歩む 日本気象予報士会 CAMJ 日本気象予報士会会報

第1期
定時社員総会
記念講演
Vol.2

北極振動と地球温暖化

地球温暖化が示す不都合な真実

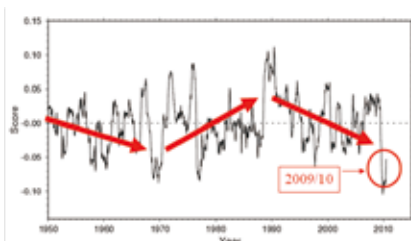
田中 博

筑波大学計算科学
研究センター教授

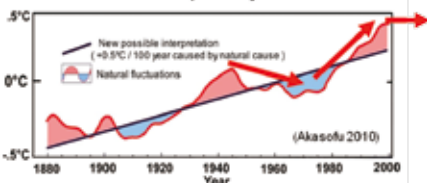


7. 現実大気の温暖化トレンドの空間パターン

ここで、現実大気について過去の北極振動と地上気温の関係を振り返ってみましょう。図10は1880年以降の北半球平均気温の時系列と1950年以降のAO指数の時系列を比較

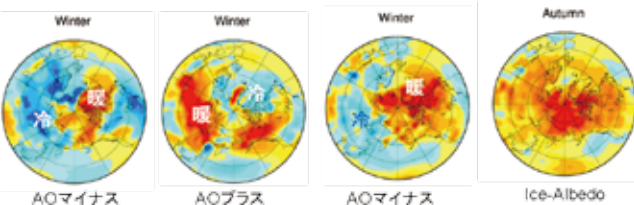


Variations of the Earth's surface temperature for the past 140 years



したものです。近年では、1940-1970年にかけて寒冷化し、1970-1990年にかけて急激に温暖化が進み、1997年のエルニーニョ年をピークに21世紀になって温暖化がほぼ止まっています。この気温の長期変化に対応してAO指数も

同様に長期的に変化しています。そこで、AO指数が正から負に変化した1949-1969年、負から正に変化した1969-1989年、そして最近の1989-2008年の期間で求めた北半球冬季(DJF)の気温トレンドの分布図を図11に示しました。ただし、一番右の図は1989-2008年の秋季(SON)の気温トレンドの図です(Ohashi and Tanaka 2010)。



良く知られているように、1940-1970年代にかけて気温は低下し、一部では氷河期の到来が予想されました。この期間の気温トレンドの分布をみると、シベリアや北米で負の値を示す一方で、グリーンランド付近で正というAOマイナスの特徴が見られます。つづく1970-1990年代にかけては気温が急激に上昇し、氷河期の到来から一転して地球温暖化の問題が浮上してきました。この期間の気温トレンドの分布をみる

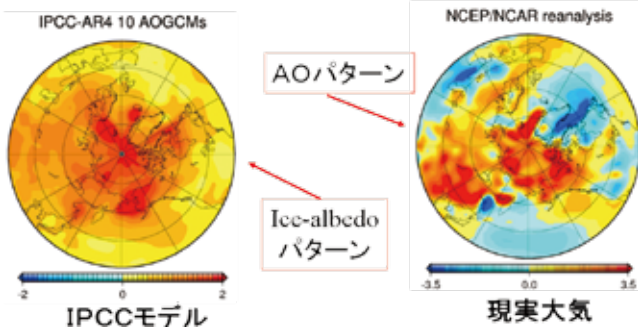
と、シベリアや北米で大きな正の値を示す一方で、グリーンランド付近で負という典型的なAOプラスの特徴が見られます。この解析はNCEP/NCAR再解析データによるものですが、地点データから詳しく解析した気温トレンドの分布が図4になります。そして最後に1990-2010年にかけては、上述のようにAO指数が正から負に転じていますが、この期間の気温トレンドの分布をみると、シベリアで負の値を示す一方で、グリーンランド付近で正というAOマイナスの特徴が見られます。この特徴は2009/2010年のデータ(図6)を用いると一層はっきりと見られ、冬季(DJF)と同様に春季(MAM)においてもAOマイナスの特徴が見られます。この解析結果から、地球温暖化曲線に重なる10年スケールの気温の上がり下がりが、北極振動に大きく支配されている事を確かめることができます。

一方、図11の一番右の図は、同様にして解析された1989-2008年の秋季(SON)の気温トレンドの分布図です。昇温トレンドは北半球全域に見られ、特に北極域に集中しています。これは地球温暖化により北極海の氷が融け、アイス・アルベドフィードバックにより気温が上昇したものと考えられます。特に2007年9月の海水激減は、地球温暖化の動かぬ証拠としてマスコミでも取り上げられました。このパターンはIPCCの気候モデル群が21世紀の来るべき地球温暖化の特徴として共通して予測するもので、アイス・アルベドパターンと呼ぶ事にします。解析結果によるとこのパターンが出現するのは1989-2008年の秋季(SON)のみで、それ以前のデータや他の季節には見られませんでした。また、心配された北極海の海水も、2008以降は平年値に戻る傾向を示しています。

8. IPCCモデルの温暖化トレンドの空間パターン

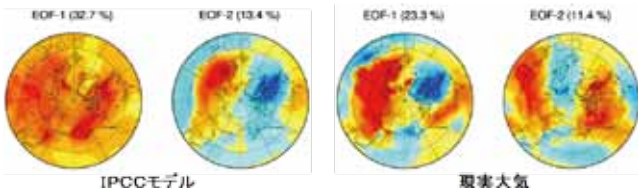
図12は1951-1999年の50年間の温暖化トレンドの分布をIPCC-AR4モデル群(代表的な10モデル平均)とNCEP/NCAR再解析データ(ここでは現実大気と呼びます)とで比較したものです。両者を比較すると、IPCC-AR4モデル群の温暖化は、基本的に上述のアイス・アルベドパターンで昇温していることが解ります。これは人為的な温室効果ガスの増加による温暖化パターンです。それに対し、現実大気では、平均期間が長いために多少変形していますが、基本的にAOパターンで昇温しているという違いが理解できます。詳しく見るとアイス・アルベドパターンも含まれていますが、それに重なるAOパターンを認識できます。この矛盾が重要な意味を

Linear trend of surface air temperature (1951–1999 winter: Dec–Feb in K)



持つことになります。

両者の差異をさらに解りやすく分析するために、IPCC-AR4モデル群(10モデル平均)と現実大気の冬季の気温場を、経験直交関数展開(EOF)を用いて解析しました。図13はその結果得られたEOF-1とEOF-2の構造を両者と比較したものです。IPCCモデル群では、EOF-1としてアイス・アルベド



パターンが33%の寄与率で見られ、EOF-2としてAOパターンが13%の寄与率で見られます。EOF-1の時系列は20世紀の温暖化曲線を表していますが(図省略)、EOF-2の時系列は当然のことながら、現実のAO指数とは一致しません。一方、現実大気では、EOF-1としてAOパターンが23%の寄与率で見られ、その時系列はAO指数と似たものとなります。シベリアと北米で正、グリーンランド付近で負という特徴はAOの構造そのものです。しかし、EOF-2からEOF-4までを探しても、現実大気にはアイス・アルベドパターンが見当たりません。気温トレンドの背景には人為的温室効果による温暖化が少なからず存在するはずですが、卓越するものではないということです。AOが温暖化のすべてを説明するとは言いませんが、AOパターンが10年スケールの気温変化の主要部分を引っ張っていることは確かです。それに対し、IPCCモデルでは、AOによる昇温の効果の再現は無理なので、観測的には卓越していない人為的温室効果ガスの増大で、20世紀後半の温暖化を再現しているという矛盾が見えてきます。

9. 地球温暖化が示す不都合な真実

以上の解析結果から、20世紀後半に、現実大気はAOパターン(内部変動)で温暖化しているのに、IPCCモデル群はアイス・アルベドパターン(人為的温室効果)で温暖化させている、という重要な矛盾が示されました。上述の図8と図9で説明したように、本来、予測が不可能な内部変動としてのAOによる昇温を、IPCCモデル群は人為的な温室効果ガスの増加でもって温暖化させ、観測される温暖化曲線とぴったり一致するようにチューニングしたことが明らかです。モデル開発とは、過去に得られた観測結果を可能な限り忠実に再現できるように、モデルを改良しチューニングを重ねることから始まります。恣意的にパラメータの許容量を超えて現実と合せる事はしませんが、観測される温暖化曲線と大幅に異なる

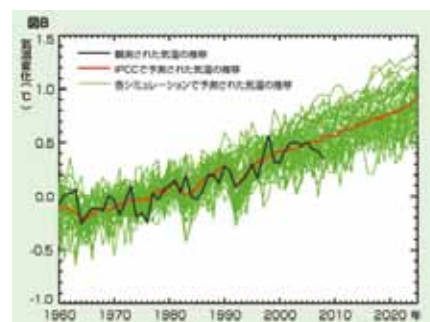
時は、5年10年のスパンでモデルの改良を重ね、観測される温暖化曲線と一致すればモデルは改善したものとみなします。現時点の解像度の粗いモデルについては、全球平均温度の時系列が観測と一致するまで改良が進んだが、温暖化の詳細な空間パターンまで観測と合せるのは困難であるとの認識ははずです。

本研究で言いたい不都合な真実とは、20世紀後半の温暖化が、IPCCモデルではアイス・アルベドパターン(人為的温暖化)で生じているのに対し、現実大気ではAOパターン(カオス的な内部変動)で生じているという点です。図13のふたつのEOF-1のパターンが、モデルと現実とで合わないことです。地球温暖化地獄というジグソーパズルを埋めていくと、最後の1枚がアイス・アルベドパターンのピースであるべきところ、AOパターンになっていて、ジグソーパズルは完成しません。

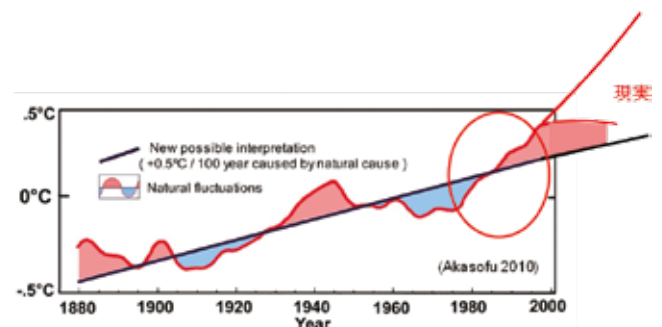
地球温暖化に対して、AOが具体的に何割程度貢献しているのか、という疑問に定量的に答える事は重要です。図13にはそのヒントがあります。IPCCモデル群のEOF解析の分散比はEOF-1とEOF-2とで5:2(33:13)になっています。EOF-1のアイス・アルベドパターンが温室効果ガスの増加という外部強制によるもので、EOF-2のAOパターンがランダムな確率過程に従う10モデルの平均だとすると、単純計算ではIPCCの単一モデルに対する分散比は5:20となり、北極振動による貢献が非常に大きい事が理解されます。

10. IPCCによる温暖化の将来予測は過大評価

20世紀後半の急激な温暖化トレンドはAOプラスのパターンで進行しましたが、21世紀になり温暖化が止まっています。一部には太陽活動の長期変化から、このまま寒冷化するという予測もありますが、これは一時的な自然変動の範囲内であると考えられています(図14、吉田他 2009)。我々の考えでは、AO指数がマイナスに転じ、人為的な温暖化トレンドにAOマイナスによる内部変動が重なったためです。2010年の異常なAOマイナスは、それをさらに裏付ける結果となりました。北極振動という内部変動が、10年スケールで気温の変動をある程度コントロールしていることは明らかですが、ここからも



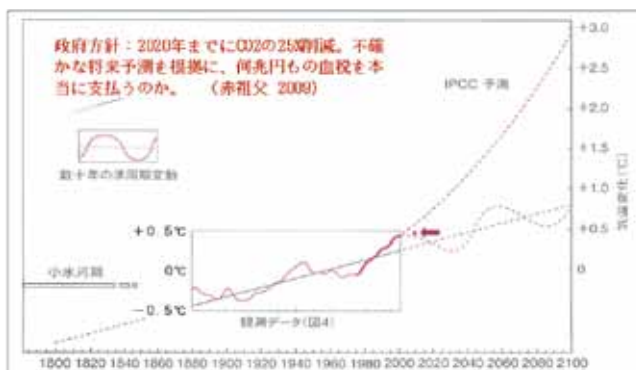
矛盾点が見えてきます。もし、21世紀になり温暖化が止まったことが一時的な内部変動によるものだとすれば、1970-1990年代の急激な温暖化の約半分も内部変動に



よるものだという事です(図14の丸印の部分です)。これは検証できない将来の温暖化予測とは異なり、検証可能なサイエンスの問題になります。

もしそうであるとすると、図9にあるような再現実験によるモデルと観測の温暖化トレンドの一致は、そもそも一致することが明らかな間違いとなり、モデルは温暖化を過大評価していることとなります。つまり、人為的温室効果ガスの増大による温暖化は、本当はもっとなだらかなものになるべきです。ところが、IPCCモデル群はこの1970-1990年代の急激な温暖化を人為的な温室効果によって再現し、これを足場に信頼性評価を行い、そのモデルによって21世紀の100年後を予測しています。よって、このように間違っただけにより温暖化を過大評価した気候モデルによる100年後の将来予測は、過大評価となっていると結論づけることが出来ます。この結論は単純なものです、少し考えればIPCC-AR4の根幹を揺るがす結果であることが解ります。そしてこれは検証が可能なサイエンスの範囲の結論ですので、今後さらなる検証と議論を期待しています。

本研究では、具体的な将来予測は今後の課題として避けたいところですが、単純に線形トレンドか緩やかな2次曲線が人為的な温暖化で、それに重なる10年スケールの上がり下がりや北極振動による内部変動だとすると、人為的な温暖化による100年後の温度上昇はせいぜい1℃から1.5℃程度となります(図15)。この図は赤祖父(2009)からの引用で、そこでは背景の温暖化トレンドさえ人為的な温室効果ガスの増加によるものではなく、自然起源の小氷期からの戻りであると説明されています。我々は温室効果ガスの増加による温暖化を否定はしませんが、もしそれが100年で1℃程度であるとすると、費用対効果の観点から政府の対応を大きく考え直す必要があります。



11. おわりに

IPCC-AR4は、世界中の多くの研究者が関与した、かつてないほど包括的で優れた報告書であることは誰もが認める所です。昨年暮れにはClimate Gate事件が起きて、その信頼性が揺らいだことはとても残念に思われます。この事件に対して国際科学会議(ICSU)は声明文を出しました。(日本でも地球惑星科学連合の有志が同様の声明文を出しています。)その声明文によると、「IPCCの報告書は慎重に審議・検証されて編集されたものではあるが、決して完璧で絶対的なものではない。研究者達も決して完璧なものと考えているわけではない。したがって、如何なる科学分野においても、間違いが判明すれば公開の下で訂正し、新たな知見が明らかになれば、それに即して粛々と改訂すべきものである。」と

うたわれています。

全くその通りだと思います。本研究はここで言う新たな知見の紹介です。研究者はいかなる時も健全な懐疑論者であるべきですし、崇高なサイエンスを守り抜くためには、たとえ国家プロジェクトから外されようとも正しいと信じる主張を止める事はできません。政府として推進する地球温暖化対策なので、京都議定書は守らなければならないし、脱炭素社会に向けた取り組みは重要です。2020年までに二酸化炭素25%削減も政府の公約となりました。はたして、政府から研究支援を受けているものが、政府方針と逆の主張を、胸を張って言えるものでしょうか。そんな主張に耳を傾けるものでしょうか。欧米では研究費のためにサイエンスを曲げてしまう研究者をSelling a sole(魂を売った)と呼んで軽蔑します。日本にはそのような研究者はいないと信じます。

たとえ検証可能な真実でも、政府方針に反する我々のような主張は、不健全な懐疑論者と同じ扱いにされてしまいます。温暖化対策推進論者には、健全な人がほとんどですが、懐疑派を許さない不健全な推進論者もいます。「サイエンスの議論は終わりだ。もはや議論から行動へ。今すぐ行動しないととんでもないことになる。」「防衛原則により完全な理解を待つまでもなく人類の危機であることは明らかだ。」「ノーベル賞のIPCCには2500人の科学者がいる。絶対に間違いはない。」といった主張が大勢を占めているようです。サイエンスの議論はまだ終わっていません。

世の中の流れは二酸化炭素削減が主流になっています。こんなご時世なので、IPCCの結果には間違いがある、などという一研究者の主張は、たとえ正しくても政府方針に合わない<不都合な真実>として黙殺され、そんな科学者は抹殺される、などという事になっては大変残念です。そうならないために、健全な科学の精神を奮い立たせて解説してみました。

予報士会は気象の専門知識を持つ良識ある国家資格保持者の集まりです(田中 1994)。予報士会の皆さんの倫理観のある反響が楽しみです。ご清聴ありがとうございました。

参考文献

- 赤祖父俊一, 2009: 自然変動の解明なしに気候予測は不可能 —温暖化が止まる理由—. 現代化学, 5号, 36-42.
- 大橋正宏・田中博, 2009: 地球温暖化予測モデルに見られる北極振動の解析的研究. 天気, 56, 743-753.
- 近藤洋輝, 2009: 地球温暖化予測の最前線. 成山堂, 259 pp.
- 田中博, 1994: アメリカ気象学会による技能検定試験について. 天気, 1994 No.5, 279-282.
- 田中博, 2009: 異常気象をもたらすと北極振動の力学. てんきすと, 第56号, 2009年1月, 3-5.
- 吉田英生他, 2009: 地球温暖化論: その科学的真実を問う. 新春メール討論. エネルギー・資源, 30, No.1. <http://www.jser.gr.jp/activity/e-mail/honbun.pdf>.
- Ohashi, M. and H. L. Tanaka, 2010: Data analysis of warming pattern in the Arctic. SOLA, 6A, 1-4.
- Tanaka, H. L. and M. Matsueda, 2005: Arctic Oscillation analyzed as a singular eigenmode of the global atmosphere. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 611-619.
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 1998: The arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. Geophys. Res. Lett., 25, 1297-1300.
- Wallace, J. M., and D. W. J. Thompson, 2002: Annular modes and climate prediction. Phys. Today, 55, 28-33.