

# 1.3 資料ページ 江守正多 Seita Emori

[資料 1.3.1]

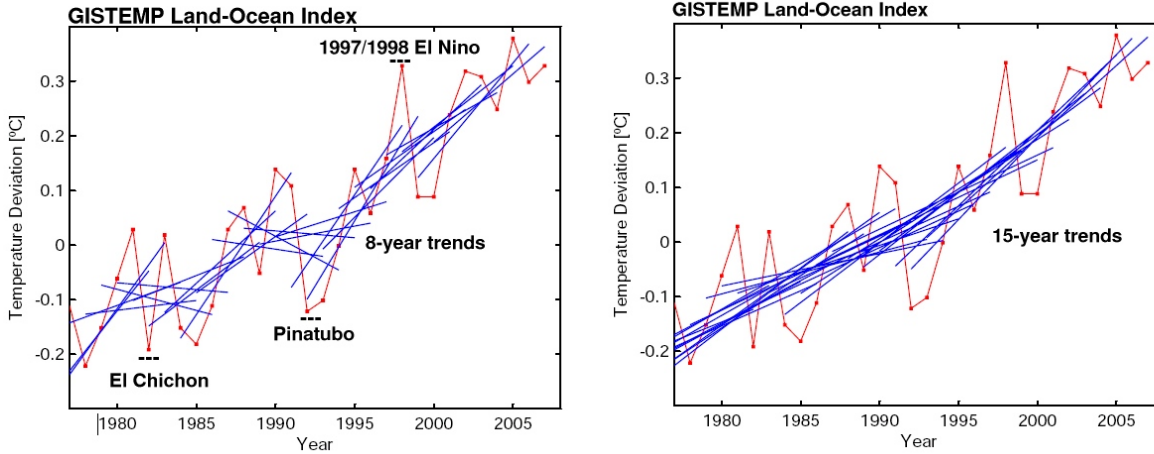


図 1.3.1 1977 年～2007 年の世界平均気温変化

赤が各年の年平均世界平均気温偏差の観測データ（GISS データセットを用いたが、他のデータセットでも同様のはず）で、右図と左図で同じ。左図の青線は 8 年トレンド、右図の青線は 15 年トレンドを表す。RealClimate（ブログ）より。

<http://www.realclimate.org/index.php/archives/2008/01/uncertainty-noise-and-the-art-of-model-data-comparison/#more-523>

<http://www.realclimate.org/images/giss-15yr.jpg>

[資料 1.3.2]

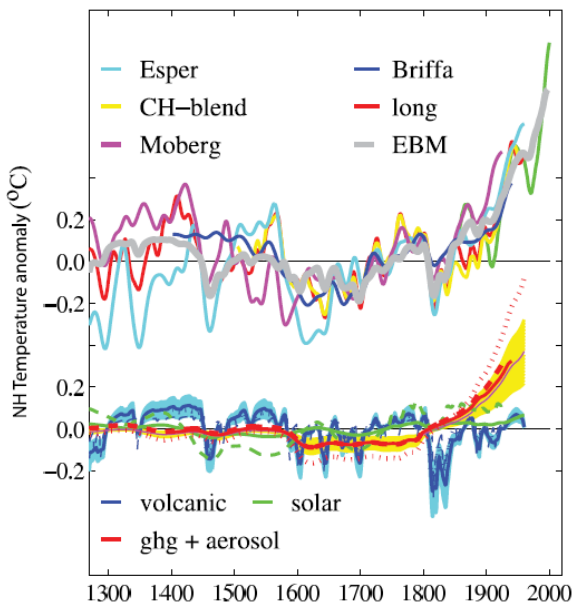


図 1.3.2 過去 700 年の北半球気温変動の再現と原因推定

上側のグラフの細線は種々の研究により推定された北半球平均気温変動（ただし緑色は温度計で測られた気温変動）。太い灰色線は簡単なモデル（気候感度 2.5°C を仮定したエネルギーバランスモデル）を用いて、推定された太陽活動変動、火山噴火、温室効果ガスとエアロゾル変化の強制力を基に計算された北半球平均気温変動。下側のグラフは強制力の原因毎にそれがもたらした気温変動を推定したもの。気温変動の推定と強制力の推定には大きな不確実性があるものの、不確実性の範囲内で強制力は気温変動をよく説明できることを示しており、内部変動の影響は大きくなさそうである。1700 年ごろの低温期（赤祖父様が言及されているモンダー・ミニмумに相当すると思われる）は主に火山噴火に起因するよう見えるが、他の原因が効いている可能性もある。いうまでもなく、近年の温暖化については温室効果ガスの増加が重要であることを示している。IPCC WG1 AR4, Cambridge University Press, Figure 9.4 より。

[資料 1.3.3]

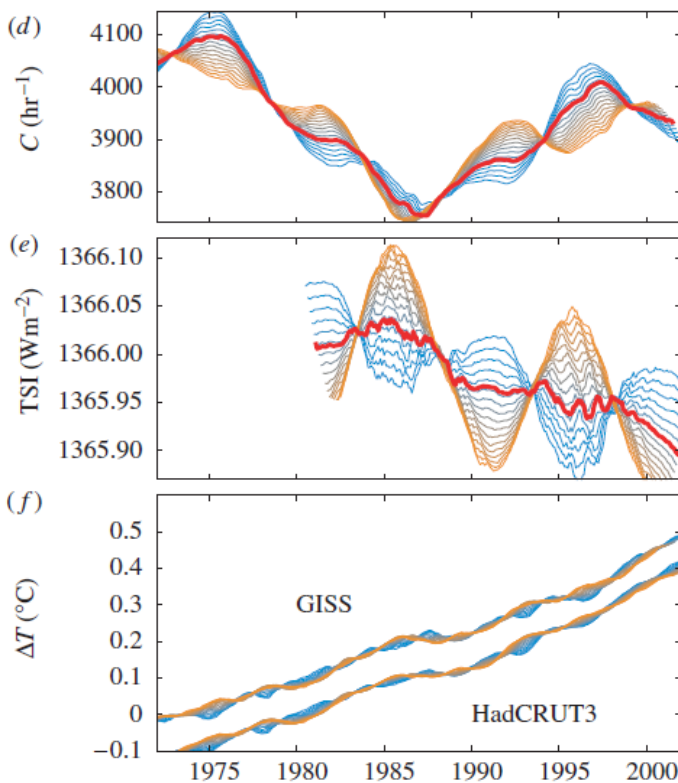


図 1.3.3 太陽周期で移動平均した近年 30 年の宇宙線強度 (上), 全太陽放射 (中) および世界平均気温変化 (下)

上はニュートロンモニターで観測された宇宙線強度, 中央は地球に入射する全太陽放射エネルギー強度, 下は世界平均気温変化 (2つのデータセットを少しずらして描いている). 移動平均をとることにより 11 年前後の太陽周期の変化を除いて, より長期の変化を取り出したもの (ただし太陽周期は 11 年を中心に 9 年~13 年程度の間で変化するため工夫が必要. 赤い太線が変化する太陽周期に合わせて移動平均したもので, これに注目する. 水色からオレンジの細線は参考のため 9 年から 13 年のそれぞれ一律の周期で移動平均したもの). 地球の気温はデータセットによらず図の全期間にわたって上昇しているが, 全太陽放射は 1985 年以降減少しており, 太陽から入射するエネルギーあるいは紫外線の変化は気温上昇を説明できない. 同様に, 1987 年から 1997 年まで宇宙線強度が増加しているが, すると雲が増加して地球は寒冷化するはずであり, やはり現実の気温上昇を説明できない. したがって, 太陽活動変動の振幅にかかわらず, 今までに提案されているいかなるメカニズムを通じて, 太陽活動変動は近年の温暖化を定性的にさえ説明できない. Lockwood and Fröhlich (2007), Figure 3 より.

[資料 1.3.4]

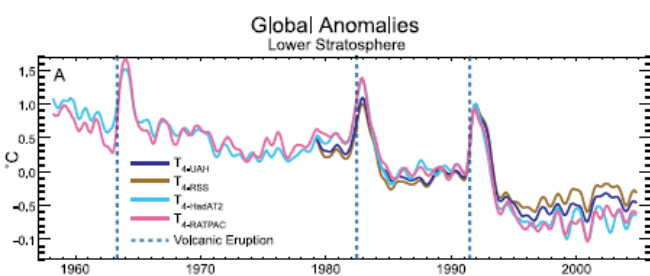


図 1.3.4 1958 年~2005 年の下部成層圏の温度変化

種々の観測方法による下部成層圏の温度変化. 顕著な寒冷化傾向がみられる (3 回みられるピークは火山噴火によるもの). 大気中温室効果ガスが増加すると対流圏が温暖化するとともに成層圏が寒冷化することが理論的にも気候モデル計算からも知られており, 観測された成層圏寒冷化の主要な原因と考えられる (一部は成層圏オゾンの減少によると考えられる). IPCC WG1 AR4, Cambridge University Press, Figure 3.17 より.

## [資料 1.3.5]

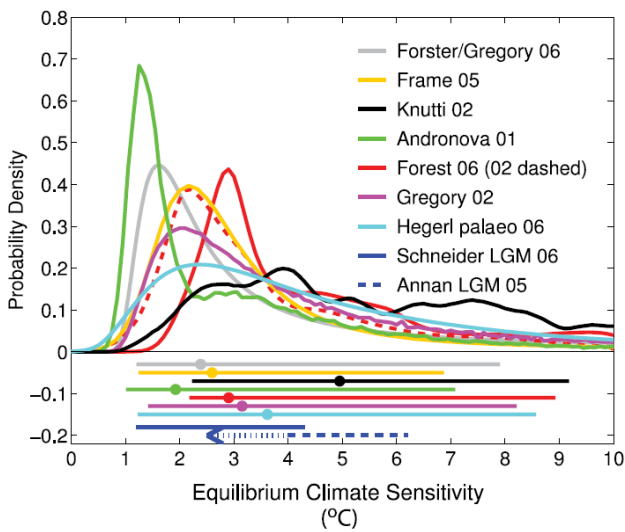


図 1.3.5 観測データに基づいて推定された気候感度の確率分布

種々の研究による、観測データに基づく気候感度（二酸化炭素倍増平衡気候感度）の推定値の確率分布。図の下側の線は 5-95% 信頼区間、ドットは中央値を表す。どの研究も簡単なモデルを用いているが、モデルのパラメータを観測データにより制約するため、実質的に観測データに基づく推定といえる（ただし Annan LGM 05 は GCM を用いているのでモデル依存性が入っている可能性がある）。高い気候感度の方向に長い尾を引くことが共通の特徴である。このため、たとえば伊藤様が資料 14 で引用している Forster/Gregory 06（灰色線）では、確かに最尤推定（分布のピーク）は  $1.6^{\circ}\text{C}$  であるが、中央値（図の下のドット）は  $2.4^{\circ}\text{C}$  と高くなることに注意してほしい。中央値は  $3^{\circ}\text{C}$  前後とする研究が多く、最尤推定で見ても  $2\sim 3^{\circ}\text{C}$  を超える研究が少なくない。IPCC WG1 AR4, Cambridge University Press, Figure 9.20 より。

## [資料 1.3.6]

伊藤様が資料 2.2.14 で引用している、気候感度を  $1.1^{\circ}\text{C}$  前後と推定した Schwartz (2007) については、手法の問題点などを指摘した以下の 3 編のコメント論文が出された。

Foster, G., J. D. Annan, G. A. Schmidt, and M. E. Mann (2008) Comment on Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system by S. E. Schwartz, *J. Geophys. Res.*, **113**, D15102

Knutti, R., S. Krähenmann, D. J. Frame, and M. R. Allen (2008) Comment on Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system by S. E. Schwartz, *J. Geophys. Res.*, **113**, D15103

Scafetta, N. (2008) Comment on Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system by S. E. Schwartz, *J. Geophys. Res.*, **113**, D15104

そして、Schwartz はこれらコメントへの応答論文の中で推定値を  $1.9^{\circ}\text{C}$  前後に上方修正した（ただし、これは Schwartz (2008) で改訂された手法にコメント論文の著者たちが満足したことを必ずしも意味しないが）。

Schwartz, S. E. (2008) Reply to comments by G. Foster et al., R. Knutti et al., and N. Scafetta on Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system, *J. Geophys. Res.*, **113**, D15105