

宇宙からの準周期的外力を受ける 結合振動系としての地球の気候システム

The Earth Climate System as Coupled Oscillators under Quasi-Periodical Forcing from the Space

杉山 大志 (すぎやま たいし) キヤノングローバル戦略研究所 研究主幹

1. はじめに

地球の温度は温室効果ガスによって変動する (①) が、エルニーニョ等の地球のシステムの内部振動 (②) や、太陽光強度変化等の宇宙からの影響による変動 (③) もある。先行研究では①と②を合わせて考察したもの、また①と③を合わせて考察したものがあつたが、①②③を全て総合的に理解したものは無かつた。本稿ではそれを試みる仮説を提示する。

以下の構成であるが、2章で①を、3章で③を、4章で②を紹介する。⑤で簡単な定量的モデルを紹介し、⑥で定性的ではあるが①②③の統合化を試みる。

2. 温室効果ガス

CO₂等の温室効果ガスは、一定の温度の変化をもたらす。しかし、これによって地球規模の温度変化の全てが説明できる訳では無い (IPCC, 2013)。

3. Scafetta 理論：地球の温度変化のスペクトル分解

Scafetta (Scafetta, 2019) (Scafetta, 2016) (Scafetta, 2013) は、1850年以降の地球の年平均気温を、6つの正弦波の和および温室効果ガスによる温暖化項として再現する式を提案した：

$$H(t) = h_{983}(t) + h_{115}(t) + h_{60}(t) + h_{20}(t) + h_{10.4}(t) + h_{9.1}(t) +$$

$$\beta * m(t) + const, \quad (式1)$$

ここで、 $H(t)$ は地球の温度である。 $h_n(t)$ は周期 n 年の正弦関数であり、例えば $n=115$ の項は

$$h_{115}(t) = 0.05 \cos(2\pi(t-1980)/115). \quad (式2)$$

となっている。 $h_n(t)$ は何れも宇宙からの地球への影響の変動と周期が一致しているとしている。例えば、太陽のエネルギー強度は約11年周期で変動し、これは黒点数の増減を伴うことはよく知られている。他の振動周期は、太陽、惑星、月と地球の重力相互作用による潮汐力等に由来しているという。

$\beta * m(t)$ は、大循環モデルによって算出された温室効果ガスおよび火山噴火によるエアロゾル等のネットの温室効果 $m(t)$ に対して、係数 β をかけたものである。Scafetta は $\beta=0.5$ と推計した。つまりこの間の地球温暖化の半分は温室効果ガスとエアロゾルによるネットの温室効果に由来するものであるが、残りの半分は宇宙から地球に及ぶ影響の変化に起源がある、という結論になる。

Scafetta は、式1のモデルは過去の実測データと合致し (図1)、特にハイエイタスとも整合性があり、また過去にさかのぼって調べると、IPCCでまとめた大循環モデルによる予測よりも、より現実に近い予測を示すことに成功してきた、とした (図2)。

ただし Scafetta の議論の難点は、自身も認めているように、どのようなメカニズムで宇宙からの影響が地球規模の温度変化に帰結しているかは現時点で解っていないことである。

例えば太陽光のエネルギー強度が約11年周期で変動していることは知られているが、その変動は小さくて約 0.2 W/m^2 程度に過ぎない。単なるエネルギーの変化ではなく、太陽磁場の変化によって地球へ注ぐ銀