

大気大循環モデルによる 20 世紀の放射強制力の経年変化

* 竹村 俊彦¹, 對馬 洋子², 横畠 徳太³, 野沢 徹³, 永島 達也³, 中島 映至⁴

1: 九州大学応用力学研究所, 2: 地球環境フロンティア研究センター

3: 国立環境研究所, 4: 東京大学気候システム研究センター

1. 序論

気候変動を引き起こす外部因子には様々な種類が存在するが、それぞれの因子がそれぞれのメカニズムで気候に対する影響を持っている。それらを定量的に統一的に示す指標として放射強制力がある。本研究では、人・自然・地球共生プロジェクト第1課題「高分解能大気海洋モデルを用いた地球温暖化予測に関する研究」において行われた20世紀気候再現実験をベースとして、放射強制力の定義に基づいて再計算を行い、様々な外部気候強制因子の1850年から2000年の放射強制力の時系列を示す。

2. モデルの概要

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) による放射強制力の定義は、対流圏及び地表・海面の気温・状態を固定した場合に、気候強制因子の存在による対流圏界面での正味放射の変化量である。本研究では、東京大学気候システム研究センター (CCSR) / 国立環境研究所 (NIES) / 地球環境フロンティア研究センター (FRCGC) の大気大循環モデル (AGCM) を用いて成層圏以高の気温も固定した瞬時放射強制力の時系列を計算する。例えば、1950年の温室効果気体の放射強制力は、1950年と1850年 (基準年) の温室効果気体濃度の実験をいずれも1950年の気象場を用いて行い、その2実験間の放射収支の差を取ることで算出される。本研究では、温室効果気体 (CO_2 , CH_4 , N_2O , CFCs)・オゾン (対流圏・成層圏)・エアロゾル直接効果・エアロゾル間接効果 (第1種・第2種)・火山性成層圏エアロゾル・太陽放射量・土地利用の変化による放射強制力を計算する。経年変化はそれぞれ、温室効果気体濃度は Johns et al. (2003)、対流圏オゾン濃度は化学輸送モデル CHASER (Sudo et al. 2002) から得られた値、成層圏エアロゾル濃度は Randel and Wu (1999)、エアロゾル直接・

間接効果はエアロゾル気候モデル SPRINTARS (Takemura et al. 2000, 2002, 2005) によるオンライン計算、火山性成層圏エアロゾルの光学的厚さは Sato et al. (1993)、太陽放射量は Lean et al. (1995)、土地利用は Hirabayashi et al. (2005) を与える。

3. 結果・考察

下図は、対流圏界面及び地表での放射強制力の時系列である。対流圏界面での温室効果気体・対流圏オゾン・成層圏オゾン・エアロゾル直接効果・エアロゾル間接効果の現在の放射強制力は、それぞれ $+2.1$, $+0.4$, -0.2 , -0.1 , -1.0 W m^{-2} と算出された。これらは過去の諸研究と比較して妥当な値である。地表では、温室効果気体と対流圏オゾンの放射強制力が小さくなり、それぞれ現在値で $+0.4$, $+0.2 \text{ W m}^{-2}$ である。一方、エアロゾル直接効果の負の放射強制力は強くなり、現在値で -1.6 W m^{-2} と計算された。これは、黒色炭素が大気中で太陽放射を強く吸収して地表に届く太陽放射が減少することが主要因である。

図の太線は、温室効果気体・オゾン・エアロゾル合計の放射強制力を示している。全球平均地表気温は、20世紀前半と後半に上昇した一方、20世紀中盤には変化なし若しくはわずかに下降したことが知られている。地表気温が上昇している時期には、合計放射強制力は対流圏界面で主に温室効果気体により上昇し、地表では大きな変化が見られない。一方、20世紀中盤には、合計放射強制力は対流圏界面で大きな変化がなく、地表では主にエアロゾル直接・間接効果により下降していることが示されている。これらのことから、放射強制力の変化量は気温変化と密接な関係があることが示唆される。主要気候強制因子全ての放射強制力の産業革命以降の経年変化を対流圏界面だけでなく地表でも示したことは、人為起源による気候変動を考察する上で非常に有用であると考えられる。

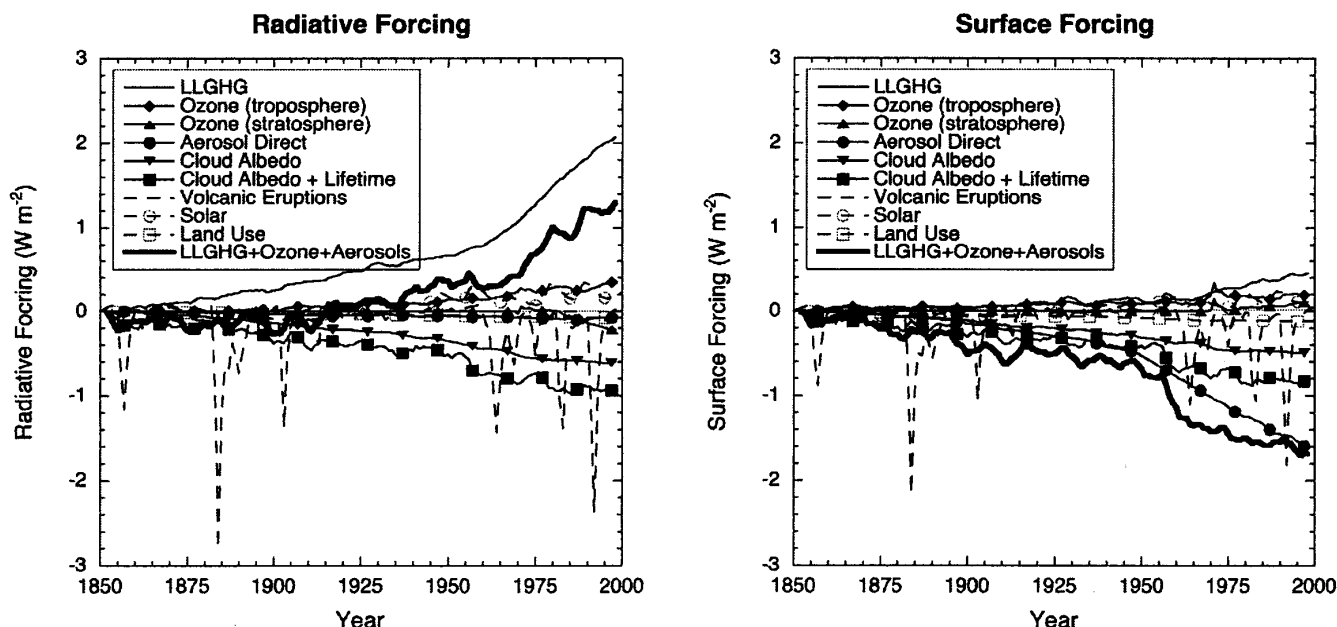


図 様々な気候強制因子による瞬時放射強制力の1850年から2000年の経年変化 (左) 対流圏界面 (右) 地表 (火山性成層圏エアロゾル以外は5年移動平均)