

南極オゾン層回復が南大洋二酸化炭素吸収に及ぼす影響

* 岡島 秀樹 (RIGC/JAMSTEC)、河宮 未知生 (RIGC/JAMSTEC)

1 はじめに

温室効果ガスの増加に伴う地表気温・海面温度の上昇は、全球で一様ではなく、低緯度地方に比べると、Ice-Albedo フィードバックの働く極地方で特に顕著である (IPCC 2007)。しかしながら、北極と南極を比べると、北極は大幅に昇温するのに対して、南極はあまり昇温していないことが、これまでの観測データから示されている。その理由としては、南極では 1940 年代以降オゾンホールが発達し、対流圏下層も含めた極渦が強化され、低緯度からの熱の流入が妨げられてきたためと考えられている (Thompson and Solomon 2002)、今後オゾン層破壊物質が規制され、オゾン層が回復するに従って極渦が弱まると、南極も急激に昇温し、ひいては南大洋の二酸化炭素吸収が強まると考えられている (Le Quere et al. 2007, Son et al. 2008, Lenton et al. 2009)。そこで、地球システム統合モデルを用いた温暖化実験の結果を解析し、南極周辺でどのような変動が起きているのかを調べた。

2 モデル実験

炭素循環を含んだ地球システム統合モデルを用いる。大気大循環モデルの解像度は T42L80、物理過程には標準パッケージを用いる。海洋大循環モデルの解像度は水平およそ 1 度、鉛直 44 層である。海洋および陸面には炭素循環が含まれており、海洋には簡単な NPZD タイプの生物化学過程を用いる。境界条件には現実境界条件を与える。十分にスピナップした後、1850 年から 2005 年までは観測値に基づく人為起源二酸化炭素による強制を与えて積分し、2006 年以降は RCP4.5 或いは RCP8.5 シナリオに基づく強制を与えて 2100 年まで積分する。標準実験 (AR5a) には気候-大気化学相互作用が含まれるが、比較実験 (AR5b) には含まれない。

3 結果・考察

AR5a 実験では、1940 年代から 20 世紀末にかけての南極オゾンホールの急激な発達再現される。南大洋上では西風が強化され、南極大陸沿岸において二酸化炭素を豊富に含んだ深層水が汲み上げられるために、海面二酸化炭素吸収は弱まる。21 世紀に入ってから

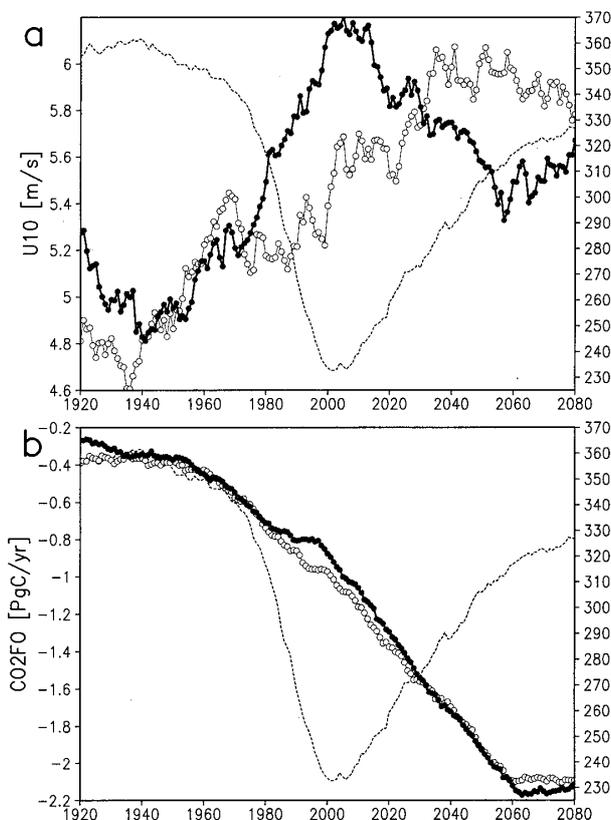


図 1: (a) 南大洋における夏季海上東西風速の時系列 (西風が正、m/s)。標準実験 (黒丸) および大気化学-気候相互作用のない実験 (白丸)。点線は標準実験における南極上空の春季オゾン全量 (DU、軸は右側)。(b) 同上、ただし夏季海面二酸化炭素フラックス (海洋から大気への放出が正、PgC/yr)。

2060 年ごろまで徐々に南極オゾン層が回復し、南大洋の西風も弱まり、海面二酸化炭素吸収が強まる。一方、AR5b 実験では、南極オゾンホールが弱く再現されるために、南大洋上の西風や海面二酸化炭素吸収の長期傾向は凡そ単調となる。

RCP8.5 シナリオを与えた AR5a 実験においても、RCP4.5 と同様のオゾン層回復がみられるものの、西風は強化され続け、海面二酸化炭素フラックスは単調減少 (海洋吸収) となる。これらの実験を比較したところ、オゾン層回復による極渦弱化的効果よりも、温暖化による西風強化の効果の方が強い場合には、南極周辺は急激には昇温しないことが示唆された。