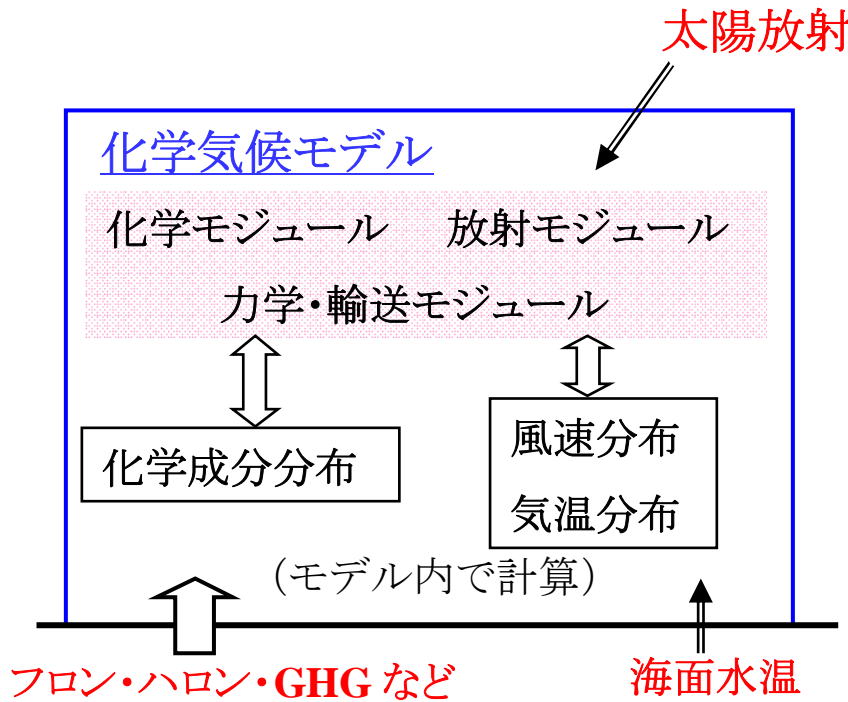
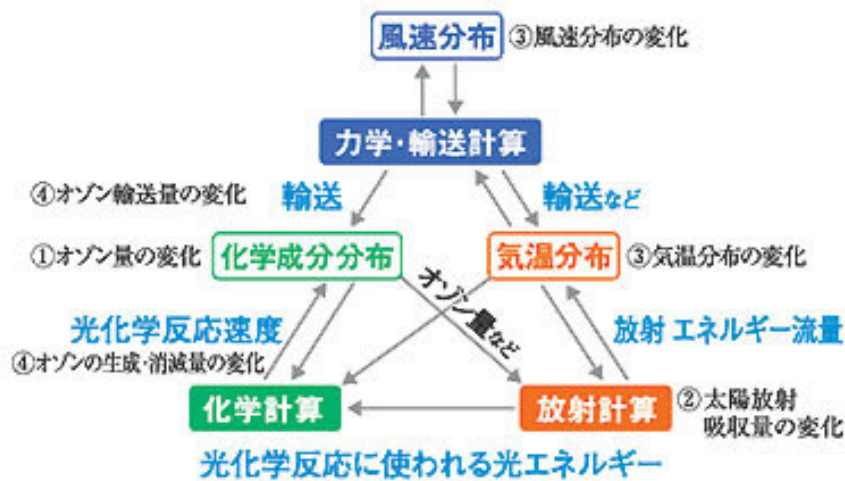


図1



赤で示した、フロン・ハロン・温室効果気体 (GHG) などの放出量の推移や海面水温、太陽放射などを外部パラメータとしてモデルに入力。化学-力学-放射過程の間の相互作用を含んだ化学気候モデル内で化学成分分布や風速・気温分布を計算して、オゾン層の長期の変化を調べる。

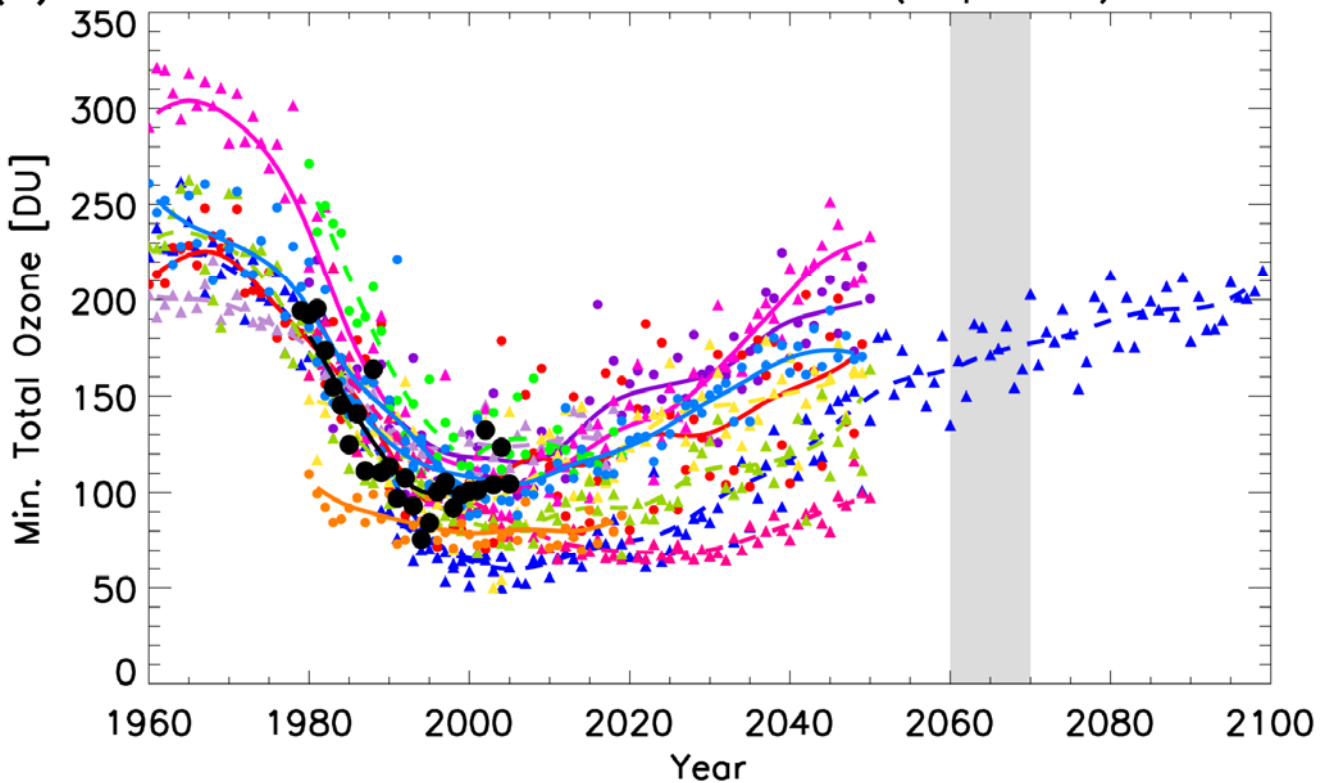


化学気候モデルでは、ある時刻における風速分布や気温分布、化学成分分布を用いて、力学・輸送計算、放射計算、化学計算を行い、次の時刻での各量の分布を計算します。こうした計算を繰り返すことによって各量の時間変化を求めることができます。このような計算手順により、①オゾン量の変化→②太陽放射吸収量の変化→③気温分布および風速分布の変化→④オゾンの輸送量、生成・消滅量の変化→①オゾン量のさらなる変化、というような、オゾンに関するフィードバック過程（作用のループ）を、モデル計算の時間進行に合わせて適切に再現することが可能になります。

図2

世界の化学気候モデルを用いた数値実験から予想されるオゾンホールの変化(WMOオゾンアセスメントレポート2006より)

オゾンホール内の最低オゾン量の推移



- ▲— AMTRAC (地球流体力学研究所(米))
- CCSR/NIES (国立環境研究所)
- CMAM (カナダ気象局/トロント大学/ヨーク大学(加))
- ▲— E39C (ドイツ航空宇宙センター(独))
- ▲— GEOSCCM (ゴダード宇宙飛行センター(米))
- MAECHAM4CHEM (マックス・プランク研究所(独))
- ▲— MRI (気象研究所(日))
- ▲— SOCOL (世界放射センター/ダヴォス物理気象観測所/スイス連邦工科大学(スイス))
- ▲— ULAQ (ラクイラ大学(伊))
- UMSLIMCAT (リーズ大学(英))
- WACCM (国立大気研究センター(米))
- Observations (観測)

図3

経度平均東西風の緯度－高度分布

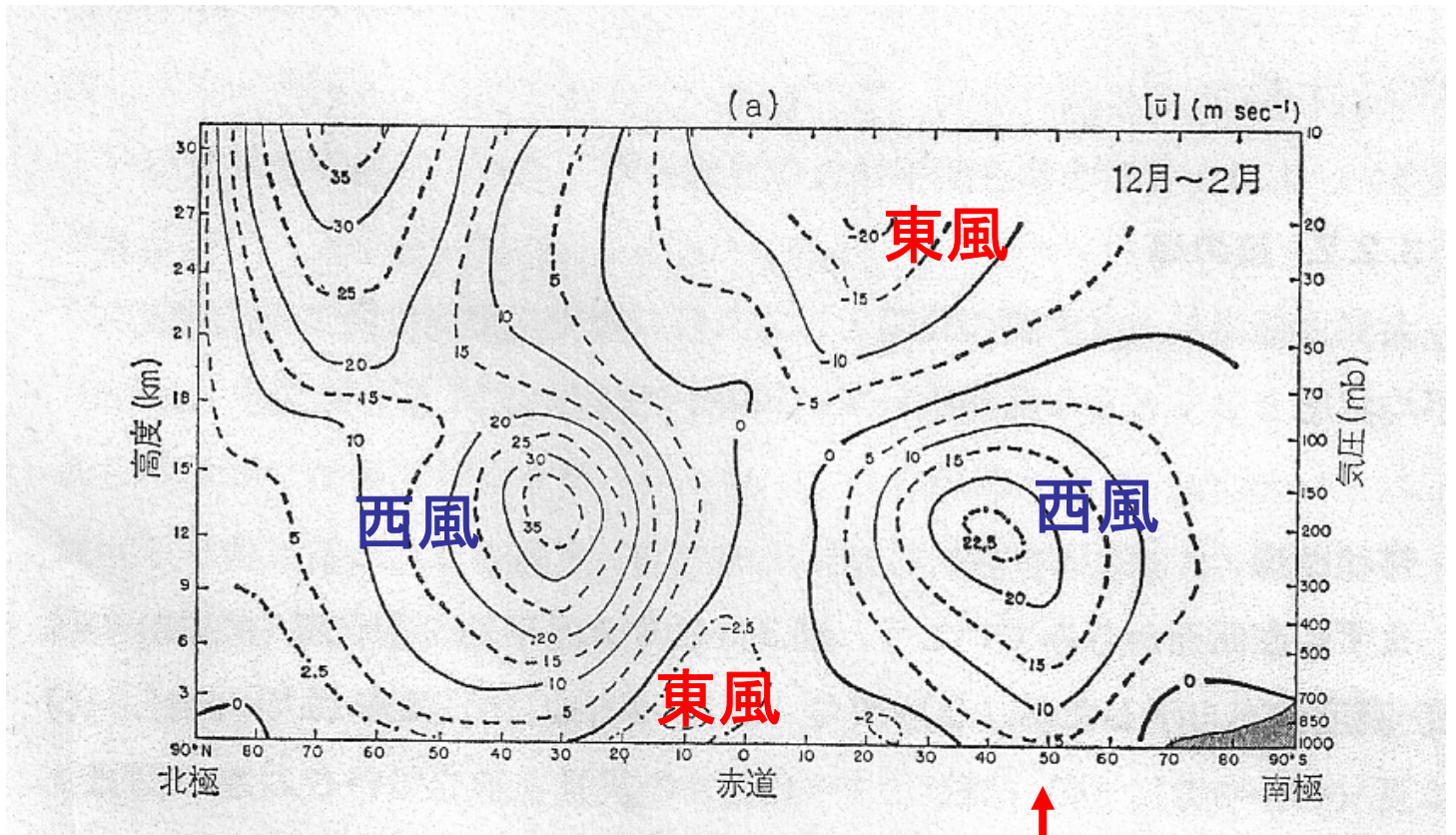
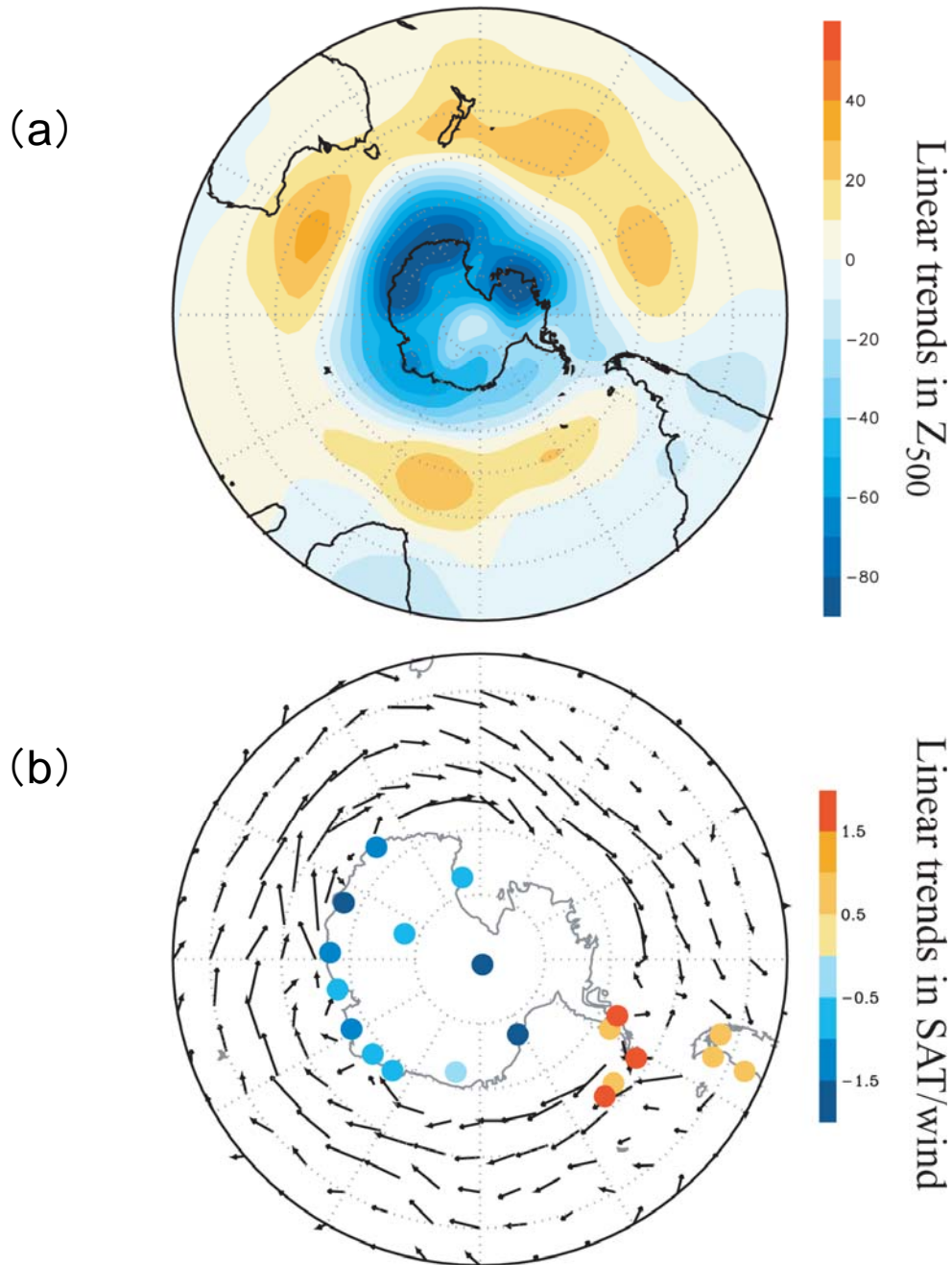


図 3-3 平均帯状風の緯度分布

(a) 12月—2月, (b) 3月—5月, (c) 6月—8月, (d) 9月—11月の, それぞれ3カ月平均の風の場合を6年間(1957年7月—1963年6月)平均したもの. 正の値は偏西風, 負の値は偏東風. 単位: $m\ sec^{-1}$. (ニューウェル等, Newell et al., 1969).

図4

Observations
(from Thompson and Solomon 2002)



(a) 観測された12月－5月平均の(500hPaの)ジオポテンシャル高度の変化。暖色系は高度の上昇、寒色系は高度の低下。

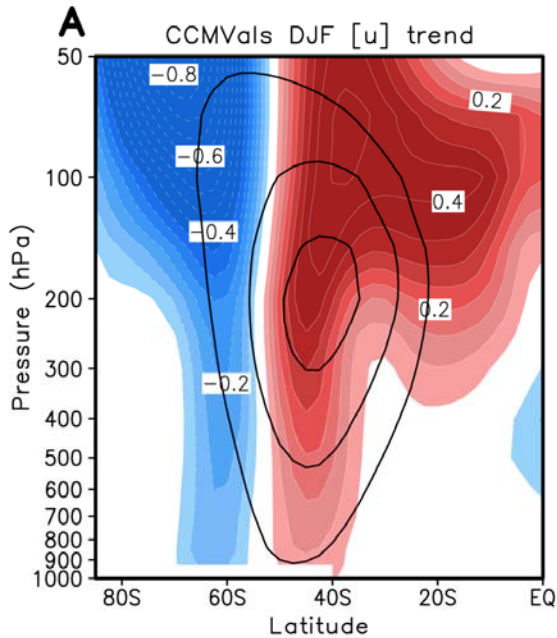
(b) 観測された12月－5月平均気温と風のトレンド

地表気温のトレンド(下図の●、暖色系は上昇、寒色系は下降、1969-2000年)

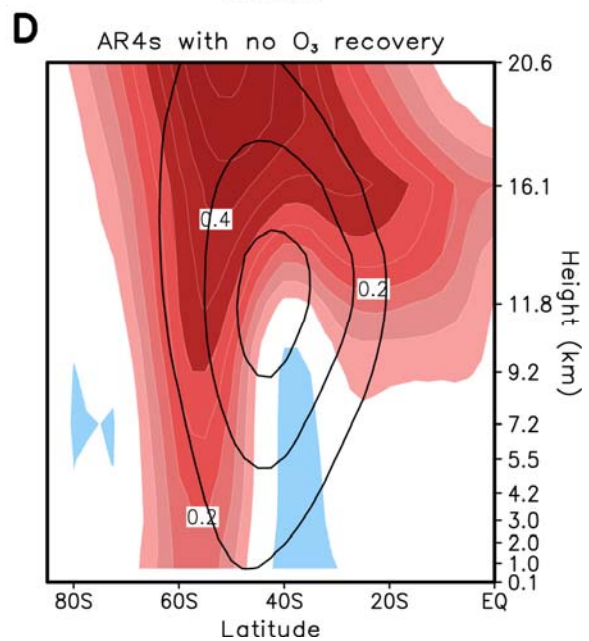
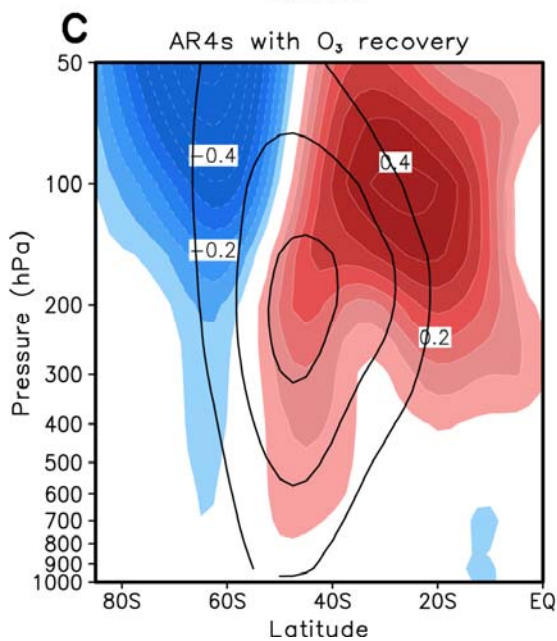
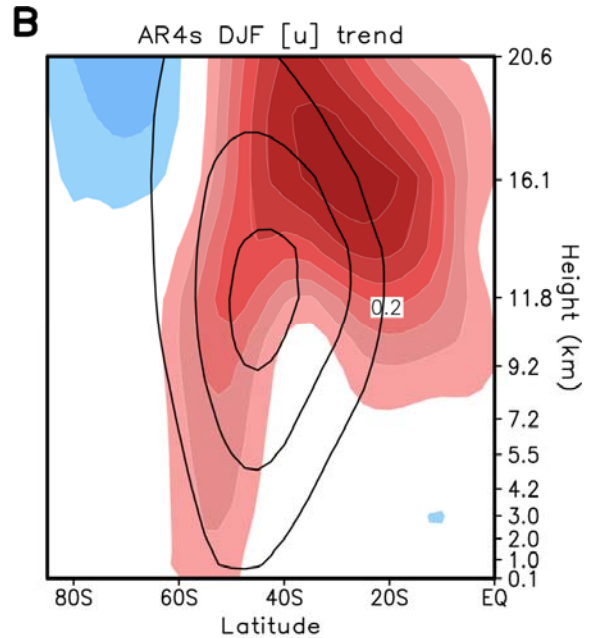
925hPaの風のトレンド(下図の矢印、1979-2000年)

図5 12月－2月の偏西風の風速の将来変化
(緯度－高度分布。増加－赤，減少－青)

化学-気候モデルの平均



IPCC-AR4モデルの平均



将来のオゾン変化を指定した
IPCC-AR4モデルの平均

将来のオゾン変化のない
IPCC-AR4モデルの平均

2001－2050年間のトレンド、間隔は $0.05\text{ms}^{-1}/10\text{年}$ 。
黒い等高線は風速を表す(10m/s間隔)。

(今回のScience論文より)