

# オゾン層破壊の長期変動要因の 解析と将来予測に関する研究

課題代表者: 柴田清孝 (気象研究所 環境・応用気象研究部)

報告者: 出牛真 (気象研究所 環境・応用気象研究部)

# 目的

- 国際プロジェクト「化学－気候モデル検証（CCMVal）」の枠組みでのオゾン層の過去再現実験や将来予測実験を行い、オゾン層破壊の過去の長期変動要因の解析とオゾン層の将来予測における変動要因を研究する。

課題代表者(柴田清孝)は SPARC CCMVal Report (2010の春に出版予定)の会議に第二章のリードオウサー(の一人)として出席中

**S P A R C CCMVal Authors' Meeting**  
**Hotel Hesperia Toledo, Spain**  
**November 9-11, 2009**

# 将来のオゾン層の変動要因

- オゾン層破壊物質（ハロゲン等）の減少
  - 均質反応によるオゾン破壊の減少（上部成層圏）
  - 極成層圏雲（PSC）上での不均質反応による活性塩素（臭素）の減少（極域成層圏）
- 温室効果気体増加による気候変化
  - 成層圏の冷却化（上部成層圏）
  - 対流圏から伝搬する惑星波の変化（成層圏循環の駆動力の変化）
  - ブリュウワ・ドブソン循環の強化（影響は緯度依存）

# CCM Simulations in CCMVal

- Previous simulations in support of the **WMO Ozone Assessment: 2006**
- Current simulations in support of the **SPARC CCMVal Report** and the **WMO Ozone Assessment: 2010**
  - **SPARC CCMVal Report: Reference simulations**
  - **WMO Ozone Assessment: 2010: Reference simulations + sensitivity simulations**

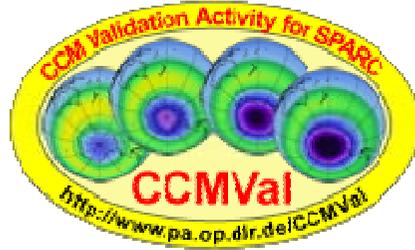
# CCMVal-1 と CCMVal-2

## 将来予測実験 前回(CCMVal-1 for WMO O3 Assessment(2006))

- オゾンホール
  - トレンド(長期変動)は総塩素量の影響による(南極)
  - 南極オゾンの1980年以前の値へ戻るのは2060年過ぎ

## WMO O3(2010)に向けた現在の実験 (CCMVal-2)

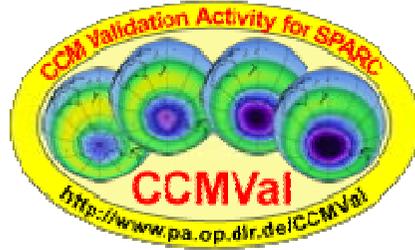
- **フォーシングの更新、入れ替え**
- REF-B1 (過去再現:1960-2006、アンサンブルラン)
- REF-B2 (将来予測:1960-2100、アンサンブルラン)
- SCN-B2b (将来予測:1960-2100、単一ラン)
- SCN-B2c (将来予測:1960-2100、単一ラン)
- Others (タイムスライスラン、CTL-B0(1960条件)、REF-B0(2000条件) )



# CCMVal -2 Reference Simulations

Scenario	Core Time Period	GHGs (N2O, CH4, CO2)	ODSs (CFCs..)	SSTs	Volcanic & Background Aerosol	Solar Flux	QBO
REF-B1	1960	OBS	OBS	OBS	OBS	OBS	Spontaneously Generated For MRI
		2006		ST1	Surface Area Density data (SAD)		
REF-B2	1960 - 2100	IPCC SRES A1B scenario (medium)	OBS + adjusted A1 scenario [WMO 2007, Table 8-5]	Modeled SST MRI-CGCM 2.3	Back-ground (2000)	Constant	Spontaneously Generated For MRI

本発表は将来予測  
関連のみ



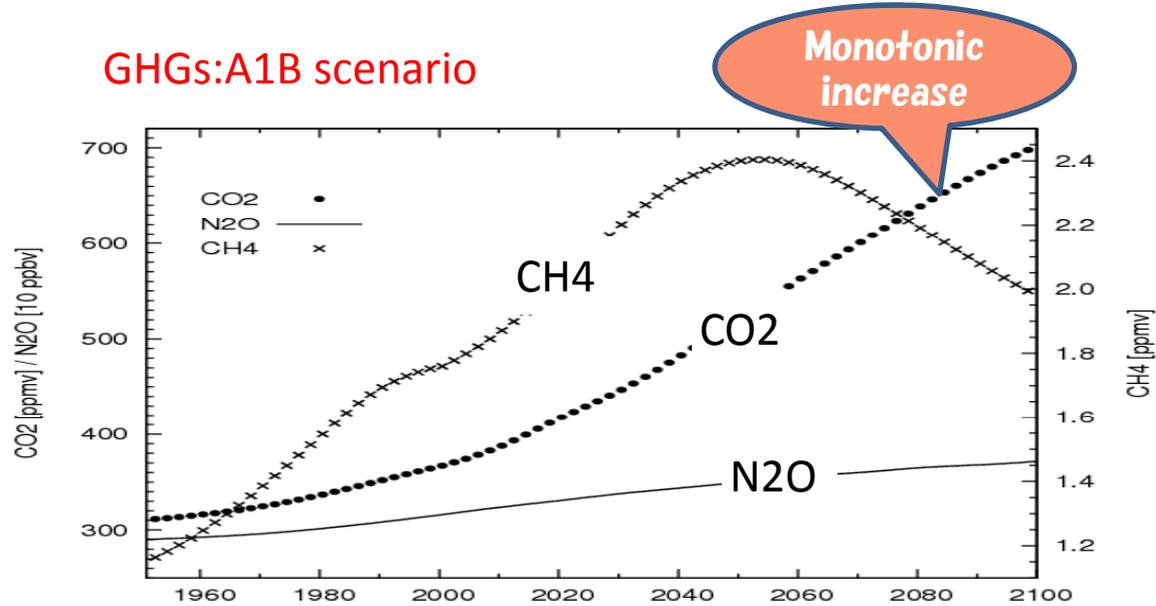
# CCMVal -2 Sensitivity Simulations

Scenario	Core Time Period	GHGs (N2O, CH4, CO2)	ODSs (CFCs..)	SSTs	Volcanic & Background Aerosol	Solar Flux	QBO
SCB-B2b <b>Fixed Halogens</b>	1960 - 2100	Same as in REF-B2	OBS <b>Fixed at 1960s' values</b>	Same as in REF-B2	Same as in REF-B2	Same as in REF-B2	Spontaneously Generated For MRI
SCN-B2c <b>No Climate Change</b>	1960 - 2100	OBS <b>Fixed at 1960s' values</b>	Same as in REF-B2	OBS <b>Fixed at 1960s' values</b>	Same as in REF-B2	Same as in REF-B2	Spontaneously Generated For MRI

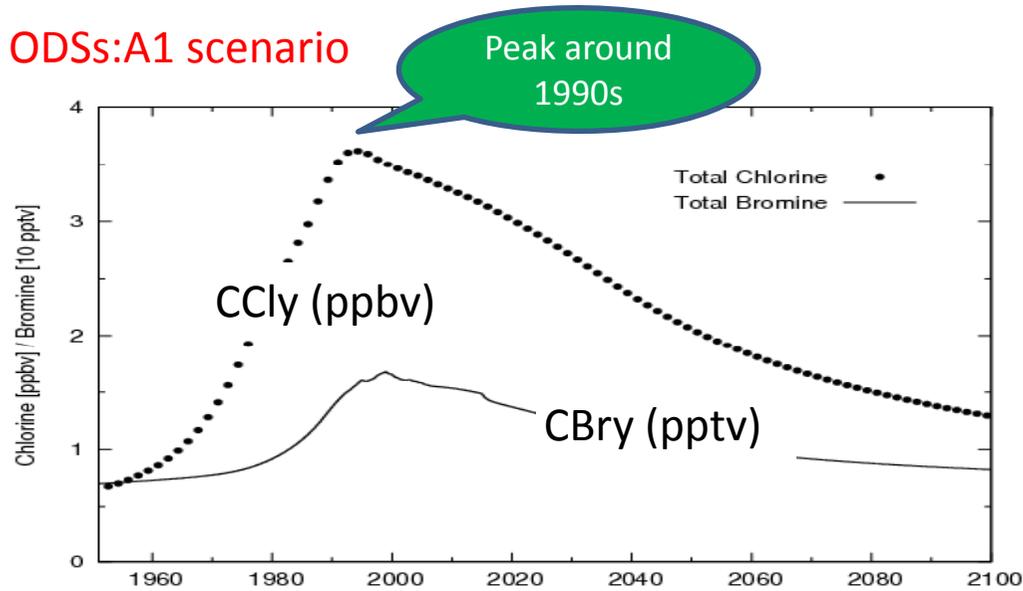
2つとも  
計算中

# Evolution of GHGs and ODSs at the surface

GHGs:A1B scenario



ODSs:A1 scenario



# MRI-CCM (Shibata et al., 2005)

GCM : MRI/JMA98 (Shibata et al., 1999)

CTM : full chemistry and transport process

## Chemistry

- 36 long-lived species including 7 families
- 15 short-lived species (which are diagnosed)
- 35 photolytic and 80 gas phase reactions
- 9 (6+3) heterogeneous reactions on PSCs and sulfate aerosols

## Transport – **hybrid semi-Lagrangian scheme**

- Horizontally, simple semi-Lagrangian scheme
- Vertically, flux-form semi-Lagrangian scheme

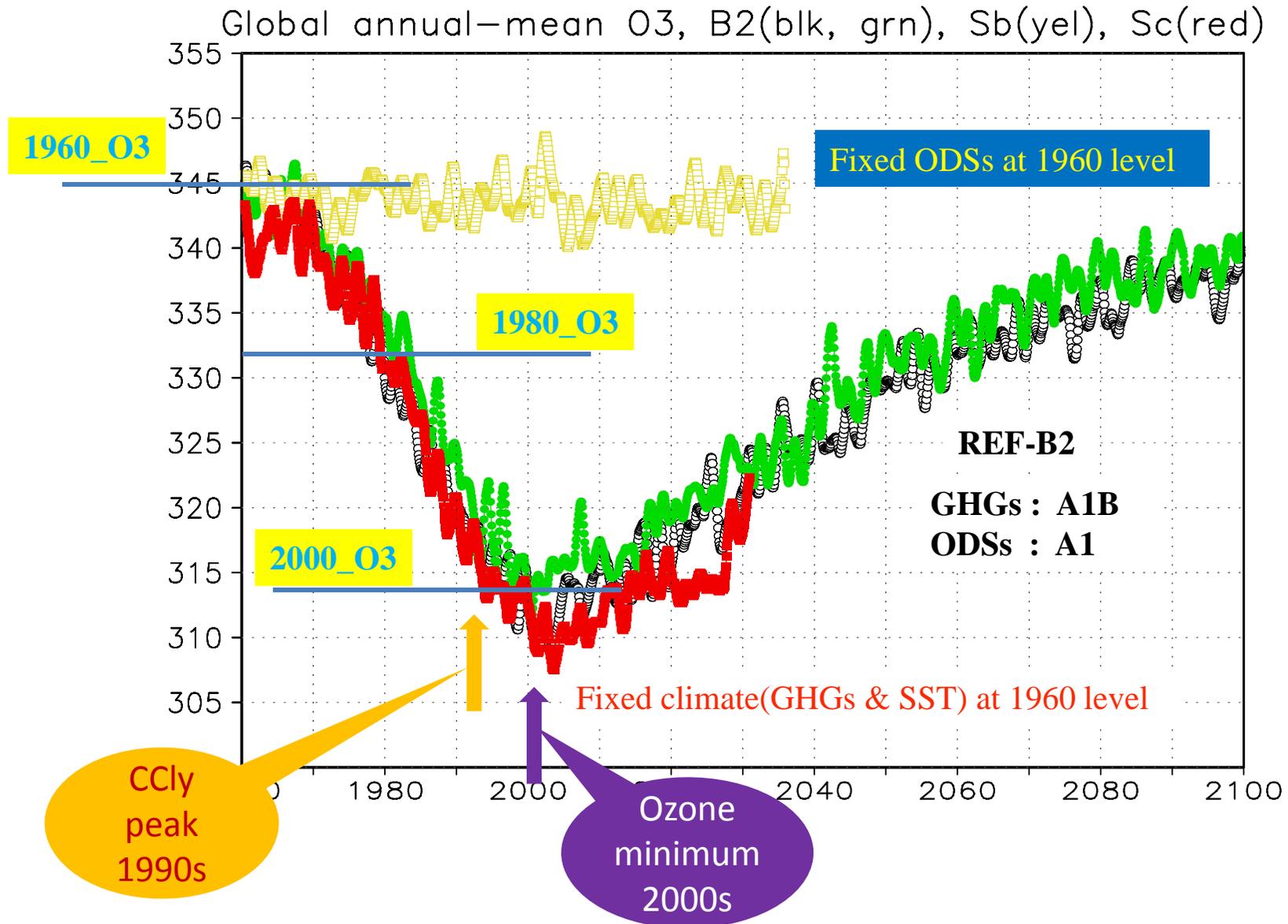
## Resolution

- 68 layers ( $\text{del}_z = 500\text{m}$  from 100 to 10hPa)
- eta-ordinate (Surface to 0.01hPa)
- T42 (64x128 Gaussian Grids: 2.8 deg)

## Gravity Wave Drag

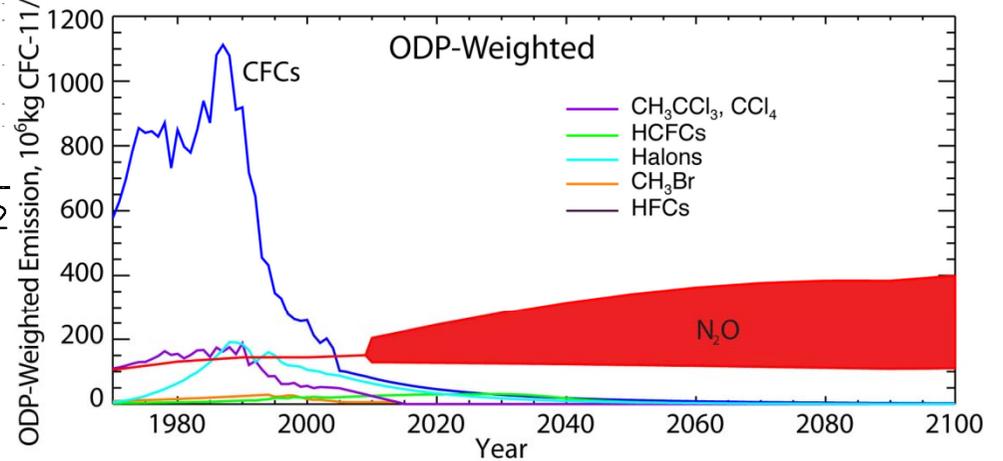
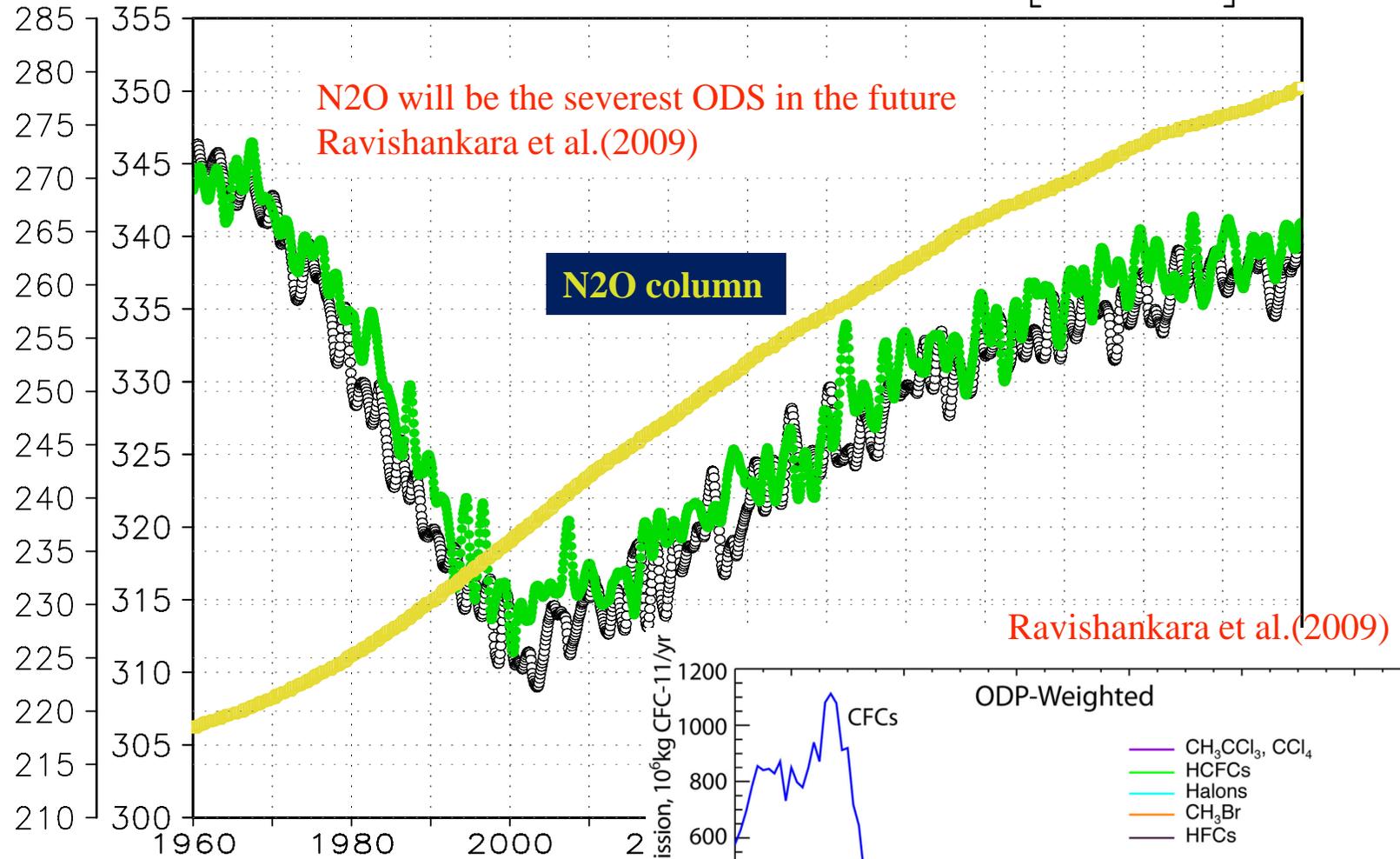
- Hines (1997) parameterization

# O3 simulation under CCMVal-2

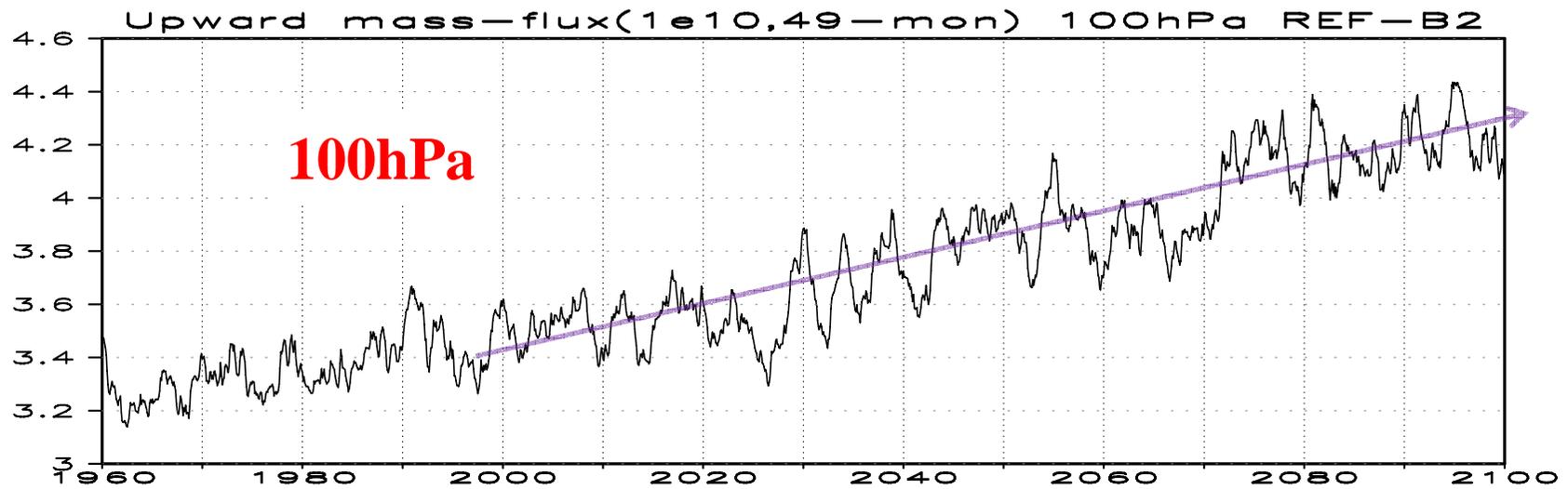
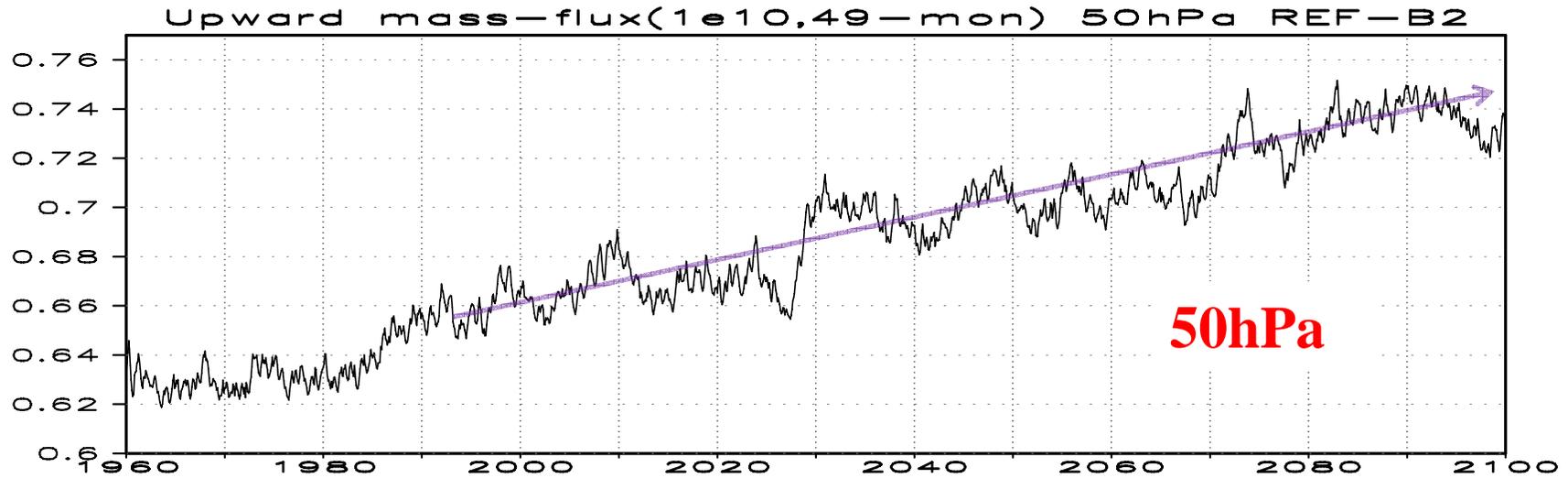


# O3 and N2O in REF-B2

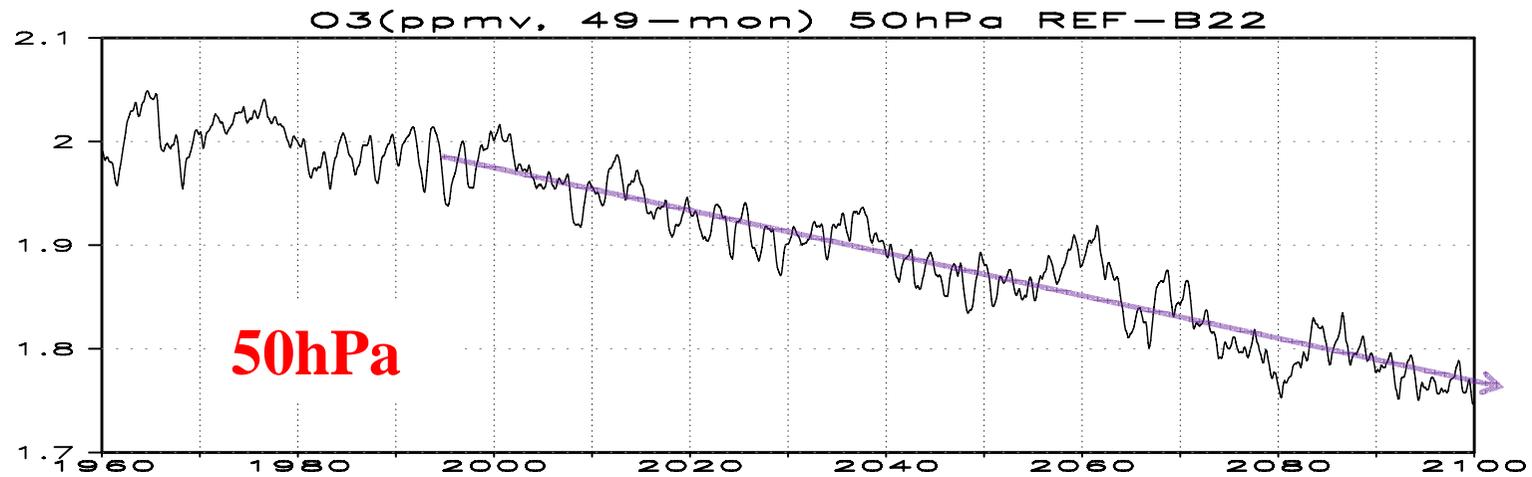
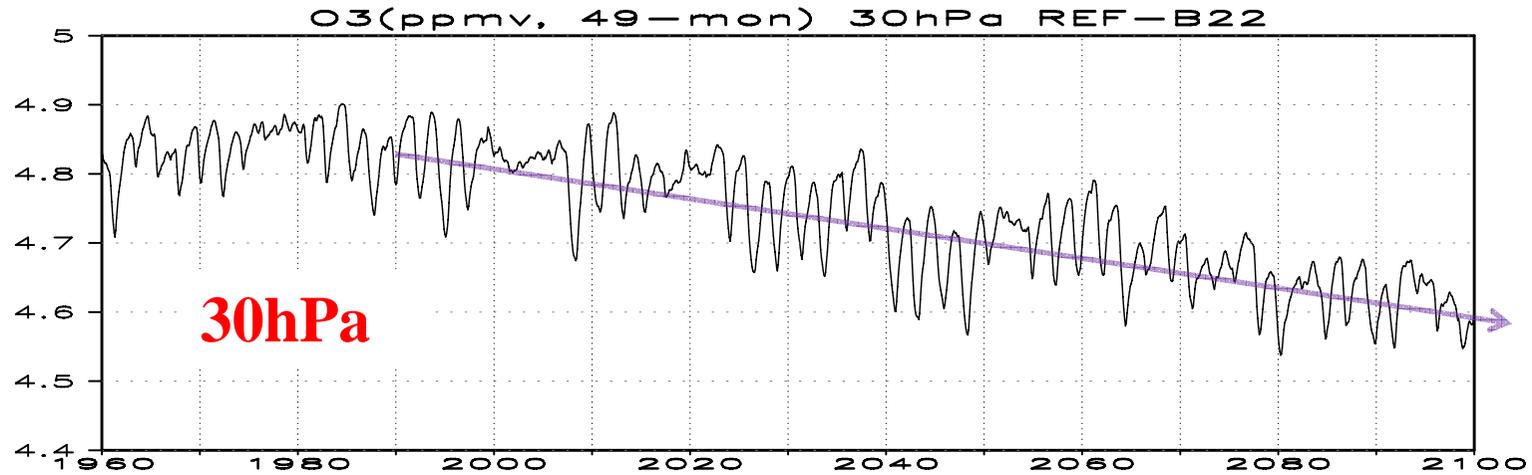
Global annual-mean O3 B2 & N2O [atm-cm]



# Upward mass-flux for REF-B21



# O3 in the equatorial stratosphere



# まとめ

- 放射、輸送、化学、力学、自然変動、オゾン将来予測、気候変動等、種々の観点でCCMVal-2のシナリオラン(感度ランは除く)の解析が行われており、来春刊行のSPARC CCMVal Reportで発表される。
- 2010のWMO オゾン層の科学アセスメントでは感度ランの結果も合わせて、オゾン層の将来予測について解析結果が発表される。
- オゾン層の回復時期については基準年(1960,1980)の設定に依存して異なる。本来は人工的なODSの影響がなくなったとき。
- 気候変動とODSの影響を個別に評価する必要がある。
- 将来もっとも大きなODSであるN<sub>2</sub>O(モントリオールプロトコル等で規制されていない)の影響評価が、今後、重要である。