

2006年南極オゾンホール(速報)

富川喜弘(宙空圏)

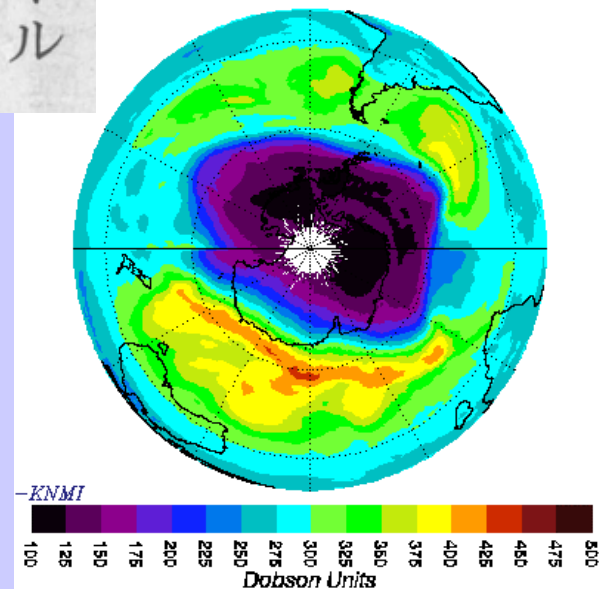
オゾンホール
南極で最大に
世界気象機関
世界気象機関(WMO)は3日、南極上空のオゾンホールが観測史上、過去最大になったと発表した。オゾン層を破壊する物質が蓄積されたのに加え、今年は冬に成層圏の気温が例年に比べて低くなったのが原因という。米航空宇宙局(NASA)の観測では、今年9月25日に面積が2950万平方キロに達し、過去最大だった00年9月の面積をわずかに上回った。

2006年10月4日付朝日新聞夕刊

南極大陸:1334万平方^キロ²
62S以南:2980万平方^キロ²

<http://jwocky.gsfc.nasa.gov/>

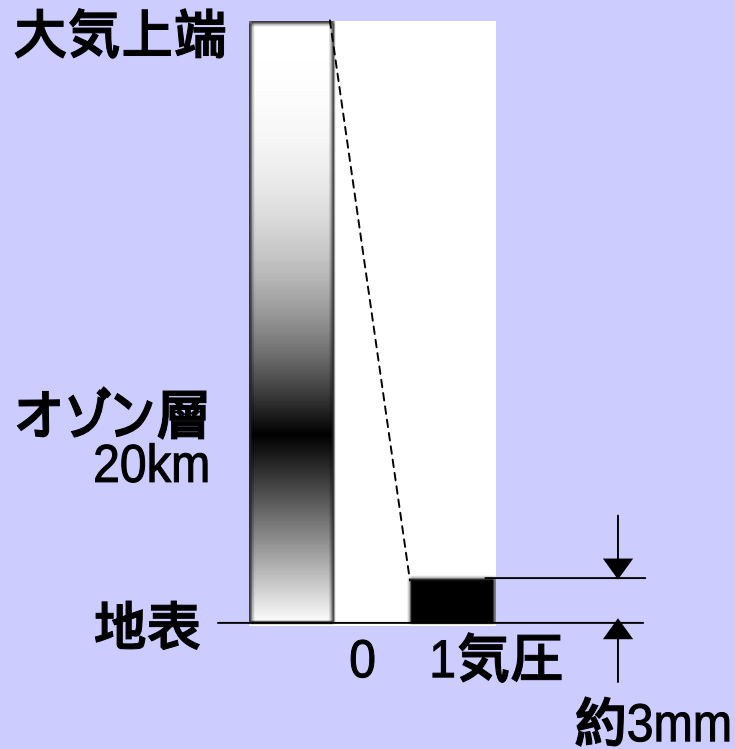
OMI Total Ozone for Sep 25, 2006



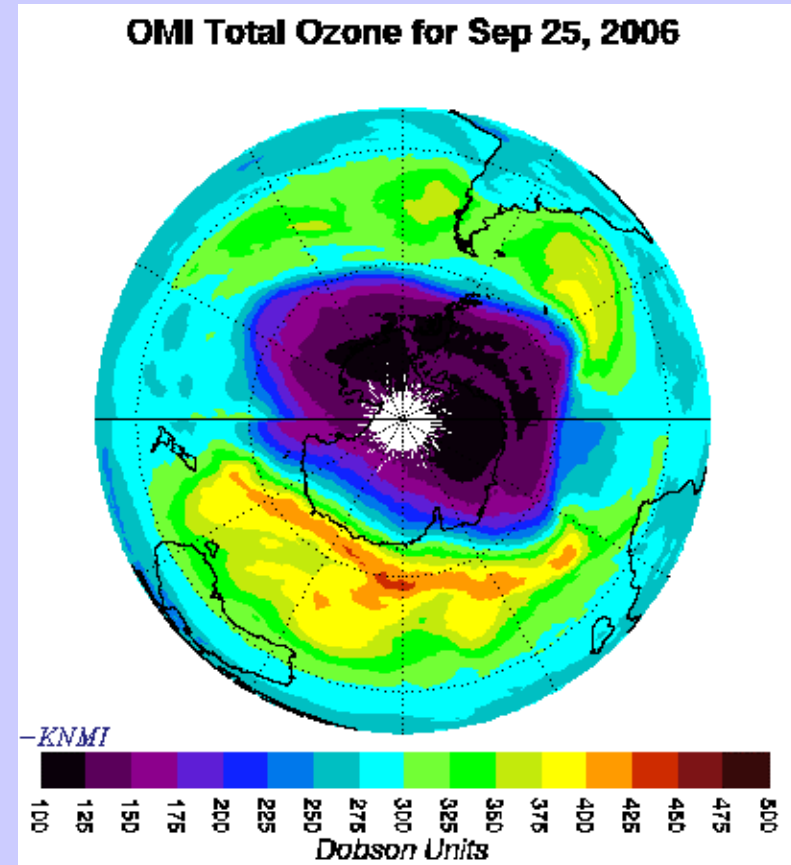
目次

1. オゾンホール
2. オゾンホールのメカニズム
3. オゾンホールの大きさを決めるもの
4. オゾンホールの将来予測
5. オゾン層・オゾンホール研究の今後

オゾン全量とオゾンホール



1DU(ドブソンユニット)=0.01mm
3mm=300DU(全球平均)

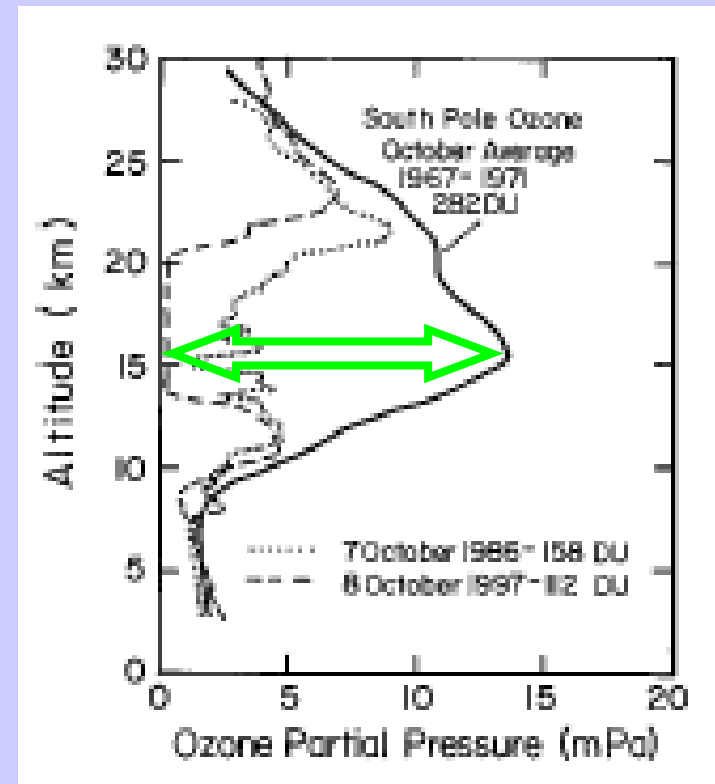
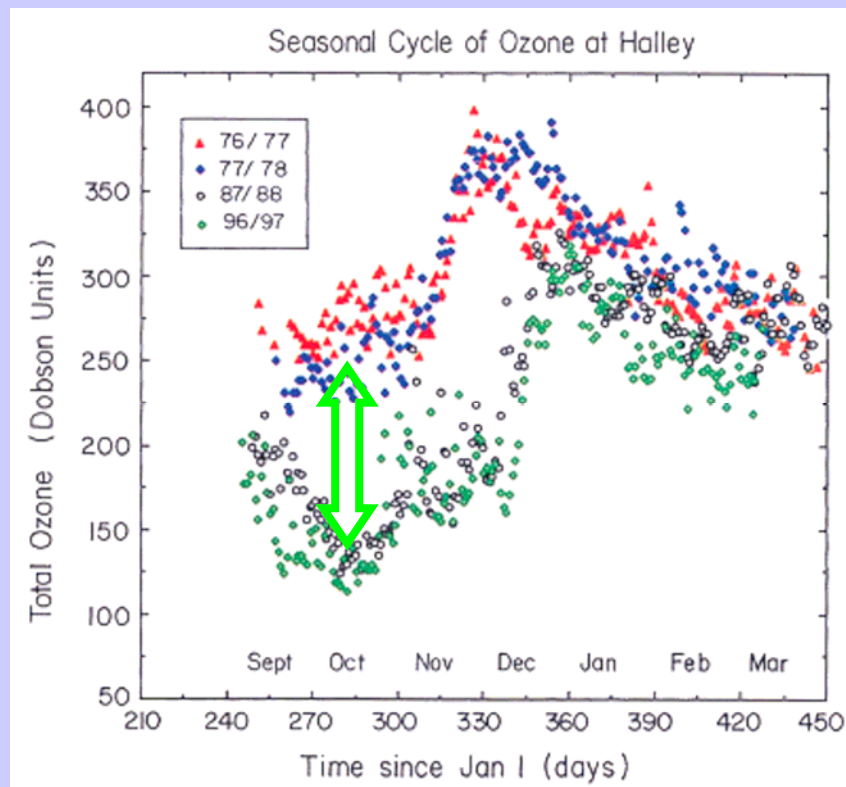


オゾン全量 < 220DU
オゾンホール

南極オゾンホールが発見

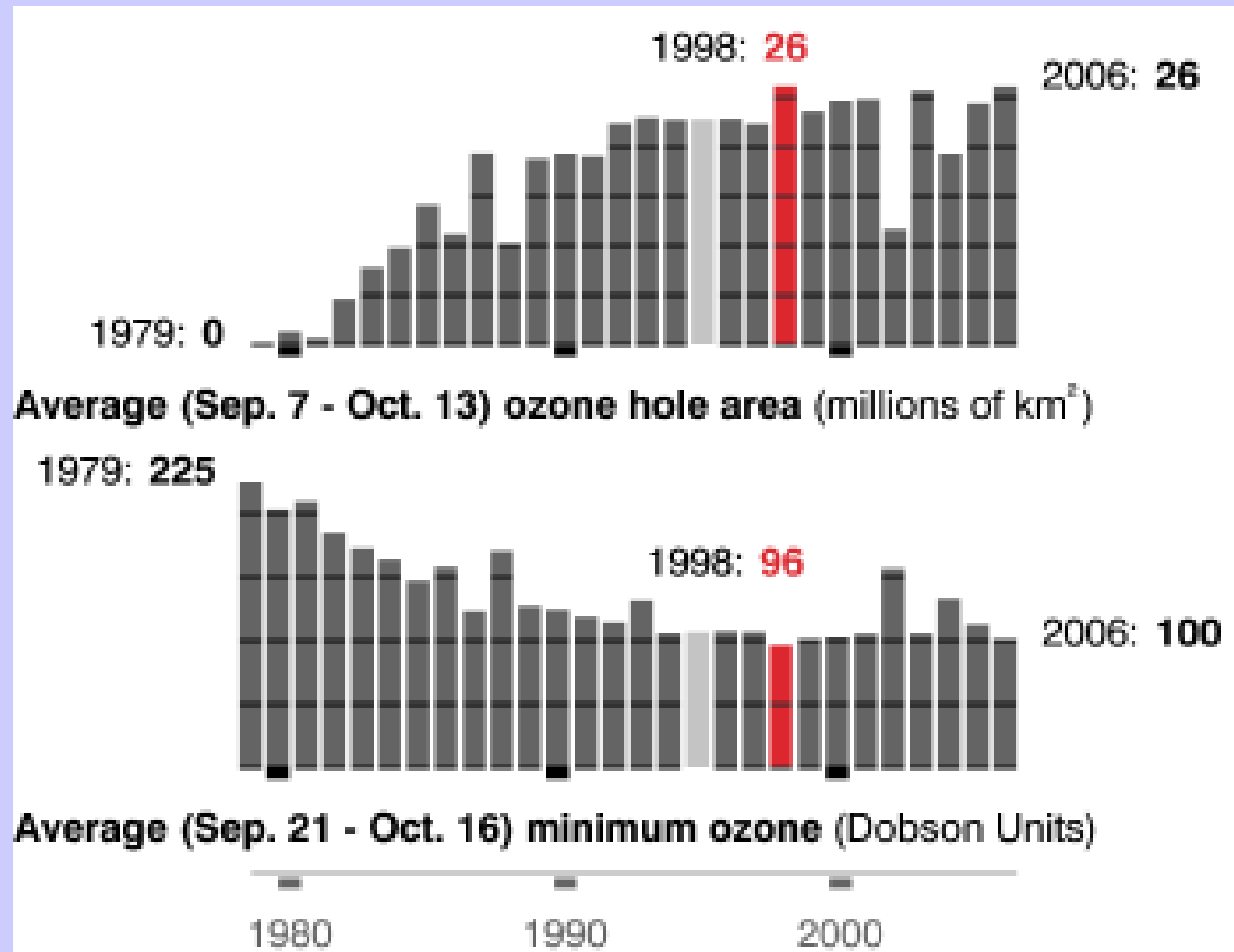
Farman et al. (1985), Chubachi (1984)

春季南極上空下部成層圏でオゾン全量が大幅に減少することを報告



Solomon (1999)

南極オゾンホールを経年変化



<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>

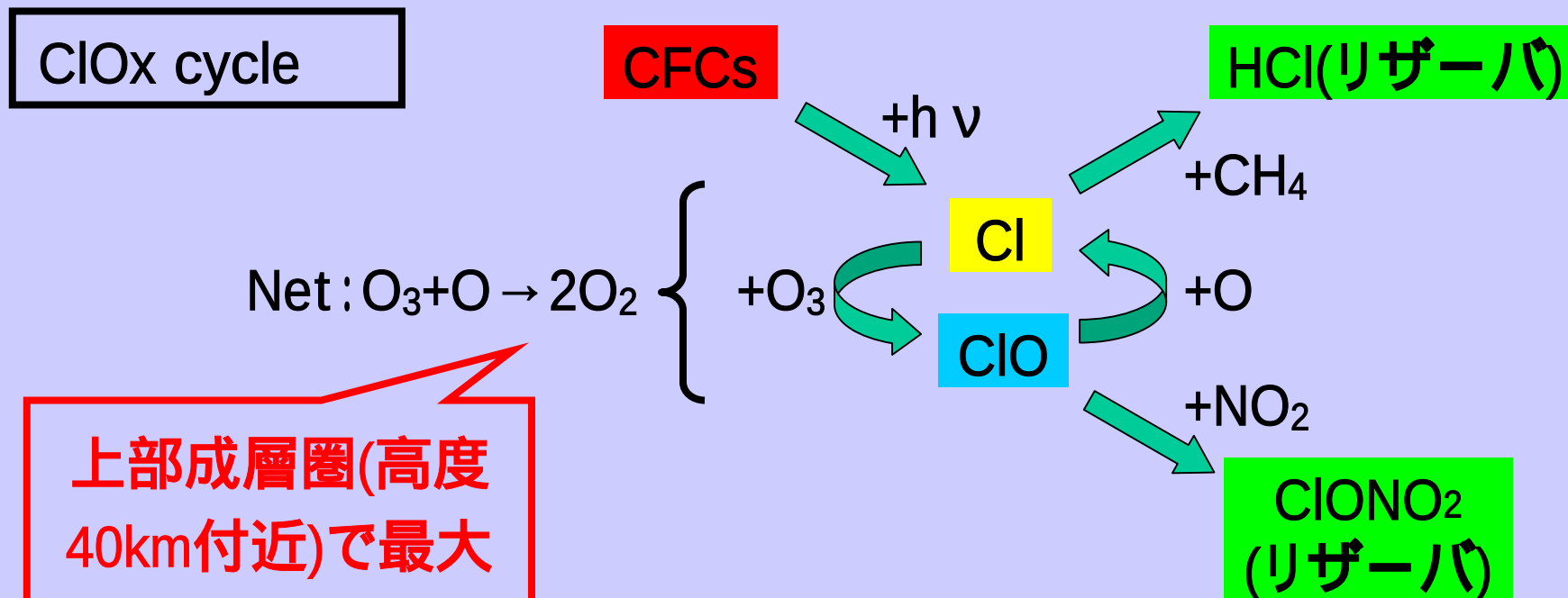
フロンによる上部成層圏でのオゾン破壊

Molina & Rowland (1974) → 後にCrutzenと共にノーベル賞受賞

フロン (CFCs)

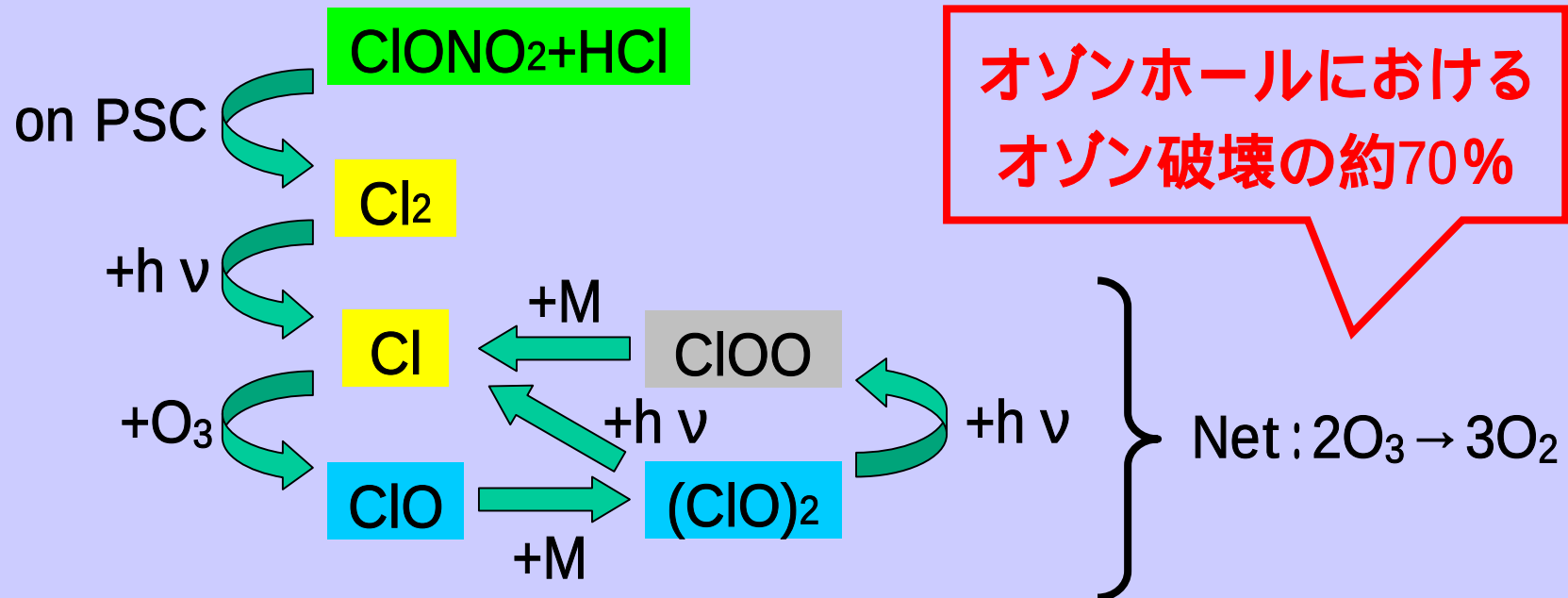
CFC-11 (CFCl_3), CFC-12 (CF_2Cl_2), CFC-113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$), etc.

工業化により増加、対流圏では不活性



オゾンホールメカニズム

ClOx cycle



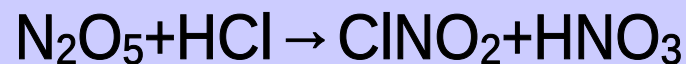
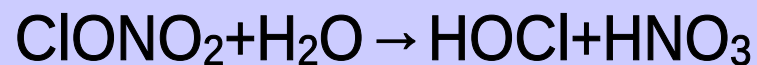
ClOx cycle との違い

- ・PSC表面での不均一反応により、リザーバから塩素分子を形成
- ・ $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ の代わりに、 $(\text{ClO})_2$ を経由してClに戻る

極成層圏雲の役割

PSCは主に硝酸の水和物(<195K: Type Ⅰ)、または氷晶(<188K: Type Ⅱ)で出来ている

1. PSC表面での不均一反応による活性塩素(ClO_x)の生成

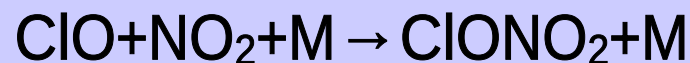
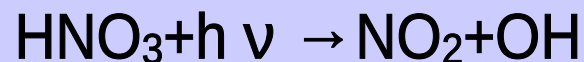


光解離でClを生成

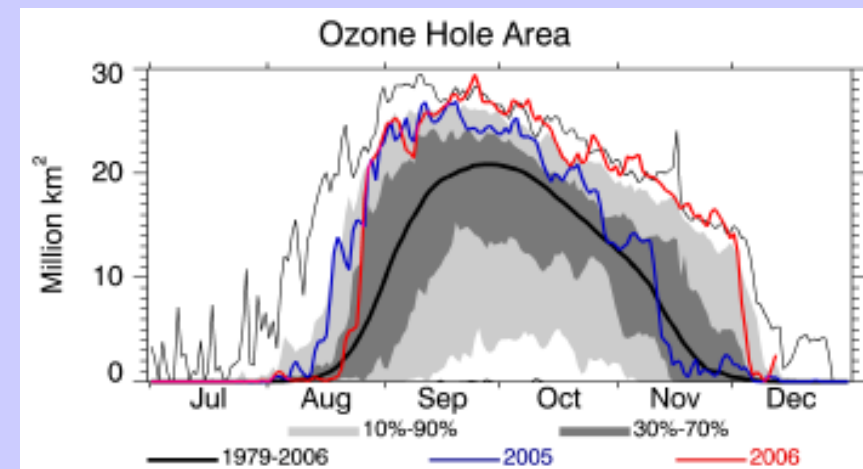
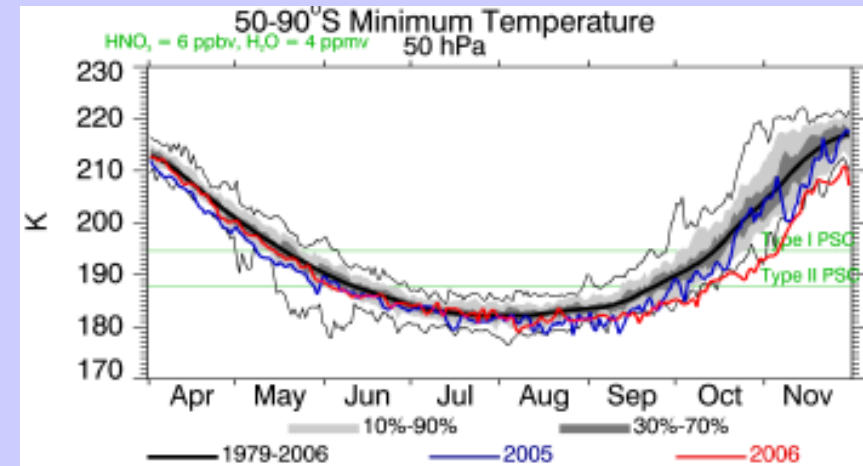
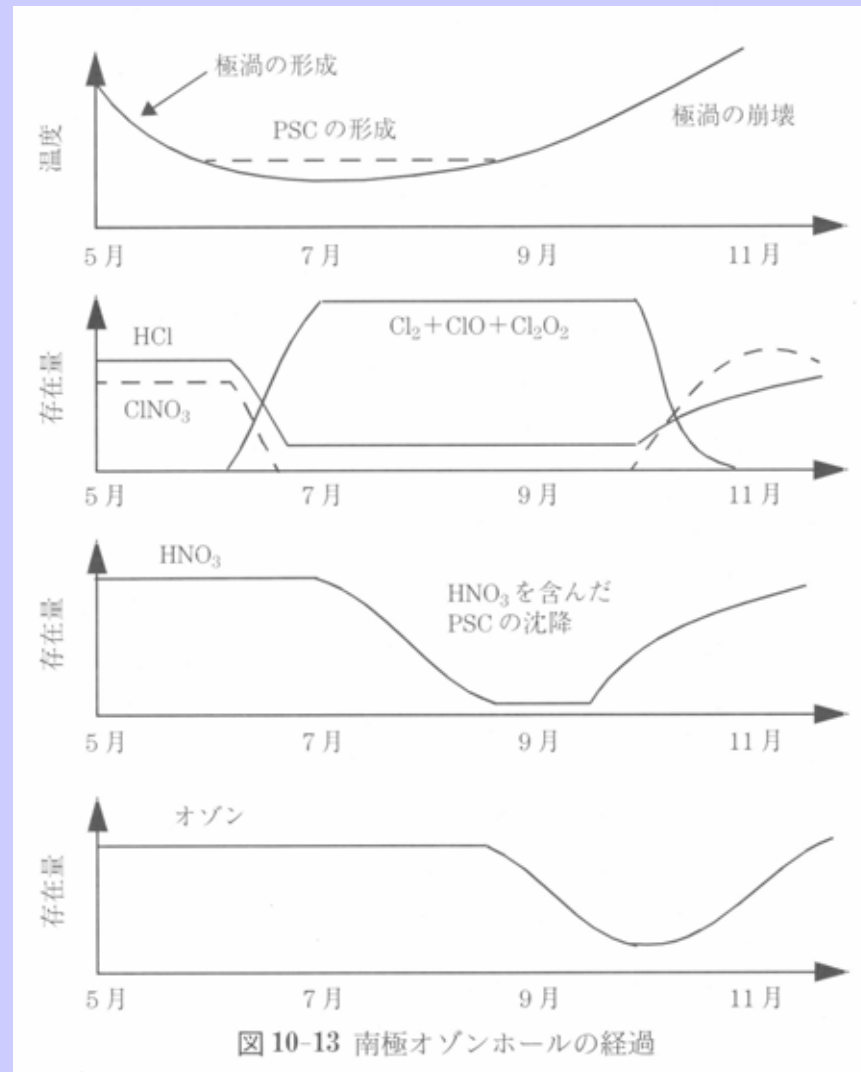
2. 脱窒

硝酸の重力落下によるNO₂の除去

ClO_x cycleを停止する反応を抑制(オゾン破壊の促進)



南極オゾンホール の時間発展

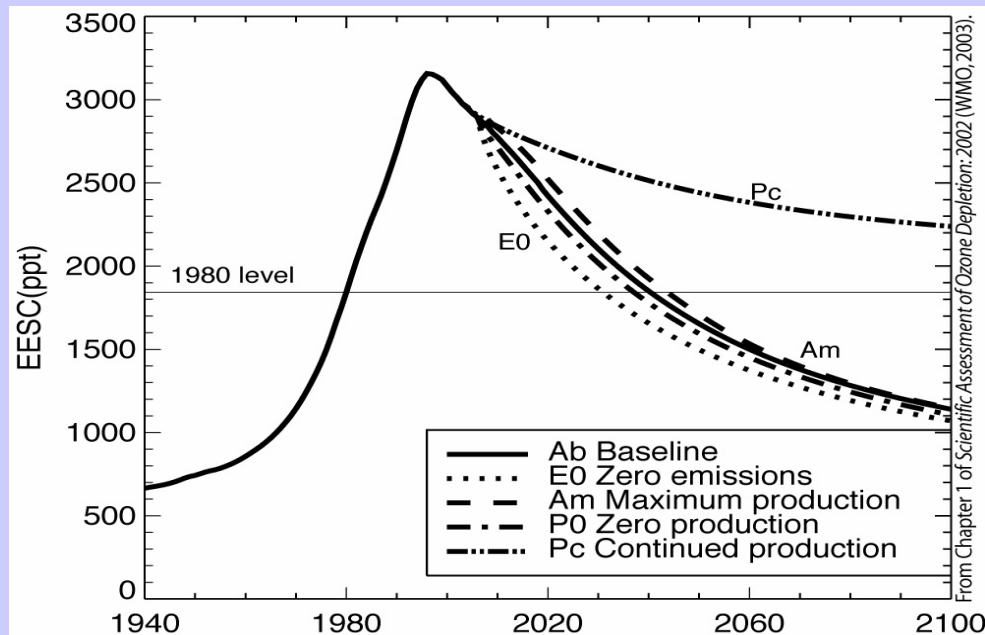


<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/index.html>

ジェイコブ著、近藤訳 (2002)

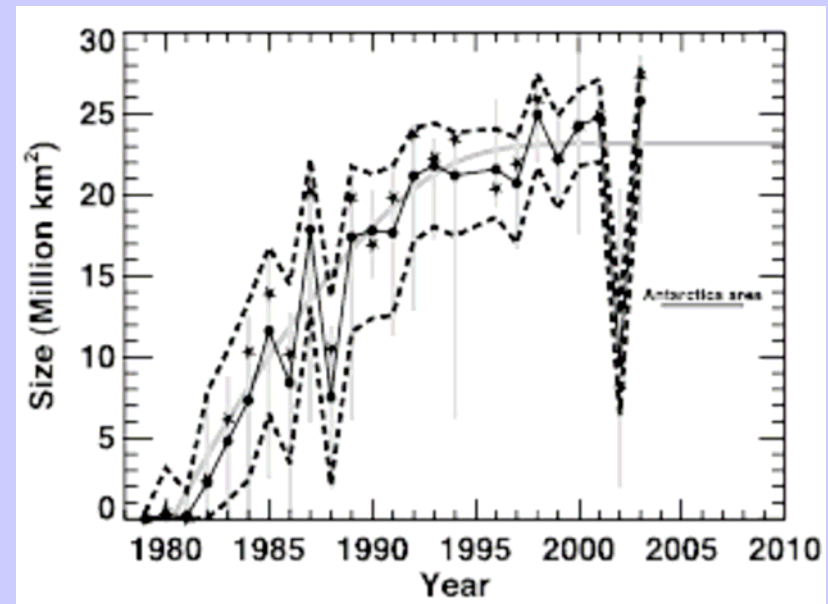
化学がオゾンホールを決める？

Effective Equivalent Stratospheric Chlorine



WMO/UNEP (2003)

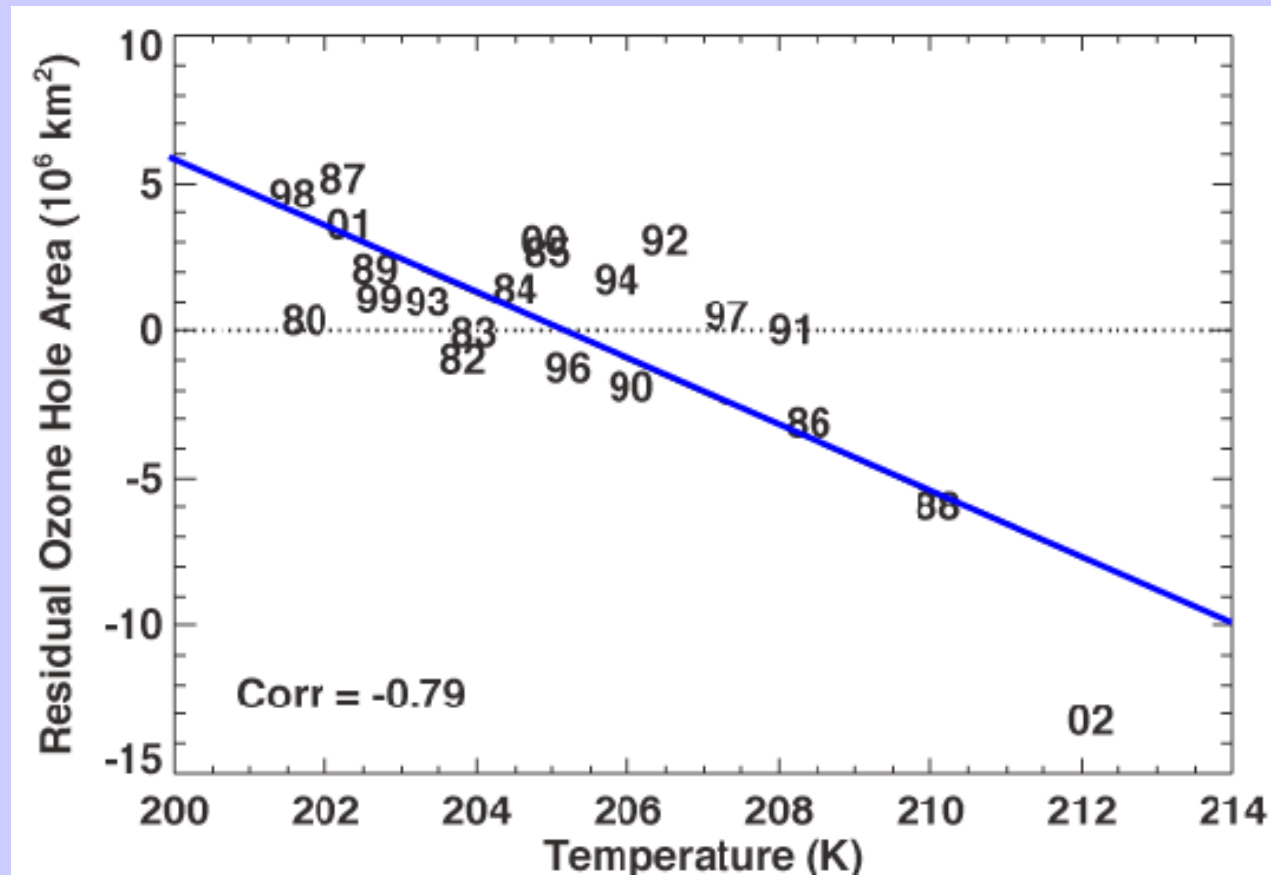
EESC fit to ozone hole area



Newman et al. (2004)

80～90年代中頃のオゾンホール拡大は化学起源
では、最近のオゾンホール面積の変動の原因は？

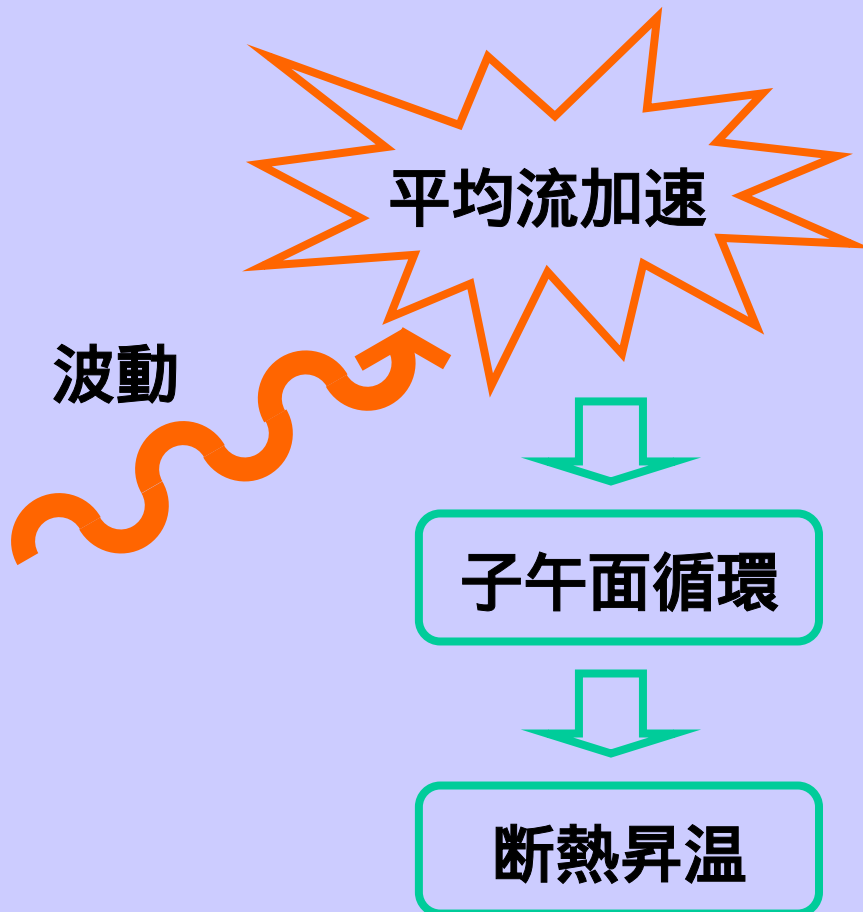
下部成層圏気温とオゾンホール



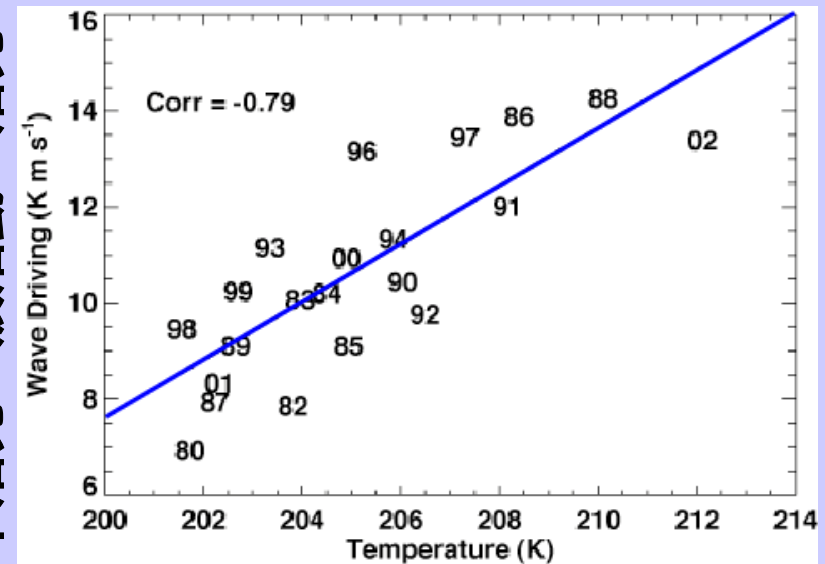
Newman et al. (2004)

低温 PSC形成 オゾンホール拡大

下部成層圈気温と波動



不活発 ← 波活動 → 活発



Newman et al. (2004)

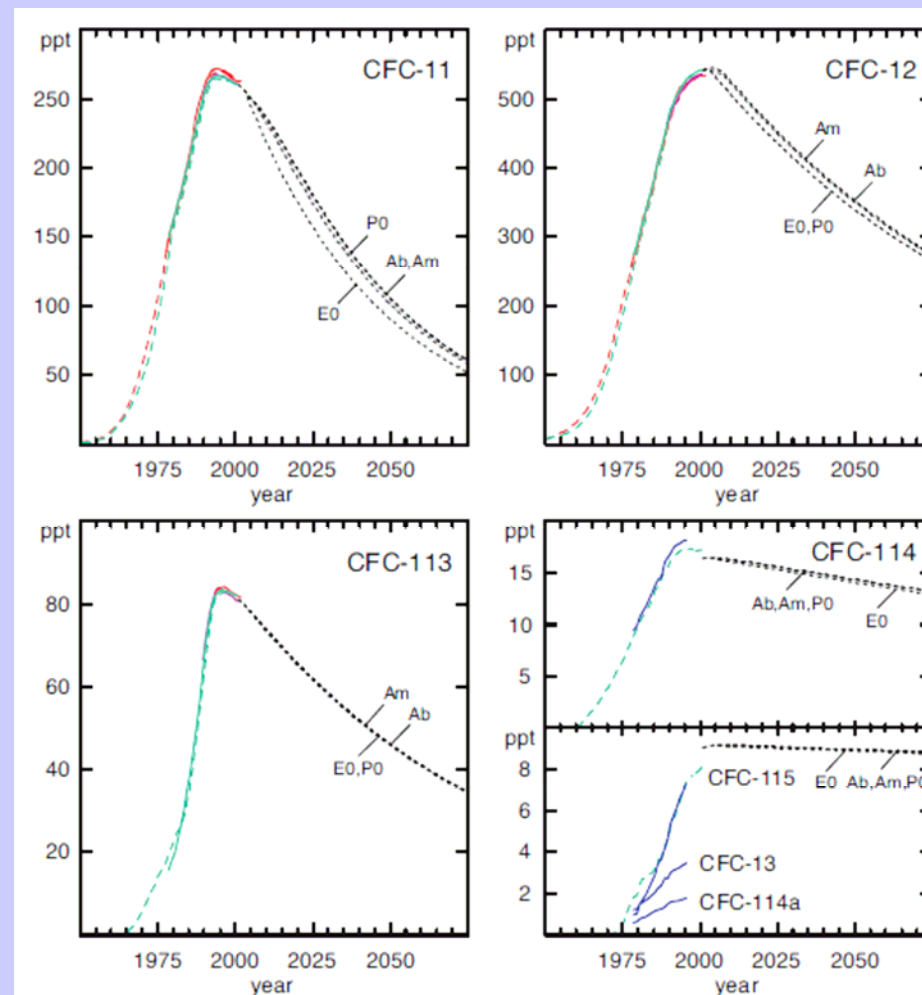
オゾン破壊物質の規制状況

モントリオール議定書の改定による規制強化の推移(先進国)

規制物質 (基準年)	規制 開始	制定時 (1987)	ロンドン 会合 (1990)	コペン ハーゲン会合 (1992)	ウィーン 会合 (1995)	モントリ オール会合 (1997)
CFC-11等 (86)	89.7~	1998~ 50%以下	2000~ 全廃	1996~ 全廃		
ハロン(86)	92.1~	1992~ 100%以下	2000~ 全廃	1994~ 全廃		
その他CFC (89)	93.1~		2000~ 全廃	1996~ 全廃		
四塩化炭素 (89)	95.1~		2000~ 全廃	1996~ 全廃		
トリクロロ エタン(89)	93.1~		2005~ 全廃	1996~ 全廃		
HCFC(89)	96.1~			2030~ 全廃	2020~ 全廃	
HBFC(-)	96.1~			1996~ 全廃		
臭化メチル (91)	95.1~			1995~ 100%以下	2010~ 全廃	2005~ 全廃

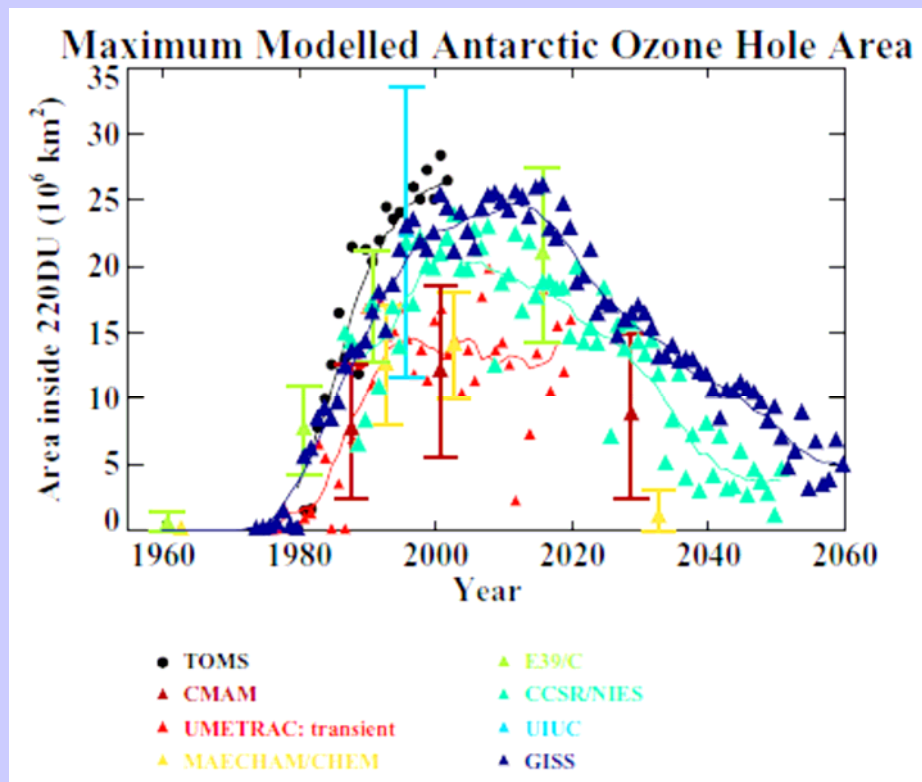
注) 議定書では、各物質の生産量と消費量(生産量+輸入量-輸出量)を基準年の実績をベースに規制
(ただし、HCFCは消費量のみ)

出典: 2001-2002 Japan Fluorocarbon Manufacturers Association



WMO/UNEP (2003)

南極オゾンホール将来予測



Austin et al. (2003)

世界中の主要な化学気候モデル(CCM)の予測では、南極オゾンホールは2000～2010年に極大となり、2060～2075年に消滅する(1980年以前のレベルに戻る)と考えられている(WMO/UNEP, 2007)

オゾン層・オゾンホール研究の今後

- 定性的解釈から定量的評価へ
- オゾンホールの将来予測が正しかったら...
数十年単位の監視が必要
- オゾンホールの将来予測が正しくなかったら...
新たなオゾン破壊メカニズムを探す国際競争勃発
- 温暖化(成層圏寒冷化)との相互作用、温暖化予測への影響
- いずれにしても、オゾンは成層圏化学・放射の中心



極域成層圏のオゾンを中心とした観測体制は今後も確実に必要