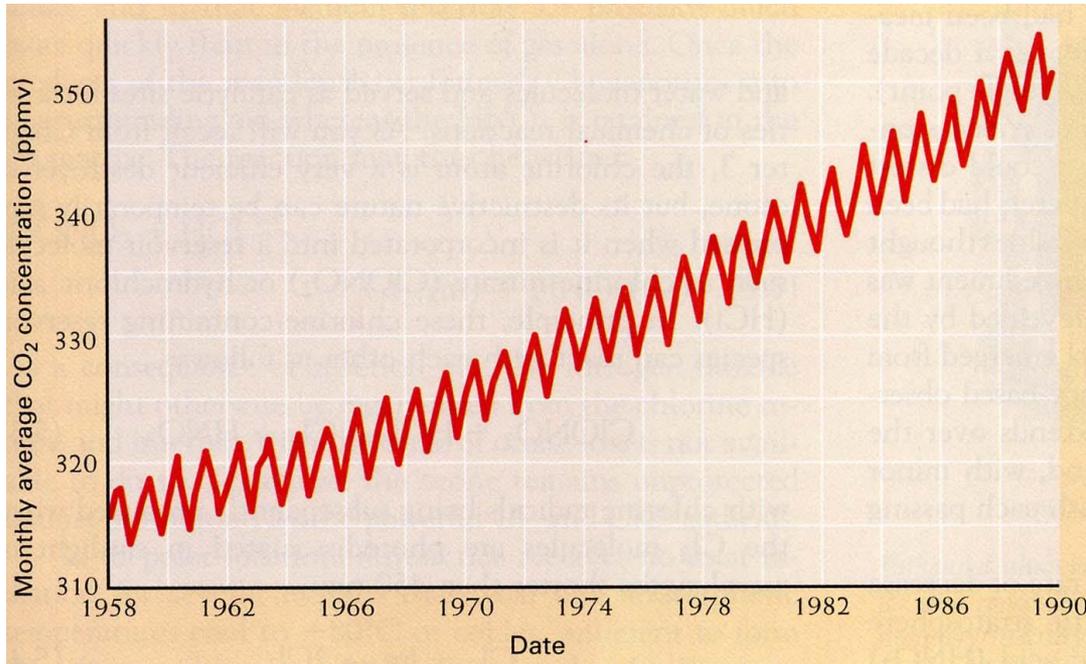


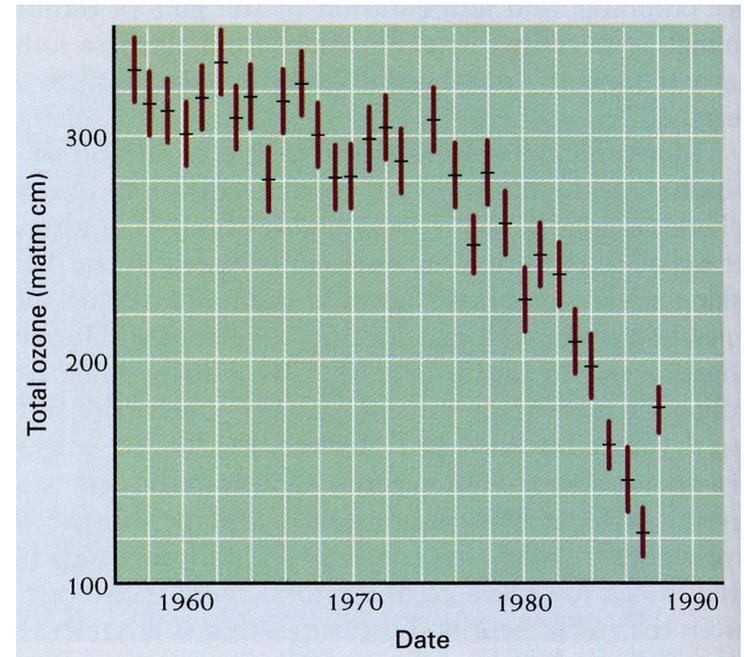
衛星観測は本当に万能か？

オゾンホールにまつわる話

地球環境問題への序章



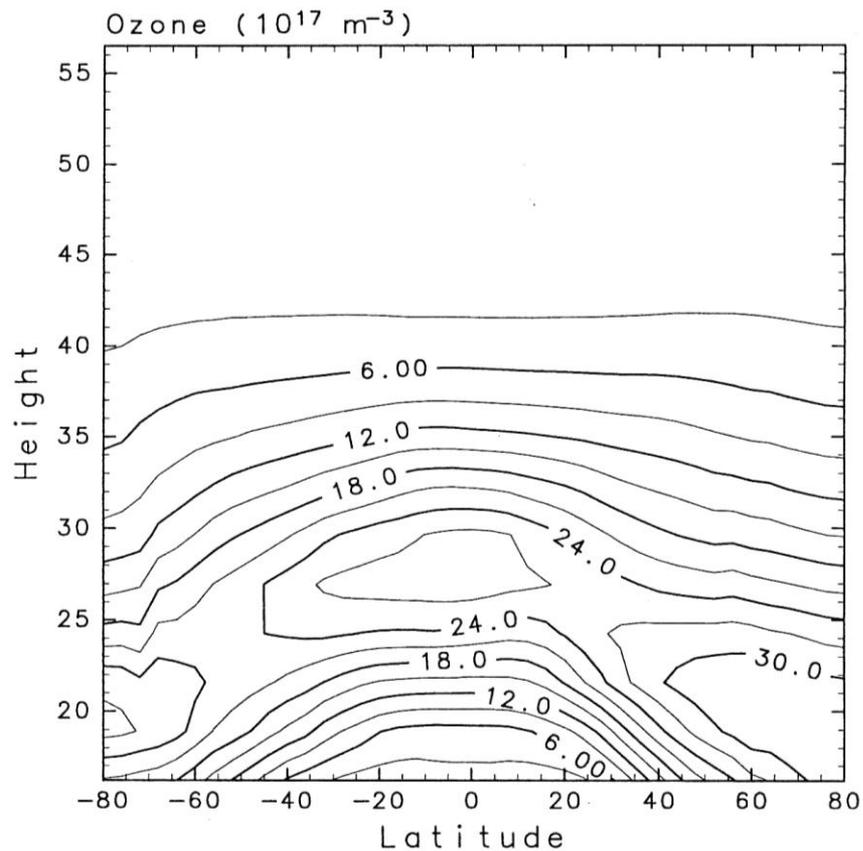
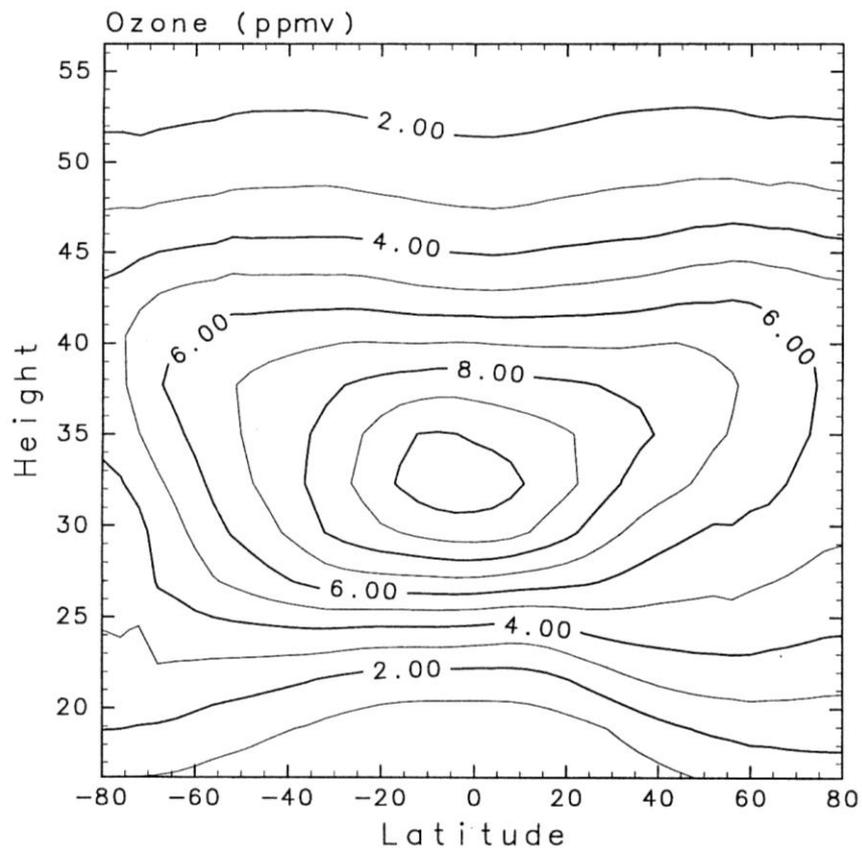
マウナロア観測所で測定された
大気中の二酸化炭素濃度



南極ハレーベイで観測
された10月オゾン全量

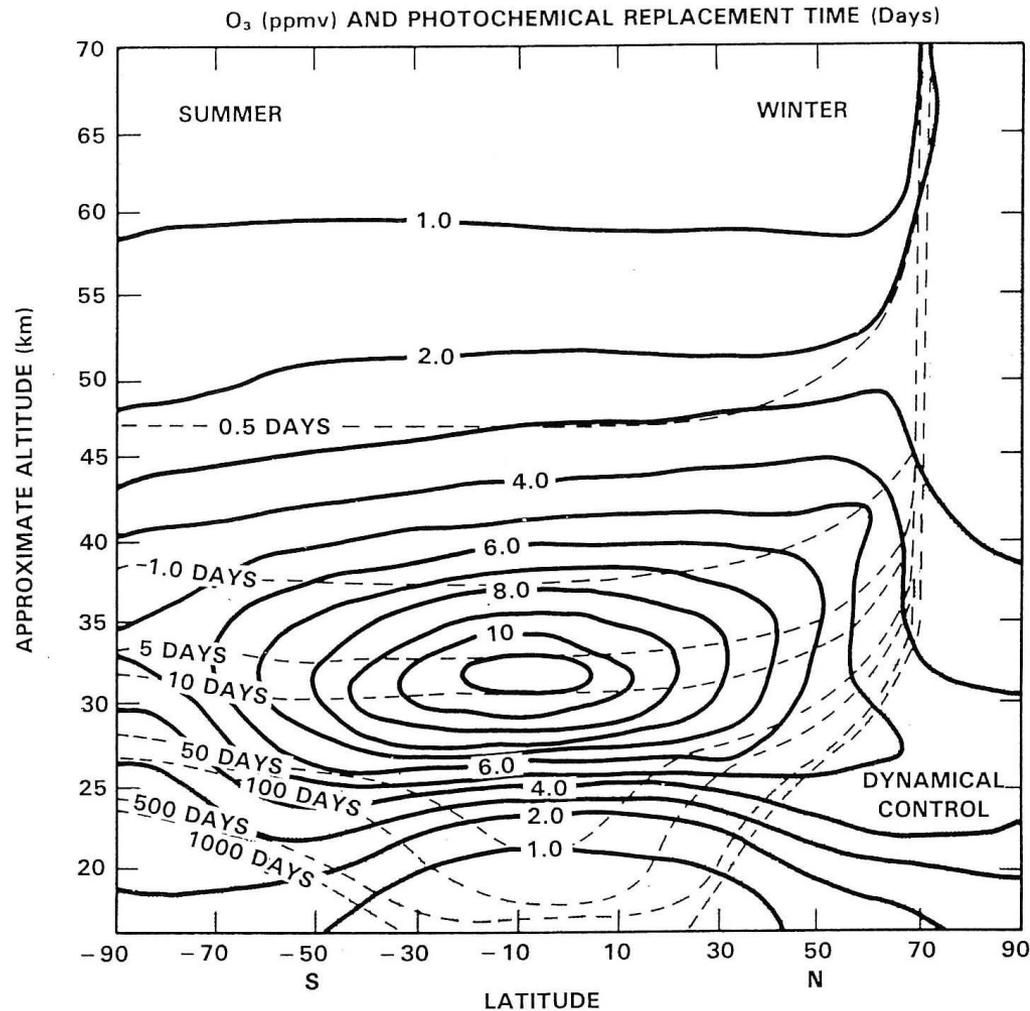
(Atmosphere, Climate, and Change, Graedel and Crutzen, 1997)

混合比と数密度で見た分布



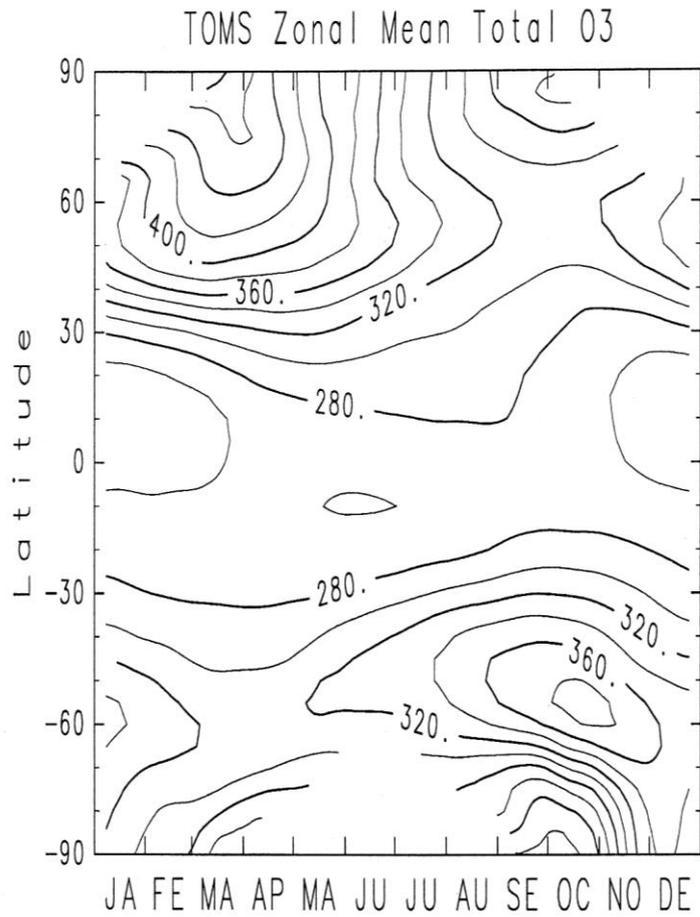
(話者ら unpublished figure)

オゾンの光化学的な寿命



(WMO, Atmospheric Ozone, 1985)

過去の地上観測との比較



(話者ら unpublished figure)

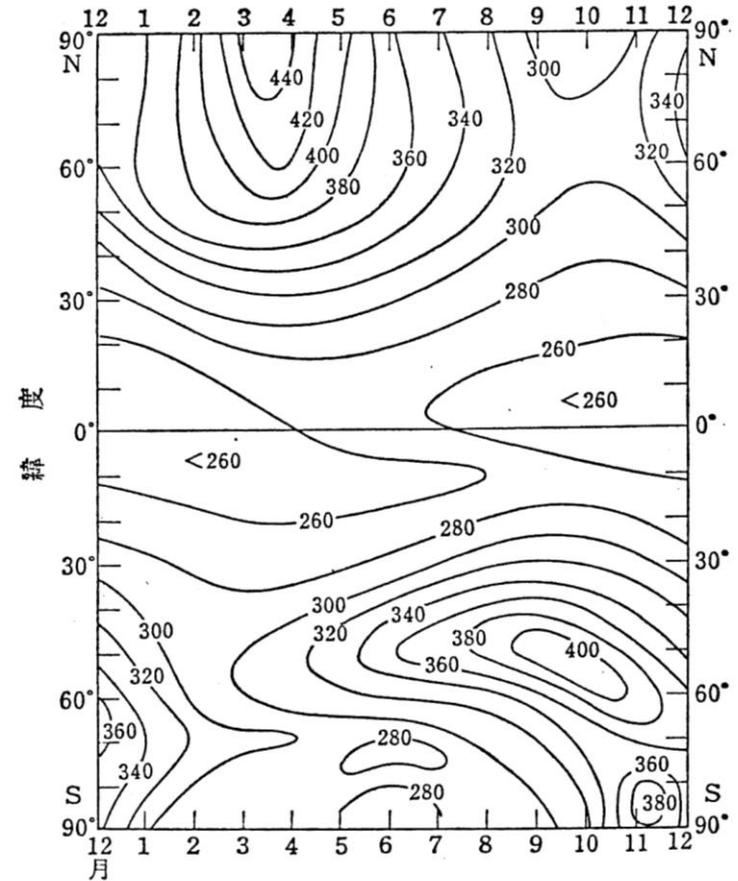


図 19. 南北両半球における総オゾン量の季節変化(単位はドブソン, 187 頁参照). (H. Cl. Dütsch: Advances in Geophysics, 15, p. 211, 1971 による)

南極昭和基地でのオゾン全量観測 (オゾンホールが発見?)

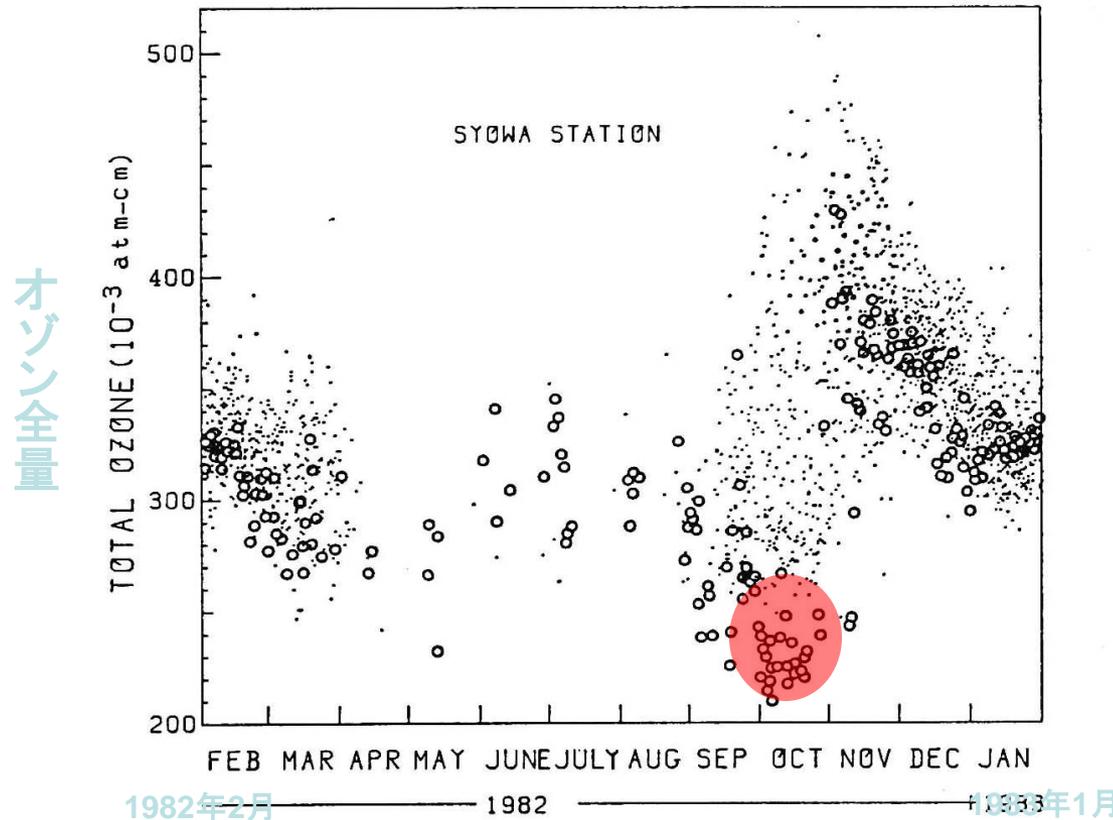
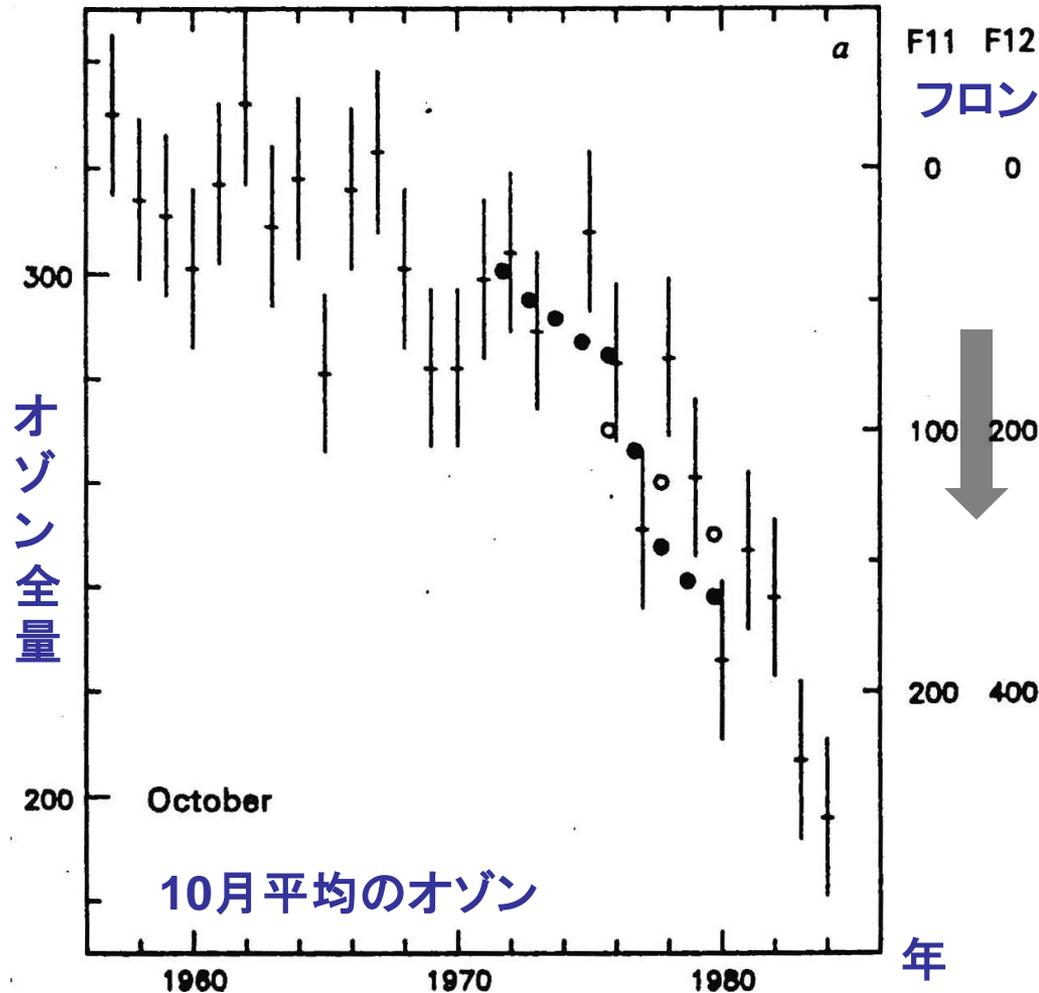


Fig. 4. Total ozone observed at Syowa Station from 1966 to 1980 (●) and from February 1982 to January 1983 (○).

(Chubachi, Memoir NIPR, 1984)

南極ハレーベイでのオゾン全量観測

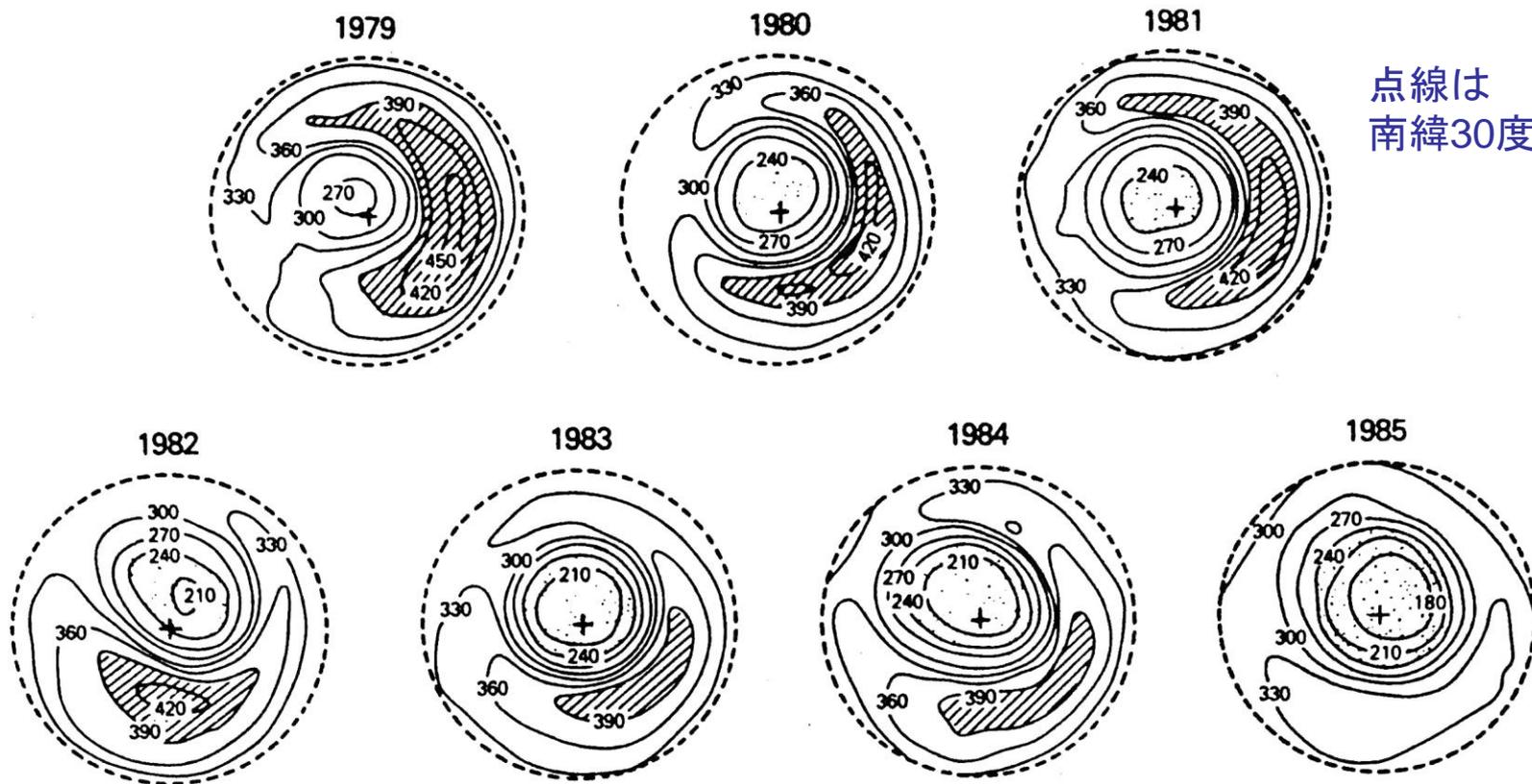
(間違いなさそうだ！)



(Farman et al., Nature, 1985)

TOMSによるオゾン全量観測

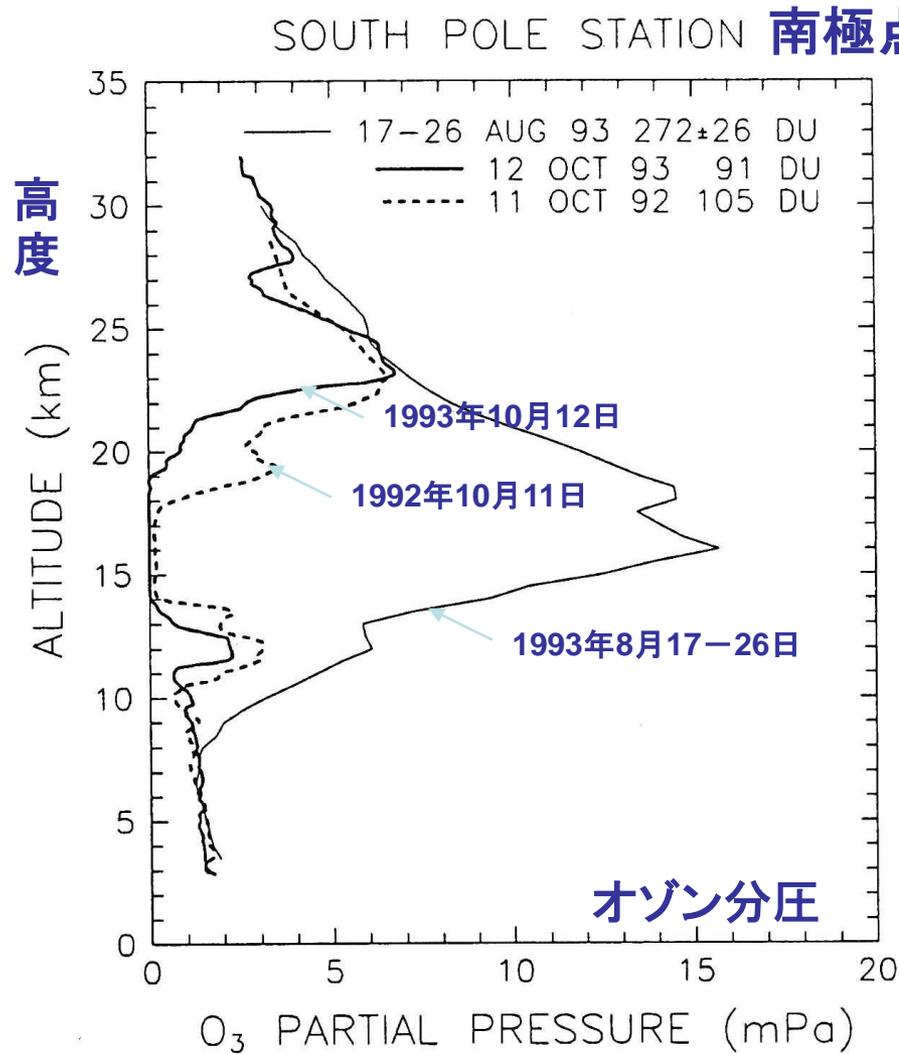
(出遅れた衛星観測)



人工衛星(TOMS)からの南半球域10月平均オゾン全量の観測

(Stolarski et al., Nature, 1986)

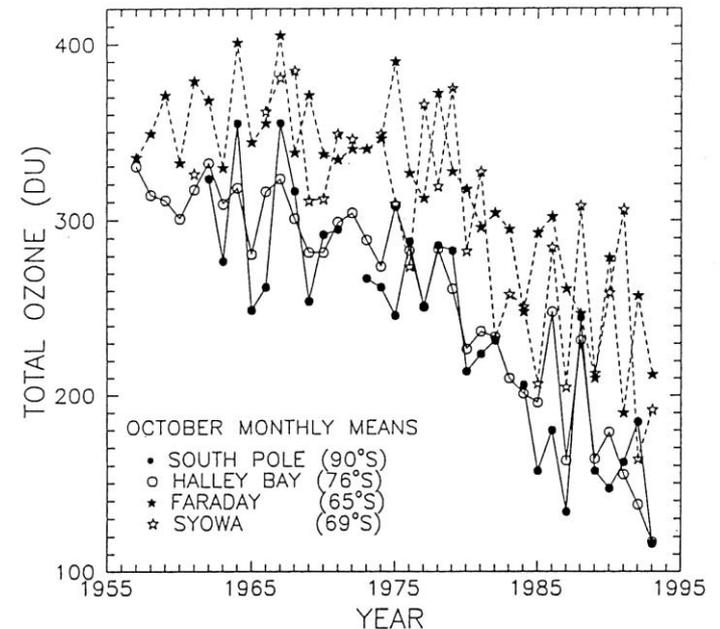
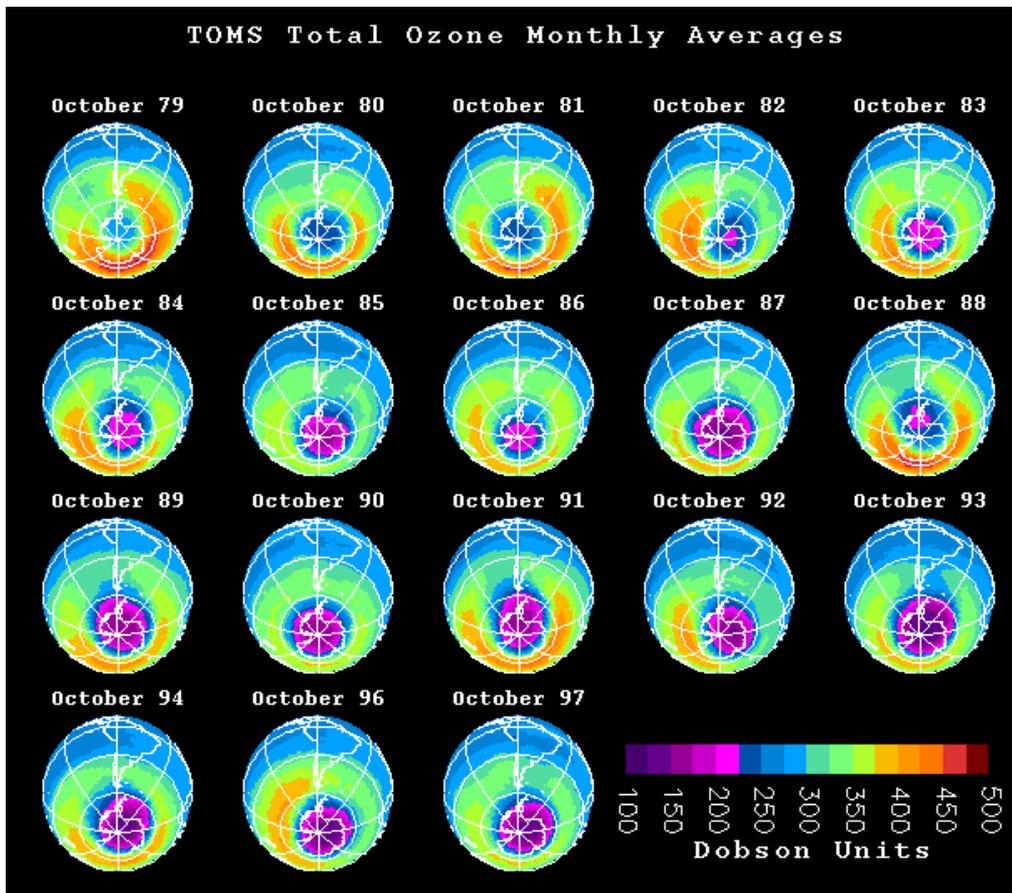
オゾンの高度分布の観測



(Hofman et al., GRL, 1994)



その後も減り続けるオゾン



(↑地上観測)

(WMO, Rep# 37, 1994)

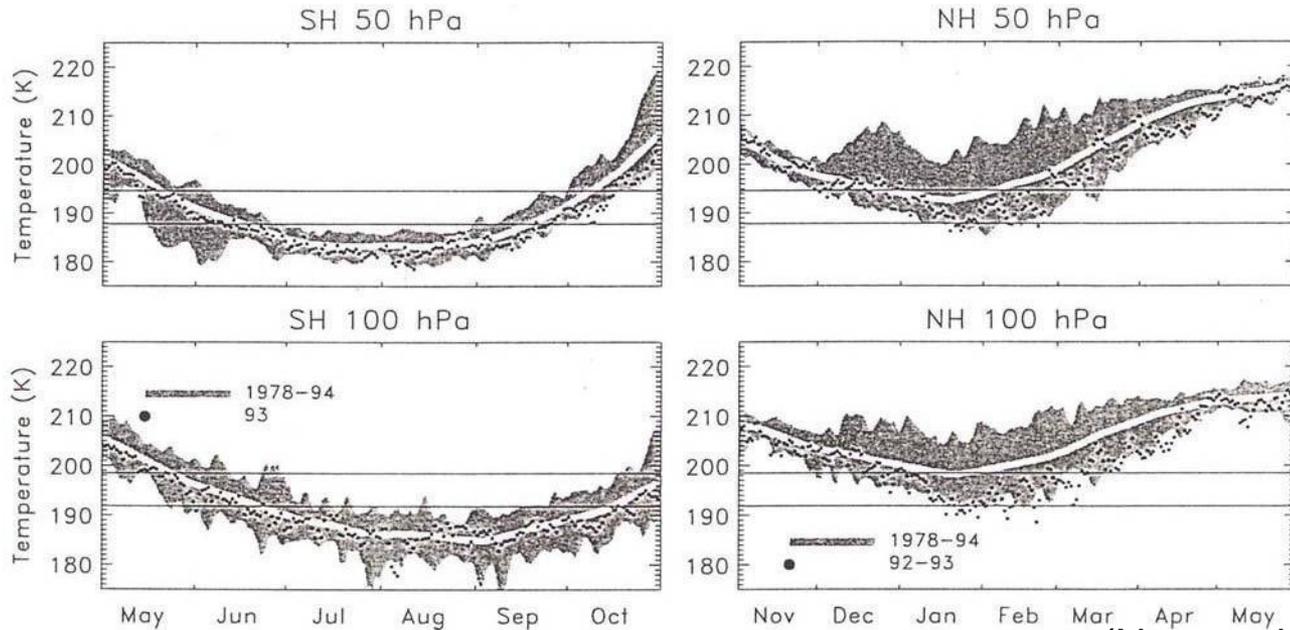
(←衛星観測)

極成層圏雲



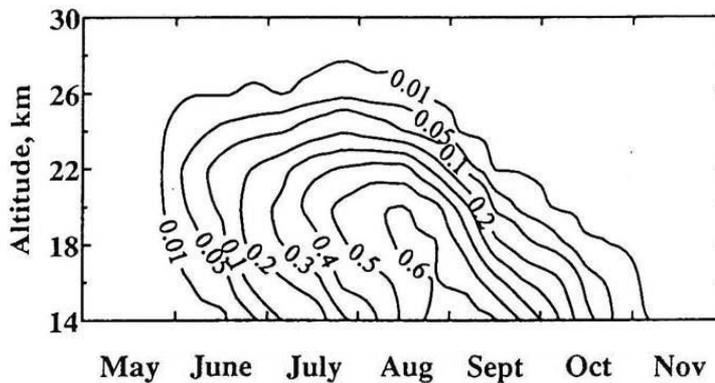
Solomonら (1986) — 極成層圏雲(PSCs: Polar Stratospheric Clouds)上における反応の重要性を指摘

極渦内の温度とPSCの発現頻度

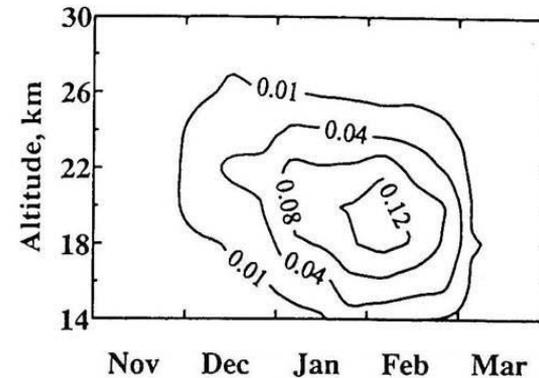


気温

(Nagatani et al., GRL, 1990)



南半球

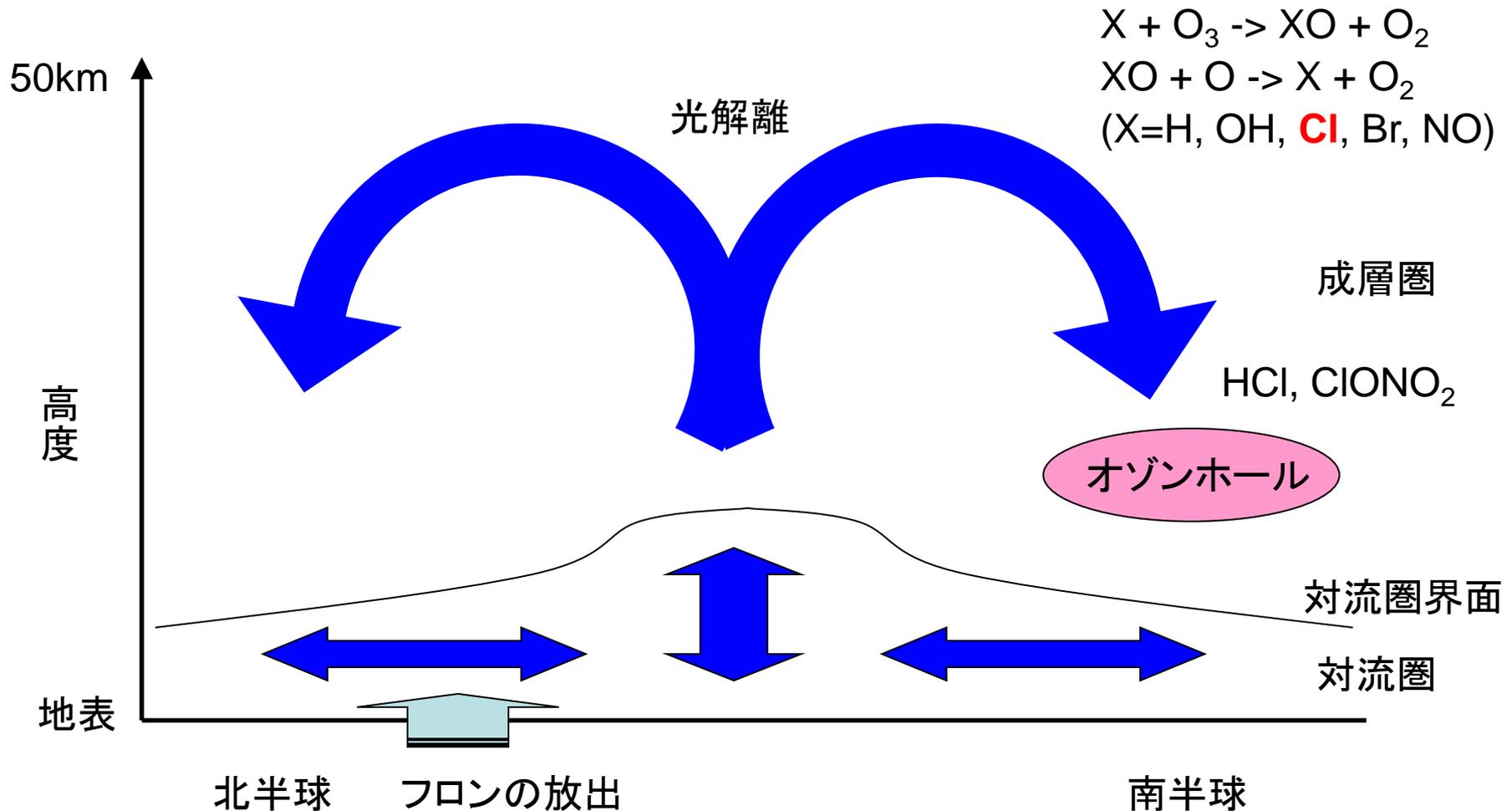


北半球

(Poole & Pitts, JGRL, 1994)

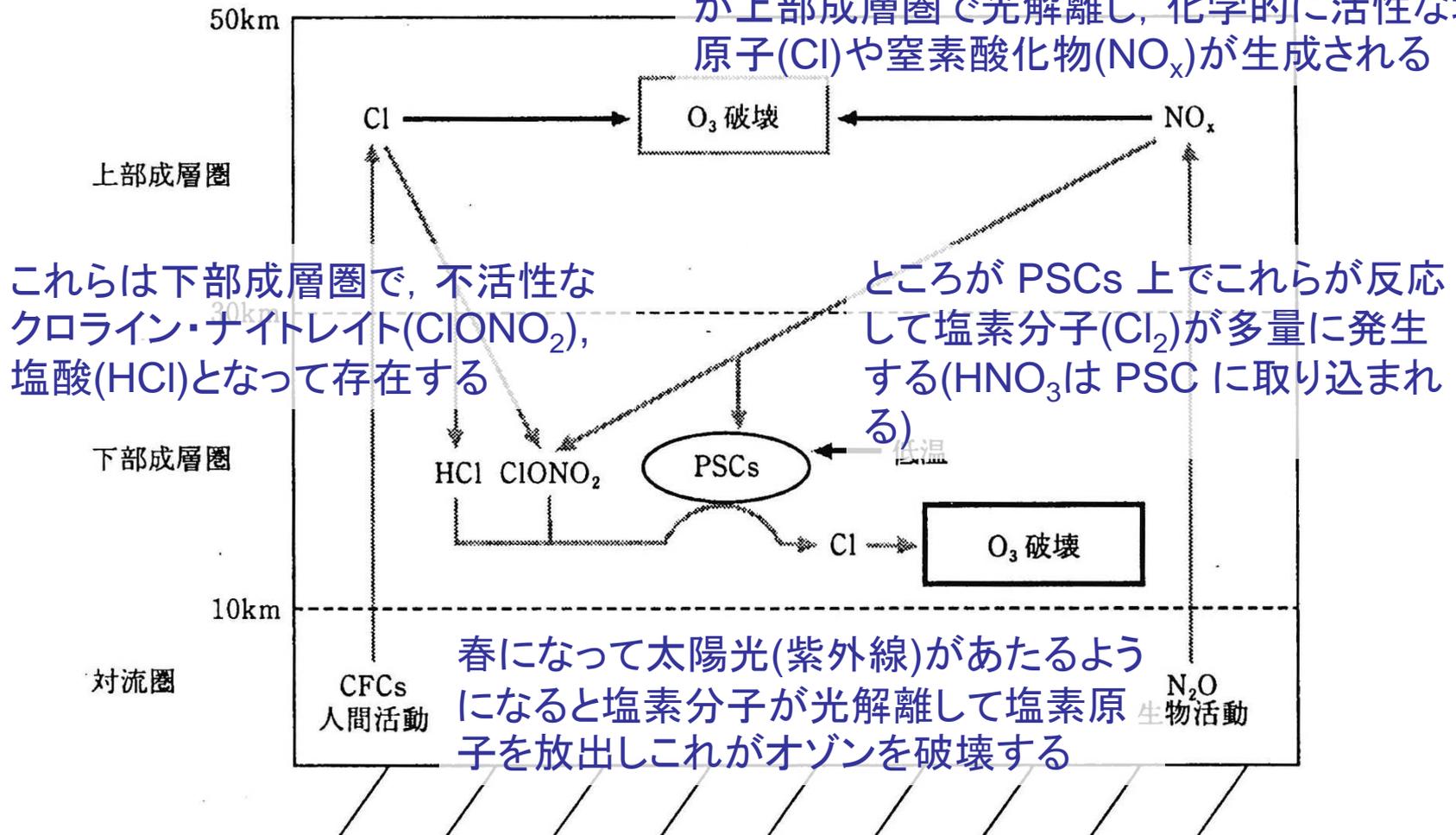
PSC

フロンガスがオゾンホールに 結びつくまでの化学・輸送過程



オゾンホール生成メカニズム

フロンガス(CFCs)(の一種)や亜酸化窒素(N_2O)が上部成層圏で光解離し、化学的に活性な塩素原子(Cl)や窒素酸化物(NO_x)が生成される

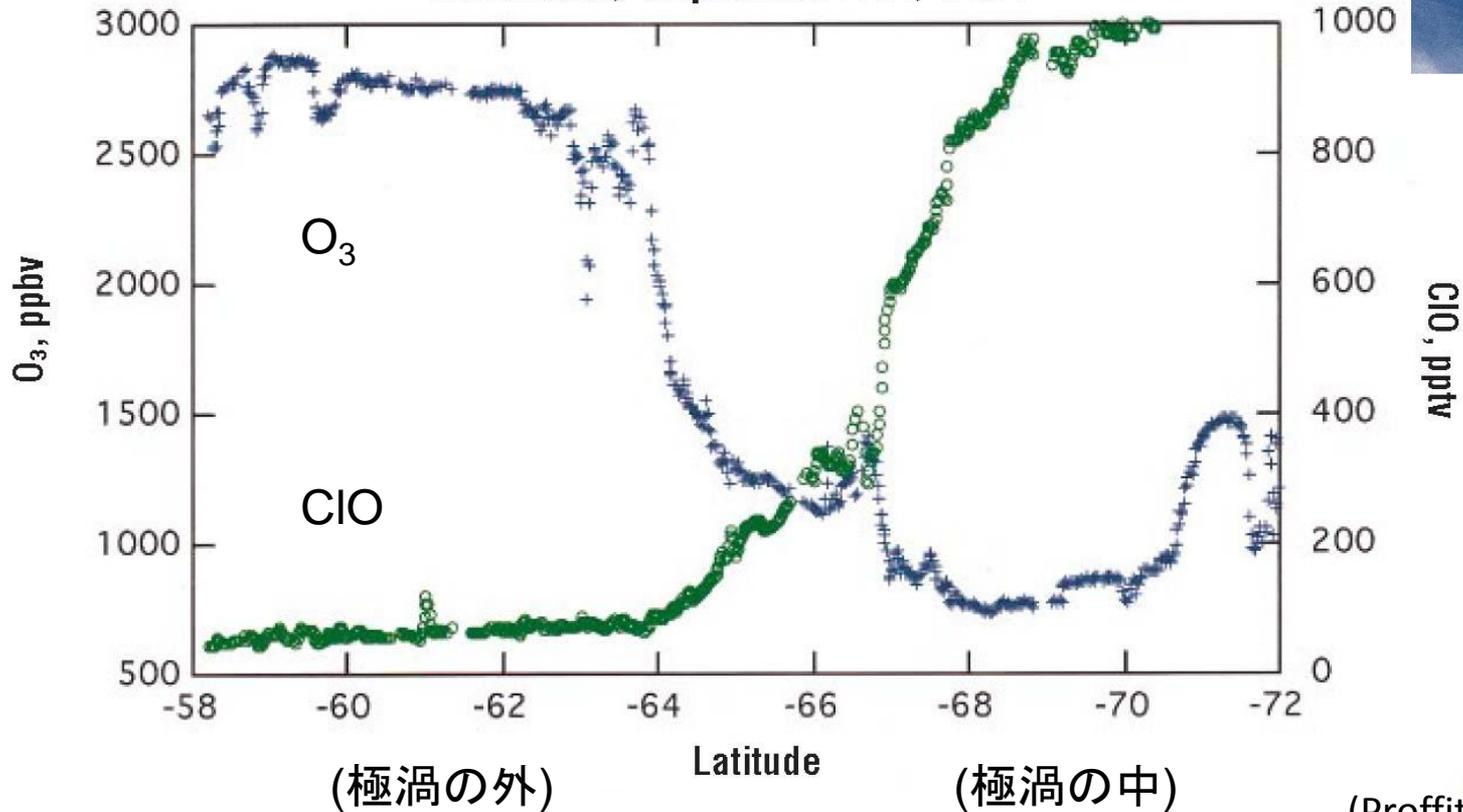


(原図は神沢による)

航空機によるオゾンホール観測



Antarctic, September 22, 1987

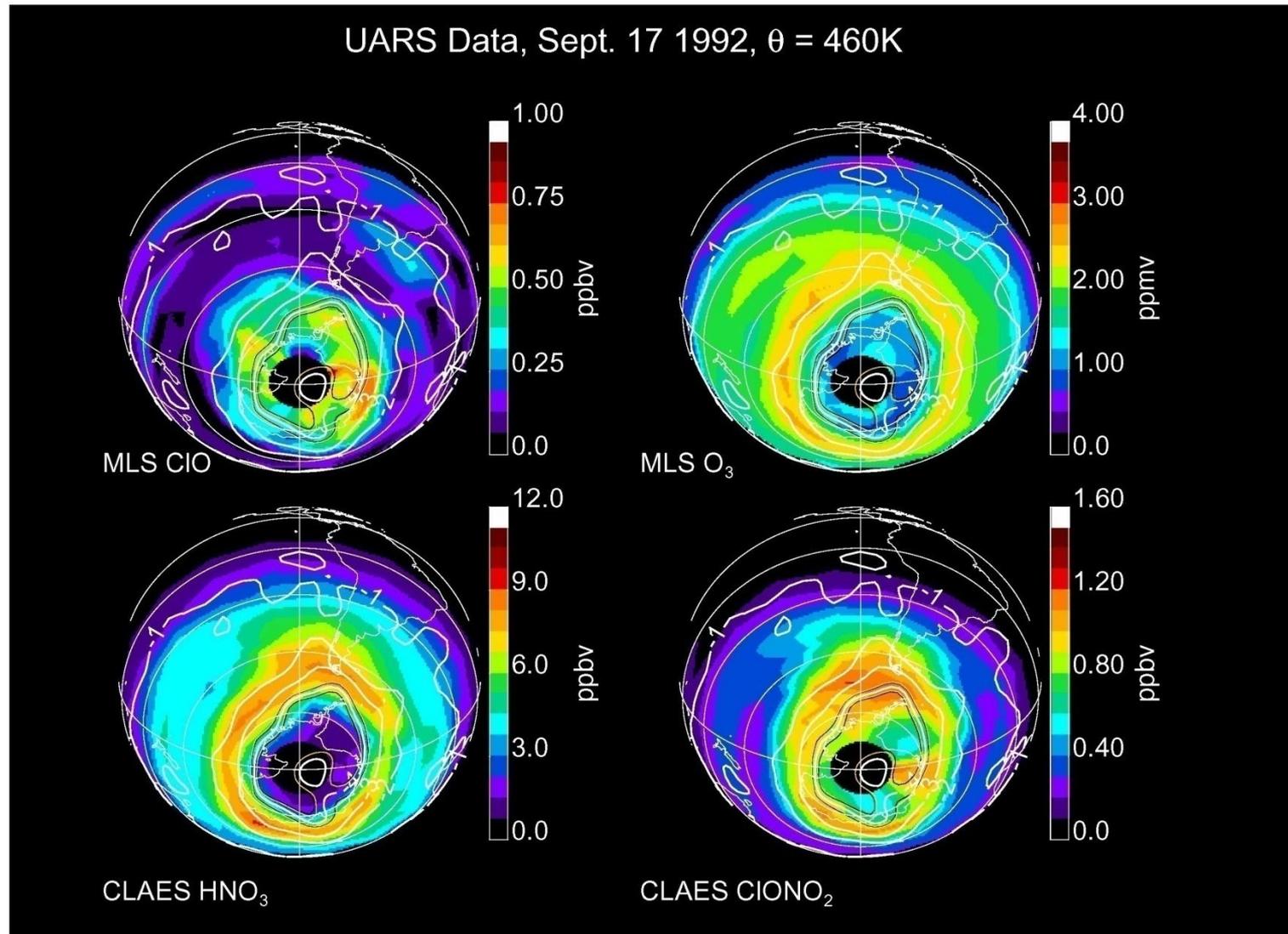


(極渦の外)

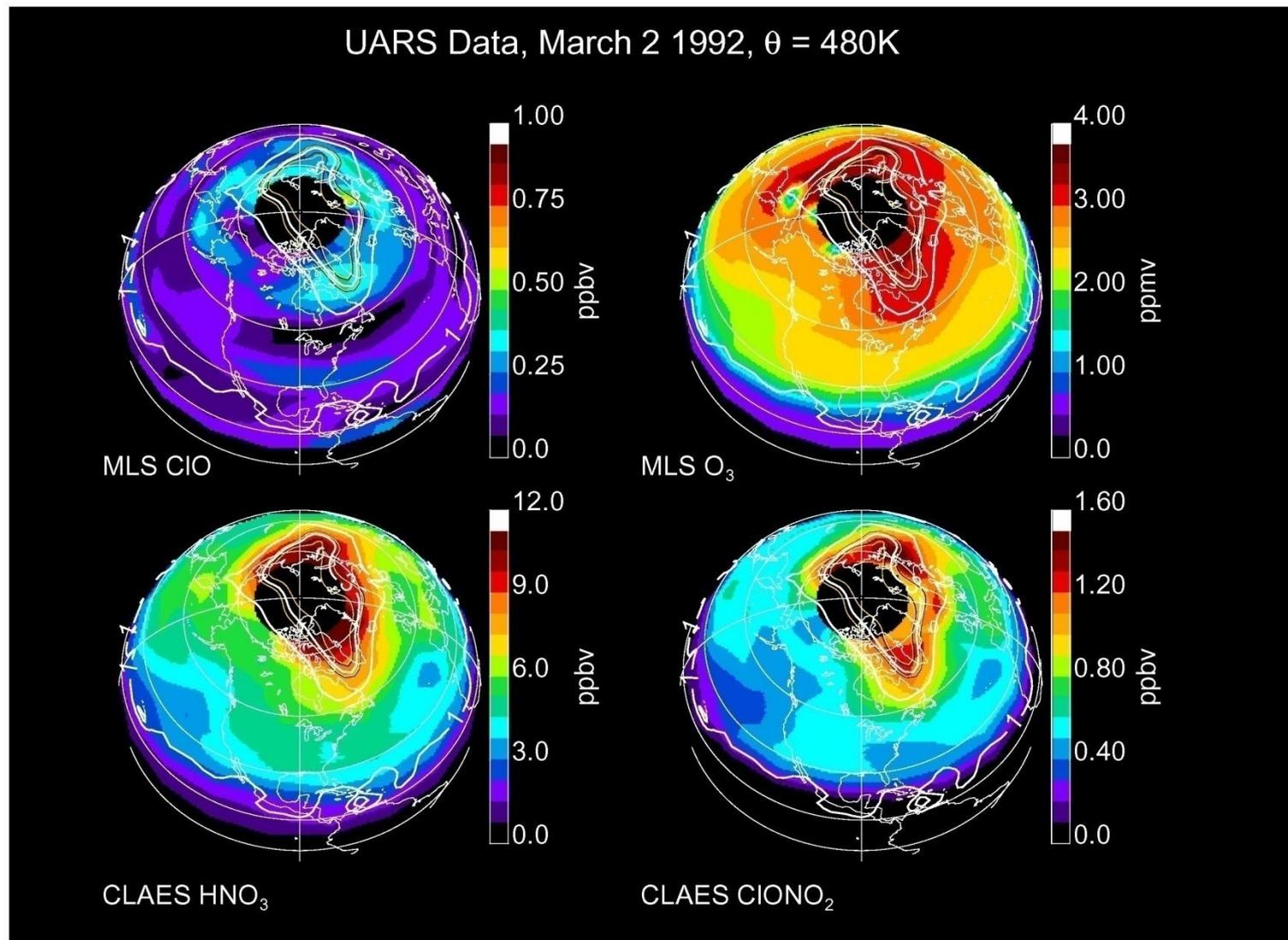
(極渦の中)

(Proffitt et al., JGR, 1989)

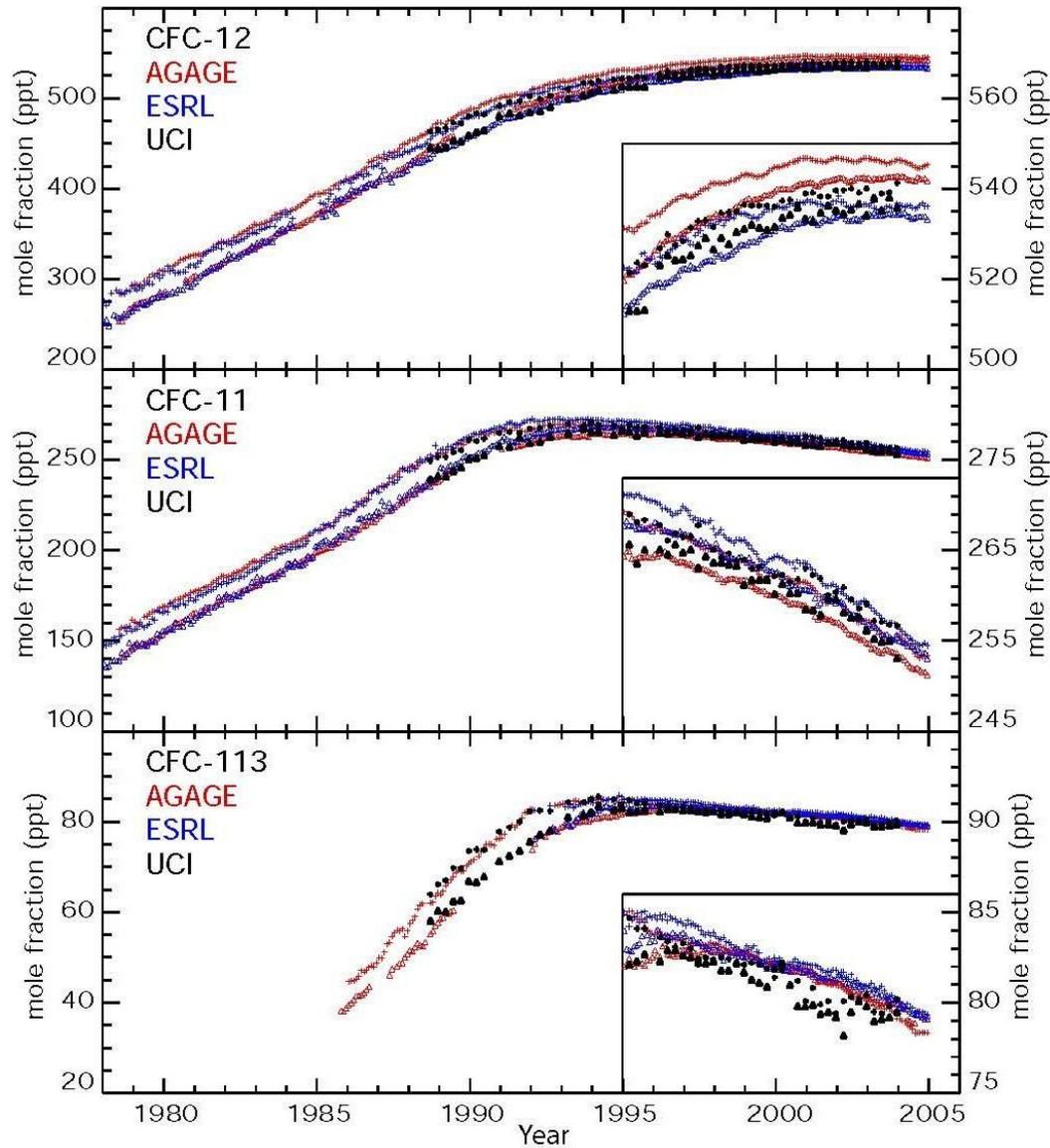
衛星からの微量成分観測：南半球



衛星からの微量成分観測：北半球

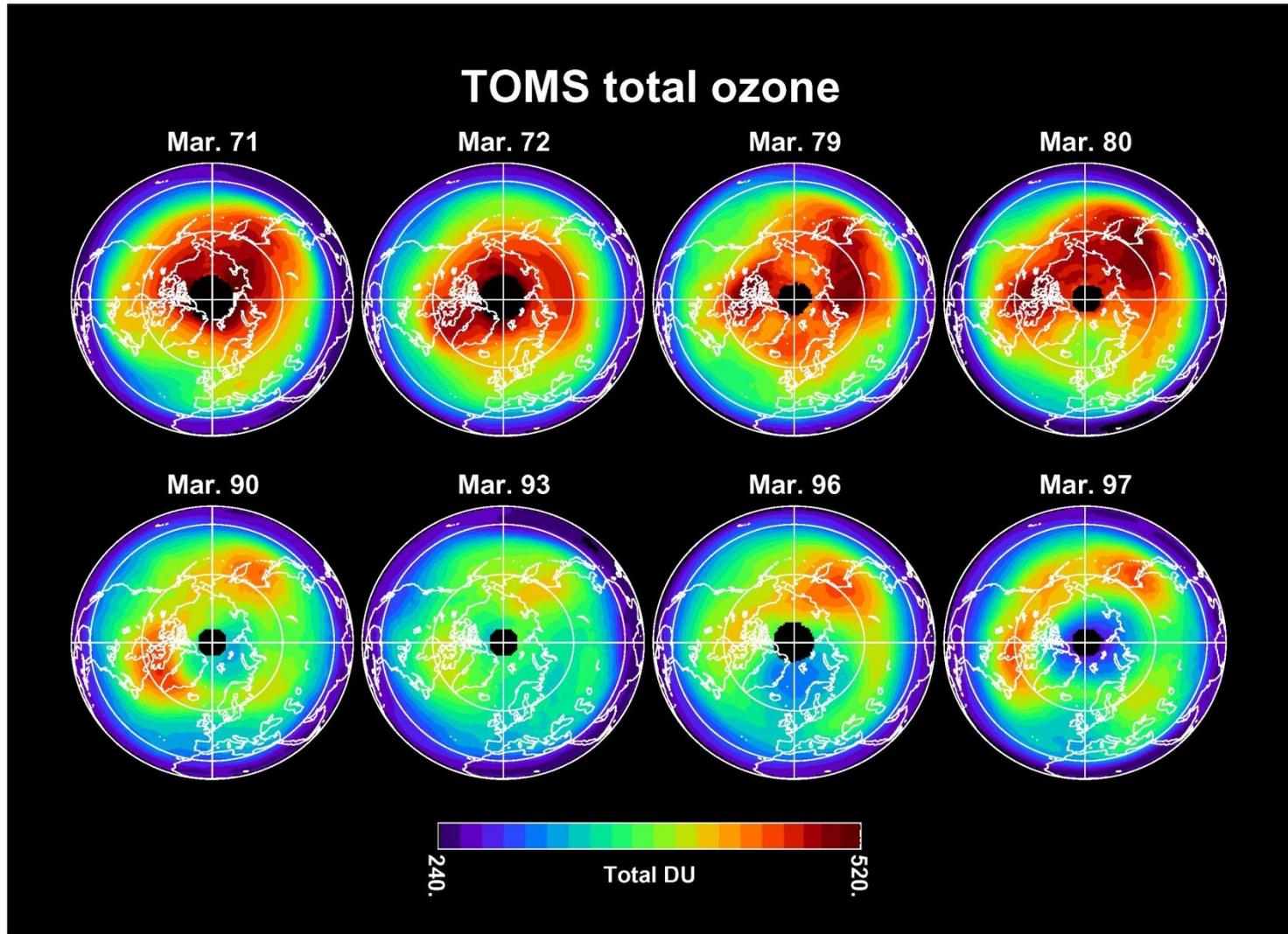


減少しはじめたフロン



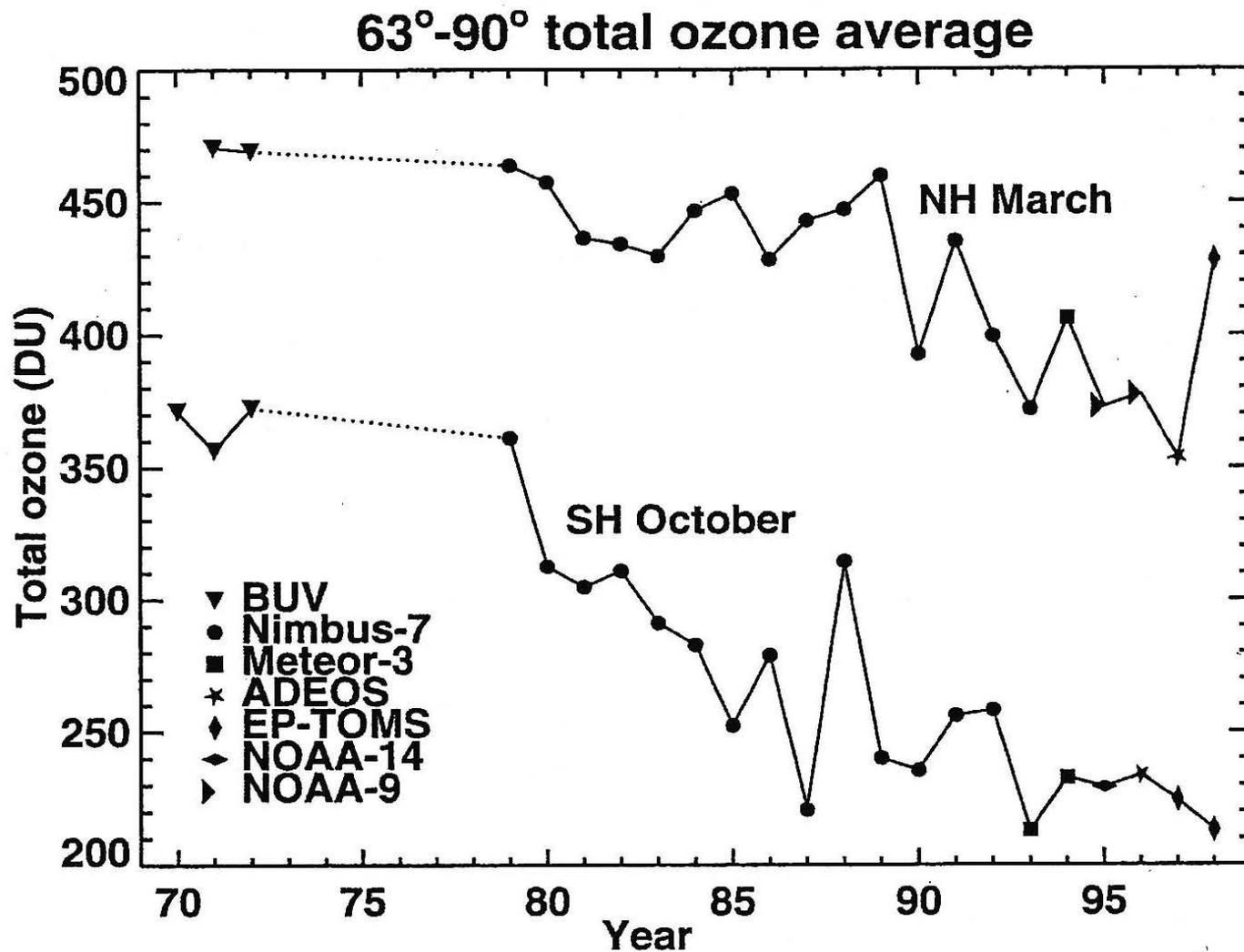
(WMO, 2006)

北半球にもオゾンホール？



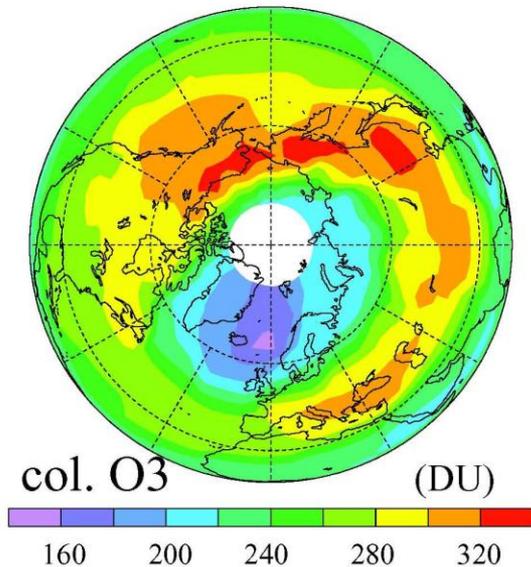
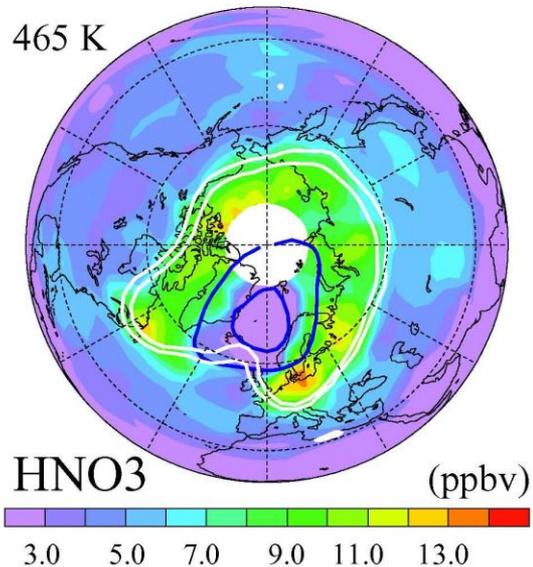
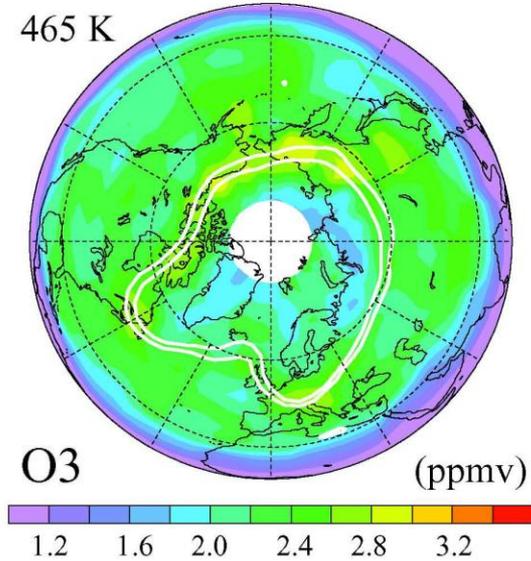
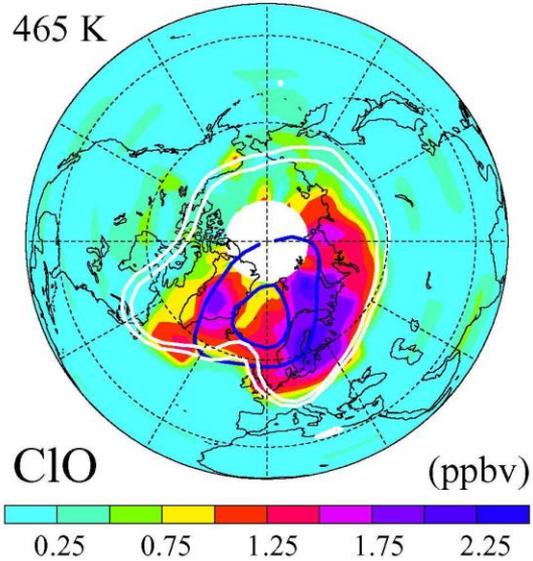
(Newman et al., GRL, 1997)

1990年代に入り減少する北半球オゾン



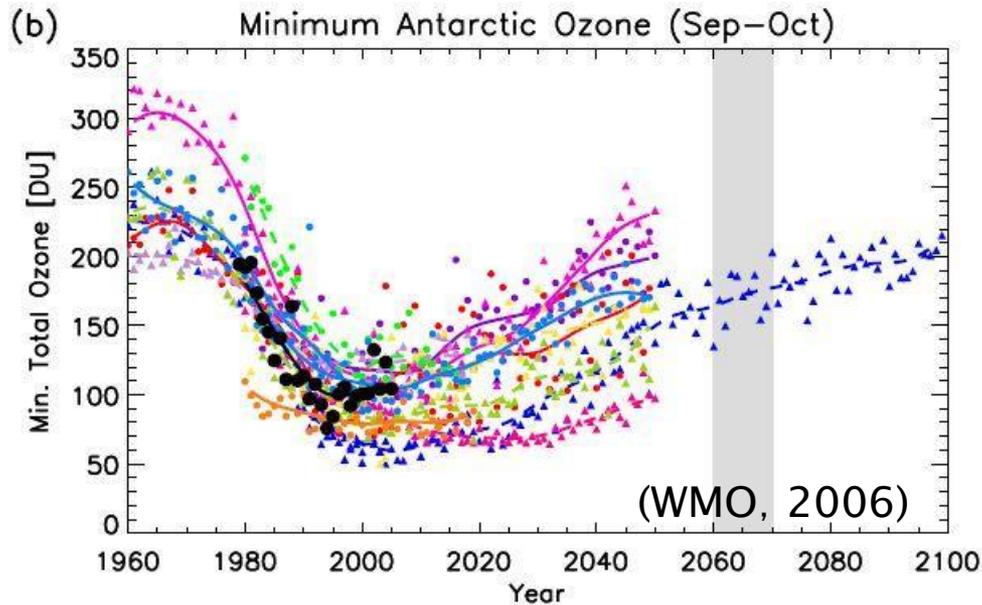
(Newman et al., GRL, 1997)

衛星観測による北半球のオゾンホール

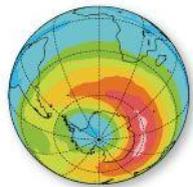


(Manney et al.,
GRL, 1996)

オゾン層の現状と将来予測

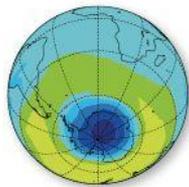


南極オゾンの将来予測 (●印は観測データ) : 1980年代のオゾン量に戻るの
は2060年から2070年ごろと推定されている
が、その予測には大きなばらつきがあり、
塩素系や臭素系の反応の不確実性が主
要因と考えられている。また、温暖化にと
もなうオゾン回復の遅延も懸念されている。



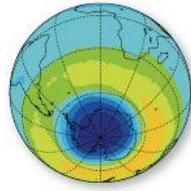
1979年

TOMSによる南半球のオゾンの
観測開始



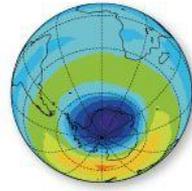
1985年

「オゾン層保護のためのウィーン
条約」採択



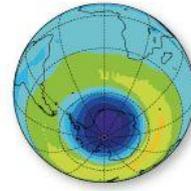
1987年

「オゾン層を破壊する物質に関
するモントリオール議定書」採択。
1989年より規制開始。



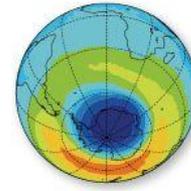
1992年

「モントリオール議定書」締約国
会合で「コペンハーゲン改正」
採択。規制物質の追加と全廃
前倒を議決。

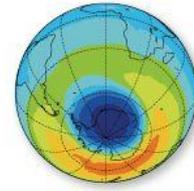


1997年

気候変動枠組条約に基づき「京
都議定書」採択。代替フロンで
あるHFCs、PFCsが規制対象
に。



2003年



2007年



参考文献

- Thomas E. Graedel and Paul J. Crutzen.,1997: Atmosphere, Climate, and Change , SCIENTIFIC AMERICAN LIBRARY
- Chubachi, S., 1984: Preliminary results of ozone observations at Syowa Station from February 1982 to January 1983, Memoir National Institute of Polar Research, Special Issue, 34, 13-19.
- Farman et al., 1985 :Large losses of total ozone in Antarctica reveals seasonal ClOx/NOx interaction. Nature, 315, 207-210.
- Stolarski et al., 1986 : Nimbus 7 satellite measurements of the spring time Antarctic ozone decrease, Nature, 322, 808-811.
- Poole, L. R., and M. C. Pitts., 1994: Polar stratospheric cloud climatology based on Stratospheric Aerosol Measurement II observations from 1978 to 1989, J. Geophys. 99, 13083-13089.
- UPPER ATMOSPHERE RESEARCH SATELLITE (UARS) PROJECT SCIENCE OFFICE PAGE <http://umpgal.gsfc.nasa.gov/>
- World Meteorological Organization(WMO)., 2006: Scientific Assessment of Ozone Depletion
- Newman et al., 1997: Anomalously low ozone over the Arctic, Geophysical Research Letters, 24(22), 2689-2692.