

南極昭和基地における 水蒸気ゾンデ観測の提案

富川喜弘(国立極地研究所)

平沢尚彦(国立極地研究所)

藤原正智(北海道大学)

佐藤薫(東京大学)

成層圏水蒸気増加トレンド

1 % ↑ / year @ 下部成層圏 (SPARC, 2002)

放射収支への影響

成層圏寒冷化 (O₃減少による寒冷化と同等)

対流圏温暖化 (CO₂増加による温暖化の40%)

光化学過程への影響

PSC生成の促進 (寒冷化 & 水蒸気供給)

→ オゾンホール回復の鈍化

OHラジカルの供給

力学過程への影響

風速場変動 → プラネタリ波の伝播経路変動

→ B-W循環の抑制

→ 極渦の強化 (寒冷化・正のフィードバック)

オゾンホール回復過程との関わり

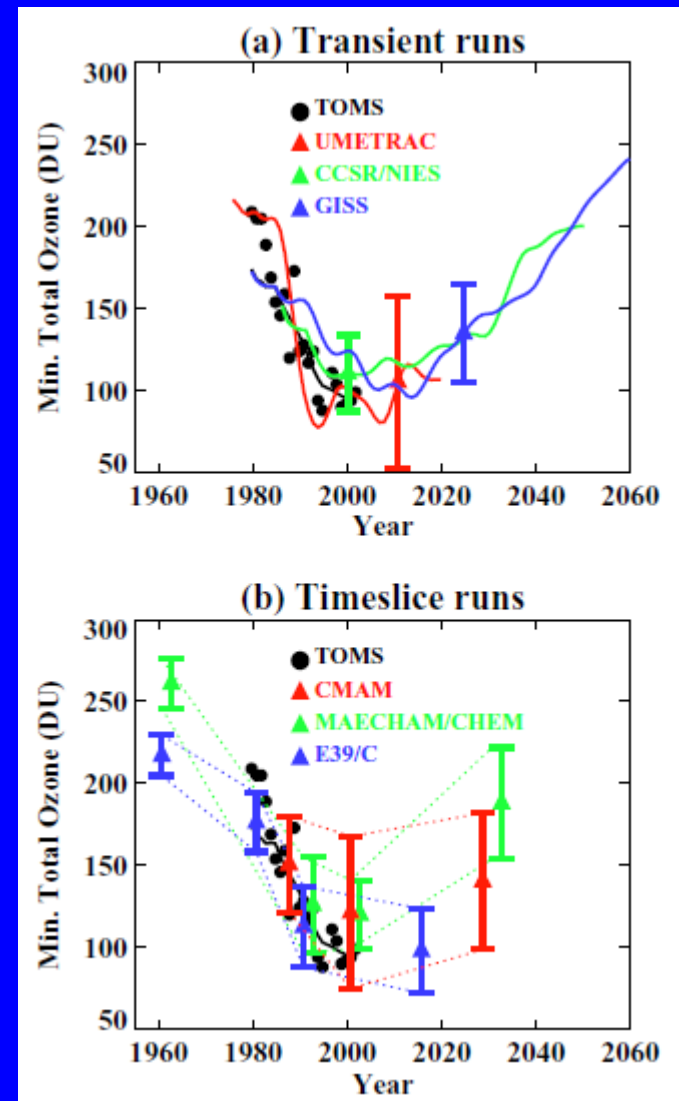
CCMによる南極オゾンホールの回復予測

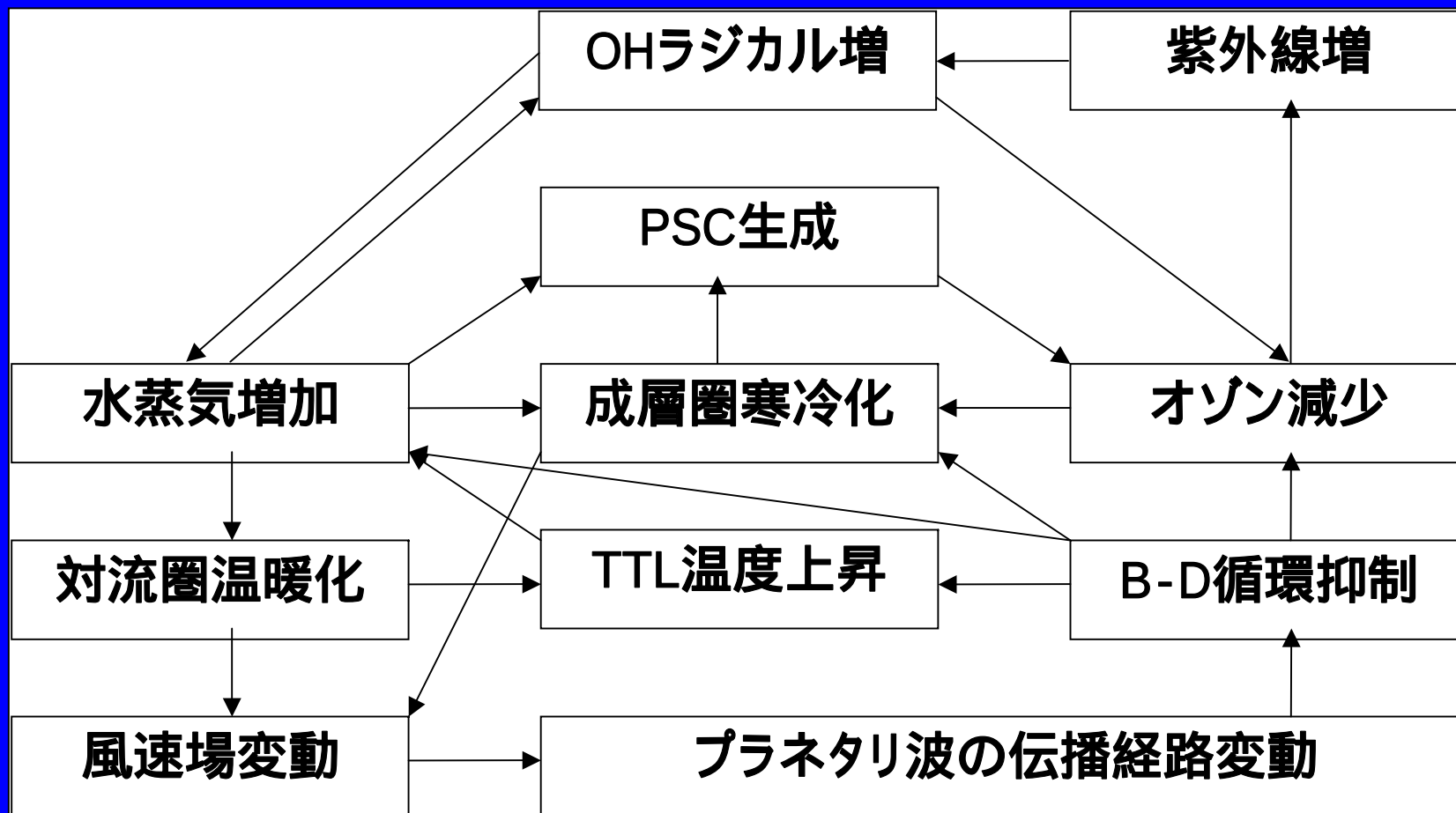
- ・2000～2015年にピーク
- ・力学的経年変動に伴う不確定性
- ・水蒸気増加トレンドに伴う不確定性
(モデル中で水蒸気トレンドが再現されていない)



継続的なオゾン & P S C 観測
水蒸気増加トレンドの高精度評価

From Austin et al. (2003)





正のフィードバックのみ

成層圏気候変動の中心的役割

成層圏水蒸気増加の原因

1. 熱帯対流圏界面 (TTL) 温度の上昇
→ 実際には低下している
2. メタン増加
→ 水蒸気増加の半分程度しか説明できない
3. B-D循環の弱まりに伴う成層圏滞在時間の増加
→ メタンの酸化による水蒸気生成を長期間持続

B-D循環の終着点である極域下部成層圏での観測が有効

これまでの下部成層圏水蒸気観測

対流圏に比べて異常に低い成層圏水蒸気濃度

- 衛星観測(e.g., HALOE, MLS, ILAS)
 $\sigma \sim \pm 10\%$, $\Delta z \sim 2\text{km}$
- (地上・航空機)リモートセンシング(e.g., マイクロ波、ライダー)
- ラジオゾンデ観測(e.g., Vaisala RS90)
 $\sigma \sim \pm 3\%$, $\Delta z \sim 50\text{m}$, up to tropopause
- 水蒸気ゾンデ観測(e.g., NOAA/CMDL FPH)
 $\sigma \sim \pm 10\%$, $\Delta z \sim 100\text{m}$, need operator's skill

成層圏水蒸気増加トレンドの定量的理解には不十分

→ 緯度・高度依存性は？

水蒸気ソンの開発

Snow White (スイス・メテオラボ社)

- 取り扱いが容易(観測に必要な人員はオゾンソンと同程度)
- 安価(1発 20万円程度)
- 鏡面冷却型、ペルティエ冷却方式

CU-CFH (アメリカ・コロラド大学)

- 取り扱いが容易(トレーニング有り)
- 比較的安価(1発 30万円程度)
- Snow Whiteと同じソンシステムで使用可能
- 鏡面冷却型、冷媒方式

昭和基地における観測の利点

1. 水蒸気増加トレンドの観測に適した極域下部成層圏
→ B-D循環の終着点
2. 他の力学場・エアロゾル観測装置との複合観測が可能
 - ・ラジオゾンデ、オゾンゾンデ定常観測
 - ・MPL、エアロゾルゾンデ観測
 - ・大型大気レーダー(PANSY)観測
3. 極渦境界領域に位置するという地理条件
→ 極渦崩壊期にはしばしば極渦境界を横断

昭和基地における水蒸気観測の提案

1. 夏季モニタリング観測

- ・成層圏が静穏で代表性が高い
- ・水蒸気増加トレンドの南極域の観測点

2. 冬(～春)季キャンペーン観測

- ・PSC生成とオゾンホール
 - エアロゾルの同時観測が必要
 - 2010年前後に南極オゾンホールのピーク
- ・下降流に伴うdehydration & rehydration
- ・極渦内外横断観測

まとめ

- 高まる水蒸気観測の必要性(水蒸気増加トレンド)
- 整いつつある水蒸気観測の環境(安価・簡便な水蒸気ソンの開発)
- 昭和基地の有利な立地(極域下部成層圏は子午面循環の終着点)

< 極域水蒸気観測の時機到来 >

長期モニタリング観測に適した静穏な夏と
面白い現象が多数見られキャンペーン観測に適した冬(～春)