



JEM/SMILES HCl の測定の検討状況について

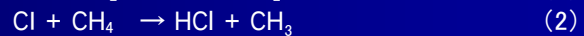
Koji Imai (TOME R&D Inc.; <http://www.tome.jp/>), Hiroo Hayashi (JAXA/ISAS),
Chikako Takahashi, Makoto Suzuki (JAXA/ISAS), Hideharu Akiyoshi (NIES),
Nozomi Kawamoto, Mieko Seki (RESTEC)

Introduction

オゾン層破壊の対策として、1992年11月モントリオール議定書(第4回締約国会合)によりフロン類等が全廃されることとなった。このフロン類等が問題となったのは、これらが対流圏ではほとんど分解されずに成層圏まで拡散し、光分解によってオゾンに触媒的に破壊する活性な塩素ラジカル(Cl)を放出するためである。オゾン層の現況を詳細に把握し、来るべき将来を評価するためには、成層圏のオゾンと微量分子分布を、時間的および空間的に高精度な3次元同時測定を行う必要がある。このため2009年に超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)は、国際宇宙ステーション(ISS)を構成する日本実験モジュール(JEM、きぼう)の曝露部に取り付けられ宇宙からサブミリ波帯域において大気周縁(リム)の観測を行う予定である。

SMILESの特徴は微弱な信号を受信するために、受信機として低ノイズの SIS (Superconductor-InsulatorSuperconductor) Mixerを搭載しており、システムノイズ 500K を実現させている。主な観測分子は O₃、ClO、HCl、HO₂、HOCl、HNO₃ などであり、HCl は Level 2(L2) データ処理システムが導出する標準プロダクトの一つである。

HCl は右の化学式(1)(2)のようにフロンから発生する Cl のリザーバー分子であり、オゾン破壊機構の一つとして知られている ClO_x サイクル(右の図1を参照)を抑制しているが、同時に化学式(3)のように発生源ともなっている。また、化学式(4)のように OH の吸い込みや Cl の発生源の働きも行っており、HCl の理解はオゾン化学にとってきわめて重要である。



現在、SMILES サイエンスチームでは L2 処理システムにおける Forward Model に必要な大気微量成分の気候値データベースの作成を進めている。本ポスターでは、HCl の気候値とリトリバル結果の概要について検討状況を報告する。

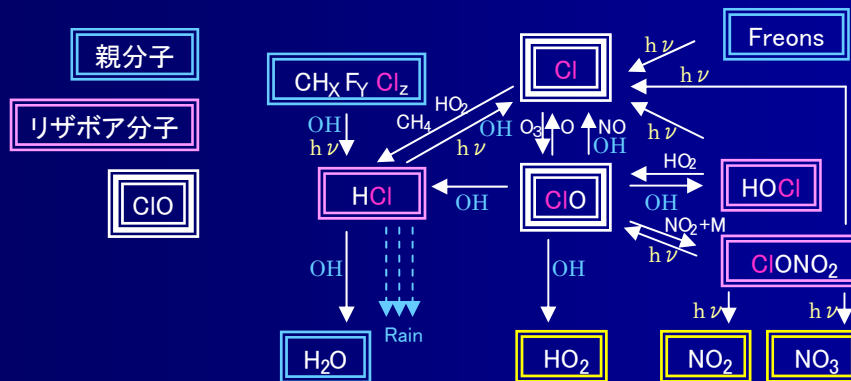


図1 ClO_xに関する光化学反応系
大気科学講座3 松野太郎、島崎達夫を参照

Mesurements

ISS の軌道は太陽非同期であるため、SMILES は大気微量成分の日変化の様子を捉えることが可能である。しかしながら日変化や季節変動が少ないと考えられている大気微量成分に関しては、月平均した気候値を使用することを想定している。

HCl はこれまでに多くの衛星(UARS/CLAES、UARS/HALOE、Aura/MLS、SCISAT-1/ACE-FTS、SCISAT-1/ACE MAESTROなど)によって観測されてきた。図2は Aura/MLS と他の観測値を比較をした結果を示している(Froidevaux et al. 2008 JGR)。図中の実線は Aura/MLS と他の観測値の差が経度帯で分布している範囲を示しており、点線はそれらの誤差をあわしている。Aura/MLS の観測結果は UARS/HALOE の結果よりも系統的に 20% 程度大きい値を示しているが、Aura/MLS と異なる測定(solar occultation)である SCISAT-1/ACE-FTS の結果とよく合っており、また気球観測の結果とも誤差内で一致している。したがって日変化の少ない HCl については Aura/MLS の観測値を基に気候値を作成する。



JEM/SMILES HCI の測定の検討状況について

Koji Imai (TOME R&D Inc.; <http://www.tome.jp/>), Hiroo Hayashi (JAXA/ISAS),
Chikako Takahashi, Makoto Suzuki (JAXA/ISAS), Hideharu Akiyoshi (NIES),
Nozomi Kawamoto, Mieko Seki (RESTEC)

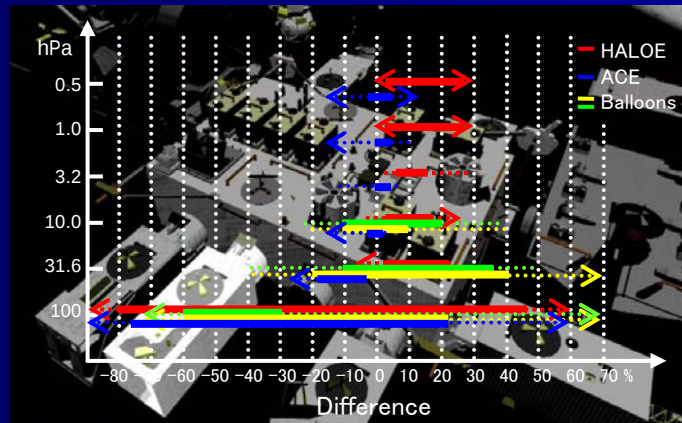


図2 HCI の観測データの比較

Climatology

Aura/MLS の観測データはversion 2.2を使用している。version 2.2の HCI については 2.2hPa 付近のバイアスが指摘されている (Froidevaux et al. 2008 JGR)。また、SMILES のアンテナは ISS の進行方向から左45度方向を向けられ、65N - 38S にわたる広範囲の観測を行うため、極渦内の微量成分を捉える可能性があり、HCI の気候値を作成するにはこれらを考慮する必要がある。

図3は Aura/MLS の 2005 - 2007年の日中観測のデータを基にした11月分の帯状平均図である。灰色の等高線は観測値の標準偏差を表している。図4は図3と同様であるが3月分の帯状平均図である。図4の北極側には図3の南極側に見られるような極渦の影響は顕著に現れていないが、北側では高緯度まで観測ができるため南極側と同様な現象を捉える可能性がある。

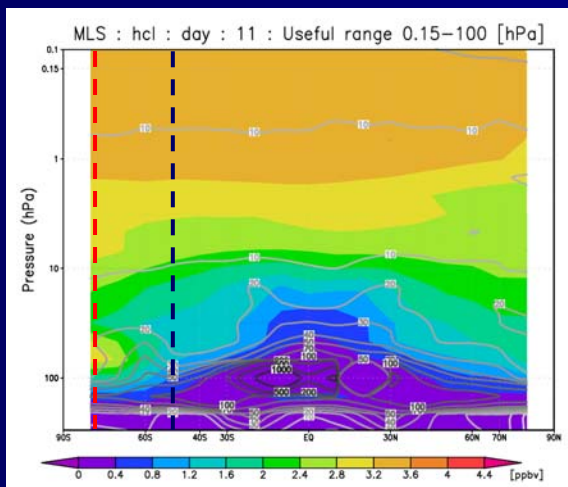


図3 Aura/MLS の観測データを基にした
11月分の帯状平均

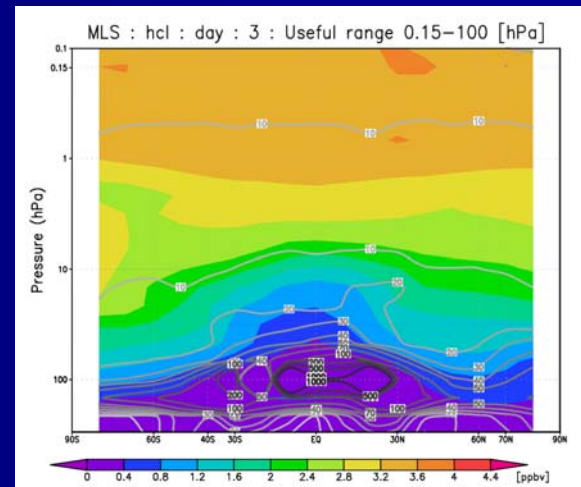


図4 Aura/MLS の観測データを基にした
3月分の帯状平均

Estimation

HCI の気候値と観測値が最も大きくずれるのは SMILES が極渦内のプロファイルを捉えたときであると予想され、極渦内のプロファイルが正しくリトリバルされるか調べる必要がある。

図5は極渦の外(図3の黒色の破線)のプロファイルを気候値として与え、極渦の内(図3の赤色の破線)の HCI を観測した場合のリトリバルの結果を、気候値の誤差の大きさを変化させて示している。図5の縦軸(z軸)は(1)式によって計算させており誤差の大きさによる補正值(収束具合)を示している。また、図6の縦軸は(2)式によって与えられる観測値とリトリバルの結果との相対誤差である。

$$\left| \frac{\Delta R(e,h)}{R(e,h)} \right| \equiv \left| \frac{R(e,h) - R(e + \Delta e,h)}{R(e,h)} \right| \quad (1)$$

$$\text{Relative Error: } \left| \frac{R_{\text{true}}(h) - R(e,h)}{R_{\text{true}}(h)} \right| \quad (2)$$

(R: プロファイル、h: 高度、e: 気候値の誤差の値)



JEM/SMILES HCI の測定の検討状況について

Koji Imai (TOME R&D Inc.; <http://www.tome.jp/>), Hiroo Hayashi (JAXA/ISAS),
Chikako Takahashi, Makoto Suzuki (JAXA/ISAS), Hideharu Akiyoshi (NIES),
Nozomi Kawamoto, Mieko Seki (RESTEC)

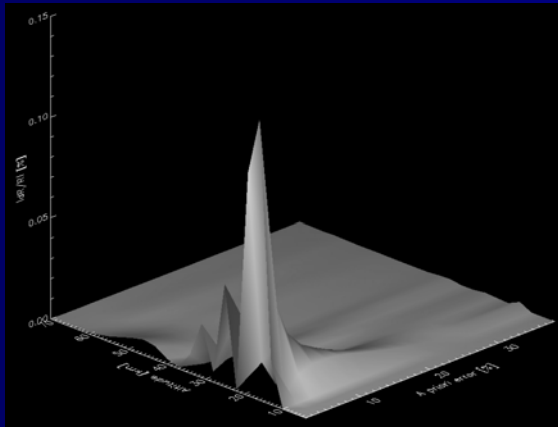


図5 気候値の誤差の大きさによる
リトリバルの補正值

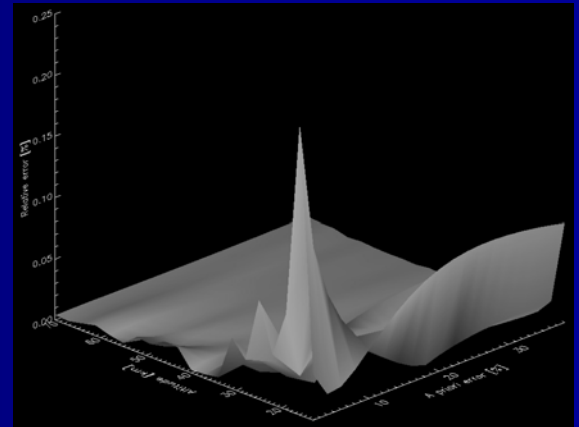


図6 リトリバル結果の相対誤差

図5より、気候値の誤差を大きくするにつれリトリバルの(補正值は小さくなり)誤差は 20% 程度で収束し、それ以上に誤差を大きくしても補正值は 0.01% も変化しないことがわかる。

図6では 10km 付近の低高度で 0.2% 程度の最大の相対誤差を示しているが、図5の傾向と同様に、気候値の誤差を大きくするにつれて観測値(真値)に近づいているのがわかる。また、気候値の誤差は 20% 以上大きくしても相対誤差に大きな変化はなく、10km 付近でも 0.1% 程度の相対誤差で収束している。したがって HCI の気候値に対しては最大で 20% 程度の誤差とし、観測精度のより良い高度範囲ではさらに小さい誤差を設定することとする。

Summary

- ・ HCI の気候値は Aura/MLS version2.2の観測値を基に作成を進めている。
- ・ 極渦のリトリバルへの影響を調べるため、極渦内外のプロファイルを与えてリトリバルの試験を行った結果、HCI の気候値に(最大でも) 20% 程度の誤差を与えることでリトリバル結果の値は収束し、低高度(～10 km)でも 0.1% 程度の誤差で観測結果が得られることがわかった。

SMILES の Home Page がリニューアルしました

<http://smiles.tksc.jaxa.jp>