

# SMILES-2衛星が目指すサイエンス (Science targets of the SMILES-2 satellite)

○ 齊藤 昭則(京都大)・塩谷 雅人(京都大)・坂崎 貴俊(京都大)・落合 啓(NICT)・入交 芳久(NICT)・Baron Philippe(NICT)・西堀 俊幸(JAXA)・  
鶴澤 佳徳(NICT)・前澤 裕之(大阪府大)・水野 亮(名古屋大)・長浜 智生(名古屋大)・鈴木 睦(JAXA)・大山 伸一郎(名古屋大)・  
阿部 琢美(JAXA)・Liu Huixin(九州大)・三好 勉信(九州大)・藤原 均(成蹊大)・陣 英克(NICT)

## 全大気圏衛星観測 - 超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES-2)が解明する科学課題

- 【MO.1】 力学・化学・電磁気学的プロセスの結合系としての日周変動の四次元構造の解明
- 【MO.2】 中層大気で卓越する惑星規模の大気波動(成層圏突然昇温現象, 太陽非同期潮汐など)による下層から超高層大気への影響
- 【MO.3】 粒子降り込みや磁気嵐などのイベント的な現象に伴う大気変動の理解
- 【MO.4】 背景場の熱・風分布と微量成分分布の定量的な把握による, 全大気気候モデルのベンチマークの提供

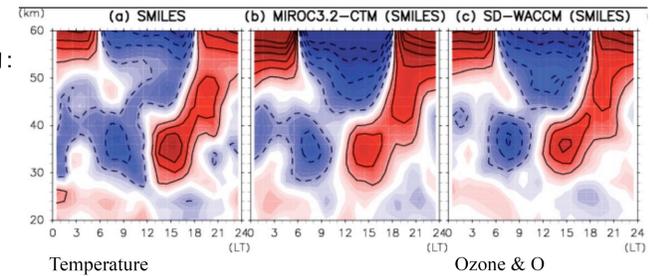
### ◆ SMILES の弱点

- 温度情報を得ていない: リトリバルの際の困難(微弱なシグナルの解釈) 特に中間圏領域
- 観測期間 (Oct. 2009 – Apr. 2010) が半年と限定: 季節変動・準二年振動・経年変化が論議できない → 3-5年は欲しい

### ◆ SMILES の成果

- 4K機械式冷凍機と超伝導センサを用いた624-650GHz帯における超高感度測定をISSから6ヶ月間実施。
- 太陽非同期軌道からの観測でオゾンの日周変動を初めて検出し、数値モデルでも再現された。

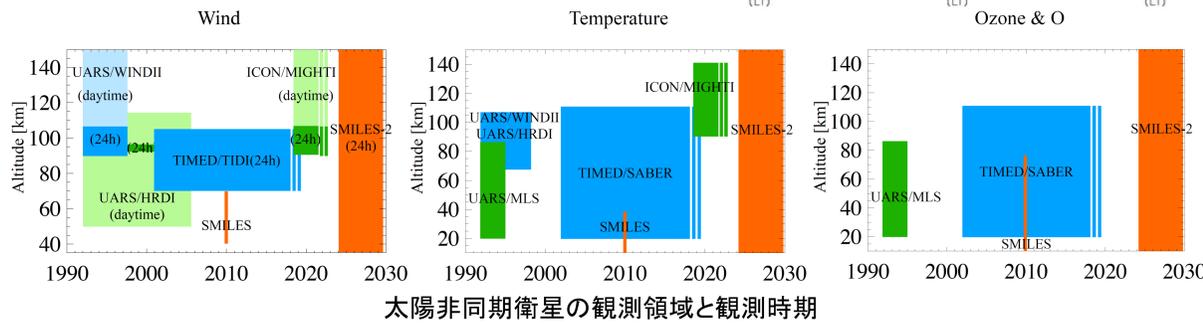
成層圏オゾン密度の日周変動:  
SMILES観測 と 数値モデル  
(MIROC3.2-CTM, SD-WACCM)  
(Sakazaki et al., 2013)



### ◆ SMILES-2で目指すもの

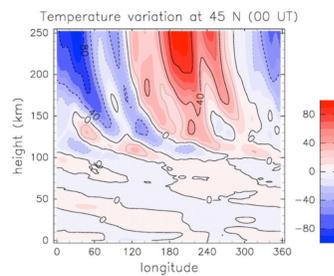
太陽非同期軌道から従来観測を凌駕する高精度・多変数観測により, **日周期変動現象を軸に, 中・上層大気における力学場+化学場+電磁気場の結合を世界で初めて明らかにする。**

- 水平風速(中・上層を網羅する衛星観測は世界初)
- 気温(これまでにない観測精度・広い高度範囲)
- 化学成分(SMILESによる歴史的成果を継承・発展)

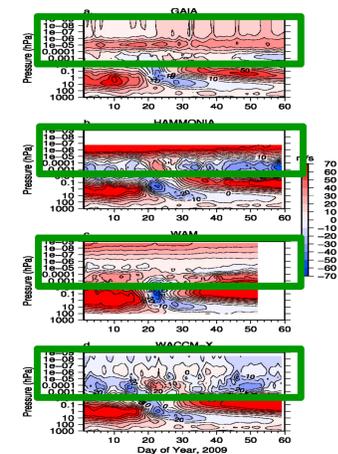


## 【MO.1】力学・化学・電磁気学的プロセスの結合系としての日周変動の四次元構造の解明

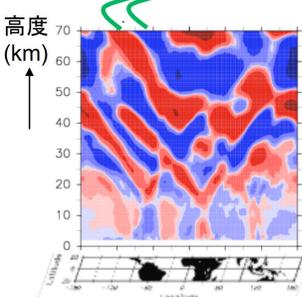
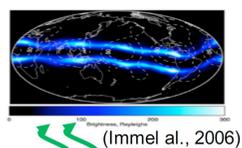
- 日周期は地球(惑星)大気の最も基本的な”鼓動”と言える。特に力学場の日周期変動を潮汐波といい, 上層大気で卓越(右図)
- 潮汐波は大気下層で熱的に励起され上方へ伝播し, 大気の上下結合過程の主翼を担い, 上層大気循環、電離圏変動、化学成分分布に寄与する
- しかし、過去の観測例は寡少 (e.g., TIMED): 多くが太陽同期衛星だったから(特定のローカル時刻しか観測できない)
- 中・上層大気における日周期の四次元構造(力学場+化学場+電磁気場の結合)を世界で初めて明らかにする



温度の経度変化:  
日周変化の高度による違い



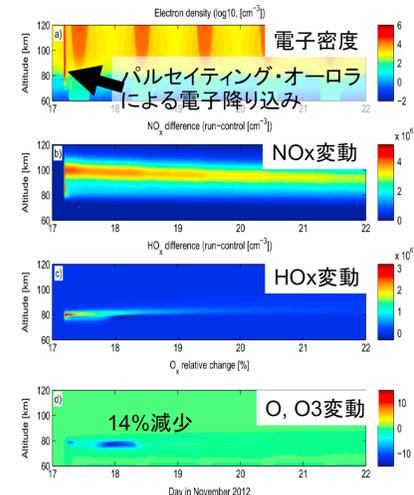
4つのモデルによるSSW時の東西平均東西風 (Pedatella et al., 2014に加筆)



熱帯の大気潮汐(気温)の鉛直断面 (00:00UTCのsnapshot) [モデルシミュレーション] (Sakazaki et al., 2015)

## 【MO.3】粒子降り込みや磁気嵐などのイベント的な現象に伴う大気変動の理解

- 粒子降り込みや磁気嵐などの磁気圏を介したプラズマ・電磁場による地球大気圏へのエネルギー流入は、太陽放射によるエネルギー流入とは異なり、突発的・局所的であり、イベント的な現象を発生させる。
- 局所的に流入したエネルギーは、温度・組成・風・電場の変化を起こし、高度方向、水平方向に広がっていき、激しいものは数日間に渡るグローバルな変動を引き起こしている。



オーロラによるオゾン変動のモデル計算 (Turunen et al., 2016に加筆)



## 【MO.4】背景場の熱・風分布と微量成分分布の定量的な把握による, 全大気気候モデルのベンチマークの提供

- 力学場・化学場の気候値とそのトレンド: 特定のローカル時刻の観測(従来の多くの観測)では, 気候値(日平均値)が正確に定まらない(← 日周期の観測は, 日平均値の推定にも不可欠)。
- 中層大気の水平風速分布: 中層大気における水平風(特に熱帯域)の水平・鉛直分布が大気の上下結合を決める(c.f., 波-平均流相互作用). ところが, これまで衛星観測による風観測はほぼ皆無。
- 水蒸気の分布: 極成層圏雲(PSC)を通してオゾン破壊に寄与する下部成層圏の水蒸気量が観測, モデルとも不確定。
- 他惑星(火星)大気観測: 火星大気の微量成分の日周期変動, 水蒸気の変動, メタン酸化過程, 大気散逸との関連を知る上で重要な観測パラメータであるOH観測の可能性。

