

## SMILES-2 衛星計画における惑星大気・天文観測応用

# 西田 侑治 [1]; 前澤 裕之 [2]; 真鍋 武嗣 [3]; 塩谷 雅人 [4]; 西堀 俊幸 [5]; 鈴木 睦 [6]; 佐川 英夫 [7]; 水野 亮 [8]; 長濱 智生 [9]; 落合 啓 [10]; Baron Philippe [10]; 入交 芳久 [10]; 鶴澤 佳徳 [11]  
[1] 大府大・理・物; [2] なし; [3] 大阪府大・工・航空宇宙; [4] 京大・生存研; [5] なし; [6] JAXA・宇宙研; [7] 京都産業大  
学; [8] 名大・宇地研; [9] 名大・STEL; [10] NICT; [11] 情通機構

## Applications of SMILES-2 Satellite Mission to Observations of Planetary Atmospheres and Astronomy

# Yuji Nishida [1]; Hiroyuki Maezawa [2]; Takeshi Manabe [3]; Masato Shiotani [4]; Toshiyuki Nishibori [5]; Makoto Suzuki [6];  
Hideo Sagawa [7]; Akira Mizuno [8]; Tomoo Nagahama [9]; Satoshi Ochiai [10]; Philippe Baron [10]; Yoshihisa Irimaziri [10];  
Yoshinori Uzawa [11]  
[1] OPU; [2] none; [3] Aerospace Engineering, Osaka Prefecture Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ.; [5] JAXA; [6] ISAS, JAXA; [7]  
Kyoto Sangyo University; [8] ISEE, Nagoya Univ.; [9] STEL, Nagoya Univ.; [10] NICT; [11] NICT

For better understanding of global warming, space weather predictions, recovery of Ozone layer, physics and dynamics such as planetary and gravity waves, and chemical reaction networks of the Earth middle atmosphere, the Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder 2 (SMILES-2) mission is currently being studied. The targets of this mission are wind profiles, global temperature, and three dimensional minor constituents such as HO, HO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, O, O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>CO, HCl, ClO, HOCl, CH<sub>3</sub>Cl, and their isotopes. The SMILES-2 will employ 4 K-cooled superconductor/insulator/superconductor mixer detectors for 487 to 653 GHz range and superconducting hot-electron bolometer (HEB) mixer detectors for 1.8 to 2.0 THz range, respectively.

In this mission, the atmospheres of the planets in the solar system and interstellar matters will be observed. Mars and Venus are the important targets to research how the physical and chemical conditions of planetary atmospheres balance under the activities of host stars. To investigate the origin of the chemical stability of CO<sub>2</sub>-dominated atmospheres and the destruction processes of CH<sub>4</sub> on Mars, it is crucial to reveal the fundamental oxidization networks on the Martian and Venusian atmospheres. The observation of the oxidants like OH, O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, OI, and so on which are difficult to access with ground-based telescopes is the key to address these issues. In this conference, we will present the current status of the developments of 2.0 THz band horn/waveguide-type HEBM detector receivers for superconducting NbTiN nano-bridge and the feasibility studies of the spectral lines of these minor constituents achieved by SMILES-2.

現在、国際宇宙ステーション JEM/SMILES の後継となる SMILES-2 (Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder 2) のワーキンググループが立ち上がり、サブミリ・テラヘルツ (THz) 波帯での地球中間圏・下部熱圏の衛星観測が提案されている。このミッションでは、地球における O<sub>3</sub> 層回復や地球温暖化などの予測精度向上や成層圏・中間圏の風速場、重力波/Planetary 波の影響などの総括的理解を目指しており、H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NO, CH<sub>3</sub>Cl, BrO, CO, H<sub>2</sub>CO, OH, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and O-atom などの分子種を観測ターゲットとし、487 GHz から 2.0 THz 帯までをカバーする複数バンドの観測を見据えている (Suzuki et al. Proc. of SPIE, 2015)。受信機には閉サイクルの 4 K 機械式冷凍機を搭載し、SIS 接合や HEB 細線などを集積した超伝導ヘテロダイナ検出素子を実装する計画である。

このなかで THz 帯は検出器において未開拓な波長領域であるが、我々は現在、SMILES-2 のリムサウンディングに対応可能な、超伝導 NbTiN 細線を集積した 1.8-2.0 THz 帯ホーン/導波路集光型ホットエレクトロンボロメータ (HEB) ミクサの開発を進めている。これにより、地球大気だけでなく、太陽系惑星の観測も可能になると期待される。中心星の活動環境下における惑星の中層大気の化学的・物理的バランスを理解する上でも、火星や金星は重要な観測・研究サンプルである。特に太陽系地球型惑星では CO<sub>2</sub> の安定問題の議論が古くからあり、また最近では火星において生物起源の可能性が示唆される CH<sub>4</sub> などが観測されており、惑星環境における基本的な酸化反応のネットワークの解明は急務の課題となっている。これには地上から観測が困難な H<sub>2</sub>O や O<sub>2</sub> だけでなく、THz 帯に輝線をもつ OH や O 原子など酸化を司る微量分子の同時観測が鍵を握る。これらの分子は、系外惑星のバイオマーカーの振る舞いの理解にも重要な役割を担う。また、天文観測への応用として、星間分子雲の物理・化学進化に重要な役割を果たす C<sup>+</sup> や O 原子の詳細分布や、星間雲においてイオン・原子から成長する有機分子の多様性の解明が期待される。本研究では SMILES-2 を用いた、火星や金星の中層大気の放射輸送モデル計算や、超伝導 NbTiN 細線を用いた HEB 検出器の開発状況について報告する。