

ELMOS 小型衛星群の現状と展望

児玉 哲哉・松本 晴久（宇宙航空研究開発機構）、小山 孝一郎（九州大学）

Current Status and Prospects of the ELMOS Small Satellite Constellation
Tetsuya Kodama, Haruhisa Matsumoto (JAXA), Koh-Ichiro Oyama (Kyushu University)

Key Words: ELMOS, Small Satellite Constellation, Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling

Abstract

The outline of ELMOS Small Satellite Constellation and current status are presented. The ELMOS preparatory mission is a small satellite around 100kg and its mission objectives is low altitude space environment monitoring. The ELMOS preparatory mission has started at Research & Development Directorate of JAXA in 2015 towards operational small satellite constellation of the future.

1. 目的および背景

ELMOS 小型衛星群は小型科学衛星規模の主衛星と複数の超小型衛星により世界初の GPS 掩蔽・電子密度・電子温度同時観測を実施し、大気圏から電離圏にわたる領域の諸物理量の時空間的データを取得し、多岐に渡る分野における実利用、科学研究及び工学利用を目的としており、2010年の第54回宇宙科学技術連合講演会で最初のオーガナイズドセッションを開催、2013年の第57回宇宙科学技術連合講演会で2回目のオーガナイズドセッションを開催した^{1,2)}。

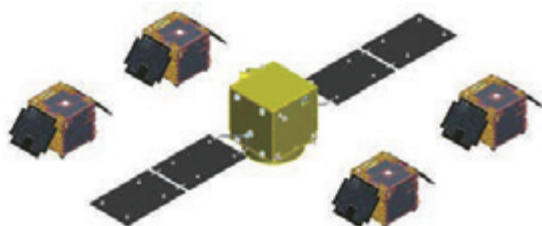


図1 ELMOS Constellation

2013年、日本学術会議に提案した「小型衛星群による大気圏－電離圏の時空間的観測」及び「地上－衛星観測による21世紀の地震フロンティア研究」が、提言「第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2014）」に「学術コミュニティの多様なニーズの実現へ向けた超小型衛星の研究開発と軌道上実証」として公表され、地震の先行現象の解明のための科学的データを蓄積するという意味を持ち、地震国日本が将来に向けて地道に行うべき社会的価値の高い研究であると評価された³⁾。

2. 我が国の宇宙開発の状況

2015年1月に公開された新宇宙基本計画では、安全保障、産業振興、科学技術を柱とした工程表が公開された。

しかしながら地球観測や宇宙科学の将来計画がほとんど記載されておらず、今後も国際競争力の低下が予想される^{4,5)}。

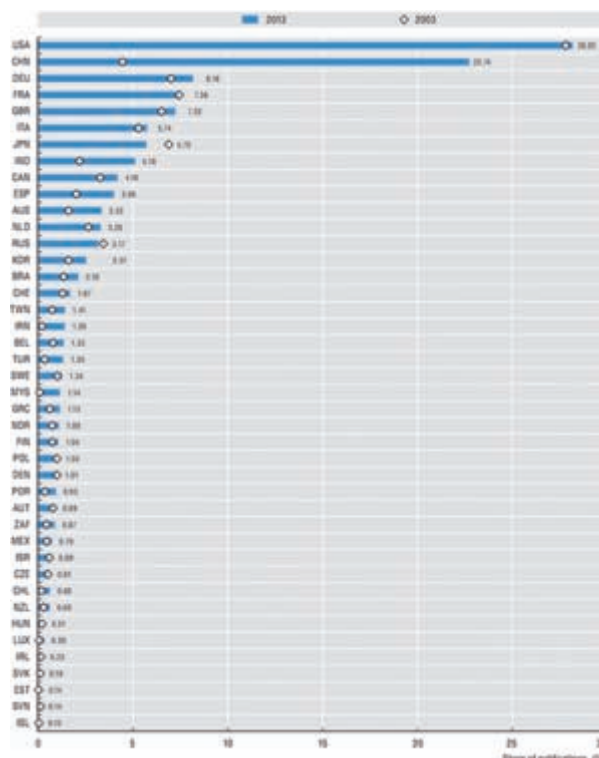


図2 Scientific production in satellite technologies per country, 2003 and 2013 (OECD)

JAXA は旧宇宙開発事業団の時代から ADEOS、ALOS、GOSAT 等の地球観測衛星に技術データ取得装置 (TEDA) を搭載し、低軌道宇宙環境データの蓄積を行ってきたが⁶⁾、予算の問題で後継低軌道地球観測衛星に TEDA を搭載できない状況となっている。

低軌道宇宙環境は国際宇宙ステーションのみならず、多様な地球観測・宇宙科学ミッションに利用される軌道であり、理学的側面のみならず、宇宙機の防護や衛星設計基準の更新という観点で、低軌道宇宙環境の蓄積は必要不可欠である⁷⁾。

3. ELMOS 小型衛星群の早期プロジェクト化

2015年に再編された研究開発部門において標記研究提案が調査研究として採択され、外部連携研究者と検討を進めている。

本衛星は、国際的に評価されている我が国の電子密度・温度プローブとフランスの地震電磁気観測衛星：DEMETERに搭載されたVLF受信機及びTEDAを搭載し、低軌道宇宙環境データの着実な蓄積を図るとともに、国際標準電離層モデルに貢献する高精度の電子密度・電子温度データを取得し、信頼できる地震前電離層擾乱を立証することを目的としている⁸⁾。

1981年に打上げられた太陽観測衛星ひのとりに、我が国のユニークな電子密度・電子温度計測プローブが搭載され、そのデータは国際標準電離層に貢献している。電子密度・温度の測定にはラングミュアプローブが一般的に用いられているが、しばしば電極汚染によってデータの信頼性が失われているケースも少なくない⁹⁾。

我が国の電子密度・温度プローブは、電極汚染に強いという特性を有しており、単一衛星でも現代のハイサンプリング・大容量メモリ・高速データ伝送により、地震前電子密度・電子温度変化についてより信頼度の高い結果を示すことが期待できる¹⁰⁾。

現在、内閣府最先端研究開発支援プログラム「超小型衛星による新しい宇宙開発利用パラダイムの構築」により、ほどよしシリーズ等、国内の大学による小型衛星が数多く打ち上げられ、様々な超小型衛星部品が実証された。また国内衛星メーカーも超小型衛星の開発を進めつつある。これらの成果を効率的に取り込み、我が国初の低軌道衛星群の開発・運用に必要な技術成熟度を調査・検討し、早期にプロジェクト化するための検討を行う。

一方米国では、Skybox ImagingやPlanet labsのように、超小型衛星やCubesat衛星群による商業衛星画像ビジネスが進展中であるが、未だ我が国では三軸姿

勢制御のCubesatは実証されていない。

将来、三軸姿勢制御超小型衛星バス技術が獲得できれば、低軌道地球観測衛星バスとして様々な分野の観測が低コスト・高頻度で実施することが可能となり、様々な宇宙科学・地球観測の分野で飛躍的な進展をもたらすことが期待できる。

4. おわりに

JAXA の小型科学衛星はシリーズ化ができなくなり、地球観測も SLATS を除けば1トン超の中型衛星計画しか存在せず、低軌道宇宙環境データの空白が生じるのみならず、ミッション実現機会は限定された分野に留まざるを得ない。故に新規・多様なミッションの実現には、より低コストの小型・超小型衛星を活用するのが論理的帰結となる。

最初に DEMETER として打上げられた Myriade 小型共通バスは、その後も地球観測、太陽観測、宇宙科学、信号収集及びミサイル早期警戒等の様々なミッションに軍民たがわず利用されており、我が国もこれに倣うべきである¹¹⁾。

参考文献

- 1) 児玉・小山・小原・鈴木：ELMOS 小型衛星群－小型科学衛星バスによる小型地球観測衛星のシリーズ化に向けて－，日本航空宇宙学会 第 43 期 年會講演会，2012
- 2) 児玉：ELMOS Constellation の現状と展望，第 57 回宇宙科学技術連合講演会講演集，2013
- 3) 児玉：第 22 期学術の大型研究計画に関するマスタープラン報告，第 26 回 MTI 研究会集會報告，2014.5.1
- 4) The Space Economy at a Glance 2014, OECD calculations based on Scopus Data, Elsevier, April 2014
- 5) 新「宇宙基本計画」(素案)に対する会員の意見，日本航空宇宙学会，2014.12.4
- 6) 松本：宇宙機の設計のための宇宙環境，第 3 回宇宙学セミナー，京都大学，2015.5.8
- 7) 小原：宇宙活動の安全安心を目指して，學士會會報 No. 915, 2015
- 8) 鴨川：地震の短期予測の現状と評価～電磁気学的観測，地震予知連絡會會報第 91 卷，2014
- 9) 小山：電離層の DC プローブ計測と最近の成果，プラズマ・核融合学会誌 81(7), 482-523, 2005
- 10) 地震が電離層に及ぼす影響を「ひのとりの」データで研究，ISAS トピックス，2008.12.4
- 11) https://myriade.cnes.fr/en/MYRIADE/GP_missions.htm