

# 小型・超小型衛星群による大気圏－電離圏総合観測

児玉 哲哉 (宇宙航空研究開発機構)、小山 孝一郎 (九州大学)

Comprehensive Observation of the Atmosphere-Ionosphere by small and microsatellite constellation  
Tetsuya Kodama(JAXA), Koh-Ichiro Oyama (Kyushu University)

key words: small satellite, microsatellite, constellation, atmosphere, ionosphere

## Abstract

Today, Japan's space policy focuses on industrial promotion and national security, and fundamental research such as earth observation and space science tends to be largely neglected. In this situation, it is concerned that we will lose international competitiveness and weaken our space development base. It will be also harmful for industrial development and national defense in the long term. One solution for budget reduction is to continue various missions by microsatellites.

## 1. 我が国の宇宙“開発”環境

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<sup>1)</sup>。

## 2. 地球観測コミュニティの動き

地球観測に関わる学問分野の断片化を防ぎ、その総合化を図ること等を目的として、「タスクフォース・リモートセンシング分科会 (TF)」が2013年に設立された (代表幹事: 安岡善文東大名誉教授)<sup>3)</sup>。

TFは23の学会からの参加により、衛星による地球観測の将来計画に関する様々な案件に関するボトムアップの議論を行い、提言や幹事会声明を発出してきた。

2015年末に、TFの2つのワーキンググループの一つである「地球科学研究高度化ワーキンググループ (主査: 中島映至)」は、世界各国の地球観測計画を分析し、具体的なTFとしての工程表案あるいは戦略室案への意見形成を行うこととなり、筆者はGPS掩蔽・電離圏分野を執筆した<sup>4)</sup>。

しかしながら2016年3月の会合で、今回は分析に留め、提言は今後に譲ることとされた。

## 3. 諸外国の超小型衛星動向

NASAではCubesat Initiativeの基に様々な技術実証・科学利用を実施しており、近年JPLはRainCubeと称する6Ucubesatによる降雨観測を実現しようとして

いる<sup>5)</sup>。NROでも超小型衛星による技術実証を実施している<sup>6)</sup>。

## 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らざるを得ない。故に新規・多様なミッションの実現には、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。

しかし我が国の宇宙政策が基礎科学・基盤研究を軽視続ければ、長期的には産業振興はもちろん安全保障にも有害となるであろう<sup>7)</sup>。

## 参考文献

- 1) 児玉・松本・小山, ELMOS 小型衛星群の現状と展望, 第12回宇宙環境シンポジウム, 2015
- 2) 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
- 3) 「タスクフォース会合・リモートセンシング分科会 (TF)」の活動と今後の展望, リモートセンシング分科会・実利用連絡会, 平成28年1月29日
- 4) 報告書「地球観測の将来構想に関わる世界動向の分析」, 地球観測 TF 地球科学研究高度化 WG, 2016.5.31
- 5) 例えば [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/cubesats/](http://www.nasa.gov/mission_pages/cubesats/)
- 6) NRO adds cubesats to its fleet, GCN, May 27, 2016
- 7) Kodama, Earthquake Prediction Research as National Space Project, 31st ISTS, 2017 (submitted)

### 地球観測生存戦略：小型・超小型衛星群による電離圏－大気圏－地圏－海洋総合観測

重要な科学的課題⇒地球科学最後の聖杯である地震予知<sup>1,2,3,4,5</sup>・そのためには先行現象の徹底的検証が必要不可欠<sup>6</sup>・国際的に地上－衛星連携観測が主流となっている<sup>7</sup>

日本の強みを活かした⇒国際的に評価された電離圏研究者・電離圏計測技術&GPS掩蔽観測×内閣府最先端研究開発支援プログラムで生まれた超小型衛星の機運<sup>14</sup>

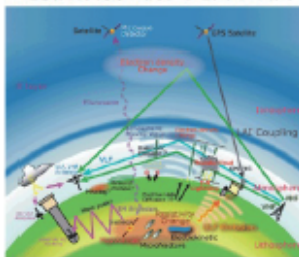
- 我が国が実施した地震フロンティア研究により国際的に研究進展、IUGGにEMSEV設立<sup>8</sup>
- CNESの地震電磁気観測衛星：DEMETERによる統計的な先行現象の報告<sup>9</sup>・中国は中国地震局主導でイタリアと協力し地震電磁気観測衛星群を構築予定<sup>10</sup>
- 我が国の（予知という言葉が消えた）地震予知研究計画にも大学連携で電磁氣的観測が進展中<sup>11,12</sup>
- 地震電離圏先行現象が立証されればプレートテクトニクスの出現に匹敵する地球科学上の大発見につながる<sup>13</sup>

- GNSS掩蔽観測：我が国が獲得すべき小型・安価・高精度な地球観測計測技術<sup>15</sup>・既に気象予測精度の改善に実用されており<sup>16</sup>、各種コミュニティが要望<sup>17,18,19,20</sup>
- 電離圏計測技術：国際標準電離層WGからも要望される高精度プローブ<sup>21</sup>
- 宇宙環境計測：衛星開発の基礎データ。ALOS-2以降TEDAが搭載されなくなりデータの継続性が危ぶまれる。近年は安全保障（SSA）という観点も<sup>22</sup>
- GNSS海面反射による海洋研究<sup>23</sup>・NASAはハリケーン進路予測にCYGNSSというGPS海面反射観測小型衛星群を今年打上げ<sup>24</sup>

#### 地震先行現象プロジェクト

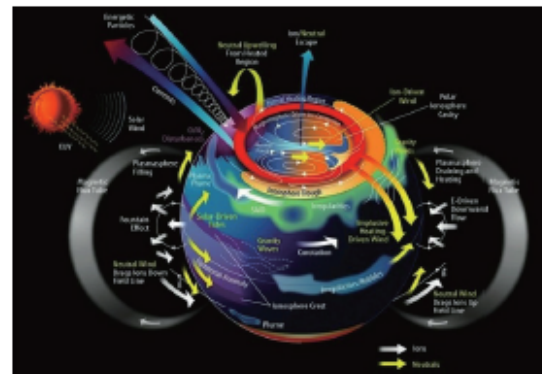
#### 萌芽的ミッションの例

- ・小型衛星群による電磁気学的地震先行現象事例収集
- 観測項目：電子密度、電子温度、VLF帯電波強度等
- ・地表観測との連携
- ULF、VLF、LF、VHF帯およびGPS地上観測網との連携
- テストフィールドの構築（東海、北海道、近畿さらには台湾など）
- ・地震先行現象に関する地圏・大気圏・電離圏結合仮説の実証



#### 上位目標

短期・直前予知に資する地震電磁気現象の解明（地震前大気圏・電離圏変動の立証）ならびに地球科学における新たなパラダイムの確立



衛星リモートセンシングの可能性とS-NETへの期待 (中須賀, 2014)

信頼できる地震先行現象の検証⇔大気圏－電離圏変動の総合理解＝まさに Earth System Science

有効な我が国の衛星計画⇒小型・超小型で多様なミッションを実現し、

#### ロケット・宇宙科学・地球観測・相乗り衛星の全分野で良い循環

- 10年に1度の数百億衛星より1年に1度の数十億規模の衛星<sup>25,26</sup>
- 宇宙政策が安全保障・産業振興にシフトしていく現状では、小型・超小型が論理的解<sup>27,28</sup>
- IGS10機体制により人材は更に偏在（もともにもずには絵に描いた餅を作るしくみが必要）<sup>29,30</sup>

もしそんなしくみができるなら

ミッションを背負った・提案コミュニティ間の相互評価による・オープンなミッション選定を実施<sup>31,32,33,34,35,36,37</sup>

報告書「地球観測の将来構想に関わる世界動向の分析」参照

<http://www.jsprs.jp/pdf/TF20160531.pdf>