

## 編隊飛行衛星による磁気圏尾部の連携観測アルゴリズムの研究

# 福原 直毅 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]; 小嶋 浩嗣 [2]  
[1] 金沢大; [2] 京大・生存圏

### Study on co-operational observation algorithm by formation flying satellite in magnetotail

# Naoki Fukuhara[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]; Hirotsugu Kojima[2]  
[1] Kanazawa Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.

Recent years, multi-point observation using multi-satellites is a mainstream of in-situ measurements of the Earth's magnetosphere. The SCOPE mission is a Japanese future mission to investigate the multi-scale plasma physics in the magnetosphere.

We made a feasibility study to propose a co-operational observation system using inter-satellite communication to achieve more effective in-situ measurements. In the conventional satellite operation system, an optimal observation plan is determined according to the prospected orbit, while we propose a co-operational observation under the direction of mother satellite according to the observational reports from daughter satellites in semi real time. Owing to this method, it is expected that the formation-flying satellites can adapt dynamic change of observation environment caused by time and spatial variation of the magnetosphere. However, it should be also taken into account the failure of autonomous control conducted by the onboard software which may cause a bad influence to observation result. In the present study, we evaluate the decision making algorithm for co-operational observation using a developed simulator.

In the simulator, we introduce a simple model of magnetosphere and orbital conditions of multi-satellites. We used orbital elements of SCOPE satellites shown in the mission proposal. Then we can predict the location of the satellites in the various regions of magnetosphere such as plasma sheet, lobe at each time step in the simulator. In the experiment, we give the order of priority to each region in advance, and mother-satellite makes a decision of optimum observation mode and broadcast the decision to all satellites according to the order of priority. We currently evaluate our proposed algorithm under the condition that the observational reports from daughter satellites are always correct. It should also be included when some of reports are false but such experiment is still beyond the scope.

It is noted that our developed simulator is flexible enough to meet a variety of simulation conditions; such as number of the satellite, communication capability, orbital elements and a model of magnetosphere. That is, the simulator is applicable to other future missions to evaluate their operation plan.

近年の地球磁気圏観測は、Cluster を筆頭に、THEMIS, MMS など複数衛星による編隊飛行観測が主流である。日本においても、異なる衛星間距離を持つ複数衛星で、マルチスケール観測を行うことで、スケール間を乗り越えて相互作用する宇宙プラズマダイナミクスの本質に迫ろうとする SCOPE 計画が検討されている。

このような背景の下、当研究グループでは、衛星間通信機能を有する複数衛星による連携観測を提案しており、その有効性を評価するための模擬実験環境の整備を進めている。従来の衛星運用では、予測軌道をもとに、衛星が観測する領域や観測条件を推定し、観測機器の最適な観測モードを事前に運用計画に取り込む方法が一般的である。それに対し本研究では、衛星間通信によって、個々の衛星の観測状態を親衛星が集約し、集約した情報をもとに、準リアルタイムに最適な観測モードを切り替える方法を検討している。このような方法を取ることで、事前の軌道予測では計画立案できなかった観測領域のダイナミックな変化に適応した観測を柔軟に行えるメリットがある反面、衛星搭載の自律制御ソフトウェアの誤判断や誤動作が観測結果に悪影響を与える恐れもあるため、両者のトレードオフについて、当研究グループで開発した連携観測シミュレータで評価を行っている。

現在我々は、磁気圏を簡単なモデルで表現し、そこに SCOPE 計画提案書に示された軌道要素に基づいて計算した軌道データを取り込んで、磁気圏尾部のプラズマシートやローブなどの特徴的な領域を、各衛星がいつ通過するかを連携シミュレータ内で再現して、連携観測動作を検証する実験環境を構築している。磁気圏の各領域には予め観測優先度を設けており、親衛星が各衛星のいる領域を把握し、優先度の高い領域に合わせて編隊飛行衛星全体に観測モード変更の指示を出すことを想定している。現在は、各衛星が飛翔する領域判定は、必ず正しいことを想定した連携観測動作の評価を行っているが、将来的には領域を誤判定した場合の連携動作の特性も評価する必要がある。

我々の開発した連携観測シミュレータは、シミュレーションの条件(衛星の数、通信容量など)を任意に変更可能であり、衛星の軌道条件も、軌道要素及び領域の構造モデルを変更することで任意のものに適応可能である。そのため、今後様々なミッションに同シミュレータを適用し、観測計画の立案・評価にも応用できることが期待される。