

## 宇宙空間電場・電波計測センサの高精度化・軽量化：新回路の開発

# 石坂 圭吾 [1]; 三澤 浩昭 [2]; 土屋 史紀 [3]; 熊本 篤志 [4]; 笠羽 康正 [4]; 小嶋 浩嗣 [5]

[1] 富山県大; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 東北大・理; [5] 京大・RISH

### Development for Next Generation Space-born Electric Field Instruments

# Keigo Ishisaka[1]; Hiroaki Misawa[2]; Fuminori Tsuchiya[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Yasumasa Kasaba[4]; Hirotsugu Kojima[5]

[1] Toyama Pref. Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.; [5] RISH, Kyoto Univ.

In order to realize the lightweight and highly precise DC/AC electric-field measurement in the magnetosphere / ionosphere for future missions, the fusion of the present receiver system “a DC/AC division type” which was established by GEOTAIL (It has been inherited by the BepiColombo/MMO) and the “DC/AC integration type” currently used in the Cluster is needed. For this objective, the floating circuit technology in an electric system, i.e., a) low noise floating power supply, b) DC/AC common broadband floating amplifier, and c) floating potential control section by the Preamp output are required.

In last year, by the circuit designs and testing of the BBM level, the electric component technology for “DC - 10MHz band observation” for future terrestrial magnetospheric mission was established. This model is used in this summer by S-520-23 sounding rocket experiment as the common preamp of “electric field and a VLF-MF measuring instrument” and “HF measuring instrument”. It is the first proof test in the space science.

The next steps of the development are for 1) Extension of the control range of “floating ground” to “+/-100 - +/-200V”, 2) Floating circuit of a “bias current circuit”, and 3) Addition of “a guard potential circuit”.

And, the development of the common technical base of lightweight and sensitive observation for the low frequency interferometer and future Jupiter mission is also included: 4) Extension of the maximum frequency to “30 - 50MHz”, and 5) The one-order improvement of the sensitivity in “10kHz or more”.

将来の地球/惑星の磁気圏/電離圏探査において軽量・高精度のDC/AC電場計測を実現するため、Geotail衛星で確立された水星磁気圏探査機MMOに受け継がれてきた現行レシーバー方式「DC/AC分割型」と、欧米で使われている「DC/AC統合型」の融合を目指した検討を進めている。

この実現には電気系におけるフローティング回路技術、すなわち a) 低雑音フローティング電源、b) DC/AC 共用広帯域フローティングアンプ、c) アンプ出力によるフローティング電位制御部、の三要素が必要である。これまで、これらの回路検討・設計・試作を行い、地球周回将来電磁圏探査計画で必要となる「DC~10MHz帯観測」の電気的要素技術を確立した。試作機は、今夏にS-520-23号機で「電場・VLF/MF帯電波計測器」および「HF計測器」の共通プリアンプ部として使用され、初の実証試験として結実する。

現在、これまでの試作で含まれていない以下の要素を包含させ、「DC~数MHz帯の高感度レシーバー」に必要な電気系開発の完了を目指している。

1) 「フローティンググラウンド」の制御範囲を「+/-100~ +/-200V」へ拡大。昨年+/-18Vで動作させたコンセプトをフライト仕様にした高電圧へ発展させる。

2) DC電場計測に不可欠な「バイアス電流付加回路」(プローブへ定電流を戻す)のフローティング回路対応化。日本のGeotail型では衛星構体GND系の100~200V動作回路で回路規模が大きい。Cluster型ではフローティング系でシンプル。国内に技術蓄積は存在しない。

3) 「ガード電位付加回路」(プローブ入力電位に対し+/-数Vのオフセット電位をもった電極を設ける)の機能追加。日本のGeotail型には存在しない。Cluster型ではフローティング電源系で動作させているが、昨年度行った予備試行ではうまく働かせることができていない。

これまで「安定動作」を優先させてフローティング回路を+/-18V系で動作させたため、上記の点は顕在化しなかった。しかし、本来、これら複雑なフィードバックを伴う本方式の「衛星構体GND系における100~200V系回路」と「フローティング系回路」の切り分けは技術蓄積がなく、解決を要する技術要素である。また、物理的に「アンテナプローブ近傍に置かれるプリアンプ部」と「デジタル処理部と統合されるメインレシーバ部」のどちらに包含するべきか、という課題もある。得失を踏まえつつ、次世代方式の最終形態を決定したい。

また、昨年度から検討が本格化してきた「地上・軌道・月面展開による宇宙低周波電波干渉計」および「将来木星周回探査」における軽量・高感度観測の共通技術基盤として、本開発へ以下の拡張を新たに開始する。

4) 上限周波数を「30~50MHz」へ拡張。

5) 「10kHz以上」における感度を一桁向上。

将来の衛星搭載機を考慮にいれ、宇宙用低ノイズDC/DCコンバータであるMDI社のノンスクリーニング部品を使用することで、DC~10kHzまでの周波数帯域で必要性能が達成されることは確認された。しかし、電子密度・温度計測、高感度干渉計観測、高感度レーザー計測には、「周波数上限の拡大」および「感度の一桁(以上)の向上」が必要である。DC~50MHz帯全域で高感度受信が可能で、かつレーダー電波送信と両立しうる、軽量・省電力受信機を開発したい。

昨年度開発の「オペアンプx1」を核としたシンプルなフローティングアンプの構成ではこの性能達成が不可能であることはわかっている。達成には、信号を分岐して低周波用アンプ(DC~100kHz)・高周波用アンプ(10kHz~50MHz)でそ

れぞれ増幅を行う必要がある。Nozomi・Seleneのプリアンプがこの構成に近いので、これをベースにした「フローティング化アンプ」の設計・BBM試作・検証を行う。