

# 宇宙機磁気試験設備への適用を目指した小型・高精度 新方式磁力計の研究開発

## 磁気試験設備概要と研究目的

＜磁気試験設備の主な目的＞

磁気試験設備(図1.2.3)では主に下記①、②の試験を実施するために最大直径15.5mの三軸ブラウンベックコイルを用いて地磁気の影響がない零磁場試験空間を構築する。

①宇宙機の磁気モーメント測定  
軌道上の衛星は磁気を帯びていると地磁気との相互作用により姿勢が乱れる可能性がある。衛星自身が帯びている磁気を測定し影響度を評価するために実施。

②宇宙機搭載磁気センサの校正  
磁気観測等のミッションで衛星に搭載される磁力計を地上で予め正確に校正するために実施。

零磁場試験空間の特性確認や供試体の磁束密度計測には設備用磁力計が使用されるが、将来の微頭磁場計測ミッションに向けた試験検証や設備周辺磁気環境の悪化対策に向け、**既設品後述よりも小型・高精度な磁力計が必要**となる。



図1 磁気試験設備全景

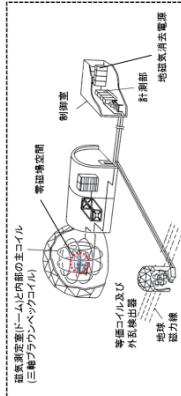


図2 コイルによる零磁場試験空間概念図

図3 磁気試験設備構成図

## 既設磁力計と新方式磁力計

### 既設の設備用磁力計

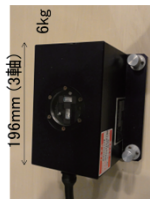
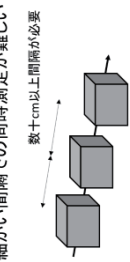


図4 既設磁力計センサヘッド部

**非常に大型**  
零磁場空間の均一度測定などに細かい間隔での同時測定が難しい



**精度・分解能に限界**  
現有品は0.1nT分解能、0.5nT精度

### 新方式磁力計

(基本波型直交フラックスゲート)<sup>1)</sup>  
九州大学笹田教授により発明



図5 新方式磁力計センサヘッド部

**非常に小型でセンサ**  
細かい間隔での同時測定が可能



**高精度、高分解能**  
新方式の動作原理で低雑音を実現

磁気試験設備へ適用できれば零磁場空間の精密評価・特性向上に寄与

## 九州大学笹田研究室との共同研究による課題の解決

本共同研究では九州大学が新方式磁力計の回路改良、JAXAが目標仕様値の設定と改良品の総合性能評価試験を担当した。

図6に示すように新方式磁力計は励磁電流に重畳させる直流成分の極性(および場合により交流成分の位相)を一定周期で切り替えることで零点安定性を向上させることができた。本共同研究では励磁電流の切り替えタイミングに同期した信号処理を導入し、動作条件の最適化を行うことで零点安定性と低雑音性の両立を実現した。

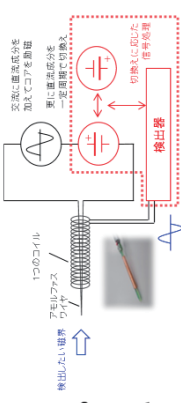


図6 新方式磁力計の概念図と改良箇所  
(赤枠内、直流通電流の切り替えに  
信号処理により零点安定性と低雑音性を両立)

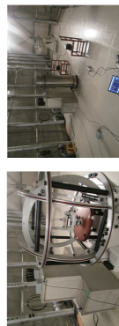


図7 総合性能検証試験の様子

総合性能検証試験は図7に示すように磁気試験設備にて実施した。雑音や零点ドリフト測定は零磁場空間内に設置した4層磁気シールド内で行った。種々の評価項目の内、本発表では主眼となる、雑音特性と24h零点ドリフト測定結果を紹介する。

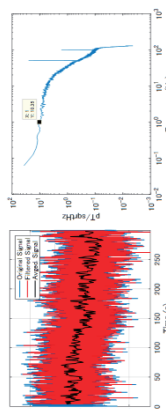


図8 時系列雑音測定結果  
(オシロスコープの信号、20Hzのローパス  
フィルタ適用後、1秒ごとの平均値整形)

図8に示すように5分の連続時系列測定において1秒平均を行った雑音波形のpeak to peakは目標の0.1nT以下を達成し、既設磁力計の仕様より2.5倍向上した結果が得られた。また図10に示すように24hの零点ドリフトについても目標の±1nT以下に収まり高い安定性も確認された。

**本共同研究を通して新方式磁力計の改良がなされ、磁気試験設備での適用可能性が示された。**

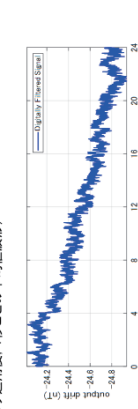


図9 雑音密度測定結果  
(図8に対するPSD解析結果)



図10 24h零点ドリフト測定結果  
(1Hzのローパスフィルタ適用後)

## 現在の取り組みと今後の展望

FY29からは九州大学よりJAXAが新方式磁力計自体の研究を引き継ぎ、実用化に向けて一部課題の解決や更なる性能向上を目指して研究を進めている。具体的には磁性体コアの材料の幅を広げ物理面から最適なものを選定するとともにコア材料に合わせた最適回路パラメータの調整方法を検討している。

新方式磁力計実用化による  
宇宙機搭載観測機器や他研究分野等への発展も期待される。

### ①地上設備での実用化

磁気試験の高度化が待て

小型・高精度な宇宙機搭載品への応用が期待

→木星探査、離陸飛行時の多磁気計測による地球の起源解明等、新発見ミッション

### ②宇宙機での適用

火山監視や海底資源調査等

他研究分野へ展開の可能性

### ③他分野・民間への展開

火山監視や海底資源調査等

他研究分野へ展開の可能性

[1] I. Sasada, "Orthogonal fluxgate mechanism operated with dc biased excitation," Journal of Applied Physics, vol. 91, no. 10, pp. 7789-7791, 2002.