

KOSEN-2R 衛星搭載用の磁気センサ基板設計と磁場勾配測定による誘導磁場除去の検討

Magnetic Sensor Substrate Design and Magnetic Field Gradient Measurement for Onboard KOSEN-2R Satellite

: Study of Induced Magnetic Field Removal by Magnetic Field Gradient Measurement

稲尾 哲哉[†] 高田 拓[†] 徳光 政弘[†]

Tetsuya INAO[†] Taku TAKADA[†] Masahiro TOKUMITSU[†]

[†] 東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科 [†] 米子工業高等専門学校 総合工学科

[†] Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

[†] National Industrial of Technology Yonago College

1. はじめに

2022 年 10 月に海洋観測データ収集 IoT 技術実証衛星「KOSEN-2」が打ち上げられたが、軌道投入に失敗し衛星が搭載されていたイプシロンロケットごと破壊措置が取られたその後、2024 年度の打ち上げを目指して、KOSEN-2R が全国 8 高専で共同開発予定である。KOSEN-2R 内には精密な姿勢制御を可能にするため、永久磁石が内蔵された DRW (Dual Reaction Wheel) 機構やコイル電流によって磁場を発生させる磁気トルカが搭載されている。これらの部品からは誘導磁場が発生するため、磁気センサに影響を与える。そこで、複数の磁気センサを用いて誘導磁場の除去を目指す。

本研究では、磁気センサのオフセット補正と磁気勾配測定による誘導磁場除去の検討を目的とした。

2. 磁気センサ

磁気センサは BM1422AGMV を使用する。また、衛星には MPU9250 という 9 軸センサを搭載する。このセンサの内部には AK8963 という 3 軸地磁気センサが内蔵されている。表 1 にそれぞれのセンサの性能を示す。BM1422AGMV は MI センサであり、ピコテスラ領域の幅広い感度を持った小型省電力が特徴の磁気センサである。AK8963 はホール素子センサでもう一つのセンサと比べて感度が低い。センサは Raspberry Pi 4 に接続し、I²C 通信で制御を行った。プログラムは Python3 で記述し、取得データは 3 軸成分を CSV 形式で保存する。

表 1. 各磁気センサの性能

型番	種類	測定レンジ	分解能	動作温度
BM1422AGMV	MI センサ	$\pm 1200 \mu\text{T}$	$0.042 \mu\text{T}/\text{LSB}(12/14\text{bit})$	$-40 \sim +85^\circ\text{C}$
AK8963	ホール素子	$\pm 4900 \mu\text{T}$	$0.6 \mu\text{T}/\text{LSB}(14\text{bit})$	$-30 \sim +85^\circ\text{C}$
			$0.15 \mu\text{T}/\text{LSB}(16\text{bit})$	

3. 基板

実験に使う磁気センサ基板には KOSEN-2 用に製作されたものを使用した。図 1 に使用した基板のパターン図を示す。なお、衛星内での取り付けやハーネスを整理するため、今後基板の改良を行う予定である。

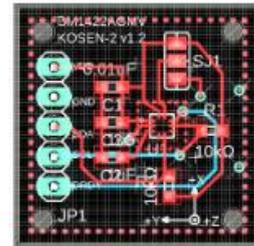


図 1 磁気センサ基板のパターン図

4. 校正実験

回転台に箱、その上にセンサ基板を置き、約 0.4 rad/s の角速度で回転させ、1 秒間隔でデータを取得した。図 2 に得られたデータのグラフを示す。

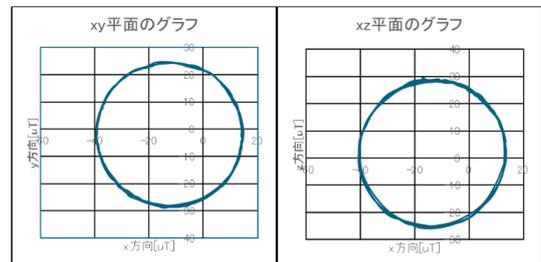


図 2 センサ回転時各平面の磁場成分グラフ

グラフから読み取れるように、円の中心が原点からずれてしまっているため、以下の計算を行う。

x_0 : 中心の x 座標, y_0 : 中心の y 座標, r : 円の半径, x : x 座標の実測値, y : y 座標の実測値, n : データ数

$$x' = x - x_0; (1), y' = y - y_0; (2), \Delta x = x' - \sqrt{r^2 - y'^2}; (3), \Delta y = y' - \sqrt{r^2 - x'^2}; (4)$$

$$X = \Delta x^2; (5), Y = \Delta y^2; (6), \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X}{n}}; (7), \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Y}{n}}; (8), \sigma = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}; (9)$$

x_0, y_0, r の 3 つのパラメータを変動させ分散 (σ) が最小になるように調整し、オフセットを求める。

5. 今後の展望

今後は得られたデータをもとに、プログラムでのオフセット補正と、複数の磁気センサを使用した磁場勾配測定による誘導磁場の除去を目指す。

6. 参考文献

- [1] 徳光ほか、第 66 回宇宙科学技術連合講演会、4E12、2022
- [2] 徳光ほか、第 67 回宇宙科学技術連合講演会、3B01、2023