

グローバル地磁気観測の現状と近年のKakiokaの取り組み

浅利晴紀 (気象庁地磁気観測所)

Current situation of the global magnetic observations and Kakioka's actions in recent years

Seiki Asari (Kakioka Magnetic Observatory, JMA)

人工衛星観測とその解析の到達、および人工衛星観測に対する地上定常観測の今日的な位置づけを議論する。併せて、国際観測網の発展に貢献するため柿岡が現在進めている取り組みを紹介する。

Reviewing the present-day geomagnetic observations by the global network of ground-based stations and modern satellites, we discuss the current position and relative significance of the station magnetometry. We also present Kakioka's recent challenge in an aim to extend the international magnetic observatory network.

小セッション「国内機関による地磁気観測の現状
ーマルチスケールな地磁気現象の更なる理解へ向けてー」

グローバル地磁気観測の現状と 近年のKakiokaの取り組み

浅利 晴紀 (気象庁地磁気観測所)



グローバル地磁気観測

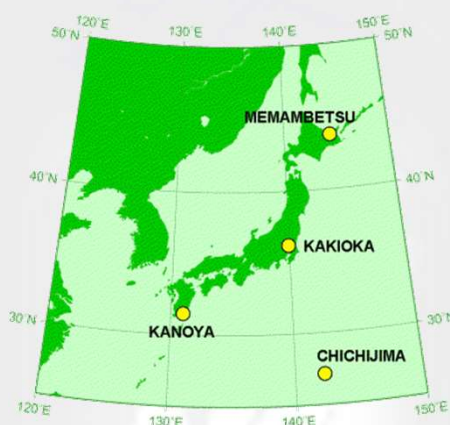
1. 地表定常観測
2. 人工衛星観測
3. 柿岡の取り組み



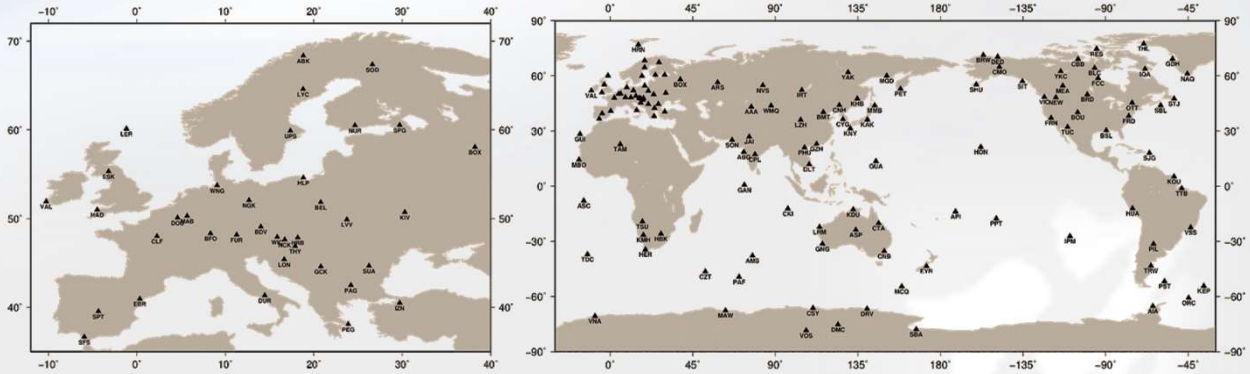
USGSの広報用資料より

定常観測施設

| | 柿岡 | 女満別 | 鹿屋 | 父島 |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 磁気緯度 | 28.00° | 35.96° | 22.56° | 19.11° |
| 毎分値 観測精度 基準 | 0.3nT または 0.03' | 0.5nT または 0.05' | 0.5nT または 0.05' | 1.5nT または 0.15' |
| 常駐職員 | 有 | 無 | 無 | 無 |
| 絶対観測の 頻度 | 毎週 | 隔週 | 隔週 | 3ヶ月毎 |
| 磁気儀 | DI-72 | THEO 010B | THEO 010B | THEO 010B |
| スカラー 磁力計 | オーバー ハウザー GSM90 | オーバー ハウザー GSM90 | オーバー ハウザー GSM90 | オーバー ハウザー GSM90 |
| ベクトル 磁力計 | 高感度 フラックス ゲート FM10 | 高感度 フラックス ゲート FM10 | 高感度 フラックス ゲート FM10 | フラックス ゲート MB162 |



INTERMAGNET指定観測所(IMO)



IMO認定要件

精度(毎秒・毎分) **5 nT**
 長期安定性 **5 nT/年**
 さらに
高頻度の絶対観測(推奨：毎週)

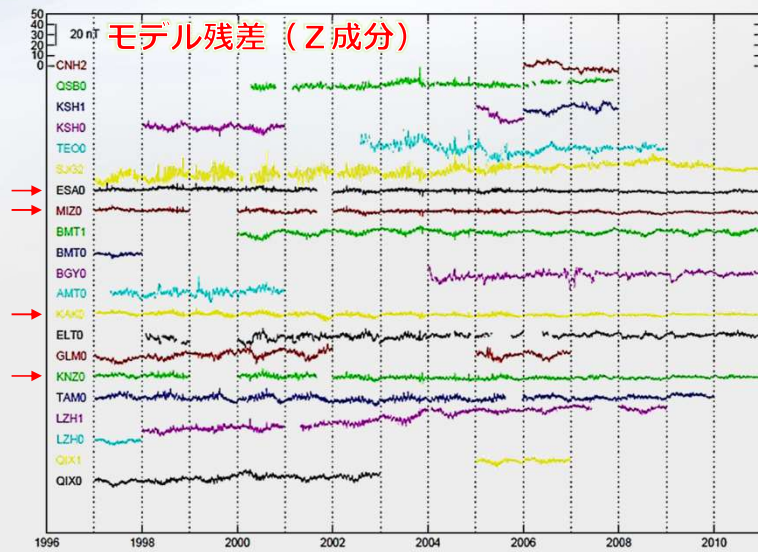
IMO数：**134** 点
 加盟機関：**60**機関
 (**41**カ国)
 2019.02時点

気象庁のIMO



柿岡 1992~
 女満別 1994~
 鹿屋 2002~

長期安定性の国際比較



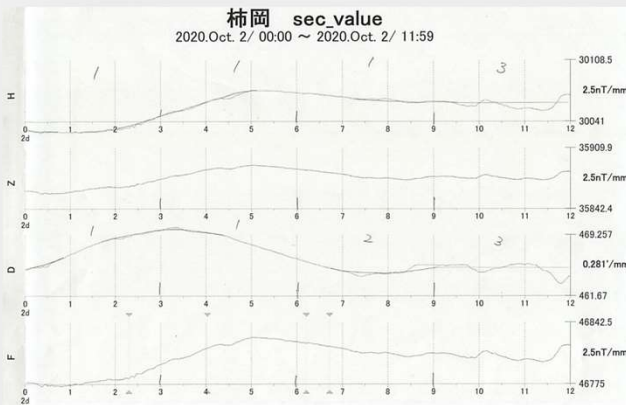
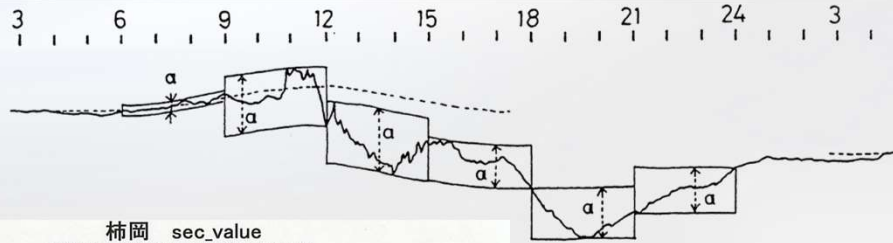
地表定常観測比較評価

Macmillan & Olsen (2013)

The residuals in the vertical direction (Fig. 7) highlight further data problems, for example the drift in LZH1 data (Lanzhou, China). In contrast, the residuals for the **Japanese observatories** in this plot (ESA0–Esashi, MIZO–Mizusawa, KAK0–Kakioka and KNZ0–Kanozan) indicate **excellent data quality**.

Fig. 7. Time series of residuals in the vertical direction for mid latitude observatories.

K指数



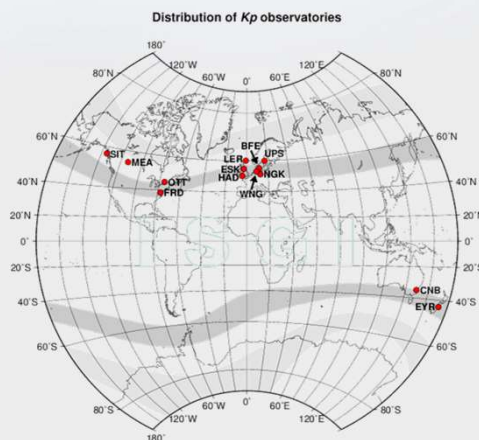
| 女漢別 | 柿岡 | 鹿屋 |
|-------|-------|-------|
| MMB-H | KAK-H | KRY-H |
| MMB-D | KAK-D | KRY-D |

6

Planetary or Mondial K指数

Kp指数 (ap指数)

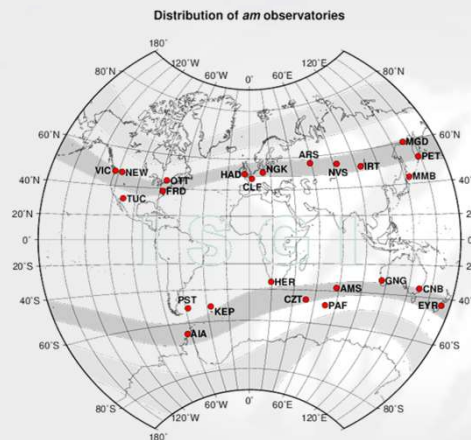
算出：GFZ(ドイツ地球科学研究センター)
期間：1932~



ISGIのHP(<http://isgi.unistra.fr/>)より

Km指数 (am指数)

算出：ISGI (国際地磁気指数事業)
期間：1959~



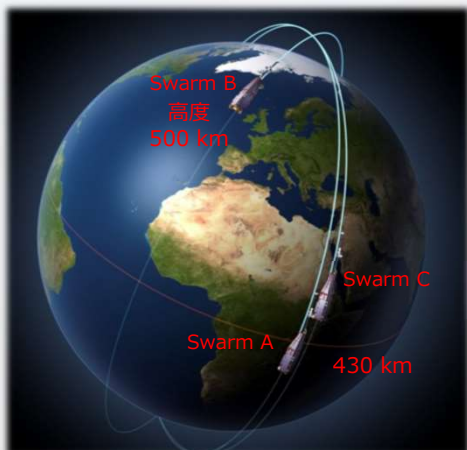
2020年度 Conductivity Anomaly 研究会

7

人工衛星を用いた地磁気観測



swarm (スウォーム)



<https://earth.esa.int/> による画像に加筆

| 開発・運用 欧州宇宙機関 | |
|--------------|--|
| 打上げ | 2013年 11月 |
| 軌道 | 準回帰極軌道 |
| 周回時間 | 90分 |
| 回帰日数 | 4日 |
| 高度 | 500 km (Swarm B) 430 km (Swarm A/C) |
| 磁力計 (1Hz) | 光ポンピング全磁力計 三軸フラックスゲート変化計 |

2020年度 Conductivity Anomaly 研究会

8

Swarm磁力計

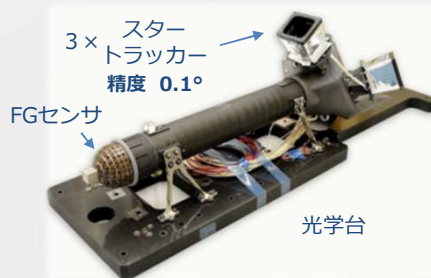


スカラー磁力計 (⁴He光ポンピング)

精度 <0.3nT
レンジ 15000-65000nT

Vector Modeもあり！

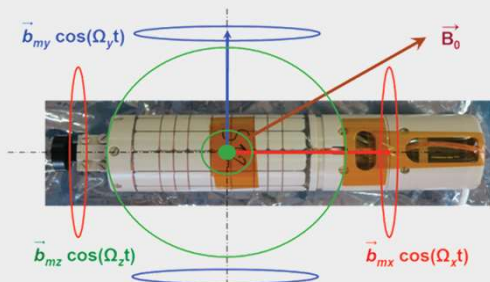
フランス国立宇宙研究センター (CNES)



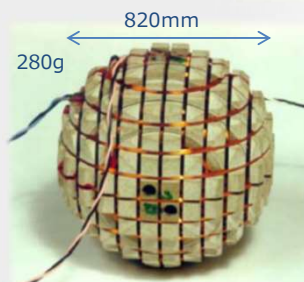
3× スター
トラッカー
精度 0.1°

FGセンサ

光学台



<https://earth.esa.int/> より



小型球形コイル フラックスゲート磁力計

精度 <0.5nT
レンジ ±65536nT
サンプリング 50Hz

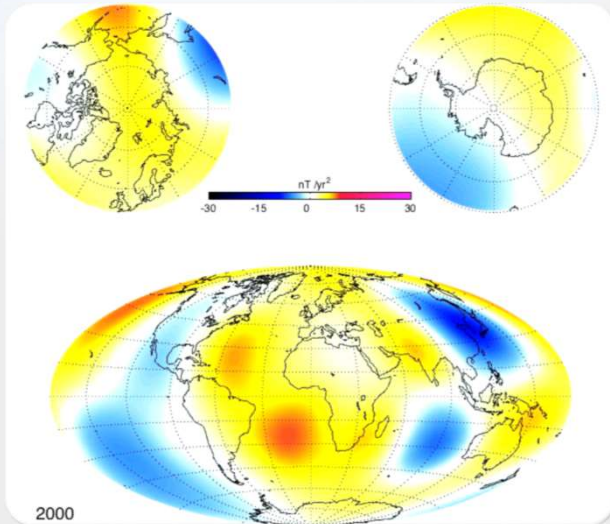
デンマーク国立宇宙センター (DTU Space)

2020年度 Conductivity Anomaly 研究会

9

衛星主磁場モデルCHAOS

全磁力の加速(2階微分) d^2F/dt^2



2000

<http://www.spacecenter.dk/files/magnetic-models/CHAOS6/> より

デンマーク
国立宇宙センター



地球主磁場とその永年変化モデル

人工衛星 + 160カ所の地表定点データ

柿岡 女満別 鹿屋 父島

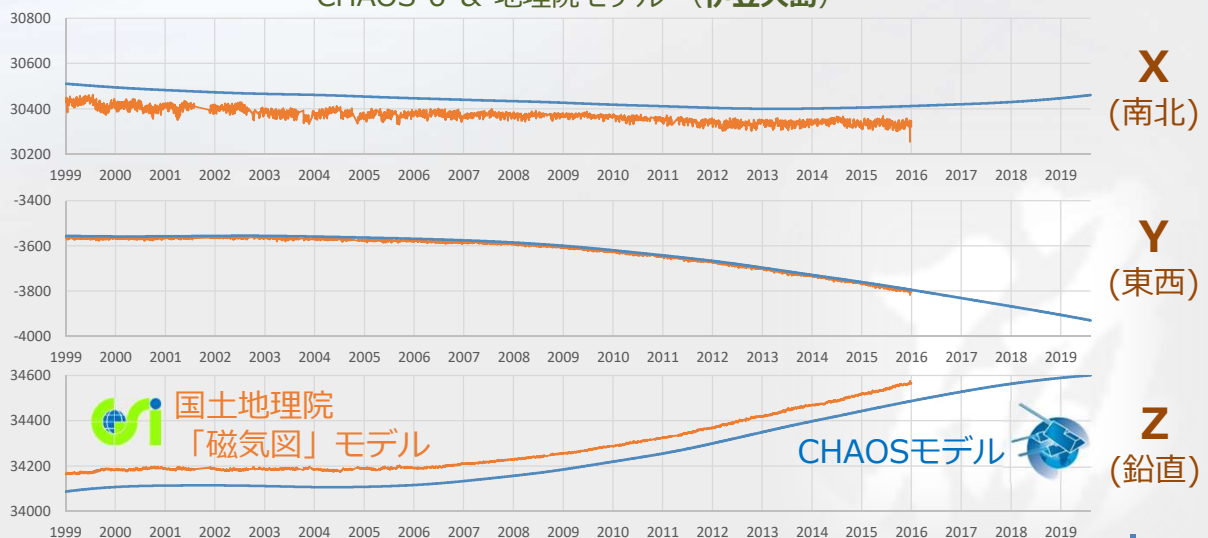
| | | |
|-----------|---------------------|-----------|
| CHAOS | (1999.03 - 2005.12) | ↓ 随時更新 |
| ⋮ | ⋮ | |
| CHAOS-7 | (1999.03 - 2018.12) | |
| CHAOS-7.1 | (1999.03 - 2019.04) | |
| CHAOS-7.5 | (1999.03 - 2020.12) | |

2020年度 Conductivity Anomaly 研究会

10

地域モデルとグローバルモデル

CHAOS-6 & 地理院モデル (伊豆大島)



国土地理院
「磁気図」モデル

CHAOSモデル



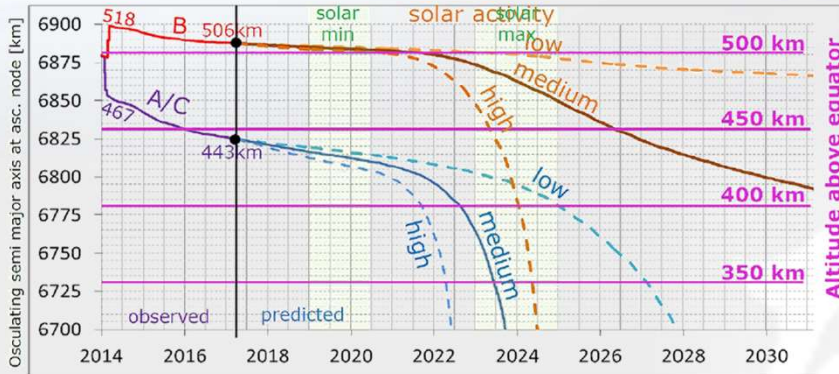
提供：国土地理院測地部

2020年度 Conductivity Anomaly 研究会

11

人工衛星観測の展望

SWARM高度 (image credit: ESA)



2024年 (太陽活動周期Cycle25の極大期) 辺りまではミッション持続か(?)

永続的な衛星観測に期待！

目下、IPGPほか仏機関が**低コスト小型衛星NanoMagSat**を開発中

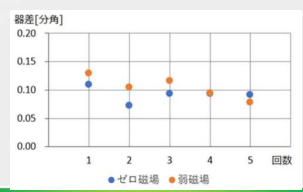
絶対観測の新方式



従来の「**ゼロ磁場方式**」

B=0の方位に
測定軸をぴったり
合わせないとならない

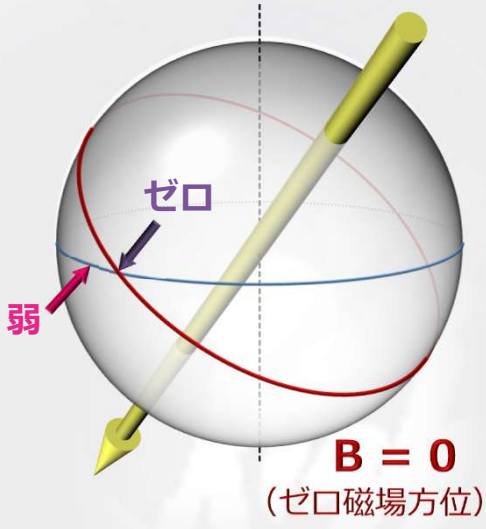
“Certain proficiency” required!!



「**弱磁場方式**」

B=0近傍の
任意の方位でOK

心技体の負荷 Low
習得スピード High
ミスの頻度 Low

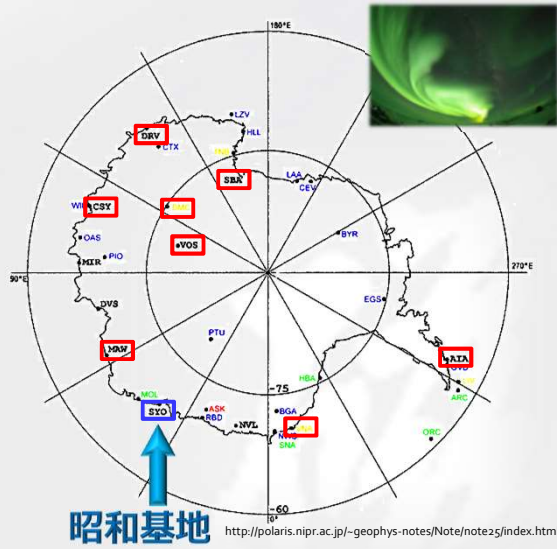
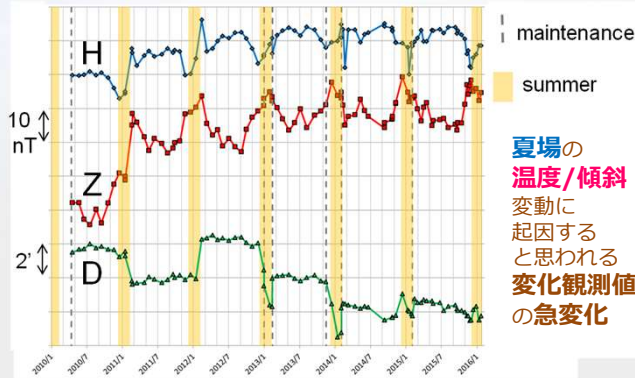


地磁気観測所ニュース No. 73

令和2年(2020年)6月

- 1 研究費のご挨拶
- 2 令和2年度 地磁気観測所 調査研究計画
- 2 令和2年度 調査研究成果のヒックス
- 2 一人ひとりの観測の大切さ(観測データの重要性)
- 3 観測技術研修のための外出出張
- 5 トロワニオンツツ地磁気観測所
- 6 研究発表:講演会
- 7 論文等
- 7 人事異動

南極計画



お任せ下さい



62次越冬隊 (2020.12 - 2022.02)
地磁気絶対観測の毎週化計画
長期的に安定した絶対値決定へ
「弱磁場方式」の導入

おわりに

衛星時代の地上定常観測の位置づけ

- » 地上が「主」 衛星が「補」

地磁気の観測所の抱える問題 (世界共通)

- » 観測所周辺の磁気的環境の悪化
- » 磁気儀のメンテナンス技術の継承
- » 絶対観測の自動化 「遥か彼方の見果てぬ夢」

柿岡は技術協力をお受けします

- » 磁力計・磁気儀の器差測定をお受けします
- » 観測の依頼出張もお受けすることがあります

