

令和 8 年度 地磁気観測所 調査研究業務 計画書

重点課題

- 電磁気による火山活動評価の業務実装と
運用高度化に関する調査 … 1

基礎課題

- 地磁気観測施設の構内における各観測点の
地磁気変化特性に関する調査（その 6） … 13
- 地磁気嵐の自動判別に向けた調査（その 4） … 15
- 画像解析による光学式セオドライトの目盛読み取り … 16
- 地磁気絶対観測における新方式磁力計の導入調査 … 18
- Solar Flare Effect(SFE)の自動検出に向けた基礎調査 … 19
- 南極昭和基地の地磁気データの品質改善 … 21
- 女満別観測施設構内における融雪期の全磁力変化 … 23
- GNSS 真方位観測の業務化に向けた調査 … 24
- インターマグネットへのリアルタイムデータ
送信プログラムの開発 … 26
- 表層磁気モデルによる全磁力変動の調査 … 27

2026 年 5 月

地磁気観測所

[調査研究の種別]：重点課題

[課題名]：地磁気による火山活動評価の業務実装と運用高度化に関する調査（令和 8～10 年度）

[担当者]：○浅利 晴紀、森永 健司、海東 恵美、増子 徳道、吉武 由紀（技術課）、平原 秀行、星野 博司、長町 信吾、有田 真、北山 拓、下川 淳、櫻井 友己、真家 萌、土屋 音緒（観測課）、飯塚 ふうな（網走地磁気観測連絡事務所）

[概要]：

地磁気観測所（以降「当所」）では、気象庁における火山活動の監視および評価業務の高度化への貢献を目的として、1990 年代より、地磁気観測を中心に、MT 法^{*1} や自然電位観測^{*2} を組み合わせた電磁気的手法による観測を実施してきた。その後、平成 26 年に発生した御嶽山の水蒸気噴火災害では、直前まで地震や微動などの観測において明瞭な前兆を把握することが困難であったことから、火山噴火予知連絡会では地磁気観測および火山ガス観測を含む多項目監視の重要性が指摘された^{*3}。これを受け、気象庁では水蒸気噴火を起こす火山に対する有効な監視手法の一つとして地磁気観測を位置付け、その強化が図られることとなった。当所では雌阿寒岳、草津白根山、伊豆大島、阿蘇山（当所 4 火山）で全磁力連続観測を従前より行っていたが、平成 27 年度以降、樽前山、吾妻山、安達太良山、御嶽山、九重山、霧島山（本庁 6 火山）においても全磁力連続観測装置が地震火山部により整備された^{*4}。これに伴い、地震火山部の地磁気解析係とも連携し、地磁気観測により火山体内の熱的状态の変化を捉える技術の開発に一層注力することとなった。

御嶽山噴火を受けた地磁気観測体制強化の流れの中、当所では地磁気観測による火山監視・活動評価技術の高度化を推進するため、令和 7 年度までに三度の 3 か年計画を実施してきた。その基本的な方針は、「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方（提言）」（平成 30 年）に従い、「a. 技術開発」と「b. 利活用の促進」を両輪としている^{*5}。第 1 期と第 2 期においては「a. 技術開発」に専念し、第 3 期に入って「b. 利活用の促進」に乗り出した。

以下は、各期における成果概要である（各火山における定常観測によるデータ蓄積は元より含む）。

第 1 期（平成 29 年度～令和元年度）：

- a. 蓄積した全磁力連続観測データにおいて熱消磁相当の変化の検出^{*6,7}
- a. 繰り返し観測データから熱消磁源の位置・強度を推定^{*6,7}
- a. 短周期 DI 効果の補正手法を連続データへ適用とその有効性実証^{*8,9}
- a. 人工衛星主磁場モデルを用いた長期 DI 効果の補正手法の考案と有効性の検証^{*10,11}

第 2 期（令和 2～4 年度）：

- a. フーリエ回帰を用いた年周変化成分の補正手法の開発
- a. （長期 DI 効果の補正に必要となる）簡易偏角伏角計による試験観測と理論構築^{*12}
- a. 全磁力連続観測を用いた熱消磁源の時間的な発展の推定^{*13}
- a. 草津白根山の新規参照点の設置計画の検討と地点選定の開始

第 3 期（令和 5～7 年度）

- a. 草津白根山の新規参照点（シズカ山参照点）設置と試験運用開始
- a. 簡易偏角伏角計の試作機製作
- a. 拡張カルマンフィルタを用いた熱消磁源の時間発展推定法の開発^{*14}
- b. 連続データの自動ノイズ補正と監視システム（VOIS4）への自動提供基盤の構築^{*15}
- b. 火山監視・警報センター（火山現業・機動班。評価班）への相談対応

第1~3期に得られた「a. 技術開発」の各成果は、第3期に内製した自動ノイズ補正処理に実装されている。補正済みの毎日値データが現行の火山監視情報システム（VOIS4）へ自動提供されることで、各センターの監視業務における地磁気データの利便性が高まり「b. 利活用の促進」に大いに寄与するようになった。ただし、長期DI補正の実装については、簡易偏角伏角計の完成と、全磁力観測点における実際の偏角伏角測定を待つ必要がある。

令和8年度から始動する3か年計画（第4期）では、各センターが保有する地磁気データの「b. 利活用の促進」を課題の中心に据え、その推進に注力する。具体的には、

- ・ 未実装であった長期DI効果の補正を自動補正処理に新たに組み込むとともに、第3期に導入済みの自動補正処理についても継続的な精査・改良を行う。これにより、地磁気データの自動処理・提供基盤が一旦完成する。
- ・ 長期DI補正の実装に伴い、全磁力データに含まれる長期トレンドをより正確に把握できるようになり、熱消磁源の推定における決定精度向上が期待される。
- ・ 熱消磁源の時間発展モデリングの自動化を実現し、火山体浅部における熱的状態の推移をイメージングすることで、従来の「消磁傾向」「帯磁傾向」といった定性的評価にとどまらない、よりの確な火山活動評価に資することを目指す。
- ・ 一方で、第4期の期間中には、本庁6火山および草津白根山・伊豆大島における連続観測装置の更新整備が予定されている。更新にあたっては、装置の強靱化・安定化を図り、障害に起因する欠測の低減を推進する。

第4期計画の完了により、第1期から掲げてきた開発目標である「地磁気による火山監視および活動評価の高度化」が達成される。噴火警戒レベル判定の解説資料に地磁気に関する記述を組み込むことで、地震火山部の中長期計画にも位置付けられている「地磁気観測の業務化」も実現することとなる。なお、当所4火山のうち草津白根山については、地磁気が既に噴火警戒レベル判定基準の一項目として位置付けられている。また、本庁6火山のうち、吾妻山、九重山および霧島山についても、判定基準の解説資料において地磁気に関する記載がなされており、地震火山部においては一定程度の業務化がなされているとの見方がある。このため、地磁気観測・評価の業務化実現を目指す対象は、基本的にはこれら以外の5火山（雌阿寒岳、伊豆大島、樽前山、安達太良山、御嶽山）とする。この取組を、本計画の終了時点（令和10年度末）の最終目標とする。

[具体的な計画と達成目標]：

前節の目標の達成のため、令和8年度から10年度にかけて実施を計画している調査研究・開発項目は多岐にわたる。整理のため、次のカテゴリⅠ～Ⅴに分類する。

Ⅰ. 定常観測

Ⅱ. データ処理技術開発

Ⅲ. 測器開発

Ⅳ. 利活用の促進

Ⅴ. その他

「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方（提言）」の2大方針「a. 技術開発」「b. 利活用の促進」においては、Ⅰ～Ⅲが前者のサブカテゴリとなり、Ⅳは後者に相当する。以下、カテゴリ別の施策を示す。また、各カテゴリの概念的な目標を図1に示す。

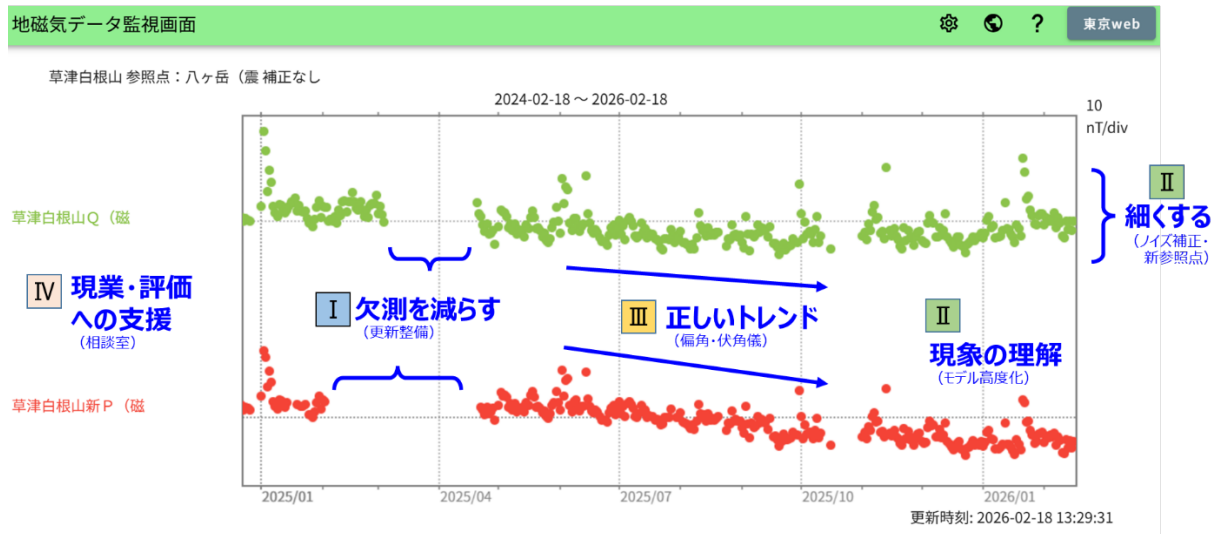


図1 VOISに自動提供された草津白根山データのプロット例。

各カテゴリの目標を概念的に示すため、プロットの特徴を踏まえて書き込んでいる。

I. 定常観測

○事務局（計画の進捗管理と事務運営）

定常観測の継続、ならびにデータおよび事例の蓄積は、調査研究の遂行上、第一に必要な要素である。これに伴い、事務局としての作業（観測の運営、装置の保守・修理、物品管理、文書管理、庁内および部外機関への資料提出、業者への対応、データベースの整理・更新・整備、ならびに予算要求に関する事務）についても業務遂行の上では不可欠である。一方、これら作業は調査研究に深く関連するものではあるが、原則として「研究」としての成果報告においては直接の対象とはならない。以下、本計画書では調査研究（観測および評価に係る技術開発）の要素に重点を置いた計画を述べる。

○観測装置の改善（障害要因への耐性強化による観測安定化、再配置による熱源への高感度化）

最終目標である業務化を実現するためには、まず欠測を極力排除することが重要である。観測および通信における障害は、これまで当所4火山および本庁6火山の双方においてたびたび発生しており、業務化に向けた大きなハードルとなっている。前者のうち草津白根山および伊豆大島については令和9年度に、後者については3か年に分けて、2火山ずつ更新整備が実施される予定である（令和8年：樽前山・吾妻山、令和9年：御嶽山・霧島山、令和10年：安達太良山・九重山）。これらの更新に当たっては、従前に頻発していた障害事例を整理し、判明している脆弱性を低減・解消する設計を導入することが肝要である。特に、火山ガスによる制御部の腐食及び雪解け期における観測装置の水没は、欠測の主因となっていることから、重点的な対策が必要である。

更新整備に当たっては、過去に顕在化した障害事例を体系的に整理し、装置および設置環境における弱点を把握した上で、その克服を目的とした装置の強靱化を仕様として明確に定める。併せて、製作および現地取り付けの各段階において適切な監督を行うことにより、従前の課題の解消と観測の安定化を図る。

また、既存の観測点のうち、一部については更新整備の機に再配置を行う。現行装置による観測の蓄積から、これらの観測点には、観測点近傍の局所的な熱源の影響を受けている、あるいは火口直下に想定される典型的な熱消磁源からの距離が大きく、火山活動に起因する有意なシグナルを十分に捉えられていないものがあることが明らかとなっている。このため、より効果的な熱消磁源の推定および観測点配置の最適化を図るため、事前に熱消磁源を仮定したシミュレーションを実施し、その結果を踏まえて移設を要する観測点の再配置計画を策定することとする。

○地磁気を含む多項目観測データの統合評価手法の検討

地磁気による火山体浅部の状態変化のイメージングについては、令和 7 年度までに実施したモデリング技術開発（時間発展する熱消磁源のモデリング）により、一定の実現性が示された。例えば、令和 4 年の吾妻山大穴火口周辺の活発化においては、5 月から 10 月にかけて推定された消磁源の上昇に対応して、地殻変動、火山ガス、地熱域の各観測において、あたかも一連のシナリオが成り立つかのような変動が認められた^{*13,16}。また、草津白根山の湯釜直下では、令和 8 年 2 月中旬に地震活動の一時的な増加が観測され、その後、2 月下旬から 3 月にかけて、規模は小さいものの消磁を示唆する変化も観測されている。このような観測項目間のエピソード的な連動性（或いは相補性）については、他にも報告例があり^{*17,18}、多項目の観測データを総合的に解析することにより、火山体内部における熱活動の時間発展を示唆できる可能性がある。そこで、過去の活動的な時期を対象とし、地磁気観測と他の観測項目との対応関係について、各管区の火山監視・警報センター（以降「センター」）による火山活動評価を参考にしながら改めて事例調査を行い、多項目観測データに基づく総合評価手法の検討を行う。

II. 地磁気観測データのノイズ低減

○地磁気毎日値の導出方法の再検討

火山における地磁気の毎日値の導出については、これまで対象とするデータや目的に応じて様々な手法が適用されてきており、最適な方法として確立されたものが存在するわけではない。最も単純な方法としては、① 24 時間分の全データを用いた単純平均が挙げられる。一方で、② 夜間値のみ（例えば 15 時～18 時 UT の 3 時間）を用い、その平均値あるいは中央値を算出することで毎日値を生成する方法もある。夜間値を用いる背景には、昼間に生じる静穏日日変化や、電車に由来する人工擾乱を回避することが念頭に置かれている。ただし、②の方法によって得られた毎日値の時系列は、①によるものと比較してばらつきが大きくなる場合があることも、従来のデータ処理の結果から経験的に知られている。

毎秒値あるいは毎分値から毎日値を算出することは、ローパスフィルタを適用しつつダウンサンプリングを行う過程に相当する。実際に、前述の②の方法については、1 日未満の短周期変動に対して十分なフィルタリングが施されていないため、エイリアシングの影響を大きく受けている可能性が高いと考えられる。そこで、従前の単純平均による暗黙的なローパスフィルタではなく、周波数領域において適切なカットオフ特性を有するフィルタを設計し、これを適用して毎日値を生成することで、ばらつきの少ない毎日値の時系列を得ることを目指す。

○熱消磁源モデル推定アルゴリズムの改良と自動化

当庁では、全磁力データに基づく火山活動評価の参考として、膨張源や熱消磁源を逆推定するMAGCAP-Vにより生成されたモデル（消磁源の位置・規模）を用いている。しかし、入力データにはローカルな磁気環境変動等のノイズが含まれる場合があり、その影響により推定結果が大きく歪む事例が確認されてきた。これを踏まえ、令和6年度には雌阿寒岳を対象に、先験情報を導入した拡張カルマンフィルターによる時間発展モデルを開発し、令和7年度には吾妻山へ適用して、得られたモデルに基づき観測点配置について地震火山部へ助言を行った。

さらに、令和7年9月の雌阿寒岳ポンマチネシリ火口（96-1火口）における噴火活動に対し、連続データへ同手法を適用した結果、噴火に対応するとみられる熱消磁源の移動が推定された。また、草津白根山湯釜周辺においても、当庁および東京科学大学の連続観測データを用いた解析から、令和7年の活発化に伴い熱消磁源が強化しつつ水釜から湯釜方向へ移動したことが示され、震源分布の変化とも調和的であった*19。これらの結果から、地磁気観測により火口下浅部の熱活動の推移を具体的にイメージできる可能性が示された。

本計画では、これまでに得られた成果を発展させ、複数の候補シナリオの中からデータを最もよく説明するモデルを選定する手法の検討と、そのモデリング過程の自動化を試みる。これにより、センターにおける月例の活動評価の高度化に資する、より具体的な参考資料を提供できる見込みである。

○草津白根山のシズカ山参照点の本格運用に向けた調査

草津白根山の全磁力連続観測は、その運用開始以来、草津白根山の南方約65 kmに位置する東京大学八ヶ岳地球電磁気観測所の全磁力データを基準として、湯釜周辺の熱活動監視に用いられてきた。しかし、この差分値には外部起源の擾乱に伴う変動が大きく重畳しており、湯釜周辺における微細な火山性シグナルを抽出する上で克服すべき課題となっていた。そこで、令和3年度より草津白根山近傍に新たな参照点を設置し、そのデータを基準として用いることで、よりノイズの少ない全磁力データを生成する計画が進められた。令和7年に運用を開始した新参照点（シズカ山参照点）のデータを基準とする全磁力データは、八ヶ岳観測所を基準とした場合と比較して、外部起源由来のノイズが大幅に低減されており、火山性の微細な変化を抽出する上で非常に有用であることが示された。

一方で、シズカ山参照点は運用開始から1年に満たないため、季節性変化を含むローカルな環境要因に起因する変動特性は十分に把握されていない。このため、現時点では、当該参照点を用いた差分データにおいて、火山性変化に加えて、シズカ山周辺の季節的・環境的変動が混入している可能性を否定できない。これを解消するため、八ヶ岳観測所あるいは柿岡地磁気観測所との変化特性の差異を把握することを目的として、今後も数年規模でのデータ蓄積を継続する。さらに、シズカ山参照点の敷地内において定期的に絶対観測を実施し、地磁気各成分の短周期および長期的な変化について比較・検証を行う。これらを通じて当該参照点の変化特性が一定程度明らかになった段階で、業務化におけるシズカ山参照点の使用を本格化することとする。

III. 測器開発

○偏角・伏角の簡易型測定儀（簡易DI計）の開発

地磁気観測における偏角・伏角観測は、特に火山地域において、地質、岩石磁化、地形などの局

所的要因の影響を強く受けることが知られている。その結果、観測点ごとに偏角および伏角に局所的な差異が生じ、全磁力観測において見掛け上の不連続や差（いわゆるDI効果）として現れる場合がある。このようなDI効果に対して適切な補正を施さずに全磁力のトレンド評価を行った場合、火山活動の中長期的な推移を誤って解釈する可能性がある。しかしながら、すでに運用を開始している現行の自動データ補正・VOIS4提供基盤においては、依然として中長期的なDI効果の補正を適用できていない。そのため、火山監視における地磁気観測の業務化を実現するうえで、長期的DI補正をVOIS4へ提供するデータの自動補正基盤に実装することは、最後に残された最も重要な課題と見なされ、地磁気の業務化においては避けては通れない課題となっている。短周期DI効果の補正とは異なり、長期的DI効果については、得られているデータ（のトレンド）から正確に推定することが難しい。そのため、その原因となっている全磁力センサ地点（のごく近傍）における局所的な地磁気の向き（偏角と伏角「DI」）を直接測定するしかない。

従前の調査では、改造したトランシットコンパスを用いて伊豆大島や雌阿寒岳でDI観測を実施してきたが、アナログ目盛の読み取りや熟練を要する作業であったため、1観測点あたりの観測に多くの時間と労力を要していた。また、DI効果の補正は全磁力連続観測点に限られており、同様にDI効果の影響を受ける全磁力繰返し観測においても、中長期的な火山活動評価の高精度化にはDI補正が必要であった。そこで、本調査では観測のデジタル化と省力化を可能とする測定儀（簡易DI計）の新たな開発を目指す。ここまでに、東京大学地震研究所との共同研究により、小型3成分磁気センサと加速度センサを搭載した軽量・可搬型装置の試作と、姿勢誤差を補正してDIを算出する理論構築を完了した。今後、観測精度を定量化するとともに更なる改善を図るため、まずは地磁気観測所およびDI効果が大きい伊豆大島で精度検証を行う。実用化後はセンターにも簡易DI計を展開し、本庁6火山の全磁力連続・繰返し観測点において長期的DI補正の適用を目指す。

IV. データ利活用の促進

○ VOIS への自動提供データのフォローアップ

VOIS4は令和6年11月に更新整備され運用開始となった。これにあわせ、樽前山、安達太良山、吾妻山、御嶽山、九重山、霧島山、雌阿寒岳、草津白根山、伊豆大島、三宅島を対象とした全磁力毎日値データについて、火山現業における活動監視・評価に適した形式へ加工し、地磁気観測総合処理装置の更新（令和7年3月）と同時にVOIS4への自動提供を開始した^{*19}。補正内容については、令和5年度までに実施したノイズリダクション調査において検討を行い、特に短周期DI効果の即時補正に関しては、各火山観測点の背景磁場変動として、基線値が安定している柿岡・女満別・鹿屋の暫定3成分データを適用することが最も妥当であるとの結論に至った。令和6年度には、これまでのノイズリダクション開発の成果を反映し、①フォーマット変換、②パルスノイズ除去、③毎日値生成、④各火山の全磁力参照点との差分算出、⑤年周変化補正、⑥令和5年度検討に基づくDI補正、⑦VOIS用CSV形式での出力、から構成される全磁力データ即時自動補正ソフトウェアをPythonで内製し、VOIS4への自動伝送システムを構築した。

今後は、課題として明示するものではないものの、自動提供データの不具合修正や補正精度向上のためのチューニング等について継続的なフォローアップを行うとともに、各センターによる解説資料作成への支援を引き続き実施する。また、地磁気解析係と連携し、次期システム（VOIS5）への更新を見据え、利活用性向上のための改善を反映したバージョンアップについて検討を進める。

○ 地磁気観測所相談室

庁内の火山業務における当所との気軽な連絡窓口として、令和 7 年度に Teams チャネル「地磁気観測所相談室」を開設した。本チャネルは、業務連絡にとどまらず、地磁気観測データの評価・解釈、繰り返し観測点の再配置、噴火警戒レベル判定基準に関する解説資料の改訂などについて、相談や意見交換を行う場として活用されている。これにより、各地域火山監視・警報センターにおける地磁気データの利活用促進に寄与している。加えて、簡易 DI 計の実用化に際しては、その使用方法やデータ処理手順についての指導も行う予定である。「地磁気の業務化」を進めるにあたっては、現場で業務に従事する各センターの職員（現業班・機動班・評価班）に対し、地磁気に関する基礎的知識、観測技術、解析手法の普及が不可欠である。このため、地磁気解析係と連携するとともに、気象大学校における火山研修での講義・演習の実施などを含め、継続的な人材育成にも取り組む。

○ 観測成果のとりまとめ

本研究課題においては、これまでの観測調査および技術開発を通じて多くの成果が得られている。これらの成果を庁内外での利活用に供するため、論文として取りまとめ公表する。以下の項目について成果を整理し、地磁気観測所テクニカルレポート、または験震時報に出版報告する。

- 雌阿寒岳の火山活動監視における長期地磁気観測の成果
- 吾妻山における地磁気成分観測の実施およびその結果
- 地磁気データの自動補正および VOIS4 への自動提供基盤の開発
- シズカ山参照点の設置に関する技術的検討と取得データの評価

V. その他

本項目の調査は、課題全体の目標である「地磁気の業務化」に直ちに結び付くものではないが、当所の観測技術を活用し、将来的な業務化を見据えた火山観測に関する挑戦的な技術開発を独自に推進するものである。

○ 吾妻山における地磁気成分繰り返し観測

令和 4 年度に開始した新規プロジェクト「地磁気 3 成分繰り返し観測による火山活動監視の高度化」では、東北大学との共同研究により、令和 5 年度までに観測点の設置を完了した。令和 6 年度からは、絶対観測による基線値の精度および安定性の評価、ならびに火山活動との対応関係を検証することを目的として、繰り返し観測を開始した。これまでの調査の結果、地磁気絶対観測および GNSS 真方位観測においては、火山性地磁気変化の検出に必要なとされる目標精度（0.1～0.2 分角；大穴火口下の熱消磁に伴う地磁気シグナル検出に必要な精度・安定性）を達成できる見通しが得られている^{*20}。

一方で、成分繰り返し観測に不可欠な高湯参照点に設置した 3 成分変化計については、安定性が十分に確保されていないという課題が残った。日中に発生する約 10 nT のドリフトに対して、収録器の温度特性改修や収録装置および収納ケースの断熱性強化といった対策を講じた結果、ドリフトは 2～3 nT 程度まで低減されたものの、原因の解明とさらなる低減（約 1 nT 程度）が引き続き求められていた。

しかしながら、地震火山部の方針により、高湯参照点の運用は令和 8 年度中に終了し、3 成分変化計も撤収されることとなった。これに伴い、吾妻山における成分繰り返し観測も令和 8 年度の観

測をもって終了する。このため、吾妻山で実施した調査により得られた知見については、成果として取りまとめる。なお、吾妻山において確立された観測技術および明らかとなった課題については、今後、シズカ山および草津白根山における成分観測へと引き継がれる予定である。

○本庁 6 火山の更新整備における観測点再配置のための検討

地震火山部では令和 8 年度から令和 10 年度にかけて 6 火山の全磁力連続観測装置の更新整備が予定されている。これまで地磁気解析係への協力として、既に吾妻山においては 1 点の観測点（大穴火口 4）の移設について既に数値シミュレーションと現地調査を実施し、移設先の選定を行った。今後、御嶽山の 2 点（サイノ河原北、二ノ池東 2）と九重山の 1 点（北千里浜）についても移設が必要であるため、同様に移設先の調査において協力する。

[年次計画]：

令和 8 年度：

I. 定常観測

- 雌阿寒岳、草津白根山、伊豆大島における全磁力の連続及び繰返し観測
- 多項目観測データの統合評価手法の検討

II. データ処理技術開発

- 熱消磁源時間発展モデリングの高度化（雌阿寒岳、草津白根山、吾妻山）
- 地磁気毎日値の導出方法の再検討
- シズカ山参照点の本格運用に向けた調査

III. 測器開発

- 簡易 DI 計現地観測（伊豆大島）

IV. 利活用の促進

- VOIS5
- 地磁気観測所相談室
- 雌阿寒岳の成果出版

V. その他

- 吾妻山における成分繰返し観測
- 御嶽山と九重山における観測点移設先の調査

令和 9 年度：

I. 定常観測

- 草津白根山、伊豆大島における全磁力の連続及び繰返し観測
- 草津白根山、伊豆大島の更新整備による装置強化と再配置
- 多項目観測データの統合評価手法の検討

II. データ処理技術開発

- 熱消磁源時間発展モデリングの高度化（本庁 6 火山）
- 地磁気毎日値の導出方法の再検討
- シズカ山参照点の本格運用に向けた調査

III. 測器開発

- 簡易 DI 計現地観測とデータ解析
- 完成版の設計検討

IV. 利活用の促進

- 地磁気観測所相談室
- 吾妻山の成果出版
- 自動補正・伝送基盤構築の成果出版

V. その他

- 九重山における観測点移設先の調査

令和 10 年度：

I. 定常観測

- 草津白根山、伊豆大島における全磁力の連続及び繰返し観測
- 多項目観測データの統合評価手法の検討

II. データ処理技術開発

- 熱消磁源時間発展モデリングの自動化
- シズカ山参照点の本格運用に向けた調査

III. 測器開発

- 完成版製作
- 完成版試験観測

IV. 利活用の促進

- 地磁気観測所相談室
- シズカ山の成果出版

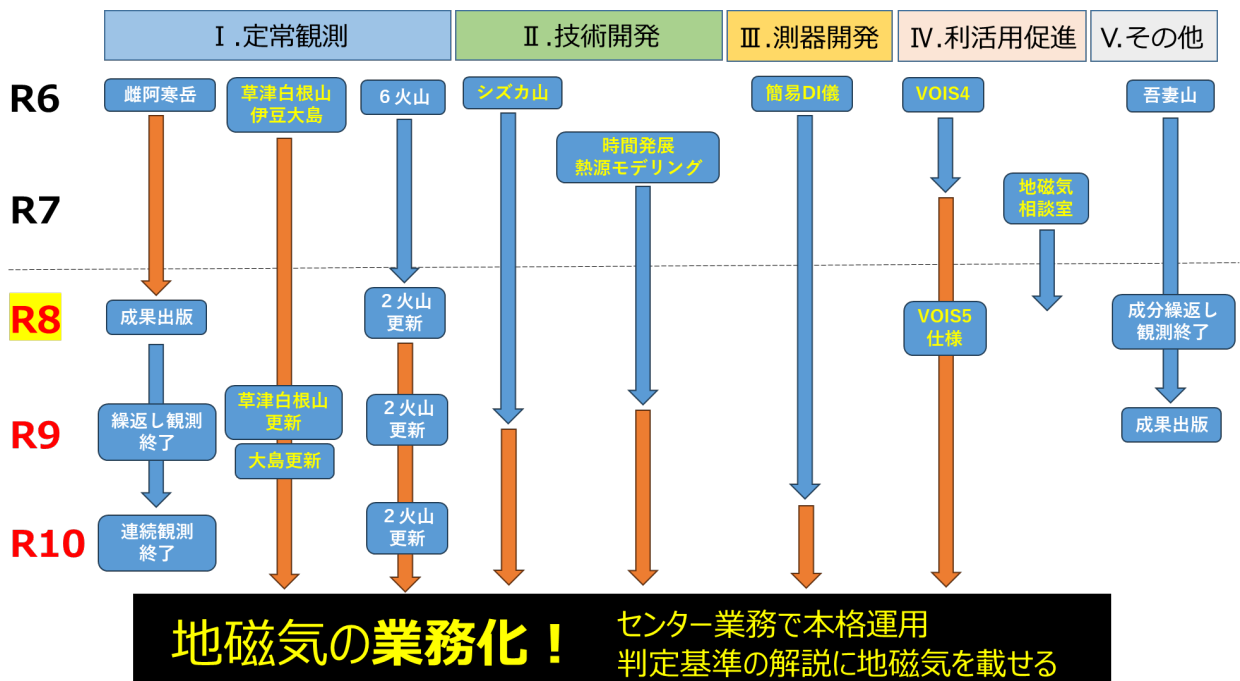


図 2 地磁気の業務化に向けたロードマップ

[共同研究に係る関係官署及び所外関係機関] :

気象庁地震火山部、札幌・仙台・東京・福岡管区気象台および鹿児島地方気象台の各地域火山監視・警報センター、東京大学地震研究所 地震火山研究連携センター、東京科学大学 総合研究院 多元レジリエンス研究センター、東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

[参考文献] :

- *1 Takahashi, K., Takakura, S., Matsushima, N., Fujii, I. (2018), Relationship between volcanic activity and shallow hydrothermal system at Meakandake volcano, Japan, inferred from geomagnetic and audio-frequency magnetotelluric measurements, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.11.019>.
- *2 飯野英樹, 山崎明, 有田真, 田中達朗, 下川淳 (2021), 2018 年の本白根山噴火後の自然電位観測, 験震時報 第 84 巻, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/kenshin/vol84_1.pdf.
- *3 火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会 (2016), 御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する緊急提言, https://www.jma.go.jp/jma/press/1411/28a/yochiren_kahttps://www.jma.go.jp/jma/press/1411/28a/yochiren_kansoku_kinteigen141128.htmlnsoku_kinteigen141128.html.
- *4 気象庁地震火山部, 気象庁地磁気観測所 (2022), 水蒸気噴火に先行する熱活動変化の早期把握を目的とした地磁気観測 ―背景, 観測成果及び今後の展望―, 験震時報 第 85 巻, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/kenshin/vol85_7.pdf.
- *5 交通政策審議会気象分科会, 2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方 (提言), <https://www.mlit.go.jp/common/001262849.pdf>, 2018.
- *6 島村哲也, 有田真, 増子徳道(2016), 雌阿寒岳における全磁力観測, 2015 年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 71-76, 2016.
- *7 下川淳, 山崎明, 笹岡雅宏, 増子徳道, 弘田瑛士 (2021), 草津白根山における全磁力観測の現状について, 2020 年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 41-48.
- *8 秋元良太郎, 山崎明, 山崎貴之, 浅利晴紀, 高橋幸祐 (2019), 活火山での全磁力観測における DI 補正法の適用, 2018 年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 41-48.
- *9 浅利晴紀, 増子徳道 (2022), DI 補正法の実践的な適用に関する考察, 2021 年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 41-48.
- *10 浅利晴紀 (2019), 火山活動評価における人工衛星主磁場モデルの有用性について, 令和元年度施設等機関研究報告会 配布資料.
- *11 浅利晴紀 (2023), 伊豆大島における全磁力観測の進展, 2022 年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 52-59.
- *12 長町信吾 (2022), 火山活動評価のための地磁気全磁力観測における DI 補正について, 令和 4 年度 施設等機関研究報告会 配布資料.
- *13 浅利晴紀, 有田真, 秋元良太郎 (2023), 2022 年吾妻山大穴火口浅部の熱的推移について ～全磁力連続観測による示唆～, SVC33-01, JpGU2023 大会. <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2023/subject/SVC33-01/advanced>
- *14 浅利晴紀 (2025), 雌阿寒岳における全磁力連続観測を用いた熱消磁源の時間発展の推定, 2024 年 Conductivity Anomaly 研究会論文集, https://doi.org/10.60410/pcaw.2025.0_3.

- *15 有田真(2025), 地磁気データの補正と自動転送による火山監視現業への貢献, 令和7年度 施設等機関研究報告会 配布資料.
- *16 作野魁, 菅野舜, 田中裕隆, 阿部優大, 秋元良太郎, 大石雅之, 山村卓也, 宮川祐司, 近内雪乃, 丹原裕, 阿部修嗣, 岡田純 (2026), 2022年から2024年にかけての吾妻山の火山活動とマグマ・熱水供給系概念モデル, 験震時報 出版中.
- *17 Kanda, W., Utsugi, M., Tanaka, Y., Hashimoto, T., Fujii, I., Hasenaka, T. and Shigeno, N. (2010) A heating process of Kuchi-erabu-jima volcano, Japan, as inferred from geomagnetic field variations and electrical structure. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 189, 158-171, doi:10.1016/j.jvolgeores.2009.11.002.
- *18 飯塚ふうな, 三嶋渉, 宮村淳一, 橋本武志 (2023), 樽前山における2021年3月の熱消磁現象と最近の火山活動, SVC33-02, JpGU2023大会.
<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2023/subject/SVC33-02/advanced>
- *19 浅利晴紀, 谷口秀隆, 神田径 (2026), 2025年草津白根山活発化に伴う地磁気変化, 2025年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 出版中.
- *20 松下拓輝, 浅利晴紀, 稲村友臣, 仰木淳平, 平原秀行, 有田真, 近藤斗真, 増子徳道, 屋良朝之, 谷口秀隆, 藤原善明, 山際芳雄, 秋元良太郎, 海田俊輝, 市來雅啓 (2024), 吾妻山大穴火口付近における地磁気ベクトル成分観測の予備調査, 2023年度 Conductivity Anomaly 研究会論文集, 21-28.

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：地磁気観測施設の構内における各観測点の地磁気変化特性に関する調査

(その6) (令和8年度)

[担当者]：○土屋音緒、浅利晴紀、森永健司、屋良朝之、飯塚ふうな

[概要]：

地磁気観測所では柿岡、女満別、鹿屋、父島における地磁気変化を連続観測している。各観測施設内で観測される地磁気変化はほぼ同じであると期待されるが、構内で近接する主測器と副測器の間にも地磁気現象ばかりか日変化においても明瞭な差がある。地点間距離が約3.4kmの鹿屋と祓川では外部擾乱変動に多少の地点差もあろうが、2015年6月22日に発生した磁気嵐においては、鹿屋と祓川の振幅の差よりも、むしろ女満別構内に設置された主測器と副測器の振幅の差の方が大きいことが明らかになった。各地点固有の誘導磁場が影響しているものと考えられる。

令和5年度、6年度の調査では、鹿屋(kny00, hrg)と女満別(mmb00, mmb01)それぞれ2観測点について1分未満の周期帯を対象に周波数解析を行った。振幅特性においては、周波数帯によっては、顕著な振幅比があることから、観測点固有の変化特性があることがわかった。また、位相特性においては、ノイズの影響で位相差の評価ができない結果となった。令和7年度の調査では柿岡(kak00)をリファレンス点として、女満別のmmb00およびmmb01に対してリモートリファレンス法を適用し、ノイズの除去を行った。その結果、H成分で2.5%、Z成分で2.4%、女満別(mmb00)のほうが女満別(mmb01)よりも振幅が大きいことが分かった。位相差については、明瞭な信号は抽出されなかった。また、センサーの据え付け姿勢の差異が観測値に与える影響を調査するために、女満別(mmb04)のセンサーを磁北から西向きと東向きに約1.2度回転させて観測した。

そこで、今年度は1分以上の周期帯も対象とし、鹿屋(kny00)や祓川(hrg)のデータにも目を通したうえで、擾乱への応答の地点差が顕著なデータセットと周波数帯を検討する。その後、リモートリファレンス法の適用などによってノイズを低減した周波数解析を行い、結果をもとに地磁気変化特性の相違を評価する。また、昨年度に得た女満別(mmb04)のデータを解析し、センサーの姿勢の違いによる影響を確認する。

[具体的な計画と達成目標]：

① データの確認、データセットの作成

観測値に数 nT 以上の地点差が発生する、数時間程度の擾乱現象が発生した日時を調査し、データセットを作成する。

② データの解析

スペクトル推定においてノイズ除去に効果的なりモトリファレンス法を適用し、2地点間の振幅比および位相差を導出することで、それぞれの観測点の地磁気変化特性の相違を評価する。

③ センサーの姿勢の違いによる影響を確認

誘導ではない要因として磁力計センサーの姿勢の差による影響を調べるため、意図的にセンサーを回転させた際の観測値を解析し、地磁気変化特性の違いにどう影響が現れるか確認する。

[工程表] :

2026年									2027年		
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①データの確認、データセットの作成									②データの解析		
③センサーの姿勢の違いによる影響確認									④結果のまとめ		

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：地磁気嵐の自動判別に向けた調査（その4）（令和8年度）

[担当者]：○森永健司（技術課）、長町信吾、吉田昌弘（観測課）

飯塚ふうな（網走地磁気観測連絡事務所）

[概要]：

地磁気嵐の判定及び通報業務は IGY(1957 年)を契機に、観測課の当番業務として実施されている。しかしながら、当番業務は官執時間のみで、時間外（夜間 17 時～翌 08 時 30 分）に発生した地磁気嵐に関しては、当番者出勤後（08 時 30 分以降）まで地磁気嵐の情報が発信されない。

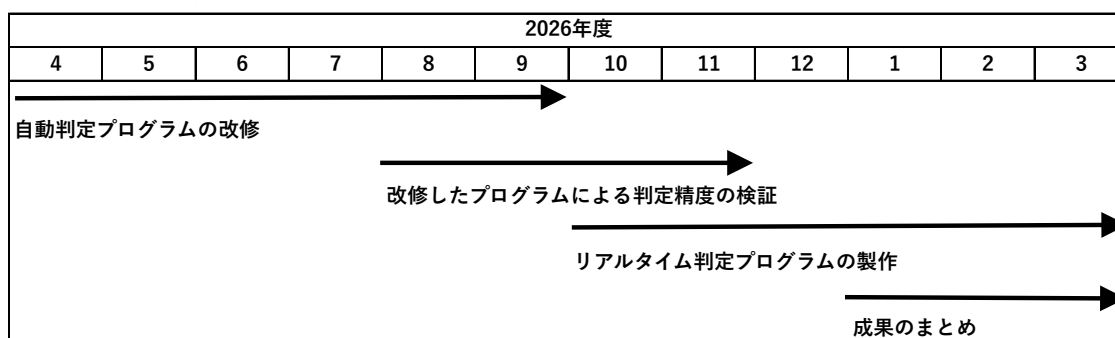
近年、宇宙天気予報の重要性が増してきており、NICT でも 2019 年 12 月より 24 時間体制で宇宙天気予報及び宇宙天気情報を提供するようになったため、地磁気観測所からの地磁気嵐情報の発信の遅れは大きな問題となっている。

本年度は、昨年度までの調査で作成した自動判定プログラムを改良し、自動判定 K 指数を利用した自動判定を実施し、その的中精度を検証する。また、リアルタイムで動作する自動判定プログラムの開発に着手する。

[具体的な計画と達成目標]：

1. 1 時間毎に更新される自動判定 K 指数を使用し、地磁気嵐自動判別の頻度を 1 時間毎に短縮する
2. 1 時間毎更新の地磁気嵐自動判別の的中精度を検証する。
3. リアルタイムで動作する自動判定プログラムの開発に着手する。

[工程表]：



[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：画像解析による光学式セオドライトの目盛読み取り（令和8年度）

[担当者]：○櫻井友己、吉武由紀、浅利晴紀

[概要]：

<現状と課題>

FT型磁気儀は、地磁気の偏角伏角測定器として1980年代に普及し、現在では世界中の地磁気観測施設にて絶対観測のために使用されている。一般的な測量用セオドライトやトータルステーションについては、角度読み取り機構がデジタル化され既に久しいが、非磁性の要件が伴う磁気儀には、分度盤を目視で読み取る光学式セオドライトが依然として使われている。近年では、非磁性エンコーダーを利用して電子式に改造された磁気儀も登場しているが、現時点では非常に高価なため普及しているとは言えない。今日でも、磁気儀を用いた観測ではマイクロメーターに投影された目盛の拡大像（図1）の目視によるアナログ読み取りが主流である。電子パネルに表示されたデジタル値を読む電子式と比べると、光学式では操作や読定に一定の習熟が要求される。

本課題では、昨今目覚ましく発展するAI画像解析技術を活用し、光学式セオドライトの安価な電子化を試みる。人間による目盛の数値読み取り（マイクロメーター内部の分度盤と副尺の目視による読定）を画像解析で再現することを目標とする。

昨年度は、一昨年度から引き続きスマートフォンによるマイクロメーター像の手動撮影を継続し、分度線の合致具合を変えた画像を重点的に収集・ラベリングした。また、OCR（光学文字認識）精度向上の前段として、CVATを用い、5つの表示窓を注釈付けする画像データセットを作成した。窓ごとの輝度差や視野回転に対応するため、窓抽出用の学習モデル構築に向けた基盤整備を行い、学習用画像数の不足と学習モデルの適切な選択が依然として課題であることを確認した。

<計画>

本計画ではまず、画像解析に使用可能なソフトウェアについて調査・選定を行い、本研究の目的に最も適したソフトウェアを選定する。次に、選定したソフトウェアを用いて目盛画像の解析および学習モデルの構築を行い、業務実装において要求される精度水準の達成をめざす。これらが達成できた場合には、マイクロメーター接眼鏡に取り付けた小型カメラから無線で出力される画像を随時解析し、読定値をデジタル出力するソフトウェアを構築する。さらに、実務への適用方法や業務フローへの落とし込みについても調査・検討を行う。

<期待される効果>

磁気儀の目盛読み取りが電子化された場合、絶対観測において次のようなメリットが得られる。

- ① 読定値の自動記録も可能となり、観測の時間と労力を短縮できる。
- ② 目盛読み取りの個人差を解消できる。
- ③ 読定の際に観測者自身の重心移動が不要となり、地盤が不安定な地点での観測精度が向上する。

なお、小型カメラや伝送用モジュールに磁性があったとしても、これらが望遠鏡に固定されている限り偏角伏角の測定に影響しない（1軸磁力計の出力に一定のオフセットを生成するのみ）。

[具体的な計画と達成目標]：

1. 磁気儀 THEO 010B の分度盤と副尺の拡大像をマイクロメーター接眼鏡から撮影する (図 1)。
2. 収集した撮影画像を読定に適する (対向する分度線が合致する) グループと適さないグループに分類してそれぞれラベリングする。さらに前者の画像には正解の読定値を付す。
3. 目盛拡大像の自動解析モデルを構築する。ラベリングされた全画像の一部を教師データとし、①表示窓のみを抽出するような画像解析モデル (例えば Ultralytics YOLOv8) を生成し、さらに②各表示窓から OCR を用いて各窓から読定値を出力させる。
4. 評価用に残しておいた画像を解析モデルに入力し、得られた結果 (読定適否判定と読定値) の正答率が 100%に迫るか検証する。
5. 成果をとりまとめる。

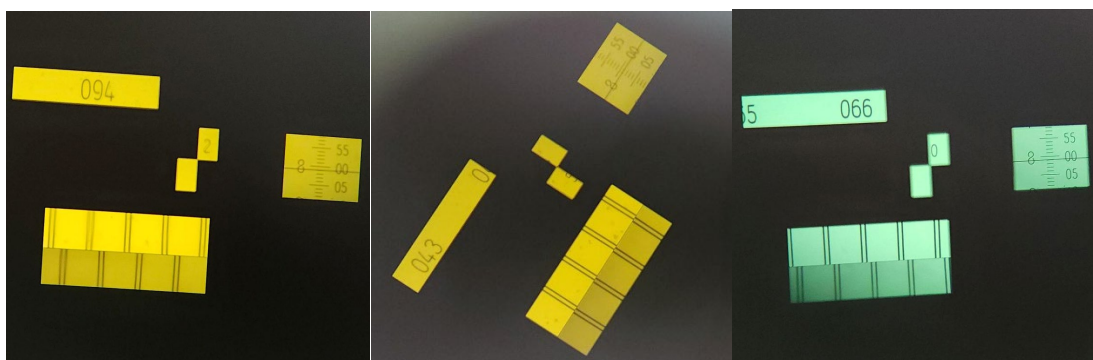


図 1 マイクロメーターに投影された分度盤の目盛および副尺の拡大像

[工程表]：

2026									2027		
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
データ画像の撮影、ラベリング											
		画像解析モデルの構築、解析結果の検証									
							成果のとりまとめ				

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：地磁気絶対観測における新方式磁力計の導入調査（令和8年度）

[担当者]：平原秀行（観測課）、浅利晴紀、海東恵美（技術課）

[概要]：

地磁気観測は、自動で行われる変化観測とそれを較正するための間欠的な絶対観測から成り立っている。地磁気絶対観測とは、地磁気ベクトル3成分の絶対値を得るための観測であり、特定の地点と時刻に対する地磁気の大きさである全磁力、地磁気の向きである偏角および伏角の測定から構成される。全磁力の測定には、プロトン磁力計などのスカラー磁力計が、偏角と伏角の測定には、DIメータと呼ばれる磁気儀が用いられる。

DIメータは、1軸磁力計と非磁性の経緯儀から構成される。磁力計のセンサは望遠鏡の軸方向の磁場成分を測定するよう搭載されており、複数の異なる姿勢で角度測定を行うことで偏角と伏角を得ることができる。

既存のDIメータに使用する磁力計については、外国の特定メーカーの製品に限られカスタマイズ性に乏しく、観測状況に応じた操作性において問題を抱えている。

DIメータの改良を目指す本調査では、昨年度に引き続きJAXAが開発したロケット搭載用の基本波形型直交フラックスゲート磁力計の導入を目的とする。小型で高性能なセンサを備える同磁力計は、DIメータへの転用可能性が見込まれる。磁力計をDIメータ用に改修するにあたり、経緯儀への搭載方法や測定値の処理及び表示等を、絶対観測に適するように改良する。現用より使い勝手の良いDIメータの開発に成功すれば、観測における実用性だけでなく、取得データの信頼性等の品質向上が期待される。

[具体的な計画と達成目標]：

以下の調査を工程表に従って実施し、実用化への目処をつけることを目指す。

1. 基本波形型直交フラックスゲート磁力計の調査
2. DIメータ搭載のための機構改良
3. 絶対観測のための表示器などの改良
4. IAGAワークショップで試作品を展示

[工程表]：

2026										2027		
4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3
磁力計性能調査、DIメータ搭載機構、表示器の改良										→		
										←→		
										IAGAワークショップ 10/25 - 10/30		
→										→		
中間報告										成果報告		

[共同研究に係る関係官署及び所外関係機関]：

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：Solar Flare Effect(SFE)の自動検出に向けた基礎調査（令和 8～12 年度）

[担当者]：○松下拓輝（技術課）、櫻井友己（観測課）

[概要]：

地磁気観測所では、比較的短周期の地磁気現象である、SSC, SI, Bay, SFE, Pc, Pi を当所の要領で定めた基準で読み取りを行い、その報告を定期的に行っている。この現象のうち、SFE は、Solar Flare Effect の略称で、太陽フレアに伴い発生する地磁気変化を指し、基本的には Sq 電流系を強める方向の地磁気変化として観測される。SFE は、太陽で発生した現象が最も早く地磁気の変化として現れるものといえ、太陽活動と地磁気の関係を知る上で、非常に重要な現象といえる。世界で初めて SFE が観測されたのは、1859 年の 9 月 1 日と言われている^{*1,*2}。当所では古くは 1935 年に観測した SFE の報告^{*3}があり、外部に公開しているリストとしては、計 765 件（1957 年 7 月～2024 年 12 月）の報告がある。また、最近では太陽活動極大期ということもあり、多くの SFE が報告されている。本研究では、膨大な当所の報告事例に加え、海外の報告事例や観測データを太陽フレアのデータも含めて解析することで、SFE 現象に対する深い理解を得て、SFE の自動検出の実現を目的とする。

令和 7 年度は、Plutino et al. (2023) ^{*4} のカタログを使用して SFE のイベントリストを作成したが、同カタログにはフレアの発生位置が記録されていないことが分かった。また、SFE が発生する高度の調査として、2012 年 3 月 5 日の事例解析を行い、アフリカやヨーロッパの昼夜境界付近の SFE を調べたが、この時間帯における明瞭な SFE は見つけられなかった。

令和 8 年度は、別のフレアカタログを調べ、それに基づいて SFE のイベントリストを作成する。また、引き続き、昼夜境界付近の SFE の事例解析を行う。

[具体的な計画と達成目標]：

① SFE データベースの作成

- ・ GOES のフレアカタログと NOAA の Solar Region Summary のデータを組み合わせて、フレアの発生時刻、ピーク時刻、強度などに加えて、発生位置を記録する。
- ・ また、API, ABG, HON, HUA など計 10 点ほどの地上磁場データを確認し、改めて SFE の現象リストを整備する。

② SFE が発生する高度の調査

- ・ 地上での日の出（日の入り）のどの程度前（後）まで、SFE が出現するのか事例調査。
- ・ SFE の発現時刻と高度と日の出(入)の関係から、SFE の発生高度を推定する。

③ 結果のまとめ

- ・ 上記の進捗について、年度末の成果報告書及び発表資料にまとめる。

[年次計画] :

令和 8 年度 : SFE データベースの作成および SFE の発生高度の調査 (その 2)

令和 9 年度 : SFE 発生地方時と SFE 振幅および太陽フレア強度の関係

令和 10 年度 : 太陽フレア強度ピークと SFE ピークの関係

令和 11 年度 : 太陽フレア発生時刻と SFE 発現時刻の関係

令和 12 年度 : 太陽フレア強度と SFE の消失時間の関係

[工程表] :

項目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
① データベース												
② 発生条件												
③ 結果のまとめ												

[参考文献] :

*1 Carrington RC. 1860. Description of a singular appearance seen in the sun on September 1, 1859. Month. Notic. Roy. Astron. Soc. 20: 13–15.

*2 Stewart B. 1861. On the great magnetic disturbance which extended from August 28 to September 7, 1859, as recorded by photography at the Kew Observatory. Philos Trans R Soc Lond 151: 423–430.

*3 Imamiti S. 1938. Variations of the earth magnetic field observed during so-called Dellinger effect of radio waves. Mem Kakioka Magn Observ I:13–19.

*4 Nicola Plutino, Francesco Berrilli, Dario Del Moro, Luca Giovannelli, A new catalogue of solar flare events from soft X-ray GOES signal in the period 1986–2020, Advances in Space Research, 71, 4, 2023, 2048-2058, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2022.11.020>.

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：南極昭和基地の地磁気データの品質改善（令和 7～8 年度）

[担当者]：○仰木 淳平、有田 真、北山 拓（観測課）

松浦 大輔、浅利 晴紀（技術課）

飯塚 ふうな（網走地磁気観測連絡事務所）

屋良 朝之（鹿児島地磁気観測連絡事務所）

[概要]：

昭和基地はオーロラ帯の直下に位置し、1959 年から長期的に地磁気観測を継続している。これは観測点の少ない南極域において貴重であり、太陽地球系科学にとって非常に重要な観測点である。地磁気観測は、世界中に展開されている地上の観測点（精度・安定性・時間分解能に優れる）と人工衛星観測（空間分解能を補う）により、国際的な協力の下に行われている。その中でもデータ品質等の規格を満たした観測点はインターマグネット観測所（InterMagnet Observatory：IMO）に認定され、その観測データは様々な研究に利用されている。IMO への認定には基準精度を満たした確定値（変化観測値に絶対観測による基線値を適用し、絶対値化したもの）を公開する必要がある。IMO に認定され全球観測網に貢献することは、宇宙天気予報や地磁気全球モデルの精度向上に寄与し、地球環境の把握や地磁気全球モデルを利用した火山活動評価の精度向上にもつながる。昭和基地では、昨年度までの調査研究により確定値を作成することはできたが、まだ IMO に求められる精度を満たしていない。

本研究では、次の各調査を行うことで昭和基地の地磁気データ品質の向上に取り組む：

- フラックスゲートセンサの傾斜補正の導入
- 観測基線値の補間方法の改善によるデータ処理の高度化
- 磁力計に混入している疑いのあるノイズの調査
- フラックスゲート磁力計の温度管理による機器の動作環境の改善
- 車両や建築物による人工擾乱の調査

またデータ処理システムの改良により、精度以外の IMO 要件をクリアするとともに、自動化を進めて全体的な省力化を行う。

[具体的な計画と達成目標]：

計画期間（令和 7～8 年度）での達成目標は、昭和基地の確定値を 1-min IMO の基準である $\pm 5\text{nT}$ の精度をクリアし IMO に認定されることである。2026 年のインターマグネット会議での申請を目指す。なお、最終的な目標は、更に精度を向上し、1-sec IMO へグレードを上げることである。

具体的な作業項目を以下に示す。

- データ処理の高度化：フラックスゲートセンサの傾斜補正の導入、観測基線値の補間のためのスプライン補間の最適化
- 磁力計ノイズ調査：A-value の不安定の原因調査、オーバーハウザー磁力計のノイズレベルが一時的に高くなる現象についての原因調査
- 機器の動作環境の改善：フラックスゲート磁力計のセンサ温度安定化のための非磁性暖房の開発、フラックスゲート磁力計の制御部温度安定化のための簡易恒温槽の開発

- 人工擾乱の調査：全磁力繰り返し観測を利用した車両による擾乱量の算出と論文作成、基地施設の新規建設と解体による影響量の把握
- データ処理システムの改良：野帳入力 Excel の改良、公開データのデータフォーマットの調整、提出する統計量の調査

[年次計画]：

令和7年度：

1. データ処理の高度化
2. 磁力計ノイズ調査
3. 機器の動作環境の改善
4. 人工擾乱の調査
5. データ処理システムの改良

令和8年度：

1. データ処理の高度化
2. 磁力計ノイズの調査と改善
- ~~3. 機器の動作環境の改善~~
4. 人工擾乱の調査
5. データ処理システムの改良

[工程表]：

	2025年度												2026年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. データ処理の高度化																								
2. 磁力計ノイズ調査																								
3. 機器の動作環境の改善																								
4. 人工擾乱の調査																								
5. データ処理システムの改良																								
(隊員の派遣期間)																								

[共同研究に係る関係官署及び所外関係機関]：

極域環境データサイエンスセンター・国立極地研究所（門倉 昭 特任教授）

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：女満別観測施設構内における融雪期の全磁力変化（令和7～8年度）

[担当者]：○下川 淳、平原 秀行、有田 真、仰木 淳平（観測課）

飯塚 ふうな（網走地磁気観測連絡事務所）

[概要]：

毎年、女満別観測施設構内において、融雪期（3月頃～5月頃）に絶対観測室のプロトン磁力計と連続観測施設のオーバーハウザー磁力計の全磁力差に緩やかな単調変化が観測されている。

この融雪期における全磁力変化の要因として、融雪による地中温度の変化、植生による地表面熱収支への影響、また磁力計と積雪箇所までの距離などが可能性として挙げられる。

本調査では、観測点近傍における植生の有無（植生がない場合、表面は裸地面）、磁力計と積雪箇所までの距離に着目し、数か所で融雪期における地中温度を直接測定する。地中温度、植生の有無、磁力計と積雪箇所までの距離から、融雪期における全磁力変化を定量的に評価することを試みる。

[具体的な計画と達成目標]：

令和7年度（実施済み）

1. 融雪期における地中温度測定方法の検討
2. 柿岡の植生のある地点における地中温度及び外気温と全磁力変化の対応
3. 試験結果の解析
4. 女満別構内での地中温度測定

令和8年度

1. 地中温度データの回収
2. 植生の有無での地中温度と全磁力変化のデータ解析
3. 成果取りまとめ

[工程表]：

計画項目	2025						2026					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
融雪期における地中温度測定方法の検討	→	→	→	→	→	→						
植生有無の観測点地点における試験			→	→	→	→						
試験結果の解析			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
女満別構内で地中温度測定機器の設置							→	→	→	→	→	→

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：GNSS 真方位観測の業務化に向けた調査（令和 8 年度）

[担当者]：○松下拓輝、松浦大輔、森永健司（技術課）

飯塚ふうな、仰木淳平、平原秀行、有田真、下川淳（観測課）

[概要]：

地磁気を構成する要素の一つに「偏角」があり、これは真方位（地図の北）と磁北（方位磁石が指す北）のズレの角度を表す。通常、地磁気の絶対観測で偏角を算出する際には、事前に別の方法で観測した真方位角を用いる。地磁気観測所では、この真方位角を北極星観測により求めているが、観測機会の制約（夜間かつ晴天）や天体の軌道計算ソフトの時刻のズレに伴う誤差といった課題があり*1、特に人員が少ない女満別や鹿屋において、良質な真方位角ひいては、絶対観測の結果が担保できなくなる恐れがある。

令和 7 年度は、柿岡、女満別、鹿屋において、GNSS 真方位観測を実施し、再現性を評価した。その結果、令和 6 年度に実施した結果と 10 秒角以上ずれることもあり、柿岡、鹿屋では真値（北極星を用いた真方位角に鉛直線偏差の影響を加味した値）からずれる方向に、女満別では真値に近づく方向であった。並行して実施した水平角の精度調査から、水平角観測の回数の少なさが、このずれに影響している可能性が示唆された。

令和 8 年度は、水平角観測の回数を 8 回と定めて、GNSS 真方位観測の一連の作業時間を北極星観測による真方位観測のそれと比較することで、作業コストを見積もり、業務化に向けた基礎情報を整理する。

[具体的な計画と達成目標]：

① GNSS 真方位観測の作業コスト見積もり

- ・12 月頃に、柿岡で GNSS 観測、水平角観測（各 8 回）を実施し、作業に要する時間を確認する。
- ・水平角観測については最低 5 名以上で実施、全体の平均値を水平角観測の結果とする。

② GNSS 観測の精度評価

- ・GNSS 測量機を 1 週間レンタルし、計 5 回（1 回/日）観測し、GNSS 観測自体の再現性を確認する。

③ 成果報告作成

- ・観測及び解析結果の整理
- ・年度末の成果報告会プレゼン資料及び成果報告書の作成

[工程表] :

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
①												
②												
③												

[参考文献] :

- *1 有田真, 長町信吾, 仰木淳平. 2022. MICA で使用する ΔT について, 地磁気観測所所内技術資料 2022年10月号

[調査研究の種別]：基礎課題

[課題名]：インターマグネットへのリアルタイムデータ送信プログラムの開発（令和8年度）

[担当者]：神谷亜希子、浅利晴紀（技術課）

[概要]：

当所は地磁気観測の国際共同事業であるインターマグネット（国際リアルタイム地磁気観測ネットワーク）に加盟しており、柿岡・女満別・鹿屋はその認定観測所（IMO）として登録されている。インターマグネットでは地磁気情報集合節（GIN）への地磁気暫定データ（provisional data）の準リアルタイム伝送がIMOの認定要件となっている。その方式については、現在 email、ftp、rsync が利用されているが、今後は MQTT プロトコルへの移行が推奨されている。

昨年度の調査において、京都 GIN を運営する関係機関と連携し、MQTT プロトコルの実装実験を行ったところ、地磁気観測総合処理装置にも導入が可能であることが判明した。今年度は標記プログラムの開発を行い、MQTT リアルタイム送信機能の実装を目指す。

[具体的な計画と達成目標]：

1. MQTT リアルタイム送信プログラム設計書の作成および更新

標記プログラムの設計書を作成する。設計書はプログラム制作中に適宜修正を加える。

2. プログラムのコーディング

ionos 上でプログラムのコーディングを行う。

3. 京都 GIN との接続・データ送信試験

京都 GIN との間で接続・データ送信試験を実施する。

4. まとめ

3の結果により、実装が可能であれば総合処理装置に実装し、実装が不可能な場合は引き続き修正等を行う。合わせて1で作成したプログラム設計書についても最終的な状況をまとめ、参照が可能であるようにしておく。

[工程表]：

項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
プログラム設計書の作成		■	■									
コーディング		■	■	■	■	■	■	■	■			
GIN との接続・データ送信試験								■	■	■	■	
まとめ											■	■

[共同研究に係る関係官署及び所外関係機関]：

京都大学地磁気世界資料解析センター 今城峻 助教、 内藤陽子 技術補佐員

[参考文献] :

Utada *et al.*, A study of annual variations in the geomagnetic total intensity with special attention to detecting volcanomagnetic signals, *Earth Planets Space*, 52, 91-103, 2000.

笹岡雅宏・浅利晴紀（気象庁地磁気観測所）・小田啓邦（産総研地質調査総合センター）、伊豆大島火山の全磁力変動に関する研究、2025年度日本火山学会秋季大会、B1-03、2025.

三島ほか、地磁気観測所構内の土壌磁化特性と地磁気観測値に対する影響、*Conductivity Anomaly* 研究会論文集, 2011, 61-66.