

# 地磁気観測所ニュース

No. 80

令和5年(2023年)12月



## 目次:

○天も測る地磁気観測所 ～新たな幕開け2026～	1
○地磁気観測所「施設一般公開2023」	2
○南極地域観測隊の紹介	4
○愛知県立明和高校の地磁気観測所訪問	5
○研究発表・講演(6～11月)	6
○コラム	6
・地磁気観測の歴史 第6回	

## 天も測る地磁気観測所 ～新たな幕開け2026～

当所が現在の地で観測を開始してから、今年で110年を迎えました。柿岡と呼ばれるその地は、茨城県石岡市の西部を占める八郷盆地のほぼ中央に位置します。盆地の北側には栗の名産地である笠間市が隣接しています。笠間焼きの産地としても知られる同市は、江戸幕府や明治政府の技官であった小野友五郎の郷土でもあります。小説「天を測る」(今野敏・著)でもその異才ぶりが描かれていますが、友五郎は、その強い信念と高い測量技術を発揮することで、江戸から明治期にかけての国家の発展に貢献しました。特に、幕府の代表を乗せて渡米した咸臨丸の太平洋横断航海の成功は、彼が率いる測量方による正確なナビゲーションがあつてこそその「壮挙」とされています。地磁気の測量を行う技官を多数抱える当所にとっては、まさに地元の英雄とも云える歴史的人物です。

天測とは、文字通り、星などの天体の位置を測ることです。その結果を集計することで、自分の立つ地点の宇宙に対する位置や、目標物の方位を決定することが可能になります。有史以来、人類は天測の方法や道具を改良してその精度を高めてきました。しかし、宇宙開発が急速に進んでいる昨今では、GPSなどの人工衛星による高精度な測位により置き換わりました。人類が継承してきた「天を測る」技術や文化はもう無用となってしまったのでしょうか。じつは、天測を業務として組織的に行う機関が、現代にも依然として存在しています。他でもない地磁気観測所です。

地磁気の偏角は、地理的な北の方向(真北)と、方位磁針のN極が指す方向(磁北)のなす角により定義されます。これを秒角(=1度の3600分の1)の精度で測定するため、当所では特殊な観測技術に習熟した何名もの職員が天測を毎年行っています。それも高精度な測定のため、各観測者の天測に2時間程の時間を費やしています。滑稽なことに、人工衛星の安定運用のため地磁気嵐の監視も行う機関が、むしろ伝統的な人力による天測をわざわざ行っているのです。その一方で、職員は他には得難い経験に恵まれることもあります。天測は観測所施設のみならず父島など野外の観測点でも実施されますが、時として、大自然を相手に格別なシチュエーションが生まれます。満天の星空の下、静寂に包まれて黙々と行う天測は、宇宙と地球と、その両者に直接対峙する自分だけの共同作業であり、何ともロマンチックな時間となります。

当所による天測では、「磁気儀」と呼ばれる測量機器が用いられます(写真)。これは磁性を持つ部品を予め全て取り除いた光学式の経緯儀(黄色)と、その上に搭載された磁力計(グレー)から成ります。角度を精密に測定する前者はセオドライトとも称されますが、近年では地磁気観測分野を除き、光学式をわざわざ使用する業界は他に見当たらなくなりました。扱いが圧倒的に容易な電子式経緯儀(トータルステーションなど)が、その座を完



写真 FT型磁気儀

全に奪ったためです。既に大手の測量機器メーカーによる光学式経緯儀の生産終了からも久しく、当所では80年代に旧東ドイツの老舗カールツァイスで開発製造された年代モノを大切に使っています。繊細な手動の操作を要するものの、その非常に精緻な設計と作りにより秒角単位の角度測定が十分に可能な素晴らしい経緯儀です。世界の主要な地磁気観測機関の大多数で、同じものが大切に使われています。宇宙時代・デジタル時代の社会基盤を地上で支える地磁気観測業界ですが、観測そのものは意外にもアナログな職人芸によって営まれており、ある意味で人類の築いた文化を継承する側面も持っているのです。

さて、今年7月に国際測地学・地球物理学連合総会（表紙写真）がベルリンで開催されました。その会期中に開かれたIAGA第5分科会の地磁気観測作業部会ミーティングでは、地磁気の国際観測ワークショップを再び柿岡へ招致することに成功しました。3年後の2026年10月の実施を予定していますが、前回2004年の柿岡開催からは実に22年ぶりとなります。隔年で開催されている同ワークショップは、磁気儀および人材を維持して地磁気観測事業のサステナビリティを担保する重要な役割を担います。各国の同業者が磁気儀を持ち寄り比較観測を行うことでその観測精度を互いに保証し合うほか、新規の地磁気観測従事者のトレーニングが行われます。また観測技術に関する研究開発の情報を交換し議論する貴重な場にもなります。世界の地磁気観測を牽引する立場にある当所は、ポストコロナを迎え、所としても業界としても新たな時代へと踏み出す幕開けとして、柿岡ワークショップの成功という「壮挙」をなすべくこれからも挑んで参ります。

（技術課 浅利晴紀）

## 地磁気観測所「施設一般公開2023」

今年（2023年）は10月21日（土）に地磁気観測所の施設一般公開を開催しました。この催しは、普段あまりなじみのない地磁気観測所の業務を多くの方々に知り興味を持っていただくために毎年開催しています。一時期、新型コロナウイルスの流行のため中止をしていましたが、昨年度から復活をし、今年も開催することができました。当日は暖かで風も弱く、来所した方々は、ゆっくりと展示物を見ると共に、見学コースに広がる秋の里山散策を楽しむことができたのではないのでしょうか。石岡市内をはじめ、県外からも多くの方が来られて、来場者の総計は155名となりました。多くの方にご来場いただき、ありがとうございました。

一般公開では、大正時代に建造されたものをはじめ古い建物が多く残る構内の見学（写真1）、目で見ることのできない磁石や地球の磁場の力を実感できる実験・展示コーナー、そして午前と午後1回ずつ、当所職員による講演会が行われました。



写真1 実験室（大正13年築）



写真2 講演会の様子

講演は午前・午後1回ずつ、南極越冬隊に参加した当所職員による『南極ってどんなところ？』という題目で行われました（写真2）。内容は、南極でどのような仕事をしてきたか、だけではなく南極での日常生活や楽しみは何かなど、多方面にわたり、多くの方に興味をもってもらったのではないのでしょうか。南極昭和基地内での日常生活を映したビデオ映像も紹介しました。講演が終了した後は「南極で釣った魚は食べるのですか（答：もちろん調理をして食べます）」、「文系の私でも南極に行けますか？（答：はい、事務部門には文系の方もいます）」など多くの質問が出て、皆さん南極での生活に興味津々のような様子でした。



実験コーナーは、毎年恒例となっていますが、『反重力キューブ』、『飛び出せ鉄球』、『一円玉磁石ブレーキ迷路』などが人気を集めていました（写真3）。『反重力キューブ』や『飛び出せ鉄球』では「何でこうなるのだろう？」と疑問に感じられた方も多かったようです。職員の説明を聞いて納得する方、それでも疑問が残り何回も実験を繰り返し確かめようとする方など色々でした。ブレーキ迷路では得点の大きな場所に一円玉を落とそうと、磁石の位置をあれこれ変えながら皆さん楽しんで下さったようです。

目に見えない磁力線を可視化する展示も人気を呼ん



写真3 展示室（実験コーナー）



写真4 ダジックアースの実演

でいました。『クリップde磁力線』は、磁石の位置を変えるとクリップの形が変化して、磁力線の様子を見ることができる展示です。特にお子さんがクリップと磁石の織り成す芸術作品？を楽しんでいました。また、球形のスクリーンにPCプロジェクタで地球を投影する『ダジックアース』というソフトウェア（京都大学が中心になって作成）も人気でした（写真4）。自分の手で地球をグルグル回しながら方位磁石の北は必ずしも北極の方向（真北）を指すわけではないこと、日本では磁石の北は真北の西側となるが、場所によっては東にずれること、磁場の方向や大きさは時代によって変化していることなどを



写真5 構内でのスタンプラリーと屋外展示



写真6 見学を終えて受付で来所記念スタンプを押す来場者

楽しく学べる展示です。球状のスクリーンに投影することで視覚的に理解することができたのではないのでしょうか。

また、構内一周クイズ（スタンプ）ラリーも行われ、屋外の見学コースに設置されたクイズを解きながら各々の場所に置いてあるスタンプを押している姿も見られました（写真5）。見学コースを一周すると全部のクイズに答えることができ、最後に受付で来所した記念としてスタンプを押して、見学終了（写真6）。

来年度も秋に一般公開を行う予定ですので、地磁気に興味を持たれた方は是非ご来場下さい。

（所長 吉田康宏）

## 南極地域観測隊の紹介



第65次南極地域観測隊ロゴマーク

私、屋良朝之は第65次南極地域観測隊（以下、第65次隊）越冬隊員として、南極昭和基地に派遣されます。昭和基地では、主に地磁気観測やオーロラ光学観測といった宙空圏部門の仕事に携わります。

第65次隊は、2023年11月24日に羽田空港から飛行機で日本を出発し、オーストラリアにて先に出発していた南極観測船しらせに乗り込みます。しらせに乗りオーストラリアを出発した後、約20日間の荒れ狂う船旅を経て昭和基地に到着する予定です。昭和基地での滞在期間はおよそ1年間です。その期間中に昭和基地をインターマグネット観測点（高品質の地磁気観測データの取得と提供を行う国際的な計画に認定された観測点）に登録するための、高頻度の地磁気絶対観測や観測環境の調査および整備を行うことを



写真1 雪山での登山訓練



写真2 ルート工作訓練

計画しております。また、観測体制を維持するために、観測機器の保守作業なども行います。

南極に出発する前には、様々な訓練を受けてきました。南極での行動や寒さに慣れることを目的に、長野県にある標高約2,100mの湯ノ丸山にて、雪山における訓練を行いました。訓練では、万が一、氷河の割れ目に落ちた場合に脱出することを想定し、ロープを使って木を登る訓練を経験しました。また、海氷上や氷床上といった目印がほとんどなく、自分のいる位置が正確に把握できないような環境において、安全に移動するためのルート工作の方法や使用する道具の使い方についても学びました。その他、観測機器の保守作業を実施する上で必要な知識やスキルを身に付けることを目的に、北海道陸別町や長野県菅平高原の観測施設にて、中緯度域の超高層大気の動きや電場の分布を観測するレーダーの保守訓練や、酸素分子の量や密度を観測する機器の保守訓練も受けました。

今回、私が南極で主として行う地磁気観測は、1966年から継続的に行われている観測です。半世紀以上も前の隊員から脈々と続いている観測を自分が担うことには大きなプレッシャーもありますが、これまで地磁気観測所で行ってきた観測業務や出発前の訓練で培ってきた力を発揮できるように頑張ります。

（技術課 屋良朝之）



## 愛知県立明和高校の地磁気観測所訪問

2023年8月3日、文部科学省から先進的な理数系教育を実施する高等学校として「スーパーサイエンスハイスクール」として指定されている、愛知県立明和高等学校（以下「明和高校」）の生徒1・2年生24名が来所し、講義と実習を行いました。明和高校による訪問は2016年から継続して行われていましたが、コロナ禍による中断を経て4年ぶりの実施となりました。

講義では、地磁気の変化は（約6000度もある外核での対流によって生じる）地球内部起源のものと太陽活動による外部起源のものがあるということ、方位磁石が示す北は真北から約7度ずれていることなど、学校の授業では習わない、ここ地磁気観測所以外ではなかなか聞く機会がないであろう話の数々を、真剣なまなざしで聞いていました。



写真1 講義の様子



写真2 実習の様子

その後の実習は、あらかじめ職員が観測所敷地内にお宝（磁石）を埋めておき、学生に宝探しをしてもらいました。磁石からの距離が近いほど観測値が大きく変化することを利用して、オーバーハウザー磁力計で磁気測量を行い、その結果からお宝の場所を考察し、最後は考察した場所を掘り起こして答え合わせをしました。

観測は大変暑い中でしたが、初めて触る機器の扱いにもすぐに慣れ、協力し合いながら楽しそうに行っていました。その後、各自の観測結果を持ち寄って磁石の場所を考察していくのですが、観測値をそのまま比較するだけではお宝の場所が求められません。敷地内の離れた点での観測値との差を取ったり、何も埋めていない状態での各観測点での観測値との差を取ったりと、観測値からノイズとなるものを除去することでようやく磁石による影響を取り出すことができます。この処理方法は、火山での全磁力観測の処理とほぼ同じです。正解にたどり着くのはやや難しかったようですが、職員の想像を超える深い考察をした学生もいて、その知識と思考力に驚かされました。

今回の実習を通して、地磁気観測所の業務の一部を知ってもらい、また、授業で学んでいた知識の理解を深めるきっかけにもなったのではないのでしょうか。学生からは、「こんな観測所があることを知れて良かった」「普段できないような観測、なじみのなかった地磁気についての話を聞くことができ良い経験になった」という声も聞かれました。文理選択や進路に迷っている人もいて、今回の経験の中で少しでも彼らの役に立てる部分があれば嬉しいです。また、気象庁、そして地磁気観測所という職場もあることを知っていただき、将来一緒に働くことができたらと期待しております。

（観測課 飯塚ふうな）

## 研究発表・講演（6～11月）

○第28回 国際測地学及び地球物理学連合(IUGG)総会（令和5年7月、ドイツ・ベルリン）

・長町信吾、浅利晴紀

「A new method to correct the orientation effect in observations of the total magnetic force for volcanomagnetic monitoring」

・増子徳道、長町信吾、森永健司、山崎貴之、浅利晴紀、仰木淳平、荒木徹※、能勢正仁※

「Digitization project of historical analogue magnetograms in Japan」

・T. Minami※、S. Asari、R. Shibahara※、N. Schnepf※、N. Manoj※、H. Toh※

「Magnetic signatures due to motional induction in the ocean after the 2022 Tonga eruption」

○第154回 地球電磁気・地球惑星圏学会(SGEPSS)総会及び講演会（令和5年9月、仙台市）

・浅利晴紀、今城峻※

「INTERMAGNET の地磁気データベース整備における近年の動向について」

○2023年(令和5年度)・第1回STE(太陽地球環境)現象報告会（令和5年11月、京都市）

・山崎貴之

「地磁気現象概況報告 -2023年2月～10月-」

※が付記されている方は本所外の共同研究者です。

(技術課 山崎貴之)

## コラム 地磁気観測の歴史 第6回

地磁気観測業務について知っていただくために、地磁気観測所の歴史をコラムとして連載しています。前回は柿岡で観測業務を始めた当時の観測装置や建物についてお話をしました。今回は第2回国際極年と戦争の頃のお話です。

関東大震災後、本格的に柿岡で地磁気観測が開始され、観測機器の精度も向上し標準観測所として認められるようになった頃、奇しくも第1回極年が行われてから50年を迎えようとしていました。1929年、コペンハーゲンで開催された国際気象委員会でドイツの海洋気象台長ドミニークの掛け声により第2回極年を開催することが決定しました。1932～33年にわたる1年間を第2回極年として極地方を中心とした共同観測が計画され、中央気象台にもこのプロジェクトへの参加要請がありました。第2回極年の参加国は44か国にもなり、新たに南半球域にも観測点が設けられ、多くの地磁気観測所が新設または再整備されました。中央気象台が文部省に要求していた極年事業計画が1931年に承認されると、富士山頂と山麓に臨時気象観測所、および樺太の地に「臨時豊原地磁気観測所」の開設が告示されました。同地磁気観測所は1932年7月に開設され、地磁気・地電流、空中電気観測が行われました。また極年観測のために柿岡でも青島・豊原とともに地磁気早回し観測の実施や地電流観測が開始されるなど観測体制が強化されました。

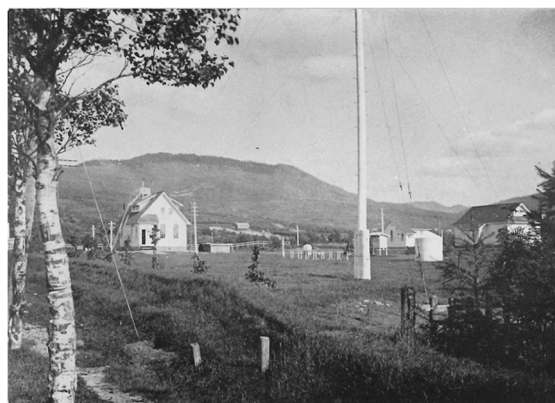


写真1 臨時豊原地磁気観測所

第2回極年観測の成果は当時として画期的なものが多くあり、豊原・柿岡・青島の記録からも磁気嵐の急始部(SC)について先進的な報告がされています(SCの研究ではその後も日本人研究者が多くの貢献をしてきまし



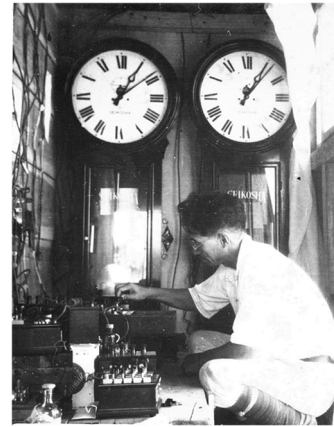


写真2 石垣島での日食観測の様子

た。早回し観測の詳細なども含めて、SC研究については改めて特集したいと思います）。

極年観測が終了した後も臨時豊原地磁気観測所は観測を継続しましたが、市街地の発展のため1940年9月から一時中断し、翌年1月から約1.5km離れた場所で観測が再開されました。4月からは臨時の名称が除かれて「豊原地磁気観測所」となり、永続的に観測が続くかと思われましたが、終戦とともに観測所はソ連に引き渡され、観測の歴史に幕を下ろしました。

一方、柿岡地磁気観測所では1935年ごろから油田や火山帯など局地的に存在する異常地帯を把握するため、東北地方を中心に細密な磁気測量が行われました。また日食と地磁気の関係进行调查するために北海道女満別町や根室、石垣島で日食観測とともに地磁気や地電流、空中電気などの観測が行われました。

しかし1941年、社会全体が戦争に進むようになると観測所でも物資の不足、熟練観測者応召などのため観測業務の維持が困難になり、女性職員も夜間観測をするなど大変な苦労があったそうです。1942年に付属の工場が設置されると測器の修理制作ができるようになり、最小限の観測が維持されました。

幸運にも柿岡の観測所では観測が中断されるような被害はなく終戦を迎えましたが、戦時中は測器の更新が進まず基準器以上の精度をもつ新たな磁力計を検定することが困難になりました。その後、地磁気観測所は1957年に開催される国際地球観測年IGYに向けて、急ピッチで測器の更新が進められていくこととなります。

先述の通り、戦後の豊原地磁気観測所はソ連へ引き渡されたため、その後継として北海道空知郡南富良野村に幾寅地磁気観測所が設置されました。1926年11月から地電流の観測がスタートしましたが、同地は地磁気観測に不適當であることが分かったため新たな候補地としてかつて日食観測が行われたことのある網走郡女満別町の旧海軍気象隊跡が選ばれました。1945年9月から幾寅地磁気観測所の移転が開始されると、同年11月には現在まで観測が続けられている柿岡地磁気観測所女満別出張所が発足します。当初は地電流観測だけでしたが1952年1月までに地磁気、地電流・空中電気の正式観測が行われるようになりました。

1946年には都城測候所に地電流の局地的調査、地震予知に应用する目的で地電流観測施設が設けられました。ただ都城は市街地が近く人工擾乱が大きかったため、1948年9月に鹿児島県鹿屋市に移設され、翌年6月から柿岡地磁気観測所鹿屋出張所となり正式に地電流観測が開始しました。当時、地磁気の常時観測点が南西日本になく国際地球観測年を迎えるにあたってその必要性が高まり、1958年1月から地磁気観測がスタートすることになります。

このようにして終戦後、地磁気観測所は測器の更新と観測施設の新設など大きな変化を迎えながら迫る国際地球観測年IGYに向けて準備が進められていきました。今回はこの「国際地球観測年IGY」についてご紹介したいと思います。

(観測課 松浦大輔)

