

地磁気観測所ニュース

No. 84

令和7年（2025年）12月



目次:

○北海道網走にて低緯度オーロラの撮影に成功	1
○地磁気の航路をつなぐ ―INTERMAGNETリスボン会議―	2
○2025年施設一般公開の様子	4
○地磁気観測所の検定業務	6
○南極地域観測隊員の紹介	8
○コラム	9
・地磁気観測の歴史 第8回	

北海道網走にて低緯度オーロラの撮影に成功

2025年11月12日夜、北海道を中心に北日本や北陸などの各地で低緯度オーロラが撮影され、テレビや新聞などのニュースでも取り上げられました。筆者も、勤務する北海道網走市で低緯度オーロラの撮影に挑戦した結果、肉眼での確認は難しかったものの、北斗七星をバックにぼんやり赤く広がる光をカメラに収めることができました（写真1）。地磁気観測所の職員としては1989年以来となる撮影成功です。

一般的なオーロラは、高緯度地域で見られる、赤や緑など色鮮やかでカーテン状のもの（[地磁気観測所ニュースNo. 81](#)の表紙にある南極・昭和基地で撮影されたオーロラなど）です。一方、低緯度オーロラとは、磁気嵐が発生した時に通常より低緯度側までオーロラが発生し、その高高度部分の赤色の光を北海道のような通常オーロラが見られない地域から見たもののことを言います。低緯度オーロラは、北海道でも稀に観測されるもので、大きい磁気嵐の発生や天候、地理的条件がそろった場合にのみ観測できる珍しい現象です。最近では、2024年5月に地磁気観測所（柿岡）での観測史上第9位の巨大磁気嵐が発生し、日本各地で低緯度オーロラが見られたことも話題になりました。



写真1：2025/11/12 21:17（日本時間） 北海道網走市能取岬にて北方向を撮影。筆者所有スマートフォン、F値：1.7、ISO：3200、露光時間：30秒

今回も、9日～11日に大規模な太陽フレアが連続して発生した影響で、12日朝に始まった磁気嵐の規模は比較的大きくなることが想定されていました。19時頃、低緯度オーロラが見られるかもしれないという期待を胸に、能取岬に向かいました。能取岬は、網走市中心部から車で20分ほど離れており、周囲には人工的な明かりがほとんどなく北側が開けているという、オーロラ撮影の地理的条件が揃った場所です。車を降りると、空にはこれまで見たことのない「満天の星」。そして、自分の目を疑うほどの多くの流れ星。偶然にも、この日はおうし座北流星群のピークでもあったようで、低緯度オーロラが見えなくてもこの星空だけでも来た甲斐がある、と思ってしまいました。つまり、雲一つない、低緯度オーロラ撮影には絶好の天気だったのです。

このように、非常に恵まれた撮影環境となりましたが、北の方角を見てもオーロラらしき光は見えず、スマートフォンで撮影しても画面は真っ黒。周囲では、防寒着に身を包んだ人々が三脚に据えた本格的なカメラを操作し、どうやら撮影に成功している様子です。スマートフォン一台しか持たない筆者には、撮影は難しいかもしれない——そんな思いも徐々に芽生えてきます。気温は2度前後、カメラ操作のために手袋も外し、三脚もないのでカメラを固定するのも一苦勞。それでも、「こんなチャンスはそうそうない、低緯度オーロラを撮影してみたい」という思いが諦めを押し返します。カメラ設定と格闘すること約1時間半、ついに赤い光が写った瞬間は

感動的でした。また、日頃の生活ではその影響を感じることは少ない、「地磁気」の力を感じた瞬間でもありました。

過去には、気象庁職員による低緯度オーロラの日視観測記録が残されており、スケッチも交えながら色や形の変化が詳細に記録されています。その記録を見ながら、いつか自分も見てみたいと思いを馳せていたオーロラ。今回、カメラを通してですが初めて見ることができ、美しい星空と共に思い出に残る一日となりました。

今回のように、肉眼では認識できないような明るさの低緯度オーロラでもカメラで撮影に成功する事例は近年増えています。また、地磁気活動と深い関係がある太陽活動は、11年周期で盛衰を繰り返しており、ここ数年が最盛期とされています。今後しばらくは、大規模な磁気嵐の発生と、低緯度オーロラを見るチャンスが、再び訪れるかもしれません。

(網走地磁気観測連絡事務所 飯塚ふうな)

地磁気の航路をつなぐ—INTERMAGNETリスボン会議—

「ナビゲーション」と聞いて、皆さんは何を連想するでしょうか。きっと車のカーナビやスマートフォンの地図アプリを挙げる方が多いでしょう。最近では、ドローンの自動操縦なども思い浮かぶかもしれません。現代のナビゲーションはGNSS（全球測位衛星システム）を活用し、人工衛星からの信号をもとに位置を高精度で割り出す高度な技術により成り立っています。その測位精度は、太陽フレアなどに起因する地磁気嵐などの宇宙天気現象によって影響を受けることがあるため、安定した運用を支えるには地磁気の変動を常に監視することが重要になります。

現代の地磁気観測では、地球上のさまざまな観測点で得られた時系列データが、デジタル数値として収録装置（「ロガー」とも呼ばれます）に記録されます。これらのデータは、国際共同事業であるインターマグネット（<https://intermagnet.org/>）が推進する世界的な通信ネットワークを通じて準リアルタイムに集約されることで、地磁気の変化をグローバルに監視する体制が整えられています。観測の信頼性や即時性を高めるためには、各国の関係機関が協力して観測技術の標準化やデータ交換の促進を進めることが欠かせません。

インターマグネットでは、事業の運営や方針を集中的に議論・決定するための会議を毎年開催しています。今年の会議は2025年9月7日から9日にかけて、ポルトガル海洋気象庁（IPMA）がホストとなり、首都リスボンの同機関本庁にて開催されました（写真1）。出席者はインターマグネット役員のほか、加盟機関および新規加盟を目指す機関からのオブザーバーを含む約30名を数えました。会議では、それぞれの専門部会に分かれ、地磁気確定データの品質管理、新しいリアルタイム通信方式の導入状況、公式技術マニュアルの改訂などについて活発な議論が行われました。また全体会議では、「確定データの品質チェックタスクチーム」の一員として継続的に作業に従事してきた功績に対し、感謝状を受領しました（図1）。振り返れば、同チームは6年前のオタワ会議（地磁気観測所ニュースNo. 72「インターマグネット・オタワ会議参加報告」）にて当所による提議を受け設置されたという経緯があり、それが国際協力への航路の起点を成したと思うと感慨深いものがあります。その後、タスクチームでの活動を足掛かりとし、昨年度からは執行委員会OPSCOMの役員も務める運びとなっています。

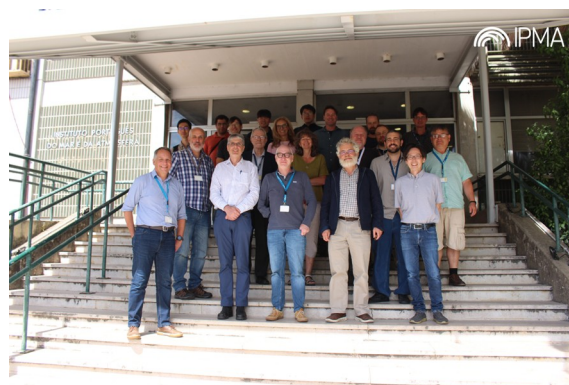


写真1：（左）インターマグネット会議開催地であるポルトガルの首都リスボン
（右）各国の地磁気観測機関から参集したインターマグネット会議の現地出席者¹

¹ IPMAによる提供（https://www.ipma.pt/en/media/noticias/news.detail.jsp?y=2025&f=Reuniao_intermagnet_set_2025.html）

さて、「ナビゲーション」という言葉の語源は、ラテン語の「navis (船)」と「agere (導く)」にあります。その起源は16世紀に遡るとされ、大航海時代を切り拓いた航海者たちの足跡にたどり着きます。実は、その歴史的な意味でのナビゲーションも、現代の地磁気観測と少なからず縁でつながっています。

ポルトガルの歴史における栄光の時代の先駆けとなった航海者ヴァスコ・ダ・ガマ (写真2) は、15世紀末にアフリカ南端を回ってインドへの海路を開き、やがては日本にまで到達することになる海上ネットワークを築きました。羅針盤は、地磁気を利用した最初のナビゲーション装置の一つとして、当時の航海術に欠かせませんでしたが、実は今日でも当所ではその検定を委託されることがあります (P7 地磁気観測所の検定業務参照)。また、当時の航海術の一つに、船の速度を測るために丸太 (log) を海に投げ、船尾に届くまでの時間を測って記録するという技法がありました。測定の結果は、航海の管理や航路の確認に活用するため、航海日誌 (logbook) に記録されましたが、これが後にデータを電子的に記録する装置「ロガー (logger)」と呼ばれる由来となっています。



写真2: リスボン滞在中に訪れたヴァスコ・ダ・ガマの墓

当所が地磁気観測における国際協力の舞台へと積極的に漕ぎ出してから、数年が経ちました。現在では、インターマグネットの運営や業務の中で着実に存在感を高めています。今後も、海を越えた地磁気観測の体制を維持し、さらには拡充していくために、観測精度やデータ交換の面でナビゲーターとしての役割を担っていくことが求められます。かつて航海者たちが世界の海上ルートをつないだように、当所は地磁気観測の国際的なネットワークをつなげる挑戦を続けていくことでしょう。

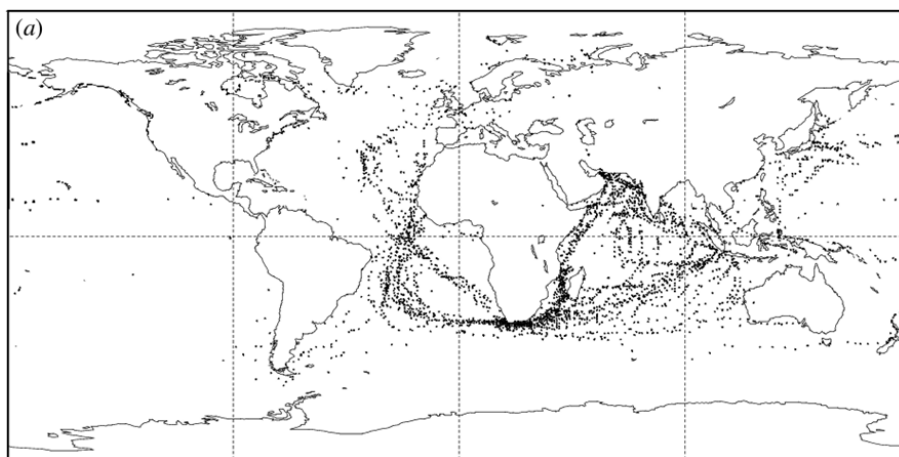


図2: 歴史的な地磁気主磁場モデルGUFM1の構築に使われた偏角データ分布 (1600年から1649年)²

(技術課 浅利晴紀)

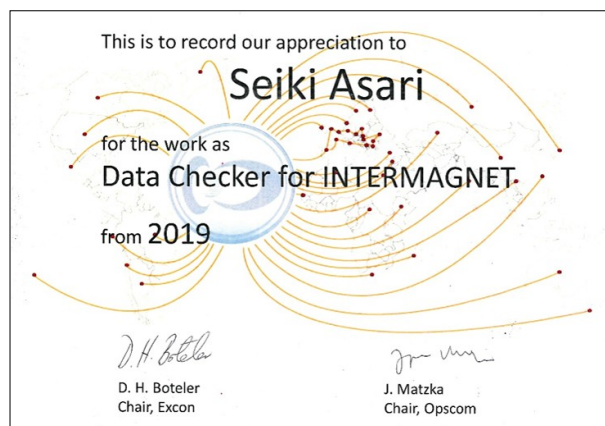


図1: インターマグネットからの感謝状。他機関の観測所のデータ品質をチェックする作業は当所の多数の所員が国際業務として従事し支えてきたものである。

16世紀から18世紀にかけて、ポルトガルからスペイン、そして英国へと海の覇権が引き継がれましたが、洋上では常にアストロラーベや六分儀を用いた天測による緯度や経度とともに、地磁気の偏角や伏角が記録されました (図2)。その成果は、英国の天文学者エドモンド・ハレーによる大西洋の偏角海図として結実しました ([地磁気観測所ニュースNo. 74](#) 「地磁気観測の歴史 第1回」)。これは初期の地球規模の地磁気モデルです。さらに、航海者たちの記録は時を越えて、地磁気の永年変化を再現する全球モデルの構築にも貢献しているのです。

²Jackson他 (<https://doi.org/10.1029/2002RG000115>) より抜粋。

2025年施設一般公開の様子

今年（2025年）は11月1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毎年開催しています。前日は雨のため屋外の準備をすることができず、当日まで悪天が続くことも心配されましたが、当日の明け方に雨は止み、朝から日が差して暖かな天気でした。前日できなかった分の作業を当日朝に行ったり、一時強い風が吹いたこともありましたが、来場の皆様には心地よく展示物と所内の里山散策を楽しんでいただけたと感じております。

前日の悪天もあり（もしかしたら同日午前に行われていたMLBワールドシリーズの影響もあったかもしれません）例年ピークを迎える午前中の来場者が少なく、最初は心配していましたが、午後からどんどん来場される方が増え、午後の講演会の時間には来場者がピークとなり、当初開放していた駐車場では足りなくなってしまったため追加の駐車場を開放する程でした。今年に来場者の総計はコロナ禍以降最多の192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、古いものでは築100年にもなる歴史ある建物等の見学、実際に磁力の不思議等を体験いただける実験コーナー、貴重な測定器の展示、楽しく地磁気について学んでいただけるスタンプラリー、そして午前と午後に1回ずつ当所職員による講演会を実施しました。

講演会は、南極地域観測隊に参加した当所職員による『南極の魅力』というタイトルで行いました（写真1）。講演内容は、緑や赤・ピンクといった色鮮やかで時に激しい動きを見せるオーロラ、南極の寒さやブリザードと呼ばれる猛吹雪、一日中太陽が沈まない白夜、反対に一日中太陽が昇らない極夜など、日本では経験することができない南極・昭和基地ならではの自然の魅力を紹介したものでした。



写真1：講演の様子

講演終了後には、「オーロラから音は聞こえるんですか？」、「なぜ観測船は1年に1度だけしか南極に行かないんですか？」、「休日は何をして過ごしているんですか？」、「一番大変なことは何でしたか？」など幅広く、そして数多くの質問があり、大盛況の講演となりました。来場の方々に南極に対する興味を持っていただけたようで講演した職員はホッとした様子でした。

今回は午後の講演後に、主に中学生以下の子どもたちを対象とした南極クイズ大会を実施しました。講演を聞いていれば分かる内容から頭を悩ませる難しい問題までが出題され、さらにその成績がランキング形式で表示されることもあって、参加した子どもたちは一喜一憂していました。初めての試みで参加人数が少ないのではないかと心配されましたが、無事に実施できました。



写真2：「飛び出せ鉄球」で楽しむ来場者

実験コーナーでは、来場者が実験に参加できる『反重力チューブ』、『飛び出せ鉄球』、『一円玉磁石ブレーキ迷路』が特に人気でした。参加者は『反重力チューブ』や『飛び出せ鉄球』では実際に自身の手を動かして目の前で磁石の力が与える現象を体験できます（写真2）。なぜこのような現象が起こるのかと職員へ質問される方も多く、職員も丁寧に解説していました。参加者は、ブレーキ迷路では一番得点の高いゴールに一円玉を落とそうと、磁石の位置を試行錯誤して楽しむ姿がみえました。『クリップde磁力線』は、磁石の位置によって変化するクリップの形を通して、普段は目に見えない磁力線を間近に感じてもらえる展示です。参加者は、磁力によってクリップが引き寄せられてつながっていく様子、磁力線に沿って出来上がったクリップの形を観察していました。

球形のスクリーンに様々な地球の姿を投影する『ダジックアース』（京都大学が中心になって作成）も人気を集めました（写真3）。タッチパネルを操作することで地球を回していろいろな角度から見る事が可能で、方位磁石の北は真北を指しておらず、その場所も少しずつ移動していること、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学べる展示です。参加者からは、球状のスクリーンに投影された映像を見て、これは何を意味しているか、なぜ地磁気は変化するのか等の質問がありました。

今年の3月～6月に国立科学博物館で開催された気象業務150周年企画展「地球を測る」に出展していた貴重な測器も展示しました（写真4）。



写真3：ダジックアースの実演

昨年度に引き続き、今年も水戸地方気象台に出展いただき、風向風速計や液状化実験装置の展示を行い、多数の来場者から質問を受けられていました（写真5）。気象防災は国民の命を守るための重要な気象庁の取り組みであることから、このような機会に広く理解いただけるよう広報活動も積極的に実施されていました。

構内一周スタンプ（クイズ）ラリーでは、今回はクイズを一新し、より身近な内容が盛り込まれました。構内を見学しながら各ポイントでクイズに挑戦するとともにスタンプを押し、ゴールで答え合わせと巨大スタンプを押して完了となります。今回から受付で配布したしおりにクイズの解答記入欄を追加しました。ゴールで答え合わせをしながら問題について職員へ質問されている姿も多く見られました（写真6）。

当所の一般公開は毎年少しずつリニューアルをしています。地磁気について来場の皆様に知っていただきたいという職員の工夫がちりばめられておりますので、一般公開を通じて少しでも地磁気を身近に感じていただけたら幸いです。また施設見学については、随時受け付けておりますので、当所の業務や建物に興味を持たれた方はHPをご確認くださいようお願いいたします。

（総務課 浦川翔平）



写真4：貴重な測定器の展示



写真5：質問されている来場者と解説する水戸地方気象台職員



写真6：構内スタンプラリーと屋外展示

地磁気観測所の検定業務

地磁気観測所は、地磁気観測業務や地磁気概況通報業務に加えて、地磁気観測に使用する測定器の検定業務も行っています。検定とは、被検定器と基準器との測定値の差（以下、器差とする）で測定器の可否を判定するものです。日本で地磁気観測用測定器の検定を行えるのは地磁気観測所のみで、国内唯一の検定機関として重要な役割を担っています。今回は当所の観測環境と検定業務についてご紹介します。

地磁気観測所は広大な敷地を保有しており、敷地内に整備されている観測施設の素材にも磁性のない材料を使用しています（写真1）。これは地磁気が車両等の鉄材による磁性物からの人工的な磁場擾乱の影響を受けやすいためです。写真1の施設内には器械台が整備されていますが、直径60cm、高さ約4mの磁性のない御影石を使用しており、位置変動を小さくするために地下約2mまで埋められた造りとなっています（写真2）。また他の観測施設では、地下5mまで掘られた建物に観測装置を設置することで、温度変化に伴う観測誤差を最小限にしています。



写真1：検定を行う比較校正室の全景



写真2：比較校正室建設時の様子

私たちはこのような様々な工夫が施された施設を使用して、その変化量を0.01nT（ナノテスラ、 10^{-9} T）という、とても小さい単位で観測しています。nTと言ってもピンとこないかもしれませんが、たとえば市販の磁気治療器が約100mT（ミリテスラ、 10^{-3} T）程度なので、比較するととても高精度な観測が行われているのがご理解いただけるかと思います。

このように正確な基準値を維持するためには、観測環境を整えることが非常に重要で、当所は人工的な磁気の影響のない環境で検定業務を行える貴重な施設となっています。

地磁気は、ベクトルと呼ばれる大きさと向きを持っていますが、絶対値の観測は現在でもこれらを同時に計測する方法がありません。そのため別々に観測し、お互いを校正することで、地磁気の絶対値を算出することができます。地磁気の大きさの観測には、プロトン磁力計やオーバーハウザー磁力計といった全磁力計（写真3）が、向きの観測には角度測定器や磁力計を搭載した経緯儀（写真4）が用いられており、検定はこの両方の測定器を対象としています。

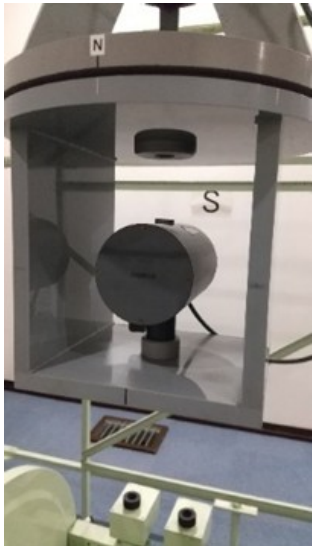


写真3：地磁気の大きさを測定する器械
(左) プロトン磁力計、(右) オーバーハウザー磁力計



写真4：地磁気の向きを測定する器械
(角度測定器・経緯儀)

地磁気観測所で行う検定の種類と合格基準に関しては、気象業務法に観測精度ごとに示されています。磁気儀及び磁気計に関しては、先述した全磁力計や経緯儀が対象となり、磁場の方向は分単位の精度、磁場の強さはnT（ナノテスラ）単位の精度で合格基準が定められています（表1）。羅針盤は、船舶に設置が義務付けられている大型の方位磁石で、おおよそ1度単位で磁場の方向を知ることができる測定器です（写真5）。当所で検定を行った実績では、羅針盤の検定数が最も多く、そのほとんどは羅針盤の製作会社が所有するものです。羅針盤については実際に目にするのは少ないかと思いますが、当所の一般公開等でも手に取ってご覧になることができます。

また、気象庁内で磁力計を更新・修理・校正などを実施した際にも、必ず検定（以下、部内検査とする）を実施し、器差が合格の範囲内にあることを確認することで、観測値の精度を担保しています。

表1：検定の合格基準

		合格基準（器差）	
		磁場の方向	磁場の強さ
1) 磁気儀	イ 第1種検定	0.2' 以下	2 nT 以下
	ロ 第2種検定	1' 以下	10nT 以下
2) 磁気計		10' 以下	100nT 以下
3) 羅針盤		0.5° 以下	



写真5：羅針盤

ここで全磁力計の検定時の様子をご紹介します。写真6は比較校正室内の様子です。実際の検定時には、この器械台上に設置した検定台と呼ばれる水平回転する台に、基準器であるプロトン磁力計と被検定器を載せて器差を測定します。検定台を水平回転させて両者の位置を入れ替えて観測することで、測定位置による誤差を打ち消すことができ、器差を求めることが可能です。また、磁気儀第1種検定・部内検査では磁力計の精度に加えて、設置方向における観測誤差も測定します。被検定器を水平に45度ずつ回転させながら観測することで、設置方向における器差の違いを測定することが可能です。

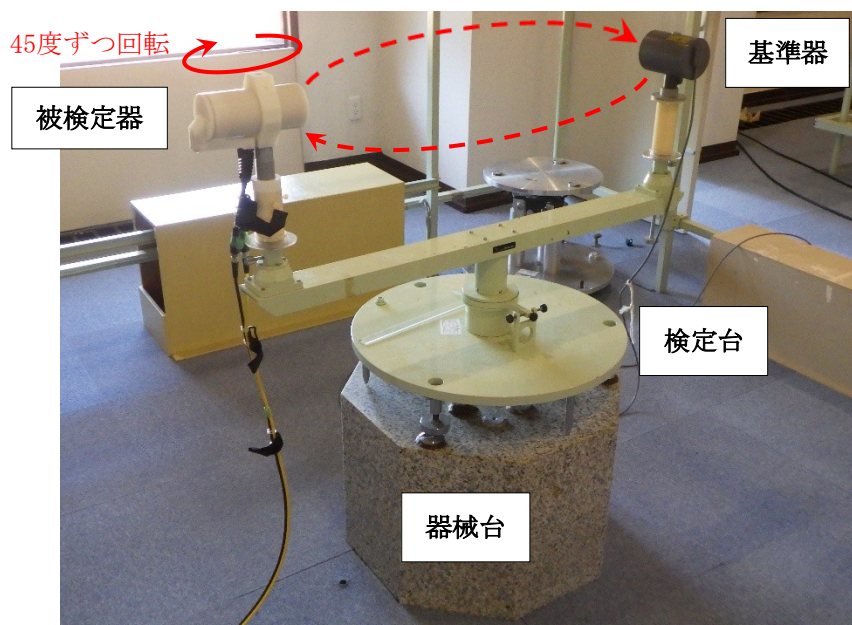


写真6：器差測定時に使用する検定台と器械台

使用する地磁気観測用測定器の正確性を判断するためには、信頼のおける観測値と比較する必要があります。地磁気観測所が国内唯一の地磁気観測用測定器の検定機関とされているのは、当所の観測値が国内で最も正確であるという前提の下で成り立っています。

今後も、高精度の地磁気観測値を提供することで、地磁気観測用測定器の検定機関としての役割を継続していきます。

(観測課 吉田昌弘)

南極地域観測隊員の紹介

こんにちは、松浦大輔と申します。私は第67次南極地域観測隊の一員として、2025年12月4日に成田空港を出発し、南極・昭和基地に赴く予定です。

昭和基地では、主に地磁気観測や成層圏より上空の大気の観測、そしてオーロラ光学観測などを担当します。南極での観測活動は、地球環境や宇宙空間の理解に欠かせない重要な役割を果たしており、今回その一端を担うこととなり身の引き締まる思いです。

観測隊員としては6月下旬に正式決定しましたが、それ以前から訓練は始まっていました。3月には長野県の湯の丸高原にて雪山における訓練を行い、ルート工作や雪上歩行、雪が降りしきり中でのテント泊を経験しました(写真1、2)。当日はあいにくの天候により、予定されていた登山は中止となったものの、レスキュー訓練など実践的な内容を学ぶことができました。



写真1：冬期総合訓練でのルート工作訓練



写真2：テント泊の様子

その後も、東京都立川市にある国立極地研究所でオーロラ光学観測に使用する機器の取り扱い方を習得したり、北海道や長野県にある大型のHF（短波）レーダーのアンテナ保守作業や運用方法に関する訓練（写真3）など全国各地にある観測施設に出向いて準備を進めてまいりました。

現在は、11年周期で訪れる太陽活動の極大期にあたり、昭和基地では幻想的なオーロラが観測されています。この貴重なデータを確実に記録し、観測を途切れさせることのないよう、万全を尽くす所存です。健康と安全を第一に、越冬期間中の長期にわたる生活と観測にしっかり取り組んでまいります。どうぞよろしくお願いいたします。



写真3：北海道陸別町にある超高層大気の動きや電場の分布などを観測するHF（短波）レーダーの観測施設

（技術課 松浦大輔）

コラム 地磁気観測の歴史 第8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。空中電気観測についての番外編を挟みましたが、前回は終戦から国際地球観測年（International Geophysical Year, 1957年～1958年）とその後の紹介をしました。今回は新標準磁気儀KASMMERについてのお話です。

◇計画の始動◇

苦労と失敗を重ねて1956年によりやく完成した標準磁気儀A-56でしたが（[コラム第7回](#)参照）、歳月を経て1965年に分解修理が行われると、回転軸の受けとして使われているルビーの破損をはじめ、全体の劣化・損傷がひどく更新が必要な状態であることがわかりました。この頃、柿岡では絶対観測にはA-56、変化観測にはKM型・KZ型変化計が用いられていました（絶対観測と変化観測については[コラム第3回](#)参照）。KM型・KZ型変化計は吊り磁石式の磁力計で、磁石と一緒に糸で吊るされた鏡が光を反射し、地磁気変動に伴って動いた反射光が感光印画紙にグラフを描くというアナログ式のものでした。一方、世界では量子エレクトロニクス分野の研究・開発が進み、吊り磁石式磁力計に代わる光ポンピング磁力計等の電子機器が登場しつつありました。

そこで、A-56の更新のみならず、変化観測用の磁力計、磁気儀や磁力計を設置する建物、そして敷地に至るまで、地磁気観測システム全体の大改革案が検討されることになりました。1968年、当時の所長である柳原一夫を委員長とする新標準磁気儀製作委員会が所内に設けられ、翌年には従来とは全く異なる高精度・高時間分解能の地磁気観測システムの成案が得られました。この新しい観測システムは Kakioka Automatic Standard Magnetometerを略してKASMMERと命名され、1970年から2か年計画で製作に入りました。

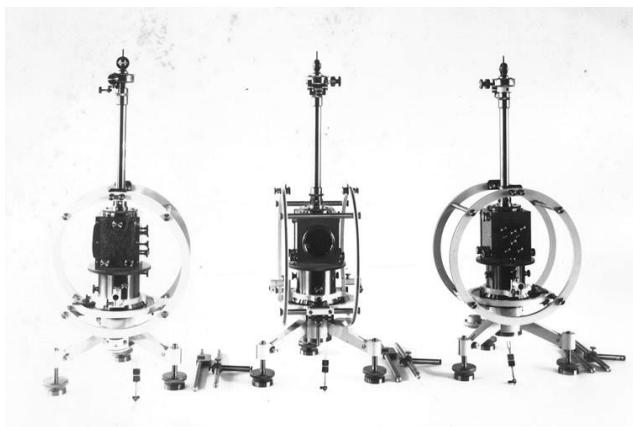


写真1：KM型変化計

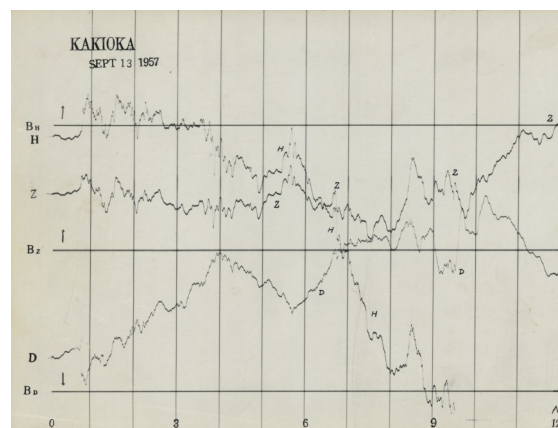


写真2：KM型・KZ型変化計による観測記録

KASMMERの機器構成は概ね次のようなものでした。

- ① 地磁気の各成分H, Z, D, F (図1) を観測する各1式、計4式の光ポンピング磁力計
- ② A-56の後継となる新標準磁気儀
- ③ 比較校正用のプロトン磁力計
- ④ 電子計算機と周辺機器からなるデータ処理システム

◇KASMMERのための敷地◇

KASMMERの実現には、4式の光ポンピング磁力計やプロトン磁力計の各電流が相互のセンサーに影響を与えないよう、少なくとも10,000㎡以上の建造物のない平坦地が必要でした。しかし当時、観測所敷地内にこの条件に合う平坦地はありませんでした。そこで、かつて太陽の黒点等の観測に使われた20cm屈折望遠鏡が設置されていた望遠鏡室や、戦時中にメートル原器が収容されていた地下室など、長年親しまれてきた建物が思い切って撤去されました。さらに、町役場と交渉して観測所敷地内を横切っていた町道と高圧送電線を敷地境界沿いへと移設しました。

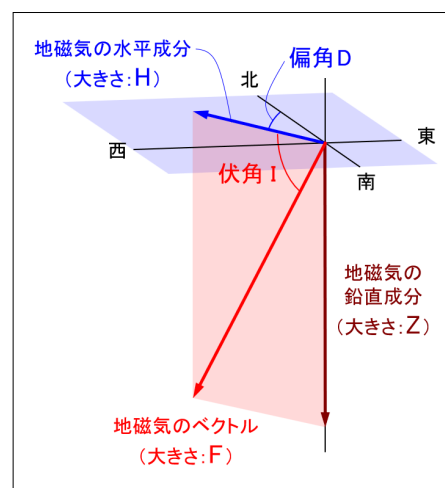


図1：地磁気の各成分（北半球）

そして、1970年に構内南部の丘陵地（通称“ひばりが丘”）13,000㎡を平坦化してKASMMERの敷地が造成されました。その後、造成された敷地では10m格子122か所の観測点を定めて3回の磁気測量が行われ、土壌の持つ自然磁場分布に異常な偏りや過渡的な変動がないことが確認されました。

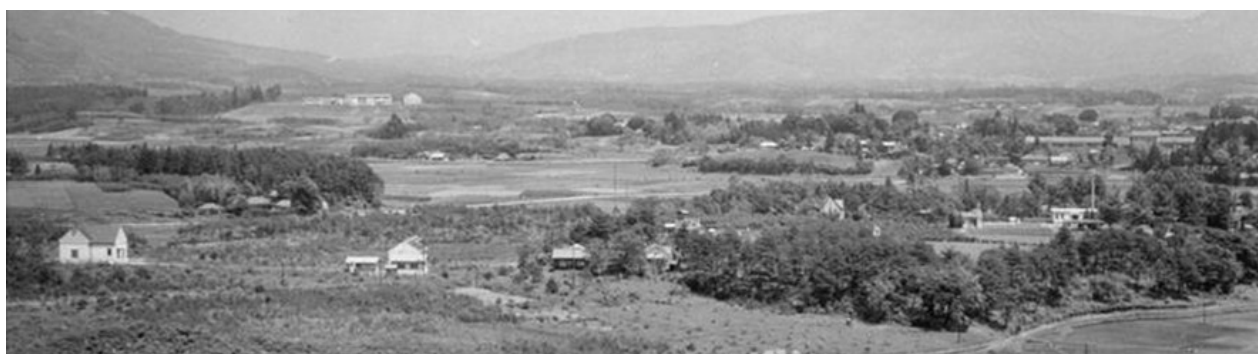


写真3：KASMMERの敷地が造成される前の観測所全景
(1959年11月撮影。写真右の樹木に囲まれている辺りが“ひばりが丘”と思われる。)

◇非磁性観測室の建設◇

こうして用意された敷地で、6棟の観測室の建設が始まりました。光ポンピング磁力計を設置する検出器室が4棟と、比較校正室及び比較制御室です。それは通常の建物の建設とは大きく異なるものでした。地磁気の観測に影響しないよう、可能な限り磁性物を排除する必要があったからです。観測室に先立って建設された木造・非磁性の材料試験室において、あらゆる建設材料の磁性検査が一品一品行われました。

建物の基礎コンクリートには、磁性の大きい普通セメントではなく磁性の小さい白セメントが使われました。さらに、セメントに混ぜる砂利・砂、コンクリートの下に敷く割栗石に至るまで、磁性のある一般のものは全く使われず、すべて「稲田石」の砕石が使われました。稲田石は、柿岡からほど近い笠間市稲田で産出する花崗岩です。正式名称は「稲田白御影石」で、国会議事堂や最高裁判所にも使用されている最高級石材です。チタン鉄



写真4：稲田石の採石場



写真5：観測室の建設場所に搬入される稲田石

鉋系に分類されるため磁性が小さいことで知られます。この稲田石のなかでも、特定の石切場から採れる特に磁性の小さいものが採用されました。通常、コンクリートには補強のため鉄筋を埋め込みますが、非磁性とするためすべて真鍮筋が使われました。それも、大量に使われるためわずかな磁性も許さず、製造過程で鉄分が混入したものを完全に除外するため、何度も検査・作り直しの末に磁性のないものが選り抜かれました。壁面は主にコンクリートブロック構造で、白セメント、稲田石の碎石及びパーライトにより特別に製造された非磁性ブロックが使われ、補強にはもちろん鉄筋ではなく真鍮筋が使われました。

光ポンピング磁力計は少なからず温度変化が観測値に影響するため、ブロック壁の内側、外側、天井裏及び床下にはスタイロフォームという断熱材が張られました。外壁と屋根はアルミ仕上げとされましたが、これは非磁性とするためばかりではなく、輻射熱の吸収・放出を緩和するためでした。各観測室には磁力計等を設置する稲田石製の器械台が据えられ、その底部を支える有筋コンクリートも上と同様に造られました。

このように非磁性にこだわり抜いた観測室6棟は、1971年6月に完成しました。



写真6：稲田石の器械台と
光ポンピング磁力計



写真7：完成後間もない頃の観測室全景

◇データ処理◇

一方、データ処理装置類は汎用の電子機器なので磁性は避けられませんでした。そこで、観測室群から100m以上離れたところに計測処理室が建設され、ここに集められました。その構成は、HITAC-10が2台、ディスク記憶装置、磁気テープ装置及びタイプライターでした。HITAC-10は日立製作所が開発した我が国初のミニコンピューターです。これらの処理装置に光ポンピング磁力計からのデータがオンライン・リアルタイムで自動入力され、成分変換や各種の比較校正処理を経て毎分値・毎時平均値等のデータが収録されるよう設計されました。これにより、全世界の地磁気観測所に先駆けて毎分サンプリングでのデジタルデータの取得が可能となりました。



写真8：計測処理室

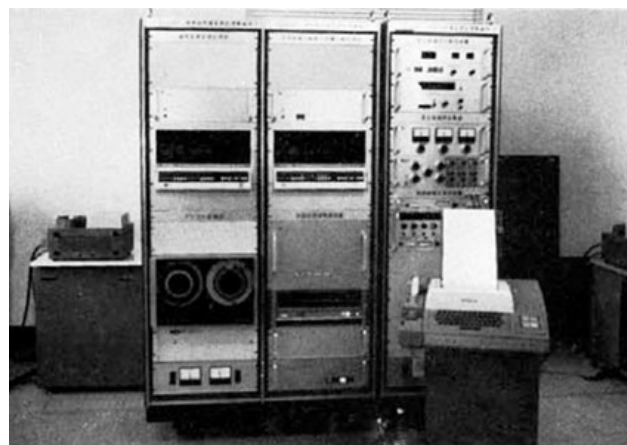


写真9：データ処理部

◇新標準磁気儀DI-72◇

ここで、新標準磁気儀DI-72について触れたいと思います。そもそも磁気儀とは、地磁気のD、I成分（図1）を測ることができる測定器です。変化観測を定期的に補正するために行う絶対観測に使われます。

冒頭で述べたように、劣化・損傷が進んでしまったA-56でしたが、A-56をはじめとする従来の磁気儀は、そもそも構造的な限界を抱えていました。毎秒10回程度回転するサーチコイルの軸方向によってDとIを測定する構造となっており（原理は[コラム第4回](#)参照）、回転する軸はどうしても揺らぎが生じてしまうため、高精度の観測には向いていませんでした。一方、KASMMERに求められた精度は「0.01分」という極めて厳しいものでした。これがいかに厳しいものだったかを知っていただくために、小学校の算数の授業で使った「分度器」を思い出してください。「1度」というと分度器の上では1mm程度の目盛りで表される小さな角度です。KASMMERに求められた精度「0.01分」は、その1度の6000分の1なのです。したがって、回転する軸のわずかな揺らぎも命取りというわけです。

そこで、新しく製作されたDI-72ではこの点が改良されました。3次元の複雑な幾何学的説明が必要になるので詳細は割愛しますが、回転するサーチコイルの周りを囲うヘルムホルツコイルにより自然磁場をほぼ消去し、その消去磁場の方向で地磁気の方向を決定する方式が考案・採用されました。この方式により、回転するサーチコイルの軸方向を直接測定することを回避し、従来の磁気儀をはるかに上回る高精度を実現しました。製作を受注したのは当時測量機器メーカーだった株式会社測機舎（現在は廃業）でした。小さな部品一つ一つに至るまで完全オーダーメイドで、設計図は350枚以上にもなりました。「各部品は複数個製作され、工作誤差の小さいものが選ばれて最終的に1つのDI-72に組み上がった」という逸話も職員の間で語り継がれています。こうして、地磁気観測所職員の知恵とメーカーの技術者・職人の技術が結集され、世界最高峰の精度と安定性を誇る磁気儀DI-72ができあがりました。



写真10：DI-72

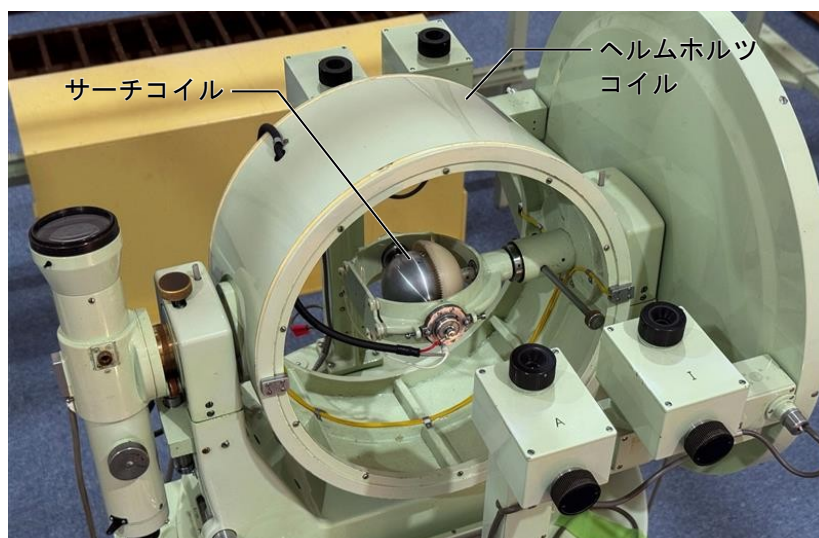


写真11：同左（コイル周辺）

そして、DI-72は製作から50年以上が経過した現在も現役です。しかも引き続き世界最高峰の精度と安定性を誇っています。過去に更新を計画したこともありましたが、既にメーカー側で製作技術が失われており、更新は永遠に不可能であることがわかりました。世界最高峰、世界唯一、二度と製作不可とあって、観測の際には職員も相当に気を遣い、慎重・丁寧に扱っています。交換部品も存在しないため、例えば回転させる際には偶力以外の余計な力を一切与えない等、少しでも可動部の消耗を遅らせて長持ちさせるよう徹底しています。

DI-72は、精度維持のため温度にも条件があります。使用時は $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、保管時は $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 、また、1時間の温度変化を 2°C 程度に抑えなければなりません。このため、DI-72が設置された比較校正室には建設当時からヒーターとクーラーが取り付けられ、常時適温に保たれ続けています。ヒーターは特別に製作された非磁性赤外線電球で、床下に設置されています。電球の輻射熱で空気を暖めるというものです。一方、クーラーは汎用品で、建設当時は比較校正室西側のクーラー室に設置されており、磁性が大きいので絶対観測を行う際には台車で観測に影響のない距離まで遠ざけられていました。現在は十分離れた距離に設置され、地中を走るダクトを通じて室内に冷風が送られる仕組みとなっています。

職員が触れる際には細心の注意が払われ、50年以上にも渡って24時間体制の温度管理がされているDI-72は、さながら美術館に収蔵されている重要文化財のようです。

◇KASMMER完成後◇

1972年3月、ついにKASMMERの各装置の設置・調整が完了し、同年8月8日には、当時の気象庁長官高橋浩一郎をはじめ多数の関係者列席のもとに火入れ式と完成祝賀会が行われました。その後、試験観測に入り、従来の標準磁気儀A-56等と並行観測を行いながら、順次KASMMERに移行されていきました。吊り磁石式磁力計によるアナログ記録が世界の主流だった1970年代において、高精度かつ毎分サンプリングという高時間分解能のデジタル化を実現したKASMMERは、時代を先取りした画期的な観測システムであり、世界的に注目されました。

1973年9月、京都で開催された国際地球磁気学超高層物理学協会第2回学術総会において、柳原一夫所長（当時）によりKASMMERの概要と試験結果が報告された際には、外国からの出席者多数が柿岡に見学に訪れました。また、1979年に東京でIMS（国際磁気圏観測計画）のシンポジウムが開催された際にも、外国から多数の見学者がありました。こうして柿岡は、KASMMERの完成によって名実ともに世界に誇る観測所となっていきました。そして、1985年には3秒ごとの観測値が、1987年には毎秒値が提供可能となり、さらに地磁気観測の最先端を切り開いていくことになります。



写真12（左）：KASMMER火入れ式（左から柳原所長、高橋長官、木村観測部長（いずれも当時））

写真13（右）：KASMMER火入れ式で挨拶する柳原所長（当時）

以上、今回は新標準磁気儀KASMMERの製作についてのお話でした。建物、道路及び高压送電線を撤去・移設してまで敷地を造成したことや、観測室の建設材料一品一品に至るまで磁性検査をして磁性のないものを選び抜いていたことなど、当時KASMMERの製作に当たっていた職員たちの熱意と本気度が感じられます。現在、各磁力計は別のものに置き換わっていますが、当時建設された観測室や標準磁気儀DI-72はまだ現役です。これからも後世に受け継いでいくため、大切に維持管理していきたいと思っています。

今回は、KASMMER導入後から2000年頃までの柿岡での観測について紹介します。

（観測課 北山拓）

（参考文献）

- ・地磁気観測百年史
- ・気象百五十年史
- ・河村まこと、佐野幸三、長嶺亘、標準磁気儀の観測室－KASMMERのための敷地と建物－、地磁気観測所技術報告、第12巻、第2号、18-37、1972
- ・栗原忠雄、地磁気観測所構内の磁気異常の分布と変化、地磁気観測所要報、第14巻、第2号、40-55、1972
- ・源泰拓、東京/柿岡における地磁気観測の歴史と現状、地磁気観測所テクニカルレポート、第7巻、第1、2号、1-8、2010
- ・佐野幸三、河村まこと、大島汎海、標準磁気儀（KASMMER）について、地磁気観測所技術報告、第12巻、第2号、38-70、1972
- ・柳原一夫、地磁気観測の精度－KASMMER以前の分析とKASMMERの目標－、地磁気観測所技術報告、第12巻、第2号、1-17、1972

年2回(6,12月)発行

編集・発行 気象庁地磁気観測所 総務課

〒315-0116 茨城県石岡市柿岡595

TEL：0299-43-1151（総務課）

ホームページ：<https://www.kakioka-jma.go.jp/>

E-mail：kakioka@met.kishou.go.jp

表紙写真：皆既月食（写真：屋良朝之）

2025年9月8日に全国各地で見られた皆既月食。写真左は月食が始まる前、右は食の最大となった午前3時12分頃撮影。