

地磁気観測所ニュース

No. 73

令和2年(2020年)6月



目次:

・所長着任のご挨拶	1
・令和2年度 地磁気観測所 調査研究計画	2
・令和元年度調査研究成果のトピックス ～新しい絶対観測の方法「弱磁場方式」の可能性～	2
・観測技術研修のための外国出張 ～ドイツ・ニーメック地磁気観測所～	3
・地磁気観測とチバニアン	5
・研究発表・講演会	6
・論文等	7
・人事異動	7

所長着任のご挨拶

このたび、地磁気観測所長を拝命した宮村淳一です。前任地は地震火山部火山課で火山業務の総括、火山防災対策などを担当しておりました。私自身は、気象庁職員として採用されて36年目を迎えますが、これまでは主に地震火山業務に従事してまいりました。地磁気観測所の勤務は今回が初めての機会となります。地磁気観測関係では、火山活動の監視・観測の一環で、火山体内部の熱的状态を診断するため、いくつかの活動的火山において全磁力観測を行った経験があります。

当所はここ柿岡の地で、世界各国との国際協力のもと、我が国の標準観測所として100年以上にわたり、地磁気をはじめ、地電流、空中電気などの高精度で信頼性の高い観測を継続しております。柿岡のほか、北海道の女満別、鹿児島県の鹿屋、東京都の父島を含め、日本列島をカバーするように4か所からなる観測網を展開し、総勢30名の所員が業務にあたっています。大正期に建てられた洋風の庁舎は今も健在で、石岡市ホームページの「歴史と記憶特別展」コーナーで「特徴的な観測施設群」としてご紹介頂いております。



地球全体に広がる磁場は、地球内部や宇宙空間からの作用により時々刻々に変動します。特に、電気を帯びた粒子が太陽から地球に吹き付ける太陽風の影響で引き起こされる磁気嵐は、航空や船舶、放送で用いられている無線通信の障害、送電施設のトラブルによる停電、人工衛星の搭載コンピュータ故障などによる障害、GPSなどを用いた衛星測位の誤差を引き起こすなどにより、社会に様々な影響を与えます。当所では前述の観測網を用いた定常観測により磁場の状態を日夜監視しており、その観測成果を当所のホームページで公開するとともに、関係機関に向けて発信しています。自然現象を正確に把握するためには人間活動に伴う人工的擾乱の影響を取り除く必要があります。当所では「人工擾乱計測システム」を構築して観測精度の維持に努めているところです。

また、これらの定常観測を支えるための測器・システム開発などの技術向上や地球電磁気現象の解明のほか、電磁気的手法を用いた火山活動の監視技術の開発などの調査業務にも取り組んでいます。さらに、日本で唯一の地磁気に関する測器の検定機関として、本所が持つ基準器を用いて、船舶や航空機で使用されるコンパスや、磁気儀などの精密測器の検定業務も行っており、こうした様々な側面から社会貢献させていただいております。

我々地磁気観測所は、地域の皆様のご理解とご協力に支えられながら、業務を通じてこれまで以上に社会貢献できるように、100年を超える歳月をかけて先輩達がたゆまぬ努力により築き上げてきた観測技術を確実に継承しつつ、地球を測るプロ集団として精密観測の維持、技術開発、観測成果の利活用促進に向けた調査研究に丸となって取り組んで参りたいと考えておりますので、今後ともご指導ご鞭撻をよろしくお願い申し上げます。

<略歴>

昭和35年 北海道札幌市生まれ
 昭和60年 稚内地方気象台技術課採用
 平成19年 気象庁地震火山部火山課火山機動観測班長
 平成21年 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター准教授
 平成24年 札幌管区気象台気象防災部地震火山課長
 平成27年 気象庁地震火山部管理課課長補佐
 平成28年 気象庁地震火山部火山課火山対策官
 令和2年 現職

令和2年度 地磁気観測所 調査研究計画

1. 地磁気短周期現象の情報活用に関わる調査

電子機器や人工衛星の利用は社会生活に浸透しており、急激な磁場変化（磁気嵐）に伴う誘導電流による機器障害や電波障害などが、現代の高度情報化社会に影響を及ぼすことが懸念されます。被害を軽減するためには、磁気嵐に先行するssc（storm sudden commencement、磁気嵐の開始時に水平成分が急増化する現象）などの急変化現象の情報提供が効果的と期待されるため、これら地磁気短周期現象の早期把握が課題となります。この課題を解決するにあたり、データ活用の促進のために地磁気現象データベースの拡充を図るとともに、これら地磁気現象の早期把握に向けた衛星観測データの有効活用に係る調査研究及び地磁気短周期現象を自動検出するツールの開発に取り組みます。

2. 地磁気絶対観測の自動計測装置の改良に向けた調査

地磁気観測は連続観測（自動）とそれを較正するための間欠的な絶対観測（手動）から成り立っています。絶対観測を自動化できれば、観測の頻度をあげることで連続観測値の精度向上などが期待できます。この絶対観測自動化に向けて、海外で開発された自動絶対観測装置の試験・評価と並行し、国内での独自開発に向けた調査を実施するとともに、偏角及び伏角の相対的な時間変化を直接観測する自動計測器の開発を目指します。

3. 電磁気による火山活動評価の高度化に向けた調査

火山活動の活発化に伴う全磁気変化は、火山体浅部熱水系の状態変化に起因する熱磁気効果と密接に関係すると推定されており、水蒸気噴火の発生予測に貢献することが期待されています。火山監視及び活動評価への活用に向けて、これまでに得られた観測成果、知見を収集・整理し、観測・解析・評価の技術に係るとりまとめを行います。火山業務への導入を目指して、年周変化や太陽活動による外部磁場変化の影響を除去する手法や地磁気永年変化に伴うDI効果の補正手法などの技術開発を行います。また、火山業務における常時観測への地磁気観測導入を見据えて、火山監視に効果的な連続観測網のあり方及び観測装置の安定性確保に係る情報収集、課題解決について検討を始めます。

4. 地磁気ブロマイド記録のデジタル化

100年を超える歴史を持つ地磁気観測所（柿岡）においてもデジタル値として保存済のデータは最近40年余りに過ぎず、地磁気観測記録の多くはブロマイド印画紙のアナログマグネトグラムとして蓄積されています。これまで、地磁気ブロマイド記録をデジタルデータに変換する手法の開発を行い、京都大学や名古屋大学と協力してブロマイド記録をデジタル化したデータ（柿岡1956～1983年、女満別・鹿屋1973～1984年）、及びブロマイド印画紙の画像データ（柿岡1924～1983年、女満別・鹿屋1968～1984年）を作成し、公開を行ってまいりました。引き続き、女満別・鹿屋について、ブロマイド記録のデジタルデータ（毎分値、7.5秒値）及び画像データを作成して当所ホームページでの公開に取り組みます。

（技術課 笹岡雅宏）

令和元年度 調査研究成果のトピックス ～ 新しい絶対観測の方法「弱磁場方式」の可能性～

地磁気観測は、地磁気変化を自動で観測する連続観測と、それを正しい値に較正するための絶対観測から成り立っています。絶対観測は磁気儀とよばれる磁性のない器械を使って、観測者が手動で地磁気の向きを測定しています。現在、地磁気観測所で行われている絶対観測は、地磁気の向きを直接測定する「ゼロ磁場方式」といわれる方法で行っています。この方法では、観測者は磁性のない服装で細かな作業をしなければなりません。

ん。訓練を受けた私たち地磁気観測所の観測者は、恵まれた観測環境であれば何の問題もなく「ゼロ磁場方式」で絶対観測を行うことができます。ただし、屋外や時間に制約がある観測環境では、観測者も人間なので「ゼロ磁場方式」は心理的プレッシャーから観測精度を保てなくなる可能性があります。

そこで私たちは、近年、世界的に主流になりつつある「弱磁場方式」といわれる方法に着目しました。「弱磁場方式」は、地磁気の向きを直接測定せず、磁気儀の向いた任意の方向の磁場の強さから地磁気の向きを推定する方法で、磁気儀から離れて測定するため、身に着ける磁性物をあまり気にしなくてよいという利点があります。

「弱磁場方式」の有用性を調査するため、従来の「ゼロ磁場方式」と、今回着目した「弱磁場方式」による伏角の測定を、FT型磁気儀 (MAG-01H) を用いて筆者が交互に5回ずつ行い両者を比較しました。観測は「ゼロ磁場方式」は普段通り磁性のない服装で、「弱磁場方式」は普段の観測では身に着けない磁性のあるメガネと時計およびベルトを着用して行いました。

それぞれの観測で得られた結果を、図1に示します。横軸は観測回数、縦軸は「器差」といわれる磁気儀の測定値で、柿岡の基準器 (DI-72) との差を表します。器差は、分角 (1分角は1度の60分の1) で表しています。5回の観測の平均値は、「ゼロ磁場方式」は 0.092分角、「弱磁場方式」は 0.104分角と誤差の範囲内に収まる結果となり、「弱磁場方式」が有用であることがわかりました。

また、「弱磁場方式」は簡単な操作で行うことができ、観測環境に制約がある場合には大変有効な方法であるという印象を持ちました。

観測時間については、筆者は観測のプロ中のプロなので、大きな差はありませんでしたが、観測環境が悪くなると「弱磁場方式」のほうが短くなることが期待されます。今後は「弱磁場方式」の測定精度などの調査をさらに進めて、その有用性を確立していこうと考えています。(観測課 平原秀行)

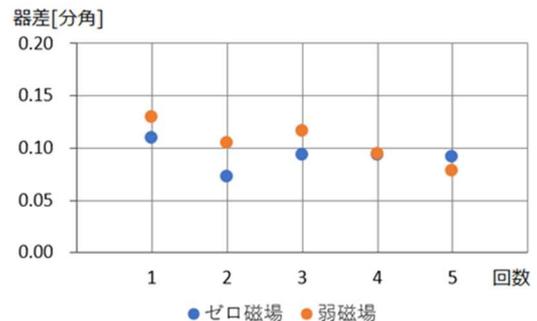


図1 伏角測定の結果

観測技術研修のための外国出張 ～ドイツ・ニーメック地磁気観測所～

アウトバーンを疾走すること約1時間、首都ベルリンから70kmほど南西に位置する旧東ドイツの片田舎にやってきたのは10月も終わりとなる星空の夜のことでした。すっかり陽も暮れて閑散とした町の空気は澄みきっており、早くも冬の訪れを感じさせるような寒さが身に染みるほどでした。そのこぢんまりとして静かな町の名前である「ニーメック (Niemegk)」は、地磁気観測の業界では大いに知られています。町はずれの美しい林の中に、地磁気観測の近代史を先導してきた由緒のある施設「ニーメック地磁気観測所」がポツンと立っているのです。現在はドイツ地球科学研究センター (GFZ) に付属するその施設こそが出張の目的地でした (写真1)。



写真1 ニーメック地磁気観測所構内の風景

ニーメックでは、11月中旬までの約2週間に渡り、『弱磁場方式』と称する地磁気絶対観測の新手法を習得するための研修を受けました (弱磁場方式について詳しくは本号の記事をご覧ください)。世界的に普及しつつある同方式の利点に関心を寄せた当所が、ニーメック地磁気観測所長のマツカ博士に伝授をお願いしたところ、これを快諾して下さったのです。研修では、実際の業務としての絶対観測を見学すると共に、観測所の測器をお借りしてマツカ所長より直々の実技指導を受けました (写真2)。その後、自主練習を勧められ、独り観測を繰り返したおかげで、滞在を終える頃には、弱磁場方式の研修のため来所していたドイツの次期南極隊

員を指導できるまでに習熟していました。研修の合間の時間には、歴史的な観測所の施設と業務の視察や、当所がまもなく開始するインターマグネットへの業務協力の内容¹の詳細な確認を行う機会も得られ、終わってみれば盛り沢山の成果を得た出張となりました。



写真2 弱磁場方式の研修を受けた絶対室の内景。所の中核施設を単独で自由に使用して頂けた寛容さには驚くばかり。



写真3 シュミット型標準磁気儀

実は、現所在地での観測の継続年数においては、ニーメック地磁気観測所（昭和5年～）よりも当所（大正2年～）の方が長く、当所の所在地名「柿岡（Kakioka）」もニーメックに勝るとも劣らない程の業界知名度を誇ります。昭和2年、柿岡の今道周一初代所長は当時の地球物理学の中心地であったポツダムを訪れており（写真4）、後にニーメックの初代所長となるアドルフ・シュミット教授のもとで観測技術・理論を学びました。同教授の設計による地磁気観測機器シュミット型磁気儀（写真3）は柿岡で現在も大切に保管されていますが、これはまさに今道所長が購入して持ち帰ったものなのです。それから約90年の時を経て、両観測所の交友を再び深められたことは大変に光栄に思います。滞在中には、南アフリカのハーマナス地磁気観測所からも来所者を迎えました。その折に、マツカ所長が少し高揚した様子で「世界の主要な3観測所が揃った」と嬉しそうに話されたこと、また、それに対し柿岡の職員としても誇らしく感じたことは、今も心に深く残っています。



写真4 今道初代所長（左）と著者（右）。ポツダムのサンソーシ宮殿にて。

地理的にニーメックは、宗教改革で知られるルターが活動した都市ヴィッテンベルクの近くに位置します。そのためか、質素ながら堂々たる作りの福音派教会がニーメックの中心に建っており、その高くそびえた尖塔が町全体を見下ろしています。聖マルティンの日と呼ばれる11月の祝祭日には、夕方になると幼稚園の子供たちが可愛いランタンを提げて教会に集まって来ました。折角なのでミサにお邪魔してみたところ、子供たちが聖人の逸話にまつわる劇を演じ、（奇妙に感じられるほど）明朗快活な牧師の大声に合わせ楽しげに唄っていました（写真5）。当地の文化の一端に触れたその夕刻は、今回の出張のオマケとして印象的な一幕となりました。

なお、本出張の計画は、東京大学地震研究所の清水久芳教授のご協力および支弁により実現しました。ここに改めて感謝の意を表します。

（技術課 浅利晴紀）



写真5 聖マルティンの日の夕方。ニーメックの聖ヨハネ教会の中で。

¹（前号の記事「インターマグネット・オタワ会議参加報告」をご覧ください）



地磁気観測とチバニアン

地磁気観測所は、大正2年（1913年）1月に現在の柿岡の地で地磁気観測を開始してから2020年で108年目、同一地点で観測を継続している観測所としては世界でも有数の長い歴史をもつ観測所の一つです（写真）。100年という時間は人の一生から見ると長く感じますが、地球の歴史46億年と比べるとほんの一瞬にすぎません。46億年は長すぎてイメージがつかみにくいですね。46億年を365日に例えると100年は約0.7秒、あるいは1年を1mmに例えると46億年は4600km（東京ーバンコク間に相当）で100年は10cmとなります。地球の歴史からすると近代的な地磁気観測はまだ始まったばかりといえそうです。

それでは、100年より過去の地磁気はどうでしょうか。真北から方位磁針の指す向き（磁北）のずれの角度を偏角といいます。古い文献をたどると、日本付近の偏角の観測記録は、350年ほど前までさかのぼることができます。この記録から、日本付近の偏角は、350年の間に15度も西に変化したことが分かりました（図1）。それよりもっと過去、文明以前はどうでしょう。手掛かりは岩石や地層に残されています。岩石や地層は、熱い熔岩が冷えて固まる時や磁石の性質を持つ粒子などが海底や湖底に降り積もって固まる時に、その時の地磁気の向きや大きさを記録します。近代的な観測のように向きや大きさを精密に、そして細かい時間間隔で見ることはできませんが、岩石や地層からはそれができた時の地磁気を調べることができるのです。地球は大きな棒磁

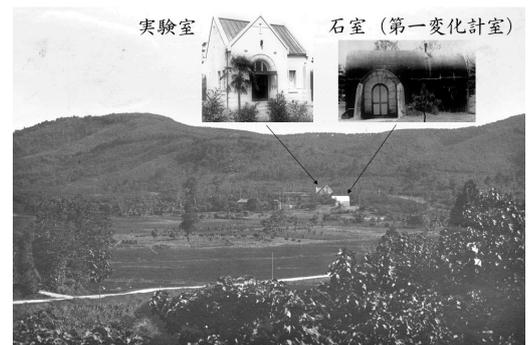


写真 大正13年（1924年）の地磁気観測所全景

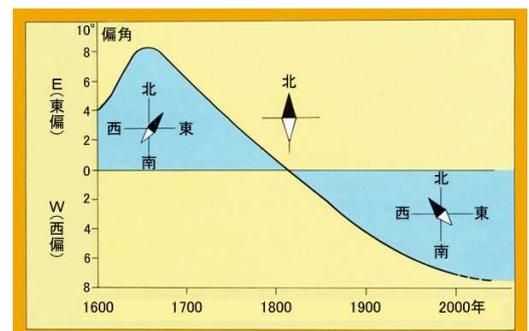


図1 柿岡における偏角の永年変化（地磁気観測所ホームページより）

石に例えられますが、丹念に岩石や地層から過去の地磁気を調べてみると、その棒磁石の向きが正反対になった時期が何度もあったことが分かりました。

前置きが長くなりました。2020年の1月に地質時代の区分の一つに「チバニアン」が命名されました。地質時代とは主に生物の絶滅を目安に決めた時代区分で、大きな区分から小さな区分まで累代、代、紀、世、期と分けられており、チバニアンは最も細かい期の区分にあたります（図2）。丁寧ないうと顕生累代新生代第四紀更新世チバニアン期、77万4000～12万9000年前の期間が該当します。国際地質科学連合は、これまで地質時代の区分を標準化するため、その境界を含む代表的な地層（国際標準模式地といいます）を認定してきましたが、チバニアンとその前の区分のカラブリアンの境界を定義する地層はまだ決められていませんでした（なお、チバニアンとカラブリアンの境界は、生物の絶滅ではなく最近の地磁気逆転が起きた時期で決めています）。そのような中で、千葉県市原市に残されている地層は、この時代区分を決めるうえで世界で最も保存状態の良い条件（境界を含む堆積速度の大きい連続した地層である、地磁気逆転の記録が残されている、年代決定や環境変動の復元に有効な火山灰の層や化石が多種含まれる、アクセスが良いなど）がそろっており、今回の認定となりました。これまで国際標準模式地は外国（特にヨーロッパ）で多く認定されてきましたが、今回の認定で地質時代の一つに初めて日本の地名がつくこととなったのです。

さて、話を現在の地磁気観測に戻しましょう。先ほど近代的な地磁気観測は始まってから100年あまりという話をしました。古い文献の記録もふまえ、過去200年の地磁気の強さの変化を見てみましょう（図3）。右肩下がりに小さくなっている様子が分かります。このペースで下がり続けると1000年後には地磁気はなくなってしまいそうです。一方、地質調査からは、実はチバニアン以降について地磁気逆転に至らないまでも地磁気が小さくなって磁北がふらふらと大きく変化する現象（地磁気エクスカージョンといいます）が何度か起きたことが分かっています。今後、地磁気がさらに小さくなって逆転してしまうのか、あるいは逆転しないで元の強さに回復するのか、実際にはよく分からないというのが実情でしょうか。今後も地磁気の観測を継続していく必要があります。

（気象研究所 島村哲也；前技術課研究官）

階級	統/世	階/期	GSSP	年代/百万年前	
第四系/紀	完新統/世	メグアロ	0.0042	0.0042	
		ノースウパミアン	0.0082	0.0082	
	更新統/世	チバニアン	0.0117	0.0117	
		カラブリアン	0.129	0.129	
	第三系/紀	鮮新統/世	ジェラシアン	0.774	0.774
			ピアセンジアン	1.80	1.80
		中新統/世	ザンクリアン	2.58	2.58
			メッシニアン	3.600	3.600
			トートニアン	5.333	5.333
			サーラバリアン	7.246	7.246
漸新統/世		ランギアン	11.63	11.63	
		バーディガリアン	13.82	13.82	
		アキタニアン	15.97	15.97	
		チャッティアン	20.44	20.44	
古第三系/紀	始新統/世	ルベリアン	23.03	23.03	
		フリアボニアン	27.82	27.82	
	始新統/世	バートニアン	33.9	33.9	
		ルテシアン	37.8	37.8	
	晩新統/世	ヤプレシアン	41.2	41.2	
		サネティアン	47.8	47.8	
新生代/代	始新統/世	セランディアン	56.0	56.0	
		ダニアン	59.2	59.2	
中生(界)系/代	始新統/世	セランディアン	61.6	61.6	
		ダニアン	66.0	66.0	

図2 国際年代層序表v2020/01
（日本地質学会ホームページより新生代抜粋）

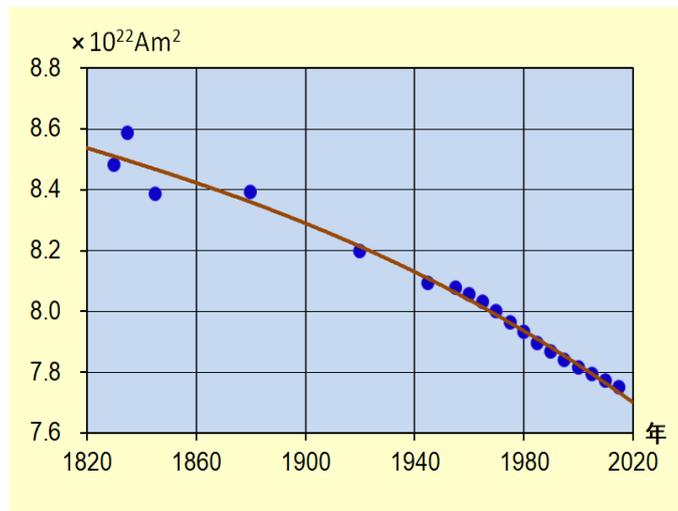


図3 地磁気の強さの時間変化
（地磁気観測所パンフレットより）

研究発表・講演会

- 京都大学防災研究所セミナー（令和2年6月1日、宇治市）
- ・今村尚人*、浅利晴紀
- 「機械学習を用いた地磁気永年変化の経年成分の推定」

注）*が付記されている方は地磁気観測所外の共同研究者です。



論文等

○南極資料 Vol. 64 第1号 pp1-20 2020年

- ・有田真, 井智史*, 仰木淳平, 高橋幸祐*, 門倉昭*, 源泰拓*
「昭和基地における地磁気観測基線値とセンサーの傾斜の変動」

○産総研地質調査総合センター研究資料集 no. 697, pp1-29 2020年

- ・松本恵子*, 下司信夫*, 島村哲也**, 岩橋くるみ*
「火山灰カタログ2：草津白根山（本白根山）2018年噴火噴出物；御嶽山2014年噴火噴出物；雲仙岳（普賢岳）1990年～1995年噴火噴出物；三宅島2000年噴火噴出物」

注）*が付記されている方は地磁気観測所外の共同研究者です。**が付記されている方は元地磁気観測所で現気象研究所の職員です。

人事異動

氏名	新所属	旧所属
令和 2 年 3 月 31 日 付		
小泉 岳司	定年退職	地磁気観測所長
大川 隆志	定年退職	地磁気観測所技術課長
氏名	新所属	旧所属
令和 2 年 4 月 1 日 付		
大塚 俊一	気象大学校総務課長	地磁気観測所総務課長
宮村 淳一	地磁気観測所長	気象庁地震火山部火山課火山対策官
渡邊 歩	地磁気観測所総務課長	気象大学校総務課長
瀧沢 倫明	地磁気観測所技術課長	神奈川県温泉地学研究所火山対策調整官



写真 ニーメックの町の境にある「ここからニーメック」の標識



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 FAX : 0299-43-1154 (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 : ニーメック地磁気観測所の皆さんとシュミット博士像前にて(浅利研究官)