

第11回 IAGA 地磁気観測国際ワークショップ開催報告 — 測器の相互比較観測とその結果 —

岡田正實^{*1}(所長)・外谷 健・小池捷春^{*1}(観測課)・大和田毅・
中島新三郎(技術課)・重野伸昭(鹿屋出張所)・室松富二男・大川隆志(観測課)・
徳本哲男・今泉孝男・田中智巳^{*2}(技術課)・澤田正弘・岩瀬由紀(観測課)・
生駒良友(調査課)・海東恵美・小池哲司^{*3}(観測課)・芥川真由美・熊坂信之・
亀屋暁人・上杉忠孝^{*4}・赤司貴則(技術課)・高橋 博(観測課)・長谷川浩・
石田憲久^{*5}(女満別出張所)・横山 貢^{*6}・山岸功実・秋田陽子^{*7}・熊谷徳揚^{*8}・
岩片博英^{*9}・尾瀬三千代^{*10}(総務課)・小出 孝・石井美樹・藤井郁子(調査課)

2005年12月25日受付, 2005年12月28日受理

概 要

地磁気観測及びデータ収集・処理に関する第11回 IAGA 地磁気観測国際ワークショップは、2004年11月に32か国147名が参加して日本で開催された。測器セッション(11月9～12日)は地磁気観測所で開かれ、絶対観測測器の相互比較観測、地磁気観測研修(トレーニング)等が実施された。プレワークショップ観測期間(10月4日～11月19日)には変化計の動作試験も行われた。学術講演セッション(11月15～17日)は研究交流センター(つくば市)で開かれ、各国の研究者から口頭又はポスターで研究成果が発表された。

ワークショップの日本開催が1999年に IAGA 第5部門(バーミンガム)で決定されたのを受け、全体の準備・運営を行う「第11回 IAGA 地磁気観測国際ワークショップ国内組織委員会(LOC, 委員長湯元清文九州大学教授)」が2002年5月に発足した。当所ではそれ以前に「IAGA ワークショップ(柿岡)準備委員会」を設置し、準備を進めていたが、LOC 発足とともに、準備委員会は「LOC 事務局」(以後柿岡事務局と呼ぶ)へ移行した。本所(柿岡)の全職員が柿岡事務局員となり、諸準備、当日の作業及び報告書作成等に取り組んだ。本報告は、相互比較観測を中心に、当所職員が LOC の柿岡事務局として関与した各分野の経過、内容、成果及び関連資料等を取りまとめたものである。

準備の一環として、磁気儀観測点の地点差観測を測器セッションの前後に計3回実施するとともに、地点差の時間変動、自動車による磁気ノイズ等の調査も行った。外国から測器を搬入・搬出する際のトラブルを避けるために、関係機関と相談し、申告時の注意事項を参加者に知らせるとともに、入国者の測器リストと地磁気観測所の誓約書を税関に提出した。相互比較観測の募集は、セカンドサーキュラーとホームページに載せて関係者に知らせたが、最終的な参加は磁気儀19台、磁力計10台であった。

測器セッション当日は、相互比較観測参加者の作業補助、測器保管、相互比較観測データの処理、地磁気観測研修補助などに加え、受付・会計関係、昼食準備、バス運行管理など多岐にわたる作業があり、当所職員に加え、気象研究所、国土地理院及び大学などの関係者等も手伝った。参加者が測定・記入したデータは、担当者がパソコンに入力し、地磁気観測総合処理装置の暫定毎秒値を使って器差を計算し、速やかに観測者へ還元した。なお、測器セッション期間中は磁気嵐が発生したため、地磁気変動が大きく、相互比較観測への影響が懸念されたが、特段の支障はなかった。

参加した磁気儀は、全て FT 型磁気儀(Fluxgate theodolite)であった。1秒角程度の分解能を持つ測器では、標準偏差が偏角で6秒程度、伏角で3秒程度であった。19台の間の相対器差は、偏角で20秒、伏角で6

※) 所属は平成16年11月時

^{*1}: 2005年3月退職, ^{*2}: 現気象庁地震火山部火山課, ^{*3}: 現技術課, ^{*4}: 現鹿屋出張所, ^{*5}: 現札幌管区気象台紋別測候所, ^{*6}: 現気象庁予報部業務課, ^{*7}: 現気象庁総務部人事課, ^{*8}: 現気象研究所総務部会計課, ^{*9}: 現気象庁総務部総務課, ^{*10}: 現高層気象台総務課

秒以内のものが多く、基線値に対する全体平均は偏角 -3.8 秒、伏角 2.3 秒であった。

磁力計の相互比較観測は、今回初めて2つの異なる方法を併用した。自然磁場を測定し、比較する方法では、異常に大きい差を示す1台を除く平均が -0.58 nTであった。他の方法は、磁力計検出器に交流磁場を与え、その周波数と計測値を比較することによって、広い帯域での器差を求めるものである。基準周波数に対する器差の依存性を見ると、2つのグループがあり、一方のグループは換算値（原子核回転磁気率） γ_p として1960年のIAGA決議の値を使用し、他方は1992年以降に提唱された値を使用していると判断される。

プレワークショップには、ハンガリーのdIdD磁力計、東北大学のフラックスゲート磁力計（FGE-91 type）及び京都大学のプロトン磁力計（KM-622）が参加し、変化計の動作試験が行われた。長時間のランニングテストや温度試験などを通じて、測定値のばらつき、データの安定性、温度依存性、精度等を明らかにした。期間中に新潟県中越地震（柿岡震度3）があり、検出器の吊り下げ機構の安定性（振動特性）を見ることもできた。

地磁気観測研修（トレーニング）は、Rasson博士とRasmussen博士を講師に迎え、アジアをはじめとする地磁気観測の発展途上国の若手技術者等を対象にして開かれた。相互比較観測の参加者も自由に聴講できるようになっていて、絶えず20名前後の受講者がいた。午前中（3日間）の講義では、地磁気の発生・変動の仕組み、測器の測定原理、絶対観測と変化観測の関係などの説明があり、午後（2日間）にFT型磁気儀を用いた実習が行われた。

測器セッション期間中にパネル展示があり、過去の測器（写真）、地磁気観測所業務、国土地理院の磁気図などが紹介された。

学術講演セッションは、6つのサブセッション（観測機器及び測定技術、データ収集・処理・配信、調査観測、全球ネットワーク、観測所データの応用、地磁気観測所－将来像）で構成され、各国の研究者から45件の口頭発表と70件のポスター発表があった。当所職員が関係する発表は7件であった。最後に測器セッションの報告があり、相互比較観測の暫定的結果が紹介された。プログラム編成は国際プログラム委員会によって行われたが、会場の準備、投稿原稿の取りまとめ、当日の運営、プロシーディングの作成等の実務は柿岡事務局員が担当した。なお、プロシーディング（英文）は2005年5月に発行・配布されており、その中に測器セッションの報告も掲載されている。

関連行事として、開会式・歓迎会、バーベキューパーティ等が地磁気観測所で、懇親会と閉会式がつくば市内で開かれた。また、つくば市内の研究所見学ツアー（2回、14名参加）、週末には筑波山ハイキング（41名）、袋田の滝・笠間陶芸の森バスツアー（40名）が企画実施され、これら一連の行事を通じて参加者相互の交流を深めた。参加者の便を図るために、宿泊施設の斡旋、つくば－柿岡間のバス運行、会場でのインターネット・メールのサービス、飲み物のサービス、昼食（柿岡会場）などが準備された。

ウェブサイトもLOC総務部会長（亀井豊永氏）の所属する京都大学内に立ち上げ、ワークショップの紹介、参加登録の受付、プログラム通知、サーキュラーの掲載、交通手段の案内などを掲載した。また、専用のメールアドレスを設け、参加者との連絡等に活用した。

以上のように、ワークショップの準備、開催、報告書作成などに伴って多種多様な課題があったが、関係者の協力を得たり、創意工夫をしながらそれらに対処した。全期間を通じて大きな事故や障害はなく、全体として順調に進み、参加者から好評を得ることができた。

— 目 次 —

概要

1. はじめに	4
2. 開催までの準備と観測条件	5
2.1 開催までの経緯	5
2.2 観測点の準備	6
2.3 測器相互比較観測の準備	7
2.4 地磁気観測研修（トレーニング）の準備	10
2.5 測器受け入れの準備	10
2.6 車両通行による擾乱とその対策	11
3. 相互比較観測当日の作業	11
3.1 人員配置と役割分担	11
3.2 測器の保管	12
3.3 データ処理の流れ	12
3.4 期間中の地磁気状況	13
4. 相互比較観測	14
4.1 磁気儀の相互比較観測	14
4.2 磁力計の相互比較観測	16
4.3 変化計の試験（プレワークショップ）	19
5. 地磁気観測研修（トレーニング）	26
5.1 講師と受講生	26
5.2 講義の概要	26
5.3 実習の概要	27
6. 学術講演セッション概要	27
7. その他の関連行事	29
7.1 参加登録・宿泊及びインターネットサービス等	29
7.2 公式行事	30
7.3 柿岡会場でのポスター展示	31
7.4 財政的基盤	33
8. まとめ	34
9. 謝辞	34
10. 参考文献	35
11. 資料	36
資料 1 国内組織委員会と柿岡事務局の構成	36
資料 2 準備段階での作業の割振表	36
資料 3 主な準備作業の経過	38
資料 4 器械台の割振表	39
資料 5 磁気儀の観測手順	41
資料 6 磁気儀の観測野帳の記入例と計算シート	42
資料 7 磁力計の観測手順	43
資料 8 磁力計の観測野帳の記入例と計算シート	44
資料 9 測器の搬入搬出リスト	45
資料10 シャトルバスの運行表	45
資料11 柿岡会場でのポスター展示の1例（絶対観測用測器）	46
資料12 本所・出張所の地磁気観測装置のブロックダイヤグラム	46
調査資料 A 観測点の地点差（D, I）決定	47
調査資料 B 偏角・伏角の試験観測結果と地点差変動要因分析	49
調査資料 C 第3駐車場の駐車車両及び大型バスによる影響量調査	57

1. はじめに

地磁気観測には様々な測器が使われているが、簡単に利用できる絶対的な基準がないために、測定 of 正確さを確かめるのが容易でない。また、測器は非磁性の材料で慎重に製作されているが、微量に含まれる不純物の影響や製作時の目盛りのずれなどによって、観測所の基準的測器でもある程度の器差は避けられない。そこで、国際地球電磁気学・超高層大気物理学協会 (IAGA; International Association of Geomagnetism and Aeronomy) 第5部門では、各国の観測基準の統一と測定精度の向上、及び世界的な地磁気観測網の充実を目指して、地磁気観測及びデータ収集・処理に関する国際ワークショップを2年ごとに開き、測器の相互比較観測、研究発表会、及び情報交換等を進めている。これまでの開催地は、ヨーロッパ(7回)とカナダ、ブラジル、南アフリカであり、今回アジアで初めての開催地として日本が選ばれた。

第11回 IAGA 地磁気観測国際ワークショップ (The XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing) は、IAGA、日本学術会議地球電磁気学研究連絡委員会、地球電磁気・地球惑星圏学会、及び地磁気観測所の共催で、2004年11月に地磁気観測所(測器セッション)と文部科学省の研究交流センター(学術講演セッション)で開かれた。全体の準備・運営は、国内組織委員会(LOC)が担当したが、地磁気観測所の業務に密接に関係する行事であるので、本所の全職員がLOCの柿岡事務局員となり、総力を挙げて

支援した。柿岡事務局は、測器セッション全般に加え、参加者との連絡、送迎、講演会の準備、プロシーディングの作成、ツアーの準備、受付などの実務面で大きな役割を果たした。

前半の測器セッション(11月9~12日)では、測器の相互比較観測と地磁気観測研修(トレーニング)などが実施され、後半の学術講演セッション(11月15~17日)では、研究成果(口頭発表45件、ポスター発表70件)の発表と討議が行われた。また、プレワークショップとして、変化観測用測器3台のデータ比較や特性調査が行われた(10月4日~11月19日)。参加者は全体で32か国147名、そのうち72名が外国からの参加者であった。今回はアジア各国からの参加者が多かった。

過去のIAGAワークショップで実施された相互比較観測の結果は、それぞれのプロシーディング等に掲載されるか、ホームページで公開されている^{[1][2][3][4][5][6]}。今回のワークショップについてもすでにプロシーディングが2005年5月に発行されている^[7]。しかし、プロシーディングは基本的に参加者に配布される学術書であり、英文で書かれているので、国内で地磁気観測に従事する人にとって必ずしも読みやすいとは言えない。また、開催準備やデータ処理などの過程で当所職員が取り組んだ多種多様な実務事項が全く記されていない。

以上のようなことを考慮して関係者が協議した結果、プロシーディングとは別に和文の報告書を作成し、取り組みをまとめたものを残すこととなった。本書(テクニカルレポート)の性格に配慮して、事



図1 オープンセレモニー後の集合写真(2004年11月9日)

務的なものは比較的簡略な記述にとどめ、準備過程、相互比較観測及びデータ処理などの技術的なものに多くのページ数を費やしている。地磁気観測所をはじめとする関係者の参考になるように、具体的な記録として数多くの資料を付けてある。

2. 開催までの準備と観測条件

2.1 開催までの経緯

IAGA 地磁気観測国際ワークショップは、IAGA 第5部門 (Geomagnetic Observatories, Surveys and Analyses: 地磁気観測所、測定器、指数及びデータ解析に関する部門) が中心となって行われ、これまでにカナダ (1986)、フランス (1987)、フィンランド (1989)、ハンガリー (1990)、フランス (1992)、ベルギー (1994)、ドイツ (1996)、ブラジル (1998)、スロバキア (2000)、南アフリカ (2002) で開催されてきた。これらのワークショップの中で海外の地磁気観測従事者から日本での開催を望む声が出ていたものの、国内で開催する具体的な動きがほとんどなかったのが実情であった。しかし、1998年12月に日本学術会議地球電磁気学研究連絡委員会地磁気観測小委員会 (以後地磁気観測小委員会と呼ぶ) において、IAGA 地磁気観測国際ワークショップを日本で開催できるよう準備を進める方向性が提唱され、当所の協力が求められた。これを受けて所内で検討・審議され、ワークショップ開催に協力する必要性が了解された。1999年6月の地磁気観測小委員会において、地磁気に関連する大学、研究機関、学会等から選抜して委員会を作り、そこが主体となること、経費はその委員会が賄うこと、地磁気観測所では施設、人員の協力を行うことなどの方針が出された。1999年7月 IUGG 総会 (バーミンガム) の際に開かれた IAGA 第5部門のビジネスミーティングにおいて日本でのワークショップ開催を申し出た。当初は2002年の開催を目指していたが Hermanus (南アフリカ) と競合した結果、2002年は Hermanus で、2004年は日本で開催されることが決まった。

正式な組織委員会ができるまでには時間がかかると思われたことから、所内に「IAGA 観測ワークショップ (柿岡) 準備委員会」を設けて対応することとなった (2001年5月)。この時点で IAGA 総会 (2001年8月、ハノイ) での準備状況説明、ハーマナスとの事務引き継ぎなどが計画されている。国内組織委員会は、2001年11月の段階で九州大学の湯元清文教授を委員長とすることが了承されていたが、2002年5月に「第11回地磁気観測国際ワークショップ国内組織委員会」(LOC, Local Organizing Committee) として正

式発足した。LOC には、総務部会、財務部会、行事部会、講演部会、測器部会の5部会が置かれ、準備作業を進めることになった。メンバー表は資料1のとおりで、地磁気観測所長は測器部会の部会長に就任した。気象庁の承認を得て、地磁気観測所は2003年1月に正式に共催団体に加わった。

地磁気観測所での具体的な準備は、2001年5月に前記の準備委員会で測器の相互比較観測の企画案を作成し、地磁気観測小委員会に諮ったのが始まりといえる。その後、LOC の成立を受け、準備委員会は LOC の柿岡事務局に移行した。構成は、所長を事務局長とし、本所職員全員を総務、財務、行事、講演、測器の5部会に割り振り、各部会に幹事を指名した (資料1)。幹事会では全体の運営方針の検討や各部会間の調整等を行い、各部会に具体的に必要な作業を振り分けていった (資料2)。各部会では運営方針のもと具体案作りが進められた。初期の計画案では会期は月曜から金曜あるいは土曜までの5~6日間とし前半に測器セッション、後半に学術講演セッションとする案と、両セッションを並行して行う2案を考えていた。しかし2002年4月に第10回 IAGA ワークショップ (Hermanus, 南アフリカ) に山田主任研究官が参加した際に土日はをさむ日程を強く勧められたことから、ワークショップ期間は2004年11月9日 (火) から17日 (水) とし、測器セッションを9日 (火) ~12日 (金)、学術講演セッションを15日 (月) ~17日 (水)、中間の13日 (土)、14日 (日) にはツアーを実施すること、さらにプレワークショップとして測器セッションの前に1か月ほどかけて変化計の評価・比較を行うよう計画案を変更した。この計画案は2002年5月の地磁気観測小委員会で確定し、これに沿って同年12月にはファーストサーキュラーが発行された。

なお、ワークショップ開催時期を11月とするについて、いつどういう経緯で計画されたのか明確な記録はないが2001年ハノイでの IAGA 総会ですでに10月か11月に行う予定であると発表していることから、計画の初期段階から秋に実施することが合意されていたようである。これは安定した天候が期待できることや、銀杏が色づく最も美しい季節の柿岡を知ってもらえること、さらに実務的にも職員の異動等のある慌ただしい春期は避けたいなどの配慮があったと思われる。

2004年4月に LOC と柿岡事務局との合同会議が柿岡で開かれた。主な関係者が一堂に顔を合わせたのはこれが初めてとなる。この合同会議で現状確認と今後の方針が協議され、両者の連係が一段と深まった。

LOCと柿岡事務局が開催までに行った主な準備作業と経過を資料3に示す。サーキュラーは3回発行し、ホームページを開設するなど参加者への情報提供を幅広く行った。なお、ホームページは日本でのワークショップ終了後も閉鎖せず、次回のワークショップ（ポーランド）までは開けておくことになっている。

2.2 観測点の準備

2.2.1 観測点の選定と配置

準備する観測点は、相互比較観測の磁気儀用と磁力計用、プレワークショップ用、及びトレーニング実習用が必要で、次の事項を考慮して場所の選定に当たった。

- ①安定した既存の施設（観測室や器械台）を活用すること。
- ②参加測器数、観測日数、1台当たりの観測時間等を見込み、必要な観測点数を確保すること。
- ③観測環境のよい観測点を優先すること。

実際に使用した観測点は次のとおりで、その配置を図2に示す。プレワークショップは1か月にも及ぶことから、使用頻度の高い観測室を避け、当初第1変化計室（石室）、第2変化計室（新室）、実験室を候補としたが、観測環境調査の結果、地磁気変化の連続観測を行うには道路に近く通行する自動車等に

よる地磁気擾乱を受けやすいこと等から外された。

(1) 磁気儀用（3点）

- ……比較制御室中台（B点）
- 第2絶対室南台（E-S点）
- 第2絶対室北台（E-N点）

(2) 磁力計用（1点）

- ……比較較正室西台（C-W点）

(3) プレワークショップ用（3点）

- ……標準室、検定室、重力計室

(4) トレーニング実習用（3点）

- ……実験室東室、実験室西室、屋外器械台（比較較正室西側）

また、事前の準備として第2絶対室にコンセント・電灯の取付工事と内壁塗装工事、トレーニング実習用3基の器械台の製作、磁力計用補助台の製作、FT型磁気儀専用補助台の借用、方位標の整備、デジタル表示時計の購入等が実施された。

この中で方位標については、B点は約128m北方向にある比較制御室用方位標を、E-S点は南側窓を使用することから、約175m南方向の比較較正室の壁に十字マークを印したものを、E-N点は北側窓を使用することから、約600m北方向にある民家の協力を得て、庭に支柱を立て十字マークの板を取り付けて使用した。また、トレーニング実習用の方位標として、実験室東室、西室とも隣接する東京大学施

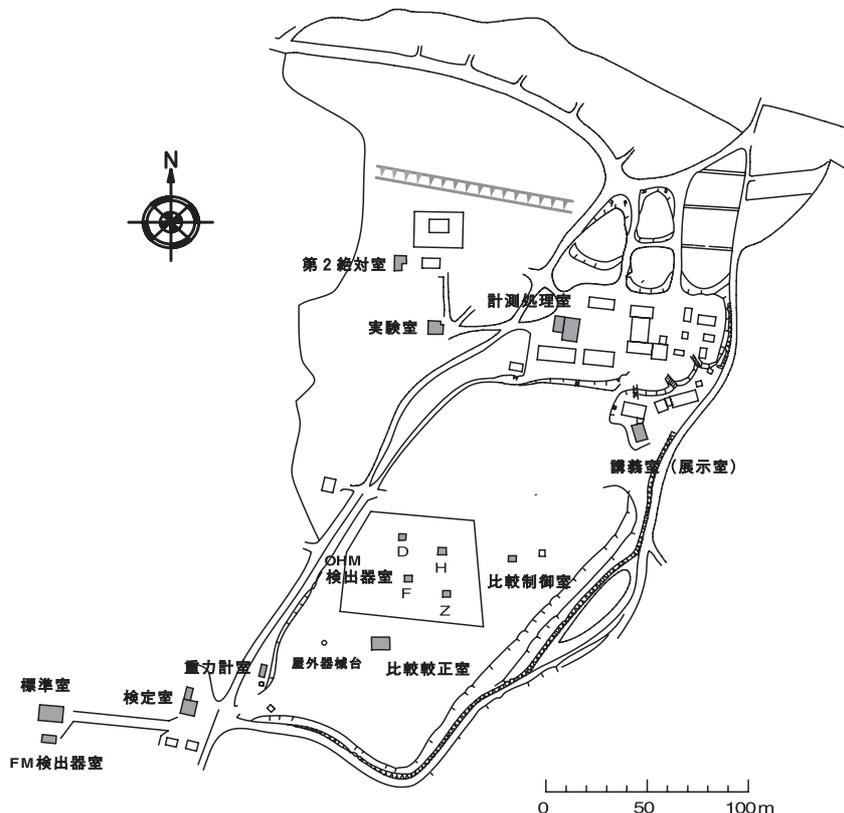


図2 地磁気観測所の観測室と使用した観測点

設敷地内にあるアンテナ用鉄塔を、屋外は比較校正室用方位標を使用した。これらの方位標の真北からの偏り角については、北極星を用いた真方位観測は行わず、次項で述べる地点差の観測で得られた偏角(D)の総合差から磁気儀の器差を除いた地点差分を零にする値を使用した。これは、E-S点では建物の構造上北極星が見えないことや、今回のように離れた観測点において器差を比較するうえでは、各観測点での真方位観測で生じる誤差要因をむしろ含まない方が有利であると考えたためである(調査資料A)。

2.2.2 観測点の地点差

磁気儀の相互比較観測は、場所の違う3点で行うことから地点差補正が必要となる。過去のワークショップに比べ、今回は観測点が基準点(比較校正室東台:C-E点)から相当離れているので、地点差を慎重に決定する必要があり、ワークショップの前後に3回の地点差観測を実施した(調査資料A)。

観測点では基準の磁気儀(DI-72角度測定器)を移動させることができないので、基準点(C-E点)と同じ建物内にあるC-W点を介しての比較である。C-E点とC-W点との比較観測は、1973~76年に数回測定され、その結果が両者の地点差として地磁気観測所で採用されている。2001年にDI-72角度測定器のオーバーホールを実施した際にも両観測点で地磁気の測定が行われたが、地点差は従来のものと有意な差がなかったので、従来の地点差を使用した。C-W点と各観測点との地点差は、FT型磁気儀を用いて行い、その結果は表1のとおりである。C-W点から距離の短いB点では地点差が安定しているのに対し、190m程離れているE-S点とE-N点では偏角、伏角とも10月と11月の測定で差が見られる。ワークショップでは、3回の測定の平均値を地点差として採用した。

また同時に比較観測時間帯での地点差変動の有無についても調査を行い、磁気儀部門の3つの観測点における伏角・偏角の地点差の変動は1秒以下であり、また磁力計部門の観測点では0.1nT以下であることが確認された(調査資料B)。

2.3 測器相互比較観測の準備

2.3.1 対象測器と受入台数

世界各国で使われている地磁気観測用測器には様々な種類があり、機種や方式によっては当所で扱うのが困難なものもある。そこで、過去のワークショップでの状況、当所で扱える機種は何か、観測結果の有効性(精度)等を検討し、受け入れ可能な機種・方式を決定してセカンドサーキュラーで案内した。

次の条件を前提として、受理する機関の優先順位は観測所、研究所、学校、メーカーの順とした。

- ①ワークショップ参加費が納入されていること。
- ②当所の実施方針及び観測条件を理解していること。
- ③比較測器の条件に適合すること。

具体的な測器の条件として、次のことを決めた。測器セッションに扱う磁気儀と磁力計は絶対観測用のものだけとし、変化観測用測器はプレワークショップで実施することになった。

(1) 磁気儀

- ①地磁気の方向(角度)を測るものであること。
- ②測定値の分解能が概ね1分より良いものであること。
- ③設置、撤去等移動が簡便であること。

上記の条件を満たす該当測器としては、FT型磁気儀、GSI型一等磁気儀、水路部型磁気儀が考えられた。その他の条件として、電源は内蔵又は付属であること、形状・大きさが比較観測台に適合しているこ

表1 各測点の偏角と伏角の地点差

	B		E-N		E-S	
	D(分E)	I(分)	D(分E)	I(分)	D(分E)	I(分)
10月18日	3.790	5.165				
19日	3.791	5.166				
20日					0.816	0.825
21日					0.819	0.824
26日			0.797	0.979		
27日			0.800	0.979		
11月18日			0.850	0.986	0.900	0.791
19日	3.766	5.187				
平均	3.78	5.17	0.82	0.98	0.85	0.81

と、計測値の直読が可能なこと、設置・観測・撤収作業を申込者が行えること等も入れた。受け入れ台数は、観測時間の割り振りによるが最大26台とした。

(2) 磁力計

- ①地磁気の強さを測るものであること。
- ②補償コイル等の補助装置を要しないものであること。
- ③測定値の分解能が概ね1nTより良いものであること。
- ④設置、撤去等移動が簡便であること。

上記の条件を満たす該当測器としては、プロトン磁力計、光ポンピング磁力計、オーバーハウザー磁力計等が考えられた。その他の条件は磁気儀と同じである。受け入れ台数は、最大21台とした。

(3) 変化計 (プレワークショップ)

a. システムの構成

- ①検出器、計測器、データ収録器、接続ケーブル類等からなること。
- ②検出器と計測器間の接続ケーブルは、20m以上の長さが必要であること。
- ③電源としてAC100V、50Hz以外を必要とする場合には、参加者が準備すること。

b. 計測

- ①サンプリングは1～60秒の範囲で、デジタル計測値が得られること。
- ②取得データは、パソコン処理が可能なこと。
- ③データは、IAGAフォーマットであること。

c. その他

- ①避雷装置があれば測器といっしょに送付すること。
- ②輸送中の事故、試験期間中の雷災等による故障に関する補償はできないこと。

該当測器としては、フラックスゲート磁力計、プロトン磁力計、オーバーハウザー磁力計、光ポンピング磁力計、dIdD磁力計が考えられる。受け入れ台数は、当所施設の制約から、成分観測用磁力計及び全磁力観測用磁力計それぞれ2台程度とした。

2.3.2 観測時間と器械台の割当

測器セッションは11月9～12日の4日間と決まったが、行事やバス移動(つくば-柿岡間)などに要する時間を除くと、実質3日間程となる。また測器1台につき予備観測と本観測の2度観測を行うこととなり、最終的に磁気儀部門は予備観測50分、本観測90分とし、磁力計部門は予備観測20分、本観測40分として1日の観測時間を割り振り、参加者の日程に合わせて器械台を割り当てた。しかし、当日の参

加者の都合や再観測の希望等によりスケジュールの変更・調整が毎日必要となった。実際に行われた割り振りを資料4に示す。

2.3.3 基準値と基線値

時間も場所も異なる相互比較観測では、仲介する連続観測値(基準値)が必要となる。この基準値に当所の地磁気変化連続観測値を使用した。磁力計部門の全磁力値(F)はオーバーハウザー磁力計の観測値(1秒計測、分解能0.01nT)を、磁気儀部門の偏角(D)はフラックスゲート型磁力計の観測値(1秒計測、分解能0.001分)、伏角はフラックスゲート磁力計とオーバーハウザー磁力計の値から計算した観測値である。これらの連続観測値を、当所の基準器であるMO-PKプロトン磁力計とDI-72角度測定器(図3)による絶対観測で較正するため、測器セッションの前日(11月8日)と翌日(11月13日)に絶対観測を行ったが、特に精度を確保するためそれぞれ2回ずつ実施することとした。実際には、8日は短周期変化の卓越した地磁気嵐中であつたため、さらに1回追加し3回行った。プレワークショップを含む期間中のF、D、Iの観測基線値及び採用基線値を図4に示す。

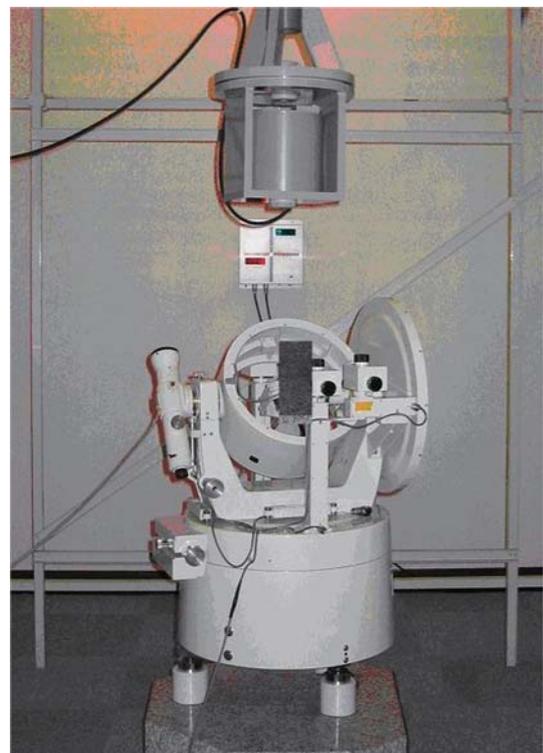


図3 基準器のMO-PKプロトン磁力計検出器(上)とDI-72角度測定器(下)

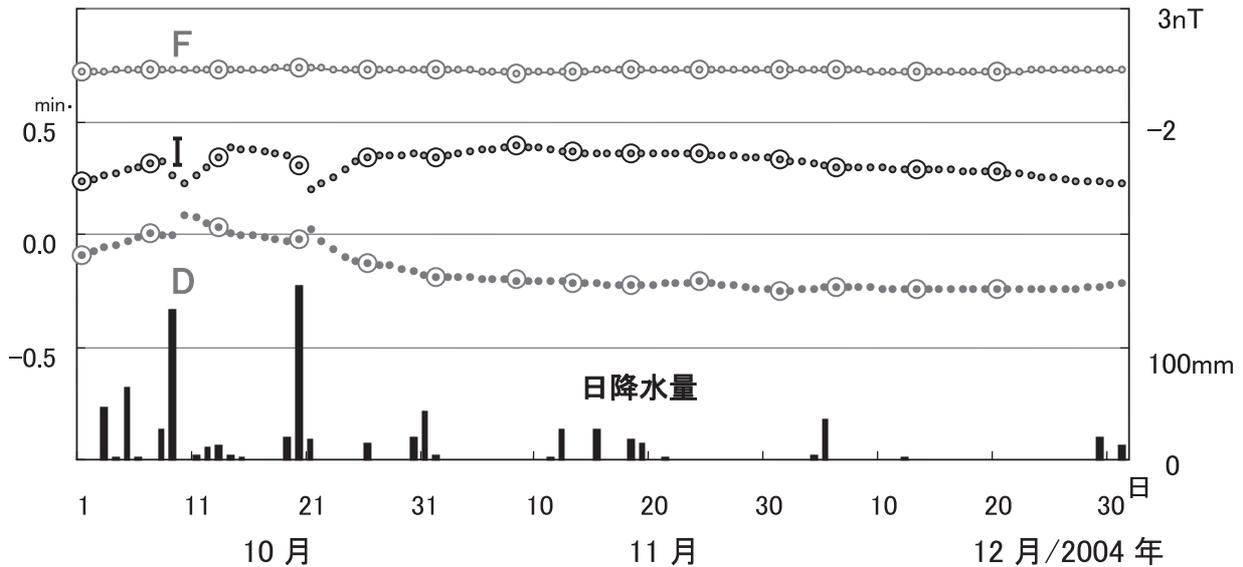


図4 ワークショップ期間中の観測基線値 (○) と採用基線値 (●) . 棒グラフは日降水量 .

2.3.4 観測手順と観測野帳

磁気儀部門は、最近のワークショップの参加状況から、非磁性の経緯儀に一成分型フラックスゲート磁力計の検出器を搭載した磁気儀 (FT 型磁気儀) が多く想定された。実際今回の参加測器は全てこのタイプの磁気儀であった。観測は手動操作であり、測定値には誤差が入り込みやすいことから、誤差の軽減のためには次のことが必要となる。

- ① 観測回数を増やしその平均値を採用する。
- ② フラックスゲート磁力計検出器レベル等の誤差要因をきちんと把握して補正処理を行う。

そこで、当所における過去データを集計して、器差測定時の誤差や器差測定精度の検討を行った。その結果を基に、当所で採用している観測野帳を少し修正した「磁気儀用の観測野帳 (初期案)」を関係者に提示した。しかし、過去のワークショップで使用された観測野帳に比べ観測手法が複雑であり、慣れない観測者には使いにくいとの意見が寄せられた。ベルギーの Rasson 博士からは過去に使用された観測野帳を一部変更した新たな観測野帳案が提示された。両者の観測野帳の主な違いは次の事項であった。

- ① 1 枚の観測野帳内での繰り返し観測及び目盛り読み取りの繰り返しの有無。
- ② 磁気儀レベルの読み取り・記帳の有無。
- ③ 偏角観測時のフラックスゲート磁力計検出器水平度の計測・記帳の有無。

当所測器部会内で提示された観測野帳に沿って試験観測を行い、再検討の結果、参加者の混乱を避けるために、Rasson 博士提案の観測野帳に若干の変

更を加えた磁気儀用の観測野帳を作成し、観測手順を決定した (資料 5)。実際に観測された観測野帳の記録例を資料 6 に示す。また、器械台に磁気儀を設置する時に用いる座金及び補助台の形状も、過去に相互比較観測で使用されたものと当所で準備するものが全く異なることが判明したので、参加者に相互比較観測に用いる補助台の形状を知らせ、磁気儀を三脚に取り付ける時に用いる付属品 (整準底板) の準備を依頼した。

磁力計部門は、全磁力値の絶対量を測るものとしたが、汎用の測器ではプロトン磁力計やオーバーハウザー磁力計が該当する。これら磁力計による計測値の系統的誤差は、次のことに起因すると考えられる。

- ① 磁力計検出部付近に付着している磁性体。
- ② 原子核の回転速度 (角周波数) を測定する基準信号の不正確さ。
- ③ 角周波数を磁場の強さに換算する常数 (原子核回転磁気率 γp) の違いや設定回路 (タイムベース等) の不適當。

①については、基準器との相互比較や検出器の方向差を見ることにより検出可能である。ただし、この基準器との相互比較では、観測した地域の磁場の強さに対する器差は得られるが、幅広い帯域 (磁場) での器差は得られない。②と③については、検出器の周辺にて原子核回転速度に見合う電気信号を発生させ、検出器からの信号をこの磁力計で計測する方法で判断が可能である。この測定法は、広い帯域での器差を得ることができ、「カウンター部のチェック」には有効であるが、①の検出器起因の誤差については検出できない。検討の結果、今回のような世

界各地の異なる磁場の強さで使用している測器の相互比較では、1つの磁力計に両方の器差測定を実施することとした。前者の測定数は30回とし、方向差測定は行わないこと、後者は23500nT～70500nTの磁場に相当する疑似信号（周波数1000Hz～3000Hz）を400Hz刻みで発生させ、各周波数での計測回数は5回とし、観測手順（資料7）と磁力計用の観測野帳を作成した。実際に観測された観測野帳の記録例を資料8に示す。なお、使用する発振器については、測器セッション前にメーカーにて周波数の校正を行った。

2.4 地磁気観測研修（トレーニング）の準備

地磁気観測研修（トレーニング）は、地磁気観測の発展途上国への技術支援などを通じて世界の地磁気観測点の空白域を少なくし、精度の高い地磁気観測網の拡充を図るために企画された。ワークショップの重要な要素の一つであり、前回の南アフリカ（ハーマナス）でのワークショップでも行われ、今回は特にアジア地域から多数参加してもらえるように、かなりの参加者にLOCから資金援助が行われた。

トレーニングでは、絶対観測用測器の取り扱いをむろんのこと、観測基線値処理についても力を入れたいという希望があったことから、受講生各自が絶対観測を実施して観測基線値算出まで行うことを想定した。

全体の日程は11月10日～12日午前中で、地磁気観測に関する講義を10～12日の午前中3日間、地磁気絶対観測の実習を10～11日の午後2日間行うこととなった。

この地磁気観測トレーニングへの申し込みは、当初41名あったが、講義室の広さ、磁気儀の台数等の制約があることから、最終的に25名程度に絞り込みが行われた。また、相互比較観測に参加している人達も講義を聴くことができるよう準備することとした。

講義室は当初大会議室が候補にあがったが、ここはワークショップ参加者の控え室や昼食場所など多目的な利用が計画されていることから、その隣の展示室に決まり、受講生用の机8脚、椅子24脚、講師用の机1脚、椅子2脚、聴講用の椅子10脚を準備した。

地磁気絶対観測の実習は、当初野外観測用の三脚を用いることを考えていたが、観測所での絶対観測を想定した実習を行うこととなったことから、観測室と器械台が必要となった。観測室は実験室をあて、東室と西室に器械台を各1基ずつ、職員により非磁性の白セメント、寒水石（砂）を材料として、

400mmφのボイド管（円筒紙管）を用い直径400mm、高さ約800mmのコンクリート台を製作した（ワークショップ終了後に撤去）。屋外には、練習台として業者により1基製作し、計3基の器械台を準備した。また、器械台に磁気儀を固定する補助台は鹿屋、女満別出張所から借用した。実験室での方位標は、隣接する東京大学施設敷地内に立っている南方のアンテナ用鉄塔を用いた。なお、事前に各器械台の地点差観測も行った。

講師は、LOC総務部会長（亀井豊永氏）の紹介によるデンマークのRasmussen博士と、同博士の推薦によるベルギーのRasson博士に依頼し、その結果、講師にRasson博士、アドバイザーにRasmussen博士ということで快諾された。

講義で使用する教科書は、Rasson博士が用意した資料「About Absolute Geomagnetic Measurements in the Observatory and in the Field」（A4用紙37頁）を使用した。これはメールで送られてきたもので、受講者にはコピーして配布した。実際の講義は、Rasson博士が持参したパソコンによるパワーポイントで教科書に沿って進められた。ここで使用されたパワーポイントのファイルは、Rasson博士の承諾のもとCD-Rにコピーして受講者に配布された。また、講義内容はビデオに撮影され、後日希望者にコピーが配布された。なお、LOCより講師への感謝の気持ちとして記念品（地元名産の笠間焼きの花瓶）が贈呈された。

2.5 測器受け入れの準備

海外から日本への測器輸送では、搬入（輸入）時に通関手続き、搬出（輸出）時に輸出貿易管理令手続きが必要となる。これらは、基本的に参加者本人が手続きするものだが、外国人が手続きを直接行うことは大変であることから、地磁気観測所でバックアップすることとした。

2.5.1 搬入時の手続き

通関手続きは、測器搬入時に通常のやり方であれば関税法により税金がかかるので、免税の適用を受けるための手続きである。所管は財務省東京税関成田税関支署であるが、手荷物搬入と貨物搬入では担当課が異なる。職業機器の一時持ち込みの免税の適用を受けるため、測器の詳細（特に製造国とシリアルナンバー）のリスト、及び持参者に代り必ず持帰ることを保証する誓約書を事前に提出した。このため、各国参加者には必要な測器情報を問い合わせるとともに、このような通関のために設立されているATAカルネの取得を勧めた。

また、航空機には危険物の持ち込みが制限されており、対象となるプロトン磁力計検出器に注入されているケロシンやn-デカン等（第2石油類危険等級Ⅲ）は抜いて、当所で用意したものを補給することを勧めた。

実際の測器搬入は、手荷物20件（内1件は自分で申請手続きを行った）と貨物2件であったが、少し遅れて届いた貨物1件を除き、特に大きな問題はなく搬入されて、ほぼスケジュール通りに相互比較観測を実施することができた（資料9）。

なお、プレワークショップに参加したハンガリーの測器（dIdD 磁力計）は代理店（国際電子工業 K.K.）を通して持ち込まれたため、当所での手続きはなかった。

2.5.2 搬出時の手続き

輸出貿易管理令（外国為替及び外国貿易法）は、特定の貨物の輸出を制限するもので、地磁気測器では高精度の磁力計（ノイズレベルが0.05nT未滿）が指定されており、今回オーバーハウザー磁力計が該当した。所管は経済産業省関東事務所東京通商事務所であり、「輸出（許可・承認）申請書」を提出し搬出するまでに許可を受ける必要がある。今回はATAカルネ特例又は少額特例（時価で総額100万円以下）に全て該当し、申請書提出には至らなかった。

また、最近航空会社ではテロ対策などで神経を使っており、ケーブルなどが付いている測器は爆発物と間違えられやすいため、スムーズな出国の手荷物検査のため、事前に乗客情報として利用する各航空会社に測器の説明を電話及びFAXで行った。

2.6 車両通行による擾乱とその対策

第2絶対室が磁気儀部門の観測点に使用されることになったことから、約100m北側を東西に延びる構内道路を通行する車両や、約130m東側の第3駐車場に駐車する車両による擾乱を受けることが懸念された。そこで、どの程度の擾乱を受けるかを、車両通行に関してはバス会社の協力のもと実際に使用する大型バスを構内道路に乗り入れてもらい、また駐車に関しては職員の自家用車により調査を行った（調査資料C）。その結果、磁気儀による観測値D、I成分は、車両通行では4"、駐車では3"程度の擾乱を受けることが判明した。これは、観測精度に匹敵する大きさであることから、次の対策をとった。

- ①相互比較観測中の構内道路の車両の通行規制。
- ②シャトルバスの運行表作成。
- ③測器セッション中の第3駐車場の使用禁止。

迂回通行のお願い



期間： 11月 9日 午後1時
～ 12日 午後1時

世界各国からの参加者により、国際的に重要な比較観測を行っています。

上記の期間につきまして、構内道路（赤線）の通行をご遠慮いただき、青線の道路を迂回して下さるようお願い申し上げます。

図5 通行規制への協力の立看板

- ④測器セッション中の構内宿舍付近への駐車禁止。

このうち、②③④は所内の対応で可能であるが、①は外部の協力を必要とするため、図5の立看板を作成して協力を呼びかけた。特に構内道路をよく利用される周辺の住民の方々には、事前に戸別訪問を行い、この国際ワークショップでの通行規制の必要性を説明し協力をお願いした。住民の方々の好意的な協力により、車両通行による観測への影響を受けることはなかった。

3. 相互比較観測当日の作業

3.1 人員配置と役割分担

相互比較観測に関して当日は下記の人員配置と役割分担で作業を行った。（ ）内は専属で配置したスタッフの人数で、当所職員の外に気象研究所、国土地理院、大学等の関係者及び通訳の派遣社員、会場や昼食準備のアルバイトの人達が含まれている。

- ①総括（2名）

……観測点案内、観測結果把握、観測割振変更、各種相談事対応

- ②観測補助（14名）
 - ……測器設置撤去補助，観測の指導助言
- ③測器保管（3名）
 - ……測器一時保管と受け渡し，バッテリーの充電及び貸与，ケロシン提供
- ④基準信号操作（1名）
 - ……基準器（MO - PK）観測操作，基準周波数切換操作
- ⑤観測結果整理（2名）
 - ……観測データ処理及び暫定結果の還元
- ⑥トレーニング補助（2名）
 - ……講師補佐，講義ビデオ記録
- ⑦その他……昼食準備，休憩の世話，バス誘導など．

3.2 測器の保管

相互比較観測期間中，参加者の便宜を図るため，地電流観測室にて参加測器の保管を行った．参加測器数は磁気儀19台，磁力計10台であり，ほとんどの測器を預かった．磁気儀・磁力計ともに専用ケースに収められたコンパクトな物がほとんどであったため，平積みでも3m四方のスペースで十分であった．

特に初日と，宿泊地であるつくば市からのバスの発着時前後は多少の混雑はあったが，名前を確認しながら番号札の交付と記録を行い，相互比較観測スケジュールに合わせ前もって測器の準備をしておくなどしたため，測器の受け渡しがスムーズに実施できた．

また，参加測器の充電等のメンテナンスに備え，各国の電源事情に対応できるよう，電圧110V及び220Vのトランスコンセントを準備し，6種類の3Pコンセントを用意した．2日目以降になると，測器の充電要望が増えるとともに，パソコン・デジタルカメラ等の充電依頼もあり，10個ほどのコンセント数が必要であった．

加えて，相互比較観測参加者から要請のあった磁力計検出器エレメント用のケロシンとn-デカン，12Vの小型シールバッテリーを用意した．シールバッテリーは事前に要請された数以上の利用があり，多い日で5個ほどの貸し出しがあった．検出器エレメント利用は1台（ケロシン）のみであった．

3.3 データ処理の流れ

観測結果の良否によっては再観測等スケジュールの組み替えを必要とするため，観測終了後，速やかに器差の計算結果を観測者に還元できるよう，計測室に処理専用のパソコンを2台，処理オペレータを2名配置した．記録は観測者本人が観測用紙に記入するため，記入ミスあるいはデータ入力時の読み間違い等の確認作業もあわせて行った．また，修正作業を即時に行えるよう，初日は観測者に結果が出るまで近くで待機してもらうようにした．しかし，ほぼ同時刻に磁気儀3点，磁力計1点のデータ処理が集中して処理に時間を要する場面もあったため，2日目以降は，控え室に測器部会幹事（小池観測課長）が待機し，観測処理結果を基に講評を付加して

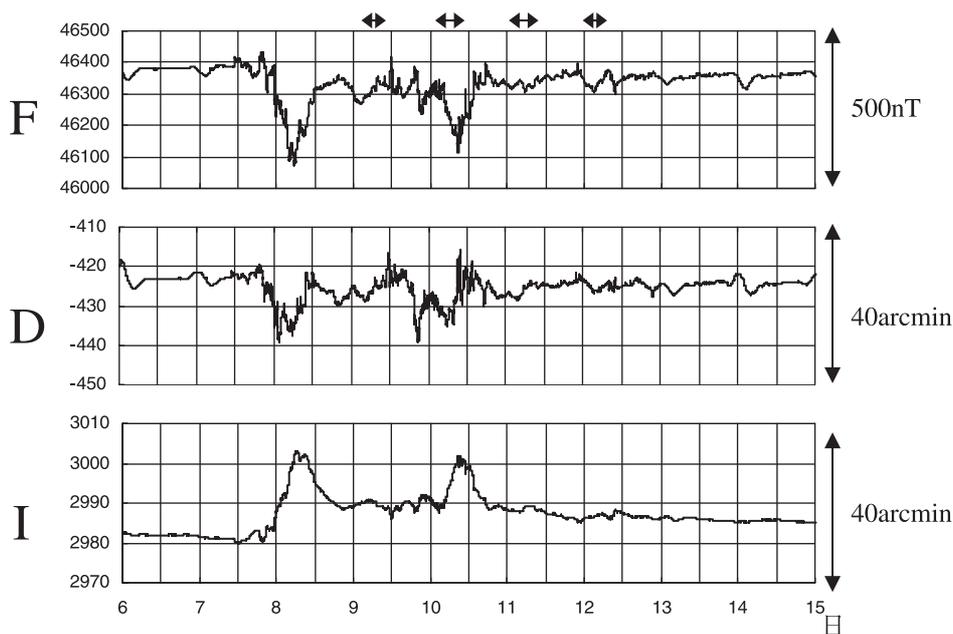


図6 期間中の地磁気状況（2004年11月6日～14日 -UTC-）
図の上段の左右矢印は相互比較観測が行われた期間

観測者に手渡すように変更した。一部の磁気儀では調整を要するものもあり、調整方法の説明等もその場で行うことができた。

磁気儀及び磁力計の計算処理シートの例（観測野帳の記入例に対応）を資料6及び資料8に示す。

器差は、地磁気観測総合処理装置で5分ごとに編集される暫定毎秒値から観測時刻に対応するデータをネットワークを介して取り込み、測器セッション前に得られた観測基線値を用いた暫定的な基準値を基に計算した。

3.4 期間中の地磁気状況

測器セッションの開始直前の11月7日19時52分（日本標準時）に発生した地磁気嵐は、同セッション終了の翌日の11月13日まで続き、地磁気水平分力の変化量は460nTに達した。測器セッション期間中の地磁気擾乱度は高く、K指数の最大は7であった。測器セッション期間前後9日間の柿岡の全磁力(F)・偏角(D)・伏角(I)3成分の地磁気変化を図6に示す。この地磁気嵐で測定精度に影響が出るのではないかと懸念したが、特段の支障もなく相互比較観測を行うことができた。

表2 測器の相互比較観測に参加した磁気儀と観測者

No.	機種	分解能	国名	機関名	観測者
1	FLM3/A(Zeiss 010B)	1/10000 (grades)	ベルギー	R. Met. Inst. of Belgium	Jean L Rasson T. Owada
2	Zeiss 010 theodolite + Bartington Mag 01H fluxgate	1 sec	日本	Kakioka Mag. Obs.	K. Koike T. Owada
3	Fluxgate theodolite 3T2KP	1 sec	ロシア	Geophys. Survey of SB RAS	Sergey Y. Khomutov
4	Zeiss Theodolite 010B	1 sec	デンマーク	Danish Met. Inst.	Lars W. Pedersen
5	MAG01H/THEO 010B	1/10000 (grades)	チェコ	Geophys. Inst. Acad. Sci.	Josef Horacek
6	Zeiss 010 theodolite + Bartington Mag 01H fluxgate	1 sec	オーストラリア	Geoscience Australia	Peter G. Crosthwaite
7	DI-flux THEO 010B	1 sec	ドイツ	GeoForschungs Zentrum Potsdam	Hans-Joachim Linthe
8	Mingeo D-I theodolite magnetometer	0.1 min	日本	Kyoto University	T. Kamei T. Owada
9	thodolite BOIF	0.1 min	中国	IGPCEA	Dongmei Yang Suqin Zhang
10	DI-meter	1 sec	韓国	KIGAM	Mutaek LIM
11	Diflux LEMI-203	1 sec	カザフスタン	IIMES	Olga Ivanovna Sokolova Sergey Y Khomutov
12	Mag-15B	0.1 min	インド	IIG	Vijay Y. Dhapre
13	JENA 020 01H	1 sec	カナダ	Natural Resources Can.	Lorne A McKee
14	Mag. Theodolite LEMI-203	1 sec	ロシア	Inst. Cosmo. Res. & Ra. Wave Prop. FEB RAS	Ilkhambek Babakhanov
15	DIM	0.5 min	メキシコ	Institute de Geofisica UNAM	Gerardo Cifuentes-Nava Gerado Cifuentes
16	DI flux LEM-203	1 sec	マケドニア	Fac. of Mining and Geol.	M. Delipetrov Todor B. Delipetrov
17	Zeiss THEO 010B	1 sec	フィンランド	Finnish Met. Inst.	Kari Pajunpaa Tero Raita
18	Diflux Mag-01H	1 sec	ペルー	Huancayo Mag. Obs. Inst. Geofisico	Silvano S.O.L. Orihurla Domingo D.R. Rosales
19	LEMI	1 sec	スロバキア	HURBANOVO M.O.	Magdalena Vaczyova F. Valach

4. 相互比較観測

4.1 磁気儀の相互比較観測

4.1.1 参加測器

参加した磁気儀の数は19台で、その全てが非磁性の経緯儀にフラックスゲート磁力計検出器を搭載した形式の Fluxgate theodolite であった。これは当所で FT 型磁気儀と呼称しているもので、既製品としてドイツ製経緯儀にイギリス製検出器の組合せのものやウクライナ製の 2 系統があり、今回の 19 台のうち前者が 11 台、後者が 6 台であった。残りの 2 台は中国（中国製）とメキシコ（自作）である。目盛りの最小分解能は 1 秒が 13 台、0.0001 Grades（約 0.3 秒）が 2 台、0.1 分（6 秒）が 3 台、0.5 分（30 秒）が 1 台であった。参加した磁気儀と観測者を表 2 に示す（機種は参加申し込み時の名称を記す）。

4.1.2 比較方法

磁気儀の観測は、2.3.4 で述べた観測手順（資料 5）に沿って、3 つの観測点（B 点、E-N 点及び E-S 点）で行われた。観測野帳 1 枚を 1 観測として割り当てられた時間内に繰り返し観測された。得られた偏角・伏角の観測値は、それぞれ当所の基準点の観測値に引き直して、基準値と比較した。器差は [参加測器による観測値] - [基準値] で表し、この値を用いて磁気儀の相互比較を行った。

4.1.3 相互比較観測結果

相互比較観測の結果は表 3 に偏角（D）、表 4 に伏角（I）を、図 7 にそのプロット図（D, I）を示す。観測回数に 3～11 回と違いがあるのは、決められた観測時間内での観測であったため、観測者の熟練度による回数の違いと、予備観測や空き時間を利用して観測した分も含まれているためである。図 7 で塗りつぶしとなっているのは、目盛りの最小分解能が 1 秒より悪い測器を表す。

この比較結果を見ると、例えば偏角における測器番号 8 の 1 回目のように、中には一見して不良値と思われる値が混じっている。このような観測精度を遙かに超えて飛び離れたものは、何らかの測定ミスがあったと考えられ、平均値の算出には含めないことが望ましいので、表では括弧付きにし、これらの値を除いて平均値計算を行った。その結果の平均値は、偏角で -3.8 秒、伏角で +2.3 秒であった。なお、図 7 は、参加測定器の各器差を、全測器の平均値を基準にしてプロットしたものである。

繰り返して行われた観測値のばらつき（表示は標準偏差）を見ると、1 秒又はこれに相当する目盛りの分解能を持つ磁気儀による観測値は、偏角で 6 秒程度、伏角で 3 秒程度の精度を持つと見られる。偏角の精度が伏角の精度より落ちているのは、観測時に磁力計検出器が水平でないための誤差や、真方位

表 3 磁気儀の相互比較観測結果（偏角）

測定回数 測器番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均	標準偏差
1	-10.5	-9.8	-5.5	-4.3	-3.7	-8.5	-6.1					-6.9	2.7
2	-6.4	-4.4	-4.0	-3.2								-4.5	1.4
3	29.9	39.2	21.4	19.6	14.4	14.9	21.4	21.5	30.0	18.7	24.5	23.2	7.3
4	0.0	2.0	-3.7	-8.3	-3.7	-3.0						-2.8	3.5
5	0.4	-6.1	5.8	5.7								1.5	5.6
6	-2.5	-1.1	-8.0	-4.5	-5.8	-3.0						-4.2	2.5
7	-3.0	-3.2	-7.4	-2.3	5.6							-2.1	4.7
8	(3788)	-1.8	-1.6	19.7	(-361)	-0.9	-9.3	-9.6	-5.5			-1.3	9.9
9	-5.0	-8.9	-13.0	-6.3	0.8	11.0	-7.8	-6.3				-4.4	7.3
10	-7.0	-28.0	-23.6	-6.6	-4.6							-14.0	11.0
11	-16.4	-16.0	4.6	4.4	7.1	-1.1	-1.6	-5.8				-3.1	9.1
12	13.9	-14.7	-28.9									-9.9	21.8
13	(-44.7)	(31.2)	4.4	-0.1	-5.7	0.7						-0.2	4.2
14	6.5	34.2	18.6	16.8								19.0	11.4
15	-41.7	-37.5	-2.8	-43.5								-31.4	19.2
16	-17.3	-3.0	2.9									-5.8	10.4
17	-6.9	-12.7	-7.5	-9.7	-8.7							-9.1	2.3
18	(-53.6)	-11.5	-9.1	-10.5	-4.2	-12.2						-9.5	3.2
19	(-38.6)	1.6	-6.4	-15.5	-8.9							-7.3	7.1
単位: 秒											全平均	-3.8	7.6

平均及び標準偏差は、括弧()の値を除いて計算している。

を決めるための誤差（方位標の読み取り誤差）が入るためと思われる。

参加測定器全体としての器差は、表3と表4の「平均」の欄に示すように、大きくはずれたものを

除き、偏角で±20秒、伏角で±6秒の間に分布する（いずれも、標準偏差の2倍）。偏角の分布の幅が広いのは、前記の理由による観測誤差が影響していると考えられる。

表4 磁気儀の相互比較観測結果（伏角）

測定回数 測器番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均	標準偏差	
1	1.2	0.2	2.9	2.3	1.8	8.3	1.5					2.6	2.7	
2	0.3	-0.1	1.2	-0.8								0.2	0.8	
3	-3.5	-1.4	-4.8	5.9	4.9	2.5	0.7	3.2	-3.7	0.9	0.0	0.4	3.5	
4	0.5	0.6	0.8	0.4	2.8	1.1						1.0	0.9	
5	-2.9	-6.9	3.2	4.6								-0.5	5.4	
6	7.2	6.3	6.4	5.8	5.2	5.8						6.1	0.7	
7	-2.1	0.2	-6.1	-1.8	-5.5							-3.1	2.7	
8	(1645)	-3.5	0.1	(-744)	(140)	4.3	4.2	1.0	3.2			1.6	3.0	
9	0.1	-1.1	5.4	6.1	2.6	2.7	5.0	9.5				3.8	3.4	
10	(-82.5)	(290)	(304)	1.7	0.5							1.1	0.8	
11	(289)	2.9	3.2	4.4	6.9	-2.0	-1.4	-0.1				2.0	3.3	
12	5.0	(224)	19.6									12.3	10.3	
13	22.1	7.5	12.5	7.8	10.7	8.6						11.5	5.5	
14	1.6	6.4	-1.7	6.4								3.2	4.0	
15	-17.5	(-45.4)	-19.0	12.0								-8.2	17.5	
16	1.8	5.4	3.6									3.6	1.8	
17	1.0	2.7	2.6	2.7	1.7							2.1	0.8	
18	0.5	5.7	3.3	-1.7	5.7	-1.2						2.1	3.3	
19	-3.4	1.9	(43.1)	5.3	3.1							1.7	3.7	
単位: 秒												全平均	2.3	3.9

平均及び標準偏差は、括弧()の値を除いて計算している。

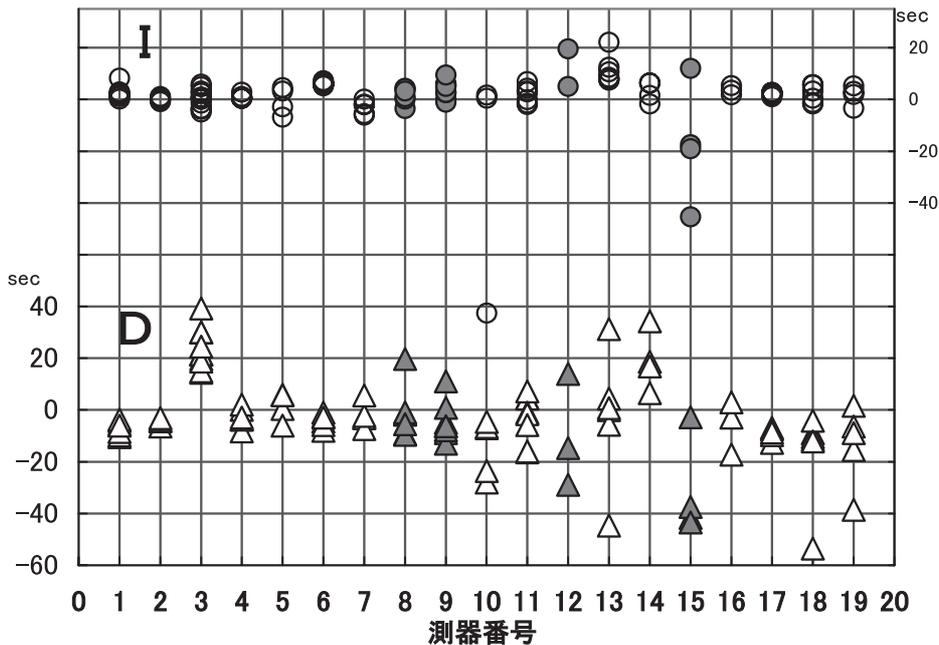


図7 磁気儀の相互比較観測結果（上：伏角，下：偏角）

塗りつぶしは目盛りの最小分解能が1秒より悪い測器を表す。

4.2 磁力計の相互比較観測

4.2.1 参加測器

参加した磁力計の数は10台で、その内訳はプロトン磁力計6台、オーバーハウザー磁力計4台で、測定分解能は0.1nTより良いものであった。参加した磁力計と観測者を表5に示す（機種は参加申し込み時の名称を記す）。

4.2.2 比較方法

比較校正室西台（C-W点）における磁力計の相互比較観測は、2.3.4で述べた観測手順（資料7）に

沿って、2つの異なる方法で器差を求め、その相互比較を行った。1つ目の比較方法は、磁気儀と同じように当所の基準点の値に引き直して、柿岡の磁場約46500nT付近での基準値と比較した。器差は、[参加測定器による観測値]-[基準値]で表し、この値を用いて磁力計間の相互比較を行った。各磁力計の観測回数は、予備観測を含め2～4回行われた。

2つ目の方法は、磁力計の測定原理が水素原子核磁気振動の周波数をカウントして磁場に換算するものであることから、発振器で基準周波数（交流磁場）を作り、計算式から求まる磁場の大きさと、こ

表5 測器の相互比較観測に参加した磁力計と観測者

No.	機種	分解能	国名	機関名	観測者
1	G856	0.1nT	中国	Inst. Geophys. CEA	Qi Li
2	Gem GSM90 PPM	0.01nT	オーストラリア	Geoscience Aus.	Peter G. Crosthwaite
3	POS-1	0.01nT	ロシア	USTU	Olga O.V. Denisova
4	PMP-8	0.01nT	ポーランド	Inst. Geophys. P.A.S.	Jan Reda
5	PPM-203M2	0.001nT	ロシア	The Inst. Cosmo. Res. & Ra. Wave Prop. FEB RAS	Ilkhambek Babakhanov
6	PMP-7	0.1nT	フィンランド	Finnish Met. Inst.	Kari Pajunpaa
7	Overhauser POS-1	0.001nT	ロシア	Geophys. Survey of SB RAS	Sergey Y.Khomutov
8	SCINTREX	0.1nT	ペルー	Huancayo Mag. Obs. Inst. Geofisico	Domingo D.R. Rosales Silvano S.O.L. Orihuela
9	GSM19	0.01nT	ドイツ	Geo Forschungs Zentrum Potsdam	Hans-Joachim Linthe
10	G856AX No.4	0.1nT	日本	Kakioka Magnetic Observatory	Kakioka Magnetic Observatory staff

表6 磁力計の相互比較観測結果

測定回数 測器番号	1		2		3		4		平均		
	ΔF	SD	ΔF	SD	ΔF	SD	ΔF	SD	ΔF	SD	
1	(0.65)	(0.08)	-0.32	0.11	-0.30	0.13			-0.31	0.12	
2	-0.73	0.10	-0.70	0.04	-0.72	0.05	-0.73	0.05	-0.72	0.06	
3	-0.76	0.21	-0.94	0.04	-0.94	0.03			-0.88	0.09	
4	-0.55	0.07	-0.76	0.04	-0.78	0.04			-0.70	0.05	
5	(1.22)	(0.25)	(2.05)	(0.12)					(1.64)	(0.19)	
6	-0.41	0.10	-0.24	0.14	-0.27	0.07			-0.31	0.10	
7	-0.78	0.03	-0.78	0.03					-0.78	0.03	
8	-0.68	0.09	-0.74	0.08					-0.71	0.09	
9	-1.01	0.09	-0.65	0.21					-0.83	0.15	
10	0.09	0.19	-0.03	0.09	-0.04	0.13			0.01	0.14	
単位：nT									全平均	-0.58	0.09

平均及び標準偏差は、括弧()の値を除いて計算している。

の交流周波数（電気信号）を磁力計検出器の周辺にて発生させ、磁力計で計測した値と比較するものである。今回使用した基準周波数は、1000~3000Hz間、400Hz刻みの6種類で、約20000~70000nTの広い帯域の磁場において相互比較が可能である。同一周波数における計測値5個を1セットとして繰り返し、セット数は最多で4セットが行われた。計算式及び換算常数（原子核回転磁気率 γ_p ）は、次のものを用いた。

$$F = \pi f / \gamma_p \quad \gamma_p : 2.67515255 \times 10^8 \text{T}^{-1} \text{s}^{-1} \quad (1992 \text{年 IAGA 提唱値})$$

ただし、 f は交流磁場の周波数 [Hz]、 F は期待される測定磁場の大きさ [T] である。

4.2.3 相互比較観測結果

磁力計の相互比較観測の結果（器差）を表6及び

図8に示す。器差の中には、例えば測器番号1の1回目のように、一見して不良値と思われる値が混じっている。磁気儀と同様に、このような飛び離れた値（表では括弧付き）を除いて計算した平均値は -0.6nT であった。また、繰り返し観測値のばらつき（標準偏差）から見ると、この方法での器差測定は 0.1nT の精度を持つと見られ、参加測器各々の器差は、特に大きなNo 5を除き全平均から $\pm 0.5 \text{nT}$ の範囲に分布する。

次に、基準周波数での計算値（換算値）と磁力計の計測値との差を表7に示す。各測器の数値は全セットの平均値を示しているが、計測値は大きく2つのグループに分かれる。第1グループ（P）の特徴は、周波数が高くなる（換算される磁場の値が大きくなる）につれて計算値と計測値の差が大きくなるもので、中心付近（2000Hz、47000nT）での器差

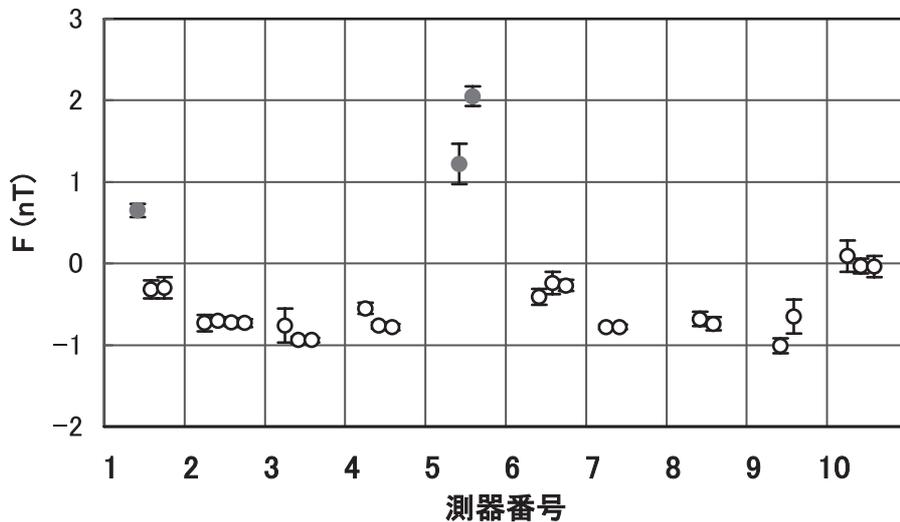


図8 磁力計の相互比較観測結果
(●は平均値算出から除いたもの)

表7 磁力計の基準周波数による測定磁場との差
($\gamma_p : 2.67515255 \times 10^8 \text{T}^{-1} \text{s}^{-1}$)

測器番号	1000Hz	1400	1800	2200	2600	3000	グループ
	23487.40nT	32882.40	42277.38	51672.32	61067.22	70462.10	
1	0.13	0.19	0.20	0.39	0.38	0.36	P
2	-0.05	-0.07	-0.10	-0.05	-0.07	-0.10	N
3	-0.06	-0.11	-0.14	-0.13	-0.18	-0.23	N
4	-0.01	-0.03	-0.04	0.03	0.02	-0.02	N
5	0.10	0.20	0.20	0.40	0.50	0.55	P
6	0.19	0.25	0.30	0.50	0.50	0.50	P
7	-0.04	-0.08	-0.10	-0.06	-0.08	-0.12	N
8	0.20	0.20	0.21	0.40	0.40	0.50	P
9	-0.03	-0.06	-0.09	-0.02	-0.05	-0.07	N
10	0.20	0.22	0.30	0.40	0.44	0.48	P

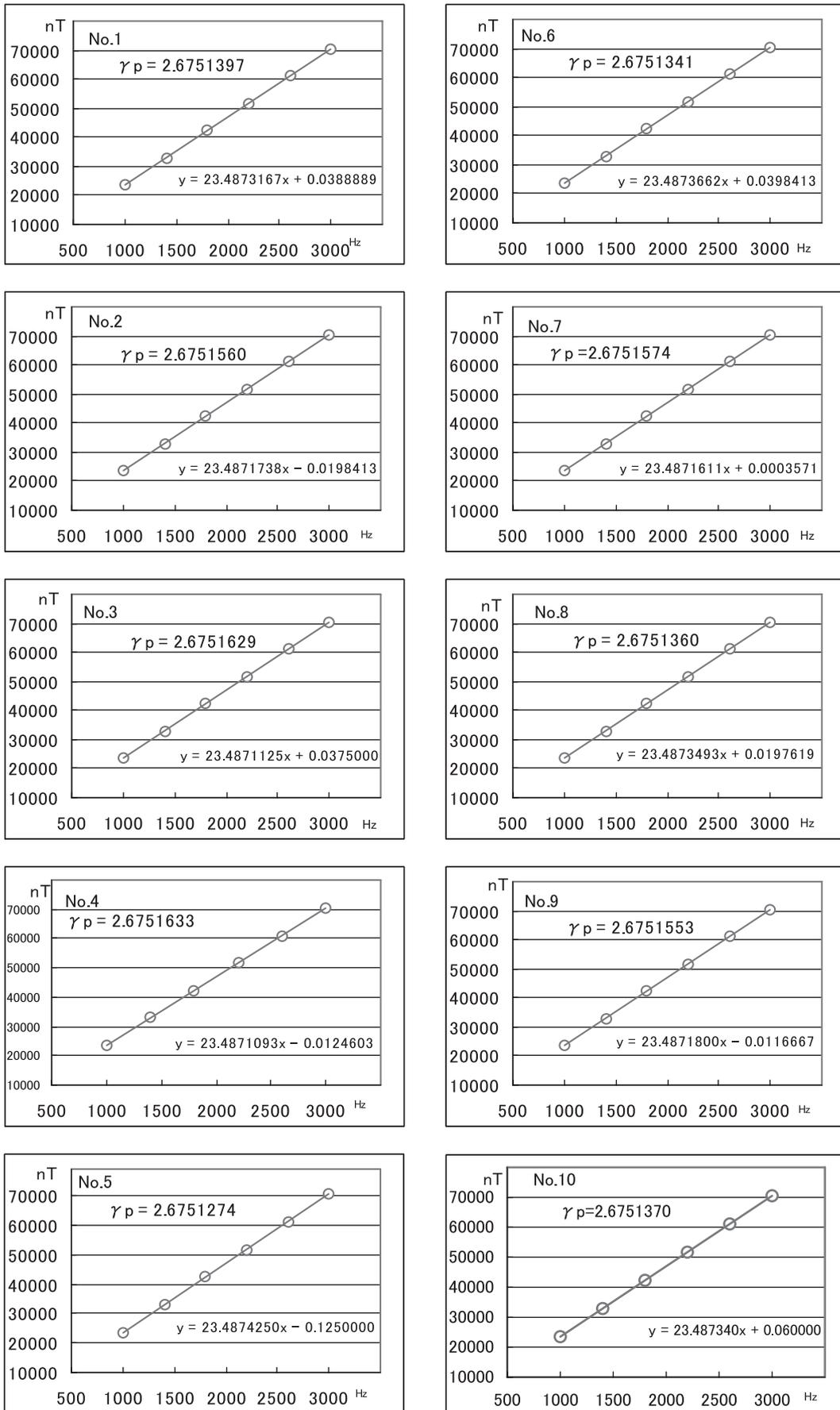


図9 付加した周波数信号と各磁力計計測値の関係

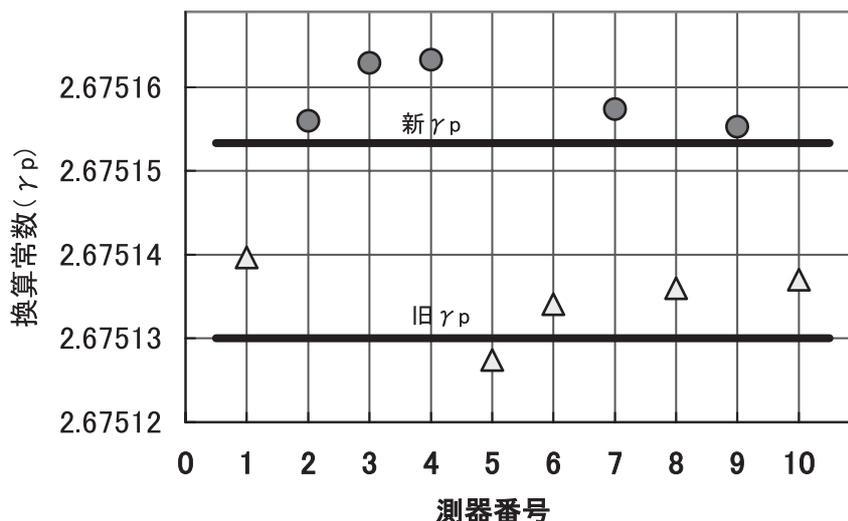


図10 各磁力計の推定 γ_p 値
(図9で示した傾きを推定 γ_p 値とし、2つのグループに分類して示した)

は0.3~0.4nTである。測器番号の1, 5, 6, 8及び10がこれに該当する。第2のグループ(N)では、周波数の変化に対応する差の変動は小さく、中心付近での差もほとんど0であり、測器番号の2, 3, 4, 7及び9がこれに該当する。

参加測器各々について、付加した交流磁場の周波数信号と磁力計計測値の関係を図9に示す。各磁力計とも2~4回繰り返し計測を行っており、表及び図の値は、その平均値で代表させた。付加周波数に対する計測値は、概ね23nT/Hzの勾配を示す。この勾配から前式によって各磁力計で採用されていると思われる γ_p を計算すると、図9の中に示した数値になり、これを1つの図にしたものが図10である。ここで求められる γ_p に相当する値は、図9でのグループ分けと同じく、2つのグループに分かれる。第1グループで得られた値は、2.6751397~2.6751274 (中心: 2.675135) で1960年のIAGA決議値(2.67513)に近い値であり、一方、第2グループで得られた値は、2.6751553~2.6751633 (中心: 2.675159) で1992年に提唱された値(2.67515255)

に近いものである。

このことは、磁場の強さ46000nT程度を測定する時、採用 γ_p の違いによる差は0.4nTとなり、1960年の提唱値を採用した磁力計では測定磁場が大きく表示される。磁力計の相互比較観測の結果と符合している。

4.3 変化計の試験 (プレワークショップ)

4.3.1 参加測器

プレワークショップには、4か国7台の申し込みがあった。しかし当所施設の制約、申請者の都合などから、表8に示した3台となり、国外参加は1台となった。これらの測器で得られたデータを地磁気観測所のデータと比較した。

プレワークショップ参加者へは、データ収録装置の準備及び取得データのIAGAフォーマット変換を依頼していたが、送られてきたデータ収録装置にトラブルが発生し、その対応に苦慮した。また、取得データのフォーマットがIAGAフォーマットに統一されておらず、データ処理に多くの時間を費やす結

表8 プレワークショップ参加磁力計

機種	参加者名	測定成分	観測期間
	所属機関名		
Suspended dIdD (GSM-19)	Laszlo Hegymegi	F Dp, Dm Ip, Im	Oct. 4 - Nov. 11
	Eotvos Lorand Geophysical Institute of Hungary		
Fluxgate magnetometer (FGE-91-C)	Aya Koiwa	X Y Z	Oct. 8 - Nov. 11
	Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University		
Proton precession magnetometer (KM 622)	Toyohisa Kamei	F	Oct. 26 - Nov. 19
	WDC for Geomagnetism, Graduate School of Science, Kyoto University		

果となった。

4.3.2 試験内容

各種磁力計の試験・調査の内容・方法は、当所で新規購入した磁力計の試験を基本に決定した。温度試験については、専用の施設がないことからヒーターと簡易な温度制御器を用いて、温度の可変可能な範囲で実施した。各磁力計について実施した内容は次のとおりである。

(1) dIdD 磁力計

- a. 測定値のばらつき量調査（実施場所：標準室）
地磁気静穏日のデータの前後差の変動からばらつき量を調べた。
- b. 安定性の評価
約1か月間の観測データを取得し、地磁気観測所の最終毎分値と比較した。
- c. 温度依存性の調査（実施場所：標準室）
検出器について、温度変化幅約5℃で行った。

(2) フラックスゲート磁力計

- a. 直流感度の測定（実施場所：比較校正室）
大型ヘルムホルツコイルで100nT間隔に±100nT～±500nTまでの磁場をかけて感度を求め、メーカー測定感度と比較した。
- b. 測定値のばらつき量調査（実施場所：検定室）
地磁気静穏日のデータの前後差の変動からばらつき量を調べた。
- c. 吊り下げ機構の安定性
試験期間中の地震発生時のデータから検出器の吊り下げ機構の安定する時間を調べた。
- d. 安定性の評価（実施場所：検定室）
約1か月間の観測データを取得し、地磁気観測所の最終毎分値と比較した。

- e. 温度依存性の調査（実施場所：検定室）

検出器、計測器それぞれについて、温度変化幅5～10℃で行った。

(3) プロトン磁力計

- a. 測定値の確度測定（実施場所：比較校正室）
地磁気観測所の全磁力基準測器 MO-PK (B) と直接比較した。また、検出器近傍で既知の周波数を付加し、原子核回転磁気率 (γ_p) を算出した。
- b. 検出器の指向性の測定（実施場所：比較校正室）
検出器を45°刻みに回転させ、各方向での値を測定した。
- c. 安定性の評価
約1か月間の観測データを取得し、地磁気観測所の最終毎分値と比較した。

4.3.3 比較結果

(1) dIdD 磁力計

図11に dIdD GSM19⁰⁰¹の検出器、計測制御器及びデータ収録器を示す。この測器の検出器は、互いに直交する2組の補償コイルの中心にオーバーハウザー磁力計検出器をセットし、検出器傾斜変動による測定誤差を防ぐために全体を吊り下げたタイプである。補償コイルに電流を流さない状態で全磁力 (F) を、全磁力のベクトル方向に対し南北方向に沿って直交する補償コイル (I) に順方向及び逆方向に電流を流した状態で全磁力 (I_p , I_m) を、全磁力のベクトル方向に対し東西方向に沿って直行する補償コイル (D) に順方向及び逆方向に電流を流した状態で全磁力 (D_p , D_m) を測定し、計算で暫定的な偏角 (D) と伏角 (I) を求めることができる。

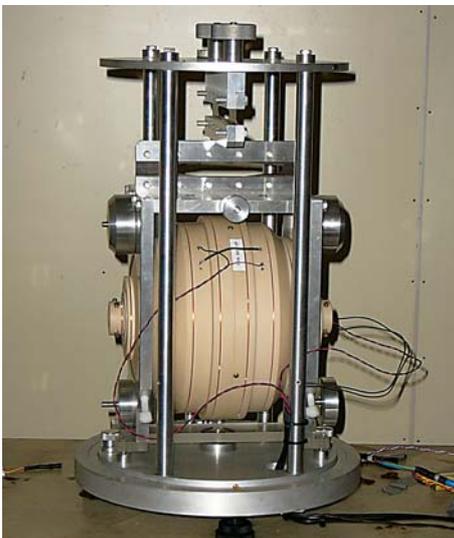


図11 dIdD GSM19

測定間隔は、0.2, 0.4, 0.5, 1秒から選択することができる。

まず、オーバーハウザー磁力計の基本データである器差は、地磁気観測所の全磁力基準測器 MO-PK (B) プロトン磁力計に対し0.2nT小さく計測された。またFの測定値のばらつきを見るため、図12に各測定間隔で得られたデータの直前データとの単純差を示す。ばらつきの幅は、測定間隔によって異なり、0.2秒間隔で±1.5nT、0.4秒で±0.2nT、0.5秒で±0.1nT、1秒で±0.05nTであった。

図13に dIdD GSM19で得られたデータから F, H, Z, D の毎分値を計算し、地磁気観測所の最終毎分値と比較した結果を示す。dIdDの測定間隔は、プレワークショップ依頼者の希望で0.5秒間隔とした。この場合1サイクル (F, Ip, Im, Dp, Dm) の磁場測定に2.5秒を要するので、F, D, Iのデータは2.5秒値となる。毎分値は、得られた2.5秒値を、正分をはさむ前後それぞれ12個の計24個の平均値である。また図には検出器周辺の温度もあわせて示した。aは地震、bは設置換えによるシフトで、10月20

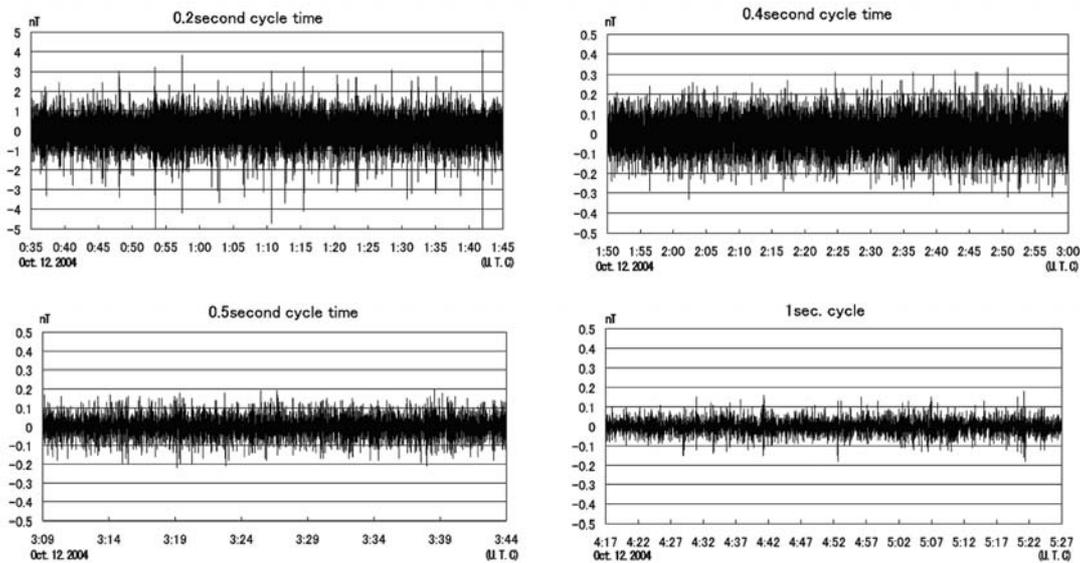


図12 測定間隔別の計測値のばらつき (直前データとの単純差。0.2秒間隔測定のみスケールが違うので注意)

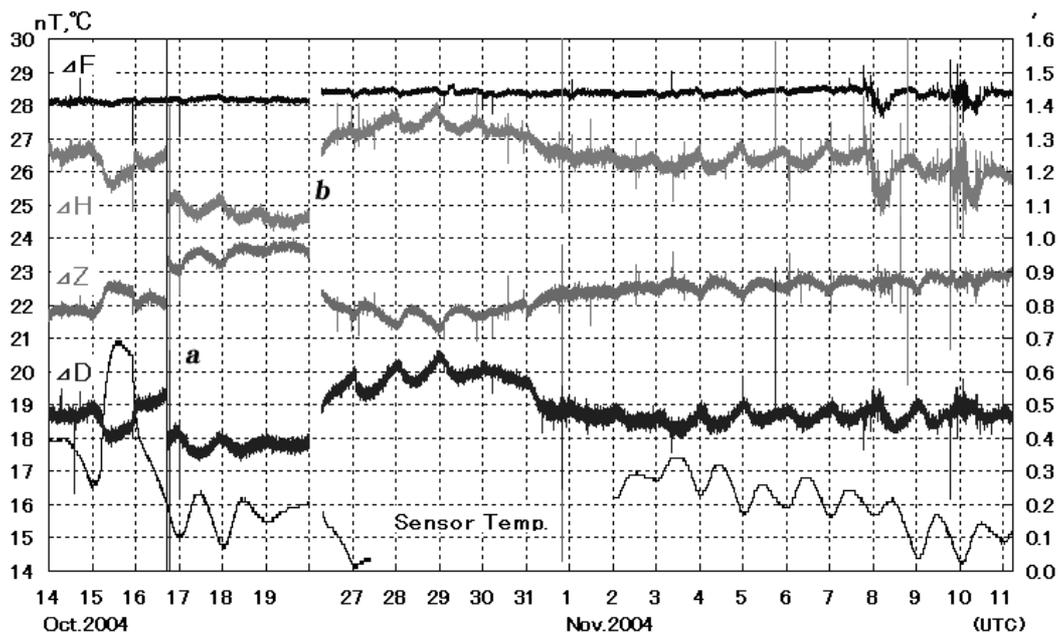


図13 dIdD GSM19と地磁気観測所最終毎分値の差及び dIdD GSM19検出器周辺の温度 (ΔF, ΔH, ΔZ は nT (左のスケール), ΔD は分 (右のスケール), 検出器温度は°C (左のスケール) である。a は地震, b は設置換えによるシフトである。)

日～26日は計測制御器の動作不良による欠測である。また10月15日に検出器の温度試験を行ったが、 ΔH , ΔZ , ΔD とも温度変化との相関が明瞭に見られる。温度試験以外の日を見ても、温度変化との相関が見られる。見かけの温度係数を10月14日～16日の期間で求めたところ、 H で $-0.2\text{ nT}/^\circ\text{C}$ 、 Z で $0.2\text{ nT}/^\circ\text{C}$ 、 D で $-0.02\text{ 分}/^\circ\text{C}$ となり、いずれの相関係数(r)も 0.8 程度であった。ただし、 ΔH と ΔZ は逆位相を示していることから、検出器の傾き分も含まれていると考えられる。しかし、その場合は検出器の構造がレベル変動を起こさないように吊り下げられていることと矛盾する。吊り下げ機構に使用している材料が温度変化で伸縮や歪みを起こし、微妙な吊り下げ状態(レベル)の変化を起こしている可能性が考えられる。

(2) フラックスゲート磁力計 (FGE-91 type)

図14にFGE-91の検出器、計測制御器及びデータ収録器を示す。この測器も、検出器の傾斜変動による測定誤差を防ぐために検出器ブロックを吊り下げたタイプで、揺れを早期に止めるダンパー(ブロックの下側に羽根のようなものがあり、これがシリコン油に浸されている)が付いている。出力信号はアナログ信号のみとなっている。試験では、アナログ信号を16bitA/D変換器内蔵のデータ収録装置を用いて、1秒値で取得した。

まず、磁力計の出力電圧1Vあたりの磁場の大きさ(感度)を比較校正室の大型ヘルムホルツコイルで測定した。このヘルムホルツコイルを用いると、約 0.1% の精度で感度を測定することができる。磁力計製作メーカーによる感度は X, Z, Y とも $327.6\text{ nT}/\text{V}$ となっており、地磁気観測所での測定結果は $X = 326.64\text{ nT}/\text{V}$ 、 $Z = 328.06\text{ nT}/\text{V}$ 、 $Y = 325.62\text{ nT}/\text{V}$ となり、その違いは $0.1\sim 0.6\%$ であった。なお以後の温

度試験、安定性試験では、地磁気観測所で求めた感度を使用した。

図15にフラックスゲート磁力計のノイズ幅を見るため、アナログ信号をペン書きレコーダに直接書かせた記録を示す。 X, Y は 0.1 nTp-p 、 Z は 0.5 nTp-p 程度である。柿岡のバックグラウンドノイズは、同様の方法で地磁気観測所女満別出張所の高感度フラックスゲート磁力計の 0.02 nTp-p (H, D, Z とも)¹¹⁾であったことから、これと同等か以下と考える。 Z の 0.5 nTp-p はかなり大きいと言える。また、 Z が X, Y の約5倍と大きい、その原因は分からない。

検出器の吊り下げ機構の安定性を、地震発生時付近のデータから確認した。図16に10月23日08時55分～09時15分(U.T.C)までの H, Z, D に換算した1秒値を示す。08時56分(U.T.C)の新潟県中越地震(柿岡での震度3)の本震とその後の余震が異常値として見られる。地震の大きさにもよるが、地震動がおさまっても検出器が安定するまでに2～3分を要している。 $dIdD$ GSM19も全く同じ吊り下げ機構となっていることから、同器が安定するには同じ程度の時間を要すると思われる。

図17にFGE-91と地磁気観測所の最終毎分値との差、及びFGE-91の検出器と計測制御器の温度を示す。試験は部屋が3つに区切られている検定室で行い、検出器は計測制御器・データ収録器と別の部屋に設置した。FGE-91の毎分値は取得された1秒値の平均(X, Y は H, D に換算)である。上から3つ($\Delta H'$, $\Delta Z'$, $\Delta D'$)がFGE-91の未処理データで、10月14日の3成分のシフト c は検出器近くの磁性体移動によるもの、10月23日と26日の D のシフト d は地震により、検出器が動いたことによるものである。その下の3つ(ΔH , ΔZ , ΔD)が絶対観測により基線値補正を行ったもので、10月14日及び23



検出器



計測制御器



データ収録器

図14 フラックスゲート磁力計 FGE-91

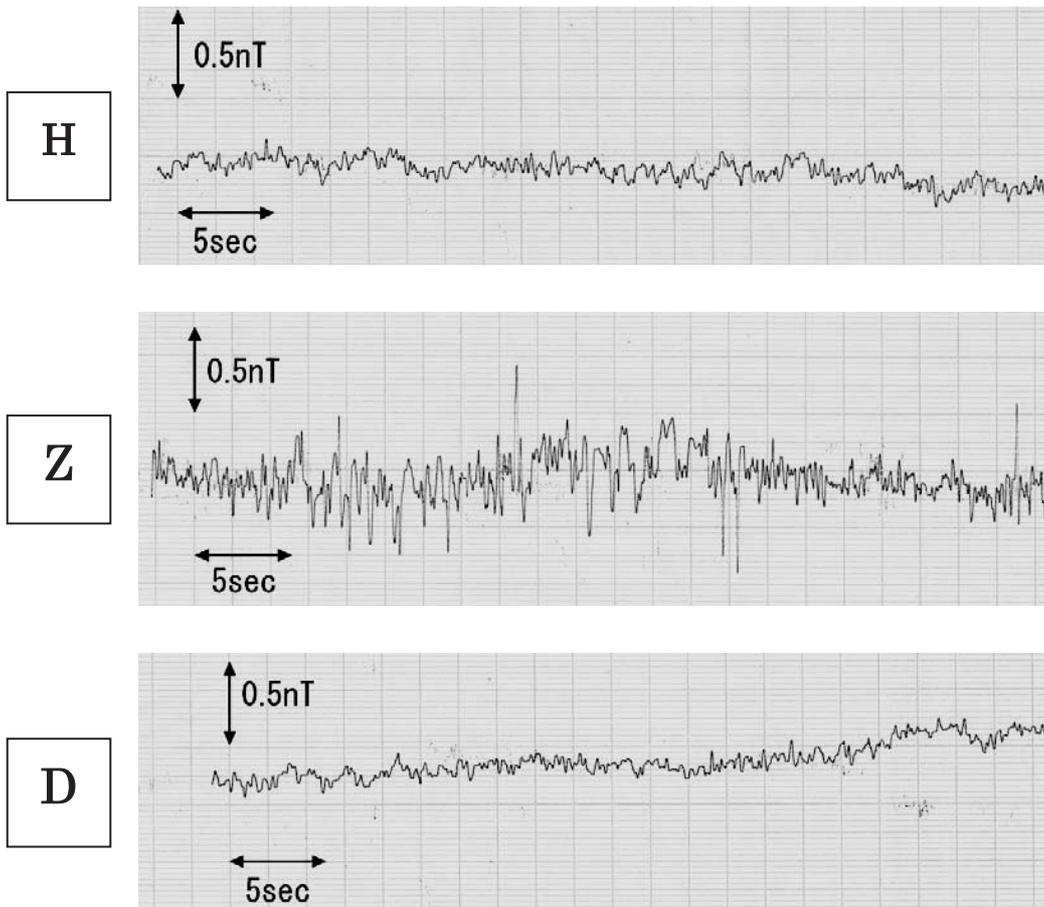


図15 フラックスゲート磁力計 FGE-91のアナログ信号記録
(2004年10月8日, 比較校正室で測定)

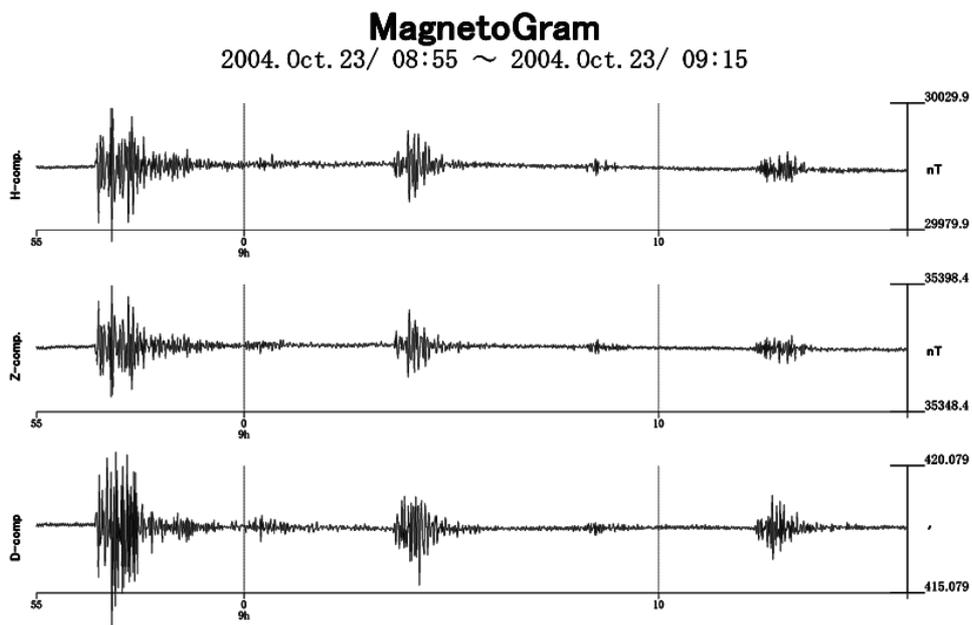


図16 地震発生時のフラックスゲート磁力計 FGE-91の1秒値変化

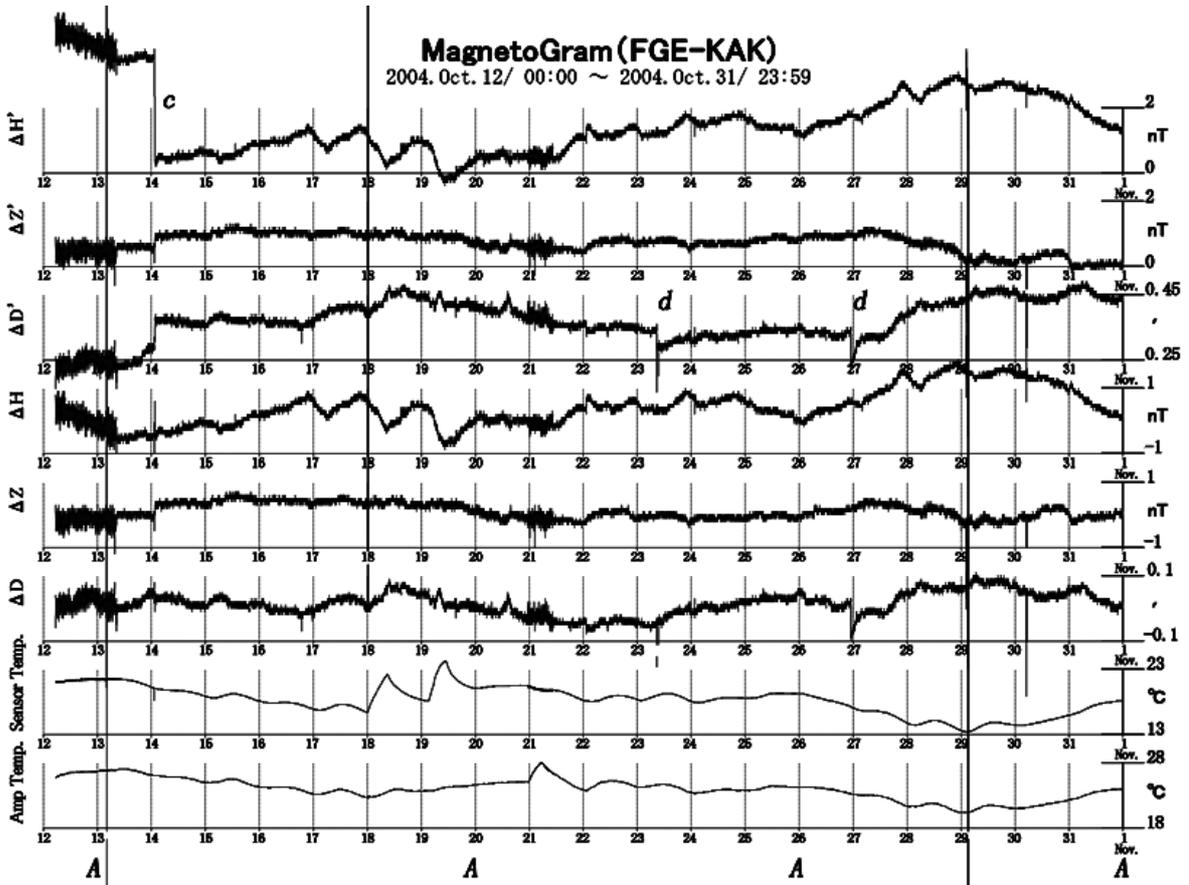


図17 フラックスゲート磁力計 FGE-91と地磁気観測所最終毎分値との差及びFGE-91検出器，計測制御器周辺の温度（ $\Delta H'$ ， $\Delta Z'$ ， $\Delta D'$ はFGE-91のデータ未処理で，cは検出器近くの磁性体移動，dは地震によるシフトである． ΔH ， ΔZ ， ΔD はFGE-91のデータを基線値補正した．単位はH，ZはnT，Dは分である．）

日のシフトは，その量を算出して補正をしている．しかし26日については地震時にシフトはしたものの，その後自然に回復しているように見られたため，補正をしていない．下から2つがFGE-91の検出器と計測制御器の周辺温度である．最下段の記号Aは絶対観測日を示している．なお，10月12日と21日前半に見られる大きなばらつきは，データ収録器のアースを外したためである．温度試験を行った10月18日～22日を見ると，このフラックスゲート磁力計の温度依存は，Hの検出器の温度変化のみである．この期間のデータから求めた見かけの温度係数は $-0.2\text{ nT}/^\circ\text{C}$ （相関係数 $r=0.91$ ）である．基線値補正後の図からも明らかなように，10月14日～31日までの温度変化に対し，Hにはその影響が明瞭にでており，この期間から求めた検出器の見かけの温度係数は $-0.3\text{ nT}/^\circ\text{C}$ （相関係数 $r=0.91$ ）であった．このようにHに明瞭な温度依存性があることから，安定したデータを得るには，基線値補正の他に温度補正を行う必要がある．

(3) プロトン磁力計 (KM-622)

図18にKM-622^[22]の検出器，計測制御器及びデー

タ収録器を示す．検出器はソレノイドコイルで，測定間隔は30秒と60秒を選択できる．

まず，プロトン磁力計の基本データとなる器差は，地磁気観測所の全磁力基準器MO-PK(B)プロトン磁力計に対し， 0.6 nT 大きく計測された．また検出器の指向性を，検出器を45度ずつ水平回転させて測定した結果，図19のようにソレノイドコイルの特徴が見られ，最小値と最大値の較差が約 6 nT だった．検出器には測定の際の検出器の方向を示す印があり，向きを正しく合わせる事が重要である．なお，既知の周波数（1000，1400，1800，2200，2600，3000Hz）を付加し，磁力計計測制御器で測定される値から原子核回転磁気率（ γ_p ）を算出したところ， $2.67513 \times 10^8 \text{ T}^{-1} \text{ s}^{-1}$ となった．

比較校正室の西側約30mの野外に検出器と計測制御器を，データ収録用パーソナルコンピュータ(PC)を検定附属室に設置し，測定間隔を30秒で約1か月間の連続測定を行った．図20にKM-622とオーバーハウザー磁力計の毎分値の差（ ΔF ），KM-622の計測制御器周辺部の温度，及び地磁気全磁力の変化を示す． ΔF を見ると1～2nTのばらつきが見られ，11月7



検出器



計測制御器



データ収録用PC

図18 プロトン磁力計 KM-622

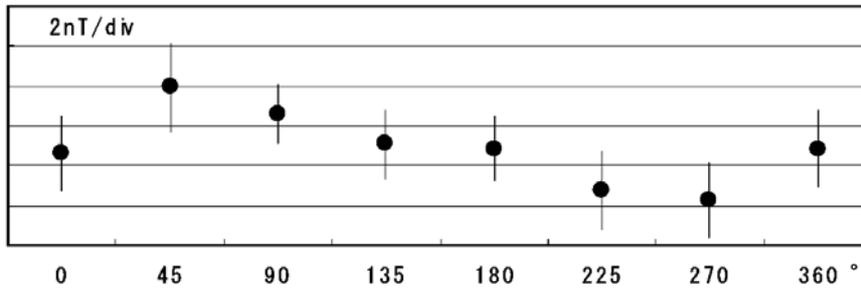


図19 検出器の指向特性

(検出器を45度ずつ水平回転させ、各位置で10個の測定値を得、同時刻のオーバーハウザー磁力計から自然変動分を除去した。縦棒は各位置での標準偏差である。)

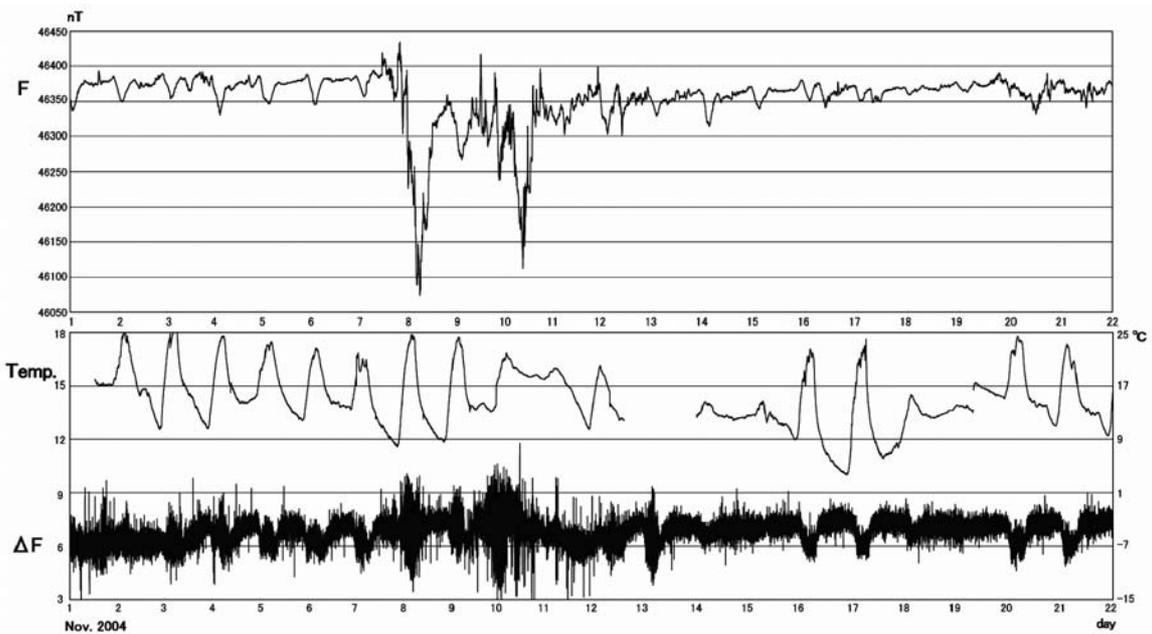


図20 プロトン磁力計 KM-622と地磁気観測所最終毎分値の差及び KM-622計測制御器周辺の温度

(FはKM-622の毎分値、 ΔF はKM-622オーバーハウザー磁力計の毎分値との差、Temp.はKM-622計測制御器周辺の温度)



図21 トレーニング受講生の集合写真（2004年11月11日）
最後列左側が講師の Jean L. Rasson 博士，同右側が Ole Rasmussen 博士

日～11日の地磁気嵐の期間では6nT程度のばらつきとなっており，通常われわれが使用しているプロトン磁力計のばらつき量の0.3nT程度に比べかなり大きい．また2～3nTの日変化の見える日がある．この変化は計測制御器周辺温度との対応が良く，温度と ΔF から求めた見かけの温度係数は $-0.1\text{nT}/^\circ\text{C}$ （相関係数 $r = 0.87$ ）だった．

このプロトン磁力計は，開発途上にあるもので，電源やチューニングなどの改良を行うことにより，安定した測器になり得るものと期待する．

5．地磁気観測研修（トレーニング）

5.1 講師と受講生

11月10日から12日午前中にかけて，講師としてRasson博士（ベルギー），アドバイザーとしてRasmussen博士（デンマーク）を迎え，地磁気観測研修（トレーニング）が実施された．午前中（3日間）に講義，午後（2日間）に実習という構成で行われた．講師も時折ユーモアを交え和やかな雰囲気の中に，真剣な質問がなされるなど，講義だけにとどまらず活発な意見交換も随所に見られた．

今回は参加申込者が受け入れ可能人数を上回ったため，一部人員を調整したが，期間を通して絶えず20名前後の受講者があった．また，この講義には，相互比較観測参加者など，この期間に当所に来ている人達も自由に聴講できるようにし，計15か国30人

が参加した．参加国及び参加人数は次のとおりであるが，これは講義出席簿からまとめたものであり，出席簿は各自記入方式のため，中には記入していない受講（聴講）者もあったものと思われる．

マレーシア（2名），インドネシア（2名），中国（6名），韓国（1名），日本（4名），カザフスタン（1名），ロシア（4名），エチオピア（1名），ペルー（2名），メキシコ（1名），マケドニア（1名），フィンランド（1名），クロアチア（1名），イギリス（2名），フランス（1名）

また，受講生の予定に入っていたが参加できなかった国にコンゴ，キューバ，モロッコがある．

5.2 講義の概要

講義は，「About Absolute Geomagnetic Measurements in the Observatory and in the Field」に沿って進められ，話の導入として，太陽活動に伴う地磁気の変化や，より長い期間での地磁気の変化，及びこれら各種の現象に対応した周期帯ごとの地磁気変化の違いの説明があった．次に地磁気観測における絶対観測用測器（absolute instruments）及び変化計（variometer：プロトン磁力計，オーバーハウザー磁力計，フラックスゲート磁力計など）の測定原理や特性の説明が行われた．

絶対観測用測器に関しては，実習で使用する FT

型磁気儀の測定原理，操作方法，メンテナンス方法にも時間が割かれ，地磁気観測を実際に行ううえでの注意点，観測誤差の除去方法をはじめとしたデータ精度を高い水準で維持するために必要な事項，観測で得られたデータの計算・処理方法など，実務に関しても説明があった。

連続的な地磁気データの作成するうえで，変化計の持つ系統的な特徴・誤差要因，絶対観測及び変化観測のデータをどのように組み合わせるべきかについても説明された。また，その他に野外で繰り返し観測を行う際の問題点，世界各地で取得される地磁気データを規格化して流通させているインターマグネットの概要，及び世界各地で行われる地磁気観測の意義についても紹介があった。



図22 地磁気観測研修（トレーニング）講義の様子

5.3 実習の概要

実習は，2台のFT型磁気儀と2基の器械台を用いて行われた。受講生は2組に分かれて地磁気の方角の測定を行った。講師は，磁気儀の操作方法を今回のワークショップの相互比較観測で実際に使用している観測野帳（手順）に沿って説明し，その後受講生も各々が実際に同様の操作を行うという形で進められた。指導は，実際の観測に必要な磁気儀操作の注意点の指摘等を交えながら，水準の調整，望遠鏡の合わせ方，目盛りの合わせ方・読み方を訓練し，地磁気の偏角の求め方，磁気子午面上での伏角の求め方などが解説された。当初は実際の観測値を用いて基線値算出までの作業を行うことを想定していたが，実際には観測値は使用せず，講義の中で基線値算出のプロセスの説明が行われるにとどまった。また，実習では講師のRasson博士，Rasmussen博士に加え，イギリスのTurbitt氏も操作方法に関して積極的に説明を行うなど，実務経験者からのアドバイスもあった。

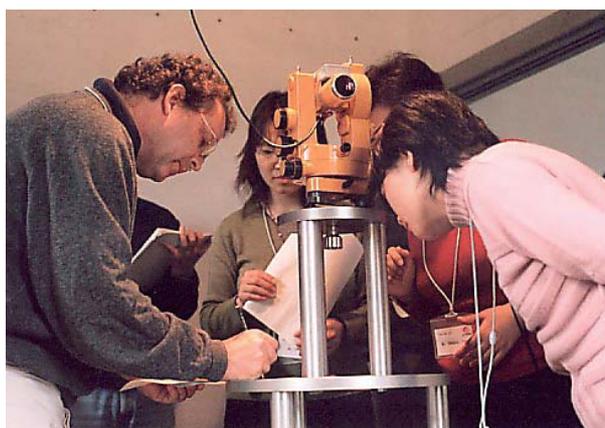


図23 地磁気観測研修（トレーニング）実習の様子

6. 学術講演セッション概要

学術講演セッションは，ワークショップ期間中の11月15日～17日に文部科学省研究交流センター（茨城県つくば市）を会場として開催された。特に地磁気観測機器やシステムに重点を置いた，以下に示す6つのサブセッションによって構成され，世界各国の研究者から口頭45件，ポスター70件の発表があった。

- Session I: Observatory Instruments & Measurements Technology
(観測機器及び測定技術)
- Session II: Data acquisition/Processing/Distribution
(データ収集・処理・配信)
- Session III: Surveys (調査観測)
- Session IV: Global Network (全球ネットワーク)
- Session V: Applications of Observatory Data
(観測所データの応用)
- Session VI: Magnetic Observatories — the Future
(地磁気観測所－将来像)

また，当所職員の関係する発表は，大和田主任研究官の招待講演をはじめとして，以下に示す7件であった。

Yamazaki, A.*, Y.Kumagae, N. Shigeno and T. Ookawa

On the Magnetic Anomaly in the Kanoya's Absolute Observation Room Caused by Dug the Ground for Setting up Stable Pillars

「器械台設置のための土壌掘削によって生じた鹿屋の絶対観測室内の磁気異常について」

Uyesugi, T., Y. Iwase, K. Koike and A. Yoshida*
Comparison of the K-index Observed at Kakioka, Memambetsu and Kanoya

「柿岡，女満別，鹿屋で観測されたK-indexの比較」

Koide, T., T.Toya and A.Yoshida*

Correction of the Tokyo Geomagnetic Data in Meiji Era

「明治時代の東京における地磁気観測データの校正について」

Ishii, Y., Y. Ikoma, T. Koide and T. Toya

Information About Historical Geomagnetic Instruments as “Meta” Data in Kakioka Magnetic Observatory

「地磁気観測所における『メタ』データとしての過去の地磁気観測測器に関する情報の調査」

Yamazaki, A.*, S. Nakajima and T. Ookawa

An Investigation of Anomalous Magnetic Secular Changes Caused by the Falling of Thunderbolts: A Case Study at the Kusatsu-Shirane Volcano

「落雷によって生じた磁場の永年変化異常に関する調査 - 草津白根山での観測例 -」

Ookawa, T., K. Koike, T. Tokumoto, S. Nakajima, T. Owada and A. Yamazaki*

The Artificial Disturbance Monitoring Observation with the Urban Development Around the Observatory

「地磁気観測所周辺の都市開発に伴う人工じょう乱監視観測」

Owada, T., K. Koike, T. Tokumoto, T. Koike, M. Akutagawa and A.Kameya (招待講演)

A Plan for Next Generation Type Automatic Absolute Measurement Device

「次世代型自動地磁気絶対観測装置の構想」
(*印は当所職員以外の研究者 (開催時))

学術講演セッション最終日には、岡田正實測器部会長から測器セッションの報告があった。ただし報

告は速報的なものに限定され、測器セッションにおける総括的な観測結果や考察等は、のちに発行されたプロシーディングに掲載されている。

開催までの主な業務は、時系列順に主だったものを並べると、①会場の確保、②投稿募集、③投稿原稿取りまとめ、④プログラム作成、⑤予稿集作成、⑥会場の準備、⑦学術講演セッション当日の運営、⑧プロシーディング作成、などであった。

開催約3か月前の7月14日を投稿の締め切りとして、セカンドサーキュラー及びホームページ上で学術講演セッションへの投稿を国内外の研究機関に呼びかけた。なお、ホームページ(含む投稿)は京都大学にサーバーが開設された。予想を上回る投稿数であったため、全ての口頭発表希望の講演をプログラムに載せることができず、国内の数名の投稿者に口頭発表からポスター発表への変更を要請したが、プログラム編成においてトラブルはなかった。プログラムの編成は International Program Committee (以後 IPC と呼ぶ) 及び Local Program Committee (以後 LPC と呼ぶ) により行われ、柿岡事務局はその取りまとめとプログラム・予稿集作成にあたった。IPC 及び LPC との連絡は、当所の地磁気観測総合処理装置を用いた Mailing List を使用した。なお、両メーリングリストのログは CD-ROM にまとめ、調査課で保管している。

開催期間中の運営では、講演者の要請によるプログラム変更が数件あったものの、その数が少なかったこともありその場で対応できる範囲内であった。多数の講演があったため、ポスター発表のコアタイムに十分な時間を確保できなかったことは反省点であるが、たくさんの投稿をいただいたおかげで、口頭発表会場・ポスター会場とも活気のある議論が交わされた。ポスター会場の様子を図24に示す。口頭発表には、事前に準備した PC のみを使用し、講演用ファイルは事前に受付で事務局に届けてもらう方



図24 ポスター会場の様子



図25 口頭発表会場の様子

法をとった。概ねトラブルなく受領でき、PCの接続切替や動作確認に費やす時間がなかったことで、スムーズに進行することができた。口頭発表会場の様子を図25に示す。

ワークショップ終了後、講演部会事務局はプロシーディング取りまとめを行い、2005年5月に発行された。印刷と参加者への発送は九州大学によって実施された。プロシーディングはハードカバーの製本版とCD-ROM版の両方が作成された。その後、IAGA第5部門ワーキンググループからIAGAホームページにプロシーディングを掲載したいとの要請を受け、2005年12月現在取りまとめ作業中である。

7. その他の関連行事

7.1 参加登録・宿泊及びインターネットサービス等

総務部会は、ワークショップ全体の推進役として各部会の取りまとめや参加者との連絡調整など様々な事務を担当した。

(1) 参加登録

参加登録は、2004年4月以降登録締切日まで受け付けた。登録方法は、webからのオンライン、FAX、エアメールを用いた。担当は登録者とのメールのやり取りを定期的に行なった。中には必要事項が全部埋まっていない申し込みなどもあり、何度もメールのやり取りを行うこともあった。

ワークショップ参加者は32か国から147名であった。アジアで初めてのワークショップであったこともあり、中国、インド、インドネシア、韓国、マレーシア、カザフスタン、ベトナムなどのアジア諸国からの出席を得ることができた。

(2) 参加者の宿泊

宿泊先は、成田からの交通事情や外国人対応の便などからつくば市内のホテルとし、柿岡とホテルとの間は借上げバスで結び参加者の移動に供することとした。オークラフロンティアホテルつくばとホテル東雲をオフィシャルホテルとし受け入れ態勢を整えたが、この他にも参加者の経済的事情を配慮し、比較的滞在費の安いホテルを用意すべきとの指摘が出され、LOCメンバーの助言を得てウィークリーマンションにより対応することとした。ウィークリーマンションは、固定客との関係で1ヵ月前まで予約ができなかったため、なかなか参加者に確定通知が出せず、心配をかけた向きもあった。しかし、結果的にはうまく収まり、利用者から満足の声をいただき、一同ホッとした。食堂や食材など参加者もそれなりに趣向にあったものを見つけられたようで、概ね天気にも恵まれ、つくば滞在は好評であったものとする。なお、これらのホテルの予約や手配、同室者の決定や宿泊者への連絡・案内などに関しては、LOC亀井豊永委員の全面的な支援並びに気象大学校や気象研究所に在職中の地磁気観測所OBの

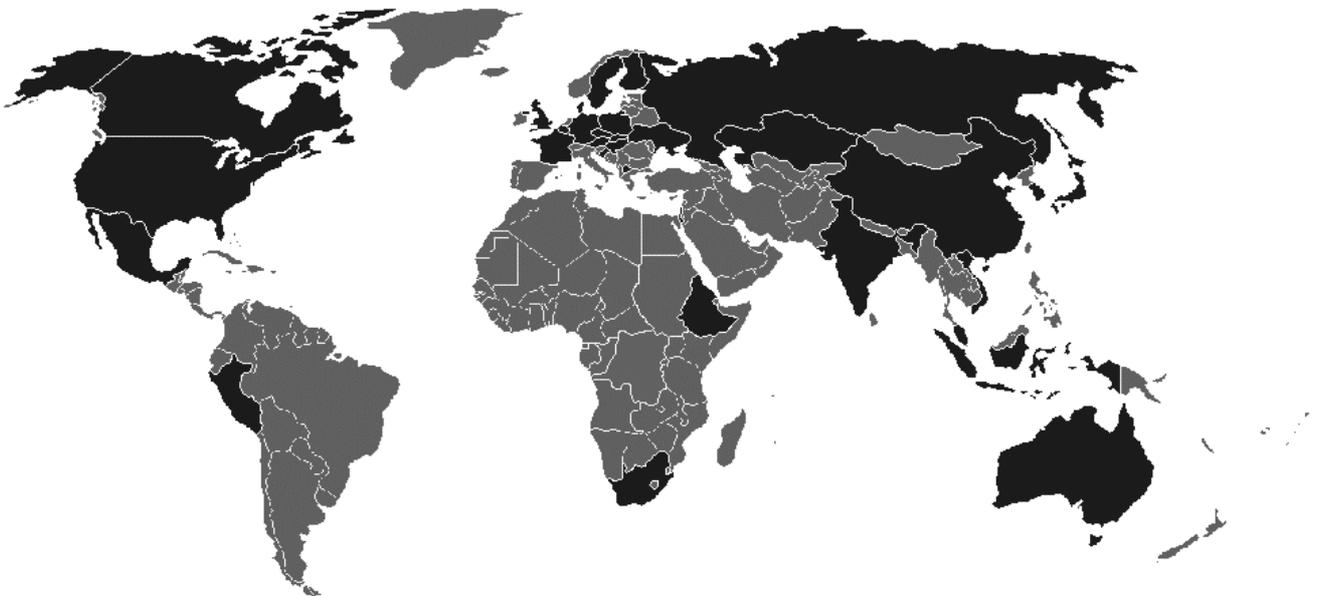


図26 ワークショップの参加国及び参加人数

オーストラリア (1), オーストリア (1), ベルギー (1), カナダ (4), 中国 (6), クロアチア (1), チェコ (2), デンマーク (2), エチオピア (1), フィンランド (2), フランス (4), ドイツ (2), ハンガリー (2), インド (3), インドネシア (3), イスラエル (1), 日本 (82), 韓国 (2), マケドニア (2), マレーシア (2), メキシコ (1), ペルー (2), ポーランド (1), カザフスタン (1), ロシア (6), スロバキア (2), 南アフリカ (1), スウェーデン (2), 英国 (2), ウクライナ (1), 米国 (7), ベトナム (1)

方々のサポートを得た。

(3) インターネット環境

参加者に情報を提供するためにウェブサイトを立て、参加登録、プログラム、交通手段などの情報を載せた。

また、測器セッション、学術講演セッションの会場にインターネットルームを設置し、参加者の便宜を図った。柿岡にはワークショップ専用のADSL回線を引き、つくばでは研究交流センターの設備を使わせていただいた。PCは5、6台設置し、また、参加者が持参したPCをつなげるように、無線LAN装置、ハブ、LANケーブル、接続方法を説明した英文も用意した。最近ではノートPCを携帯する方が多いので、無線LANは有効な手段であった。

(4) その他

参加登録者には、記念品（IAGA WSのオリジナルロゴマーク入り日本手拭、同じくクリアホルダー、ボールペン、シャープペン）が配布された。ロゴマークは所内（出張所を含む）で公募されたもので2002年5月の地磁気観測小委員会で了解が得られた。

参加者に着けていただいた名札は、観測に影響を及ぼさないよう、非磁性のものを選んだ。



図27 ワークショップのロゴマーク（デザイン：亀屋暁人技官）

説明：上段のロゴマークは、日本での開催にちなんで太陽を表す「日の丸」に、太陽や地球の「磁軸」を表す2つの短い線と、東アジア各地域で使われている漢字の「磁」が組み合わされたものである。この「磁」の書体は地磁気観測所の本庁舎（総務課棟）正面玄関入り口に掛けられている看板の文字のものである。また、「磁」の文字の下部で「日の丸」からはみ出ている部分は、われわれが観測する地磁気現象の起源である太陽表面のプロミネンスや、膨張中のコロナ（CME：コロナ質量放出）を表している。このロゴマークは紅で描かれている。

下段の「IAGA@KAKIOKA 2004」のロゴタイプはASIAという名前のフォントで黒で書かれている。

7.2 公式行事

7.2.1 行事の計画

行事部会では、ワークショップ開催期間中の次の行事について計画・立案及び実施を担当した。

- ① 柿岡とつくば市間の移動手段としてのシャトルバスの運行。
- ② オープンセレモニー（開会式）。
- ③ つくば研究施設見学バスツアー。
- ④ 参加者の懇親を図るためのパーティの開催（昼食を兼ねたウェルカムパーティ、バーベキューパーティ、メインパーティ）と記念撮影。
- ⑤ 測器セッションと学術講演セッションの間の土曜日と日曜日を利用したバスツアーの設定。

これらの企画は前回ハーマナスで行われた第10回IAGA地磁気観測国際ワークショップ（2002）の行事内容を参考にして立案された。またシャトルバスの運行については、柿岡周辺では参加者分の宿泊施設の確保が難しいこと、宿泊場所となるつくば市と柿岡とを直接結ぶ公共交通機関がないことから運行が必要となった。その一方、会期期間が紅葉の観光シーズンと重なったが、幸い契約バス会社の協力もあり交通手段を確保することができた。

各行事とも参加者及び各部会の協力により、病人、けが人、迷子などの発生なく、トラブルらしい出来事にも見舞われることなく無事実施できた。

7.2.2 計画の実施状況

(1) シャトルバスの運行

柿岡周辺では参加者分の旅館・ホテルを八郷町内に確保することが困難であったために、参加者用のホテルをつくば市内に確保することになり、つくばと地磁気観測所の間でバスを運行することになった。しかし、2.6で述べたように、構内道路のバス通過による観測への人工擾乱の影響が懸念されたため、観測時間と重ならないように時間調整して運行表を作成した（資料10）。またバスは乗車・降車以外は八郷町役場の駐車場を借りて待機させた。幸い、当日は交通事情等も順調で計画どおり運行でき、相互比較観測には特に支障をきたさなかった。

また、参加者の利用状況であるが（行き帰り都合1日3便運行）、参加者の大半はこのシャトルバスを利用した。このシャトルバスはつくば市内に分散している宿泊施設（オークラフロンティアホテルつくば、ホテル東雲、天久保地区ウィークリーマンション等）にいる参加者を乗せるため、各ホテルの前に停車する時刻表を作成して事前に参加者へアナウンスをした。利用状況は早朝一便目のバスに利用が集中し、午後には柿岡到着する便の利用者は少数で

あった。

なお、バスに乗り遅れる参加者も出ることを想定し、バス以外に緊急的移動手段として、国土地理院にLOCから依頼して自動車1台を待機してもらった。実際には、相互比較観測に遅れた参加者はいなかったが、12日のバーベキューパーティではバスに乗り遅れた参加者が出たため、この人達を待機していた自動車により無事に柿岡まで連れてきてもらうことができた。

(2) 開会式・歓迎会

初日(11月9日)11時過ぎから開会式が会議室で30分間程開かれた。大勢の参加者が出席し、会場から人があふれるほどであった。最初にLOCの湯元清文委員長(図28写真中央)から、参加者への歓迎の言葉と、今回のワークショップが地磁気の観測及び研究分野の発展に寄与することを期待する旨の話があった。次に家森俊彦京都大学教授(IAGA第5部門代表)とドイツのLinthe博士(IAGAワーキンググループV代表)からスピーチがあり、IAGAにおけるワークショップの意義及び取り組みなどが紹介された。次いで八郷町の白田龍滋助役(町長代理)から歓迎の言葉と八郷町の紹介が行われた。IAGA会長Barton博士のメッセージの紹介に続いて、岡田正實地磁気観測所長が歓迎の言葉と観測所の紹介を行った。最後に、Rasson博士からこれまでのワークショップの成果と地磁気観測研修(トレーニング)の意義が話された。

開会式終了後には本庁舎正面玄関前において全員の記念撮影と、希望者の施設見学が行われた。正面玄関前で撮った集合写真(図1)をすぐに大きく引き延ばして掲示し、参加者に紹介して名前の確認を行った。見学は、ほとんどの人が希望されたので1班15人程の4班(外国人3班、日本人1班)に分け、比較較正室や計測室の見学をはじめ1時間ほど秋の構内を散策した。説明案内には、気象大学校や気象研究所に在職中の地磁気観測所OBの方々への応援もいただいた。その後、会議室で立食形式の歓迎昼食会が開かれ、湯元清文LOC委員長の挨拶の後、参加者で和やかに懇談し交流を深めた。

(3) パーティの開催と記念写真

地磁気観測所では、測器セッション初日のウェルカムパーティ(11月9日)、同セッション終了日のバーベキューパーティ(11月12日、図29)を開催した。両パーティ共、参加国の多様性を考慮してベジタリアン向け食材とともに、日本の食文化を知っていただくために和食(寿司、味噌汁)もあわせて準備がされたが、予想以上に和食に人気集中した。

つくば市では、学術講演セッション初日(11月15



図28 オープンセレモニー

日、於ホテル東雲、図30)の夜にはメインパーティを開催した。本庁吉田観測部長及び各来賓の挨拶に加え、琴・尺八の演奏も行われパーティに花を添えることとなった。サーキュラーなど何処にもフェアウェルパーティーのことは知らせていなかったが、行事部会長の発案で軽い飲み物などを準備しておいた。学術講演セッション最終日の最終公演の後で、ドリンクを振る舞い参加者達を労った。いずれのパーティもトラブルらしいトラブルもなく盛況の内に終了した。この一連のパーティでは、地磁気分野での観測実務者や研究者とが一同に会し、地磁気測器、地磁気観測手法、観測所の観測環境など直接観測に役立つ最新の情報に関して忌憚のない意見が交換される貴重な場となり、今回のワークショップの成果の一つとなった。

また、記念撮影を測器セッション初日(11月9日、柿岡会場)と学術講演セッション初日(11月15日、つくば会場)の2回行い、会期中に参加者に写真を提供することができた。

(4) ツアーの実施

今回、参加者のセッションの空き時間を利用してのツアーを3企画4回実施した。実施日時、ツアー内容、参加人員は表9のとおりである。表中、11月13、14日のツアーに人気が集まる一方(図31、図32)、11月10、11日のつくば市内の研究所見学ツアーは、測器セッション中であること、またツアーと相互比較観測の重複参加登録などもあり、参加人員は少数にとどまった。しかし、各ツアーとも好評を得ることができた。



図29 バーベキューパーティの様子
(11月12日 於：地磁気観測所)



図30 メインパーティの様子
(11月15日 於：つくば市、ホテル東雲)

表9 ツアーの内容と参加人数

日程	行程	参加者	添乗者
11月10日(水)	つくば研究所見学ツアー (見学先：産業総合研究機構(地質調査総合センター) 地質標本館、宇宙航空研究開発機構)	9名	2名
11月11日(木)	つくば研究所見学ツアー (見学先：国土地理院地図と測量の科学館、高エネルギー加速器研究機構)	6名	2名
11月13日(土)	筑波山ハイキング	41名	5名
11月14日(日)	袋田の滝・笠間陶芸の森バスツアー	40名	6名



図31 筑波山ハイキングでの各国参加者たち(11月13日)



図32 袋田の滝・笠間陶芸の森ツアーでの各国参加者たち
(11月14日)

7.3 柿岡会場でのポスター展示

測器セッション項目の1つとして、地磁気観測所でこれまで使用してきた代表的な測器の実物を展示するという企画を立てた。しかし、地下変化計室に影響を与える恐れがある標準室以外に適切な施設がないため、残念ながら実物展示は見送られ、大会議

室奥の展示室(トレーニング講義室に使用)の両壁面での写真パネルの展示に切り替えられた。

展示内容は、地磁気観測に使用された絶対観測用測器と変化観測用測器に絞り、次の測器について写真と説明文を付けたパネル計11枚である。その1例を資料11に示す。これにより、国外の地磁気関係者

表10 パネル展示した測器

絶対観測用測器	変化観測用測器
田中館式磁気儀 (1897~1912: 東京)	マスカー型 (1897~1912: 東京)
エーデルマン型 (1913~1947: 柿岡)	エッセンハーゲン型 (1913~1933: 柿岡)
シュミット型 (1930~1957)	エッセンハーゲン・シュミット型 (1926~1951)
A-56 型 (1958~1975)	KM・KZ 型 (1951~1995)
KASMMER(1976~)	光ポンピング磁力計 (1984~1992)
	90FM, OHM (1993~)

に、地磁気観測所での地磁気観測の経緯や観測精度向上に向けた取り組みについて、理解を深めてもらうことができたと思われる。

また、つくば会場で開催される学術講演セッションに申し込まれたポスターセッション発表項目の中から観測技術及び観測機器に関するものを選定し、測器セッション中の柿岡会場においてポスター発表を行うという企画も立てられ準備が進められた。しかし、柿岡会場用のものを選定できなかったことや、地磁気測器関連会社からのデモンストレーションに絡めた発表などが営業宣伝への施設提供に該当する恐れがあるとのことで、最終的に柿岡会場のポスターセッション開催を断念し、昼食・休憩・懇談場所として多目的に利用された大会議室の壁を利用しての、地磁気観測所の業務紹介のポスター展示にとどまった。内容は地磁気観測所の本所・出張所の地磁気観測装置のブロックダイヤグラム(資料12)と地磁気観測所の沿革である。なお、国土地理院からは磁気図のパネルが展示された。

7.4 財政的基盤

最初に問題となったのは財政的基盤をどうするかであった。1999年の地磁気観測小委員会で、運営団体である国内組織委員会が財政を負担することで合意されていたが、実態としては学会からの補助・支援や科研費からの持ち出しをあてにしたものである。収入としては、参加登録料、財団等からの援助、寄付金など様々なところから集めることになるが、基本となるのは参加登録料である。登録料金はセカンドサーキュラーには掲載する必要があることから、過去のワークショップでの登録料を参考に決められた。その他に、IAGAからの補助金、地球電磁気・地球惑星圏学会(SGEPSS)からの外国人招聘サポート、科研費(九州大学)関連、つくば市からの援助、関連企業からの寄付が得られた。それ以外では大学・研究機関による国内旅費のサポートがあり、おもに学術講演セッションであるが国内参加者の確保に効果があったと思われる。

ワークショップはこれまでヨーロッパ中心で開催されてきており、最近開催されたブラジル、南アフリカでは参加人数が少なかった。従って今回も参加者が少ないのではないかと心配はあった。今回はアジアではじめての開催として観測技術者と研究者(データユーザー)の交流を標榜しており、とりわけアジアの発展途上国からの参加が重要視されていたため、それらの国からの参加者にはできるだけ広く旅費・滞在費をサポートする方針がとられた。誰にいくらかをサポートするかは非常に大事なポイントとなるが、本当にサポートを必要としており、なおかつ今後の世界の地磁気観測網の展開に有用とされる人材であるかなど多くの情報連絡を通じて選定していくのは大変な作業であったと思う。結果として全収入の半分はこれにあてられたことになるが、予想以上に多くの国々から多数の参加が得られたのは、経費サポートに十分な配慮がなされたことも大いに貢献したと思われる。

国内組織委員会で扱う会計の監査については、京都大学の田中良和教授と地磁気観測所OBである佐野幸三氏に監査役をお願いしていたが、ワークショップ終了後の諸費の支払いやプロシーディング発行の目途がついた3月14日に監査を受け、適正な処理であるとの承認が得られた。このことは2005年5月の地磁気観測小委員会で伝えられ財務部会としての作業は終了した。

ワークショップ終了後に問題点として、予算枠が決まらないために計画が立てられない、という意見を聞く。予算が分からなければ計画が立てられず、計画が不明確では予算を積算できないという悪循環である。しかし官主導ではじめから予算を計上したうえで実施するという性格のものではない以上はこの矛盾は解決されない。当初から収入としてカウントできたのはIAGAの補助金だけであり、これは全収入の5%にも満たない。各種の援助金は通常は審査があり、仮に承認されたとしても援助金を渡されるのはワークショップ終了後であることも多い。企業等からLOCへの寄付もワークショップ直前の9

月、10月以降であった。これら諸事情は受け入れるしかなく、むしろ状況に応じて調整していく柔軟性が必要であろう。幸い、国内組織委員及び関係者の多大な理解と協力により経理面でも十分な資金を得て最終的に収支を合わせることができた。

8. まとめ

第11回 IAGA 地磁気観測国際ワークショップは、2004年11月に32か国147名が参加して日本で開催された。地磁気観測所職員は、LOCの柿岡事務局員としていずれかの部会に関わる企画・準備に参加し、測器セッションと学術講演セッションの円滑な運営・実施に取り組んだ。それらの経過と成果の取りまとめを行った。

測器セッションでは、地磁気観測所において磁気儀、磁力計の相互比較観測、地磁気観測研修（トレーニング）、変化計の諸試験（プレワークショップ）などが実施された。準備の過程では、観測点の選定と製作、地点差の測定及び安定性の調査、自動車・バスによる磁気擾乱の調査などを実施し、それらの結果を取りまとめた。外国からの測器の搬入・搬出の際に通関手続き・輸出手続きでトラブルが生じないように、参加者に申告時の注意事項を事前に知らせた。

測器セッション当日は、相互比較観測の補助など多種多様な作業を行うために、気象研究所、国土地理院、大学等の関係者などの協力・応援を得て対応した。参加者が観測・記入したデータは急ぎ処理し、結果を速やかに本人へ還元した。

磁気儀の相互比較観測は、17か国19台が参加して、偏角 (D) と伏角 (I) について実施した。各測器の測定回数は3~11回で、全体で109回であった。器差は偏角 (D) で $\pm 20''$ 、伏角 (I) で $\pm 6''$ の範囲に分布した。標準偏差の平均はDで $6''$ 、Iで $3''$ であった。これは2年前の相互比較観測結果と同程度である。

磁力計の相互比較観測は8か国10台が参加して、全磁力について実施した。器差は、大きくはずれた1台を除くと、 $\pm 0.5\text{nT}$ の範囲に分布した。交流磁場の下での測定では、基準周波数から計算される計算値と測器の計測値との差の分布が5台ずつ2つのグループに分かれた。使っている換算常数（原子核回転磁気率 γ_p ）が違うためと考えられ、一方のグループは1960年のIAGA決議の値を使用し、他方は1992年以降に提唱された値を使用していると見られる。

変化計 (dIdD 磁力計、フラックスゲート磁力計、及びプロトン磁力計) のランニングテストと試験

は、プレワークショップとして約1か月にわたって実施し、感度、測定値のバラツキ、安定性、温度依存性等を評価した。地磁気観測研修では、Rasson 博士を講師、Rasmussen 博士をアドバイザーとして、午前 (3日間) に地磁気の発生・変動の仕組み、地磁気測定の実習が行われた。受講生及び聴講生は計15か国30人であった。展示コーナーでは、過去の絶対観測及び変化観測の測器 (写真)、地磁気観測所の業務、国土地理院の磁気図などがパネルで紹介された。

学術講演セッションは、研究交流センター (つくば市) で開かれ、6つのサブセッション (データ収集・処理・配信、調査観測、全球ネットワーク、観測所データの応用、地磁気観測所-将来像) で45件の口頭発表と70件のポスター発表が行われた。最後に測器セッションの報告が測器部会長から行われた。なお、これらの発表を取りまとめたプロシーディング (英文) はすでに2005年5月に印刷発行されている。

多様な関連行事 (歓迎会、バーベキューパーティ、懇親会、つくば研究所見学、筑波山ハイキング、袋田の滝・笠間陶芸の森バスツアー等) が実施された。これら一連の行事を通じて参加者相互の交流を深めた。当所職員にとっても世界の観測者や研究者の知り合いが一挙に増え、国際交流が身近なものとなった。

参加者の便を図るために、宿泊施設の斡旋、つくば-柿岡間のバス運行、会場でのインターネット・メール、飲み物、昼食 (柿岡会場) などが用意された。ウェブサイト京都大学内に立ち上げ、ワークショップの紹介、参加登録の受付、プログラム通知、サーキュラーの掲載、交通手段の案内などを掲載した。また、専用のメールアドレスを設け、参加者との連絡等に活用した。

9. 謝辞

地磁気観測所で国際ワークショップを開くことは初めての経験であり、湯元清文LOC委員長、亀井豊永総務部会長、家森俊彦財務部会長、中塚正行事部会長及び歌田久司講演部会長をはじめ、LOC委員の方々には絶えず暖かいご指導と援助・助言をいただきました。東京大学地震研究所の清水久芳氏、東京工業大学の松島政貴氏、気象研究所OBの佐藤康雄氏には、測器セッションのスタッフとして外国人観測者との対応・助言をしていただきました。また、国土地理院の雨宮秀雄、白井宏樹、鈴木啓、森田美好、門脇俊弘の各氏にも運営にご協力をいただきま

した。測器セッションでは、地元の八郷町役場には町長（代理助役）の開会式ご出席、バスの駐車場などでお世話になりました。学術講演セッションでは、研究交流センター職員の方々に開催準備から開催中にかけて多方面にわたりサポートしていただきました。

気象庁関係では、気象大学の牧廣篤教授、気象研究所の山本哲也室長及び山崎明主任研究官には、準備段階から積極的に参加し、つくば市の宿泊施設の確保や成田からつくばまでの受入案内、測器相互比較観測の補助など多岐にわたり尽力いただきました。気象大学の角村悟助教授は測器部会委員として多大なご協力を下さいました。高層気象台の宮川幸治主任研究官、下道正則網走台長、成田航空地方気象台の黒田修作外事官には測器の輸出入手続きに関わるアドバイス等をいただきました。軍司恵里氏には臨時職員として関係文書の翻訳や通訳にご尽力をいただきました。また、高橋道夫所長には原稿をていねいに読み数多くのご指摘をいただき報告の改善に役立ちました。

ご支援・ご協力をいただいた皆様に深く感謝いたします。

地磁気観測所はワークショップの共催団体であり、開催に伴う仕事は当局の業務でもあることから、本報告書の著者を「地磁気観測所」とすることも検討しましたが、各個人の貢献を明示することなどに配慮し、個人の連名としました。具体的には、ワークショップ開催時に柿岡事務局員として活躍されていた本所（柿岡）職員と、ワークショップ当日に実務を担当した出張所職員となっています。過去に柿岡事務局員などとして活躍され、2004年春までに地磁気観測所から転出された方々に吉田明夫、仲谷清、山田雄二、池田清、星野正史、菅沼一成、皆川康太の各氏がおられます。また2000年ワークショップ（スロバキア）に参加され2001年春に転出された源泰拓氏には多くの関連資料をいただきました。これらの方々に厚く御礼申し上げます。

10. 参考文献

- [1] Rasson, J. L. (1996): Tests and Intercomparisons of geomagnetic instrumentation at the VIth Workshop on Geomagnetic Observatory Instru-

ments, Data Acquisition and Processing, Proc. VIth Workshop on Geomag. Obs. Instru. Data Acqui. Proc., Publ. Sci. et Techn. No 003, Inst. Roy. Met. de Belgique, Brussels, pp.16-27.

- [2] Linthe, H.-J. (1998): Results of the comparison measurements and the variometer test recordings during the workshop, Proceed. VIIth IAGA Workshop on Geomag. Obs. Instru. Data Acqui. Process., Sci. Techn. Rep. STR98/21, GeoForschungs Zentrum Potsdam, pp.427-443.
- [3] Castillo, O. V. and J. L. Rasson (1998): Results of Diflux Intercomparisons at the 3th Escuela Latino-Americana de Geomagnetismo in Huancayo, Peru, October 22th - 29th, 1997, Revista Geofisica, 48, pp.41-50.
- [4] Rasson, J. L. and R. M. Carvalho (1998): Results of Diflux Intercomparisons at the 8th Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing in Vassouras, Brasil, September 1998, Revista Geofisica, 48, pp.9-18.
- [5] Vaczyova, M. and Z. Voros (2001): Results of Diflux and proton magnetometer comparison at the IXth IAGA workshop, Contri. Geophys. Geod., Geophys. Inst. Slovak Acad. Sciences, Vol. 31/1, 417-426.
- [6] Loubser, L. (2002): Results of Di-flux and proton magnetometer comparison during the Xth IAGA workshop, Proc. Xth IAGA workshop, Hermanus Mag. Obs., pp. 5-10. (publication on the web site: http://www.hmo.ac.za/XthIAGA_ws.pdf)
- [7] Yanagihara, K., M. Kawamura, Y. Sano, and T. Kuboki (1973): New standard magnetic observation system of Kakioka (KASMMER), Memo. Kakioka Mag. Obs., supplementary, Vol. 4, pp.217-281.
- [8] Tsunomura, S., A. Yamazaki, T. Tokumoto and Y. Yamada (1994): The new system of Kakioka automatic standard magnetometer, Memo. Kakioka Mag. Obs., Vol. 25, No. 1, 2, pp.3-32.
- [9] Jankowski, J. and C. Sucksdorff (1996): Guide for magnetic measurements and observatory practice. IAGA, Warsaw, pp.1-235.
- [10] GEM Systems, Inc. (2000): GMS-90 Overhauser Magnetometer Instruction Manual.
- [11] 大和田毅, 山田雄二, 徳本哲男, 熊坂信之, 横山恵美, 菅原正志, 清水幸弘, 小池捷春, 小嶋美津子, 地磁気変化量観測装置について-高感度フラックスゲート磁力計-, 地磁気観測所技術報告, 第104号, 1-20, 1997.
- [12] (有)ネオサイエンス, プロトン磁力計 KM622 (Improved) 取扱説明書

11. 資料

資料1 国内組織委員会と柿岡事務局の構成

国内組織委員会

	平成 15 年度		平成 16 年度	
	部会長	委員	部会長	委員・担当
組織委員長	湯元清文 (九州大学)		湯元清文	
総務部会	亀井豊永 (京都大学)	岡野章一 (東北大学)、大志万直人 (京都大学)、 吉村令慧 (京都大学)、能勢正仁 (京都大学)	亀井豊永	岡野章一、大志万直人、吉村令慧、能勢正仁
財務部会	家森俊彦 (京都大学)	菊池崇 (通総研 ^{*1})、牧広篤 (気象研)	家森俊彦	菊池崇、牧広篤 (気象大学校)
行事部会	中塚 正 (産技研)	松岡彩子 (宇宙研 ^{*2})、田口真 (極地研)、 五家建夫 (宇宙開発事業団 ^{*3})	中塚 正	松岡彩子、田口真、五家建夫
講演部会	歌田久司 (東京大学)	西田泰典 (北海道大学)、利根川豊 (東海大学)、 塩川和夫 (名古屋大学) 長妻努 (通総研 ^{*1})	歌田久司	茂木透 (北海道大学)、利根川豊、塩川和夫、長妻努
測器部会	吉田明夫 (地磁気観測所)	志茂久男 (国土地理院)、小野寺健英 (海上保安庁)	岡田正実 (地磁気観測所)	雨宮秀雄 (国土地理院)、小野寺健英
会計監査				佐野幸三 (気象庁 OB)、田中良和 (京都大学)
(担当)			つくば宿泊担当 測器担当	牧広篤 (気象大学校) 山本哲也 (気象研)、山崎明 (気象研) 角村悟 (気象大学校)

*1「通総研 (通信総合研究所)」は平成 16 年 4 月 1 日より「情報通信研究機構」に改称

*2「宇宙研 (宇宙航空研究所)」及び*3「宇宙開発事業団」は平成 15 年 10 月 1 日より「宇宙航空研究開発機構」に統合改称

柿岡事務局

	平成 15 年度		平成 16 年度	
	幹事	担当者	幹事	担当者
事務局長	吉田明夫		岡田正実	
総務部会	山田雄二	尾瀬三千代、田中智巳、星野正史、上杉忠孝、菅沼一成	今泉孝男	尾瀬三千代、田中智巳、赤司貴則、上杉忠孝、石井美樹
財務部会	徳本哲男	熊谷徳揚、岩片博英、高橋博、芥川真由美、小池哲司	徳本哲男	山岸功実 [*] 、熊谷徳揚、高橋博、芥川真由美、小池哲司
行事部会	横山 貢	山岸功実、皆川康太、熊坂信之、長谷川浩、岩瀬由紀	横山 貢	岩片博英 [*] 、秋田陽子、熊坂信之、澤田正弘、岩瀬由紀
講演部会	小出 孝	大川隆志、藤井郁子、亀屋暁人	小出 孝	大川隆志、藤井郁子、亀屋暁人、横山恵美、生駒良友
測器部会	仲谷 清	小池捷春、大和田毅、中島新三郎、池田清、外谷健	小池捷春	中島新三郎、大和田毅、外谷健、室松富二男

※印は平成 15 年 8 月より

資料2 準備段階での作業の割振表

ワークショップ開催に向けて検討すべき項目 (2003.8.6版)

事項	備考	担当	2nd サーキュラーへの記載	予算への影響
組織				
国際プログラム委員会メンバー選定 共催団体手続き	日本学術会議地球電磁気研連のみ	講 総	○ ○	
測器比較関連				
日程と部屋割り	観測室、受付、控室、展示室、ポスター、LOCの部屋、 食堂、休憩室、インターネットルームなど	測		
測器比較の内容	観測室・T-markの整備	測	○(概要のみ)	○
測器比較用野帳・説明書		測		
トレーニングの内容	講師を依頼した場合は交通費・滞在費が必要か?	測	○(概要のみ)	○
トレーニング用テキスト		測		
pre-workshopテストの内容	新たな設備は必要?	測	○(概要のみ)	○
pre-workshopテスト参加者への指示	条件・制限事項を含む	測	○	
柿岡の測器等の展示	必要か? 展示場所・展示品・展示室の整備	測		○
ポスター発表	ポスター貼付用の板	測	○(展示可能であること)	○
メーカー測器、INTERMAGNET等の展示	他にIAGA、次回候補地等も	測	○(展示可能であること)	
測器比較期間の昼食	経費は主催者負担とするか?	測		○
インターネットルーム	PC、ケーブル等の用意	総		○?
休憩室のお茶、お菓子等	経費が必要	測		○
外国からの測器の持ち込みについて	手続き、制限等について調査	測	○(必要なら)	

講演セッション関連

日程と部屋割り	受付、控室、LOCの部屋、information desk、展示室、ポスター、休憩室、インターネットルームなど	講		
対象分野		講	○	
概要の送付方法・様式・期限		講	○	
論文の送付方法・様式・期限		講	○	
講演のための設備	会場に常備の設備+柿岡の備品+他機関から借りる？	講		○
ポスター発表(数、部屋)	ポスター貼付用の板	講		○
メーカー測器の展示	展示場所、保管場所	講	○(概要のみ)	
インターネットルーム	場所、回線設備についての調査	講		○?
	PC、ケーブル等の用意	講		○?
会場系の配置		講		○(バイトなら)
休憩室のお茶、お菓子等	経費が必要	講		○
概要集の刊行	印刷費	講		○
論文集の刊行	印刷費・郵送費	講	○(概要のみ)	○
ビジネスミーティング		講		

宿泊・移動

移動手段の確保	経費が必要？	総	○	○
宿泊施設の確保	予約金は必要か？	総	○	
外国人の誘導	バイトを雇う？	総		○
ホテルでの受付	必要か？人員の確保	総	○(概要のみ)	○(バイトなら)

参加者への配布物

事前配布	3rdサーキュラーを参加予定者へ配布。	総		○
当日配布	名札、プログラム(概要集)、お土産等	総、講	○(配布する、と	○
後日配布	論文集	講	だけ)	○
	集合写真	行		○

公式行事

開会式(場所・内容)	経費が必要？	行	○(日程のみ)	○
パーティー(場所・内容)	柿岡とつくばのそれぞれで。経費が必要。	行	○(日程のみ)	○
閉会式(場所・内容)	経費が必要？	行	○(日程のみ)	○
エクスカージョン(日程・場所・移動)	経費が必要？	行	○(日程のみ)	○
記念(集合)写真	経費(実費)? 柿岡で。	行		○

同伴者向けツアー

プランの決定	旅行業者委託？	行	○(応相談)	○?
--------	---------	---	--------	----

予算関係

参加料の決定		財	○	○
参加料の支払い時期	事前 and/or 当日、事前の場合はメ切日の設定	財	○	
参加料の事前支払い方法	銀行口座振り込み、カード払い	財	○	
キャンセルの場合の参加料の扱い		財	○	
キャンセルの期限		財	○	
基金への応募		財	○(応相談)	○
資金の管理者		財		

参加者への金銭サポート

対象者の選定基準		財		○
サポートの申請条件・期限		財	○	
対象者の選定方法		財		
サポート金額・人数		財		○
送金方法		財		○

セカンドサーキュラー

執筆		各担当分		
		担、総がま		
		とめ		
発送先の決定		総		
印刷・発送		総		○

ホームページの制作・運営

ワークショップの開催要項・プログラム		総		
付加情報		総		
各種登録機能	参加、講演、宿泊、行事の登録	総がとりま		
		とめ		

(各種事前受付作業)

参加受付	測器比較(種類、台数)、pre-workshop test(種類、台数)、training			
講演受付	口頭発表・ポスター発表			
金銭サポート				
宿泊予約				
行事受付				
測器の一時預かり	管理体制等			

(期間中の分担)

資料3 主な準備作業の経過

1998 12 地磁気観測小委員会において日本でワークショップを開催する方向性提唱
 1999 06 地磁気観測小委員会においてワークショップ運営方針が出される
 1999 07 IUGG 総会(パームスミッタム)の IAGA 第5部門のビジネスミューティングにおいて日本でのワークショップ開催を申し出る、2004年に日本での開催が決まる。
 2000 06 第9回 IAGA ワークショップ (Hurbanovo, スロバキア)に参加(源技官)

月	平成 13 年 (2001)	平成 14 年 (2002)	平成 15 年 (2003)	平成 16 年 (2004)
1			地磁気観測所が共催団体に加わる	成田税関に測器搬入打合せ
2				
3				第6回、第7回所内幹事会
4		第10回 IAGA ワークショップ(Herminus, 南アフリカ)に参加(山田主任研究官)		LOCと柿岡事務局の合同会議が柿岡で開催される
5	地磁気観測所内準備委員会設立 第1回準備委員会	第11回 IAGA ワークショップ(国内組織委員会(LOC)が発足)	第2回、第3回所内幹事会 ホームページ開設 トレーニング計画基本案の作成 プレワーク測器比較手法案の作成	
6			磁気儀磁力計比較観測手法案の作成・検討 IUGG 総会(札幌)	LOC 部長事務局局長が本行で開かれる 登録およびアブストラクト締め切り プレワーク用測器の選定
7		第5回準備委員会		
8	IAGA・IASPEI 合同大会(ハノイ)の IAGA 第5部門のビジネスミューティングにおいて日本の準備状況を説明(山田主任研究官)	所内準備委員会が柿岡事務局に移行する	第4回、第5回所内幹事会	サードサーキュラー発行 バス等車両の影響量調査 トレーニング用磁気台製作、所内 ADSL 回線開通 オフィシャルホテル申し込み、登録料事前支払い、および旅費等サポート申し込みの締め切り 所内全体打ち合わせ、磁気台割当案作成
9			トレーニング講師の依頼	
10	観測室の補修箇所調査 第2回準備委員会		各国の電源電圧周波数調査	プレワークショップ開始 東京税関へ依頼書・誓約書提出 地点差測定(前半)、観測野帳フォーマット決定
11	LOC 委員長に九州大学の湯元教授が内定 第3回準備委員会 測器比較プログラム企画案 つくば会場の選定調査	第1回所内幹事会	所内測器部会(作業分担決定) 各観測室(石室, 新室, 実験室)の観測環境調査 磁気儀磁力計観測手順の具体案選定 セカンドサーキュラー発行	ワークショップ開催 地点差測定(後半) 所内 ADSL 回線解除
12	第4回準備委員会	ファーストサーキュラー発行		

2005 01 トレーニング講義ビデオの編集、トレーニング用器械台(実験室)の撤去
 2005 05 プロシーディング発行, LOC 解散
 2006 03 テクニカルレポート発行

資料 4 器械台の副振表

Schedule of the measurement session at Kakioka Magnetic Observatory

Tuesday November 9, 2004

9:00	obs point : C	obs point : B	obs point : E-S	obs point : E-N
9:00	MO-PK proton magnetometer (G856) Katsuharu Koike			
10:00				
11:00		Opening ceremony Tour in KMO Lunch		
12:00				
13:00				
14:00	MO-PK Gem G8M60 PPM Peter G Crosthwaite G856 Qi Li	FLM3/A (ZEISS 010B) in Jean L. RASSON	theodolites Dongmei Yang	Magnetic Theodolite LEM1-203 Ilkhambek Babakhanov
15:00	MO-PK	Ziess 010 theodolite + Bartington Mag 01Hfluxgate Peter G Crosthwaite	fluxgate-theodolite(MAG01H) Katsuharu Koike	Jena 020 DIM with Bartington fluxgate Lorne A McKee
16:00		Australia	Japan	Canada

※MO-PK : 相互比較の全磁気力基準局 (Fohn) 定所での基準局 (MO-PK) で校正するための観測

Schedule of the measurement session at Kakioka Magnetic Observatory

Wednesday November 10, 2004

9:00	obs point : C	obs point : B	obs point : E-S	obs point : E-N
9:00	MO-PK Overhauser Magnetometer POS-1 Olga O.V. Denisova	Mingo D-I theodolite magnetometer Toyohisa Kamei	DI-theodolite Kari Pajunpaa	Diffux Mag-01H Silvano Orihuela
10:00	Proton magnetometer type PMP-8 Jan Reda	Fluxgate theodolite 3T2KP Sergey Y. Khomutov	Finland	Peru
11:00	Magnetometer MM-203M2 Ilkhambek Babakhanov proton magnetometer Kari Pajunpaa proton magnetometer POS-1 Sergey Y. Khomutov MO-PK	Zeiss - Theodolit 010-B Lars W. Pedersen Bartington MAG-01H, DI with ZEISS 010 Theodolite Josef Horacek & Pavel Hejda Czech Republic lunch	Macedonia Macedonia Kazakhstan	DI-meter Mutaek LIM Diffux Mag-01H Domingo Rosales
12:00				
13:00	MO-PK			
14:00		Zeiss - Theodolit 010-B Lars W. Pedersen	DI-flux THEO 010B Hans-Joachim Linthe	DI-meter Mutaek LIM
15:00	proton magnetometer Kari Pajunpaa proton magnetometer POS-1 Sergey Y. Khomutov MO-PK	Bartington MAG-01H, DI with ZEISS 010 Theodolite Josef Horacek & Pavel Hejda Russia	Germany	Mingo D-I theodolite magnetometer Toyohisa Kamei
16:00		Czech Republic	Macedonia	Japan

Schedule of the measurement session at Kakioka Magnetic Observatory

Friday, November 12, 2004

9:00	obs point: C	obs point: B	obs point: E-S	obs point: E-N
	MO-PK			
	PPM GSM 19 Hans-Joachim Linthe Germany	DIM Gerardo Cifuentes-Nava	DI-theodolite Kari Pajunpaa	DI magnetometer Vijay Y Dhapre
10:00	PPM GSM 19 Hans-Joachim Linthe Germany	Mexico	Finland	India
	Proton magnetometer type PMP-8 Jan Reda			
11:00	Poland Proton Precision Magnetometer Tigistu HAILE Eritro Ethiopia	Fluxgate theodolite 3T2KP Sergey Y. Khomutov	DI-flux theodolite Magdalena Vaczyova	DIM Gerardo Cifuentes-Nava
12:00	MO-PK	Russia	Slovakia	Mexico
		lunch and closing session		
13:00				
14:00	R	R	R	R
15:00				
16:00				

Schedule of the measurement session at Kakioka Magnetic Observatory

Thursday, November 11, 2004

9:00	obs point: C	obs point: B	obs point: E-S	obs point: E-N
	MO-PK			
	Gem GSM90 PPM Peter G Crosthwaite Australia	FLM3/A (ZEISS 010B in grades) Jean L RASSON	Diflux LEMI-203 Olga Ivanovna Sokolova	Diflux Mag-o IH Domingo Rosales
10:00	G856 Qi Li China	Belgium	Kazakhstan	Peru
11:00	Magnetometer MM-203M2 Ilkhambek Babakhanov Russia	Mingeo D-I theodolite magnetometer Toyohisa Kamei	theodolites Dongmei Yang	DI magnetometer Vijay Y Dhapre
12:00	MO-PK	Japan	China	India
		lunch		
13:00	MO-PK			
	Proton magnetometer (Scintrex) Domingo Rosales Peru	Ziess 010 theodolite + Bartington Mag 01Hfluxgate Peter G Crosthwaite	DI-meter Mutsek LIM	Jena 020 DIM with Bartington fluxgate Lorne A McKee
14:00	Proton magnetometer (Scintrex) Silvano Oriuela Peru	Australia	Korea	Canada
	Overhauer Magnetometer POS- 1 Olga O.V. Denisova Russia	DI-flux THEO 010B Hans-Joachim Linthe	DI-flux theodolite Fridrich VALACH & Magdalena Vaczyova	Magnetic Theodolite LEMI-203 Ilkhambek Babakhanov
15:00	proton magnetometer (G856) Katsuharu Koike Japan	Germany	Slovakia	Russia
16:00	MO-PK			

資料 5 磁気儀の観測手順

- ① Obs.Point : 観測点の名前(観測室および器械台の名前)
 - ② Date : 観測した年月日(協定世界時)
 - ③ Observer : 観測者の氏名
 - ④ Observatory / Institution : 観測者の所属する観測所または団体名
 - ⑤ Contry : 観測者の所属する国名
 - ⑥ Name & Type : 測器(磁気儀)の型式と呼称
 - ⑦ Manufacturer : 測器(磁気儀)の制作者または製作所
 - ⑧ Serial No. : 器械番号
- Target description: 使用した方位標に関する記事

I Tmark (Before)

地理的な北を磁気儀水平目盛盤に投影するため、磁気儀搭載の望遠鏡により、目標物(方位標)を覗く。

- ①: sensor Up の状態で方位標を視準したときの磁気儀水平目盛り値
- ②: sensor Down の状態で方位標を視準したときの磁気儀水平目盛り値

II Declination

望遠鏡(フラックスゲート磁気計(以下、FM)検出器を水平にした状態で、FM計測値を0 nTに合わせる)ことにより、磁気的な北方向を探索する。

- ①: 望遠鏡の東向き、FM検出器Up(望遠鏡の上に、FM検出器がある姿勢)で、地球磁場と検出器が直交した時の時刻および水平目盛り盤の読み値
- ②: 望遠鏡の西向き、FM検出器Down(望遠鏡の下に、FM検出器がある姿勢)で、地球磁場と検出器が直交した時の時刻および水平目盛り盤の読み値
- ③: 望遠鏡の東向き、FM検出器Down(望遠鏡の下に、FM検出器がある姿勢)で、地球磁場と検出器が直交した時の時刻および水平目盛り盤の読み値
- ④: 望遠鏡の西向き、FM検出器Up(望遠鏡の上に、FM検出器がある姿勢)で、地球磁場と検出器が直交した時の時刻および水平目盛り盤の読み値

III Tmark (After) I Tmark (Before) (同じ)

Calculated magnetic meridian trace to set on horizontal circle: 磁気儀に投影された磁場方向。偏角観測時の読み+90°

Calculated magnetic meridian trace + 180° (+ 200 grades): 同上 +180°

IV Inclination

望遠鏡(FM検出器)を磁気的な南北方向に向けた状態で、FM計測値を0nTに合わせる。とによって、垂直面内の磁気的な方向を探索する。

- ①: 望遠鏡が北向き、FM検出器Upの姿勢で、地球磁場とFM検出器が直交した時の時刻および垂直目盛盤の読み
- ②: 望遠鏡が南向き、FM検出器Downの姿勢で、地球磁場とFM検出器が直交した時の時刻および垂直目盛盤の読み
- ③: 望遠鏡が北向き、FM検出器Downの姿勢で、地球磁場とFM検出器が直交した時の時刻および垂直目盛盤の読み
- ④: 望遠鏡が南向き、FM検出器Upの姿勢で、地球磁場とFM検出器が直交した時の時刻および垂直目盛盤の読み

Diflux Measurement Form
Kakioka 2004 Observatories Workshop

Pillar:	Instrument
Date:	Name & Type:
Observer:	Manufacturer:
Obs./Inst:	Serial No.:
Country:	

Declination Measurement: Horizontal Circle Readings

Target description:

Target Mark Reading

Time UTC	ddd/grades	mm/fract gr.	ss	Sensor Up
①				Sensor Down
②				Sensor Up

I to Magnetic Meridian

Time UTC	ddd/grades	mm/fract gr.	ss	Sensor Up
①				Sensor Down
②				Sensor Down
③				Sensor Up
④				Sensor Down

Target Mark Reading

Time UTC	ddd/grades	mm/fract gr.	ss	Sensor Up
				Sensor Down
				Sensor Up

Calculated magnetic meridian trace to set on horizontal circle:

Calculated magnetic meridian trace + 180° (+ 200 grades):

Time UTC	ddd/grades	mm/fract gr.	ss

Inclination Measurement: Vertical Circle Readings

Time UTC	ddd/grades	mm/fract gr.	ss	Remarks:

Diflux Measurement Form Kakioka 2004 Observatories Workshop

Pillar:	E-S	No. 2-S	KMO	Instrument
Date:	11		Nov 2004	Name & Type:
Observer:	Sokolova		Lemi 203	
Obs/Inst:	Alma-Ata		38 875	
Country:	Kazakhstan			

Declination Measurement: Horizontal Circle Readings

Target description: CROSS-MARK OF THE WALL.
Direction: South distance: 150m

Target Mark Reading

00 36 04	67	44	46	Sensor Up
00 37 20	247	44	46	Sensor Down

to Magnetic Meridian

00 36 04	334	19	29	Sensor Up
00 37 20	334	23	15	Sensor Down
00 38 28	154	14	35	Sensor Up
00 39 28	154	11	17	Sensor Down

Target Mark Reading

67	44	52	Sensor Up
247	44	52	Sensor Down

Calculated magnetic meridian trace to set on horizontal circle:

Calculated magnetic meridian trace + 180° (+ 200 grades):

244	17	09
64	17	09

Inclination Measurement: Vertical Circle Readings

00 43 21	49	45	00	Sensor Up
00 44 26	229	45	00	Sensor Down
00 45 46	310	07	09	Sensor Up
00 46 35	130	07	09	Sensor Down

Remarks:

Obs. Point:	E-S	KMO	Instrument
Date:	Nov. 11	2004	Name & Type:
Observer:	Olga Ivanovna Sokolova		Manufacturer:
Observatory/Institution:			Serial No.:
	Kazakhstan		38875

T.Mark [Before] [After]

Vertical circle	Time (UTC)		Read		Time (UTC)		Read		
	h	m	°	'	h	m	°	'	
Left			67	44.0	46			67	44.0
Right			67	44.0	46			67	44.0

Mark corr. (") 176 22 0 E T.N.: 251 22 49.0

Declination

Vertical	Telescope	Sensor		Time (UTC)		Read	
		Up	Down	h	m	°	'
90°	East	0	36	4	334	19.0	29
	West	0	37	20	334	23.0	15
270°	East	0	38	28	154	14.0	35
	West	0	39	28	154	11.0	17

BLV of FM -0.120 ' E Point corr. 0.880 ' E

$$\Delta D = (-7 \ 6 \ 33) - (-7 \ 6 \ 37) = 4.4 \text{ '' E}$$

Inclination

Vertical circle (Horizontal)	Telescope	Sensor		Time (UTC)		Read	
		Up	Down	h	m	°	'
West (°)	North	0	43	21	49	45.0	0
	South	0	44	26	229	45.0	0
East (°)	North	0	45	46	310	7.0	9
	South	0	46	35	130	7.0	9

BLV of FM 0.170 ' E Point corr. 0.800 ' E

$$\Delta I = (49 \ 48 \ 8) - (49 \ 48 \ 3) = 4.4 \text{ ''}$$

資料7 磁力計の観測手順

①基準器の設置と観測

⇒午前、午後とも最初と最後に予定しているが、進行状況によっては、昼前の一組または昼前後の2組を割愛。

- 1) 比較較正室西台上に設置した観測台に、基準器(MOPK)センサーを、マークが北向きになるように設置する。[柿岡]
- 2) pg3a プログラムを走らせ、基準器の観測を行う(6計測×4組)。[柿岡]
- 3) 基準器センサーを反転し(マーク北向き→南向き)、pg3a プログラムによる、基準器の観測を行う(6計測×4組)。[柿岡]
- 4) 観測台から基準器センサーを撤去する。

②比較測器の設置と観測

- 1) 比較測器センサのマークが北向きになるように、観測台上に比較器センサを設置する。[参加者]
- 2) 比較測器による観測を行い、計測時刻(UTC hms)と計測値(0.1nT)を記帳する。原則として、10秒毎、30計測とする。[参加者]
- 3) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(1000Hz,23487nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 4) 比較測器による計測を行い、記帳する(10秒毎、5計測)。[参加者]
- 5) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(1400Hz,32882nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 6) 比較測器による計測を行い、記帳する(10秒毎、5計測)。[参加者]
- 7) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(1800Hz,42277nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 8) 比較測器による計測を行い、記帳する(10秒毎、5計測)。[参加者]
- 9) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(2200Hz,57671nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 10) 比較測器による計測を行い、記帳する(10秒毎、5計測)。[参加者]
- 11) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(2600Hz,61067nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 12) 比較測器による計測を行い、記帳する(10秒毎、5計測)。[参加者]
- 13) 比較較正室西台用ヘルムホルツコイルに基準周波数(3000Hz,70461nT相当)を加える[柿岡]と共に比較測器の測定レンジを設定する[参加者]。
- 14) 器差測定を終了。比較器センサーを器械台上から撤去する。

この間に、異なる比較測定器の観測を行う。

③基準器の設置と観測

- ①の繰り返し。

資料 8 磁力計の観測野帳の記入例と計算シート

Obs. Point: C [C-W]	KMO	Instrument Name & Type: SCINTREX
Date: 11 / 11 / 2004		Manufacturer: ENVI MAG
Observer: Domingo Rosales		Serial No.: 9310029
Observatory/Institution: IGP - HUANCAYO	Country: PERU	

Observed value of PPM (1)			Observed value of PPM (2)		
Time (U.T.C)	F		Time (U.T.C)	F	
h m s	nT		h m s	nT	
1	04 35 00	46325.9	16	30	24.9
2	10	26.0	17	40	24.8
3	20	26.0	18	50	24.8
4	30	25.9	19	38 00	24.8
5	40	26.0	20	10	24.8
6	50	26.1	21	20	24.5
7	36 00	25.8	22	30	24.6
8	10	25.6	23	40	24.5
9	20	25.5	24	50	24.7
10	30	25.4	25	39 00	24.6
11	40	25.2	26	10	24.5
12	50	25.1	27	20	24.5
13	37 00	25.0	28	30	24.4
14	10	24.9	29	40	24.5
15	20	25.0	30	50	24.4

F	F
nT	nT
F=1000Hz(23487.2nT)	23407.4
	7.4
	7.4
	7.4
	7.4
F=1400Hz(32882.1nT)	32882.3
	2.3
	2.3
	2.3
F=1800Hz(42277.0nT)	42277.2
	7.2
	7.2
	7.2
	7.2
F=2200Hz(51671.8nT)	51672.2
	2.2
	2.2
	2.2
	2.2
F=2600Hz(61066.7nT)	61067.1
	7.1
	7.1
	7.1
	7.1
F=3000Hz(70461.6nT)	70462.1
	2.1
	2.1
	2.1
	2.1

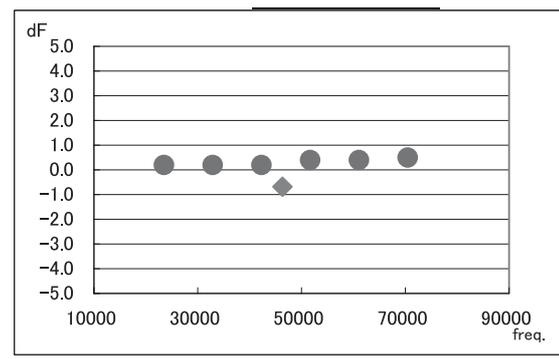
Obs. Point: C	KMO	Instrument Name & Type: Scintrex
Date: Nov. 11 2004		Manufacturer: ENVI MAG
Observer: Mr. D. Rosales		Serial No.: 9310029
Observatory/Institution: IGP Huancayo	Country: Peru	

Time (U.T.C)	F	F(KAS)	dF
h m s	nT	nT	nT
4 35 0	46325.90	46326.73	-0.83
4 35 10	46326.00	46326.75	-0.75
4 35 20	46326.00	46326.66	-0.66
4 35 30	46325.90	46326.71	-0.81
4 35 40	46326.00	46326.73	-0.73
4 35 50	46326.10	46326.55	-0.45
4 36 0	46325.80	46326.43	-0.63
4 36 10	46325.60	46326.33	-0.73
4 36 20	46325.50	46326.09	-0.59
4 36 30	46325.40	46325.99	-0.59
4 36 40	46325.20	46325.85	-0.65
4 36 50	46325.10	46325.79	-0.69
4 37 0	46325.00	46325.67	-0.67
4 37 10	46324.90	46325.69	-0.79
4 37 20	46325.00	46325.65	-0.65
4 37 30	46324.90	46325.57	-0.67
4 37 40	46324.80	46325.56	-0.76
4 37 50	46324.80	46325.49	-0.69
4 38 0	46324.80	46325.50	-0.70
4 38 10	46324.80	46325.30	-0.50
4 38 20	46324.50	46325.29	-0.79
4 38 30	46324.60	46325.23	-0.63
4 38 40	46324.50	46325.37	-0.87
4 38 50	46324.70	46325.39	-0.69
4 39 0	46324.60	46325.32	-0.72
4 39 10	46324.50	46325.17	-0.67
4 39 20	46324.50	46325.07	-0.57
4 39 30	46324.40	46325.13	-0.73
4 39 40	46324.50	46325.17	-0.67
4 39 50	46324.40	46325.02	-0.62

mean -0.68
S.D. 0.09

F [nT]	F (standard [nT])	dF
23487.40	1000Hz 23487.2 nT	0.20 nT
32882.30	1400Hz 32882.1 nT	0.20
42277.20	1800Hz 42277.0 nT	0.20
51672.20	2200Hz 51671.8 nT	0.40
61067.10	2600Hz 61066.7 nT	0.40
70462.10	3000Hz 70461.6 nT	0.50

at 46000nT
dF -0.68 nT
S.D. 0.09



資料 9 測器の搬入搬出リスト

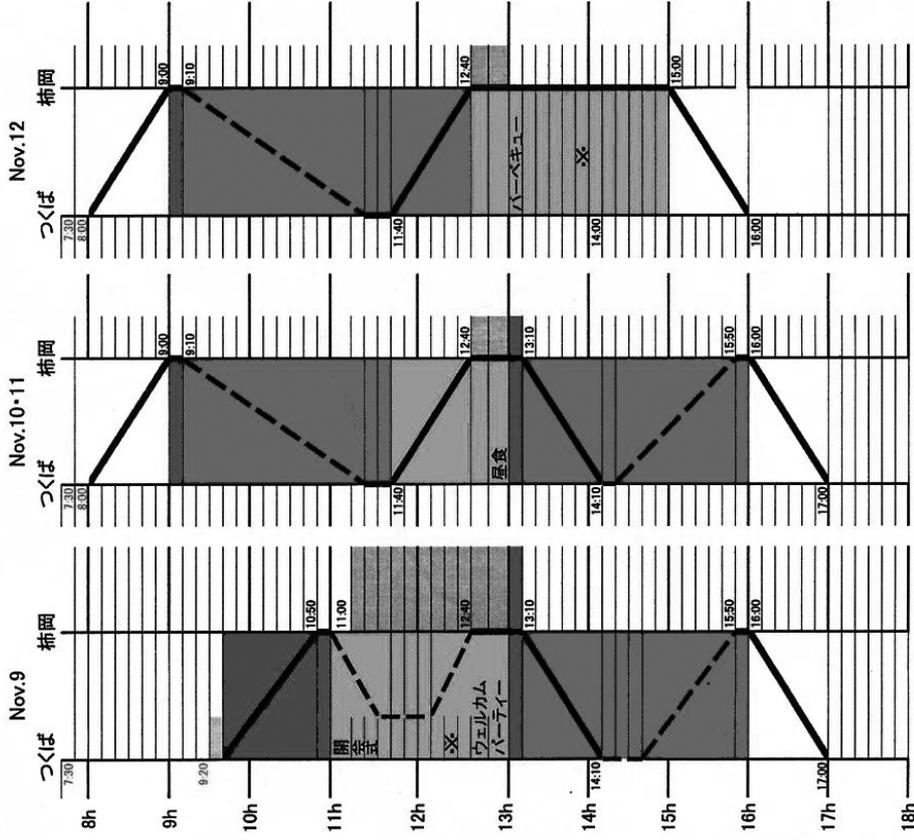
手荷物による測器搬入搬出リスト

番号	国名	磁気儀	磁力計	写真	カルネ	地磁気観測所		備考		
						搬入日	便名		搬出日	便名
1	フィンランド	◎	◎	有	○	11/7	AY73 09:55	11/17	AY74 11:55	
2	デンマーク	◎		有	×	11/8	SK0983 10:35	11/18	SK0984 12:40	
3	ポーランド	◎	◎	有	×	11/9	OS51 09:15	11/21	OS52 11:35	
4	チェコ	◎		有	○	11/8	AF276 09:15	11/17	AF277 21:55	
5	マケドニア	◎		×	×	11/7	SU575 10:55	11/17	SU576 13:00	
6	スロバキア	◎		有	○	11/10	BA005 09:01	11/16	BA008 12:55	女性
7	ロシア①	◎	◎	有	×	11/7	KE701 11:30	11/13	KE002 17:00	
8	ロシア②	◎	◎	有	×	11/8	SU581 10:55	11/17	SU576 13:00	女性
9	ロシア③	◎	◎	有	×	11/7	XF807 14:15	11/18	XF808 15:40	新潟空港
10	カザフスタン	◎		×	○	11/8	OZ106 19:30	11/15	OZ107 09:25	女性
11	中国①	◎		有	○	11/8	CA925 13:50	11/18	CA926 14:55	女性
12	中国②	◎	◎	有	○	11/8	CA925 13:50	11/18	CA926 14:55	女性
13	韓国	◎		×	○	11/8	KE001 13:30	11/18	KE702 12:55	
14	インド	◎		×	×	11/10	AI302 08:00	11/18	AI305 12:00	
15	オーストラリア	◎	◎	有	×	11/8	QF369 17:20	11/18	QF180 20:15	
16	カナダ	◎		有	○	11/8	UA881 16:25	11/28	UA882 17:50	
17	メキシコ	◎		有	×	11/10	JL11 17:05	11/18	UA852 17:05	
18	ペルー①	◎		有	×	11/8	AA175 16:15	11/18	AA168 19:00	
19	ペルー②	◎	◎	有	×	11/6	JL11 17:05	11/18	JL12 17:30	

※) ベルギーは自分で申請手続きを行うとして、当所の申し出は辞退された。

資料10 シャトルバスの運行表

測器比較観測期間中(柿岡会場)バスの運行(案)



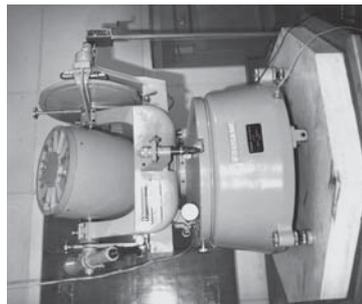
青: 第1便バスの構内入車可能時間
 赤: 比較観測中のため、バスは構内から退去
 黄色: 式典・屋敷・ハーブキュー等
 アクア色: 第2便バスの構内入車可能時間

※⇒希望者のみ20分〜30分程度の所内見学時間を設定。

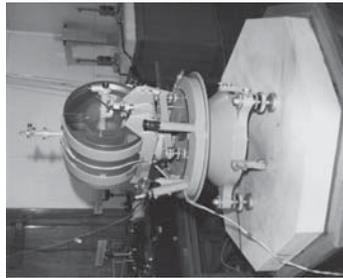
資料11 柿岡でのポスター展示の1例 (絶対観測用測器)

1958 ~ 1975

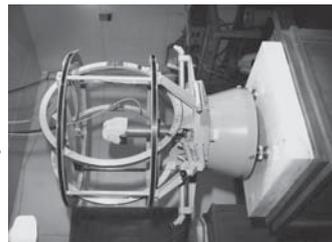
Station : KAKIOKA -KAK-
 Instrument : D, I, H, Z Standard magnetometer A-56 (made in Japan)
 H Standard magnetometer H-56 (made in Japan)
 F, H, Z Vector proton precession magnetometer MO-P (made in Japan)



Standard magnetometer A-56



Standard magnetometer H-56



Vector proton precession magnetometer MO-P (1964~)

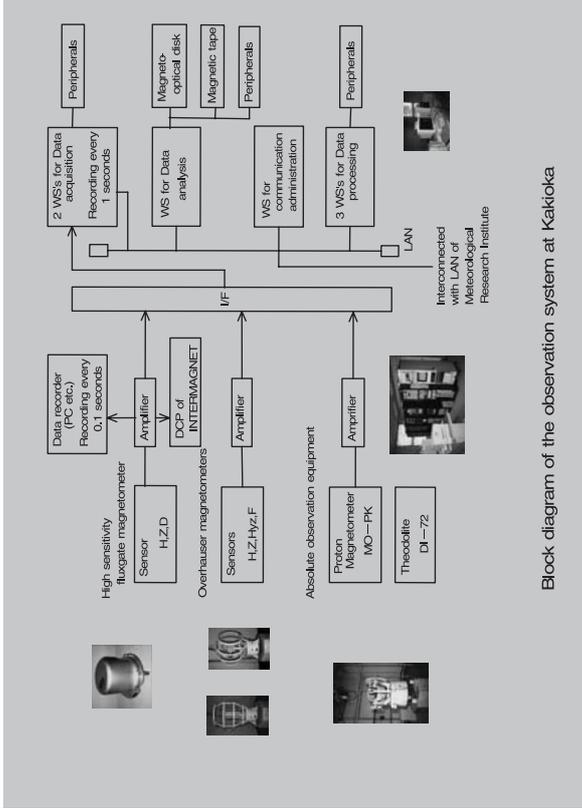


(sight of measurement)

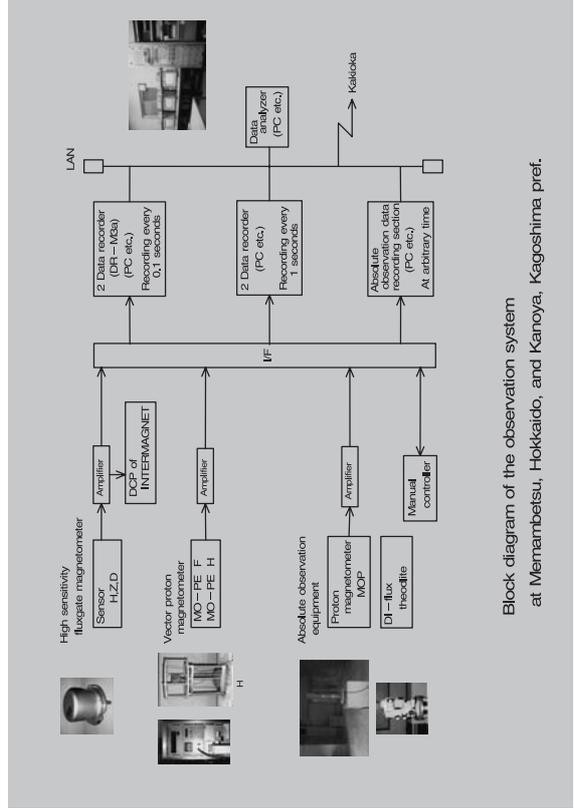
The standard magnetometer A-56 is a type suggested by E.A. Johnson in 1939, being specially designed to be able to observe independently any element of the horizontal intensity, declination, vertical intensity, inclination and total intensity with the absolute accuracy of about 0.5nT in intensity and 3" in angle. On the circle of the magnetometer the angle can be read with the accuracy of 1" by microscopes.

The standard magnetometer H-56 is a sine galvanometer, its absolute accuracy being about 0.5nT in the horizontal intensity and total force. The vector part of this magnetometer, called MO-P, which can be used for measurements of horizontal and vertical intensity, amplifier and counter parts have been set in a house at a distance about 50 meters to the east of the first absolute house. Since 1964, absolute observation was carried out by the use of MO-P in combination with A-56.

資料12 本所・出張所の地磁気観測装置のブロックダイアグラム



Block diagram of the observation system at Kakioka



Block diagram of the observation system at Memambetsu, Hokkaido, and Kanoya, Kagoshima pref.

調査資料 A 観測点の地点差 (D, I) 決定

1. 観測点

IAGA ワークショップ 2004 (以下 WS) において磁気儀 (偏角 D, 伏角 I) の比較観測を行う次の 3 つの観測点について D と I の絶対観測を実施した。

- (1) 比較制御室中台 (CC-C B 点), 台上 38cm の位置
- (2) 第 2 絶対室南台 (No. 2-S E-S 点), 台上 57cm の位置
- (3) 第 2 絶対室北台 (No. 2-N E-N 点), 台上 67cm の位置

仮設方位標の真北からの偏り角は, 次の値を使用した (北極星を使用した真方位観測は行わず, わずかな誤差は地点差に含めた)。

- (1) CC-C $7^{\circ} 35' 45''$ W
- (2) No. 2-S $183^{\circ} 38' 00''$ W
- (3) No. 2-N $13^{\circ} 28' 00''$ W

2. 観測手法

該当する器械台上に, 器差が既知の磁気儀 (地磁気観測所所有の F T 型磁気儀技術課 No. 1 および同 No. 2) を設置して繰り返し観測を行い, DI-72 による観測値に換算した上で, 柿岡標準値 (A-56 における DI-72 による観測値) と比較した。使用した磁気儀の採用器差は次の通り。

- (1) 技術課 No. 1 磁気儀 D : $-0.05'$ E I : $0.02'$
- (2) 技術課 No. 2 磁気儀 D : $-0.04'$ E I : $0.01'$

観測は, 地磁気観測所が通常使用している野帳 (D, I 各 10 回の観測を行い, 4 個の基線値を作る) による。

3. 観測結果

地点差観測は, WS 前の 10 月 18 日~27 日までの期間と WS 終了直後の 11 月 18・19 日の 2 回にわたって実施した。各観測点における観測結果の詳細は, それぞれ次の別紙に示す。

- B 点の観測結果 : 別紙 A-1
- E-N 点の観測結果 : 別紙 A-2
- E-S 点の観測結果 : 別紙 A-3

4. 採用地点差

地点差の観測結果から WS 期間中の採用地点差は, 全観測値を平均した次の値を採用する。

観測点	偏角 (' E)	伏角 (')
B 点 CC-C	3.78	5.17
E-N 点 No. 2-N	0.82	0.98
E-S 点 No. 2-S	0.85	0.81

別紙A-1

B点地点差 [No.2-N]-[A-50]

Table with columns: 観測日, 観測者, 記録者, 通日, D', I', H'. Rows include measurements for No.2-N and A-50 at various locations like 小池, 大川, 中島, etc.

観測日: 2004 Oct. 19~19, Nov. 19

観測地点: 比較観測室中台(CC-C B)

観測点の高さ: 台上980cm

補助台: 補助台A(観測課管理・シルハ-h=127mm)

使用座金: 座金A(h=30mm)

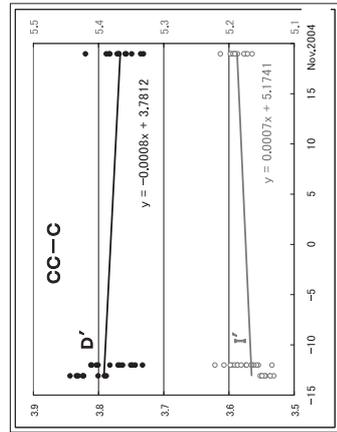
磁気機: Oct. FT型磁気機技術課No.1 器差D:-0.05' E 器差I:+0.02'

Nov. FT型磁気機技術課No.2 器差D:-0.04' E 器差I:+0.01'

方位標: 構内既設の方位標(中央標的)

90°FM基線値 D 0.071' E 0.094' E -0.133' E

I 0.156' 0.143' 0.150'



採用地点差

Summary table for CC-C showing mean and SD for D' and I' in NOV.

別紙A-2

E-N点地点差 [No.2-N]-[A-50]

Table with columns: 観測日, 観測者, 記録者, 通日, D', I', H'. Rows include measurements for No.2-N and A-50 at various locations like 小池, 大川, 中島, etc.

観測日: 2004 Oct. 26~27, Oct. 27, Nov. 18

観測地点: 第2棟対室北台(No.2-N E-N)

観測点の高さ: 台上670cm

補助台: 補助台C(観測課管理・シルハ-色h=435mm)

使用座金: 座金B(h=10mm)

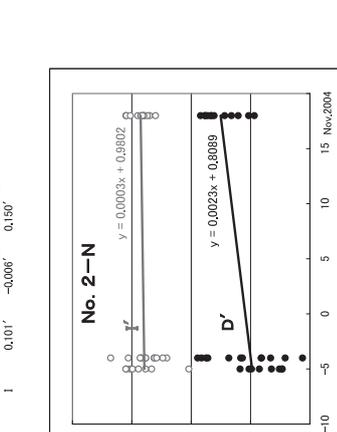
磁気機: Oct. FT型磁気機技術課No.1 器差D:-0.05' E 器差I:-0.02'

Nov. FT型磁気機技術課No.2 器差D:-0.04' E 器差I:-0.01'

方位標: 北方60mの民家に立てた十字マーク

90°FM基線値 D 0.070' E 0.117' E -0.133' E

I 0.101' -0.006' 0.150'



採用地点差

Summary table for No.2-N showing mean and SD for D' and I' in NOV.

E-S点地点差 [No.2-S]-[A-50]

Table with columns: 観測日, 観測者, 記録者, 通日, D', I', H'. Rows include measurements for No.2-S and A-50 at various locations like 小池, 大川, 中島, etc.

観測日: 2004 Oct. 20~21, Nov. 18

観測地点: 第2棟対室南台(No.2-S E-S)

観測点の高さ: 台上323mm

補助台: 補助台B(観測課管理・薄緑色h=323mm)

使用座金: 座金C(h=30mm)

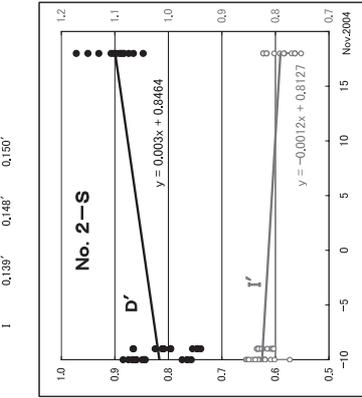
磁気機: Oct. FT型磁気機技術課No.1 器差D:-0.05' E 器差I:-0.02'

Nov. FT型磁気機技術課No.2 器差D:-0.04' E 器差I:-0.01'

方位標: 比較校正臺北側壁に書いた十字マーク

90°FM基線値 D -0.034' E -0.040' E -0.133' E

I 0.138' 0.148' 0.150'



採用地点差

Summary table for No.2-S showing mean and SD for D' and I' in NOV.

調査資料B 偏角・伏角の試験観測結果と地点差変動要因分析

2004年のワークショップ時の比較観測点として予定している観測点の偏角・伏角の地点差変動の有無を確認することを主目的として、日中8時間にわたる地磁気絶対観測を実施した。この結果を集計・整理した。

観測日：2003年10月16日

観測要素と観測回数：偏角および伏角、各8回

観測点、観測者と使用磁気儀：

比較制御室中台 (B点)；観測者；大和田毅 記録者；池田清，芥川真由美，長谷川浩 (技術課管理のF T型磁気儀 No. 151571)

第2絶対室北台 (E-N点)；観測者；小池捷春 記録者；外谷健 (技術課管理のF T型磁気儀 No. 153233)

第2絶対室南台 (E-S点)；観測者；中島新三郎 記録者；小池哲司，高橋博 (観測課管理のF T型磁気儀 No. 153486)

1. 観測値のばらつき

概ね30分～50分程度の時間をかけて行われた1セットの偏角・伏角観測では、各4個の測定が得られる。この測定値に地磁気変動分を補正すると一定値になることが期待される。しかし、測定値に含まれる観測誤差のため、一定値にはならない(ばらつく)。ばらつきの大きさを、4個の最大値と最小値の差(レンジという)の半分の大きさを示し、8セット分を平均すると次表の値になる。±は標準偏差で示す。

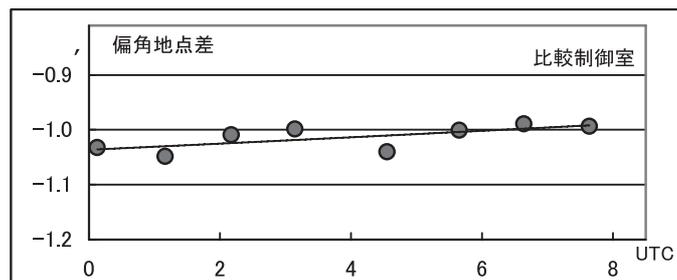
	偏角 (半レンジ:分)	伏角 (半レンジ:分)
比較制御室中台 (B点)	0.013±0.005′	0.009±0.005′
第2絶対室北台 (E-N点)	0.023±0.014′	0.013±0.006′
第2絶対室南台 (E-S点)	0.019±0.007′	0.016±0.007′

レンジの半分の大きさが0.009′～0.023′の平均値0.016′は、偏角または伏角の4個の平均値が90%の確率で、±0.018′の幅内にあることを示す。概ね±1秒角に相当するこの大きさは、これを越える各観測点の地点差の変動を検出できることを意味する。なお、細かく見ると偏角より伏角のレンジが小さく、第2絶対室より比較制御室が小さいが、以下の考察では、成分・地点による差は考慮せず、全体の半レンジ0.016′を使用する。

因みに、過去データの同様の集計(技術報告第113号の小池の報告)による誤差の大きさは、偏角分で±3秒、伏角分で±2秒であった。過去分に比較して今回の観測値精度が高い結果となった。これは(1)同一点で同一の技術者が観測している(個人差が含まれない)、(2)今回の観測者は磁気儀操作に慣れていて、(3)セットした磁気儀は固定したままであり、位置の再現性等に起因する誤差が入りにくかった等が理由と思われる。

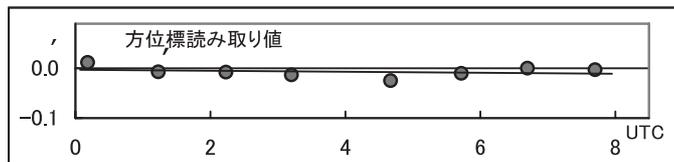
2. 比較制御室の地点差変動

図B-1は、比較制御室の偏角の地点差変動に係る観測結果である。横軸に観測時間(UTC)を、縦軸に偏角地点差の変動を示す。

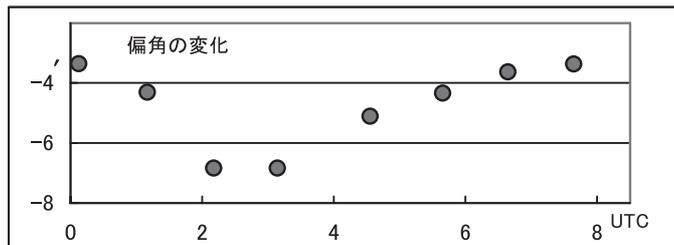


図B-1 比較制御室の偏角地点差変動

図の右端8時頃の地点差は、観測誤差をわずかに上回る0.04′程度、0時頃に比べて大きい値を示している。この変化を図B-2示す方位標読み取り値で説明することはできない（両者の相関係数は0.14）。また、図B-3に示す偏角の大きさとの相関もない（相関係数：0.05）。

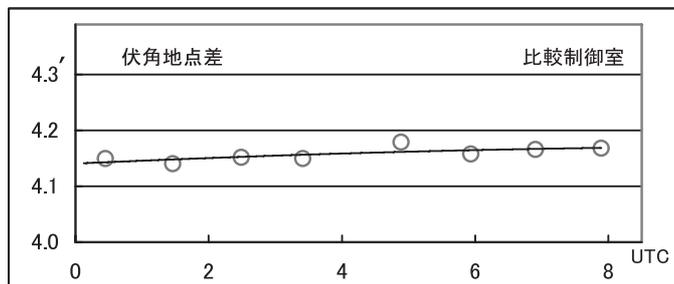


図B-2 方位標読み取り値の変化

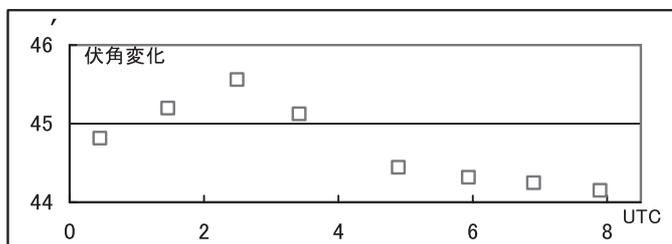


図B-3 観測時の偏角変動

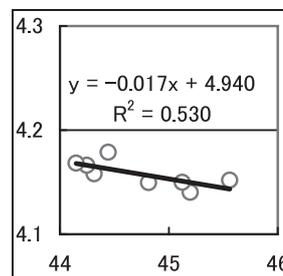
比較制御室中台における伏角の地点差変動に係る観測結果を図B-4に示す。0.03′（2秒弱）程度ではあるが、右肩上がりの傾向を示す。但し、この大きさは先に示した観測値の精度（半レンジで0.009′～0.023′）から判断すると有意な大きさではない。因みに、伏角の変化(図B-5)と伏角地点差変動の間には図B-6に示すように負の相関があるように見える（相関係数：0.73）。



図B-4 比較制御室の伏角地点差の変動



図B-5 伏角の変化



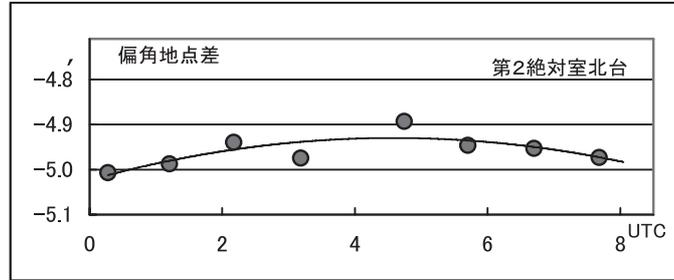
図B-6 伏角と伏角地点差変動の相関

1997年7月、大和田らは比較制御室器械台を使って開発中の磁気儀の試験観測をしている。その報告(技術報告第105号)の中で、同観測点には偏角・伏角とも0.05′（3秒）程度の有意な地点差変動が認められ、偏角につい

ては磁場の変動に支配されて変動するとしている。また、変動の形(磁場変化と地点差変動の相関等)は、今回の結果とは概ね逆センスであった。

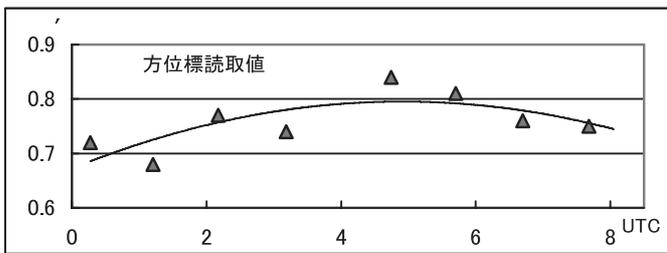
3. 第2 絶対室北台の地点差変動

第2 絶対室北台における偏角の地点差変動に係る観測結果を図B-7 に示す。昼頃大きく朝夕に小さくなる傾向を示す。大きさは概ね0.08′ (5 秒)程度で、先に推定した観測値の誤差の大きさから見ても有意な変化と考えられる。

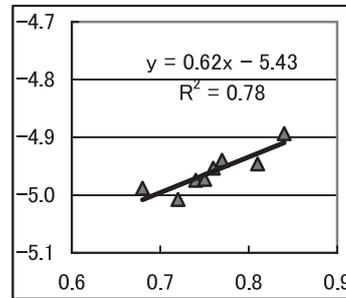


図B-7 第2 絶対室北台の偏角地点差の変動
(観測ごとの方位標読み取り地を採用)

偏角観測値は、同時に行われる真方位の観測値に左右されることは周知のことである。北台での偏角計算に使用した方位標読み取り値を示すと図B-8 のようになり、かなりの動きが認められる。地点差と方位標読み取り値は、「方位標読み取り値が大きくなると、地点差が大きくなる」関係にある(ここで示した偏角地点差の変動は、データ処理上「変化観測値(90FM)の基線値」で示している)。図B-7 と図B-8 を比べると、形も大きさもよく似ており、相関図を作ると図B-9 のようにならかなり高い相関(0.88)を示す。このことは、図B-7 の偏角地点差の変動の原因の一つとして、F T型磁気儀による偏角観測値の計算の際の方位標読み取り値が不適切であったことをうかがわせる(磁気儀目盛り上の真方位が変わらないのに、変わったとして処理した)。



図B-8 方位標読み取り値の動き



図B-9 地点差変動と方位標読み取り値の相関

この試験観測で使用した方位標(北方約 1500m 離れた、八郷高校の避雷針)の読み取り値が、日中の8 時間程度の内には10 秒近くも変わるのかどうか後日(10 月 30 日)確認した。その結果を、図B-10 に示す。図B-10 の(マーク 1)が八郷高校の避雷針であり、マーク 2 は数百メートル北側の民家の壁を利用した臨時のマークである。

マーク 1 の読み取り値の変動幅は最大に見ても0.03′ (2″ 弱)であり、10 月 16 日の観測値のように大きな変動(最大幅:0.15′ , 9″)はでていない。因みに、30 日の天候は晴れで、16 日と同様な気象状況であった。方位標読み取り値(採用値とした平均値)には誤差が含まれているので、前後の値を見ながら曲線を引くと(2 次曲線で代用)、16 日に0.1′ 程度認められた変化幅が、30 日には0.01′ 程度に縮小された。しかも、時間に対する変化の形は逆向きである。30 日の曲線については、各点の誤差に支配された見かけ上の変化で、有意なものではないと考えられる。

マーク 2 の読み取り値の変動も概ね同様な傾向にあるが、ばらつきの具合はマーク 1 に比べて大きい。特に、6 時台の観測値が大きい方に離れているのが目立っている。標的に設定した民家の壁に夕日が当たり非常に見にくかったことが原因と考えられる。マーク 1、マーク 2 の読み取り値の動きが同じになる原因として、磁気儀がわずかに回転運動を起こした(器械台上に設置した補助台、または磁気儀の取り付け面を含む)とすることで説明できる。いずれにしてもこの量は高々 $0.01 \sim 0.02'$ 程度で、10月16日の方位標読み取り値の変動($0.1'$)を説明できる大きさではない。

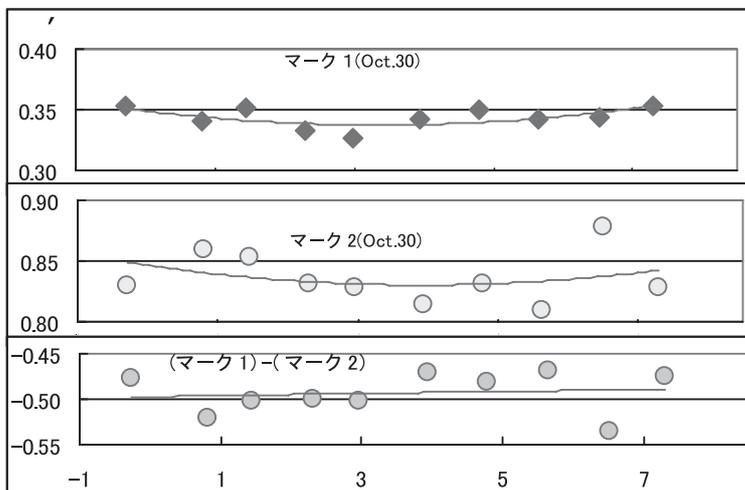
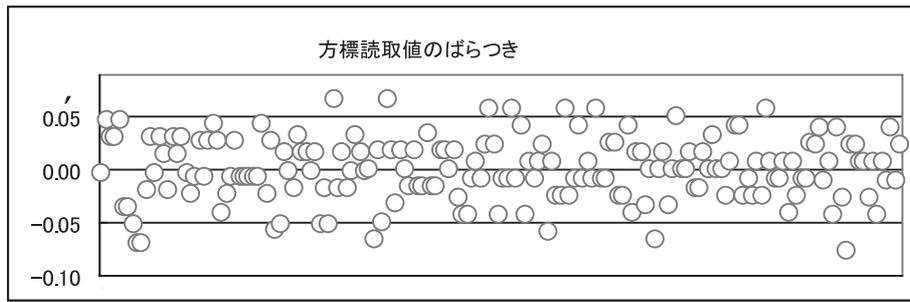


図 B-10 方位標読み取り値の動き(10/30 の試験観測結果)

真方位の決定精度(方位標読み取り値の精度)、特に変動の要因について考えてみる。一つには、設置した磁気儀が回転することによる読み取り値の変動である。器械台、補助台およびその設置状況によって異なると思われる。10月30日の試験観測結果を元に、第2絶対室北台におけるこの大きさから推測すると、1日(日中のみ)の変動の大きさは高々 $0.01 \sim 0.02'$ 程度である。たとえ観測日が異なるため、磁気儀が回転しやすい条件の違いがあったとしても、図 B-8 に示したような $0.1'$ におよぶ変動は無いと考えられる。

何らかの理由で方位標と磁気儀の相対位置(方位標と磁気儀を結ぶ線と直交する方向)が変われば、方位標読み取り値は変わる。その角度は、方位標または磁気儀の偏位量と両者間の距離で決まる。器械台上における磁気儀の位置は、観測前後で求心望遠鏡により確認されており、 0.5mm を越える動きはない。方位標は、わずかな動きがあるかもしれない。使用した方位標は、4階建ての八郷高校舎屋に設置された避雷針であり、校舎がわずかに傾くと避雷針の位置は横ずれを起こしたと同じ結果になる。通常起こりえる建物の傾きを $30''$ と仮定すると 2mm 弱の動きを起こす可能性がある。この 2mm の動きを、高校までの距離 1500m から換算すると、 $0.3''$ になる。これらのことから、方位標と磁気儀との相対位置が変化することに起因して、方位標読み取り値が変動した(図 B-8 に示す概ね $0.1'$)とする説明はできない。

方標読み取り値の誤差はどの程度か? 個々の方位標読み取り値には、(1)磁気儀目盛りの変心による誤差、(2)望遠鏡の指標に標的に合わせるときの誤差、(3)磁気儀目盛りを読みとる(事実上は、副尺を合わせる)誤差等が含まれる。(1)は器械特有のもので通常短期間で変動することはなく、今回のように読み取り値の変動を見る場合には無視できる。(2)と(3)の分離は難しく、両者をあわせたものを考えることにする。



図B-11 方位標読取値のばらつき(10/30の観測結果)

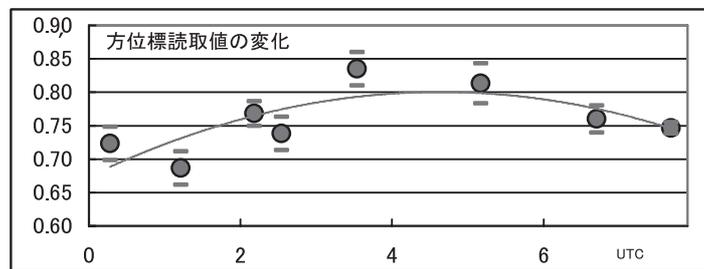
図B-11に、10月30日の試験観測結果を示す。全平均値が真の値を示すと仮定すれば、各個の読取値には最大0.08′(4.8″相当。各計測は秒単位)におよぶ誤差が含まれることが分かる。この資料を標準偏差で示すと0.03′(1.8″)である。この中には前記(2)(3)を原因とする誤差が含まれるが、この試験観測に使った標的が直径120mm程度の円柱状の建造物(ここでは、避雷針と呼んできた)であり、標的として特に合わせにくいものではないことを考えると、(3)に起因する誤差(磁気儀目盛りの読取り誤差)が大きいと考えられる。よって、図B-11に示したばらつきは、FT型磁気儀を使用する限り、他の標的を使っても同じようになると思われる。

個々の読取値がばらつく(誤差が含まれる)ことは、既知の事実であり、通常の観測においては、何個かの繰返し読み取りを行い、その平均値を使うことによって採用値の信頼性を高めてきた。観測値数が多い程、採用値(平均値)の信頼性が増すことになる。図B-8および図B-9に示す点も、このようにして計算された平均値である。ばらつきの大きさとデータ数を使って、平均値を μ_0 とし、 $\mu_0 \pm \mu$ の間に真の値が含まれる確率が90%になるように、 μ を決めることができる。10月30日の試験観測結果から求めたnと μ の関係を示すと次表のようになる。

表B-1 データ数と平均値信頼幅の関係

n	180	90	50	20	16	10
μ (′)	0.003	0.005	0.007	0.012	0.013	0.017
μ (″)	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	1.0

図B-9に示した各点を構成するデータ数は20個である。計算による μ は0.012′であり、変化較差0.03′は、有意な違いと言うにはぎりぎりの大きさである。同様にして、10月16日の測定値(方位標読取値)について μ を計算し、平均値に幅を付けると図B-12のようになり、方位標読取値の変化は μ の幅を超えた大きさであり、各観測値の誤差に照らして有意な変化である。



図B-12 10月16日観測の方位標読取値の変動

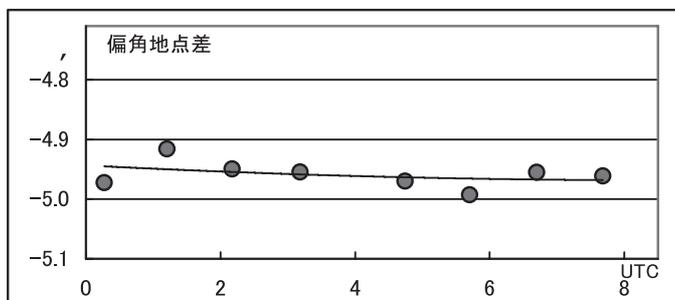
「第2 絶対室北台上での偏角地点差の変動と新方位決定精度」について、要約すると次のようになる。

- ① 偏角観測値計算に当たって、個別の方位標読み取り値を使うと、10月16日のデータでは偏角の日変動が存在するように見える。

- ② 地点差の計算値と方標読取値の間には、有意な高相関がある。これは磁気儀目盛り上の真方位が変化していないのに関わらず、変化しているとした処理を行うことによって現れる現象である。
- ③ 別の日に、方位標が動く(または動いたように見える)かどうかを確認したが、動くことは確認できなかった。むしろ、動かないことを確認する結果となった。
- ④ 方位標と磁気儀の相対位置が変わる(方標読取り値が変わる)可能性について検討したが、16日の観測結果(概ね0.1'の変動)を示唆するものは無かった。
- ⑤ 方位標読取り値の誤差について検証した。読み取り値には大きな誤差があるが、平均値採用の時点で誤差は小さくなるので、10月16日の変動は、誤差に照らして有意な数値と判断された。
- ⑥ 16日の大きく変わった理由および採用の妥当性について示す結果は見つからない。

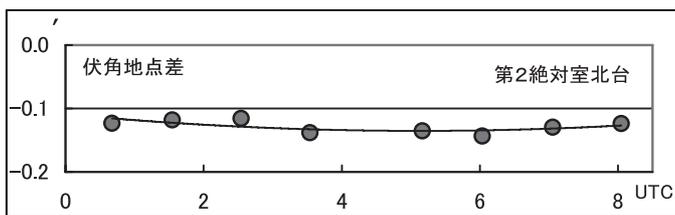
確定的根拠は見つからなかったが、筆者は、②および③の事項を重視して、磁気儀目盛り上の真方位は、概ね8時間の観測時間中には、変動ないとして処理する(全期間について、一定の方標読取値を採用する)と、図B-7の偏角地点差の変動は図B-13のように書き換えられる。

この図では、図B-7に見られた昼頃を極大とする変化が認められない。個々の偏角観測に対応する誤差を含む方位標読取値を使用したために、あたかも有意な地点差変動が存在するように見えたものと解釈される。この時間帯には図B-3で示したと同様な偏角変動があるが、地点差変動との間には相関はない(相関係数:0.19)。



図B-13 偏角地点差の変動 (全観測の方位標読み取り値の平均値を採用)

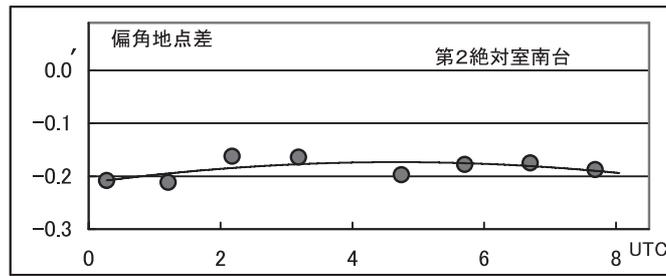
第2絶対室北台における伏角の地点差変動に係る観測結果を図B-14に示す。昼頃小さくなっているようにも見えるが、大きさは概ね0.016' (1秒弱)で、先に推定した観測値の誤差の大きさを考慮すると有意な変化とは言い難い。地点差の変動はないと見るのが妥当であろう。



図B-14 第2絶対室北台の伏角地点差の変動

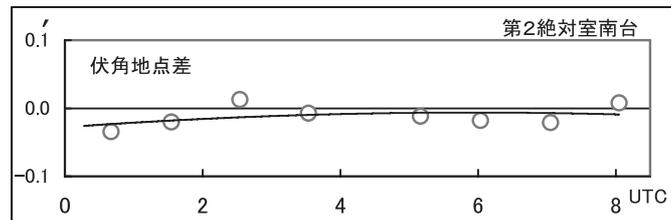
4. 第2絶対室南台の地点差変動

第2絶対室南台における偏角の地点差変動に係る観測結果を図B-15に示す。北台と同様に昼頃大きく、朝夕に小さくなる傾向を示すが、その較差は概ね0.03' (2秒)程度で、北台(0.08')の半分である。先に推定した観測値の誤差の大きさを考慮すると有意な変化とは言い難い。



図B-15 第2絶対室南台の偏角地点差の変動

第2絶対室南台における伏角の地点差変動に係る観測結果を図B-16に示す。午後の観測値で大きくなっているようにも見えるが、大きさは概ね0.015′(1秒弱)で、先に推定した観測値の誤差の大きさを考慮すると有意な変化とは言い難い。地点差の変動はないと見るのが妥当であろう。



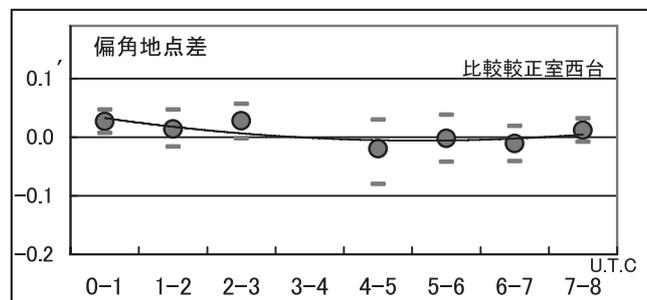
図B-16 第2絶対室南台の伏角地点差の変動

5. 比較校正室西台の地点差変動

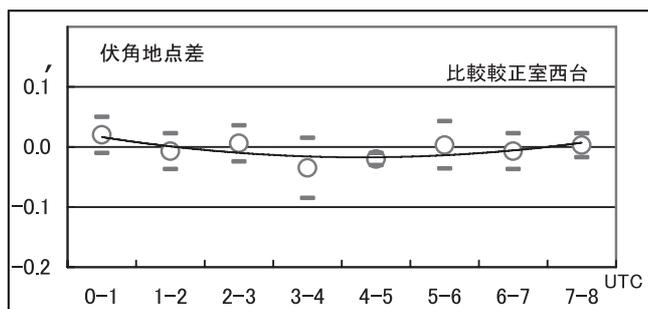
比較校正室西台では今回の試験観測を実施しなかった。過去に蓄積されたデータを利用して比較校正室西台の偏角・伏角地点差変動を検討した。

使用した過去データは2001~2003年の間にF T型磁気儀の器差検定のために、日中適当な間隔で行われた観測値で4回ある(観測日にすると10日程になる)。当然、測器もその度が変わり(1~3日にまたがる1回の観測の中では同一の測器)、観測者も時間帯によって異なる。

これらのデータを各時間帯について重ね合わせを行うと、図B-17(偏角地点差)および図B-18(伏角地点差)が得られる。各時間帯を代表させる測定値(地点差)のばらつき幅は、今回の試験観測に比べて概ね1.5倍程大きい。おそらく、同一時間帯の中でも観測者が異なることや、不慣れな観測者が混じっているためと思われる。これらのデータから地点差の変動の有無を見極めようとするとき、その閾値は±2秒程度である。



図B-17 比較校正室西台の偏角地点差変動



図B-18 比較較正室西台の伏角地点差変動

図B-17からは、昼前に比べて昼過ぎの地点差が小さくなる傾向を読み取り、その較差は0.02' (1秒強)程度である。この大きさは有意な変化ではなく、1秒程度の閾値を前提に、偏角地点差の変動はないと言える。

図B-18からは、4時頃(昼頃)を極小とする0.03' (2秒弱)の変動が認められる。但し、この大きさも集計各観測値のばらつきから判断して有意なものとは言い難い。±1秒の幅を超えての伏角地点差の変動は無いと言うべきであろう。

6. まとめ

今回の試験観測ならびに過去資料の集計結果から次のことが分かった。

1. 比較制御室、第2絶対室で行われた観測値の精度は概ね±1秒程度である。比較較正室西台での過去観測値の精度は概ね±2秒程度である。この観測値により地点差変動の有無を見極めようとするとき、この数値が見極めの限界である。
2. 比較制御室の器械台上では、偏角・伏角とも有意な地点差変動は見えなかった。この結果は、過去の調査報告とは異なる結果である。
3. 第2絶対室北台の伏角地点差に変動は認められなかった。偏角では、昼頃に大きくなる0.1'に近い地点差変動らしきものが見えた。しかし、観測データを吟味してみると、観測要素の一つである真方位観測(方位標読取值)に含まれる誤差のためであり、偏角地点差の変動はないと見るのが妥当と考えられる。
4. 第2絶対室南台では、偏角・伏角ともわずかな変動が見られるが、観測値誤差の範囲内であり、地点差の変動は無いと見られる。
5. 比較較正室西台については、過去データの集計によって検討した。この結果、観測値誤差(±2秒程度)を越える地点差変動はないことが分かった。

調査資料C 第3駐車場の駐車車両及び大型バスによる影響量調査

1. 調査の経緯

IAGA ワークショップ2004で、第2絶対観測室が測器(磁気儀)比較観測に使用されることになった。そこで、第3駐車場の駐車車両、及びつくば市からの送迎用大型バスによる同観測室への影響を2004年8月26日に調査した。

2. 使用測器及び配置

[別紙C-1]

第2変化計室(新室) : MB-162 フラックスゲート磁力計
 第2絶対観測室 : GSM-90 オーバーハウザー磁力計
 第3駐車場から第2変化計室側45m地点 : RF-321 フラックスゲート磁力計

3. 調査方法

MB-162とGSM-90への影響(測定値の変動)を、地下変化計室のフラックスゲート磁力計(90FM)の値を参照値(影響を受けない測定値)として求めた[差のプロット図から読み取った]。

RF-321は、ドリフトが大きく、影響の有無・センス等の参考とした。

解析資料の数値の精度は $\pm 0.05\text{nT} \cdot \pm 0.3''$ 程度である。

3-1. 第3駐車場の車両

通勤職員の車両(15台)を主として、可能な限り駐車することとした。駐車スペースが余ったため、宿舎居住職員の車両(6台)も加わってもらった。合計21台。

第1駐車場から、前の車両が駐車し終わってから1分以上の間隔をあけて、移動し駐車した。

3-2. 大型バス

県道出口から第1駐車場(切り返し場所)までの間で、8地点(①~⑧)で停車してもらった。 [別紙C-1]

4. 結果

4-1. 第3駐車場の駐車車両による第2絶対観測室への影響

[別紙C-2]

(F以外は、距離で換算 $\times (112/128)^3 = 0.67$)

(1)全車両による影響量 H: -0.11nT Z: -0.11nT D: -1.2'' I: +0.1'' F: -0.14nT

(2)影響最大の車両 H: -0.03nT Z: 0.00nT D: +1.0'' I: +0.1'' F: -0.05nT

いずれの値も観測精度内の結果となった。全車両による値は、個々の車両が影響を打ち消し合っているところもあり、車両の向きが変わり同センスの影響が相乗した場合には0.3nT, 3''程度の影響が出る可能性がある。

4-2. 大型バスによる第2絶対観測室への影響

[別紙C-3]

(第2変化計室と同等とする。)

(1)真北(新室)100mN H: +0.74nT Z: -0.52nT D: -2.3'' I: -4.0'' F: +0.08nT

(2)最短(新室)96mNNE H: +0.13nT Z: -0.54nT D: -4.1'' I: -2.0'' F: -0.33nT

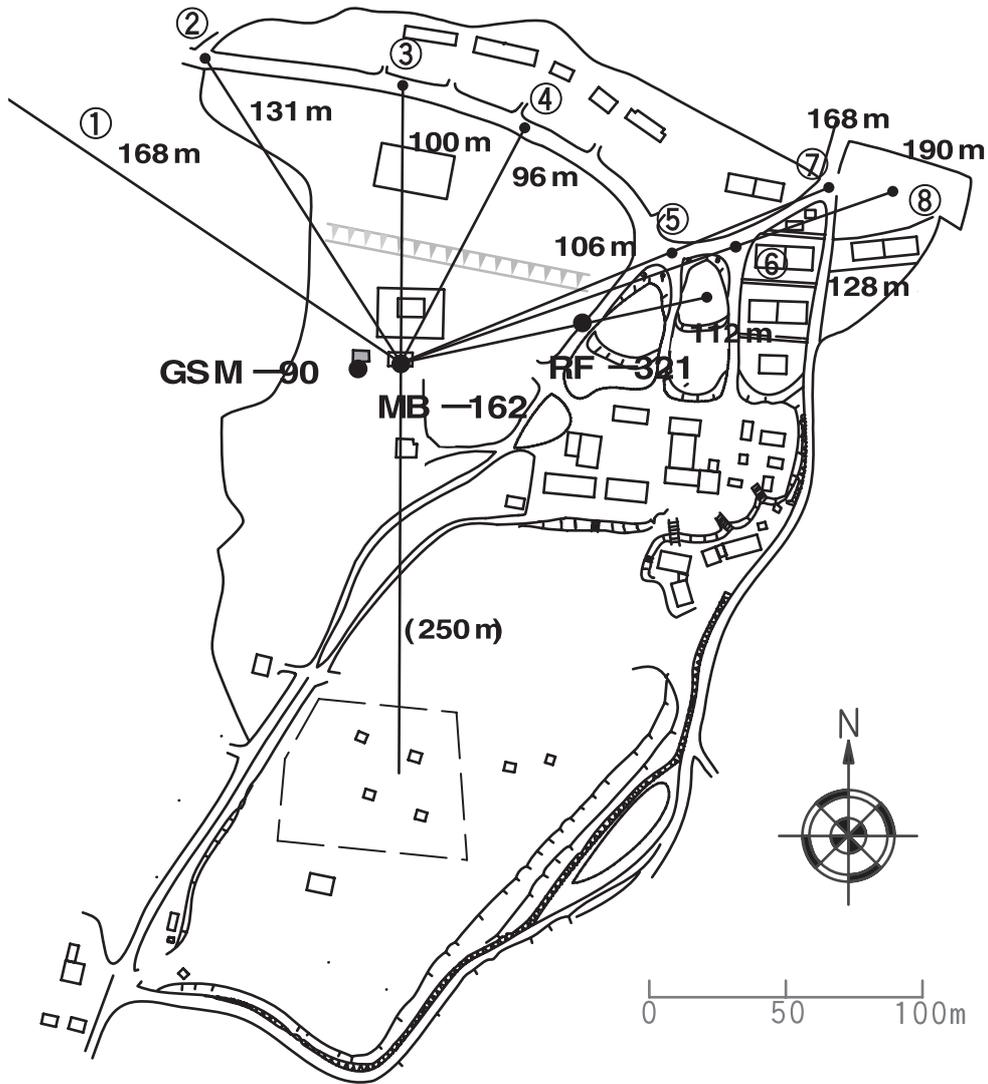
(3)第1駐車場内と正門外は測定精度内であった。

正門から第1駐車場間の道路上は影響有り。

5. 比較較正室・オーバーハウザー磁力計(カスマー)への影響

今回の調査では、第3駐車場駐車車両・大型バスともに影響は認められなかった。

使用測器の配置と大型バスの停車位置



第3 駐車場駐車車両の影響量調査

2004.8.26

No.	車種	停車時刻 (UTC)	停車向	MB-162(新室)				GSM	RF-321(参考値)			
				H(nT)	Z(nT)	D(")	I(")	F(nT)	H(nT)	Z(nT)	D(")	I(")
1	オルティア	4:28:30	E	0.00	-0.01	0.3	0.0	0.00	-0.10	-0.10	1.0	0.1
2	ストリーム	4:31:30	E	0.00	0.00	-0.1	0.0	0.00	-0.10	-0.14	-0.3	-0.1
3	マーチ	4:34:30	E	0.04	0.00	-1.4	-0.1	-0.02	0.29	-0.14	-13.1	-1.5
4	ゴルフ	4:39:35	E	-0.02	-0.01	0.0	0.0	0.00	-0.05	-0.29	0.3	-0.7
5	スターレット	4:42:45	E	-0.05	0.00	1.5	0.2	-0.05	-0.57	-0.29	16.0	1.1
6	レガシー	4:45:30	E	0.08	0.00	-1.0	-0.3	0.06	0.48	-0.14	-11.5	-2.0
7	ノア	4:48:40	E	-0.01	-0.02	0.5	0.0	0.00	-0.33	-0.19	4.9	0.6
8	イブサム	4:51:40	E	-0.01	-0.01	0.1	0.0	0.00	-0.10	-0.24	2.3	-0.3
9	プリメira	4:54:50	S	-0.02	0.00	-0.3	0.1	0.00	-0.14	-0.24	-5.6	-0.2
10	アリアス	4:57:55	S	0.03	0.00	0.0	-0.1	0.00	0.38	-0.14	1.0	-1.7
11	レガシー	5:00:40	S	-0.01	-0.01	-0.1	0.0	-0.02	-0.57	-0.33	1.0	1.0
12	ノア	5:03:40	S	-0.10	-0.03	0.0	0.3	-0.06	-1.95	-0.86	2.3	4.1
13	リベルノ	5:06:40	E	0.00	-0.01	0.1	0.0	0.00	0.00	-0.10	0.7	-0.3
14	カローラ	5:09:40	N	0.00	0.00	0.0	0.0	-0.01	-0.19	-0.24	-3.6	0.0
15	ルネッサ	5:12:50	E	-0.02	-0.02	-0.6	0.0	-0.03	0.10	-0.33	-5.6	-1.3
16	リモ	5:16:50	E	-0.03	0.00	0.0	0.1	-0.01	-0.29	-0.14	0.7	0.6
17	スターレット	5:19:50	E	0.00	0.00	-0.3	0.0	0.02	0.14	-0.05	-5.6	-0.6
18	スーブラ	5:23:55	W	0.00	-0.01	0.0	0.0	-0.01	-0.05	-0.14	-0.7	-0.2
19	パシエロ	5:26:45	E	-0.05	-0.02	-0.1	0.1	-0.02	-0.38	-0.38	0.0	0.2
20	レビン	5:29:40	E	0.00	0.01	-0.5	0.0	0.00	0.05	-0.29	-3.0	-1.0
21	(インテグラ)	5:33:10	S	0.00	-0.03	0.1	-0.1	0.01	-0.05	-0.43	3.0	-1.1

[記事]

距離:

第2 絶対観測室～第3 駐車場 : 128mENE

第2 変化計室～第3 駐車場 : 112mENE

RF-321～第3 駐車場 : 45mENE

大型バスの影響量調査

2004.8.26

	測点	停車時間 (UTC)	向 き	MB-162 (新室)					GSM-90 (第2絶対室)		RF-321 (参考値)				
				H (nT)	Z (nT)	D ($^{\circ}$)	I ($^{\circ}$)	距離	F (nT)	距離	H (nT)	Z (nT)	D ($^{\circ}$)	I ($^{\circ}$)	距離
①	県道出口	23:48: ~ 23:50:00	E	-0.03	-0.07	-0.1	-0.1	168mNW	-0.07	158mNW					200mWNW
②	正門前	23:50:35~ 23:52:01	E	-0.15	-0.22	-0.1	-0.1	131mNNW	-0.32	121mNNW					170mWNW
③	真北(新室)	23:52:30~ 23:54:00	E	-0.01	-0.57	1.8	-1.6	100mN	-0.33	100mN	-0.61	-0.41	-11.8	0.9	110mNW
④	最短(新室)	23:54:55~ 23:56:00	E	0.28	-0.56	0.4	-2.6	96mNNE 106mENE	-0.16	103mNNE 120mENE	-0.95	-1.85	-2.4	-2.1	75mN 42mNE
⑥	裏玄関入口	23:56:34~ 23:58:10	E	0.14	-0.30	-1.9	-1.3	128mENE	-0.10	143mENE	1.65	-3.08	-20.3	-14.5	62mENE
⑦	切換場所	23:59:40~ 00:01:00	N	-0.08	-0.12	-0.7	-0.1	168mENE	-0.11	182mENE	-0.54	-0.34	-10.9	0.9	100mENE
⑧	第1駐車場	00:04:25~ 00:12:10	W	-0.05	-0.12	0.6	-0.2	190mENE	-0.09	206mENE	-0.54	-0.20	-1.4	1.3	121mENE
⑤	庁舎入口	00:13:20~ 00:15:00	W	-0.21	-0.36	1.3	-0.3	106mENE	-0.31	120mENE	-3.28	-3.83	5.2	0.1	42mNE
④	最短(新室)	00:15:50~ 00:17:00	W	0.13	-0.54	-4.1	-2.0	96mNNE	-0.34	103mNNE	2.47	-1.57	-1.0	-12.9	75mN
③	真北(新室)	00:17:30~ 00:19:00	W	0.74	-0.52	-2.3	-4.0	100mN	-0.03	100mN	0.48	-0.34	-0.5	-2.6	110mNW
②	正門前	00:19:40~ 00:21:10	W	0.41	-0.23	1.2	-2.1	131mNNW	0.09	121mNNW	0.00	0.00	0.0	0.0	170mWNW
①	県道出口	00:22:10~ 00:24:00	W	0.05	-0.06	0.3	-0.3	168mNW	-0.01	158mNW	0.00	0.00	0.0	0.0	200mWNW

【記 事】

大型バス : 玉里観光バス (15t)

進入時の②は、③付近に乗用車(W向き)、バスの後ろに軽自動車(E向き)有り。

Reports on the XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing held at Kakioka/Tsukuba, Japan, in 2004

Masami OKADA¹, Takeshi TOYA¹, Katsuharu KOIKE¹,
Takeshi OWADA¹, Shinzaburo NAKAJIMA¹, Nobuaki SHIGENO²,
Fujio MUROMATSU¹, Takashi OOKAWA¹, Tetsuo TOKUMOTO¹,
Takao IMAIZUMI¹, Tomomi TANAKA¹, Masahiro SAWADA¹,
Yuki IWASE¹, Yoshitomo IKOMA¹, Megumi KAITO¹, Tetsuji KOIKE¹,
Mayumi AKUTAGAWA¹, Nobuyuki KUMASAKA¹, Akihito KAMEYA¹,
Tadayuki UESUGI¹, Takanori AKASHI¹, Hiroshi TAKAHASHI¹,
Hiroshi HASEGAWA³, Norihisa ISHIDA³, Mitsugu YOKOYAMA¹,
Katsuumi YAMAGISHI¹, Youko AKITA¹, Noriaki KUMAGAYA¹,
Hirohide IWAKATA¹, Mitiyo OSE¹, Takashi KOIDE¹,
Yoshiki ISHII¹ and Ikuko FUJII¹

¹Kakioka Magnetic Observatory

²Kanoya Magnetic Observatory

³Memambetsu Magnetic Observatory

(Affiliation as of November, 2004)

Abstract

The 11th IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing started at Kakioka Magnetic Observatory, KMO, where intercomparisons and tests of geomagnetic instruments and measurement training were carried out from November 9 through 12. Then the scientific symposium was held from the 15th through the 17th at the Tsukuba Center for Institutes. 147 members from 32 countries and states participated in the workshop. We, the members of KMO, engaged in hosting the workshop as staff of the LOC Kakioka Office and compiled our contributions in this report, including technical results of the measurement session, which have been reported in the proceedings for the workshop.

KMO provided for intercomparison measurement four stable pillars, for which we carefully observed the pillar differences before and after the measurement session and confirmed their stabilities. Geomagnetism noise due to buses and cars moving in the near field had been surveyed, and we refrained from driving in the KMO area during intercomparison measurement.

Nineteen DI-flux theodolites and ten absolute scalar magnetometers were operated by the participants 109 times and 27 times, respectively, and those measurement data were intercompared. The absolute scalar magnetometers were also tested under an artificially applied alternative magnetic field, and the gyromagnetic ratio of protons adopted in the instrument was estimated. The ratio in the resolution of IAGA in 1960 is probably used in half of all magnetometers, and the value for others is close to the one in the recommendation of CODATA of 2002. Three variometers were operated by KMO's staff

for long-term stability and thermal tests in the pre-workshop of about one month. The training course on geomagnetic measurement was opened for younger people, and there were about twenty people in attendance all the time in the lectures by Dr. J. Rasson and Dr. O. Rasmussen. They explained the basics and principles of magnetic observatory measurements for three half-days and instructed them in practical DI-flux measurements for two half-days.

The scientific session consisted of six sub-sessions as follows:

Session I : Observatory Instruments & Measurements Technology

Session II : Data acquisition/Processing/Distribution

Session III : Surveys

Session IV : Global Network

Session V : Applications of Observatory Data

Session VI : Magnetic Observatories — the Future

Oral presentations were made of 45 papers, and 70 were displayed as posters. Tentative results of the measurement session were reported at the end panel. Those presentations have been issued as proceedings of the workshop.

Events, opening ceremony, welcome party, barbecue lunch and banquet, and four excursions, hiking to Mt. Tsukuba, bus excursion to Fukuroda Waterfall and Kasama Pottery town, and short tours to institutes in Tsukuba were held, and many members and their accompanying guests attended for enjoying and exchanging friendship. The LOC arranged shuttle buses between about 30 km from hotels in Tsukuba to KMO and lunch at KMO during the measurement session, as KMO is located at a small town in the countryside, and most of the participants lodged in Tsukuba-city.