

## 機動的な全磁力観測に関する研究（第5年次）

実施期間 平成 18 年度～平成 22 年度  
鹿野山測地観測所 木村 勲 白井 宏樹  
森田 美好

### 1. はじめに

2000 年秋から急増した富士山直下の低周波地震に対応した観測を強化するため、富士山北東部の富士吉田市に自立型の全磁力連続観測点を設置し、2001 年 12 月より観測を開始するとともに、2004 年 12 月には同点の南方約 18km の富士市に参照点も設置した。

本研究は、火山活動を全磁力連続観測で監視し、火山活動に伴う地下のマグマの推移を地磁気の変化として捉えることを最終的な目的としている。そのため、富士山での解析手法について考察したのち、測地部が火山地域で運用している GPS 機動連続観測システム（REGMOS）に併設することで、効率的な観測をおこなうための機器開発及び試験観測を実施し、火山地域への機動的な全磁力連続観測の本格導入を目指すものである。

### 2. 研究内容

第 1 年次は、地球外部から到来する磁場の影響を取り除く解析手法の一つである 3 成分補正について係数の決定の報告を行った。第 2 年次は、第 1 年次で求めた 3 成分補正の係数の検証と、その他の要因について考察を行った。第 3 年次は、富士吉田観測点の器機交換（平成 20 年 9 月）に伴うデータ品質の検証とデータ整理システムの開発、および構内での試験観測を行った。第 4 年次は、これまでの改良等を踏まえた「機動的な全磁力連続観測マニュアル（案）」の作成について報告した。

今年次は、昨年起きた異常データの対策と、REGMOS を使って本院まで自動転送するシステムの開発、及びオーバーハウザー磁力計の REGMOS 用インターフェースボックスの開発をおこなった。その後、10 月～12 月まで試験観測を鹿野山測地観測所構内でおこない、今後の実用化に向けて結論をまとめた。

### 3. 得られた成果

昨冬起きた富士山での異常データについては、冬期で外気温が下がっているために励磁のための発振ができていないと判断し、地中に埋めてあるプリアンプの保温対策を検討したが、今回はプリアンプの改造をおこなった。新プリアンプは、励磁時に高周波の電気がフィルターを通してアンプで増幅されているが、励磁の安定性を強化するためにフィルターを改良し、励磁時の能力が落ちないようにした。その後、今冬では昨年のような異常データが起きておらず、問題は解決したと考える。

次に、REGMOS を使った全磁力連続観測を組立式の携帯型 REGMOS を使用して試験観測を実施した（図-1）。この REGMOS を通じて全磁力データを自動転送するには、まず、オーバーハウザー磁力計の入出力形式を変更し、REGMOS に対応するインターフェースボックスを開発した。次に、データ送信については、オーバーハウザー磁力計のデータを REGMOS にて自動



図-1 構内での試験観測

取得し、GPS や画像など他のデータファイルとともに圧縮処理した後、通信システム（インマルサットの BGAN サービス）を経由して測地部の FTP サーバーまで自動転送するシステムも開発した。

試験観測のデータ取得後は、構内にある既設の全磁力計と地点差を計算し、その平均値算出後、残差より求めた 1 観測の標準偏差で評価した。まず、センサーを REGMOS 本体の南側に設置したところ、残差が大きい場合、図 2 のグラフ

のように片方に偏って（この場合全磁力値が増加）いるうえ、日によって振幅が違い、ほぼ同じ時間帯にばらついていることが、このグラフから判明した。そこでばらつく時間を調べたところ、JST で 10 時頃から 16 時頃であることから、ソーラーパネルによる発電時、つまり充放電コントローラの作動時間帯と考え、ソーラー発電時のバッテリー電圧を調べるとともに、

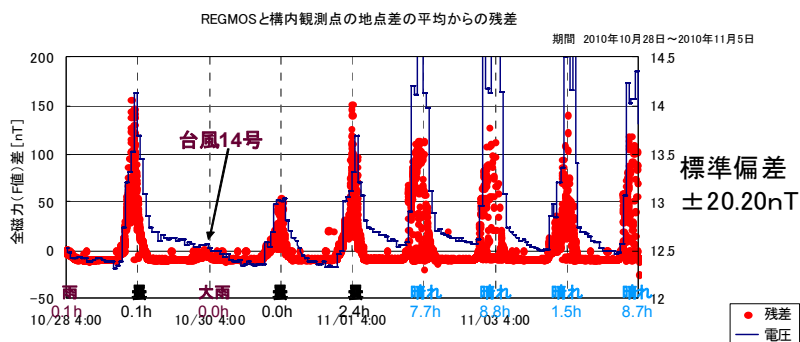


図-2 センサーが南側での観測

ソーラー発電を大きく左右する日照時間も調べた。晴天時と曇天時でのばらつきがはっきりでているうえ、この観測期間中偶然台風 14 号が関東地方に接近し、その日は、ほとんど発電していなかったことも電圧にでており、そのときのばらつきをみても明らかなように発電時の充放電コントローラ作動が大きなノイズとなっていると考えられる。充放電コントローラは、5A もの大きな電流が流れており、大きな磁場をつくっていることが要因であるが、このケースでは、ばらつきが全磁力値の増加に偏っていた。さらにセンサーを北、西、東側でも観測をおこなうと、北側では、ばらつきがほとんどなく、西・東側ではソーラー作動中にばらつきがあるものの、南側とはまるっきり逆に全磁力値が減少する片側に偏ってばらついた。

結果から想定するには、地球磁場の向きは日本付近では下向きの伏角約 50 度で、さらに北向き成分であることから、REGMOS 本体の南側に高さ 2.5m のセンサーを設置すると REGMOS 本体内部にある充放電コントローラ作動時に起きる磁場と地球磁場が重なり合い全磁力値は増加するが、北側では、センサー位置の高さもあって影響が少なく、さらに東側と西側では影響として南側ほど大きくはないものの、逆に相殺し合って減少したと考えた。

#### 4. 結論

約 2 ヶ月の試験観測期間中、衛星電話を使った通信のトラブルや電源等の問題による欠測もなく、安定したデータを取得できた。試験観測の結果、REGMOS 本体の金属による磁気擾乱の影響以上にソーラー作動時による充放電コントローラによる磁場発生の影響が大きく、その影響を最小限に留めるには、オーバーハウザー磁力計のセンサー位置を REGMOS 本体から大きく離すか、さらには夜間値だけで日平均値を求める手法も考えられるが、どちらにしてもセンサー位置の東西南北方向を考慮して設置することが望ましいことが明らかとなった。REGMOS による機動的な全磁力観測が今回の試験観測の結果から実用化はすぐにでも可能であることから、昨年富士山での全磁力連続観測を基に作成した「機動的な全磁力観測マニュアル(案)」の一部改訂も今後すすめたい。また、今回は試験観測のため鹿野山測地観測所からは FTP ソフトを使って手動で測地サーバーからデータを取得し、解凍およびデータ整理したが、今後実用化に向けて、これら一連の作業についても自動化する予定である。

## dIdD 磁力計の温度変化による影響に関する研究（第3年次）

実施期間 平成 20 年度～平成 22 年度  
鹿野山測地観測所 白井 宏樹 森田 美好

### 1. はじめに

dIdD 磁力計は、高精度の地磁気絶対値を長期安定的に得る可能性があることから、測地観測所における地磁気絶対観測の省力化を目的として試験観測をしている。2001年に江刺観測場で導入し、2007年に鹿野山測地観測所へ移設して試験観測を進めた結果、多くの問題点を解決してきているものの、機器の有効性が十分に評価できていない。

精度面から実用化が困難であることが過去に報告されており、原因のひとつに温度が考えられている。一般的に変化計は温度変化による影響が大きく受けるため、温度変化が小さい環境に設置するとともに適切な温度補正処理をすることにより高精度なデータを算出している。今回は、長周期のデータ取得から温度特性を含めた検討を実施した。

### 2. 研究内容

dIdD 磁力計本体は、当所デジタル変化計室計測孔（地下約 2m）の基台上に石膏で固定し、発泡スチロール蓋による二層断熱することにより、空気断熱を施し温度変化をできる限り小さくした状況で連続観測を実施した。連続観測データは、磁力計により地磁気各成分の 5 秒サンプリングと温度ロガーにより計測孔温度の 15 分サンプリングを取得しセンサー温度と仮定した。

評価方法は、当所のメイン機器 99KN3 データ（フラックスゲート三軸磁力計 MB162 とオーバーハウザー磁力計 GSM11 のセット、1 秒サンプリング 60 個平均を 1 分値）と dIdD 磁力計データ（5 秒サンプリング 12 個平均を 1 分値）の単純差から、長周期データの検証をした。あわせて、温度係数を算出することを試みた。

### 3. 得られた成果

温度係数は、観測値 D(偏角)H(水平成分)Z(鉛直成分)とセンサー温度の間に相関関係を示す R 二乗値が 3 成分のいずれもが 0.003 以下であるため、温度係数を決定することができなかった。以前に江刺観測場で試験観測した際には、観測値と温度の間に線形近似を施し温度係数を決定することができた上、温度補正によるある程度の効果が得られたが、この際も温度上昇と下降では温度係数が異なるなどの複雑であり、今回はできなかった。原因は十分に把握できていないが、絶対観測点と変化計室の距離が約 370m あることが一因とも考えられる。

図-1～図-4 は、dIdD 磁力計とメイン機器 99KN3 との D(偏角)H(水平成分)Z(鉛直成分)F(全磁力)の単純差と計測孔内の温度を表した 2009 年 1 月から 2010 年 10 月までの時系列データである。各図の左縦軸は、DHZF の各成分、右縦軸は計測孔の温度、横軸は年月を示している。一部において欠測が生じている。この期間の各成分の単純差を見ると、振幅が HZF は  $\pm 2\text{nT}$ 、D は  $\pm 0.2 \sim 0.4'$  程度の範囲にある。D 成分は、欠測後の再起動後に振幅が大きくなったように見受けられる。また、温度は 2010 年 5 月以降の空気断熱処理により日周変化量を小さくすることができたが、単純差との間に年周変化が若干見受けられる。参考までに、当所から東方向に約 25km に位置する基準磁気点大多喜測点の連続観

測データと比較した場合は、単純差の振幅が H は±1nT, ZF は±2nT, D は±0.1' 程度の範囲にあった。

dIdD 磁力計とメイン機器 99KN3 の比較 (dIdD-99KN3)

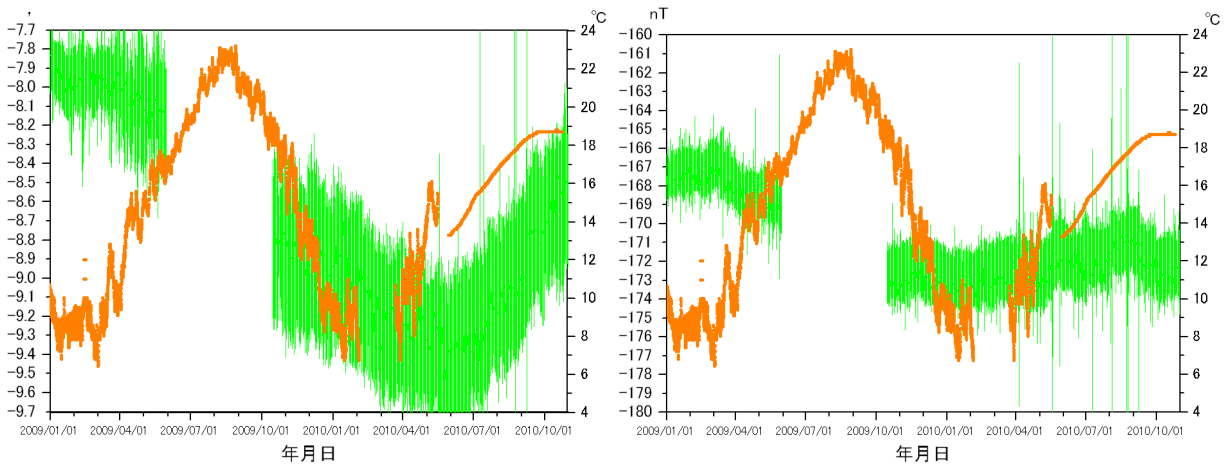


図-1 D(偏角)

図-2 H(水平成分)

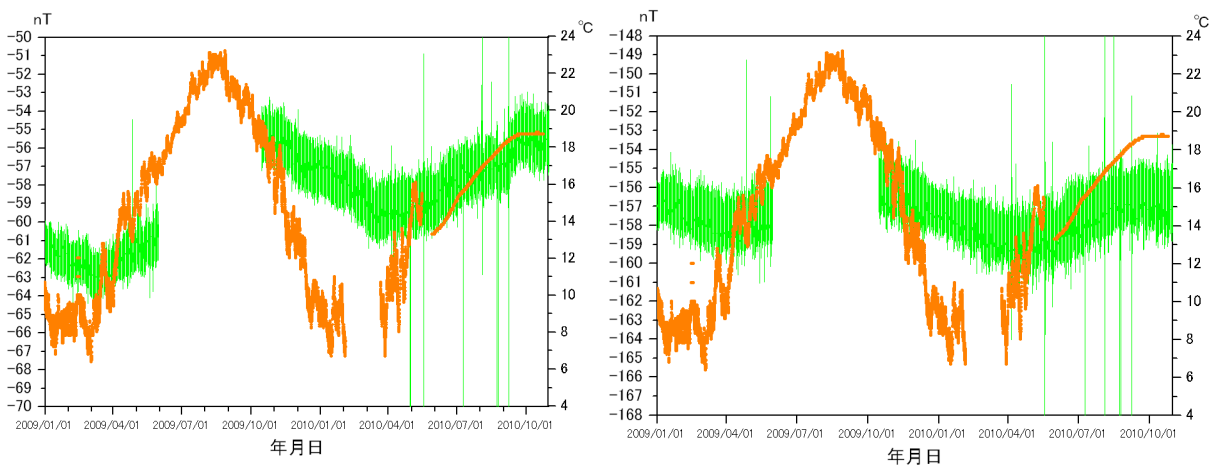


図-3 Z(鉛直成分)

図-4 F(全磁力)

4. まとめと今後の課題

今回の試験観測では、温度係数が決定できなかったことから、長周期データから温度特性を含めた検討が十分にできなかった。今回使用した dIdD 磁力計機器固有の特性かもしれないが、測地観測所において絶対観測の代替になるものではない。測地観測所においては、現在使用しているフラックスゲート三軸磁力計により引き続き連続観測することが妥当である。

過去の試験観測の報告から、毎秒値が安定的に取得できないことも大きな問題点であり、今回も 5 秒毎での観測であり、使用目的を変更した上で活用を図ることが有効である。具体的には、精度を緩和した上で、臨時的な地磁気観測点を設置して、火山地域のモニタリングや地磁気参照点としての活用が検討できるだろう。