

# フラックスゲート三軸磁力計の温度特性について（第1年次）

実施期間 平成元年度～平成14年度  
測地部測地第一課 白井 宏樹 濱崎 英夫

## 1. はじめに

国土地理院では、全国11箇所に地球電磁気連続観測装置を設置し、フラックスゲート三軸磁力計検出器（以下センサーとする）を使用して、地磁気の水平成分・偏角・鉛直成分の変化量測定を実施している。センサーは、温度変化により測定値が変化すると考えられるため、温度変化が少ない地下に設置しているものの、検出器の年間温度変化は8～14程度あることが判明した。そのため、センサーの温度係数を算出し、温度補正をすることによりどの程度の効果が得られるか調査する。

## 2. 研究内容

センサーの温度係数を算出するために、つくば地磁気観測棟変化計室において空調機による温度制御をし、様々な温度条件の下で基線値観測（絶対観測）を行い、基線値の温度依存性を調査する。観測は、複数の三軸磁力計の基線値観測を実施することにより、機器による温度係数の個体差がどの程度あるか傾向を調査する。また、温度係数による補正によりどの程度の効果があるのか、精度的にどこまで必要なのかを合わせて調査する。

## 3. 得られた成果

### （1）各観測点の年間の温度変化について

2000年～2002年について、各観測点における三軸磁力計の検出器温度と制御器温度の最低温度・最高温度を調べた。その内の、大多喜測点と沖縄測点における結果を表-1に示す。使用したデータは、成果ファイルと呼ばれるデータの日平均値である。

その結果、年間を通して以下のような温度変化があることが分かった。

検出器温度変化： 8～14

制御器温度変化： 10～17

今回は、検出器の温度について着目し、温度係数の算出をした。

### （2）温度係数の算出について

今年度は8月～10月にかけて、つくば地磁気観測棟において観測を実施した。空調機によって、三軸磁力計を設置した変化計室の温度を24～33まで変化させ、絶対観測室で基線値観測を行った。基線値観測とは、全磁力を測定するオーバーハウザー磁力計と、DIメーター（フラックスゲート偏角/伏角磁気儀）を使用して、水平分力・偏角・鉛直分力の絶対値を算出することで、三軸磁力計により測定される変化量を用いて、式1から基線値が算出される。

（基線値）＝（絶対値）－（変化量） 式-1

この基線値が、センサー温度とどのような相関があるか調査した。その結果、水平分力の温度係数：0.1495nT/ が得られた（図-1）。同様に、偏角：0.00023°/、鉛直分力：0.1650nT/ という

温度係数が得られた。その後、今回温度係数を求めた三軸磁力計を吉和測点へ持っていき、従来から設置されている三軸磁力計との交換を10月に実施し、現在連続観測を継続中である。

(3) フラックスゲート三軸磁力計の温度特性について

三軸磁力計の温度依存性を調べるために、観測点ごとの A-value ( $= \sqrt{H^2 + Z^2} - F$ ) の変化を指標としている。ここで、A-value とは、三軸磁力計から得られる水平分力 (H) と鉛直分力 (Z) を用いた計算から得られる全磁力 (F) と、プロトン磁力計から得られる全磁力 (F) との差で、それぞれの観測点における両機器の点検に用いられている。実際には、プロトン磁力計は安定的なデータ取得が可能なることから、三軸磁力計の測定値の点検に使用できる数値である。すなわち、A-value の絶対値が大きいということは、三軸磁力計の測定値が何らかの原因によりずれている、ということの意味する。ここでは、温度変化が大きな原因ではないかと考えている。

図 - 2 には、2002 年の十津川測点における A-value の変化を示す。温度係数を加味して補正を行った場合と、温度係数なしの場合とを示した。温度係数を加味しない場合の年間の変化量は、約 4 nT である。一方、温度係数を加味した場合の年間の変化量は、約 1.5 nT である。従って、温度係数を加味した結果、年間の変化量を約 2.5 nT 少なくすることができた。

そこで、十津川測点については、温度係数を算出した三軸磁力計に交換した 2001 年 12 月 18 日のデータから温度係数を考慮して解析するように設定した。同様に、吉和測点は、2002 年 10 月 13 日のデータから温度係数を考慮するように設定した。大多喜測点は、鹿野山測地観測所による基線値観測の実施、温度係数の決定が行われており、1996 年から温度係数を考慮するように設定している。

表 - 1 大多喜・沖縄測点における三軸磁力計の検出器温度と制御器温度。  
2000年～2002年の期間の、最低温度・最高温度の平均値とその差。

	検出器温度( )			制御器温度( )		
	最低	最高	差	最低	最高	差
05大多喜	12	26	14	13	30	17
11沖縄	21	29	8	24	34	10

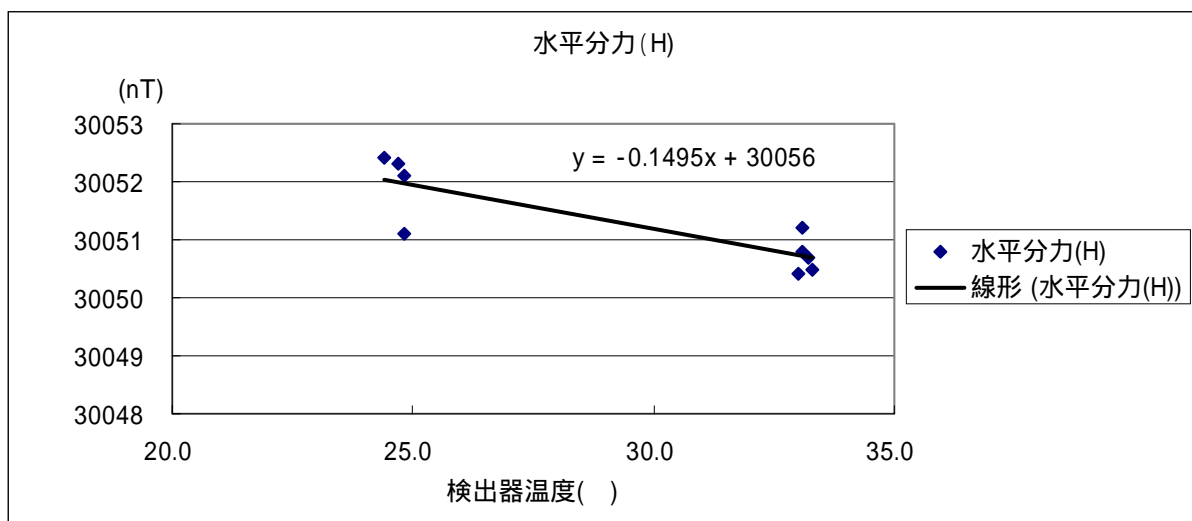


図 - 1 水平分力の基線値観測結果と検出器温度の関係  
2002 年、つくば地磁気観測棟において観測を実施。

各観測点における温度係数を表 - 2 に示す。表 - 2 から、各観測点の温度係数には違いが見られた。

図 - 3 には 2000 年～2002 年について、各観測点における A-value の変化の様子を示す。温度係数を加味してある観測点(期間)は、大多喜(1996

年～)、吉和(2002 年 10 月 13 日～)、十津川(2001 年 12 月 18 日～)である。温度係数を加味してある期間については、温度変化による A-value の変化は小さくなっている。温度係数を加味していない期間、および観測点については、温度変化によると思われる季節変動をしていることが分かった。季節変動の大きさは、観測点によって異なるが、約 3～13 nT 程度である。

表 - 2 各観測点における温度係数

	水平分力 (nT/ )	偏角 (°/ )	鉛直分力 (nT/ )
05 大多喜	-0.83040	0.00031	1.02690
07 吉和	0.14950	0.00023	0.16500
08 十津川	-0.20000	0.00111	-0.23000

#### 4. 結論

各観測点に設置した三軸磁力計(検出器温度)は、年間約 8～14 の温度変化をしていることが分かった。そして、三軸磁力計の温度変化にともなって、観測結果に約 3～13 nT 程度の季節変動があることが分かった。しかし、温度係数を加味することによって、十津川測点においては年間変化量を約 2.5 nT 小さくすることができた。

表 - 2 から温度係数は、観測点ごとに違いが見られ、機器による個体差があると思われる。今後は温度係数がまだ求められていない点について、順次温度係数の算出を行い、傾向の把握に努めたい。その結果、地磁気総合観測システムに温度係数を組み込み、温度変化によらない安定した地磁気データの取得を目指す必要がある。その際、季節変動の大きい赤井川・横浜・沖縄測点の温度係数を優先的に算出する必要があると考える。

また、図 - 3 からは、絶対観測を実施するたびに数～10 数 nT 程度のギャップが生じていることが分かった。大多喜測点については、鹿野山測地観測所により 1 ヶ月～2 ヶ月に 1 回の割合で、絶対観測が実施されているが、その他の観測点については 1 年もしくは 2 年に 1 回の割合での、絶対観測の実施となっている。従って、季節変動の大きい観測点では、絶対観測を行う時期(季節)の違いによって観測結果にギャップが生じると考えられる。

また、1 年～2 年間の三軸磁力計の系統的なずれ・傾きによる誤差の蓄積(ドリフト)によるギャップも、生じていると考えられる。季節変動による観測結果のギャップは、温度係数を考慮することによってある程度は小さくすることができると考えられるが、ドリフトによるギャップは温度係数で取り除くことができない。詳細な検討を行っていないので正確には分からないが、図 - 3 のグラフおよび三軸磁力計のカタログ等を見ると、ドリフトによる変化分は約 1～2 nT/年のようなものである。当面は温度係数の算出を行うべきだと考えるが、次の段階としてドリフトによる変化分の補正をどうするのか考慮しなくてはならないと考える。

平成 15 年度も引き続き調査を進め、高精度な地磁気データの公開をしていきたいと考える。

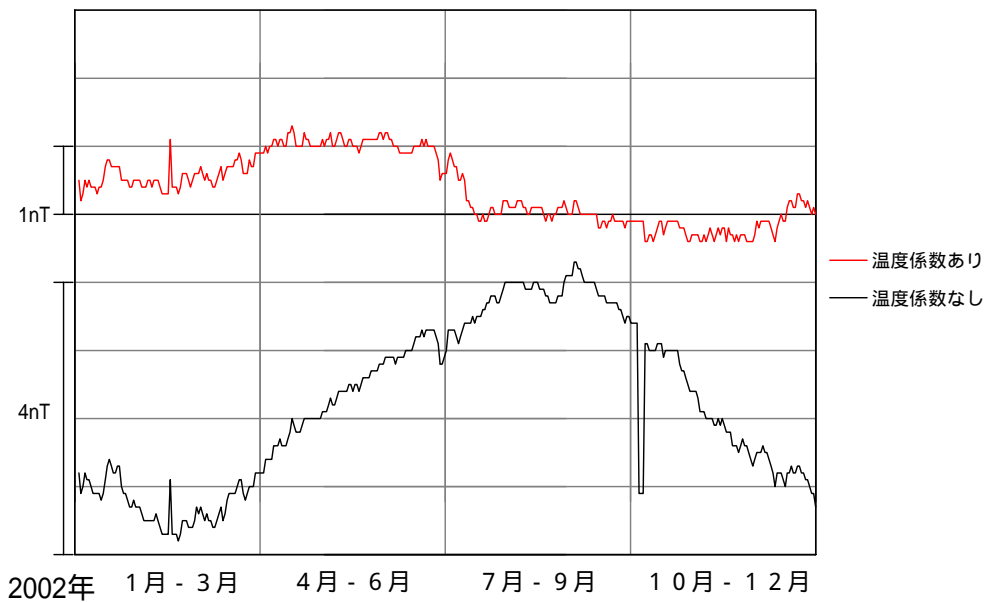


図 - 2 2002年十津川測点における A-value の変化  
(温度係数あり・なし)

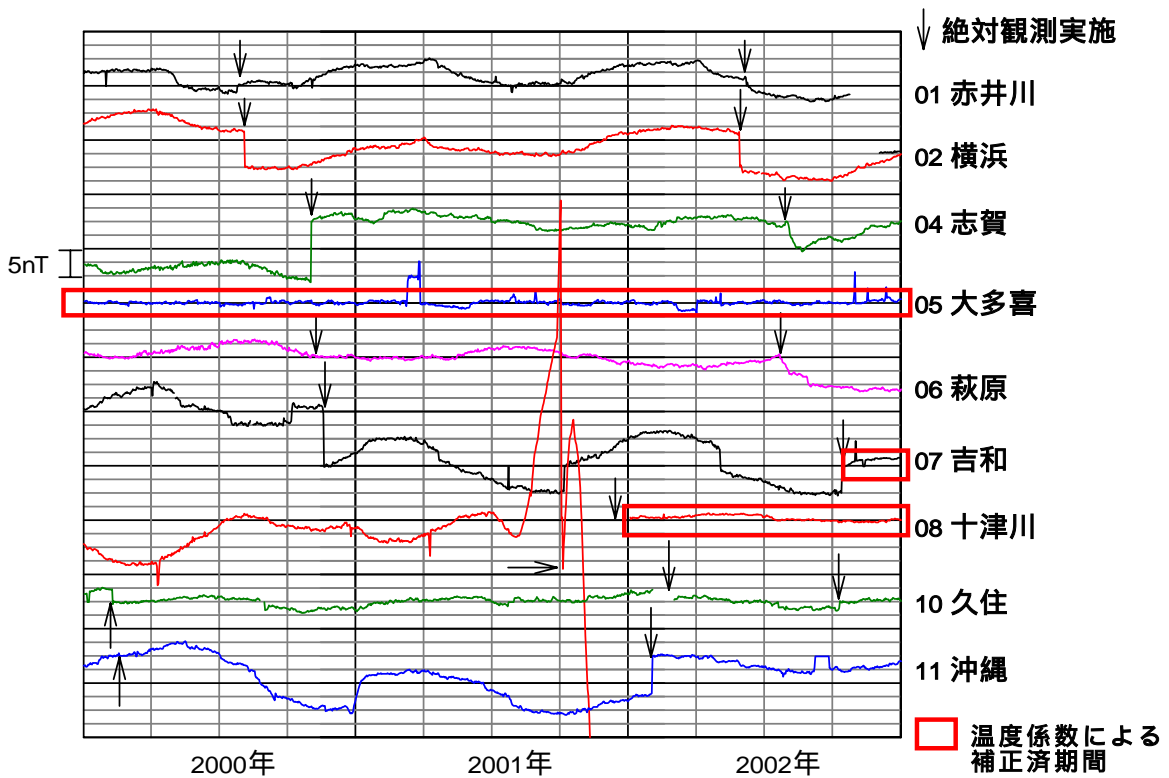


図 - 3 各観測点における A-value の変化

温度係数を加味してある観測点・期間については、温度変化による A-value の変化は小さくなっている。  
{ 大多喜 (1996年～) 吉和 (2002年10月13日～) 十津川 (2001年12月18日～) }