

## 土壌掘削による磁気異常とその経年的安定性 — 鹿屋の絶対観測室内の磁気異常調査から —

山崎 明<sup>1</sup>, 重野伸昭<sup>2</sup>, 山本輝明<sup>3</sup>, 熊谷佳子<sup>4</sup>, 伊藤信和<sup>5</sup>

<sup>1</sup>地磁気観測所技術課, <sup>2</sup>気象庁地震火山部, <sup>3</sup>札幌管区气象台  
<sup>4</sup>元地磁気観測所鹿屋出張所, <sup>5</sup>静岡地方气象台

2010年8月30日受付, 2010年9月28日改訂, 2010年10月6日受理

### 要 旨

鹿屋の絶対観測室は1995年に新しく建設された。この絶対観測室の建設後に室内の全磁力分布を測定した結果、室内全体に広がる振幅が20nT程度の磁気異常があることがわかった。建設前の測量では建設予定地にそのような磁気異常は存在しなかったことから、磁気異常は絶対観測室の建設によって発生したことになる。この磁気異常は器械台設置のための土壌の掘削によってできたものと考え、掘削モデルによる磁気異常の計算で確かめたところ観測値をよく説明でき、土壌掘削によって形成されたことが確認できた。また、掘削モデルから室内の地磁気3成分の磁気分布を推定した。

次に土壌掘削によって生じた磁気異常が経年的に安定であるかどうかについて調べた。1995年から2004年までの絶対観測室の全磁力と鹿屋構内の全磁力連続観測点(80F)および祓川構外比較観測点(HRG)との比較から、絶対観測室の全磁力は異常な変化をおこしていないことが確認できた。また、2004年と2005年に実施した再測量の結果から、絶対観測室の磁気異常は10年程度の時間内でほぼ安定していることが確認できた。これは掘削と埋め戻しにより消磁された土壌磁化が経年的に安定であることを意味し、鹿屋の例では掘削によって絶対観測室内に生じた磁気異常は観測上あまり問題とはならなかった。

### 1. はじめに

地磁気観測の精度を維持するためには観測点の電磁気環境を永続的に良好に保つ必要がある。直流電車や自動車などの人工ノイズは地磁気観測所にとって大きな脅威となっているが、それ以外にも観測点近くでの地形変化や土壌磁化の変化に起因するノイズがある。地形変化については、傾斜地で観測することが多い火山観測などで観測点周囲の地形変化がしばしば問題となる。「絶対観測室の床下でネズミが土を掘るため磁場観測に影響がでて困っている」という海外の観測所での話を聞いたことがあるが、これも地形変化によるノイズの一例と言える。土壌磁化変化に関しては、落雷に伴う異常変化が指摘されている(歌田・小山(1982), 山崎・他(2003))。落雷の大電流により発生する瞬間的な強磁場の影響で、落雷地点の土壌が等温残留磁化(IRM)を獲得するため周囲にステップ状の磁場変化が発生する。

さらに獲得したIRMが時間的に不安定であるため、発生したステップ状変化が解消するセンスに数年間にわたり異常変動が生じるという、なかなか厄介な性質をもつことがわかっている。常温付近での岩石磁化の温度変化に伴う磁場変化も指摘されており、気温の季節変化によって土壌磁化は僅かではあるが消磁もしくは帯磁を起こすので、これにより磁場の年周変化が生じることが報告されている(小嶋・他(1996); Utada *et al.* (2000))。その他、岩石磁気学的な考察は不十分ではあるが、磁性鉱物の変質作用や不安定なIRMやVRM(粘性残留磁化)の経年的な変化に伴う磁場変化があるように思われる。

筆者がこれまで地磁気観測業務に携わってきたなかで、原因のよくわからない数nT程度の全磁力地点差の変動を経験したことが何度かある。同様の地点差の変動は最近八ヶ岳地球電磁気観測所からも報告されており(Ogawa and Koyama (2007), 小河・

小山 (2009)), 報告されることは少ないが地磁気観測の現場では案外よくおこっている現象なのではないかと思われる。こうした地点差の変動は結局原因がよくわからないままやむやみにされることが多いように見受けられるが、その一因として不安定な土壤磁化の変化によってもたらされている可能性が考えられる。

地磁気永年変化を精密に観測する地磁気絶対観測室でこうした異常な地点差変動が起こると永年変化観測に多大な支障を及ぼすことになる。これを避けるため、磁気儀を置く絶対観測点は高床方式によりなるべく地面から遠ざけるように設計され、また磁気分布ができるだけ平坦な場所を選んで観測室を建設するようにしている。しかし、安定した器械台を設置するためには地面をある程度深く掘る必要があり、掘削に伴う磁気異常が生じてしまう。この掘削による磁気異常が永年的に不変であることを前提として地磁気の絶対観測が行われているが、埋め戻した土壤の残留磁化が長年にわたり全く変化しないのかどうかについては実はあまりよくわかっていない。この問題について山崎 (1997) および山崎・他 (2008) は地磁気観測所鹿屋出張所の絶対観測室内の磁気分布調査を行い、土壤掘削による磁気異常とその経年変化について調べた。本報告では山崎・他 (2008) で報告した内容を補足しさらに詳細に述べる。

## 2. 土壤掘削による磁気異常

図1に土壤掘削と埋め戻しによって生じる磁気異常について模式的に示した。一般に土壤には磁性鉱物が含まれるので磁化を有し、磁化の方向は概ね地球磁場方向を向いている。図1に示すように地面が

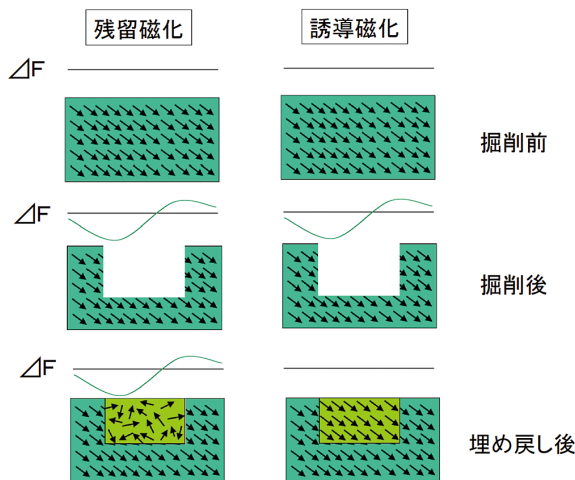


図1 土壤掘削と埋め戻しによる磁気異常形成の模式図  
左側の図は残留磁化の場合で、右側は誘導磁化の場合を示している。 $\Delta F$ は掘削を行った真上の地表に生じる全磁力の磁気異常をイメージしている。

平らで均質に磁化している場合は地表の磁場は一様の分布となるが、この地面を掘削すると磁気異常が生じる。また、一度掘った所を同じ土で埋め戻した場合、埋め戻した土の残留磁化の方向はバラバラになるため全体として消磁状態となる。よって埋め戻しても残留磁化によって生じている磁気異常は残る。誘導磁化については、埋め戻しによって概ねもとの磁化が復元され、誘導磁化による磁気異常は消失すると考えられる。

地磁気観測にとって重要であるのは埋め戻しによって消磁した土壤の残留磁化が永年的に安定かどうかである。仮に絶対観測室の真下で埋め戻した土壤がゆっくりと地球磁場方向に磁化されるようなことが起こるとすれば、地磁気永年変化の観測に悪影響を及ぼすことになる。

## 3. 鹿屋の絶対観測室内と周囲の全磁力分布

鹿屋の絶対観測室は1995年に新しく建設された。建物は木造で屋根は銅板葺きである。室内の中央部に配置された3台の器械台は非磁性の花崗岩でできており、中央の器械台が絶対観測点でFT型磁気儀による偏角と伏角の測定が行われている。東西の器械台ではプロトン磁力計のセンサーが設置されているが、このうち絶対観測のための全磁力測定に使われているのは西側のプロトン磁力計である(図2)。

絶対観測室の完成から2ヵ月後の1995年6月に携帯用プロトン磁力計で絶対観測室内の全磁力分布を測定した。測定は1mの格子点間隔で行い、測定高は床面から1.5m(地表高2.5m)と2.2m(地表高3.2m)の2面で行った(図3)。ここで、全磁力の基準点は絶対観測室から北西方向に110m離れた地点にある全磁力連続観測点(80F)である。測定の結果、室内全体に広がる比較的大きな磁気異常が存在することがわかった。室内の全磁力は北に向かって増加しており、室内の中央部で全磁力勾配が最も大きい分布となっている。室内の北端と南端部の全磁力差は測定高1.5mの場合およそ20nTである。高さ2.2mの測定では1.5mの測定より全体的に磁気異常が3割程度縮小しており、よってこの磁気異常のソースは地下にあることがわかる。

図4に絶対観測室の建設前後で測定した絶対観測室周囲の全磁力測定結果を示す。測定は5mの格子点間隔で実施し、センサーの高さは地表から2.5mとした(大川・他(1996))。全磁力の基準点は同じく80Fとした。図を見ると絶対観測室の建設前は、建設予定地の全磁力分布は0.5nT/m程度(地表高2.5m)で北に向かってゆるやかに増加する分布であったことがわかる。建設後には明瞭な全磁力の負



の異常が形成されており、絶対観測室建設の影響であることは明白である。

図3に示した絶対観測室内の全磁力分布は、元々存在した磁気分布に建設後の磁気異常が重なったものである。この分布から建設前の全磁力分布を差し引けば、絶対観測室の建設によって生じた室内の磁気分布がより正しく反映される。図4の全磁力分布は地表高2.5mでの測定であり、図3(a)の床面高1.5m(地表高2.5m)の測定と高さが一致するので都合がよい。補正は図4(a)の磁気分布に適当な曲面をあてはめ、図3(a)の各測点における補正値を求める方法をとった。この方法で補正した室内の床面高1.5mの磁気分布を示す(図5)。図3(a)と比べあまり大きな違いはないが、室内の北側で全磁力の勾配が緩くなっていることがわかる。

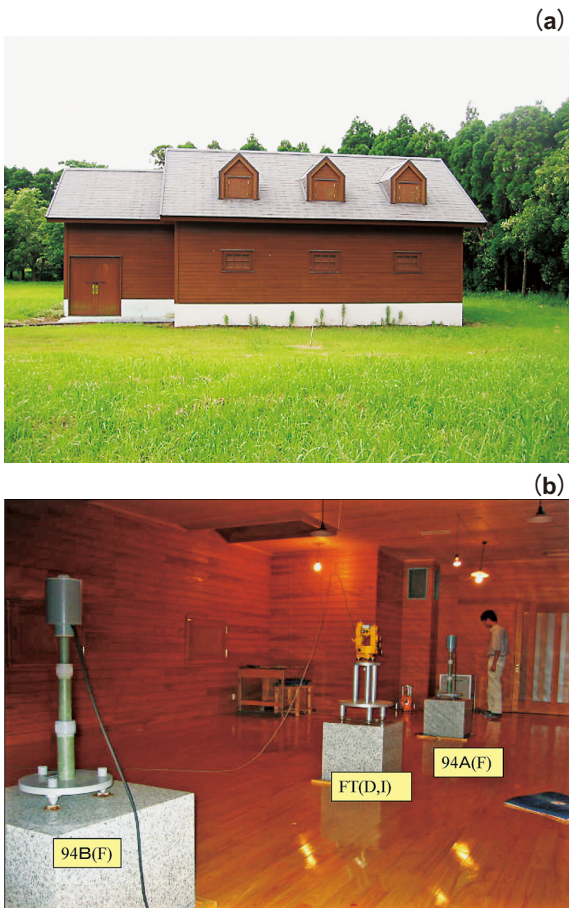


図2 (a) 地磁気観測所鹿屋出張所の絶対観測室の外観  
(b) 絶対観測室の室内

絶対観測室内の西側から東向きに撮影。中央の器械台が絶対観測点でFT型磁気儀による偏角と伏角の測定が行われている。東西の器械台ではプロトン磁力計のセンサーが設置されているが、このうち絶対観測のための全磁力測定に使われているのは西側(94B)のプロトン磁力計である。

#### 4. 地面掘削の範囲と生じる磁気異常

前節で述べたように、鹿屋の絶対観測室内には磁気異常が存在し、この磁気異常は絶対観測室の建設によって形成されたことがわかった。絶対観測室の建物は基本的に非磁性の建材で造られているので、この磁気異常は器械台を設置するための土壌掘削によって生じたものと考えられる。これを確かめるため、土壌掘削によって生じる磁気異常を計算し観測結果と比較した。

絶対観測室の建設に際し3台の器械台を設置するため南北2m、東西10m、深さ2mの土壌を掘削した(図6)。器械台を設置したあとは残土で埋め戻してある。室内の磁気異常はこの掘削した土壌の残留磁化が消失したことによって生じたものであるとし、掘削した形状から生じる磁気異常の計算をおこなった。磁気異常の計算は直方体が作る磁場の解析解(中塚, 1998)を用いた。計算にあたり、消失した残留磁化の方向は現在の地球磁場の方向を向いていたと仮定した。また、残留磁化の大きさは観測値にもっともよく合うように求め、0.23A/mを用いた。ここで観測値として図5で示した補正した全磁力分布を用いたが、基準点に80Fを用いているため

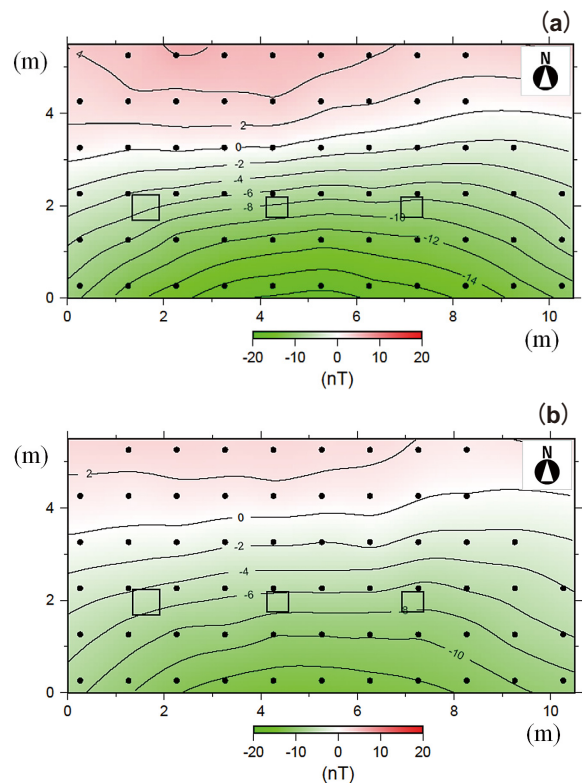


図3 鹿屋の絶対観測室内の全磁力分布  
基準点は鹿屋の全磁力連続観測点(80F)。黒点は1m間隔の磁気測定の測点を示し、中央部にある3つの正方形の印は器械台を示す。コンター間隔は2nT。(a)は測定高が床面から1.5m(地表高2.5m)。(b)は2.2m(地表高3.2m)。

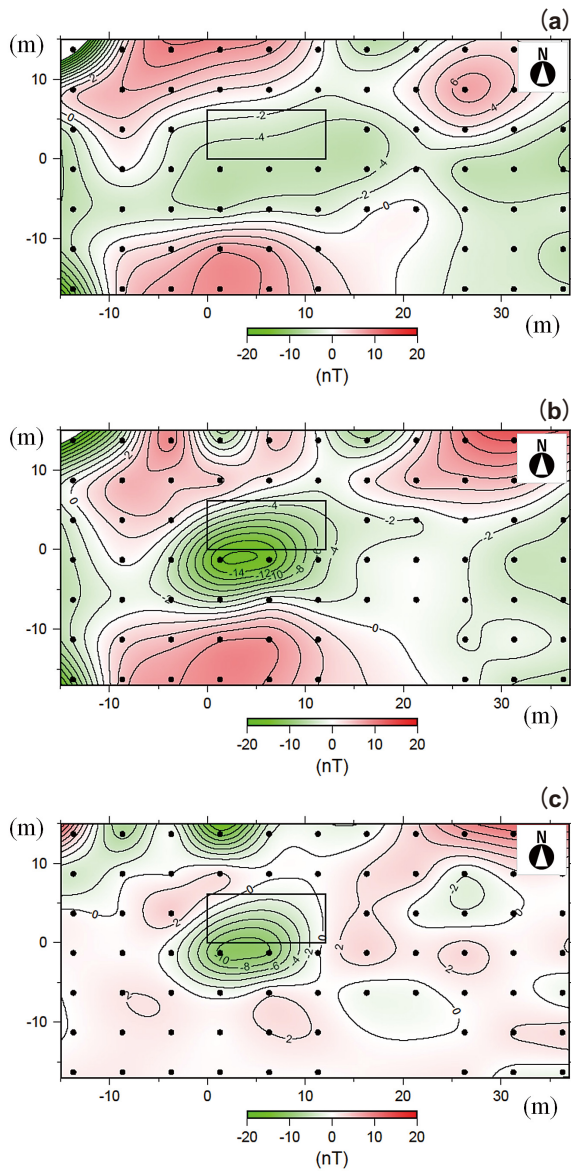


図4 絶対観測室周辺の全磁力分布 (大川・他 (1996))  
 黒点は 5 m 間隔の磁気測定の測点を示し、中央部にある長四角で囲った部分は絶対観測室を示す。測定高は地表から 2.5 m。コンター間隔は 2 nT。(a) 絶対観測室の建設前、(b) 絶対観測室の建設後、(c) 建設前後の全磁力差 (建設後－建設前)。

計算結果と比較するためには磁場のオフセットに問題が残る。そこで磁気異常は室内の中央部地下の土壤掘削によって生じていることを考慮し、室内全体の全磁力分布の平均値をオフセットとして差し引く処理をおこなった。結果として観測値と計算値の全磁力分布のゼロラインはほぼ一致しており、この平均値を差し引く処理は妥当であったことが確かめられた。図7 (a) に床面高 1.5 m での掘削モデルによる全磁力分布、(b) に図5で示した観測値との差を示した。観測値と掘削モデルによる磁気異常はよく一致しており、室内の磁気異常が土壤の掘削によって生じたことが改めて裏付けられた。

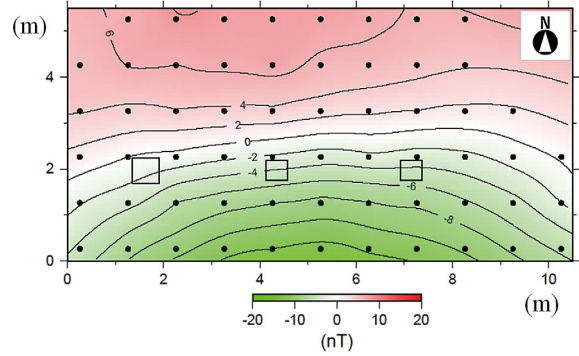


図5 建設前の分布を取り除いた絶対観測室内床面高 1.5 m の全磁力分布

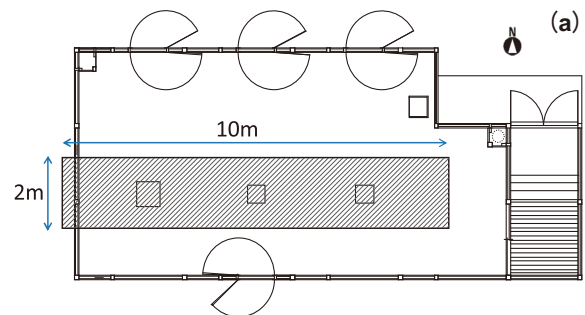


図6 (a) 絶対観測室の器械台の設置のため掘削した地面の範囲 (ハッチングで囲った部分) 掘削した深さは 2.0 m。  
 (b) 器械台設置工事の写真。東側から西向きに撮影。

図8には用いた掘削モデルから推定される床面高 1.5 m における 3 成分の磁気異常を示した。ここで Y 成分は東向きを正としてある。絶対観測室内の地磁気 3 成分の分布を測定することは困難であるので推定値の検証はできないが、全磁力と同様に室内の 3 成分磁気異常をおおむね表現していると思われる。



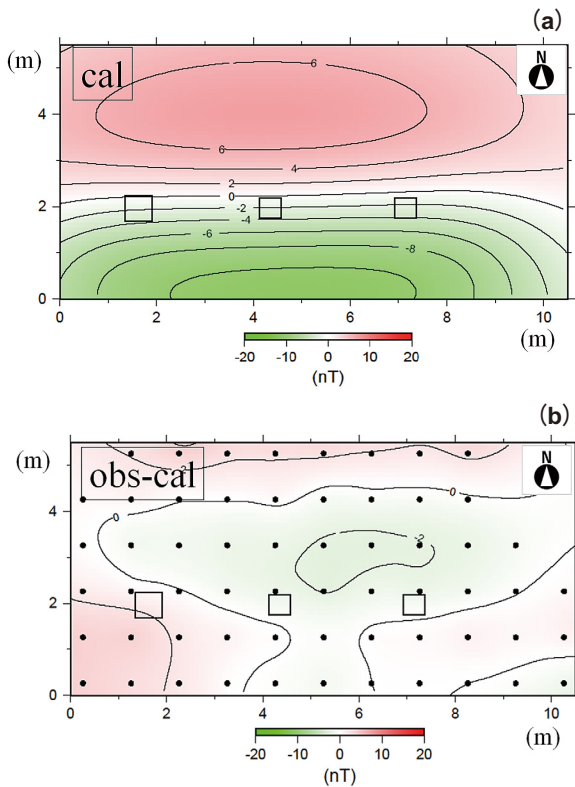


図7 (a) 図6に示した土壌掘削の形状から計算で求めた全磁力分布  
 ここで高さは床面1.5m. 計算にあたって仮定した磁化の大きさは0.23A/m.  
 (b) 図5で示した観測値と計算値の差(観測値-計算値)

る. 器械台の真上では掘削による全磁力値への影響はあまり大きくないが(2~3nT程度), XやZ成分では影響が10nT程度にも及んでいることが推定される.

### 5. 全磁力地点差の経年変化

絶対観測室の全磁力が近くの観測点と比べて経年的にどう変化しているかをチェックするため, 鹿屋構内と構外の観測点との全磁力地点差の経年変化を調べた. 調査に用いたのは鹿屋構内の全磁力連続観測点(図9の80F)と鹿屋出張所から北西4kmにある祓川構外比較観測点(HRG)の全磁力である. 図10に1995年から2004年までの全磁力地点差の月平均値を示した. ここで図の94Aは絶対観測室の西側, 94Bは東側の器械台に設置されているプロトン磁力計である(図2(b)を参照). また94B点ではデータを取得していたのは2000年までである.

まずHRGとの全磁力地点差を見てみると, 94A-HRGは8年で2nT程度小さくなっている. 94B-HRGでも同様の傾向が認められるので, 絶対観測室内の94Aと94Bはほぼ同じ永年変化をしていると言える. 80Fとの全磁力地点差を見てみると, 1999

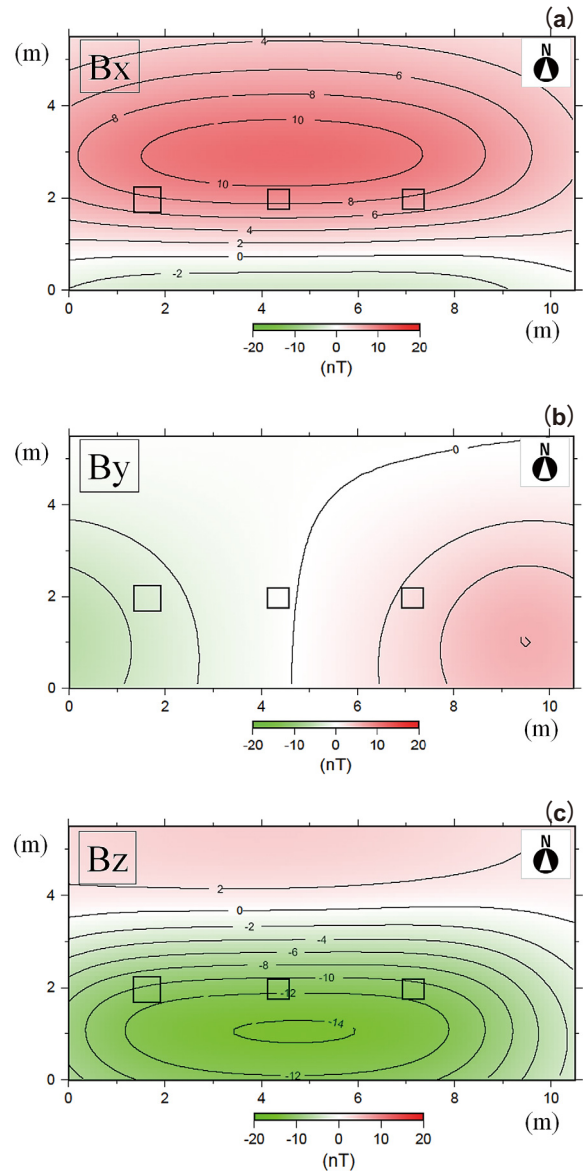


図8 土壌掘削モデルから推定される絶対観測室内の床面高1.5mにおける3成分磁気分布  
 コンター間隔は2nT. (a) X成分, (b) Y成分(東向き+), (c) Z成分.

年と2001年にそれぞれ+2nT程度ステップ状に変化しているのが目立つが, これは構内敷地西隣に建設されたJA施設による80Fへの影響である. これを除けば94A-80Fは8年で2nT程度大きくなっており, 94A-HRGとは逆センスである. これらの全磁力地点差の変動の原因はよくわかっていないが, 4km程離れたHRGでは全磁力の永年変化が鹿屋とはやや異なっている可能性が考えられる. また, 80F観測点はステップ状の変化を除いてもJA施設の影響をじわじわと受けている可能性がある. 結論的には, 絶対観測室の磁場の経年変化は8年間に2nT以内程度で安定しているらしいことはわかったが, それ以上の安定性については全磁力地点差からは言及できない.

### 6. 絶対観測室内の全磁力分布の再測量

絶対観測室内に土壌掘削によって生じた磁気異常が存在することはわかったが、次にこの磁気異常が経年的に安定しているかどうかということが懸念された。磁気異常が経年的に安定していれば、永年変化観測への支障は生じない。しかし、もし埋め戻した土壌が経年的に地球磁場方向に磁化されるという

ことが起これば、絶対観測室内の磁気異常は徐々に小さくなり、地磁気永年変化の正しい観測ができなくなってしまう。

そこで室内の磁気異常が変化していないか調べるため、建設から9年後の2004年8月に再測量を実施した。絶対観測室内の格子測点にはマークを付けておいたので、再測量の測定位置はよく再現できていると思われる。絶対観測室内の測定面での磁場勾配は水平および鉛直方向共に最大で5 nT/m程度であり、仮に測定位置が1 cmずれたとしても、その影響は最大で0.05nTである。再測量の総合的な精度は、測定位置やプロトン磁力計の器差なども考慮するとおおむね0.2~0.3nT以内であろうと思われる。

再測量の結果、磁気異常の分布はほぼ同じであり埋め戻した土壌の残留磁化は安定していることが確認できた。しかし詳細にみると室内の南側で全磁力が増加し北側でやや減少する傾向があるのがわかった。これは室内の磁気異常が全体的に小さくなるセンスであったため、磁気異常が経年的に少しずつ縮小している可能性も考えられた。そこでこの微小な変化を再度確認する目的で2005年3月に第3回目の測量を行った。第3回目の測量結果はむしろ第1回目の結果に近づいており、第2回測量で見られたような変化のパターンは認められなかった。

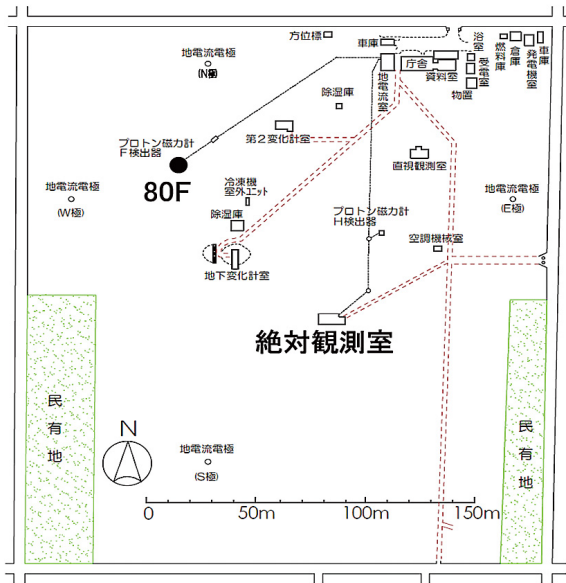


図9 鹿屋出張所の構内配置図  
80Fは鹿屋の全磁力連続観測点

図11に絶対観測室内の3本の南北測線 (B,E,H) の位置を示し、図12に床面高1.5m、図13に床面高2.2mの各測線上における全磁力測量結果を示す。図の黒線は第1回(1995.6)、赤線は第2回(2004.8)、緑線は第3回(2005.3)の測量結果である。ここで全磁力測定基準点としたのは80Fであるが、前節で述べた80Fと絶対観測室の経年変化の影響を除くため、一旦80Fを基準とした全磁力を求めさらに室内の全磁力分布の平均値を差し引いた値を示している。図に見るように第1回と第3回測量の結果はほぼ一致しているが、第2回測量では各測

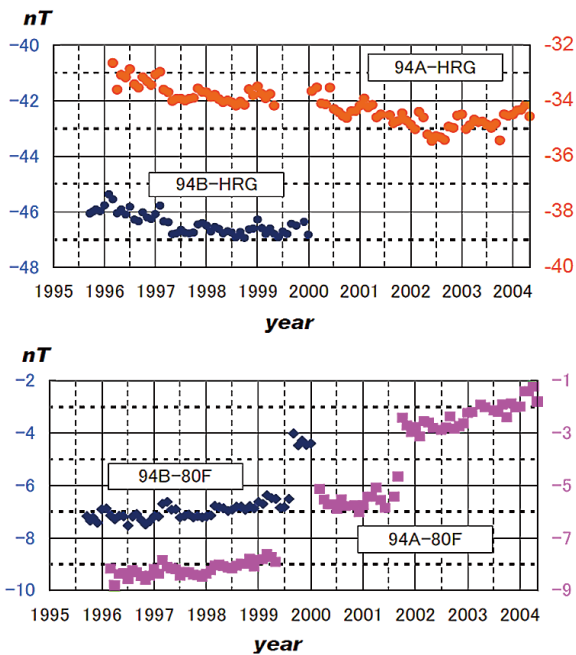


図10 絶対観測室(94A, 94B), 80F, HRG間の全磁力地点差の経年変化  
祇川構外比較観測点は鹿屋出張所の北西約4kmにある。

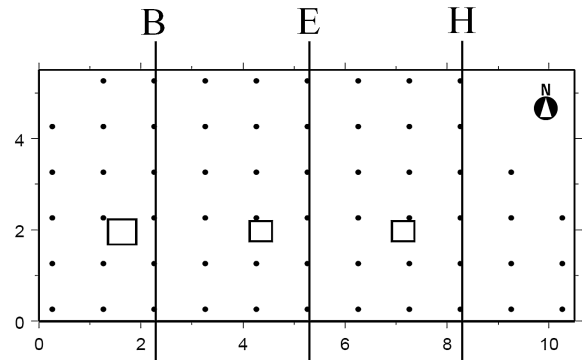


図11 図12, 図13で用いた絶対観測室の南北測線 (B, E, H) の位置

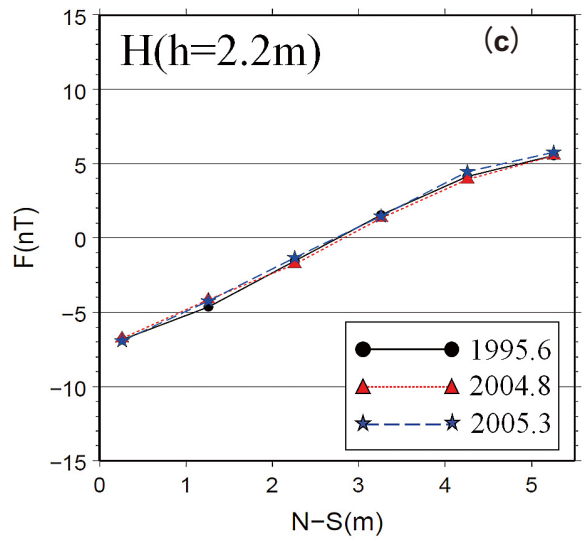
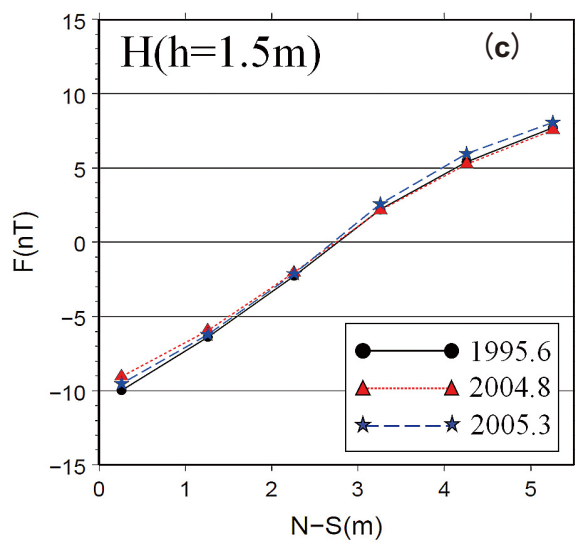
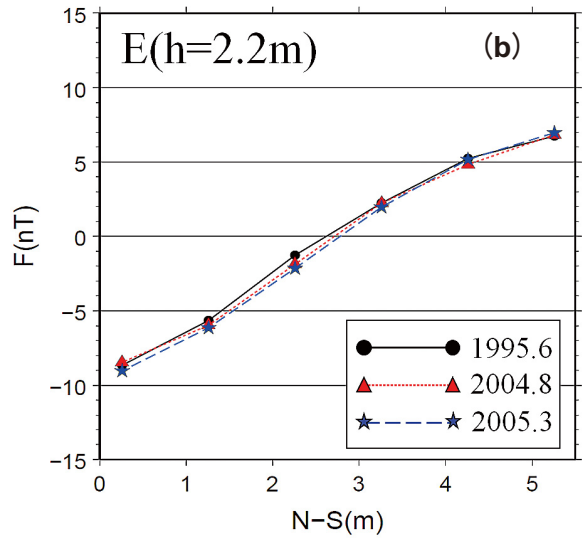
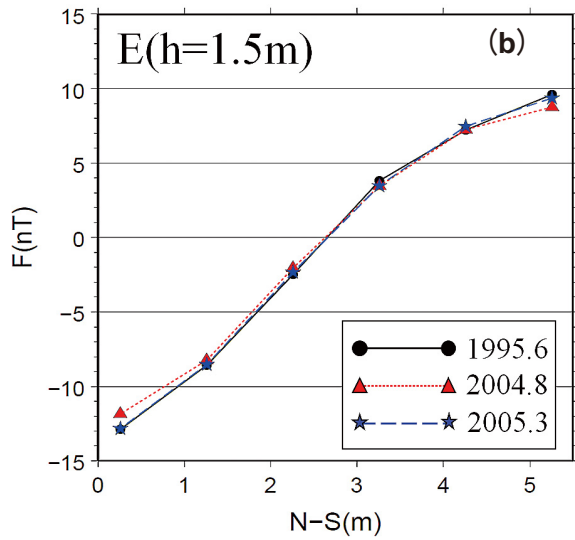
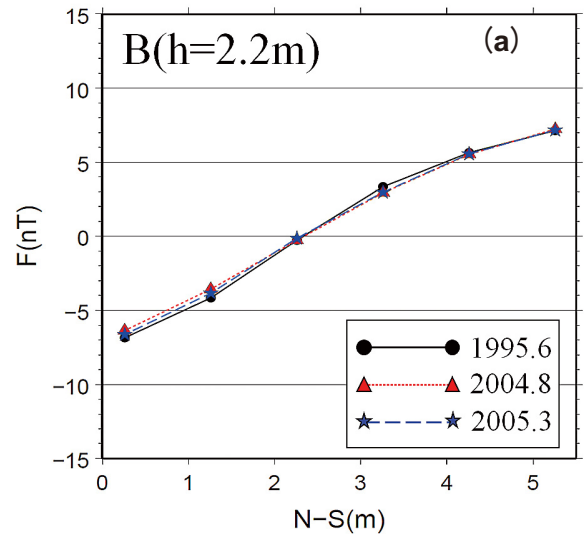
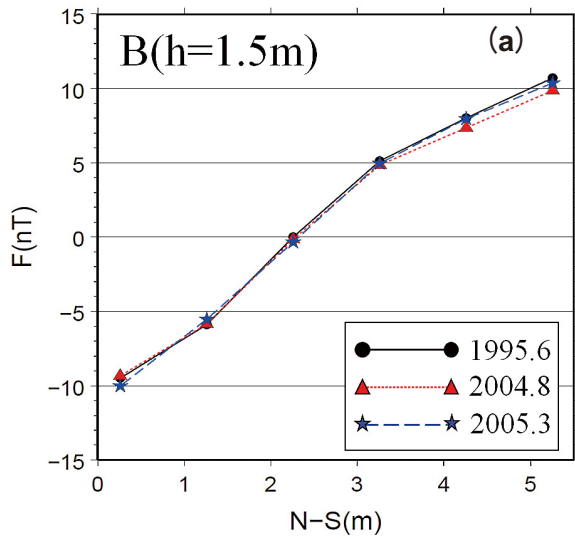


図12 絶対観測室内の床面高1.5mの南北測線上での全磁力測定結果  
 黒線は第1回(1995.6), 赤線は第2回(2004.8), 青線は第3回(2005.3)の測定結果。(a)はB測線, (b)はE測線, (c)はH測線。

図13 絶対観測室内の床面高2.2mの南北測線上での全磁力測定結果  
 黒線は第1回(1995.6), 赤線は第2回(2004.8), 青線は第3回(2005.3)の測定結果。(a)はB測線, (b)はE測線, (c)はH測線。



線で室内の南側で全磁力がやや増加し北側でやや減少する傾向が認められる。この変化の傾向は高さ1.5mの測量で明瞭であるが高さ2.2mではあまり明瞭ではないことから、変動のソースは地面より下にあると考えられる。

次に室内全体の全磁力差の分布を見るため、図14に第1回と第2回測量、図15に第1回と第3回測量の全磁力差の分布図を示した。図14および図15において室内の東端部と北東部に目立つ変化があるが、これは近くにある磁性をもった観測装置の移動などの影響で生じたものである。先にも述べたが第2回測量では第1回測量に比べて全体的に室内の北側で全磁力の増加、南側で減少している傾向のあることがわかる。この傾向は高さ1.5mの測定で明瞭である。一方、第3回測量では第1回測量に比べて全磁力差は全体的に小さく概ね0.5nT以下であり、差の分布にも南北の偏りは認められない。

## 7. まとめと考察

鹿屋の絶対観測室内の磁気異常とその経年的安定性について調べた。鹿屋の絶対観測室の建設後に室内の全磁力分布を測定したところ、室内全体に拡が

る振幅が20nT程度の磁気異常があることがわかった。建設前の測量では建設予定地にそのような磁気異常は存在しなかったことから、磁気異常は絶対観測室の建設によって発生したことになる。この磁気異常は器械台設置のための土壌の掘削による影響と考え、掘削モデルによる磁気異常の計算で確かめたところ観測値をよく説明でき、土壌掘削によって形成されたことが確認できた。また、掘削モデルから室内の地磁気3成分の磁気分布を推定した。

次に懸念されたのは土壌掘削によって生じた磁気異常が経年的に安定であるかどうかであった。絶対観測室の全磁力と鹿屋構内の全磁力連続観測点および祓川構外比較観測点との比較から、1995年から2004年までの間で絶対観測室の全磁力は約2nT以内で安定していることが確認できた。また、2004年と2005年に実施した再測量の結果から、絶対観測室の磁気異常は10年程度の時間内ではほとんど変化しないことが確認できた。これは掘削と埋め戻しにより消磁された土壌磁化が経年的に安定であったことを意味し、絶対観測を行う上で障害となることはなかった。

しかし再測量の結果から概ね1nT以下の変動量

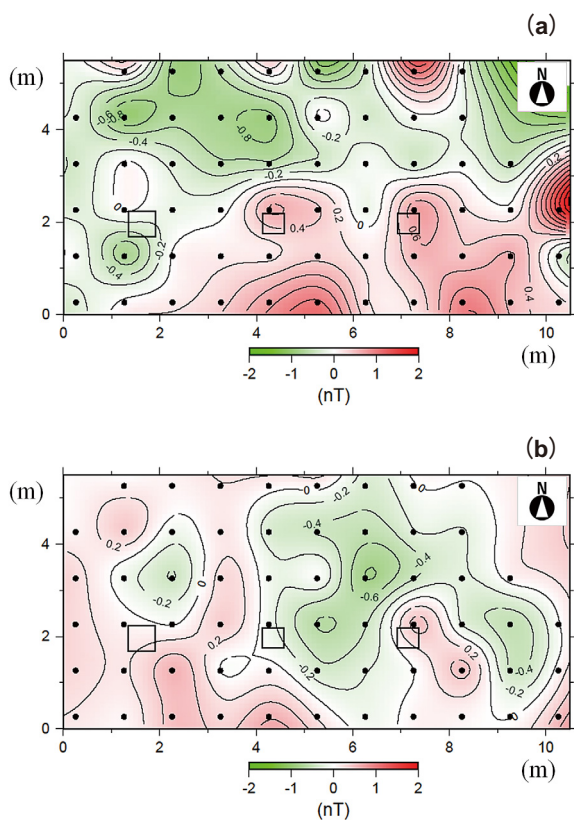


図14 絶対観測室における第1回測定と第2回測定との全磁力差の分布（第2回－第1回）  
コンター間隔は0.2nT。(a)は床面高1.5m、(b)は床面高2.2m。

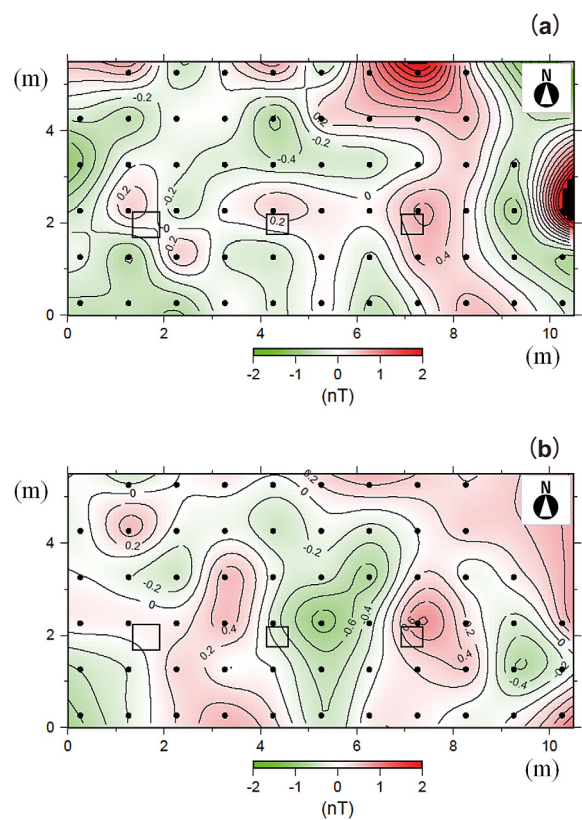


図15 絶対観測室における第1回測定と第3回測定との全磁力差の分布（第3回－第1回）  
コンター間隔は0.2nT。(a)は床面高1.5m、(b)は床面高2.2m。



であるが、絶対観測室内の磁気分布が微妙に変化していることもわかってきた。特に第2回測量では室内の南側で増加、北側で減少する変化を示した。第3回測量では第2回測量と同じ結果にはならず、むしろ第1回の測量結果とほぼ同じとなった。すなわち、室内の磁気分布は経年的に一定方向に変化しているわけではないが、気温などの影響で微妙に変化しているものと推測される。

Utada *et al.* (2000) は火山での磁場観測などでしばしばみられる年周変化を調べ、その原因として土壌磁化の温度による変化を指摘した。これは常温付近の温度変化でも地表の岩石の残留磁化および誘導磁化は少し変化するので、気温の年周変化の影響により地表付近において数 nT 程度の磁場の年周変化が観測されるというものである。鹿屋の絶対観測室の磁気異常は土壌の掘削によるものであるが、磁気異常は掘削した範囲の外側の土壌の磁化によってもたらされている。この周囲の土壌磁化が温度が上がることによって僅かに消磁を起こす場合、絶対観測室内の磁気異常は小さくなる方向に変化するものと考えられる。第2回測量は夏季の8月に行われたので、観測室周囲の土壌磁化がわずかではあるが消磁をしたと考ええると、室内の磁気異常が小さくなる方向への変化は説明可能である。しかしながら、磁気異常の微小な時間変化を論ずるには今回の調査データは不十分であり、可能性の指摘のみにとどめる。

鹿屋での土壌掘削と埋め戻しによって生じた磁気異常が10年程度の時間スケールで安定であることはわかった。とはいえ、絶対観測室内の磁場の安定性は非常に重要であるので、今後も数年に一度程度絶対観測室の全磁力測量を実施し磁場分布をチェックすることが望まれる。また、今回の鹿屋の例では土壌掘削による磁気異常は安定であったが、それがどのような土質でもあてはまるかどうかについてはよくわからない。いずれにせよ、このような土壌の磁性の問題が存在することに注意を払っておくことが肝要と考える。

## 謝辞

鹿屋の絶対観測室の建設関係者、および絶対観測室内およびその周辺の磁気測量に関わった1995年当時の鹿屋出張所職員に感謝申し上げる。磁気分布図などの作成にあたっては GMT (Wessel and Smith (1995)) を使用した。

## 参考文献

- 中塚 正, 磁気探査－探査理論－, 物理探査ハンドブック (物理探査学会), 481-489, 1998.
- Ogawa, T. and S. Koyama, Temporal changes of the geomagnetic total intensity on the pillar of the theodolite with a magnetic sensor and the magnetic anomaly in the absolute measurement house of Yatsugatake geoelectromagnetic observatory from 2006 to 2007, Conductivity Anomaly 研究会2007年論文集, 201-208, 2007.
- 小河 勉, 小山 茂, ハヶ岳地球電磁気観測所絶対観測室内の磁気異常の時間変化, Conductivity Anomaly 研究会2009年論文集, 71-74, 2009.
- 小嶋美都子, 大和田毅, 外谷 健, 火山地帯における地磁気地点差の季節変動の原因についての一考察, 地磁気観測所技術報告, 第35巻3, 4号, 64-76, 1996.
- 大川隆志, 山崎 明, 室松富二男, 田中智巳, 池亀孝光, 横山恵美, 熊谷佳子, 鹿屋の地磁気絶対観測室および観測装置の更新に関わる調査, 地磁気観測所技術報告, 第36巻1, 2号, 47-56, 1996.
- 歌田久司, 小山 茂, 落雷に伴うハヶ岳地磁気観測所の全磁力変化 (1981年7月), CA 研究会論文集, 181-186, 1982.
- Utada, H., M. Neki and T. Kagiya, A study of annual variations in the geomagnetic total intensity with special attention to detecting volcanomagnetic signals, Earth Planets Space, 52, 91-103, 2000.
- Wessel, P. and W. H. F. Smith, New version of the generic mapping tools released, EOS Trans. Am. Geophys. Union, 76, 329, 1995.
- 山崎 明, 鹿屋の絶対観測室の磁気分布について, 地磁気観測所技術報告, 第36巻3, 4号, 14-21, 1997.
- 山崎 明, 白土正明, 大和田毅, 徳本哲男, 源 泰拓, 落雷に伴う磁場の異常変化に関する調査－草津白根山での観測例－, Conductivity Anomaly 研究会2003年論文集, 91-97, 2003.
- 山崎 明, 重野伸昭, 山本輝明, 熊谷佳子, 伊藤信和, 鹿屋の絶対観測室内の磁気異常とその経年的安定性について, Conductivity Anomaly 研究会2008年論文集, 106-111, 2008.

**On the magnetic anomaly and its long-term  
stability caused by dug the ground**  
— A case study of magnetic anomaly in the Kanoya's  
absolute observation house —

by

**Akira YAMAZAKI<sup>1</sup>, Nobuaki SHIGENO<sup>2</sup>, Teruaki YAMAMOTO<sup>3</sup>,  
Yoshiko KUMAGAI<sup>4</sup> and Nobukazu ITOH<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>**Kakioka Magnetic Observatory**

<sup>2</sup>**Japan Meteorological Agency**

<sup>3</sup>**Sapporo District Meteorological Observatory**

<sup>4</sup>**former Kanoya Magnetic Observatory**

<sup>5</sup>**Shizuoka Local Meteorological Observatory**

Received 30 August 2010; received in revised form 28 September 2010;  
accepted 6 October 2010

**Abstract**

A newly designed absolute observation house of the Kanoya Magnetic Observatory was built in 1995. Two months after completion of the house, in June 1995, we conducted a magnetic survey inside the house by a proton magnetometer. As the survey result, we found relatively large magnetic anomaly, of which the amplitude is about 20 nT at height of 1.5m from the floor level, spread out entirely over the house. Since there was not such magnetic anomaly before the construction, it was caused by the construction of the absolute observation house.

We supposed the magnetic anomaly was produced by dug the ground for setting up three pillars. To confirm this assumption, we made a computation of magnetic anomaly by using a shape model of the dug ground. The computational results almost coincided to the observed anomaly. Furthermore, we estimated the distribution of the three components magnetic anomaly inside the house.

Almost 10 years after the first survey, in August 2004 and March 2005, we conducted the second and the third surveys to check the status of magnetic anomaly in the house. As a result, the distribution of anomaly was almost the same as the first survey. This fact suggests that the magnetization of the dug soil is stable almost 10 years, and we suppose the magnetic anomaly caused by dug the ground is not so serious for secular magnetic observation.