

八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

小河 勉, 小山 茂 (東大地震研究所)

Temporal variation of the magnetic anomaly in the absolute measurement house of Yatsugatake Geoelectromagnetic Observatory

OGAWA Tsutomu and KOYAMA Shigeru (ERI, the Univ. of Tokyo)

Abstract

Mapping the anomaly of the geomagnetic total intensity is repeated in the absolute measurement house of Yatsugatake Geoelectromagnetic Observatory (YAT), Earthquake Research Institute, the University of Tokyo. The anomaly distribution changes temporally : episodic, annual and secular. While episodic changes has its origin in the center of the house, the annual change can be correlated to the temperature change at 1 meter depth to the north of the house. The secular change of the anomaly shows that the geomagnetic total intensity in the house is decreasing, especially at the northern boundary of the house where a positive peak of the anomaly exists.

1. はじめに

東京大学地震研究所八ヶ岳地球電磁気観測所の絶対観測室内には、全磁力分布の異常が存在し、かつその異常の時間変化にともなって磁気儀台上の全磁力が時間変化する (Ogawa and Koyama, 2007)。よって、観測所で得られる連続観測磁場三成分データの絶対観測による補正に用いる基線値の算定の際には、磁気儀台上と連続観測全磁力との全磁力の差が時間によらない定数とはみなせず、絶対観測の都度、全磁力差を測定し基線値算定に代入する必要がある。

全磁力差のこの時間変化の原因となっていると考えられる、絶対観測室内の全磁力分布異常の時間変化について、毎月、室内を3次元的に、水平48点、鉛直5高度の合計240点(第1図参照)の繰り返し全磁力測定を2年間継続することにより、その定性的特徴を明らかにできた。特に2008年に開始した地温連続測定により、全磁力差変化の年周変化と地温との関連の検討が新たに可能となった。以下、絶対観測室内の全磁力異常空間分布の時間変化、その時間変化の空間分布及び地温変化との関連について、現時点までの定性的解釈とともに報告する。

2. 絶対観測室内の全磁力の空間分布：初回(2006年8月)と直近回(2009年1月)及び繰り返し測定間の時間変化

絶対観測室内の本測定開始時(2006年8月)の全磁力異常分布を第1図に示す。本稿において、「全磁力異常」とは連続全磁力観測点C点における全磁力からの各測定全磁力の差を表現する。絶対観測室内での全磁力測定は、磁気儀台を中心に、水平には南北・東西に40cm間隔で7点×7点から磁気儀台を除く48点、また鉛直には床面から高さ4cmから187cmまでの計5面、計240点で実施している。日変化等、絶対観測室近傍に起源を持たない成分の各測定全磁力からの除去のため、観測所の全磁力連続観測点C点の全磁力値を参照し、各測定点における全磁力値とこれとの差を求めた。磁気儀台の位置における全磁力異常は周囲の点から補間して得た推定量である。その特徴を4点にわたって記せば次の通りである。

- a) 天測用窓(北側中央)の直下に正の著しい(150nT程度の)極大が存在する
- b) 磁気儀台(測定点分布の中心)の足下真南に小さな負の極大が存在する
- c) 高度が高くなるにつれ、全磁力の水平・鉛直勾配が小さくなる
- d) 2006年8月に測定された、磁気儀の位置周辺の全磁力勾配は概ね、水平に0.13nT/cm、鉛直に0.06nT/cmである。

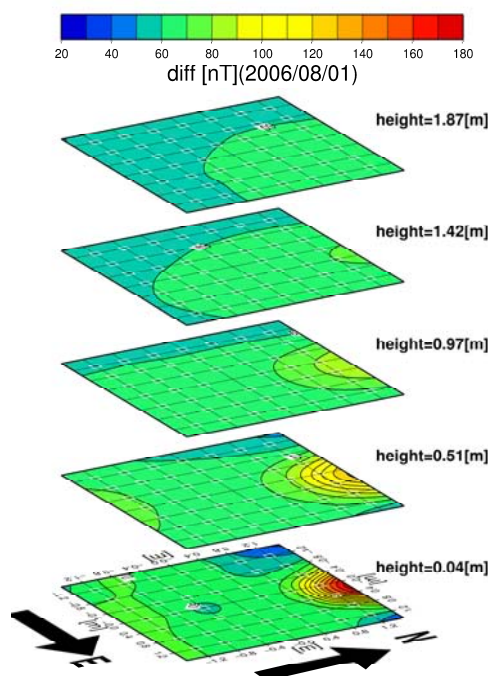
これに対し、直近回（2009年1月）の全磁力異常分布を第2図に示す。2006年8月と比較して顕著な差異は、次の通りである。

- a) 絶対観測室内の全体において、全磁力が減少している。
- b) 天測用窓の直下の正の著しい極大が弱化している（120nT程度）。
- c) 室内中心床面直下（測定点分布の南側）の負の極大が顕著になった。

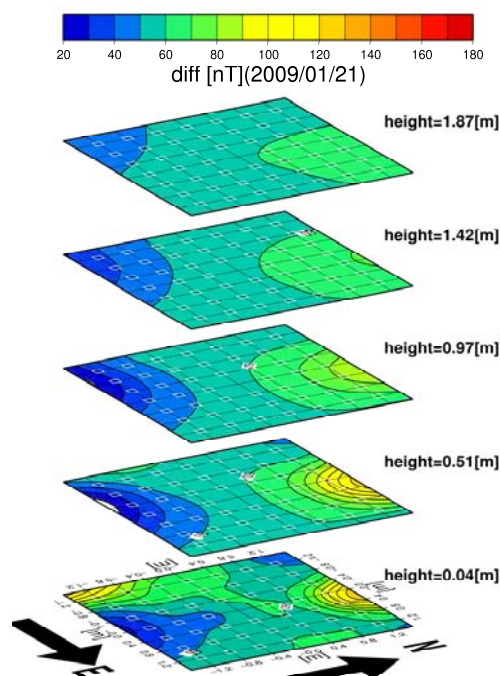
これらの二つの測定の間全磁力異常分布の差異が、絶対観測室が磁気儀台周辺につくる温度異常場に起因する磁化分布異常がもたらす全磁力異常（Utada et al., 2000）のみに起因するならば、その差異は温度異常場を支配する季節に依存した時間変化を示すはずである。絶対観測室内での全磁力分布の測定は、2007年4月からは毎月実施しており、各回の測定間の変化の空間分布を第3図に示す。

絶対観測室内の全磁力異常の時間変化は、絶対観測室の中心（南側）、床面直上に振幅の極大をもつ、室内で概ね同位相かつ非一年周期の準周期的な時間変化を顕著に示している。この結果は、絶対観測室内の最北・最上の測定点における時間変化の振幅が最も小さいことを示唆し、詳細は後述のように観測事実もこれを支持する。全磁力参照点が屋外にあること、地温分布の変化が地中の磁化不均質をもたらし磁場を変化させること（Utada et al., 2000）を考慮すれば、絶対観測室の存在自身が観測所の敷地内の地表・地中温度の季節変化の異常の原因となり、地中の地温分布不均質、したがって磁化不均質とこれらの時間変化をもたらし、絶対観測室内の全磁力の時間変化を帰結しているものと考えられる。磁気儀台上の全磁力は、このような絶対観測室内の全磁力時間変化分布自体の中に位置する物理量である。本結果は一般に、磁性鉱物に富んだ火山岩の上に構築された地磁気観測所における絶対観測室内では同様な現象が生じている可能性を示唆し、これらの地磁気観測所における基線値の算定の際の注意を喚起している。

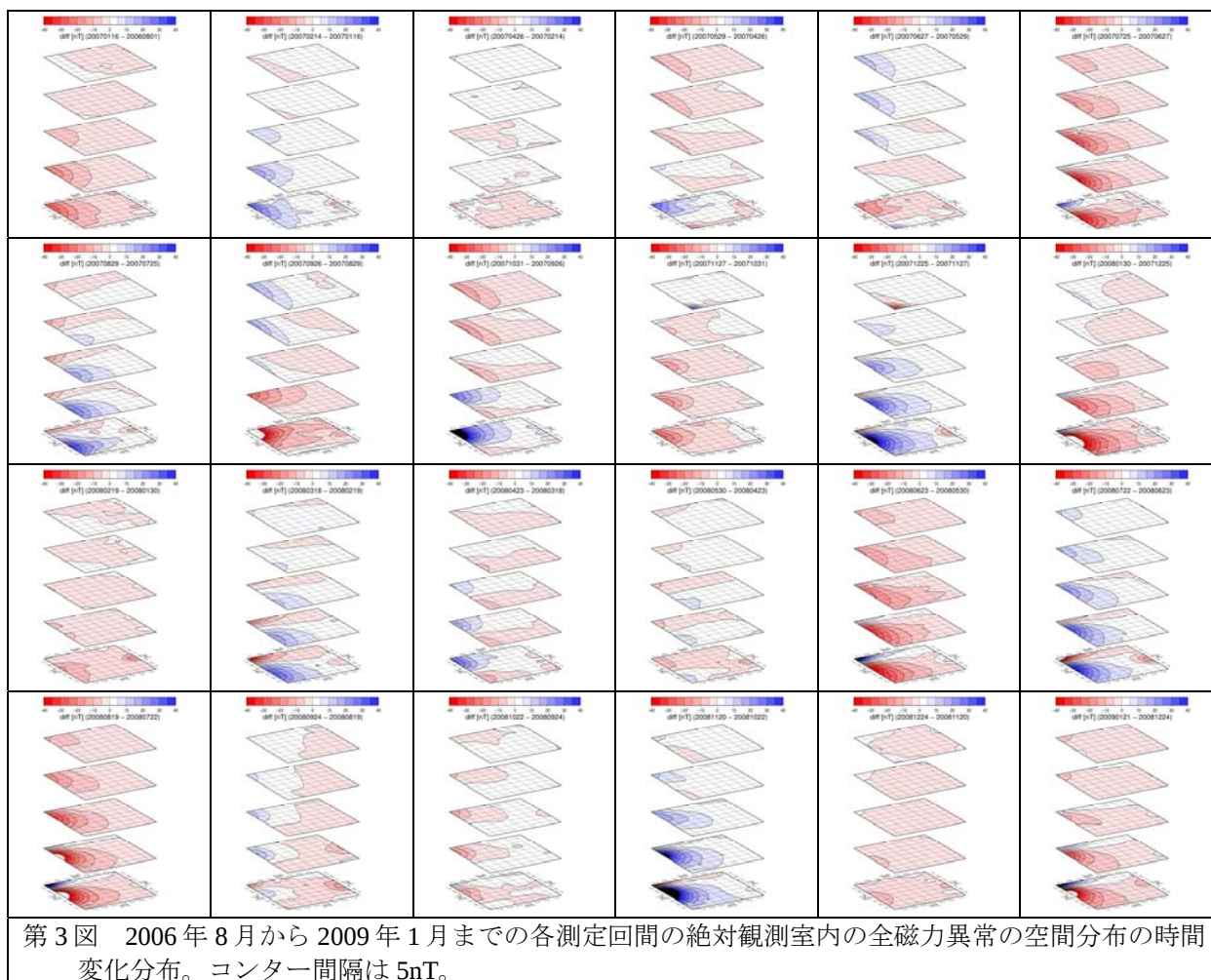
一方、地温変化がおおむね一年の周期を持つものと考える際、全磁力差の空間分布の時間変化には、一年周期や一年に満たない周期の準周期的変化以外に単調変化が含まれていることが看取される。第1図と第2図の単純な比較は、その測定季節が異なるために、注意を要する。以下では、特徴的な測定点と磁気儀台上における全磁力差の時間変化をより詳細に見ることとする。



第1図 2006年8月の絶対観測室内の全磁力差空間分布（全磁力参照点は連続観測点C点）。コンター間隔は10nT。床面から5つの高度で、南北・東西の方眼の交点で全磁力を測定している。



第2図 2009年1月の絶対観測室内の全磁力差空間分布。測定や図示の条件は第1図と同一。

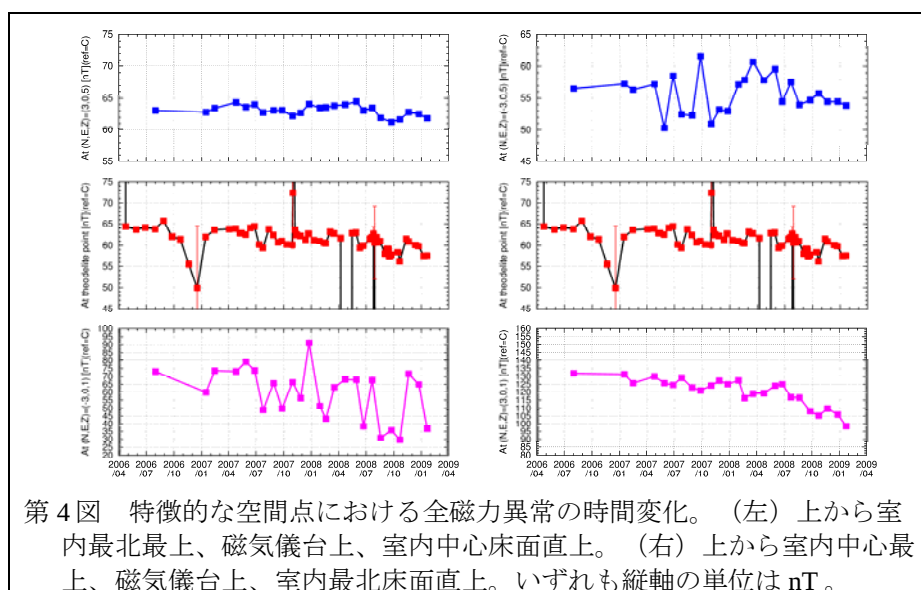


3. 全磁力異常の時間変化の空間分布

絶対観測室内の特徴的空間点として、磁気儀台上とともに、室内中心床面直上、室内最北最上を取り、後者2点における全磁力差変化の時間変化の比較対象として、それぞれ室内中心最上、室内最北床面直上を取る。これら5点における全磁力差の時間変化を第4図に示す。磁気儀台上

における全磁力差の値は実測値であり、約2週間ごとに実施する24時間程度の実測全磁力差（参照点はC点）の平均値を示している。

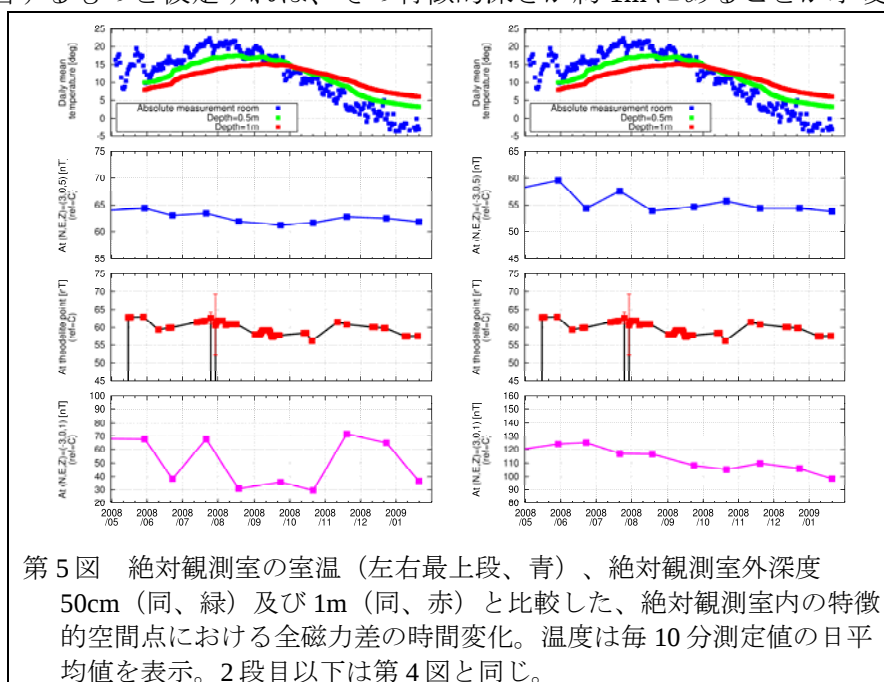
磁気儀台上の全磁力差時間変化のうち、準周期的変化は室内中心床面直上、室内最北最上の各変化と、位相は調和し、振幅はそれらの中間値をとることが示されている。短周期変化では室内中心床面直上と、また長周期変化では室内最北最上と、それぞれ時間変化の対応が明瞭に見て取れる。



一方、磁気儀台上の全磁力差時間変化の単調変化は、室内最北床面直上の全磁力差の概ね単調な変化と調和的である。同点は室内最大の全磁力差の正の極大のある位置で、その強度の減少が磁気儀台上の全磁力差の減少を支配していると考えられる。この強度の減少の、可能性のある原因の一つとして、測定量が同点における主磁場ベクトルと同点近傍の磁化が作る異常場ベクトルとの合成の絶対値であり、2007年以降の地磁気永年変化が主磁場ベクトルが異常場ベクトルを打ち消す傾向をもっている可能性がある。地磁気永年変化に伴う同点近傍の誘導磁化の変化の影響とあわせてその原因は考察の対象となる。

4. 地温変化との比較

2008年に開始した、絶対観測室外北側における深度50cm及び1mにおける地温連続測定結果と、絶対観測室内の特徴的空間点における全磁力差との比較を第5図に示す。地温の測定期間は1年に満たないものの、示された年周的变化の各空間点の全磁力差時間変化の位相は深度1mの地温変化の位相と近く、9月頃に極値をもつ。絶対観測室内の全磁力差の時間変化を作り出す磁化異常を地温変化に起因するものと仮定すれば、その特徴的深さが約1mにあることが示唆された。



5. 定性的考察のまとめ

八ヶ岳地球電磁気観測所の磁場データの補正に不可欠な、絶対観測による基線値の算定に必要な、磁気儀台上の全磁力の時間変化の特徴を、絶対観測室内の全磁力分布、地温変化を参照して定性的に特定した。絶対観測室内の全磁力変化は短周期・年周期・単調変化のいずれもが空間分布し、年周変化と深度1mの地温変化との関連の可能性が示唆された。

本研究は本来、絶対観測の際の磁気儀の位置における全磁力値と全磁力連続観測値との差異の時間変化の原因の究明を志向したものである。

参考文献

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.

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 and Space*, 52, 91-103, 2000.