

## はじめに

柿岡（現 茨城県石岡市柿岡）における地磁気観測は、大正 2 年 1 月 1 日に始まり 2013 年 1 月に一世紀を迎えました。その間の 9 つの太陽活動周期の間、移転することなく観測を継続した地磁気観測所は世界でも数点を数えるのみです。さらに、柿岡地磁気観測所は観測網の手薄なアジア・オセアニアを代表する点として、最先端の技術を取り入れつつ大変に質の高いデータを提供し続けて頂きました。

これまでに地磁気精密観測の果たした役割は大きく、柿岡を含む精密地磁気観測点網は、国際リアルタイム地磁気観測ネットワーク（INTERMAGNET）を通じた高精度データの準リアルタイム配信を行っています。このような良質の地磁気データに基づき、火山活動に関連する地磁気変化や、地震波・津波伝播に伴う微弱な地磁気変動などの防災に関する研究がなされています。また、地殻深部～マントル構造調査を目的としたネットワーク MT 観測・長周期 MT 観測等の研究、さらに海洋底における電磁場変動観測等、いずれの研究でも日本国内において質の高い基準電磁場が安定して提供されることは必須の条件となります。

一方、この百年間で、地球磁気観測の状況は大きく変わってきました。人工衛星による宇宙空間における観測や、海底・極域での無人観測がおこなわれる一方で、地磁気観測所の数は国際地球観測年（1957-1958 年）の期間に比べて著しく減少しています。昨今の電磁気環境は悪化し、GPS の出現による磁気による方位決定という実用的な用途への社会的要請が減ることからも、地上固定点における電磁場の連続観測はますます困難になりつつあります。

このような状況下で、2013 年に地磁気観測所が 100 周年を迎えるにあたって、これまでの主として地表における地球電磁気観測を振り返り、そして地上における長期連続定点観測の重要性・必要性を見究め、国内外に発信していくことは、今後の地球電磁気観測の発展の礎として、重要な意義をもつと思われま

このため、全国の関連研究者が一堂に会し議論・総括を行うことを目的として、東京大学地震研究所共同研究プログラム 共同利用研究集会「柿岡の地磁気観測百年－地球物理学に果たす役割－」（課題番号：2012-W-07）の援助を受け、また京都大学防災研究所共同利用一般研究集会「防災科学における地磁気観測の成果と将来像」（課題番号：24K-10）の共催として、平成 25 年 1 月 10 日（木）・11 日（金）、石岡市中央公民館において本研究集会を開催しました。期間中、口頭 34 件・ポスター 33 件の論文発表が行われ、のべ参加者数は 138 名に達しました。参加機関も計 24 機関にのぼり、理学・工学、大学・研究所、さらに省庁の壁も越えた横断的な専門家による活発な議論や情報交換がなされました。また本研究会に先立って、1 月 9 日（水）には百周年を迎えた気象庁地磁気観測所の観測施設見学会も開催されました。

この論文集は、本研究集会において口頭・ポスター発表されたものの一部を収録しています。地磁気観測の最新成果集であるとともに、今後の問題点を考える上での礎となりましたら幸いです。

最後に、この研究会の開催のためにご努力くださった、東京大学地震研究所の皆様、京都大学防災研究所の皆様にご感謝申し上げますとともに、開催地におきまして多大なるご尽力を頂きました気象庁地磁気観測所の皆様に厚くお礼を申し上げます。

大阪市立大学理学部  
山口 覚  
京都大学大学院工学研究科  
後藤 忠徳

## 2012 年度 Conductivity Anomaly 研究会プログラム

開催日時：平成 25 年 1 月 10 日（木）10:00-17:30（18:00-20:00 懇親会）  
1 月 11 日（金） 8:55-15:05

開催場所：石岡市中央公民館

課題番号：東大地震研究所共同利用研究集会 2012-W-07

研究集会名：柿岡地磁気観測百年－地球物理学に果たす役割－

代表：山口覚（大阪市立大学）

課題番号：京都大学防災研究所共同利用研究集会 24K-10

研究集会名：防災科学における地磁気観測の成果と将来像

代表：後藤忠徳（京都大学）

平成 25 年 1 月 10 日（木）

10:00-10:05 開会の辞 山口覚（大阪市立大学）

■地磁気観測（1） 座長：後藤忠徳

10:05-10:20 今道先生の地磁気永年変化研究について

行武毅<sup>o</sup>（東大名誉教授）

10:20-10:50 【招待】地磁気観測所の来し方

河村譜<sup>o</sup>（地磁気観測所 元所長）

10:50-11:10 【招待】地磁気観測所の現状と将来

源泰拓<sup>o</sup>・福井敬一（気象庁地磁気観測所）

11:10-11:30 【招待】The history and future of the geomagnetic observations in Kandilli

Observatory and E. R. I., Turkey

Cengiz CELIK<sup>o</sup>（ボアジチ大学カンディリ観測所）

■超高層分野との融合課題 座長：後藤忠徳

11:30-11:45 【招待】日本における巨大 GIC 研究

藤田茂<sup>o</sup>（気象大学校）・源泰拓（気象庁地磁気観測所）・遠藤新（気象大学校）

11:45-12:00 【招待】磁気嵐と地磁気誘導電流

片岡龍峰<sup>o</sup>（東京工業大学）

12:00-13:00 昼食・CA 研究会打合せ

■空中・海底観測 座長：今村尚人・尾崎裕介

- 13:00-13:15 小型無人飛行機による南極・デゼプション島での空中磁気観測  
船木實<sup>o</sup> (極地研)・坂中伸也 (秋田大学)・東野伸一郎 (九州大学)・Ant-Plane  
グループ (極地研)
- 13:15-13:30 地表ソース型空中電磁法 (GREATEM)による3次元比抵抗構造モデリング  
茂木透<sup>o</sup> (北大・理)・Elena Fomenko (Nova Scotia Univ.)・Sabry Abd Allah  
(北大・理)
- 13:30-13:45 自律飛行無人ヘリコプターを利用した樽前山の空中磁気測量  
橋本武志<sup>o</sup> (北大理)・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄 (東大震研)・柳澤孝寿  
(JAMSTEC)・吉本充宏 (北大理)・鈴木英一 (北海道河川財団)
- 13:45-14:00 東北地方太平洋沿岸地域空中電磁探査について  
大熊茂雄<sup>o</sup>・上田匠・光畑裕司・神宮司元治・内田利広 (産総研)
- 14:00-14:15 水平多層構造中の点電流源に対する理論電位漸化式の導出  
光畑裕司<sup>o</sup>・上田匠 (産総研)

■リージョナル・グローバルスケールのインダクション 座長：藤井郁子

- 14:15-14:30 電磁気観測に関する「共有基盤情報データベース」の構築に向けて  
大志万直人<sup>o</sup> (京大防災研)
- 14:30-15:00 【招待】Magnetic observatories and transportable magnetotelluric observatory  
arrays: imaging the Earth's interior on planetary, continental and local  
scales  
Adam Schultz<sup>o</sup> (Oregon State University)

15:00-15:10 休憩

■地震・津波 (1) 座長：大志万直人

- 15:10-15:25 破壊の前に生じる物性変化を予測する物理モデルをつくる試み  
山崎健一<sup>o</sup> (京大防災研)
- 15:25-15:40 HTS-SQUID 磁力計を用いた地震発生時の地球磁場変化の高感度観測  
大久保寛<sup>o</sup>・香取勇太 (首都大学東京)・波頭経裕・塚本晃・田辺圭一 (超電導  
工研)・大西信人・古川克 (テラテクニカ)・磯上慎二 (福島高専)・竹内伸直  
(東北大学)
- 15:40-15:55 3次元比抵抗構造からみる石狩低地帯周辺のひずみ集中の形成要因  
山谷祐介<sup>o</sup> (東大地震研)・茂木透 (北大理)・本多亮 (東濃地震研)・長谷英  
彰 (東大地震研)・橋本武志 (北大理)・上嶋誠 (東大地震研)

15:55-16:25 【招待】北部九州におけるプレート背弧部の電気伝導度構造  
半田駿<sup>o</sup> (佐賀大学地域学歴史文化研究センター)

16:25-16:30 休憩

16:30-17:30 ポスターコア 1 日目

18:00-20:00 懇親会 (於: 国民宿舎つくばね)

## 1月11日(金)

### ■地磁気観測 (2) 座長: 吉村令慧

8:55-9:10 日本における 2012 年 5 月 21 日 (日本時間) の金環日食に伴う地磁気変化  
竹内昭洋<sup>o</sup> (東海大)・大久保寛 (首都大)・磯上慎二 (福島高専)・香取勇太  
(首都大)・長尾年恭 (東海大)・竹内伸直 (東北大)

9:10-9:25 LTS-SQUID を用いて計測した地磁気データの検討  
河合淳<sup>o</sup>・足立善昭・河端美樹・樋口正法・小山大介・宮本政和・上原弦 (金沢  
工業大)

9:25-9:40 鹿野山測地観測所地磁気観測 50 年の変遷  
白井宏樹<sup>o</sup> (国土地理院)

9:40-9:55 国土地理院による地磁気秒値データ提供の開始について  
阿部聡<sup>o</sup>・森下一・小林勝博・海老名頼利 (国土地理院)

### ■遺跡・環境 座長: 吉村令慧

9:55-10:10 秋田県仙北市白岩焼窯跡の調査  
西谷忠師<sup>o</sup>・坂中伸也・山口大輔・大本将行・河野輝樹・間杉香織 (秋田大)

10:10-10:25 帯水層に圧入された CO<sub>2</sub> の移行モニタリング-SP 法の適用性  
石戸経士<sup>o</sup>・當舎利行・西祐司 (産総研)

10:25-10:40 自然電位インバージョンによる水頭分布と透水構造の推定  
尾崎裕介<sup>o</sup>・後藤忠徳・武川順一・三ヶ田均 (京大工)

10:40-10:50 休憩

### ■火山 座長: 上嶋誠

10:50-11:05 九州沈み込み帯の 3 次元比抵抗構造イメージングによる火成活動の解釈  
畑真紀<sup>o</sup> (京大理)・大志万直人・吉村令慧 (京大防災研)・田中良和 (京大理)・  
上嶋誠 (東大地震研)

- 11:05-11:20 火山体環境下での流紋岩の電気伝導度変化  
藤田清士<sup>o</sup> (佐賀大)・山下茂・芳野極・下宿彰 (岡山大)・和田穰隆 (奈良教育大)
- 11:20-11:35 3次元MT法インバージョンにおける不均質表層の影響とその除去  
谷昌憲<sup>o</sup> 三ヶ田均・後藤忠徳・武川順一 (京大工)・ Weerachai Siripunvaraporn (マヒドル大学)
- 11:35-11:50 AUVおよび深海曳航体による3成分磁気異常データを用いたベヨネース海丘の磁化構造解析  
松尾淳<sup>o</sup> (OYO インターナショナル)・伊勢崎修弘・佐柳敬造 (東海大)

11:50-12:30 昼休み

12:30-13:30 ポスターコア 2日目

■海底観測 (2) 座長: 山口寛

- 13:30-13:45 海洋CSEM探査実データへの適用を目指した時間領域全波形インバージョンの開発  
今村尚人<sup>o</sup>・後藤忠徳・武川順一・三ヶ田均 (京大工)
- 13:45-14:00 海底熱水鉱床域における比抵抗調査  
後藤忠徳<sup>o</sup> (京大工)・笠谷貴史・町山栄章 (JAMSTEC)・佐柳敬造 (東海大)・今村尚人・三ヶ田均・武川順一 (京大工)

■地震・津波 (2) 座長: 山口寛

- 14:00-14:15 2011年東北沖地震発生時の海底電場変動  
市原寛<sup>o</sup>・浜野洋三・笠谷貴史 (JAMSTEC)・馬場聖至 (東大地震研)
- 14:15-14:30 時間領域における二次元津波ダイナモシミュレーション  
南拓人<sup>o</sup>・藤浩明 (京大理)
- 14:30-14:45 2011年東北地方太平洋沖地震後に生じた電離圏変動起因の地磁気変動  
望月香織<sup>o</sup>・鴨川 仁 (東京学芸大)・柿並義宏 (高知工科大)・織原義明 (東京学芸大)・湯元清文 (九大)・茂木透 (北大)・上嶋誠 (東大地震研)
- 14:45-15:00 2009年駿河湾沖地震 (M6.5) 前後の体積ひずみ変化の抽出  
高波鐵夫<sup>o</sup> (東大地震研)
- 15:00-15:05 閉会の辞 後藤忠徳 (京都大学)

ポスター発表：

■地磁気観測 ポスターコア 1 日目

- P01 今道周一初代所長の伊能時代の等偏角線図に付いての見解と国宝伊能忠敬「山島方位記」の解析と活用の現状  
辻本元博<sup>o</sup>・面谷明俊・宮内敏・乾隆明
- P02 考古地磁気データベースと考古地磁気+観測データを用いた日本の地磁気永年変化モデル  
畠山唯達<sup>o</sup>・鳥居雅之(岡山理科大)・渋谷秀敏(熊本大)・山本真央(名古屋大)
- P03 2012年5月21日金環日食に伴う地磁気変化検出の試み  
大場崇義<sup>o</sup>・三島稔明・山口覚・小田佑介・山崎彬輝(大阪市立大理)
- P04 福島県いわき観測点における高感度 HTS-SQUID 磁力計による地磁気観測システム  
香取勇太<sup>o</sup>・大久保寛(首都大学東京)・波頭経裕・塚本晃・田辺圭一(超電導工研)・大西信人・古川克(テラテクニカ)・磯上慎二(福島高専)・竹内伸直(東北大学)
- P05 八ヶ岳地球電磁気観測所絶対観測室の磁気異常の時間変化  
小河勉<sup>o</sup>・小山茂・辻浩(東大地震研究所)
- P06 磁気探査における不要磁気異常除去の試み  
坂中伸也<sup>o</sup>(秋田大)
- P07 地磁気中の広域的な変動の除去と残差の一考察  
藤井郁子<sup>o</sup>・平原秀行・高橋冬樹・仰木淳平・高橋幸祐(気象庁地磁気観測所)
- P08 地磁気観測所での CA 変換関数の長期変動  
藤田茂<sup>o</sup>・梅尾翔一郎(気象大学校)
- P09 報告：柿岡での地磁気絶対観測講習  
吉村令慧<sup>o</sup>(京大防災研)・大和田毅・大川隆志・豊留修一・平原秀行・熊坂信之・高橋幸祐・吉武由紀・海東恵美・有田真・長町信吾(気象庁地磁気観測所)・阿部聡・森下一(国土地理院)・藤井郁子・源泰拓(気象庁地磁気観測所)・後藤忠徳(京大工)

■地震・津波 ポスターコア 1 日目

- P10 2007年能登半島地震すべり域と比抵抗構造の関係  
吉村令慧<sup>o</sup>・大志万直人(京大防災研)・市原寛(JAMSTEC)・上嶋誠(東大地震研)
- P11 山崎断層系大原断層東端部および土万断層の地下比抵抗構造  
小田佑介<sup>o</sup>・山口覚・窪田高宏(大阪市大)・村上英記(高知大)・加藤茂弘(兵庫県立人と自然の博物館)・上嶋誠(東大地震研)
- P12 2011年東北沖地震震源域(北緯38度測線)における2次元比抵抗構造

市原寛<sup>o</sup>・笠谷貴史 (JAMSTEC)・馬場聖至 (東大地震研)

P13 Three Dimensional conductivity characterization of Sumatra fault derived from Magnetotelluric data

Rudy Prihantoro, Nurhasan<sup>o</sup>・Doddy Sutarno・Nazli Ismail・Didik Sugianto・Yasuo Ogawa・F Kimata

P14 東北地方背弧側ひずみ集中帯周辺の3次元比抵抗構造

長谷英彰<sup>o</sup>・相澤広記・菅野貴之・小山崇夫・山谷祐介・小河勉・上嶋誠 (東大地震研)・坂中伸也・西谷忠師・野尻丈道・大本将行・河野輝樹 (秋田大)・市原寛 (JAMSTEC)・高倉伸一 (産総研)・吉村令慧 (京大防災研)

P15 四国地域の比抵抗構造の特徴と課題

山本健太郎<sup>o</sup>・村上英記 (高知大)・山口寛 (大阪市大)・塩崎一郎 (鳥取大)

P16 非一様導体近似を用いた津波電磁場の順問題解

川嶋一生<sup>o</sup>・藤 浩明 (京大理)・佐竹健治 (東大地震研)

#### ■火山 ポスターコア2日目

P17 鳴子火山周辺の広帯域MT観測

小川康雄<sup>o</sup> (東工大)・市來雅啓 (東北大)・神田径 (東工大)

P18 Three dimensional conductivity imaging of volcanoes from Magnetotelluric Data

Nurhasan<sup>o</sup>, Rudy Prihantoro, Doddy Sutarno, Wahyu Srigutomo, Yasuo Ogawa

P19 桜島火山の三次元浅部比抵抗構造

神田径<sup>o</sup>・小川康雄 (東工大)・高倉伸一 (産総研)・小山崇夫 (東大震研)・橋本武志 (北大理)・小森省吾 (台湾中央研究院)・園田忠臣 (京大防災研)・佐藤 泉 (東工大)・井上直人 (GRI)・宇津木 充 (京大理)

P20 全磁力観測から推定される草津白根山の長期的な熱的活動の推移

高橋幸祐<sup>o</sup>・藤井郁子・有田真 (気象庁地磁気観測所)

P21 An Attempt for Magnetometric Detection of the Hydrothermal Reservoir beneath Taal Volcano (Philippines)

Paul K. B. Alanis<sup>o</sup>・原田誠・笹井洋一・竹内昭洋・長尾年恭 (東海大・海洋研究所)

P22 薩摩硫黄島火山における熱・電磁気学的研究 (その1)

松島喜雄<sup>o</sup>・高倉伸一 (産総研)・神田径 (東工大)・斎藤英二・大石雅之・石戸経士 (産総研)

#### ■機器・手法開発 ポスターコア2日目

P23 深海曳航体を用いたベヨネース海丘の地磁気3成分調査 -2012年望星丸航海の概要-

佐柳敬造<sup>o</sup>・伊勢崎修弘 (東海大)・松尾淳 (OYO インターナショナル)・西村

清和（産総研）・馬場久紀（東海大）・藤野恵子（海洋電子）・川畑広紀（東海大）

P24 フィールドの特性や探査の目的に応じた電気探査システムの開発

高倉伸一<sup>o</sup>（産総研）

P25 精度の高いMT応答レスポンスを得るための漏洩電流の影響を受けたNetwork-MT電場データの前処理（3）

村上英記<sup>o</sup>（高知大）

■機器・手法開発 ポスターコア 2 日目

P26 ネットワークMT法観測の履歴（共有基盤情報データベース構築に向けて）

上嶋誠<sup>o</sup>（東大震研）

P27 日本周辺の海底電磁気観測のデータベース構築へ向けて

後藤忠徳<sup>o</sup>（京大工）・海底電磁気データベース検討会

P28 オーストラリアの1次元電気伝導度構造とMid-lithospheric discontinuity (MLD)について

市來雅啓(東北大)<sup>o</sup>・Wang Liejun(Geoscience Australia)・藤田清士(佐賀大)・Whatman James(Geoscience Australia)・大森聡一(放送大)・Hitchman Adrian(Geoscience Australia)

P29 フィリピン海プレート下の3次元電気伝導度構造

多田訓子<sup>o</sup>（海洋研究開発機構）・馬場聖至・歌田久司（地震研究所）

P30 階段状磁場変化の解析から推定した月の電気伝導度

比嘉哲也<sup>o</sup>（京大理）・吉村令慧・大志万直人（京大防災研）・松島政貴（東工大）・清水久芳（東大地震研）・高橋太（東工大）・渋谷秀敏（熊本大）・綱川秀夫（東工大）

P31 磁気嵐中の磁場変動の地球内部起因成分について

能勢正仁<sup>o</sup>（京大理）

P32 地磁気静穏日日変化振幅のZ/Y比への地球内部誘導電流分布の影響

竹田雅彦<sup>o</sup>（京大理）

P33 地球磁場から推定されるコア表面付近のダイナミクス

松島政貴<sup>o</sup>（東工大）

# 目 次

## 地磁気観測

地磁気観測所の来し方ー私の32年間ー .....	1
河村 諡	
地磁気観測所の現状と将来 .....	13
源 泰拓・福井敬一	
今道先生の地磁気永年変化研究について .....	18
行武 毅	
今道周一初代所長の伊能時代の等偏角線図に付いての見解と 国宝伊能忠敬「山島方位記」の解析と活用の現状 .....	23
辻本元博・面谷明俊・宮内敏・乾隆明	
The history and future of the geomagnetic observations in Kandilli Observatory & E. R. I., Turkey .....	31
Cengiz Celik, Elif Tolak-Ciftci, Metin Zobu, Niyazi Sarikaya, and Ali Iksan Kizmaz	
鹿野山測地観測所地磁気観測50年の変遷 .....	41
白井宏樹	
国土地理院による地磁気秒値データ提供の開始について .....	46
阿部聡・森下一・小林勝博・海老名頼利	
八ヶ岳地球電磁気観測所絶対観測室の磁気異常の時間変化 .....	50
小河勉・小山茂・辻浩	
地磁気中の広域的な変動の除去と残差の一考察 .....	54
藤井郁子・平原秀行・高橋冬樹・仰木淳平・高橋幸祐	
日本における2012年5月21日（日本時間）の金環日食に伴う地磁気変化 .....	62
竹内 昭洋・大久保寛・磯上慎二・香取勇太・長尾年恭・竹内伸直	

2012年5月21日金環日食に伴う地磁気変動の検出 .....	66
大場崇義・三島稔明・山口 寛・小田佑介・山崎彬輝	

福島県いわき観測点における高感度HTS-SQUID磁力計による地磁気観測システム .....	70
香取勇太・大久保寛・波頭経裕・塚本晃・田辺圭一・大西信人 古川克・磯上慎二・竹内伸直	

報告：柿岡での地磁気絶対観測講習 .....	74
吉村令慧・大和田毅・大川隆志・豊留修一・平原秀行・熊坂信之 高橋幸祐・吉武由紀・海東恵美・有田真・長町信吾・阿部聡 森下一・藤井郁子・源泰拓・後藤忠徳	

### 超高層分野との融合課題

Estimation of the Extremely Large Geomagnetically Induced Current expected in Japan .....	79
S. Fujita, A. Endo, and Y. Minamoto	

### 空中観測、機器・手法開発

自律飛行無人ヘリコプターを利用した樽前山の空中磁気測量 .....	81
橋本武志・小山崇夫・金子隆之・大湊隆雄・柳澤孝寿・吉本充宏・鈴木英一	

東北地方太平洋沿岸地域空中電磁探査について .....	88
大熊茂雄・上田 匠・光畑裕司・神宮司元治・内田利弘	

LTS-SQUIDを用いて計測した地磁気データの検討 .....	91
河合淳・足立善昭・河端美樹・宮本政和・小山大介・樋口正法・上原弦	

フィールドの特性や探査の目的に応じた電気探査システムの開発 .....	96
高倉伸一	

精度の高いMT応答レスポンスを得るための漏洩電流の影響を受けた Network-MT電場データの前処理（3） .....	104
村上英記	

3次元MT法インバージョンにおけるGalvanic distortionの除去 .....	111
谷昌憲・三ヶ田均・後藤忠徳・武川順一・Weerachai Siripunvaraporn	

## リージョナル・グローバルスケールのインダクション

- Magnetic observatories and transportable magnetotelluric observatory arrays:  
imaging the Earth's interior on planetary, continental and local scales ..... 113  
Adam Schultz

## 海底観測、遺跡・環境調査

- Full waveform inversion of controlled-source electromagnetic exploration of  
submarine massive sulphides ..... 115  
Naoto Imamura, Tada-nori Goto, Junichi Takekawa, and Hitoshi Mikada

- 秋田県仙北市白岩焼窯跡の調査 ..... 117  
西谷忠師・坂中伸也・山口大輔・大本将行・河野輝樹・間杉香織

- 自然電位インバージョンによる水頭分布と透水構造の推定 ..... 122  
尾崎裕介・三ヶ田均・後藤忠徳・武川順一

## 地震・火山

- 2009年駿河湾地震 (M6.5) 前後の体積ひずみ変化-状態空間モデリングの適用- ..... 125  
高波鐵夫

- 山崎断層帯大原断層東端部および土万断層の地下比抵抗構造 ..... 133  
小田佑介・山口覚・窪田高宏・村上英記・加藤茂弘・上嶋誠

- 桜島火山の三次元浅部比抵抗構造 ..... 139  
神田径・小川康雄・高倉伸一・小山崇夫・橋本武志・小森 省吾  
園田忠臣・佐藤泉・井上直人・宇津木充