地球電磁気・地球惑星圏学会
Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

〒650-0034 神戸市中央区京町 83 番地三宮センチュリービル 3 階
地球電磁気・地球惑星圏学会事務局

2020 年 10 月 31 日

地球電磁気・地球惑星圏学会
会長　大村　善治

第 148 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 プレスリリース論文のご案内

地球電磁気・地球惑星圏学会では、太陽フレアやオーロラに代表されるような太陽や地球周辺の宇宙空間の現象から、オゾン層に代表される中層大気、地震や火山、ダイナモ作用など地球内部の地磁気現象などを主な研究対象としています。近年、研究対象領域は月や惑星にまで拡大し、世界的にも特色ある研究活動を行っています。

本年度は、11 月 1 日（日）～4 日（水）、オンラインにて、標記講演会を開催致します。4 日間を通して計 285 件の講演が登録されており、最先端の研究発表や討論が行われる予定です。その中から顕著な研究成果や高いニュース性の認められた論文 2 件を「プレスリリース論文」としてご紹介いたします。詳細は別紙の「プレスリリース論文一覧」及びそれぞれの論文概要資料をご参照ください。個々の発表論文の詳細については、論文概要資料にある問い合わせ先にご連絡いただきたく、どうぞよろしくお願い致します。

お問合せ先
地球電磁気・地球惑星圏学会運営委員（プレスリリース担当）
津川　卓也
〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1
国立研究開発法人情報通信研究機構
Tel: 042-327-5239, Fax: 042-327-6163
電子メール event2020@sgepss.org

第 148 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 プレスリリース論文一覧

(1) 富士山の火山噴出物から過去の地磁気変動モデル作成
～活火山の噴火年代や頻度の高精度化に貢献～
馬場章(山梨県富士山科学研究所)、他
（関連発表：11 月 4 日（水）09:00-09:15　Zoom meeting A）

山梨県富士山科学研究所（以下「富士山研」）は、富士山麓において過去の火山噴出物を採集し、紀元前 1000 年～西暦 1100 年にかけての長期的な地磁気変動を表した地磁気永年変化曲線モデルを作成しました。これまでの考古資料を用いたモデルでは、データが不足している西暦 400 年以前への拡張や精度向上が課題となっていました。本研究では、富士山麓に流下した溶岩流や火砕流堆積物が記録した過去の地磁気（古地磁気）を解析し、地磁気永年変化曲線を紀元前 1000 年より以前に拡張できる可能性を見出しました。

今回作成した地磁気永年変化曲線モデルを活用して富士山の噴火頻度や休止期間を把握することにより、将来起こりえる富士山噴火への防災対策に資することが期待されます。本モデルは、国内における時間軸として、富士山のみならず他の活火山や考古遺跡（縄文～平安時代）の年代推定にも活用できます。

(2) 電波障害の原因となりうるプラズマバブルを昼間にも GPS を使って観測
～昼間に出現するメカニズムを初めて解明～
大塚雄一(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、他
（関連発表：11 月 2 日（月）11:30-11:45　Zoom meeting C）

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立研究開発法人情報通信研究機構の研究グループは、国内に設置されている GPS 受信機網で得られたデータを詳しく解析し、電波伝播障害の原因となるプラズマバブルが、日出後に日本上空の高度約 300km の電離圏に現れ、正午過ぎまで存在していたことを明らかにしました。プラズマバブルは、通常、赤道域で発生し、夜間に存在することが知られています。本研究では、GPS を用いた詳細な電離圏の二次元観測として初めて昼間に存在するプラズマバブルを捉え、プラズマバブルが昼間にも存在する原因を初めて明らかにしました。本研究の成果は、GPS 測位や衛星放送・通信などの電波伝播障害をもたらすプラズマバブルがいつ・どこに現れるかを予測することに貢献します。

プレスリリース
2020 年 10 月 31 日
地球電磁気・地球惑星圏学会
山梨県富士山科学研究所

富士山の火山噴出物から過去の地磁気変動モデル作成

～活火山の噴火年代や頻度の高精度化に貢献～

【概要】

山梨県富士山科学研究所（以下「富士山研」）は、富士山麓において過去の火山噴出物を採集し、紀元前 1000 年～西暦 1100 年にかけての地磁気変動を表した地磁気永年変化曲線モデルを作成しました。これまでの考古資料を用いたモデルでは、データが不足している西暦 400 年以前への拡張や精度向上が課題となっていました。本研究では、富士山麓に流下した溶岩流や火砕流堆積物が記録した過去の地磁気（古地磁気）を解析し、地磁気永年変化曲線を紀元前 1000 年より以前に拡張できる可能性を見出しました。

今回作成した地磁気永年変化曲線モデルを活用して富士山の噴火頻度や休止期間を把握することにより、将来起こりえる富士山噴火への防災対策に資することが期待されます。本モデルは、国内における時間軸として、富士山のみならず他の活火山や考古遺跡（縄文～平安時代）の年代推定にも活用できます。

【背景】

富士山は、歴史時代（西暦 781 年以降）に 10 回、過去 3200 年間では約 100 回の噴火があったと推定されています。2016 年に改訂された富士火山地質図第 2 版では、地層の積み重なり、放射性炭素(^{14}C)年代測定、歴史史料などから火山噴出物の噴火年代が推定され、詳細な火口位置や分布域がまとめられています。その一方で、このような従来の研究手法では噴火年代が特定できていない火山噴出物も多数見つかっています。そこで富士山研では、古地磁気方位※1 を解析する手法を用いて、富士山の噴火年代・頻度を高精度に明らかにする研究に取り組んできました。

【今回の成果】

富士山麓において過去 3200 年間に噴出したと推定されている火山噴出物を 111 地点から採集し、古地磁気方位を解析して、紀元前 1000 年～西暦 1100 年にかけての地磁気永年変化※2 曲線モデルを作成しました（図 1）。同様のモデルは、考古資料の古地磁気方位解析の結果を基に西暦 400 年以降について作成されていましたが、これよりも過去のデータに乏しいなど課題がありました。今後の展開としてさらに富士山の火山噴出物の古地磁気方位解析を進めることにより、地磁気永年変化曲線を紀元前 1000 年より以前に拡張できる可能性も期待できます。本研究で得られた研究成果の一部は、現在改定中の富士山ハザードマップ※3 の改定資料として利用されています。

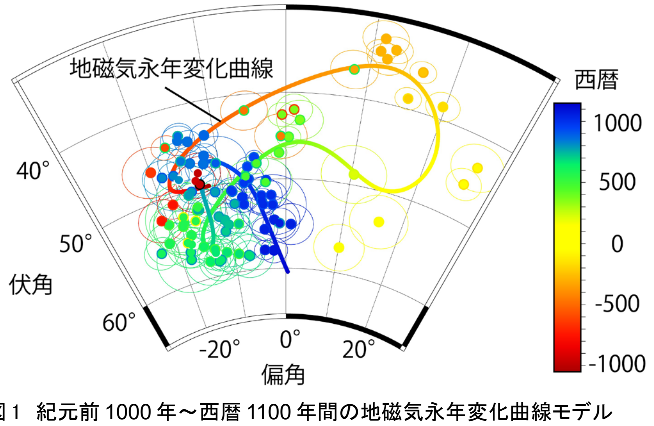


図 1　紀元前 1000 年～西暦 1100 年間の地磁気永年変化曲線モデル

【今後の展望】

日本における完新世（1.17　万年前から現在）の地磁気永年変化の標準曲線作成に向けて、国内外の研究者と共同研究を進めて行く予定です。なお、本研究結果の詳細については、2020 年 11 月　4 日にオンラインで行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会　総会および講演会」で発表される予定です。

【参考資料】

※1 古地磁気方位

ある地点での地磁気の方向は、真北からの角度である偏角と、水平面からの角度である伏角で表わします（図 2）。溶岩流が冷えて固まることでできた火山岩は、その当時の地磁気方向を「古地磁気方位」として記録します。

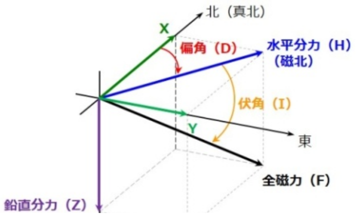


図 2.地磁気の成分（国土地理院より）

※2 地磁気永年変化

地球の磁場（地磁気）は数十年から数百年という長い間に変化しており、地磁気永年変化と呼んでいます。
気象庁 地磁気観測所（ http://www.kakioka-jma.go.jp/index.html）
国土交通省 国土地理院(http://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/geomag_index.html)

※3 富士山ハザードマップ

内閣府（防災担当）により平成 16 年に公開された「富士山火山防災マップ」は、富士山周辺の防災対策に活用されています。 富士山火山防災対策協議会では、現在、最新の知見を基に改定を行っており、令和 2 年度中に「富士山ハザードマップ」が公表される予定です。
内閣府 防災情報のページ（http://www.bousai.go.jp/kazan/fujisan-kyougikai/report/）
山梨県 防災危機管理課(http://www.pref.yamanashi.jp/bousai/index.html)

【補足資料】

～火山岩の古地磁気を測ると、なぜ、噴火した年代が推定できるの？～

(1)地球磁場は絶えず変動している

地磁気（地球磁場）は、一定ではなく、時間と共に絶えずその方向や強さが変化しています。現在の日本では真北に対して磁北が約 7 度西側（西偏）を示し、さらに古い年代の遺跡、窯跡などの古地磁気を調べた結果、地球磁場は不規則に変動していることがわかってきました（Hirooka,1971 ；Shibuya,1980 など）。この地球磁場の変動は、古地磁気永年変化と呼ばれています。考古遺跡から得られた古地磁気データから求められた地磁気変動モデル（ JRFM2K.1 ）は、日本考古地磁気データベース（http://mag.center.ous.ac.jp/）に公開されています（図 3）。

図 3.日本考古地磁気データベース HP

図 4.水ヶ塚駐車場(南側)から見た宝永山

(2)火山岩には噴火時の地磁気の方向や強さが記録されている

火山岩には、磁鉄鉱という磁性鉱物が多く含まれています。磁鉄鉱は、580℃以下に冷えた段階から磁化し、安定して保持する性質があります。約1000℃以上で噴出した溶岩流や火山弾は、定置後に徐々に冷却され、当時の地球磁場を記録します。つまり、火山から噴出した溶岩流や火山弾はそれぞれ噴火時の古地磁気を保持しているので、これらの地磁気の方向や強さを正確に測り、古地磁気永年変化と比較すると噴火年代を推定することができるのです。

富士山南東麓にある宝永山（図 4）は、これまで古い富士火山の山体が隆起してできた（Tsuya,1955）と考えられてきました。しかし、古地磁気学的手法を用いることにより、西暦 1707 年宝永噴火の噴出物が降り積もって形成された火砕丘であることが明らかになりました（図 5）。

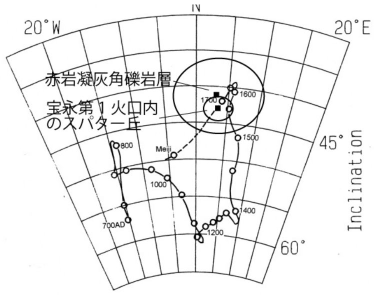


図 5. 宝永噴出物の古地磁気方位測定結果 点:古地磁気方位の平均値、大小の円:信頼限界（α95）、実線:東海地方の古地磁気永年変化曲線（広岡・藤澤,2002）、数字:西暦

＜ 本件に関する問い合わせ先 ＞
山梨県富士山科学研究所
富士山火山防災研究センター
馬場 章
Tel: 0555-72-6211
E-mail: a.baba@mfri.pref.yamanashi.jp

＜ SGEPSS プレスリリース担当 ＞
運営委員 津川卓也
Tel: 042-327-5239
E-mail: event2020@sgepss.org

SGEPSS Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences　名古屋大学 NAGOYA UNIVERSITY　NICT 国立研究開発法人 情報通信研究機構

プレスリリース
2020 年 10 月 31 日

地球電磁気・地球惑星圏学会
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学
国立研究開発法人情報通信研究機構

電波障害の原因となりうるプラズマバブルを昼間にも GPS を使って観測

～昼間に出現するメカニズムを初めて解明～

【概要】

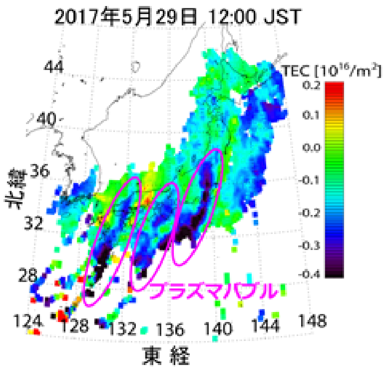
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立研究開発法人情報通信研究機構の研究グループは、国内に設置されている GPS 受信機網で得られたデータを詳しく解析し、電波伝播障害の原因となるプラズマバブルが、日出後に日本上空の高度約 300km の電離圏に現れ、正午過ぎまで存在していたことを明らかにしました。プラズマバブルは、通常、赤道域で発生し、夜間に存在することが知られています。本研究では、GPS を用いた詳細な電離圏の二次元観測として初めて昼間に存在するプラズマバブルを捉え、プラズマバブルが昼間にも存在する原因を初めて明らかにしました。本研究の成果は、GPS 測位や衛星放送・通信などの電波伝播障害をもたらすプラズマバブルがいつ・どこに現れるかを予測することに貢献します。

【背景】

GPS や衛星放送・通信で使われている電波は、太陽放射によって一部が電離した電離圏とよばれる地球の大気を通過します。電離圏に乱れが発生すると、これらの電波の受信に障害が起こることがあります。特に、現在、GPS を利用した正確な位置情報の取得（GPS 測位）は、カーナビゲーションをはじめ、航空管制や農業、建築分野など社会生活に必要不可欠なインフラとして広く使われており、電離圏の乱れによる障害の影響低減は解決すべき重要な課題の一つとなっています。赤道域電離圏に発生する「プラズマバブル」と呼ばれる現象は、電離圏の中で最も激しい乱れのひとつであるため、プラズマバブルがいつ・どこに現れるかを知ることは、喫緊の課題として大変重要です。これまでの研究により、ほとんどのプラズマバブルは赤道域で夜間にのみ出現しますが、ごく稀に日本の位置する中緯度域に出現したり、昼間にも出現したりすることがあることが分かっていました。しかし、なぜプラズマバブルが昼間に存在できるかは分かっていませんでした。

【今回の成果】

本研究グループは、電離圏観測のため、世界各地に設置されている 9 千台以上の GPS 受信機で得られたデータを収集しています。電離圏の現象が日本の社会に与える影響を明らかにするため、GPS データを詳しく解析したところ、2017 年 5 月 29 日にプラズマバブルが日本の上空にまで達しており、日出頃から正午過ぎまで存在していることが明らかになりました。GPS データによって、昼間にプラズマバブルによる電離圏プラズマ密度の減少を二次元で捉えたのは、本研究が初めてです。また、本研究では、昼間でもプラズマバブルが存在できる条件は、日出後の電離圏プラズマ密度が増大した後にプラズマバブルが中緯度まで達することである、ことを明らかにしました。日出後にプラズマバブルが出現した場合、周囲のプラズマ密度が高いため、プラズマバブル内部がプラズマで満たされるまで数時間かかるため、プラズマバブルが昼間でも存在できると考えられます。



GPS で観測された日本上空のプラズマバブル。電離圏プラズマ密度の平均からの差を色で示す。

【今後の展望】

プラズマバブルの発生は経度依存性もあることから、今後は全球データの解析をすることにより、プラズマバブルが昼間の中緯度に出現する詳細な条件を明らかにする予定です。なお、本研究結果の詳細については、2020 年 11 月 1 日からオンラインで行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会　総会および講演会」で発表される予定です。

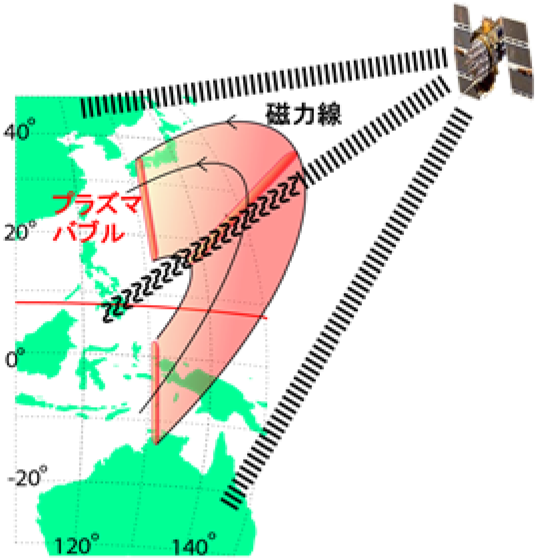
(参考資料)

プラズマバブルとは?

高度約 300km 上空では、太陽の放射によって地球の大気の一部が電離し、プラズマの状態になった電離圏とよばれる領域が広がっています。その電離圏の中で、プラズマ密度が局所的に減少した領域が「泡」のように高高度に上昇する現象がプラズマバブルです（図）。プラズマバブルは、通常、日没後に赤道で発生し、太陽放射が無い夜間にのみ存在し、昼間になると消滅します。太陽放射があると、電離圏中ではプラズマがつくられるため、「泡」の内部がプラズマで満たされ、プラズマバブルは消滅してしまうためです。また、プラズマバブルは、地球の磁力線に沿って南北に広がります。非常に大きく成長した場合、中緯度まで達することがあります。日本上空を通る磁力線は、オーストラリアの北部につながっており、日本に到達したプラズマバブルは、南北に 5,000km 以上伸びていたことになります。

プラズマバブルと電波伝播障害

プラズマ中を電波が伝播すると、図のように伝播経路中のプラズマ密度に応じて電波の遅延が起こるため、電離圏は GPS 測位にとって誤差の原因となります。プラズマバブルは、局所的なプラズマ密度の変動であるため、電波の伝播経路によって遅延の大きさが異なり、大きな測位誤差をもたらすことがあります。また、プラズマバブルの内部には、大きなプラズマ密度の変動が存在するため、人工衛星から送信された電波がプラズマバブルの中を通過すると、受信電波が乱れデータが欠落することもあります。



図： プラズマバブルの概念図と、人工衛星から送信された電波に対する影響

＜ 本件に関する問い合わせ先 ＞
名古屋大学 宇宙地球環境研究所
電磁気圏研究部
准教授 大塚 雄一
Tel: 052-747-6317
E-mail: otsuka@isee.nagoya-u.ac.jp

＜ SGEPSS プレスリリース担当 ＞
運営委員 津川卓也
Tel: 042-327-5239
E-mail: event2020@sgepss.org