

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月30日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
富山大学・学術研究部都市デザイン学系
[職・氏名]
教授・石川 尚人
[課題番号]
JPJSBP 120229914

1. 事業名 相手国: エチオピア (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) プレート拡大域のエチオピア・アフール凹地中央部での無人飛行機による広域磁場探査

(英文) Regional geomagnetic surveys with unmanned aerial vehicles at a divergent plate boundary area in Central Afar Depression, Ethiopia

3. 共同研究実施期間 2022年4月1日 ～ 2024年3月31日 (2年0ヶ月)【延長前】 年 月 日 ～ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Ameha Atnafu Muluneh, Associate Professor, University of Addis Ababa

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		3,896,200 円
内訳	1年度目執行経費	1,896,200 円
	2年度目執行経費	2,000,000 円
	3年度目執行経費	- 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	9名
相手国側参加者等	3名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	2		()
2年度目	2		1(0)
3年度目			()

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

アフール凹地は拡大プレート三重会合点にあり、大陸リフティングが進行し、現在海洋底拡大現象の開始時期の段階で海洋底拡大軸が海面上に露出していると考えられている。プレート拡大軸域での地学現象を陸上で直接的に観測・調査できる絶好のフィールドである。そこで、本事業では磁場探査と地表溶岩流の古地磁気・岩石磁気学的解析及び岩石学的解析により、アフール凹地中央部の詳細な広域磁気異常マップの構築と地下の磁氣的構造及びその形成過程の解明を目的として、アジスアベバ大学の研究者らとの国際共同研究を立案した。地上での広域な探査が地形的に困難なことから、無人小型飛行機とマルチコプターによる航空磁気探査を計画した。このような国際共同研究を通じて、エチオピアでは活用されていない磁場探査や無人飛行機に関する情報を提供すること、若手研究者の研究交流を深めること、本研究以降も共同研究を継続できる研究基盤を構築することを目論んだ。

2021 年以降のエチオピアの政情不安と新型コロナウイルスの影響により、本事業を含めた我々のアフール地域での調査が進展しなかったこと、当初計画していたマルチコプターによる磁場探査が技術上難しいことがわかったことから、調査対象地域をアフール凹地中央部にあり、過去約 100 万年間に拡大形成した Tendaho Graben の北部域に限定し、無人飛行機による航空磁場探査を実施することを主眼とした。

現地調査は以下の通りに実施した。

2022 年度:現地状況の把握と岩石試料採取, 渡航 11/20~12/6, 現地調査 11/25~11/29

2023 年度:航空磁場探査, 渡航 11/20~12/6, 現地調査 11/16~11/20

2022 年度調査では、岩石試料採取が Tendaho Graben の北部域とともに我々の共同研究においては初めて南部域でも実施でき、約 90kg の試料が採取できた。また、アジスアベバと調査地、及びその間の移動経路の治安状況、調査地の状況変化が把握でき、以後の調査計画に生かすことができた。2023 年度の航空磁場探査は、Tendaho Graben 北部域をほぼカバーする約 50km x 35km の広域な領域で実施でき、良好なデータが取得できた。

本事業の海外研究者の代表であった Tesfaye Kidane 教授が 2023 年 4 月 9 日~14 日の期間、日本に滞在し、本事業参加者を含んで国内研究者との交流の機会が持てた。2023 年度内に彼がアジスアベバ大学から米国の大学に転出することとなったが、共同研究者であったアジスアベバ大学 Ameha A. Mulneh 准教授がエチオピア側の研究代表者となり、また同大学の Bakemwal Atnuf Alemu 准教授が新たに共同研究者として参画してくれたことにより、これまでの共同研究を継続することができる研究基盤を構築することができた。無人飛行機の探査に関しては、Ameha 准教授・Bakemwal 准教授の尽力により、エチオピアでのドローンの使用を所掌している政府機関 INSA (Information Network Security Agency) とアジスアベバ大学からの協力が得られた。航空磁気探査には INSA の職員 2 名も参加した。現地調査に 2022 年には加藤(彼女自身、初めてのエチオピア調査)と日本側大学4年生 1 名、2023 年には日本側大学院学生 2 名とアジスアベバ大学大学院生 2 名が参加し、若手研究者にアフール地域の調査と国際交流の場を提供することができた。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

航空磁場探査から Tendaho Graben 北部域の詳細な磁気異常マップを構築することができた。それに基づく、地下磁化構造の予察的な解析から、地下 5km での磁化構造モデルとして、Tendaho Graben 北部域の南半部では Graben 中央部に幅約 10km の正帯磁域、その両側に逆帯磁域が認められるものの、その構造は北半部には連続しないことが示され、Tendaho Graben の拡大形成の様相を明らかにすることができた。これまでの我々の

調査研究により、地表溶岩流の古地磁気解析からは正磁極期の溶岩流が Tendaho Graben 中央の幅約 40km を占めることが明らかにされており、今回の地下の磁化構造の正帯磁域の幅とは食い違っていることがわかった。このことは、地表ではプレート拡大現象に伴ったマグマの噴出（岩脈の貫入）が拡大軸部以外の広範囲で起こったことを示唆する。本事業で採取した地表溶岩流の試料の古地磁気学的解析から、約 67,000 年前の地磁気エクスカージョン、約 77 万年前の地磁気極性の逆転を記録した溶岩流があることと、その地球磁場変動期には地球磁場強度が弱かったことがわかってきた。地表溶岩流の活動年代と磁気異常の解析に対して制約を加えることができた。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本事業のエチオピア側の研究代表者であった Kidane 教授がアジスアベバ大学から転出したものの、新たな共同研究者として Balemwal 准教授が参画してくれることとなり、これまでのアジスアベバ大学の研究者との国際共同研究の関係を本事業以降も継続できる基盤を整えることができた。

2023 年の航空磁場探査には Ameha 准教授、Balemwal 准教授が参加し、磁場探査、無人飛行機を利用した科学的調査を協同して実施することができた。この探査後、本事業を含むアフール地域を対象にした我々の共同研究を紹介するセミナーを開催した(2023 年 11 月 22 日)。アジスアベバ大学・地球科学科の約 30 人の教員・学生の参加があり、特に無人飛行機の活用に関して関心が高かった。これらの研究交流を通じて、将来的にアジスアベバ大学の研究者による同様の科学的調査の実施を検討する際の情報提供ができた。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

アフール凹地の中心都市 Semera は隣国ジブチ・エリトリアからの物流の中継地として重要な都市で、最近急激に都市開発が進んでいる。このことはプレート拡大現象に伴う地震・火山活動による災害リスクの増加を意味する。エチオピアはアフール凹地の他にも多くの火山がある。火山活動の監視に磁場探査は有効であるが、アジスアベバ大学やエチオピアでは行われていない。また、無人飛行機の活用はアジスアベバ大学の研究者においてはまだ検討段階にある。本事業を通じて、磁場探査と無人飛行機の活用に関してアジスアベバ大学の研究者、また政府機関の関係者に情報提供できたことが、エチオピア本国でのそれらに関する研究の振興につながり、将来的には火山活動のモニタリング・火山防災という点において社会的貢献があることを期待する。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本事業において、日本側では若手研究者の加藤助教がエチオピアでの現地調査に初めて参加し、採取岩石試料の古地磁気学的解析を担当した。地磁気エクスカージョン、地磁気極性の反転といった地球磁場変動を記録した溶岩流があることが分かったことから、後述するように本事業の研究目的とは異なる、地球磁場変動の様相の解析といったテーマでの研究の創出につながった。本事業での研究交流により構築した国際共同研究の基盤を利用して、その研究テーマによる共同研究の構築と展開が期待できる。

Ameha 准教授は構造地質学・テクトニクス・ジオダイナミクスを主な専門分野として、震源メカニズム/GPS データの解析からエチオピア・リフト帯やアフール地域の構造運動の解析に関わる研究を行っている。それにより、2020 年に American Geophysical Union の Africa Award for Research Excellence in Earth and Ocean Sciences を受賞した優れた若手研究者である。2016 年から我々の共同研究に参画していて、彼の直接的な専門分野ではない磁場探査やそのデータを用いた地下磁化構造解析、また無人飛行機を利用した科学的調査に接する機会となっている。それが彼の研究面での素養の向上と拡大に貢献し、研究者としての益々の活躍に期待する。

2022/2023 年の調査に日本側学生 3 名とアジスアベバ大学大学院学生が 2 名参加した。彼らにとってアフ

ール凹地での野外調査は初めての経験であった。本事業において両国の学生にそのような機会を設けることができたことで、その体験と国際的な研究交流が彼らのモチベーションを高め、両国の研究者の育成につながることを期待する。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

アフール凹地はプレート拡大の場であり、プレート拡大境界での地学現象を陸上で直接的に探査できる絶好のフィールドである。本事業において、過去約 100 万年間で拡大形成した Tendaho Graben の地下磁化構造とその形成過程の解明に繋がる情報を得ることができた。この地域でのこれまでの共同研究で、2005 年～2010 年に拡大現象があった Dubbahu-Manda Hararo Rift での同様の調査研究も進展してきた。それらの研究成果と本事業において構築できた研究基盤に基づいて、アフール凹地において最も拡大現象が進行し、溶岩湖がある Erta Ale 火山など継続的な火山活動が活発な Erta Ale Rift を対象にした同様の調査研究を計画している。アフール凹地において、プレート拡大過程のステージが異なる Erta Ale Rift, Dubbahu-Manda Hararo Rift, Tendaho Graben から得られた地下磁化構造とその形成過程を比較検討することで、プレート拡大軸域での拡大現象・構造形成過程の詳細な解明と理解に資する情報が得られると考えている。

本事業における地表溶岩流の古地磁気学的解析から、地磁気エクスカッション、地磁気極性の反転といった地球磁場変動を記録した溶岩流があることが分かった。これらの地球磁場変動の様相(方向と強度の変化)を詳細に解析する研究テーマにおいても本事業での対象地域は絶好のフィールドである。そのため、本事業の参加者の望月・加藤の若手研究者らは本事業により構築した研究基盤に基づき、その研究テーマでの共同研究の実施に向けてすでに動き出している。今後の進展に大いに期待する。

アジスアベベ大学との国際共同研究の研究基盤に基づいて、上記の研究のような共同研究を継続的に実施し、学術交流を深めていくとともに、異なるプレート境界に位置する両国の学部生や大学院生を対象にした両国での野外巡検を含む教育プログラムの構築といった若手研究者の育成につながる教育面での協力関係の構築にもつながることを期待する。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

特記事項なし