

機関番号：13101  
 研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20540443  
 研究課題名(和文) デラミネーションによるTTG質大陸地殻誕生についての地質学的・岩石学的検証  
 研究課題名(英文) Geological and petrological validation on the origin of the TTG continental crust by delamination  
 研究代表者  
 志村 俊昭 (SHIMURA TOSHIAKI)  
 新潟大学・自然科学系・准教授  
 研究者番号：70242451

## 研究成果の概要(和文)：

南極大陸と北海道において、変成岩とある種の花崗岩(TTG)の採取を行い、成因関係を解析した。その南極の変成岩から、新鉱物マグネシオヘグボマイト-2N4Sを発見した。成果は国際誌に公表した。さらにこの岩石試料の年代測定をおこなった。これにより、新潟大学におけるチャーム年代測定法はほぼ完成した。北海道のTTGについては、デラミネーションが深く関わっているとの確信を得た。このTTGについてはロシアの国際学会で招待講演をおこなった。

## 研究成果の概要(英文)：

In Antarctica and Hokkaido, metamorphic rocks and a kind of granite (TTG) were collected, and were analyzed on the evolutions. I discovered a new mineral "Magnesiohobgomite-2N4S" from the metamorphic rock of Antarctica. The result was published in an international journal. I performed the age determination for this rock. Thereby, the CHIME age determination in Niigata University was completed mostly. On the TTG of Hokkaido, I recognized that the delamination is the important process for the origin of the TTG magma. I did invited presentation in the international conference at Russia about the TTG.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

## 研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：大陸性地殻、グラニュライト相、エクロジヤイト相、デラミネーション、TTG、新鉱物、ヘグボマイト

## 1. 研究開始当初の背景

なぜ地球にだけ大陸性地殻が生まれたのかは、地球史の重要課題である。初期の大陸地殻岩石「Archean TTG」の成因として、多くの研究者はスラブ融解を考え、融け残りは

エクロジヤイトであるとしている。しかし、狭義のグラニュライト相とエクロジヤイト相の境界には、漸移部として「ザクロ石グラニュライト相」がある圧力幅をもって存在する。この問題の解決には、衝突帯における

ザクロ石グラニュライト相岩石の形成プロセスの検討とデラミネーションの検討が不可欠である。

## 2. 研究の目的

TTG の成因はスラブ融解だけでなく、大陸衝突帯におけるザクロ石グラニュライト相変成作用とデラミネーションが関係している事を明らかにする。

## 3. 研究の方法

南極大陸と北海道において、角閃岩相・グラニュライト相・ザクロ石グラニュライト相変成岩、TTG に関する野外調査を実施した。南極大陸については、第 50 次南極地域観測隊のセール・ロンダーネ地学調査隊 (2008 年～2009 年) のオペレーションとして参加し実施した。採取した変成岩類と深成岩類について、記載岩石学・化学組成分析などにより、相互の成因関係を解析した。

また、新潟大学において CHIME 年代測定のルーチンを立ち上げ、TTG と変成岩の年代を比較検討した。

## 4. 研究成果

### (1) 研究の主な成果

南極のザクロ石グラニュライト相変成岩分布域で採取した試料について、その変成温度圧力条件に関わる研究をおこなった。解析試料の中から、ヘグボマイト類に属すると思われる鉱物を発見した。予察的な解析結果から、従来報告されているヘグボマイト類との不一致に気づき、新鉱物であると確信した。

研究対象の試料に新鉱物があるとなれば、その熱力学的性質は全く未知であり、温度圧力の解析が困難な事態となる。このため、変成度の解析を中断。平成 22 年度が最終年度の科学研究費であったが、予測しえない発見であることから、研究費を平成 23 年度に繰り越し、この鉱物の解析に時間を割いた。

解析結果をまとめ、国際鉱物学連合 (IMA-CNMC) に報告した結果、新鉱物「Magnesiohobomite-2N4S」として認定された (図 1)。本研究費での想定以上の画期的成果となった。

ヘグボマイト類は Gavelin (1916) により最初のタイプが記載された。しかし置換関係が難解な鉱物で、以後 100 年近くたっても、その化学構造式は謎のままであった。本研究により詳細に研究した結果、ヘグボマイト類全ての構造式の一般解とそれを図示するダイアグラムを提唱する事に成功した (図 1 の右図)。この研究成果は、新鉱物を発見した事だけでなく、ポリタイプの鉱物の構造式について論理的解法を初めて見出したという点でも極めて重要である。

さらにこの岩石中には、様々な U-Th 含有

鉱物 (ジルコノライト、ウラニナイト、ポリクレス、ジルコン) が含まれていた。この年代測定をオーストラリアのジェームズクック大学で行うとともに、新潟大学でも CHIME 年代測定をおこなった。両者の結果は誤差の範囲内で一致していた。これにより、本研究課題の目標の一つであった、新潟大学における CHIME 年代測定はほぼ完成した。特にジルコノライトは、これまで地球及び月から報告されているが、その中で最も希土類元素に富むものである事が解ってきた。これについて、成果は国際誌に投稿中である。

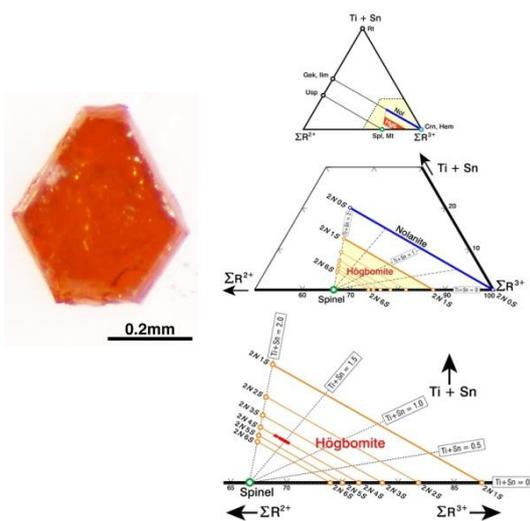


図 1 新鉱物 Magnesiohobomite-2N4S (左) と、その化学組成区分図 (Shimura et al., 2012 による)。

北海道の TTG (図 2) については、部分融解の温度圧力条件を解析し、デラミネーションが関わっているとの確信を得た。この件については、ロシアのウラジオストクで開かれた国際学会で招待講演をおこなった。本件については論文執筆中である。

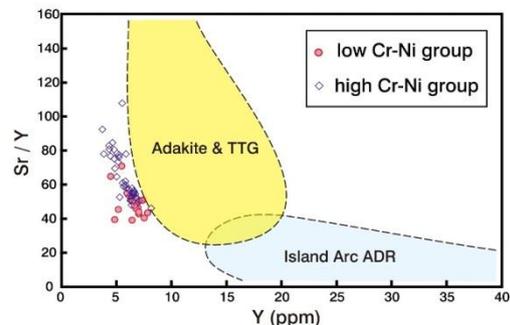


図 2 北海道の TTG の全岩化学組成。

### (2) 成果の学術的インパクト

新鉱物については、国際鉱物学連合によるニュースレターに速報として掲載された (Shimura et al., 2011)。そののち、化学

構造式の解法を含めた詳細論文は、鉱物学分野で最もインパクトファクターの高い雑誌「American Mineralogist」に掲載された (Shimura et al., 2012)。化学構造式の解法が非常に注目されており、今後引用率の非常に高い論文になるとと思われる。

TTGの成因については、スラブ融解で説明する研究者が多い中、大陸衝突でも生じる事が示唆され、重要な知見となった。地球の大陸地殻の成因を考えるうえで、重要な成果である。

### (3) 成果の社会的インパクト

日本南極地域観測隊が、南極大陸を構成する岩石から新鉱物を発見したのは初めての事である。この発見について、新潟大学と国立極地研究所の共同で、2011年5月31日に記者会見をおこなった。この成果は朝日新聞のネット版「アサヒ・コム」のトップに長時間掲載されたほか、新聞主要全紙、新潟などのテレビ各局、ラジオ、WEB、一般向け雑誌などでも大きく取り上げられた。

日本の南極観測事業だけでなく、科学研究について良い情宣になったほか、東日本大震災のニュースが占める中、明るいニュースとして、たいへん注目された。新鉱物は国立極地研究所「南極・北極科学館」と新潟大学「サイエンスミュージアム」で常設展示されており、今でも話題のコーナーとなっている。

その後もラジオ生放送での解説や、小中学生向け教育雑誌、朝日新聞出版「ジュニアエラ」に見開き2ページを割いて掲載されるなど、次世代への教育・普及にも役立てられており、社会的インパクトも大変大きい成果となった。現在も国内だけでなく、世界各国から取材や写真の掲載許可など、様々な問い合わせが続いている。

### (4) 今後の展望

ヘグボマイト類は最近、超高温変成岩や超高温変成岩からも報告されてきている。今後、変成作用解析の重要な指標鉱物になると思われる。今後、この岩石の変成作用の  $P$ - $T$ - $t$  経路の解明をさらに進めてゆく。これにより、東西 Gondwana 大陸の衝突と山脈形成プロセスが詳細に解明できると期待される。現在、ヘグボマイトの高温高压実験に挑戦中である。

本研究で、CHIME 年代測定のルーチンがほぼ完成した。この事は、今後、他の様々な地質体に応用できる重要な手法を手に入れたことになる。今後の自分の研究にとって大変重要な契機となった。今後、様々な岩石の年代測定を勧めてゆき、地球史の解明に貢献したい。

TTGの成因は、全てがスラブ融解ではないと確信した。大陸衝突帯におけるザクロ石グラ

ニュライト相での変成作用と部分融解が重要である。今回は南極大陸と北海道の特定の地域の岩石を対象としたが、今後さらに一般解に近づくために、他地域との比較研究を進めてゆき、大陸地殻の成因にさらに迫ってゆきたい。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① Shimura, T., Akai, J., Lazic, B., Armbruster, T., Shimizu, M., Kamei, A., Tsukada, K., Owada, M. and Yuhara, M., 2012, Magnesiohögbohmite-2N4S: a new polysome from the central Sør Rondane Mountains, East Antarctica. American Mineralogist, 97, 268-280. 査読有
- ② 大和田正明・志村俊昭・柚原雅樹・東田和弘・亀井淳志・阿部幹雄, 2011, 東ドローイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告 2008-2009 (JARE-50). 南極資料, 55, 1009-198. 査読有
- ③ Shimura, T., Akai, J., Lazic, B., Armbruster, T., Shimizu, M., Kamei, A., Tsukada, K., Owada, M. and Yuhara, M. (2011) Magnesiohögbohmite-2N4S, IMA 2010-084. CNMNC Newsletter No. 9, August 2011, page 2537; Mineralogical Magazine, 75, 2535-2540. 査読有
- ④ Owada, M., Shimura, T., Yuhara, M., Kamei, A. and Tsukada, M., 2010, Post-kinematic lamprophyre from the southwestern part of Sør Rondane Mountains, East Antarctica: Constraint on the Pan-African suture event. Jour. Miner. Petr. Sci., 105, 262-267. 査読有
- ⑤ 亀井淳志・阿部幹雄・志村俊昭・柚原雅樹・大和田正明・東田和弘・外田智千・木下雅章, 2009, 南極野外調査における太陽光発電システムの活用 -第50次日本南極地域観測隊セール・ロンダーネ山地地学調査隊の例-. 南極資料, 53, 283-299. 査読有

[学会発表] (計34件)

- ① 志村俊昭・大和田正明・柚原雅樹・亀井淳志・東田和弘, 2011, セール・ロンダーネ山地小指尾根、ヘグボマイト含有スカルンの鉱物共生とその意義, 2011年11月17日, 極域科学シンポジウム, 東京.
- ② 亀井淳志・大和田正明・柚原雅樹・志村俊昭・東田和弘・原有希・寺尾まどか・手打晋二郎, 2011, 東南極セール・ロンダー

- ネ山地に分布する変トータル岩の成因, 2011年11月17日, 極域科学シンポジウム, 東京.
- ③ 大和田正明・亀井淳志・柚原雅樹・志村俊昭・東田和弘, 2011, 東南極セール・ロンダーネ山地, 原生代マグマ過程とリソスフェアの進化, 2011年11月17日, 極域科学シンポジウム, 東京.
- ④ 柚原雅樹・亀井淳志・大和田正明・志村俊昭・東田和弘, 2011, 東南極, セール・ロンダーネ山地のベンゲン花崗岩の産状と化学組成, 極域科学シンポジウム, 2011年11月17日, 東京.
- ⑤ Shimura, T., Nagakubo, E., Kemp, A. I. S., Kojima, M. and Inaba, Y., 2011, TTG magma genesis by the collision tectonics between Kuril Arc and NE Japan Arc. Geological Processes in the Lithospheric Plates Subduction, Collision, and Slide Environments. 2011年9月22日, Vladivostok, Russia. 【招待講演】
- ⑥ 小島萌・志村俊昭, 2011, 日高変成帯、音調津斑れい岩マグマとメタルミナストータル岩マグマの成因関係. 日本地質学会, 2011年9月10日, 水戸.
- ⑦ 亀井淳志・大和田正明・柚原雅樹・志村俊昭・東田和弘・寺尾まどか・原有希・手打晋二郎, 2011, 原生代に活動した東南極セール・ロンダーネ山地のアダカイト質・非アダカイト質変トータル岩の地球化学的特徴. 日本地質学会, 2011年9月10日, 水戸.
- ⑧ 志村俊昭・赤井純治・Lazic Biljana・Armbruster Thomas・清水正明・亀井淳志・東田和弘・大和田正明・柚原雅樹, 2011, 南極から新鉱物「マグネシオヘグボマイト2N4S」の発見: 特にヘグボマイト類の構造式について. 日本鉱物科学会, 2011年9月9日, 水戸.
- ⑨ Shimura, T., Akai, J., Lazic, B., Armbruster, T., Shimizu, M., Kamei, A., Tsukada, K., Owada, M. and Yuhara, M., 2011, Magnesiöhögbomite-2N4S, a new polysome from the central Sør Rondane Mountains, East Antarctica: new endmember model of högbomite group minerals. 11th International Symposium on Antarctic Earth Science, 2011年7月12日, Edinburgh, Scotland.
- ⑩ 志村俊昭・柚原雅樹・大和田正明・亀井淳志・東田和弘・Kemp, A. I. S.・外田智千, 2010, 東南極セール・ロンダーネ山地、小指尾根のhögbomite含有スカルンのCHIME年代, 極域科学シンポジウム, 2010年12月3日, 東京.
- ⑪ 大和田正明・亀井淳志・志村俊昭・柚原雅樹・東田和弘, 2010, 東南極セール・ロンダーネ山地、原生代マグマ過程とテクトニクス, 極域科学シンポジウム, 2010年12月3日, 東京.
- ⑫ 志村俊昭・赤井純治・亀井淳志・東田和弘・大和田正明・柚原雅樹, 2010, 東南極セール・ロンダーネ山地中央部、小指尾根におけるhögbomite + Crn + Spl共生, 日本地質学会, 2010年9月19日, 富山.
- ⑬ 亀井淳志・手打晋二郎・大和田正明・柚原雅樹・志村俊昭・東田和弘・原有希, 2010, 東南極セール・ロンダーネ山地、ルンケリッゲンに分布する原生代の変トータル岩類. 日本地質学会, 2010年9月18日, 富山.
- ⑭ 小島萌・志村俊昭, 2010, 日高変成帯のIタイプトータル岩マグマの起源. 日本地質学会, 2010年9月18日, 富山.
- ⑮ 亀井淳志・柚原雅樹・大和田正明・志村俊昭・東田和弘, 2009, 東南極セール・ロンダーネ山地に分布するトータル岩質岩石の岩石学的特徴. 極域地学シンポジウム, 2009年10月9日, 東京.
- ⑯ 志村俊昭・亀井淳志・東田和弘・大和田正明・柚原雅樹, 2009, 東南極セール・ロンダーネ山地、小指尾根のコランダム-スピネル含有スカルン. 極域地学シンポジウム, 2009年10月9日, 東京.
- ⑰ 小島萌・志村俊昭, 2009, 日高変成帯のIタイプトータル岩マグマの起源に関する新知見. 日本地質学会, 2009年9月5日, 岡山.
- ⑱ 志村俊昭・大和田正明・柚原雅樹・東田和弘・亀井淳志, 2009, 東南極セール・ロンダーネ山地、南西テレーンのグラニュライト相変成作用. 日本地質学会, 2009年9月4日, 岡山.
- ⑲ 大和田正明・志村俊昭・柚原雅樹・東田和弘・亀井淳志, 2008, セールロンダーネ山地第50次地学隊の野外調査. 極域地学シンポジウム, 2008年10月16日, 東京.
- ⑳ 志村俊昭・Kemp, A. I. S., 2008, 日高変成帯から発見された「ザクロ石グラニュライト相」岩石のP-T変化経路. 日本地質学会, 2008年9月20日, 秋田.

〔図書〕(計1件)

- ① 日本地質学会編, 2010, 日本地方地質誌「北海道地方」, 朝倉書店. 130-154ページの「日高変成帯」について志村俊昭が分担執筆.

〔その他〕

ホームページ等

[http://www.niigata-u.ac.jp/top/pickup/230609\\_1.html](http://www.niigata-u.ac.jp/top/pickup/230609_1.html)

<http://www.sc.niigata-u.ac.jp/sc/info/20110531.html>

<http://www.nipr.ac.jp/info/notice/20110601.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

志村 俊昭 (SHIMURA TOSHIAKI)  
新潟大学・自然科学系・准教授  
研究者番号：70242451

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：