

平成 21 年 5 月 18 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18540454
 研究課題名 (和文) アジア大陸東縁 (ベトナム・中国・飛驒) における中・古生代変動時の
 マグマ形成過程
 研究課題名 (英文) Magma processes in eastern Asia mobile belts during the Late Paleozoic
 to the Early Mesozoic, with special reference to Vietnam, China and the Hida belt
 研究代表者
 大和田 正明 (OWADA MASAOKI)
 山口大学・大学院理工学研究科・教授
 研究者番号：50213905

研究成果の概要：

アジア大陸東縁部は古生代末から中生代初頭にかけて成長してきた。その主な原因は微小大陸の衝突による。この衝突帯の深部で起こる現象を解明するため、これまであまり検討されてこなかった地域 (ベトナム, 中国, 飛驒) を調査した。その結果, 衝突帯の深部では, 玄武岩質マグマがマントルから上昇することで地殻下部を溶かし, 花崗岩質マグマを形成することが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	540,000	3,940,000

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：地殻, マントル, 東アジア, 火成作用, テクトニクス

1. 研究開始当初の背景

近年, 中国をはじめとする東アジアの経済成長は目覚ましく, それと呼応するように科学技術や基礎研究についても著しく進展してきた。地質学の分野では, アジア大陸は微小大陸の衝突によって成長してきたことがわかり, その研究の方向は「大陸衝突時に地殻深部では何が起き, それが地球環境にどのような影響を与えたのか」の解明に進もうとしていた。特に, インドシナ半島を中心とした地域は古生代末に多数の微小大陸が集中し, なおかつその後の隆起・削剝によって地殻深部の岩石が露出した場所として注目されるようになった。そのような状況の中, こ

れまで主に政治的やアクセス事情の面から調査が難しかった地域 (ベトナム中部・中国南西部) の調査が可能になってきた。研究代表者および分担者は, これまで地道に上記の地域を調査し, 成果を積み上げてきた。そして課題の解明に向けてさらに検討するため, 本研究プロジェクトを始めた。

2. 研究の目的

大陸衝突帯の深部過程の詳細を解明するため, その解析に最も適した東アジアの大陸衝突帯を対象に以下の目的を設定した。また, 比較のため Gondwana 超大陸の中心にあった南極地域や沈み込み帯を代表する西南日

本についても対象地域とした。

- (1) 大陸衝突帯に産する花崗岩とはんれい岩の形成年代を明らかにすること。
- (2) はんれい岩マグマの化学的特徴と起源マントル組成の解析。
- (3) 高温変成作用の熱源の解明。
- (4) 沈み込み帯マグマ過程との相違点の検討。

3. 研究の方法

本研究では、野外調査を基本として、火成岩類や変成岩類について岩石学的に検討する。調査および試料の採集地域は以下の通りである。ベトナム・コンツム地塊、コンツム地塊の北方延長に位置し、同じ変動を受けたと考えられる中国・雲南省西部、日本における古生代末の変動帯としての飛驒帯、そして沈み込み帯の代表として白亜紀火成岩類が分布する西南日本内帯である。さらに他の衝突帯の例として、南極大陸（東南極ドロンイングモードランド）も検討する。これらの地域の多くは、研究代表者と分担者によってすでに調査され、解析用の試料も揃っているが、補足的な現地調査を実施し、データを解析するための十分な試料をさらに採集する。具体的な研究方法は以下の通り。

- (1) 基礎データの蓄積（地質調査と試料採集、岩石記載）
- (2) 変成作用と火成作用の解析（詳細な岩石学、地球化学および年代学的検討）
- (3) アジア大陸東縁部の変動帯におけるマグマ形成過程の解析（衝突帯と沈み込み帯におけるマグマ形成過程の比較）

4. 研究成果

アジア大陸東縁に分布する衝突帯の深部過程を解明する本プロジェクトは、2006年度～2008年度の3カ年間で実施された。以下にプロジェクトの成果を示す。

- (1) ベトナムコンツム地塊を例に大陸衝突による、極限変成作用の時期とマントル起源の玄武岩質マグマの活動時期が一致することを明らかにした。また、この玄武岩質マグマはマントルブルームに由来することが化学組成の面から明らかとなった。
- (2) コンツム地塊と同様に Gondwana 大陸形成時の衝突帯と考えられる東南極ドロンイングモードランドの火成作用の特徴から、大陸衝突境界に相当する地殻-マントル境界を検討した。この結果は、大陸衝突帯地域における衝突境界を見出す上で有用な手法となりうる。
- (3) 大陸衝突帯の火成活動の特徴を検討した結果、マグマの起源物質は、沈み込むプレ

ートから持ち込まれた地殻物質によって汚染されたマントルとブルーム型のマントル組成の特徴をあわせ持つことが明らかとなった。

以上から、大陸衝突帯の深部で起こる変成作用や火成作用は、地殻とマントルの相互作用によって引き起こされることが明らかになった。すなわち、マグマの起源マントルの組成は地殻の影響を受け、そのマグマを熱源として地殻物質は変成作用をこうむる。このようなプロセスが、衝突帯の深部では、普遍的に起きていると推察される。

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 20 件）

- ① Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Hayasaka, Y. and Tran Ngoc Nam, Permo-Triassic Barrovian-type metamorphism in the ultrahigh-temperature Kontum Massif, central Vietnam: Constraints on continental collision tectonics in Southeast Asia. *Island Arc*, 18, 126-143, 2009, 査読有り.
- ② Owada, M., Baba, S., Osanai, Y. and Kagami, H., Geochemistry of post-kinematic mafic dykes from central to eastern Dronning Maud Land, East Antarctica: evidence for a Pan-African suture in Dronning Maud Land. *Geological Society of London Special Publications*, 308, 235-252, 2008, 査読有り.
- ③ Tsunogae, T., Santosh, M., Dubessy, J., Osanai, Y., Owada, M., Hokada, T. and Toyoshima, T., Carbonic fluids in ultrahigh-temperature metamorphism: evidence from Raman spectroscopic study of fluid inclusions in granulites from the Napier Complex, East Antarctica. *Geological Society of London Special Publications*, 308, 317-332, 2008, 査読有り.
- ④ Baba, S., Owada, M. and Shiraishi, K., Contrasting metamorphic P-T path between Schirmacher Hills and Mühlig-Hofmannfjella, central Dronning Maud Land, East Antarctica. *Geological Society of London Special Publications*, 308, 401-417, 2008, 査読有り.
- ⑤ Owada, M., Osanai, Y., Kamei, A. and Watanebe, K., Gondwana to Asia - A history of continental growth and

- deep crustal processes: Introduction. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 103, 215-217, 2008, 査読なし.
- ⑥ Osanai, Y., Nakano, N., Owada, M., Tran Ngoc Nam, Miyamoto, T., Nguyen Thi Minh, Nguyen Van Nam and Tran Van Tri, Collision zone metamorphism in Vietnam and adjacent South-eastern Asia: Proposition for Trans Vietnam Orogenic Belt, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 103, 226-241, 2008, 査読有り.
- ⑦ Yamada, S., Owada, M. and Osanai, Y., Amphibolite-facies metamorphic rocks of the Mt. Tenzan area, northern Kyushu, Southwest Japan: Correlation with the Higo metamorphic rocks, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 103, 291-296, 2008, 査読有り.
- ⑧ 上塘 斎, 今岡照喜, 大和田正明, 領家帯柳井地域の含ざくろ石苦鉄質グラニュライトから見出された減圧組織. *地質学雑誌*, 114, 88-91, 2008, 査読有り.
- ⑨ Nakano, N., Osanai, Y., Nguyen Thi Minh, Hayasaka, Y., Miyamoto, T. and Owada, M., Discovery of high-pressure granulite-facies metamorphism in northern Vietnam: Constraints on the Permo-Triassic Indochinese continental collision tectonics. *Comptes Rendus Geoscience*, 340, 127-138, 2008, 査読有り.
- ⑩ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Matsushita, T., Tran Ngoc Nam, Tsunogae, T., Toyoshima, T., Pham Binh and Kagami, H., Crustal anatexis and formation of two types of granitic magmas in the Kontum massif, central Vietnam: Implications for magma processes in collision zones. *Gondwana Research*, 12, 428-437, 2007, 査読有り.
- ⑪ Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Tran Ngoc Nam, Toyoshima, T. Pham Binh, Tsunogae, T. and Kagami, H., Geologic and metamorphic evolution of the basement complexes in the Kontum Massif, central Vietnam, *Gondwana Research*, 12, 438-453, 2007, 査読有り.
- ⑫ Nakano, N., Osanai, Y. and Owada, M., Multiple breakdown and chemical equilibrium of silicic clinopyroxene under extreme metamorphic conditions in the Kontum Massif, central Vietnam. *American Mineralogist*, 92, 1844-1855, 2007, 査読有り.
- ⑬ Owada, M., Toyoshima, T., Shiraishi, K. and Kagami, H., Pan-African adakitic rocks from the Sor Rondane Mountains, East Antarctica. *Polar Geosciences*, 19, 173-188, 2006, 査読有り.
- ⑭ Owada, M., Osanai, Y., Hokada, T. and Nakano, N., Timing of metamorphism and formation of garnet granite in the Kontum Massif, central Vietnam: Evidence from monazite EMP dating. *Jour. Mineralogical and Petrological Sciences*, 101, 324-328, 2006, 査読有り.
- ⑮ 大和田正明, 山崎 徹, 小山内康人, 吉本一峰, 濱本拓志, 加々美寛雄, 日高変成帯野塚岳地域, ニオベツ岩体の貫入による中新世の複変成作用, 部分熔融および花崗岩マグマの形成. *地質学雑誌*, 111, 666-683, 2006, 査読有り.
- ⑯ Osaani, Y., Sajejev, K., Owada, M., Keherapannala, K. V. W., Prame, W. K. B., Nakano, N. and Jayatileke, S., Metamorphic evolution of high-pressure and ultrahigh-temperature granulites from the Highland Complex, Sri Lanka, *Journal of Asian Earth Sciences*, 28, 20-37, 2006, 査読有り.
- ⑰ Osanai, Y., Owada, M., Kamei, A., Hamamoto, T., Kagami, H., Toyoshima, T., Nakano, N. and Tran Ngoc Nam, The Higo metamorphic complex in Kyushu, Japan as the fragment of Permo-Triassic metamorphic complexes in East Asia. *Gondwana Research*, 9, 152-166, 2006, 査読有り.
- ⑱ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Tran Ngoc Nam, Pham Binh, Toyoshima, T. and Tsunogae, T., Petrogenesis of Plei Man Ko granite: Evidence from mineral texture and chemistry. *Journal of Geology (Hanoi)*, 296, 28-37, 2006, 査読なし.
- ⑲ Nakano, N., Osanai, Y., Nguyen Thi Minh, Miyamoto, T, Owada, M. and Tran Ngoc Nam, Discovery of eclogites and related high-pressure rocks from the Song Ma suture zone in north Vietnam, *Journal of Geology (Hanoi)*, 296, 16-27, 2006, 査読なし.
- ⑳ Miyamoto, T., Osanai, T., Nakano, N., Owada, M., Nguyen Thi Minh, Duong Duc

Kiem and Tran Ngoc Nam, A preliminary report on Rb-Sr, Sm-Nd age determination and isotopic composition for pelitic gneiss from Po Ko and eclogite samples from Dien Bien area, Vientnam. Journal of Geology (Hanoi), 296, 38-45, 2006, 査読なし.

[学会発表] (計 13 件)

- ① 大和田正明, 白石和行, 馬場壮太郎, 小山内康人, 東南極セールロンダーネ山地の苦鉄質岩脈中の累帯輝石, 日本地球惑星連合学会 CD-ROM, 2008 年 5 月 26 日, 幕張.
- ② 大和田正明, 佐藤 彰, 小山内康人, 豊島剛志, 白石和行, 衝突帯深部の部分溶融現象, 東南極セールロンダーネ山地中央部の泥質変成岩類の例, 日本鉱物科学会 2008 年講演要旨集, 240, 2008 年 9 月 20 日, 秋田.
- ③ 大和田正明, 志村俊昭, 柚原雅樹, 束田和弘, 亀井淳志, セールロンダーネ山地第 50 次地学隊の野外調査, 南極地学シンポジウム講演要旨集, 2008 年 10 月 16 日, 東京.
- ④ 大和田正明, 小山内康人, 中野伸彦, 加々美寛雄, 中部ベトナムコンツム地塊, 衝突帯における後期苦鉄質貫入岩の地球科学的特徴, 日本地球惑星連合学会 CD-ROM, 2007 年 5 月 19 日, 幕張.
- ⑤ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Tran Ngoc Nam, Pham Binh and Kagami, H., Magma processes of late-collisional mafic intrusion in the Kontum Massif, central Vietnam, Asia Oceania Geophysical Society CD-ROM, 2007 年 11 月 9 日, 福岡.
- ⑥ 大和田正明, 小山内康人, 中野伸彦, Tran Ngoc Nam, Pham Binh, 加々美寛雄, 中部ベトナムコンツム地塊, 衝突帯における苦鉄質火成活動の化学的特徴, 日本地質学会学術大会講演要旨, 2007 年 9 月 9 日, 札幌.
- ⑦ 大和田正明, 池永佐依, 馬場壮太郎, 白石和行, 小山内康人, 東南極ドロニン
グモードランド, Pan-African 期の火成活動, 日本鉱物科学会 2007 年度講演要旨集, 2007 年 9 月 23 日, 東京.
- ⑧ 大和田正明, 白石和行, 馬場壮太郎, 小山内康人, 東南極セールロンダーネ山地の苦鉄質岩脈の岩石記載, 南極地学シンポジウム講演要旨集, 2007 年 10 月 18 日, 東京.
- ⑨ 大和田正明, 小山内康人, 中野伸彦, 外田智千, 中部ベトナムコンツム地塊, ザクロ石花崗岩と変成岩のモナザイト

の EMP 年代: 大陸衝突における部分溶融の時期, 日本地球惑星連合学会 CD-ROM, 2006 年 5 月 16 日.

- ⑩ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Hokada, T. and Kagami, H., Ultrahigh-temperature metamorphism and crustal anatexis caused by mantle plume in collision zone, the Kontum Massif, central Vietnam, Abstract for International Mineralogical Association, 2006 年 7 月 27 日, 神戸.
- ⑪ 大和田正明, 三上武志, 中部九州, 高 Mg 組成を示す杵ヶ原閃緑岩と北部九州高 Mg 安山岩質岩の化学的特徴, 日本地質学会学術大会講演要旨, 2006 年 9 月 17 日, 高知.
- ⑫ 大和田正明, 馬場壮太郎, 小山内康人, 白石和行, 加々美寛雄, 東南極ドロニン
グモードランドの変成・火成作用, 南極地学シンポジウム講演要旨集, 2006 年 10 月 12 日, 東京.
- ⑬ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Hokada, T. and Kagami, H., Crustal anatexis caused by input of basic magma derived from metasomatized mantle in collision zone, the Kontum Massif, central Vietnam. Abstract International Association of Gondwana Research, 2006 年 12 月 12 日, 香港.

[図書] (計 3 件)

- ① 小山内康人, 大和田正明, 豊島剛志, 日高衝突帯下部地殻の岩石構成と変形運動. 地質学雑誌, 113 補遺, 29-50, 2007.
- ② Owada, M., Kamei, A., Watanabe, K. and Osanai, Y., High-grade metamorphic terranes and gold mine in Kyushu, southwest Japan, Higo metamorphic terrane and Kurosegawa errane, Aso volcano and Hishikari gold mine. Guid book for the field excursion of 4th International Symposium on Gondwana to Asia, GRG Miscellaneous Publication No. 17, 2007.
- ③ Owada, M., Osanai, Y., Shimura, T., Ishizuka, H., Crustal section and anatexis of lower crust and subduction-related high-pressure type metamorphism in the Hidaka and Kamuikotan metamorphic belts, Hokkaido, Japan. Excursion Guide for IMA2006-Kobe Post-symposium excursion, 2006.

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大和田 正明 (OWADA MASAOKI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：50213905

(2) 研究分担者

小山内 康人 (OSANAI YASUHITO)

九州大学・大学院比較社会文化研究科・教授

研究者番号：80183771

(2006～2007年度)

加納 隆 (KANO TAKASHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：60108264

今岡 照喜 (IMAOKA TERUYOSHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：30193668

(3) 連携研究者 (2008年度)

加納 隆 (KANO TAKASHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：60108264

今岡 照喜 (IMAOKA TERUYOSHI)

山口大学・大学院理工学研究科・教授

研究者番号：30193668

