

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25400518

研究課題名(和文) 低圧変成帯の温度圧力構造と島弧地殻のダイナミクスの解明

研究課題名(英文) Thermobaric structure of low-pressure metamorphic belts and dynamics of crust beneath island arcs

研究代表者

池田 剛 (Ikeda, Takeshi)

九州大学・理学研究院・准教授

研究者番号：40243852

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)： 変成岩の分布地域(変成帯)は過去の地殻深部が露出する地域です。本課題研究は、白亜紀当時ユーラシア大陸の東縁に位置していた西南日本の地殻深部の温度圧力構造と、その深部地殻がどのように上昇して地表に達したのかを明らかにした研究です。上昇過程は、観察事実を時系列に並べると自ずと明らかになるものではなく、ある物理機構を仮定したモデルを設定し、観察事実がどこまで整合的に説明できるかを検討することによって、モデルの妥当性を検証することで解明されます。

この研究では変成岩の推定圧力の差を定量的に評価する方法と、変成作用前後の岩石の歪を分離する手法を開発し、高温の変成帯の上昇を説明するモデルを提示しました。

研究成果の概要(英文)： Metamorphic belts are the region where deep levels of the past crust expose. This project revealed thermobaric structure of the metamorphic belts in SW Japan and the mechanism of its exhumation, which located on the eastern margin of the Eurasian continent at the Cretaceous. Temporal arrangement of the facts obtained from the metamorphic rocks does not directly show the exhumation mechanism. We have to prepare a physical model and evaluate its validity by comparing the observations.

This project developed methods that quantitatively evaluate the pressure difference between the metamorphic rocks and that discriminate strains before and after metamorphism. These methods are applied to the metamorphic rocks in N Kyushu to evaluate the proposed physical model to explain the exhumation of the deep crust by combining geochronological data.

研究分野：岩石学

キーワード：低圧変成帯 圧力差 上昇モデル 変形 変成年代

1. 研究開始当初の背景

島弧および大陸縁辺部に発達する高压変成帯と中～低压変成帯が対をなすという Miyashiro (1973) の提案は、その後の島弧-海溝系の熱計算などで評価されてきた(例えば, England et al., 1986)。その中で高压変成帯の変成条件は、沈み込む海洋プレート直上に実現し、高压変成岩類の源岩が遠洋性堆積物、海溝充填堆積物、海洋底玄武岩に相当することから、高压変成作用がプレートの沈み込みによって生じることは、多くの研究者の一致した見解である。

ところが、低压変成作用がどこで生じ、どのようにして高压変成帯と接する位置関係になったのかについては、必ずしも見解の一致をみていない。たとえば, England et al. (1986) では低压変成作用の条件は海溝から 50～150 km 離れた火山前線下に実現するため、そこで生じた低压変成帯が高压変成帯に接触するためには、水平方向の移動が必要となる。

最近の我々の研究により、この下部地殻での水平方向の流動が明らかになりつつある (Ikeda et al. 2005; Arima et al. 2011; Miyazaki et al. 2013)。この現象は天草変成岩類に見出された。天草変成岩類では、付加体堆積物を源岩とする高压変成岩と、はんれい岩から閃緑岩を源岩とする高温変成岩が延性剪断帯で接する。このうち高温変成岩は 1GPa, 800 弱の最高変成条件から、圧力一定で冷却し、その際にマイロナイト化したことが明らかになった。この高温変成岩の変成圧力が下部地殻に相当すること、変成温度圧力が領家変成岩類や肥後変成岩類の最高変成条件の延長線上にあることから、Miyazaki et al. (2013) は、天草変成岩類にみられる現象は下部地殻の水平流動によって中～低压変成帯が海溝側へ移動し、高压変成帯とくっつく過程を見ているのではないかという作業仮説をたて、それが可能であることを数値計算で確認した。

2. 研究の目的

上記のような作業仮説の妥当性、およびその時間スケールを明確にすることが本研究の目的である。そのために、まず天草変成岩類で反応組織などの微細構造が形成された時刻を特定することを目的とする。

さらに、天草変成岩類より少し浅い地殻に相当すると考えられる領家変成岩類、北部九州に点在する低压変成岩類の温度構造、圧力構造を精密に決めること、源岩形成、変成作用、冷却などの各イベントの時刻を特定することを目的とする。

3. 研究の方法

熊本県の天草変成岩類および北部九州に点在する白亜紀の接触変成岩類を対象とし、

(1) 変成温度圧力を決定し、地域の温度構造、圧力構造を明らかにする。

(2) SHRIMP を用いて、反応組織等の微細構造形成年代を決定する。

(3) 岩石から分離したジルコンに対して、閉止温度の異なるフィッシュトラックおよび U-Pb 年代を求め、冷却過程を明らかにする。

(4) これらの情報をマンツルのコーナー流に伴う地殻の流動および熱計算によって再現する。

4. 研究成果

天草変成岩類と北部九州に点在する低压変成岩類について、当初の計画以上の成果を得ることができた。一つには、変成岩類の累積歪みから変成作用後の歪を分離して、その歪のタイプを特定する手法が開発できたことである(公表雑誌論文)。モデルが予想する浮力による上昇によって、地殻深部と浅部の距離は短縮されるはずである。その短縮に伴う変形を実際に検知することが可能であることを示すことができた。

もう一つの原因は、研究代表者が開発した相対圧力計の測定精度が非常に高いことを明らかにしたことによる(公表雑誌論文)。従来の地質圧力計で求める圧力の絶対値には大きな誤差があり、変成帯の精密な圧力構造を明らかにするには限界があると考えられていた。しかし、この成果によって相対圧力計および、従来の同一地質圧力計を用いた圧力の差、即ち深さの差は高い精度で決まることが明らかになった。このことから、現在地表である距離離れた地点に産する変成岩の、変成作用時の深さの差を正確に求めることが可能となり、上昇過程で両者の距離が短縮したかどうかを精度よく決めることができるようになった。このことによって、大牟田に産する低压変成岩類が、上昇過程で短縮変形を被っていることが明らかになり、モデルを検証することができた。この成果は一方で、当初計画していた山口県柳井地域の領家変成帯の温度圧力構造が論文化できていない原因でもある。つまり、予想以上に精密な温度圧力構造が決まったために、その解釈が追いついていないためである。

これらの成果は当初の低压変成帯の上昇モデルを力学的側面から検証する結果となった。一方で、モデルが必要とする一定期間の加熱は、低压変成帯に密接に伴う花崗岩類の形成年代と低压変成帯の高温継続時間を明らかにすることで検証しつつある。この解析の中で、従来あまり重視されなかったジルコン年代のばらつきを偶然誤差ではなく変成継続時間と理解することを提案している。この点はジルコンの産状と年代値を比較す

るという更なる必要であり，継続して取り組む課題となっている。

<引用文献>

- Arima K, Ikeda T, Miyazaki K (2011) Reaction microstructures in corundum- and kyanite-bearing mafic mylonites from the Takahama metamorphic rocks, western Kyushu, Southwest Japan. *Island Arc* 20, 248-258
- England P, Engdahl R, Thatcher W (1986) Systematic variation in the depths of slabs beneath arc volcanoes. *Geophysical Journal International* 156, 377-408
- Ikeda T, Miyazaki K et al. (2005) Garnet-clinopyroxene amphibolites from the Takahama metamorphic rocks, western Kyushu, SW Japan: evidence for high-pressure granulite facies metamorphic rocks. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* 100, 104-115
- Miyashiro A (1973) *Metamorphism and Metamorphic Belts*. George Allen & Unwin LTD 492pp.
- Miyazaki K, Ikeda T et al. (2013) The pressure-temperature structure of a mylonitized metamorphic pile, and the role of advection of the lower crust, Nagasaki Metamorphic Complex, Kyushu Japan. *Lithos*, 162-163, 14-26

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44件)

- Mori Y, Ikeda T (2018) Formation of triple-layer coronas between corundum and hornblende from the Luzow-Holm Complex at Akarui Point, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 113, 68-81. DOI: 10.2465/jmps.170710 査読有
- Yamasaki Y, Ikeda T (2018) Deformation path of amygdules in basic schists in Itoshima area, northern Kyushu, Japan. *Island Arc*. DOI: 10.1111/iar.12246 査読有
- Miyazaki K, Ikeda T, Matsuura H, Danhara T, Iwano H, Hirata T (2018) Ascent of a high-temperature metamorphic complex due to buoyancy beneath a volcanic arc: a mid-Cretaceous example from the eastern margin of Eurasia. *International Geology Review*. DOI: 10.1080/00206814.2018.1443403 査読有
- Miyazaki K, Mori Y, Nishiyama T, Suga K, Shigeno M (2018) Determination of reaction kinetics using grain size: An application for metamorphic zircon growth. *Terra Nova*. DOI: 10.1111/ter.12322 査読有
- Takehara M, Horie K, Hokada T, Kiyokawa S (2018) New insight into disturbance of U-Pb

and trace-element systems in hydrothermally altered zircon via SHRIMP analyses of zircon from the Duluth Gabbro. *Chemical Geology*, 484, 168-178. DOI:

10.1016/j.chemgeo.2018.01.028. 査読有

Ikeda T, Miyazaki K, Matsuura H (2017) Uncertainty in pressure difference of empirical geobarometers. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 112, 175-179. DOI: 10.2465/jmps.170424 査読有

Ikeda T, Miyazaki K, Matsuura H (2017) Metamorphic condition of a regional metamorphic complex in the Omuta district in northern Kyushu, southwest Japan. *Island Arc*, 26 (5) DOI: 10.1111/iar.12204 査読有

Miyazaki K, Ikeda T, Matsuura H (2017) A high-T metamorphic complex derived from the high-P Suo metamorphic complex in the Omuta district, northern Kyushu, southwest Japan. *Island Arc*, 26 (5) DOI: 10.1111/iar.12008 査読有

Suga K, Yui T-F, Miyazaki K, Sakata S, Hirata T, Fukuyama M (2017) A revisit to the Higo terrane, Kyushu, Japan: the eastern extension of the North China-South China collision zone. *Journal of Asian Earth Sciences* 143, 218-235 査読有

Takehara M, Horie K, Tani K, Yoshida T, Hokada T, Kiyokawa S (2017) Timescale of magma chamber processes revealed by U-Pb ages, trace element contents and morphology of zircons from the Ishizuchi caldera, Southwest Japan Arc. *Island Arc*, 26, 1-14. DOI: 10.1111/iar.12182 査読有

Mishima K, Yamazaki R, Satish-Kumar M, Ueno Y, Hokada T, Toyoshima T (2017) Multiple sulfur isotope geochemistry of Dharwar Supergroup, Southern India: Late Archean record of changing atmospheric chemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, 464, 69-83. DOI: 10.1016/j.epsl.2017.02.007. 査読有

Prakash D, Chandra Singh P, Tewari S, Joshi M, Frimmel HE, Hokada T, Rakotonandrasana, T. (2017) Petrology, pseudosection modelling and U-Pb geochronology of silica-deficient Mg-Al granulites from the Jagtiyal section of Karimnagar granulite terrane, northeastern Dharwar Craton, India. *Precambrian Research*, 299, 177-194. DOI: 10.1016/j.precamres.2017.07.014. 査読有

Tsubokawa Y, Ishikawa M, Kawakami T, Hokada T, Satish-Kumar M, Tsuchiya N, Grantham GH (2017) Pressure-temperature-time path of a

- metapelite from Meffjell, Sør Rondane Mountains, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 112, 77-87. DOI: 10.2465/jmps.160919. 査読有
- Skrzypek E, Kawakami T, Hirajima T, Sakata S, Hirata T, Ikeda T (2016) Revisiting the high temperature metamorphic field gradient of the Ryoke Belt (SW Japan): New constraints from the Iwakuni-Yanai area. *Lithos*, 260, 9-27 査読有
- Hokada T, Harley SL, Dunkley DJ, Kelly NM, Yokoyama K (2016) Peak and post-peak development of UHT metamorphism at Mather Peninsul, Rauer Islands: zircon and monazite U-Th-Pb and REE chemistry constraints. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111, 89-103. DOI: 10.2465/jmps.150829 査読有
- Horie K, Hokada T, Motoyoshi Y, Shiraishi K, Hiroi Y, Takehara M (2016) U-Pb zircon geochronology in the western part of the Rayner Complex, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111, 104-117. DOI: 10.2465/jmps.150811 査読有
- Kawakami T, Hokada T, Sakata S, Hirata T (2016) Possible polymetamorphism and brine infiltration recorded in the garnet-sillimanite gneiss, Skallevikshalsen, Lützow-Holm Complex, East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111, 129-143. DOI: 10.2465/jmps.150812 査読有
- Hughes KA, López-Martínez J, Francis JE, Crame JA, Carcavilla L, Shiraishi K, Hokada T, Yamaguchi A (2016) Antarctic geoconservation: a review of current systems and practices. *Environmental Conservation*, 43, 97-108. DOI: 10.1017/S0376892915000387 査読有
- Burenjargal U, Okamoto A, Tsuchiya N, Uno M, Horie K, Hokada T (2016) Contrasting geochemical signatures of Devonian and Permian granitoids from the Tseel Terrane, SW Mongolia. *Journal of Geosciences (Journal of the Czech Geological Society)*, 61, 51-66. DOI: 10.3190/jgeosci.210 査読有
- Nasheeth A, Okudaira T, Horie K, Hokada T, Satish-Kumar M (2016) U-Pb SHRIMP Ages of Detrital Zircons from Hiriyyur Formation in Chitradurga Greenstone Belt and its Implication to the Neoproterozoic Evolution of Dharwar Craton, South India. *Journal of Geological Society of India*, 87, 43-54. DOI: 10.1007/s12594-016-0372-2 査読有
- ²¹ 宮崎一博, 脇田浩二, 宮下由香里, 水野清秀, 高橋雅紀, 野田 篤, 利光誠一, 角井朝昭, 大野哲二, 名和一成, 宮川歩夢 (2016) 20万分の1地質図幅「松山」(第2版), 産総研地質調査総合センター. 査読無
- ²² Miyazaki K (2015) Diffusion-controlled growth and degree of disequilibrium of garnet porphyroblasts: is diffusion-controlled growth of porphyroblasts common? *Progress in Earth and Planetary Science*, 2, Doi:10.1186/s40645-015-0055-4 査読有
- ²³ Suga K, Yui TF, Shelluntt JG, Wu TW, Mori Y, Miyazaki K, Jahn BM (2015) Nd-Sr isotopic constrain to the formation of metatexite and diatexite migmatites, Higo metamorphic terrane, central Kyushu, Japan: implications for mass transfer through diatexite magma channels via hybrid silicic melt. *International Geology Review*, DOI: 10.1080/00206814.2015.1086961 査読有
- ²⁴ Baba S, Horie K, Hokada T, Owada M, Adachi T, Shiraishi K (2015) Multiple Collisions in the East African-Antarctica Orogen: Constraints from Timing of Metamorphism in the Filchnerfjella and Hochlinfjellet Terranes in Central Dronning Maud Land. *Journal of Geology*, 123, 55-78. DOI: 10.1086/679468 査読有
- ²⁵ Nasheeth A, Okudaira T, Horie K, Hokada T, Satish-Kumar M (2015) SHRIMP U-Pb zircon ages of granitoids adjacent to Chitradurga shear zone, Dharwar craton, South India and its tectonic implications. *Journal of Mineralogical and Petrological Science*, 110, 224-234. 査読有
- ²⁶ Maki K, Yui T-F, Miyazaki K, Fukuyama M, Wang K-L, Martens U, Grove M, Liou JG (2014) Petrogenesis of metatexite and diatexite migmatites determined using zircon U-Pb age, trace element and Hf isotope data, Higo metamorphic terrane, central Kyushu, Japan. *Journal of Metamorphic Geology*, 32 (3), 301-323 DOI: 10.1111/jmg.12073 査読有
- ²⁷ Kouketsu Y, Nishiyama T, Ikeda T, Enami M (2014) Evaluation of residual pressure in an

- inclusion-host system using negative frequency shift of quartz Raman spectra. *American Mineralogist*, 99, 433-442. 査読有
- 28 Kawakami T, Nakano N, Higashino F, Hokada T, Osanai Y, Yuhara M, Charusiri P, Kamikubo H, Yonemura K, Hirata T (2014) U-Pb zircon and CHIME monazite dating of granitoids and high-grade metamorphic rocks from the Eastern and Peninsular Thailand — A new report of Early Paleozoic granite. *Lithos*, 200-201, 64-79. DOI: 10.1016/j.lithos.2014.04.012 査読有
- 29 Hiroi Y, Yanagi A, Kato M, Kobayashi T, Prame B, Hokada T, Satish-Kumar M, Ishikawa M, Adachi T, Osanai Y, Motoyoshi Y, Shiraishi K (2014) Supercooled melt inclusions in lower-crustal granulites as a consequence of rapid exhumation by channel flow. *Gondwana Research*, 25, 226-234. DOI: 10.1016/j.gr.2013.04.001 査読有
- 30 Fukuyama M, Ogasawara M, Dunkley DJ, Wang K, Lee D, Hokada T, Maki K, Hirata T, Kon Y (2014) The formation of rodingite in the Nagasaki metamorphic rocks at Nomo Peninsula, Kyushu, Japan – Zircon U–Pb and Hf isotopes and trace element evidence. *Island Arc*, 23, 281-298. DOI: 10.1111/iar.12086 査読有
- 31 Wakisaka S, Nakamura T, Ikeda T, Yurimoto H (2014) Thermal modeling for a parent body of Itokawa. *Meteoritics & Planetary Science* 49, 228-236. 査読有
- 32 Hokada T, Horie K, Adachi T, Osanai Y, Nakano N, Baba S, Toyoshima T (2013) Unraveling the metamorphic history at the crossing of Neoproterozoic orogens, Sør Rondane Mountains, East Antarctica: Constraints from U–Th–Pb geochronology, petrography, and REE geochemistry. *Precambrian Research*, 234, 183-209. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.12.002 査読有
- 33 Hokada T, Horie K, Satish-Kumar M, Ueno Y, Nasheeth A, Mishima K, Shiraishi K (2013) An appraisal of Archaean supracrustal sequences in Chitradurga Schist Belt, Western Dharwar Craton, Southern India. *Precambrian Research*, 227, 99-119. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.04.006 査読有
- 34 Satish-Kumar M, Hokada T, Owada M, Osanai Y, Shiraishi K (2013) Neoproterozoic orogens amalgamating East Gondwana: Did they cross each other? *Precambrian Research*, 234, 1-7. DOI: 10.1016/j.precamres.2013.06.010 査読有
- 35 Osanai Y, Nogi Y, Baba S, Nakano N, Adachi T, Hokada T, Toyoshima T, Owada M, Satish-Kumar M, Kamei Y, Kitano I (2013) Geologic evolution of the Sør Rondane Mountains, East Antarctica: Collision tectonics proposed based on metamorphic processes and magnetic anomalies. *Precambrian Research*, 234, 8-29. DOI: 10.1016/j.precamres.2013.05.017 査読有
- 36 Toyoshima T, Osanai Y, Baba S, Hokada T, Nakano N, Adachi T, Otsubo M, Ishikawa M, Nogi Y (2013) Sinistral transpressional and extensional tectonics in Dronning Maud Land, East Antarctica, including the Sør Rondane Mountains. *Precambrian Research*, 234, 30-46. DOI: 10.1016/j.precamres.2013.05.010 査読有
- 37 Adachi T, Osanai Y, Hokada T, Nakano N, Baba S, Toyoshima T (2013) Timing of metamorphism in the central Sør Rondane Mountains, eastern Dronning Maud Land, East Antarctica: Constrains from SHRIMP zircon dating and EPMA monazite dating. *Precambrian Research*, 234, 136-160. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.11.011 査読有
- 38 Baba S, Osanai Y, Nakano N, Owada M, Hokada T, Horie K, Adachi T, Toyoshima T, (2013) Counterclockwise P-T path and isobaric cooling of metapelites from Brattnipene, Sør Rondane Mountains, East Antarctica: implications for a tectonothermal event at the proto-Gondwana margin. *Precambrian Research*, 234, 210-228. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.10.002 査読有
- 39 Nakano N, Osanai Y, Kamei A, Satish-Kumar M, Adachi T, Hokada T, Baba S, Toyoshima T (2013) Multiple thermal events recorded in metamorphosed carbonates and associated rocks from the southern Austkampane region in the Sør Rondane Mountains, East Antarctica; A protracted Neoproterozoic history at the Gondwana suture zone. *Precambrian Research*, 234, 161-182. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.10.009 査読有
- 40 Kamei A, Horie K, Owada M, Yuhara M, Nakano N, Osanai Y, Adachi T, Hara Y, Terao M, Teuchi

- S, Shimura T, Tsukada K, Hokada T, Iwata C, Shiraishi K, Ishizuka H, Takahashi Y (2013) Late Proterozoic juvenile arc metatonalite and adakitic intrusions in the Sør Rondane Mountains, eastern Dronning Maud Land, Antarctica. *Precambrian Research*, 234, 47-62. DOI: 10.1016/j.precamres.2012.09.026 査読有
- 41 Miyake Y, Hokada T (2013) First find of ferropseudobrookite in quartz from Napier Complex, East Antarctica. *European Journal of Mineralogy*, 25, 33-38. DOI: 10.1127/0935-1221/2013/0025-2256 査読有

[学会発表](計52件)

- 池田 剛(2017)東南極リュツォ・ホルム岩体の精密な温度圧力構造解明に向けて—地質圧力計による圧力差の誤差の再検討—。南極地学シンポジウム
- 池田 剛, 山崎由貴子(2017)北部九州糸島地域の接触変成岩中の斜長石斑状構造の変形履歴。日本地質学会
- 池田 剛, 宮崎一博, 松浦浩久(2017)地質圧力計を用いた圧力差の再評価とその地質学的意義。日本地球惑星連合大会
- 宮崎一博, 池田 剛, 松浦浩久(2017)浮力による高温型変成帯の上昇。日本地球惑星連合大会
- 宮崎一博, 松浦浩久, 池田 剛 (2016)地殻スケールの粘性流体上昇パターンと高温変成帯に関連した北部九州白亜紀中頃の地質。地球惑星連合大会
- 池田 剛, 宮崎一博, 松浦浩久(2016)北部九州大牟田地域の高温変成岩類の変成条件。日本鉱物科学会
- Hokada T, Horie, K., Osanai, Y., Toyoshima, T., Baba, S., Nakano, N., Adachi, T. (2015) Insights from zircon chronology and chemistry constraints into Neoproterozoic orogens at Sor Rondane, East Antarctica. 日本地球惑星科学連合大会
- Hokada T, Horie, K., Osanai, Y., Toyoshima, T., Baba, S., Nakano, N., Adachi, T. (2015) Neoproterozoic 650-550 Ma geologic events at Sør Rondane Mountains, East Antarctica. 12th International Symposium on Antarctic Earth Science
- Hokada T, Grantham, G.H., Arima, M., Saito, S., Armstrong, R.A., Shiraishi, K. (2015) Mesoproterozoic (1100-1040 Ma) A-type granitoid magmatism in the Namaqua-Natal and the Maud Belts. 12th International Symposium on Antarctic Earth Science
- Skrzypek Etienne, Kawakami T, Hirata T, Sakata S, Ikeda T, Kato T (2015) New constraints on the tectono-thermal history

- of the Ryoke belt (Iwakuni-Yanai area, Yamaguchi Prefecture). 日本地質学会
- 宮崎一博, 松浦浩久, 檀原 徹, 岩野英樹, 平田岳史(2014)高温型変成帯形成の地殻ダイナミクスと北部九州深成岩・変成岩 U-Pb 年代。日本地質学会
- 菅原 雄, 池田 剛(2013)低圧型変成帯の広域温度上昇マップ: 山口県東部領家帯を例にして。日本地球惑星連合大会
- 池田 剛, 宮崎一博(2013)九州西部天草高浜変成岩類上部ユニットのマイロナイトの内部構造。日本地質学会
- 宮崎一博(2013)変成帯の粘性流動と温度構造の時間発展。日本地球惑星科学連合大会
- 宮崎一博, 斎藤 眞, 檀原 徹, 岩野英樹, 平田岳史(2013)高圧型周防変成岩の白亜紀高温型変成岩への転化と熱モデル及び形成深度。日本地質学会

[図書](計0件)

[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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池田 剛 (Ikeda Takeshi)
九州大学・理学研究院・准教授
研究者番号: 40243852

(2) 研究分担者

宮崎一博 (Miyazaki Kazuhiro)
産業技術研究所・地質情報研究部門・
副研究部門長
研究者番号: 30358121

外田智千 (Hokada Tomokazu)

国立極地研究所・研究教育系・准教授
研究者番号: 60370095

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

森 祐紀 (Mori Yuki)
菅原 雄 (Sugawara Yu)
山崎由貴子 (Yamasaki Yukiko)