

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26610164

研究課題名(和文) 薄片測定法によるジルコン年代学の実用化とその八重山変成岩類への応用

研究課題名(英文) Practical use of the zircon chronology by rock thin section and its application to the Yaeyama metamorphic rocks

研究代表者

石塚 英男 (Ishizuka, Hideo)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・教授

研究者番号：00142349

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、堆積岩中の碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定と化学分析を組織の観察が可能な薄片上でLA-ICP-MSを使用して行い、堆積環境を明らかにすることで、試料は3地域(沖縄県石垣島、長崎県野母半島、山口県錦町)の変成岩とそれらと衝上断層を介して下盤側に分布する岩石を対象にした。結果、3地域の試料には北中国地塊由来の古い年代(約30-15億年前)の碎屑性ジルコンが含まれるが、最も若い碎屑性ジルコンの年代の検討から、約2.5億年前の南・北中国地塊の南北性の衝突終了後の東アジア縁辺部は東西性の海洋地殻の大陸地殻(衝突後の南・北中国地塊)の下への沈み込みの場になったことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study was aimed at revealing provenance of sediments by using the LA-ICP-MS analyses of U-Pb ages of detritus zircons on thin section and separated grain. The samples are collected from the Ishigaki-jima Island (Okinawa Pref.), Nomo Peninsula (Nagasaki Pref.) and Nishiki-cho (Yamaguchi Pref.) areas, all of which belong to the high-pressure type of metamorphic belts. The results show that the meta-sediments contain detritus zircons with ages ranging from Ca. 3000 Ma to 200 Ma. The older ages represent the precursor derived from the North China Craton. The younger ages mean the final deposition ages of samples, and then, these younger zircon-bearing rocks were suffered the metamorphism. It is, therefore, emphasized that these metamorphic rocks are products formed by the E-W subduction of oceanic crust beneath the continental crust composed of both the collided North and South China Cratons, just after the N-S collision between the North and South China Cratons.

研究分野：変成岩地質学

キーワード：変成堆積岩 碎屑性ジルコン U-Pb年代測定 八重山変成岩 三郡周防帯 南・北中国地塊 東アジア縁辺部 沈み込み変成作用

1. 研究開始当初の背景

堆積岩中の碎屑性ジルコンの年代測定は、多くの研究者によって様々な地質体を対象に試みられてきた。その対象となる地質体は、国内外はもとより、年代的にも太古代~数百万年前までの広い年代を扱っている。それらの成果として、地球規模の超大陸の形成と分裂のプロセスの解明や日本列島の地質構造発達史への新たな試案の提出など、いくつかの重要な知見が得られつつある。

これらの年代測定は、岩石中からジルコンを鉱物分離して実施されたものであり、正確な意味ではジルコンの岩石内での産状、すなわち岩石組織的な情報が欠けたものである。このことは、ジルコンが基質にあるのか鉱物(例えば、ザクロ石など)に包有されているのか、あるいは基質に分布する場合でもジルコンがどのような層(あるいはラミナ、あるいはレイヤー)に出現するのかというような情報が完全に消失した状態で年代測定していることに等しかった。

2. 研究の目的

本研究は、変成堆積岩に含まれる碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定と精密化学分析を組織的観察が可能な薄片上で行い、年代値と堆積環境を明らかにし、ジルコン年代学に新しい視点を導入することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究の方法として、先行研究^①により同じ K-Ar 年代を有する 3ヶ所の地域(沖縄県石垣島、長崎県野母半島、山口県錦町)に分布する高圧低温型変成岩類の野外での地質調査と試料採取、室内での試料処理、及び九州大学における LA-ICP-MS 使用によるジルコンの年代測定と精密化学分析を実施した。特に、薄片上でのジルコンの年代測定法の開発を重点的に実施した。しかし、薄片上でのジルコンの年代測定は、薄片面上に分布するジルコンの露出面積が必ずしも最大面積にはならず、このことが分析に適した大きさ(直径 30 μ 以上)の露出面積を持つジルコンの収集を悪くし、結果的に、分析ジルコン数を確保できないという問題が生じた。そのため、岩石を粉砕してジルコンを取り出して、樹脂に埋め込んで、研磨して年代測定するという従来の方法の併用も実施した。

4. 研究成果

研究成果として、以下のことが得られた。年代は、1234 Ma = 12.34 億年前で表示する。

(1) 沖縄県石垣島からはトムル層から 1 試料と衝上断層で接する下盤側の富崎層から 2 試料でデータが得られた。

① トムル層の試料 (No. IST51206) は、結晶片岩化しており、泥質片岩中のブロックとして産出する。主な構成鉱物は、石英、斜長石、白雲母、緑泥石であり、少量のジルコン、炭

質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 70 μ 以下で、カソードルミネッセンス (CL) 像から (oscillatory zoning; OZ) や (sector zoning; SZ) が多くの粒子で認められた。分析したジルコンは 113 粒子 (3 枚の薄片=48 粒子、分離=65 粒子) であり、その ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年代は、2504 Ma (Th/U 比は 1.61)、2278 Ma (Th/U 比は 2.90)、2129 Ma (Th/U 比は 0.54)、2005 Ma (Th/U 比は 0.07)、1756~1913 Ma (Th/U 比は 0.06~0.53、0.62~1.65)、349~504Ma (Th/U 比は 0.67~2.59)、212~315 Ma (Th/U 比は 0.28~2.05) である。

② 富崎層の試料 (No. ISF51106, ISF51107) は、変形の程度が極めて弱く、泥質岩中にチャートと同様にブロックとして産出する。主な構成鉱物は石英、斜長石、セリサイトであり、少量のジルコン、炭質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 100 μ 以下で、CL 像から OZ や SZ がしばしば観察できる。分析したジルコンは 34 粒子 (1 枚の薄片=19 粒子、分離=15 粒子) であり、その ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年代は、1804~1829 Ma (Th/U 比は 0.81, 0.08)、355~387 Ma (Th/U 比は 0.73~0.86)、155~263 Ma (Th/U 比は 0.32~1.59) である。

③ 以上より、トムル層と富崎層の古い年代 (2504~1756 Ma) を示す碎屑性ジルコンは同じ時代の後背地 (恐らく、北中国地塊) からもたらされたことが推定される。トムル層に認められる 500 Ma 前後のジルコンは富崎層には認められないことから、この年代を有するジルコンの供給地は富崎層堆積時には存在しなかったと思われる。一方、最も若い年代はトムル層と富崎層でそれぞれ 212 Ma と 155 Ma であり、それらは先行研究^①で報告されている最終変成・変形年代を示す K-Ar 年代 (トムル層=188-220 Ma、富崎層=129~144 Ma) と矛盾しない。また、富崎層については、先行研究^②で報告されている微化石年代とも矛盾しない。更に、最も若い年代から衝上断層を介して接するトムル層と富崎層の堆積年代の差が約 55 Ma であることも明らかになった。

(2) 山口県錦町からは三郡周防帯から 1 試料と衝上断層で接する下盤側の玖珂層群から 1 試料でデータが得られた。

① 三郡周防帯の試料 (No. NSS41406) は、結晶片岩化しており、泥質片岩中に薄層として産出する。主な構成鉱物は、石英、斜長石、白雲母、緑泥石、緑簾石であり、少量のジルコン、チタナイト、炭質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 100 μ 以下で、CL 像から OZ や SZ が一部粒子で認められる。分析したジルコンは 28 粒子 (全て分離粒子) であり、その ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年代は、1294 Ma (Th/U 比は 0.32)、428 Ma (Th/U 比は 0.65)、217~264 Ma (Th/U 比は 0.44~1.09) である。

② 玖珂層群の試料 (No. NSK41303) は、変形の程度が極めて弱く、泥質岩中にブロックとして産出する。主な構成鉱物は石英、斜長

石、セリサイトであり、少量の緑泥石、緑簾石、電気石、ジルコン、チタナイト、炭質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 100 μ 以下で、多くは他形であるが、一部自形を呈する。CL 像から OZ や SZ がしばしば観察できる。分析したジルコンは 70 粒子（全て分離粒子）であり、その $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代は、2728 Ma (Th/U 比は 1.61)、2125~2247 Ma (Th/U 比は 0.69~0.90)、1739~1970 Ma (Th/U 比は 0.08~0.39、2.15)、1226 Ma (Th/U 比は 0.23)、172~281 Ma (Th/U 比は 0.12~1.10) である。

③ 以上より、周防帯と玖珂層群の古い年代 (2728~1226 Ma) を示す碎屑性ジルコンは同じ時代の後背地（恐らく、北中国地塊）からもたらされたことが推定される。周防帯に認められる 430 Ma 前後のジルコンは玖珂層群には認められないことから、この年代を有する供給地は玖珂層群の堆積時には存在しなかったと思われる。一方、最も若い年代は周防帯と玖珂層群でそれぞれ 217 Ma と 172 Ma であり、それらは先行研究^{①③}で報告されている最終変成・変形年代を示す K-Ar 年代（周防帯=190-240 Ma、玖珂層群=145~185 Ma）と矛盾しない。また、玖珂層群については、先行研究^③で報告されている微化石年代とも矛盾しない。更に、最も若い年代から衝上断層を介して接する周防帯と玖珂層群の堆積年代の差が約 45 Ma であることも明らかになった。

(3) 長崎県野母半島からは三郡周防帯に相当する 1 試料と衝上断層を介し下盤側の三波川変成帯から 1 試料でデータが得られた。

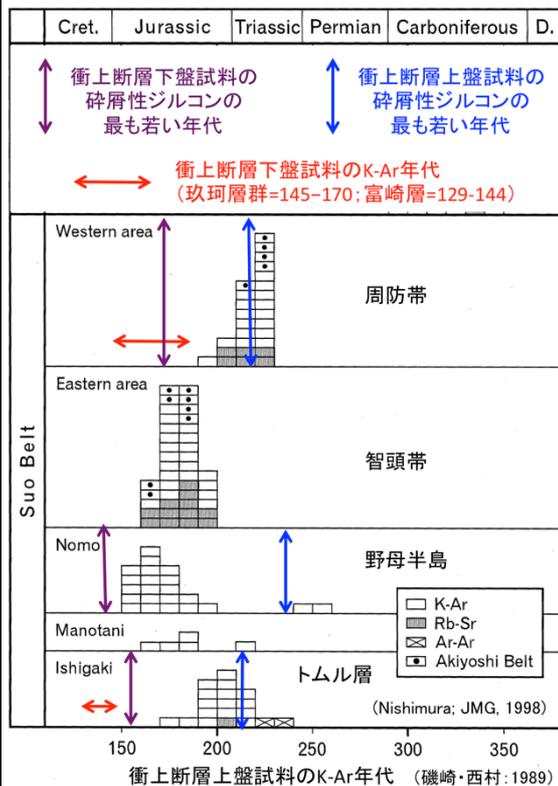
① 三郡周防帯に相当する試料 (No. NNS62306) は、結晶片岩化しており、泥質片岩中に介在する。主な構成鉱物は、石英、斜長石、白雲母であり、少量のアクチノ閃石、ジルコン、チタナイト、炭質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 60 μ 以下で、多くは他形である。CL 像から OZ や SZ がしばしば観察できる。分析したジルコンは 32 粒子（全て分離粒子）であり、その $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代は、257~315 Ma (Th/U 比は 0.08、0.26、0.44~0.79) である。同地域からは先行研究^④により碎屑性ジルコンから、2918~1882 Ma、238~330 Ma の $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代が報告されている。

② 三波川帯の試料 (No. NNSB62405) は、結晶片岩化が著しく、泥質片岩と互層をなす。主な構成鉱物は、石英、斜長石、白雲母、緑泥石、ザクロ石であり、少量のジルコン、チタナイト、アパタイト、炭質物、不透明鉱物を伴う。ジルコンは粒径 50 μ 以下で、多くは他形である。CL 像から OZ や SZ がしばしば観察できる。分析したジルコンは 27 粒子（全て分離粒子）であり、その $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年代は、2234 Ma (Th/U 比は 0.56)、2073 Ma (Th/U 比は 0.23)、1954 Ma (Th/U 比は 0.55)、1751 Ma (Th/U 比は 0.25)、1540 Ma (Th/U 比は 0.10)、750 Ma (Th/U 比は 1.80)、281 Ma (Th/U 比は 0.32)、140~212 Ma (Th/U 比は 0.29~0.65、0.07)

である。

③ 以上より、周防帯相当層と三波川帯の古い年代 (2918~1540 Ma) を示す碎屑性ジルコンは同じ後背地（恐らく、北中国地塊）からもたらされたことが推定される。三波川帯に認められる 750 Ma 前後のジルコンは周防帯相当層には認められないことから、この年代を有する供給地は周防帯相当層の堆積時には存在しなかったと思われる。一方、最も若い年代は周防帯相当層と三波川帯でそれぞれ 238 Ma と 140 Ma であり、それらは先行研究^①で報告されている最終変成・変形年代を示す K-Ar 年代（周防帯相当層=153-200、248、254 Ma、三波川帯=77~88 Ma）と矛盾しない。また、最も若い年代から衝上断層を介して接する周防帯相当層と三波川帯の堆積年代の差が約 100 Ma であることも明らかになった。

(4) 本研究で得られた各種データと先行研究を比較した図を下に示し、以下に成果の考察を行う。



① 調査地域の試料にはいずれも古い碎屑性ジルコン (約 3000~1500 Ma) が含まれている。これらの古いジルコンを含有する火成~変成岩は今日の日本列島には存在せず、アジア大陸東北部に分布する太古代~原生代の北中国地塊がその供給源であると考えられる。すなわち、調査地域の堆積岩類は北中国地塊からの碎屑物が供給される場、すなわち、東アジア大陸の東縁で堆積したことが示唆される。

② 石垣島と錦町地域の衝上断層の上盤を構成する変成岩は、最も若い碎屑性ジルコン年代としていずれも 212~217 Ma を示すことか

ら、これらの変成岩の原岩は変成作用を受ける直前までは同じ時代の堆積場で形成されたことになる。その後、K-Ar 年代の示す約 200 Ma 前後に最終変成・変形作用を受けて、地表に上昇したと考えられる。一方、同地域の衝上断層の下盤を構成する試料は、最も若い碎屑性ジルコン年代としていずれも 155~172 Ma を示すことから、これら試料は上盤の試料より約 50 Ma 若い堆積場で形成されたことになる。その後、K-Ar 年代の示す約 150 Ma 前後に最終変成・変形作用を受けて、地表に上昇したと考えられる。このことから、これら両地域の衝上断層の上盤と下盤を構成する岩石は年代的に類似しており、先行研究^②で提起された「石垣-玖珂構造線」の存在を支持するものである。

③ 長崎県野母半島については、周防帯相当層の試料では、石垣島トムル層と錦町周防帯の試料と極めて類似した特徴を認めることができた。しかし、衝上断層の下盤を構成する三波川帯の試料は、最も若い年代や最終変成・変形年代が石垣島や錦町より明らかに若く、全く異なるテクトニクスによって考察することが妥当であろう。

④ これらの結果から、約 2.5 億年前の南・北中国地塊の南北性の大陸衝突以降の東アジア縁辺部は、東西性の海洋地殻の大陸地殻（衝突後の南・北中国地塊）への沈み込みの場になり、本研究で対象とした 3 地域（特に、石垣島と錦町地域）の変成岩はその沈み込みによる低温高压型変成テクトニクスに起因して形成されたことが明らかになった。

<引用文献>

- ① Nishimura, Y., Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun belt, Inner Zone of Southwest Japan. *Jour. metamorphic Geol.*, Vol. **16**, 1998, 129-140
- ② 磯崎行雄、西村裕二郎、南琉球石垣島のジュラ紀付加コンプレックス富崎層と後期中生代のアジア東縁収束域、*地質学論集*, **33** 巻、1989、259-275
- ③ 高見美智夫、磯崎行雄、西村裕二郎、板谷徹丸、山口県東部の弱変成ジュラ紀コンプレックス（玖珂層群）の原岩形成年代と変成年代、*地質学雑誌*, **96** 巻、1990、669-681
- ④ Tsutsumi, Y., Yokoyama, K., Terada, K., Sano, Y., SHIRIMP U-Pb dating of detrital zircons in metamorphic rocks from northern Kyusyu, western Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, Vol. **98**, 2003, 181-193

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 15 件)

- ① Kiminami, K., Imaoka, T., Ogura, K., Kawabata, H., Ishizuka, H., Mori, Y., Tectonic implications of Early Miocene OIB magmatism in a near-trench setting: The Outer Zone of SW Japan and the northernmost Ryukyu Islands. *Journal of Asian Earth Sciences* (査読有), Vol. **135**, 2017, 291-302
doi: 10.1016/j.jseas.2016.12.033
- ② Osanai, Y., Sajejev, K., Nakano, N., Kitano, I., Kehelpannala, W.K.V., Kato, R., Adachi, T., Malaviarachchi, S.P.K., UHT granulites of the Highland Complex, Sri Lanka I: Geological and petrological background. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 145-156
doi: 10.2465/jmps.151227
- ③ Osanai, Y., Sajejev, K., Nakano, N., Kitano, I., Kehelpannala, W.K.V., Kato, R., Adachi, T., Malaviarachchi, S.P.K., UHT granulites of the Highland Complex, Sri Lanka II: Geochronological constraints and implications for Gondwana correlation. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 157-169
doi: 10.2465/jmps.151230
- ④ Otsuji, N., Satish-Kumar, M., Kamei, A., Takazawa, E., Tsuchiya, N., Grantham, G.H., Kawakami, T., Ishikawa, M., Osanai, Y., Sr and Nd Isotopic evidence in metacarbonate rocks for an extinct Island arc-ocean system in East Antarctica. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 170-180
doi: 10.2465/jmps.151029a
- ⑤ Owada, M., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Kitano, I., Tran Van Tri, Kagami, H., Late Permian plume-related magmatism and tectonothermal events in the Kontum Massif, central Vietnam. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 181-195
doi: 10.2465/jmps.151019b
- ⑥ Nakano, N., Osanai, Y., Nam, N.V., Tri, Tran Van, Low-temperature eclogite-facies bauxites from the Red River shear zone in Vietnam: Its evolution and significance. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 196-210
doi: 10.2465/jmps.150727
- ⑦ Setiawan, N.I., Osanai, Y., Nakano, N., Adachi, T., Yonemura, K., Yoshimoto, A., Prograde and retrograde evolution of eclogites from the Bantimala Complex in South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 211-225
doi: 10.2465/jmps.150907
- ⑧ Kitano, I., Osanai, Y., Nakano, n., Adachi, T., Detrital zircon provenances for metamorphic

- rocks from southern Sør Rondane Mountains, East Antarctica: A new report of Archean to Mesoproterozoic zircons. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* (査読有), Vol. **111**, 2016, 118-128
doi: 10.2465/jmps.151001
- ⑨ 土谷信高、武田朋代、足立達朗、中野伸彦、小山内康人、足立佳子、北上山地の前期白亜紀アダカイト質火成活動とテクトニクス、*岩石鉱物科学*(査読有)、**44**巻、2015、69-90
doi: 10.2465/gkk.131228
- ⑩ Nakano, N., Osanai, Y., Owada, M., Satish-Kumar, M., Adachi, T., Jargalan, S., Yoshimoto, A., Syeryekhan, K., Boldbaatar, C., Multiple growth of garnet, sillimanite/kyanite and monazite during amphibolite facies metamorphism: implications for the P-T-t and tectonic evolution of the western Altai Range, Mongolia, *Journal of Metamorphic Geology* (査読有), Vol. **33**, 2015, 937-958
doi: 10.1111/jmg.12154
- ⑪ 小山内康人、中野伸彦、吉本紋、亀井淳志、九州中西部地域の変成岩類：黒瀬川構造帯・肥後変成帯・木山変成岩、*地質学雑誌*(査読有)、補填、2014、**120**巻、79-100
doi: 10.5575/geosoc.2014.0010
- ⑫ Sato, M., Shuto, K., Nohara-Imanaka, R., Takazawa, E., Osanai, Y., Nakano, N., Repeated magmatism at 34Ma and 23-20Ma producing high magnesian adakitic andesites and transitional basalts on southern Okushiri Island, NE Japan arc, *Lithos* (査読有), Vol. **205**, 2014, 60-83
doi: 10.1016/j.lithos.2014.06.008
- ⑬ Kawakami, K., Nakano, N., Higashino, F., Hokada, T., Osanai, Y., Yuhara, Y., Charusiri, P., Kamikubo, H., Yonemura, K., Hirata, T., 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* (査読有), Vol. **200-201**, 2014, 64-79
doi: 10.1016/j.lithos.2014.04.012
- ⑭ Haraguchi, S., Ishizuka, H., Ishii, T., Fujioka, K. and Yuasa, M. and Shibasaki, H., Seafloor alteration of volcanic rocks in the northwestern Philippine Sea, and associated hydrothermal activities, *Island Arc* (査読有), Vol. **23**, 2014, 324-343
doi:10.1111/iar.12078
- ⑮ 小山内康人、吉本紋、中野伸彦、足立達朗、北野一平、米村和紘、佐々木淳、土谷信高、石塚英男、九州・黒瀬川帯における古生代花崗岩類および関連火成岩類のLA-ICP-MSジルコンU-Pb年代、*岩石鉱物科学* (査読有)、**43**巻、2014、71-99
doi:10.2465/gkk.131126
- 〔学会発表〕(計 15 件)
- ① 北野一平、小山内康人、中野伸彦、足立達朗、スリランカ・ハイランド岩体およびワニ岩体に分布する高温変成岩の全岩化学組成. 日本鉱物科学会2016年年会、2016年9月23日-25日、金沢大学(石川県金沢市)
- ② 土谷信高、足立達朗、中野伸彦、小山内康人、南部北上山地、カンブリア紀甫嶺珪長質岩類の産状について、日本地質学会第123年学術大会、2016年9月10日-12日、日本大学(東京都世田谷区)
- ③ 馬場壮太郎、小山内康人、中野伸彦、外田智千、足立達朗、豊島剛志、東南極セールロンダーネ山地北部に産するFe-Alに富むグラニュライト中の黒雲母-石英シンプレクタイト. 日本地質学会第123年学術大会、2016年9月10日-12日、日本大学(東京都世田谷区)
- ④ 中野伸彦、小山内康人、足立達朗、大和田正明、Satish-Kumar Madhusoodhan、Jargalan Sereenen、Kundyz Syeryekhan、モンゴル・アルタイ山脈、粗粒藍晶石を含む泥質片岩中の紅柱石と珪線石. 日本地質学会第123年学術大会、2016年9月10日-12日、日本大学(東京都世田谷区)
- ⑤ 小山内康人、Krishnan Sajeev、中野伸彦、北野一平、Kehelpannala Wilbert、加藤涼介、足立達朗、Malaviarachchi Sanjeeva、スリランカ超高温変成岩の岩石学・年代学. 日本地球惑星科学連合2016年大会、2016年5月22日-26日、幕張メッセ(千葉県千葉市)
- ⑥ 中野伸彦、小山内康人、大和田正明、Satish-Kumar Madhusoodhan、足立達朗、Jargalan Sereenen、吉本紋、Syeryekhan Kundyz、Boldbaatar Chimedtseie、Puntsagdamba Nomintsetseg、Boldbaatar Dolzodmaa、モンゴル・アルタイ地域に認められる異なる変成履歴. 日本地球惑星科学連合2016年大会、2016年5月22日-26日、幕張メッセ(千葉県千葉市)
- ⑦ 北野一平、小山内康人、中野伸彦、足立達朗、LA-ICP-MS Zircon U-Pb ages for metamorphic rocks from the Highland and Wannu Complexes, Sri Lanka. 日本地球惑星科学連合2016年大会、2016年5月22日-26日、幕張メッセ(千葉県千葉市)
- ⑧ 中山健、西圭介、石塚英男、鉱石組織および母岩との関係からみた下川鉱床形成過程. 2015年度資源地質学会年会、2015年6月24-26日、東京大学(東京都文京区)
- ⑨ 中山健、中村健太郎、石塚英男、藤永公一郎、高谷雄太郎、原口悟、加藤泰浩、下川岩体の地球化学的特徴. 2015年度資源地質学会年会、2015年6月24-26日、東京大学(東京都文京区)

- ⑩ Ishizuka, H., Soyama, Y., Nakano, N., Adachi, T., Osanai, Y., Kyanite included in osumilite from the Napier Complex, East Antarctica; evidence for a clockwise *P-T* evolution of ultrahigh temperature metamorphism. International Colloquium on Metamorphic Evolution and Asian Continental Growth, 14th, February 2015, Fukuoka (Japan)
- ⑪ 石塚英男、「特別講演」アパタイト(リン)の地球科学：岩石の融け具合を教えてくださいの鉱物(元素)。第24回無機リン化学討論会、2014年9月25日-26日、高知会館(高知県高知市)
- ⑫ 吉本 紋・小山内康人・中野伸彦・足立達朗・北野一平・米村和紘・石塚英男、黒瀬川帯に分布する高圧変成岩、高温変成岩および花崗岩の年代学的特徴と形成テクトニクス。日本鉱物科学会2014年年会、2014年9月17日-19日、熊本大学(熊本県熊本市)
- ⑬ 小山内康人・吉本 紋・中野伸彦・足立達朗・北野一平・米村和紘・佐々木惇・土屋信高・石塚英男、黒瀬川帯に分布する花崗岩類およびハンレイ岩類の年代学的特徴。日本地質学会第121年学術大会、2014年9月13-15日、鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- ⑭ 中山健・西圭介・石塚英男、海底交代鉱床としての下川層状含銅硫化物鉱床。2014年度資源地質学会年会、2014年6月25-27日、東京大学(東京都文京区)
- ⑮ 吉本 紋・小山内康人、中野伸彦、足立達朗、北野一平、米村和紘、石塚英男、黒瀬川帯に分布する蛇紋岩中の変成岩および火成岩ブロックの形成テクトニクス。Geoscience Union Meeting 2014, 28, April-2, May 2014, Yokohama (Japan)

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：

取得年月日：
 国内外の別：

[その他]
 ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石塚 英男 (ISHIZUKA Hideo)
 高知大学・教育研究部理学部門・教授
 研究者番号：00142349

(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院環境変動部門・教授
 研究者番号：80183771

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()