

Session Poster | T1 [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

◆ EDI

📅 Sun. Sep 14, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Sun. Sep 14, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
T1_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-1]

Pseudosection analysis and P-T estimations of high-grade metamorphic rocks from the Higo metamorphic terrane, central Kyushu, SW Japan.

*Tomoyuki KOBAYASHI¹ (1. Nagoya Gakuin University)

◆ ECS

[T1-P-2]

Structural evolution of the Instekleppane, Lützow-Holm Complex: Deformation patterns in high-grade zones of east Antarctica

*Sreehari Lakshmanan¹, Tatsuro Adachi², Yuki Mori³, Tomokazu Hokada⁴ (1. Shimane U. , 2. Kyushu U., 3. JASRI, 4. NIPR)

[T1-P-3]

Distribution and tectonic evolution of the Latest Archean TTG body from the western Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Nobuhiko Nakano¹, Sotaro Baba², Shin-ichi Kagashima³, Fransiska Ayuni Catur Wahyuandari¹ (1. Kyushu University, 2. University of Ryukyus, 3. Yamagata University)

[T1-P-4]

Thermal structure of the contact metamorphic aureole around the Kinpusan granite, Kanto Mountains, Japan

*Ken YAMAOKA¹, Daichi Murakami², Akiko Nakazawa², Kaho Nobuhara², Hiroshi Mori² (1. AIST, 2. Shinshu Univ.)

[T1-P-5]

Geochronology of Migmatite from West Ongul Island, Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Shin-ichi KAGASHIMA¹, Sotaro BABA², Nobuhiko NAKANO³, Kenichiro TANI⁴ (1. Yamagata University, 2. University of Ryukyus, 3. Kyushu University, 4. National Museum of Nature and Science)

◆ entry ◆ ECS

[T1-P-6]

Role of earthquake cycles and solution transfer in lower crustal deformation: Observations from Napier Complex, East Antarctica

*Ryo MURAYAMA¹, Lakshmanan Sreehari¹ (1. Shimane Univ.)

◆ entry ◆ ECS

[T1-P-7]

Reactions responsible for the formation of the reaction zones associated with mable in Ryoke metamorphic complex in the Yanai area.

*Kaito Nagaoka¹, Takeshi Ikeda¹ (1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University)

[T1-P-8]

Metamorphism and detrital zircon U-Pb ages of upper unit of the Hidaka metamorphic belt, Erimo, Hokkaido

*Shuji Takami¹, Hayato Ueda¹, Tsuyoshi Toyoshima¹, Chihiro Takahashi (1. Niigata Univ)

[T1-P-9]

Nanogranite inclusions in garnet gneiss from Skallen in Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Umon Matsumoto¹, Takeshi Ikeda¹ (1. Kyushu University)

[T1-P-10]

Hercynite - Corundum Schist from the Ryoke Metamorphic Rocks, Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture, SW Japan

*Haruto TSUBAKI¹, Susumu SHIBUTANI¹ (1. Chi-ken Sogo Consultants Co., Ltd.)

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-1] Pseudosection analysis and P-T estimations of high-grade metamorphic rocks from the Higo metamorphic terrane, central Kyushu, SW Japan.

*Tomoyuki KOBAYASHI¹ (1. Nagoya Gakuin University)

Keywords : Higo-metamorphic terrane、High-grade metamorphic rocks、Pseudosection、Migmatite、P-T path

九州中部肥後変成帯は、九州中部・臼杵―八代構造線の北側に位置し、東西方向に約25 km、南北方向に約7 kmの東西性の地質構造からなり、帯状に分布している。砂泥質変成岩の鉱物組み合わせにより肥後変成帯は、次のA～Eの5帯に変成分帯されている。A帯：緑泥石-白雲母、B帯：黒雲母-白雲母-紅柱石、C帯：カリ長石-珪線石-黒雲母、D帯：ザクロ石-堇青石-黒雲母、E帯：斜方輝石-ザクロ石-黒雲母 (Nagakawa et al., 1997)。Miyazaki (2004)は低温部から高温部にかけて、Biotite zone、Sillimanite zone、Garnet-cordierite I (GC I) zone、Garnet-cordierite II (GC II) zoneに再区分している。肥後変成帯の高温部にはミグマタイトが産し、部分熔融が生じていたと考えられている (e.g. Obata et al., 1994; Osanai et al., 1996; Kobayashi et al., 2005)。小林 (2023) は、肥後変成帯に産する高度変成岩を用いて、シュードセクション解析を行い、鉱物共生から、変成温度圧力推定を実施した。本研究では、さらに熱力学的解析の「シュードセクション法」を用いて、高度変成岩中に含まれるザクロ石の化学組成から、変成温度圧力見積もりを実施した。シュードセクション解析には、Kobayashi et al. (2005)の、肥後変成帯に産する泥質片麻岩の平均全岩化学組成を用いた。また、de Capitani & Petrakakis (2010)のTheriak-Domino softwareを用いて、NCKFMASHTO系のシステムで、1.0 wt% のH₂Oを仮定して計算した。シュードセクション解析から、肥後変成帯に産する高度変成岩中のザクロ石の化学組成に関して、pyrope成分： $X_{prp} = \text{Mg} / (\text{Fe} + \text{Mg} + \text{Ca} + \text{Mn})$ 、grossular成分： $X_{grs} = \text{Ca} / (\text{Fe} + \text{Mg} + \text{Ca} + \text{Mn})$ を求め、ザクロ石のpyrope成分とgrossular成分のIsoplethを得た。このザクロ石の X_{prp} と X_{grs} Isoplethを用いて、高温時の変成温度圧力条件の推定を行った。その結果、D帯では、約700-780°C、5-8 kbarが見積もられ、E帯では、約750-850°C、7-10 kbarが見積もられた。この、解析結果と、D帯、E帯の従来の地質学的温度圧力計による変成温度圧力見積もり(e.g. Obata et al., 1994; Osanai et al., 1996) は、ほぼ調和的である。しかし、シュードセクション解析による、E帯を特徴づける斜方輝石(Opx)の出現および珪線石(Sil)、堇青石(Crd)の消失領域は、> 850°C、>5 kbarの範囲であり(小林, 2023)、本研究のザクロ石の化学組成から見積もった変成温度圧力は、E帯に関してやや低温が見積もられた。これは、高温変成作用を被った際、ザクロ石に元素拡散が生じていたことが考えられる。さらにYoshimura and Obata (1995) は、D帯に産する高度変成岩中のザクロ石から、顕著な組成累帯構造を報告している。このザクロ石のコアの組成を用いて、コア形成時の温度圧力の推定したところ、約300-450°C、7-10 kbarが見積もれた。この結果から、D帯では、ザクロ石のコアは比較的、低温高压条件下で生成し、その後ザクロ石のリムの約700-780°C、5-8 kbarの高温条件に達した変成温度圧力経路 (P-T path) が推測される。

【引用文献】 Nagakawa et al. (1997), Journal of the Geological Society of Japan, v. 103, p.

943-952. Miyazaki, K. (2004), *Journal of Metamorphic Geology*, v. 22 (9), p. 793-809.
Obata et al. (1994), *Lithos*, v. 32, p. 135-147. Osanai et al. (1996), *Japan. Tectonics and Metamorphism*, SOUBUN Co., Ltd., p. 113-124. Kobayashi et al. (2005), *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, v. 100, p. 1-25. 小林 (2023), 日本地質学会第130年学術大会, T2-P-13. de Capitani & Petrakakis (2010), *American Mineralogist* 95, 1006-1016. Yoshimura, Y. and Obata, M. (1995), *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, 90, 80-92.

Session Poster | T1 [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

◆ EDI

📅 Sun. Sep 14, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Sun. Sep 14, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
 T1_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

◆ ECS

[T1-P-2] Structural evolution of the Instekleppane, Lützow-Holm Complex: Deformation patterns in high-grade zones of east Antarctica

*Sreehari Lakshmanan¹, Tatsuro Adachi², Yuki Mori³, Tomokazu Hokada⁴ (1. Shimane U., 2. Kyushu U., 3. JASRI, 4. NIPR)

Keywords : East Antarctica、 Structural geology、 Gondwana tectonics、 Continental collision

We present comprehensive structural analysis of the Instekleppane outcrop, located in the western part of the Lützow-Holm Complex (LHC), a high-grade metamorphic terrane of Neoproterozoic to Cambrian age in East Antarctica. The approximately one-square-kilometer outcrop is situated to the southwest of Syowa Station and to the east of the Shirase Glacier and was systematically investigated as part of the 65th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-65). The lithological assemblage at Instekleppane comprises felsic orthopyroxene–biotite gneiss, garnet-bearing felsic granulite, magnesium–aluminium-rich gneiss, mafic hornblende–orthopyroxene–clinopyroxene granulite, ultramafic bodies, and minor granitic intrusions. Structural analysis reveals six distinct stages of deformation, designated D0 through D5, of which four (D0 to D3) represent major tectonometamorphic events. D0 corresponds to the development of primary magmatic or sedimentary layering that is locally preserved in less-deformed lithologies. D1 marks the formation of the earliest penetrative foliation, which is typically parallel to the compositional layering and may represent transposed bedding or igneous banding. The D2 event is characterized by layer-parallel stretching that led to the formation of mafic boudins and the development of two generations of folds. The first folding phase (F21) comprises recumbent, isoclinal, and intrafolial folds, while the second (F22) consists of overturned folds; both generations display axial planes that trend approximately east–west. D3 deformation is associated with the formation of upright to moderately plunging open folds (F3) with northwest–southeast trending axial planes, marking a significant change in the regional stress regime. The subsequent D4 phase is defined by reverse shear zones that locally overprint earlier structures, and the final D5 phase is represented by subvertical, high-strain zones accommodating strike-slip displacement. The deformation history documented at Instekleppane shares multiple structural and metamorphic features with those reported from other high-grade terranes in the Lützow-Holm Complex, such as Rundvågshetta and Langhovde. This suggests a regionally coherent ductile deformation history during the tectonic evolution of the LHC, reflecting large-scale crustal reworking processes associated with the assembly of East Gondwana.

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics**[T1-P-3] Distribution and tectonic evolution of the Latest Archean TTG body from the western Lützow-Holm Complex, East Antarctica**

*Nobuhiko Nakano¹, Sotaro Baba², Shin-ichi Kagashima³, Fransiska Ayuni Catur Wahyuandari¹ (1. Kyushu University, 2. University of Ryukyus, 3. Yamagata University)
 Keywords : Archean, TTG, Adakite, Lützow-Holm Complex

リュツォ-ホルム岩体は Gondwana 大陸形成時の造山帯に位置し、大陸集合により形成された変成岩類が広く分布する。本岩体は、インヘリテッドジルコン年代に基づいてユニット区分され、岩体西部には25億年前や20~18億年前の原岩年代をしめす変成岩が分布することが明らかとなってきた（例えば、Dunkley et al., 2020）。一方で、現状では原岩形成時期が決定した試料を用いた岩石成因学的解析が十分に行われていない問題点がある。

Takahashi et al. (2018) は、約18億年前の原岩年代をしめすアウストホブデの珪長質片麻岩から25億年前のジルコン捕獲結晶を見出し、18億年前の珪長質マグマの成因を25億年前の地殻の再熔融と解釈した。Nakano et al. (2025) は、岩体西部のベルナバネの多様な岩相の全岩化学組成やジルコンHf同位体組成から、19~18億年前の島弧火成活動を追認するとともに、25億年前の原岩がスラブ熔融によって形成されたことを指摘した。本発表では、より広域的に Gondwana 造山帯内における太古代末期~古原生代地塊の分布やその形成・進化過程の解明を目的とし、リュツォ-ホルム岩体西部の珪長質片麻岩と関連変成岩類の解析を実施した。

調査対象とした露岩は、ルンドボックスヘッタ、ストランニッパ、インステクレパネ、ヒスタ、ベストホブデである。ルンドボックスヘッタ、ストランニッパ、ヒスタでは主要岩相である輝石片麻岩類、インステクレパネでは露岩南部に分布するザクロ石-黒雲母片麻岩、ベストホブデでは輝石片麻岩とザクロ石-黒雲母片麻岩を対象とした。これらの珪長質片麻岩に加えて、ブロックとして産するマフィックグラニュライや変成輝岩、層状片麻岩として産する砂泥質片麻岩、不調和レイヤーとして産する優白質片麻岩も対象とした。

これらの結果、ヒスタおよびベストホブデを除く、すべての珪長質片麻岩は約25億年前の上部切片年代をしめし、アダカイト質な化学組成をしめすことが明らかとなった。これらの珪長質片麻岩の化学組成は著しく不均質（例えば、 $\text{SiO}_2 = 53\text{--}73 \text{ wt\%}$; $\text{K}_2\text{O} = 0.7\text{--}6 \text{ wt\%}$ ）であるにもかかわらず、ジルコンのHf同位体 ($\text{eHf} = +3\text{--}+8$) は均質であることから、すべての試料の起源物質が同一、つまり太古代末期のTTGであり、後の同化作用や変成作用による元素移動が示唆される。一方で、ヒスタの珪長質片麻岩はアダカイト組成をしめさず、その切片年代は約19億年前であり、負のイプシロンHf値 ($-11\text{--}-9$) をしめす。ベストホブデは輝石片麻岩を含むすべての岩相で碎屑性ジルコンのプロファイルをしめし、その堆積上限年代は8億年前よりも若い。

年代測定を実施した8試料の苦鉄質岩のうち、原岩年代が得られたものは2試料のみであり、両者とも約25億年の切片年代をしめした。このうち1試料は、Crを約2300 ppm含む変成輝岩である。ルンドボックスヘッタの2試料の泥質片麻岩は堆積上限年代をおよそ25億年前として差し支えなく、28億年前よりも古いPb-Pb年代をしめすジルコンはほとんど検出されなかった。優白質片麻岩のジルコンのインヘリテッドコアは珪長質片麻岩と同じ約25億年

前の切片年代をしめすが、オシラトリー累帯構造をしめすものは5.7億年前の年代をしめし、この年代を結晶化年代と解釈できる。これらは極めて低いHf同位体比($\epsilon\text{Hf}=-30--15$)で特徴づけられる。

以上の結果は、25億年前の原岩がリュツォ-ホルム岩体西部において普遍的に存在することをしめしている。また、その全岩化学組成（特にSr/YやLa/Yb）およびHf同位体比から、その成因は海洋スラブの高角度の沈み込みとスラブ溶融、生成したスラブメルトとマントルウェッジとの反応に求めることが可能である。著しく古い碎屑性ジルコン年代が認められないことから、当時は初期島弧テクトニクス場と考えるのが妥当であろう。ヒスタの19億年前の原岩とインステクレパネとストラニツバの5.7億年前の優白質片麻岩のジルコンの低いHf同位体比は、両者の原岩のマグマの起源が25億年前の地殻のリサイクルであることを示唆している。つまり、主に25億年前に形成された地塊は、19億年前の島弧テクトニクス場における下部地殻の再溶融や Gondwana 大陸形成初期における部分溶融現象を被っている。これらをもとに、本発表ではリュツォ-ホルム岩体における太古代末期～古原生代地塊の起源についても議論する予定である。

引用文献：[1] Dunkley et al. (2020), *Polar Sci.* 26, 100606. [2] Nakano et al. (2025), *Gondwana Res.*, 142, 73–91. [3] Takahashi et al. (2018), *JAES* 157, 245–268.

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-4] Thermal structure of the contact metamorphic aureole around the Kinpusan granite, Kanto Mountains, Japan

*Ken YAMAOKA¹, Daichi Murakami², Akiko Nakazawa², Kaho Nobuhara², Hiroshi Mori² (1. AIST, 2. Shinshu Univ.)

Keywords : contact metamorphism、granite、thermal model、Raman carbonaceous material geothermometer

接触変成帯はマグマが地殻中で移動あるいは定置する際に周囲に残される熱的痕跡であり、基本的には熱拡散による最高温度到達時の包絡温度の分布を示す。マグマ貫入による熱影響のモデル化は、接触変成岩の温度—時間履歴や貫入前の母岩の背景温度の推定などに利用することができる。しかし、しばしば接触変成作用の説明に用いられる熱モデルでは変成温度や加熱時間を過大評価あるいは過小評価している可能性がある。これは、前者についてはマグマ貫入の時間スケールの過小評価 (Annen, 2017)、後者については系からのマグマ流出を考慮していないこと (Yamaoka et al., 2023) に起因する可能性がある。したがって、接触変成帯の適切な熱モデルは深成岩の形成史と整合するように慎重に構築する必要がある。

関東山地西部に位置する中新世の金峰山花崗岩は、化学組成が互いに似通う厚さ20–200 mのシート状マグマが下方付加しながら漸増的に成長した記録を残している浅所貫入岩体である (Yamaoka et al., 2025)。金峰山花崗岩は砂岩・泥岩を主体とする四万十帯白亜紀付加体を貫いて顕著な接触変成作用を与えている。本研究では、接触変成岩に対して炭質物ラマン温度計を適用することによって接触変成帯の熱構造を決定し、野外観察や貫入熱モデルと比較することで、熱構造に影響を与えた深成岩形成プロセスや熱輸送プロセスを検討した。

炭質物ラマン温度計を用いて得られた接触変成帯の熱構造は、岩体の側壁において貫入境界に向かう約250°Cから約600°Cまでの連続的な温度上昇を記録しており、野外観察との組み合わせから、泥質岩において約310°Cで黒雲母が、約500°Cで堇青石が出現したことが分かる。これら変成鉱物の出現温度はギブス自由エネルギー最小化プログラムであるMAGEMin (Riel et al., 2022) を用いたモデル計算と低圧条件 (≤ 1 kbar) でよく合致する。貫入時のマグマ温度を推定するため、rhyolite-MELTSを用いて結晶化モデリングを行なった結果、金峰山花崗岩の典型的な晶出率を説明するためには約760°Cでマグマが貫入する必要があることが明らかになった。結晶化モデリングの際の含水率 (飽和) は花崗岩中の多数のmiarolitic cavityの存在と、石英へのTi-in-quartz地質温度計の適用によるマグマ温度の制約からも支持される。このマグマ温度の制約を用いて、球体状のマグマが瞬間的に貫入する仮定のもと、解析解を用いた一次元熱伝導モデリングを行なった。その結果、現実的な母岩初期温度の範囲では、炭質物ラマン温度に対して貫入境界付近で少なくとも50–80°C低温の熱構造が形成されることが明らかとなった。このモデルと観測のギャップは、貫入境界付近で追加の熱源が必要であることを示しており、熱水循環あるいはマグマの対流による貫入境界の効果的な加熱が必要になる。また、金峰山花崗岩の定置履歴を考慮すると、接触変成帯において

貫入期間中に任意の時間で利用可能な熱は貫入マグマフラックスが低くなるほど減少するため、モデルと観測のギャップを小さくするには高いマグマフラックスが必要である。今後、貫入時の対流やマグマフラックスと熱流体による移流の効果の寄与の程度はより詳細な数値モデルにより検討する必要がある。

引用文献 Annen (2017), doi:10.3389/feart.2017.00082, Riel et al. (2022), doi:10.1029/2022GC010427, Yamaoka et al. (2023), doi:10.1130/G51563.1, Yamaoka et al. (2025), doi:10.1111/iar.70014.

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-5] Geochronology of Migmatite from West Ongul Island, Lützow-Holm Complex, East Antarctica

*Shin-ichi KAGASHIMA¹, Sotaro BABA², Nobuhiko NAKANO³, Kenichiro TANI⁴ (1. Yamagata University, 2. University of Ryukyus, 3. Kyushu University, 4. National Museum of Nature and Science)

Keywords : Antarctica、migmatite、photolith age、magmatic age、zircon U-Pb age

東南極リュツォ・ホルム岩体（LHC）には、新原生代～カンブリア紀に活動した多様な変成岩・深成岩が分布する。東部のプリンスオラフ海岸から西部のリュツォ・ホルム湾に面する宗谷海岸に向かって、角閃岩相からグラニュライト相へと累進的に変成度が上がるとされている（Hiroi et al., 1991, Shiraishi et al., 1994, 2003など）。Shiraishi et al. (2008) は、550～520 Maに高度変成作用を被っており、ゴンドワナ超大陸集合の最終ステージと解釈している。近年、LHCから多くのジルコンU-Pb年代が報告されており、Dunkley et al. (2020) は、それらを正片麻岩、準片麻岩、および変動期～後期の火成岩の3つに分類し、原岩・変成・貫入年代を整理した。原岩年代に基づいて、LHC南西部から北東へ向かって、Inhovde suite (1070-1040 Ma), Rundvågshetta suite (2520-2470 Ma), Skallevikshalsen suite (1830-1790 Ma), Langhovde suite (LHV, 1100-1050 Ma), East Ongul suite (EOG, 630 Ma), およびAkarui suite (970-800 Ma)と、LHCを細分化したユニット区分を提示している。西オングル島はLHVに、隣接する昭和基地のある東オングル島は異なるスイート（EOG）に区分されており、地質および年代の精査が求められている。西オングル島のジルコンU-Pb年代は、正片麻岩から1096-1060 Maの原岩年代、552-520 Maの変成年代が報告されている。非変形の後期火成岩（花崗岩質ペグマタイトなど）ジルコン年代は不明であるが、川野（2018）によってpost metamorphic graniteのRb-Srアイソクロン年代として 525 ± 28 Maが報告されている。本研究で用いるミグマタイトは、1つの試料の中で、黒雲母片麻岩、片麻状構造に調和的な花崗岩、およびこれらに貫入する花崗岩質ペグマタイトを観察することができる。これらからそれぞれジルコンを分離し、原岩・変成・後期火成岩の活動年代を明らかにすることを目的とする。ミグマタイトは母岩である黒雲母片麻岩と、片麻状構造に調和的に花崗岩質部が脈状にあり、さらにこれらの構造を切って非変形の花崗岩質ペグマタイトが存在する。2cm厚のスラブを作製し、片麻岩主部、混在部、花崗岩部の3つのタイプに分割するよう切断した。ジルコンの抽出から年代測定までは国立科学博物館の装置を使用した。結果概要を以下に示す。ジルコンは自形性が強く、コアからリムにかけてoscillatory zoningが認められる。リムに薄く輝度の高い部分があるほか、ジルコン内部にも高い輝度を持つものもある。また一方で、輝度が低くoscillatory zoningが不明瞭なものや、わずかであるがfir-tree zoningのものも存在する。輝度が低いものはディスコードアントとなり年代値は得られていない。何れの試料も年代の範囲がほぼ重複しており、ジルコン内部組織等の詳細な検証が必要であるが、原岩年代として1094-1004 Maが得られた。また、片麻岩のジルコンのうち特にTh/U比が0.1以下のものは明らかに若い年代値を示す。これらだけで加重平均を求めると540 Maとなり、変成年代を示すと考える。混在部および花崗岩部も同様にTh/U比が0.1以下のものは若い年代値を示し、これらの年代範囲は527-517 Maとなる。これは変

成作用の後期または終了後間もなく花崗岩類が貫入していたことを示している。 <引用文献> Hiroi et al. (1991) *Geological Evolution of Antarctica*, 83-87. Shiraishi et al. (1994) *Journal of Geology*, 102, 47-65. Shiraishi et al. (2003) *Polar Geosci.*, 16, 76-99. Shiraishi et al. (2008) *Geol. Soc. London, special publication*, 308, 21-67. Dunkley et al. (2020) *Polar Sci.*, 26, 100606. 川野 (2018) *地球環境研究*, 20, 69-79.

Session Poster | T1 [Topic Session] Metamorphic rocks and tectonics

◆ EDI

📅 Sun. Sep 14, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Sun. Sep 14, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏛️
 T1_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

◆ entry ◆ ECS

[T1-P-6] Role of earthquake cycles and solution transfer in lower crustal deformation: Observations from Napier Complex, East Antarctica

*Ryo MURAYAMA¹, Lakshmanan Sreehari ¹ (1. Shimane Univ.)

Keywords : pseudotachylyte、 mylonite、 UHT metamorphic rock

The Napier Complex in East Antarctica is one of the few region on Earth that exhibits extensive exposure of ultra-high temperature (UHT) metamorphic rocks. The timing of this UHT metamorphism has been constrained to 2550-2480 Ma (Horie et al., 2012). The Riiser-Larsen Main Shear Zone (RLMSZ) divides the UHT region of the Napier Complex into western and main blocks (Hokada. 1999). The RLMSZ is interpreted as a retrograde shear zone (Sheraton et al., 1987), with its activity inferred to have occurred either between 2400-700 Ma or more likely between 2500-2450 Ma (Hokada et al., 2008). The latter age range overlaps with the timing of UHT metamorphism, suggesting a possible tectonometamorphic link. Presence of pseudotachylyte in RLMSZ is reported in previous studies (Ishikawa et al., 2000), but detailed studies about their origin are not documented yet.

Recently, pseudotachylytes generated in the lower crust have been increasingly recognized as being associated with fluid infiltration and as precursors to ductile shear zones (Menegon et al., 2017; Michalchuk et al., 2023). Lower crustal pseudotachylytes have been reported, for example, from Tonagh Island (Toyoshima et al., 1999) in the Napier Complex, yet the possibility of lower crustal earthquakes along the RLMSZ has not been thoroughly investigated.

This study aims to investigate the field relationships, microstructures, and chemical compositions of pseudotachylyte and mylonite derived from the RLMSZ, in order to evaluate the tectonic evolution of the RLMSZ and its link to UHT metamorphism. The major lithounit in the RLMSZ is a felsic gneiss composed of quartz, feldspar, pyroxene, amphibole, and opaque minerals. This felsic gneiss has been strongly mylonitized, with pyroxene porphyroclasts showing evidence of a top-to-the-west sense of shear. These pyroxene porphyroclasts are partially altered to amphibole along cleavage planes, suggesting syn-tectonic fluid activity under upper amphibolite facies condition. Pseudotachylytes observed in the RLMSZ can be classified into four types (one undeformed and three deformed) based on field relationships and microstructural characteristics. Deformed pseudotachylyte veins contain porphyroclastic clasts, primarily recrystallized quartz or feldspar, set within a fine-grained matrix. This matrix is dominated by amphibole, with minor biotite, ilmenite, and traces of pyroxene, all aligned parallel to the shear plane, indicating ductile overprinting.

In mylonitic rocks associated with the deformed pseudotachylyte, short black veins—interpreted as pressure-solution seams—are observed parallel to foliation. These seams

are composed mainly of ilmenite with minor biotite and are restricted to the mylonitic basement and deformed pseudotachylyte. They are absent in the undeformed pseudotachylyte and the associated undeformed host rock.

Chemical compositions and temperature estimates using two-pyroxene thermometry indicate that the pyroxene porphyroclasts in the mylonite deformed under ultra-high temperature (UHT) conditions. This implies that the RLMSZ initially developed during or shortly after peak UHT metamorphism. The microstructures of the deformed pseudotachylyte reflect an evolution from brittle failure to ductile deformation, with amphibole-rich matrices suggesting fluid infiltration following seismic slip. The amphibole alteration of pyroxene and its presence in the mylonitic matrix further supports the role of fluids in the deformation history. Moreover, the occurrence of pressure-solution seams points to an interseismic deformation mechanism involving solution transfer.

Our observations suggest a multi-stage evolution of the RLMSZ, beginning with the formation of a lower crustal shear zone during UHT metamorphism. This was followed by the generation of lower crustal earthquakes under upper amphibolite-facies conditions, which triggered fluid infiltration and the development of a ductile shear zone. Pressure-solution features indicate interseismic deformation linked to fluid presence, while the presence of multiple brittle-ductile overprints suggest repeated earthquake cycles, possibly related to shear zone reactivation or exhumation. This study highlights the processes through which UHT lower crust is deformed, emphasizing how fluid infiltration is facilitated and how deformation becomes localized, leading to zones of intense strain. We conclude that lower crustal earthquakes, coupled with fluid-assisted ductile deformation, play a critical role in the tectonic evolution of deep crustal shear zones in the Napier Complex and similar high-grade terranes.

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-7] Reactions responsible for the formation of the reaction zones associated with mable in Ryoke metamorphic complex in the Yanai area.

*Kaito Nagaoka¹, Takeshi Ikeda¹ (1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University)

Keywords : Retrograde metamorphism

山口県柳井地域の領家変成帯の最高変成度のざくろ石—堇青石帯には、石灰岩と珪質岩が反応帯を伴って産する。本研究では、反応帯形成時の反応を明らかにした。

反応帯は、石灰岩内に発達する反応帯Aと石灰岩-珪質岩境界に発達する反応帯Bに区別される。反応帯Aの構成鉱物は、単斜輝石(Cpx)、斜長石(Pl)、スフェーン(Sph)、カリ長石(Kfs)、ゾイサイト(Zo)であり、反応帯Bでは、これに珪灰石(Wo)が加わる。Cpx、Plは反応帯全域に遍在している。Kfs、Sphは反応帯中心部に産する。Woは石灰岩側と珪質岩側の両方に産し、反応帯に対して斜交して発達する。Zoは石灰岩側と反応帯中央部側の両方に産し、反応帯に対して直交して発達する。反応帯A中央部のZoはPlリムを置換している。反応帯B中央部のZoは単結晶として産する。

石灰岩と珪質岩のバルクはほぼCaCO₃とSiO₂と近似できる。これらの成分では反応帯に産するWo以外の鉱物を説明することはできない。反応帯中心部に産するSph、Cpx、KfsはそれぞれTiとMg(+Fe)とKを含む唯一の鉱物である。それらの元素が系外から反応帯中心部にのみ供給されることは考えにくい。言い換えればSph、Cpx、Kfsは元々存在していたと考えられる。PlリムをZoが置換する組織は、Plも元々存在していたことを示唆する。これらの鉱物を含む層として、塩基性岩層が考えられる。反応帯は石灰岩、珪質岩、塩基性岩層の間の交代反応によって形成されたと考えられる。

反応帯の縁辺部に産するWoは、石灰岩と珪質岩との以下の反応で生成したと解釈される。

石英 + 方解石 = 珪灰石 + CO₂ —反応①

(SiO₂ + CaCO₃ + CaSiO₃ = CO₂)

反応帯縁辺部と中央部に産するZoは、石灰岩と反応帯中央部のPlとの以下の反応で生成したと解釈される。

斜長石 + 方解石 + H₂O = ゾイサイト + CO₂ —反応②

(3CaAl₂Si₂O₈ + CaCO₃ + H₂O + 2CaAl₃Si₃O₁₂(OH) + CO₂)

反応①は定圧で右辺が高温、反応②は左辺が高温である(Kerrick, 1974)。左辺は高CO₂環境下において安定で、右辺は低CO₂環境下において安定である。したがって、両反応が右辺に進行するためには、粒間流体のXCO₂が減少する必要がある。XCO₂の減少の原因は系外からのH₂O流体の流入と考えられる。

ざくろ石—堇青石帯の最高変成時には、粒間流体が存在しない脱水融解反応が進行していたと考えられている(Ikeda, 2004)。そのような条件では、系外からのH₂O流体の流入は期待

されない。H₂O流体の流入及び反応帯の形成は、後退変成作用時に生じたと考えられる。

引用文献

Ikeda(2004)CMP

Kerrick(1974)AM

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics**[T1-P-8] Metamorphism and detrital zircon U-Pb ages of upper unit of the Hidaka metamorphic belt, Erimo, Hokkaido***Shuji Takami¹, Hayato Ueda¹, Tsuyoshi Toyoshima¹, Chihiro Takahashi (1. Niigata Univ)

Keywords : Metasediment、Hidaka metamorphic belt、Zircon U-Pb age

【はじめに】 北海道中軸部に位置する日高変成帯は、高温低圧型の変成岩と深成岩類から構成され、島弧のような火成活動帯の下部～上部地殻の衝上帯とみなされている。これらは、大陸地殻の成長過程を理解する鍵として、研究が進められてきた。近年、ジルコンU-Pb年代から、日高変成帯では古第三紀（35Ma頃）と中新世（20Ma頃）の2度の変成イベントがあったと考えられるようになった。（Kemp&Shimura, 2007）。多くの研究が行われてきた高変成度の下部層では、中新世のグラニュライト相変成作用やマイロナイト化の影響が強く、変成帯形成初期の情報は断片的である。一方、日高変成帯南東部のえりも町～広尾町にかけて分布する上部層相当の変成岩からは広域的に古第三紀の黒雲母K-Ar年代が報告されており（佐伯ほか, 1995）、変成帯形成の初期段階の情報が得られやすいことが期待される。そこで本研究では、えりも町地域の変成岩類について調査を行い、変成作用および碎屑性ジルコンU-Pb年代を検討した。

【地質概説】 本調査地域の日高変成帯では、砂泥質変成岩を主体とし、少量の苦鉄質変成岩を伴う。西側は中部トーナル岩と断層で接する。このトーナル岩に隣接した地域のうち、西部では変成岩類は東～北東に傾斜した片理が認められるが、東部では片理を欠いた塊状で、原岩の堆積構造がよく残されている。これら堆積岩を原岩とする変成岩には各所で石灰質ノジュールを含んでいる様子が見られる。このほか、各所で花崗質岩が変成岩の片理面を切って貫入している。

【変成作用】 砂泥質岩では、黒雲母+斜長石+石英±白雲母が広く分布するが、西部では堇青石+黒雲母+斜長石+石英±白雲母±カリ長石およびザクロ石+黒雲母+斜長石+石英±白雲母±堇青石±カリ長石の組み合わせが見られるようになる。苦鉄質片岩は、普通角閃石+斜長石+Caザクロ石+石英で構成される。砂泥質変成岩の鉱物組み合わせに基づき、本地域を黒雲母帯とザクロ石帯に分帯した。また、Wu（2015）によるザクロ石—黒雲母—白雲母—斜長石温度圧力計によって見積もられた温度圧力は580～600℃、3～6kbであった。

【碎屑性ジルコンU-Pb年代】 砂質変成岩から得られた碎屑性ジルコンU-Pb年代の最若集団は51および58Maであった。日高変成帯から漸移するとされる中の川層群では、48.8±0.4Ma(札内川層)や64.6±1.1Ma(広尾コンプレックス酸性凝灰岩)などの年代が報告されている(七山ほか第124回学術大会講演要旨)。今回得られたジルコンU-Pb年代は、原岩が中の川層群であったことを支持する。

引用文献

Shiba.M,1988, J. Metamorphic Geol 6 273-296

大和田正明1989, 地質学雑誌, 95, 3, 227-240

佐伯ほか, 1995岩鉱, 9, 297-309

Kemp&Shimura, 2007, Geology,35(9),807-810

七山太ほか(2017)地質学会講演要旨

Nanayama et al, 2018, Island Arc
高橋千絢(2021MS)新潟大学卒業論文

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics**[T1-P-9] Nanogranite inclusions in garnet gneiss from Skallen in Lützow-Holm Complex, East Antarctica***Umon Matsumoto¹, Takeshi Ikeda¹ (1. Kyushu University)

Keywords : nanogranite inclusions、Lützow-Holm Complex、garnet

ナノ花崗岩包有物は、岩石の部分融解により生じたメルトが變成鉍物中に取り込まれ結晶化することで形成される。ナノ花崗岩包有物は世界各地の高温の變成帯で見つっており、東南極リュツォ・ホルム岩体のグラニュライト相の地域でも報告されている(Hiroi et al., 2023)。今回、多量のナノ花崗岩包有物がスカーレン地域のざくろ石片麻岩のざくろ石中に産することを発見した。本研究では、ナノ花崗岩包有物の化学組成を推定し、ざくろ石の成長中に存在したメルトの特徴を明らかにした。

試料のざくろ石は粒径10 mm程度の斑状変晶であり、凹凸に富む形状を示す。ナノ花崗岩包有物の粒径は15-80 μm であり、外形は球状から不定形まで様々な形状を示す。一部はホストのざくろ石のクラックと接続している。ナノ花崗岩包有物の構成鉍物は現時点で確認できているもので、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母であり、各粒子が10 μm 未満の非等粒状組織・granopyllic組織を示す。

ナノ花崗岩包有物のバルク組成を推定するために、包有物全体を網羅する範囲を測定し、分析値からホストざくろ石の組成をFe含有量がゼロになるまで差し引いて、推定値の上限と定めた。下限はザクロ石と包有物を共に含む実測の値とした。定量精度を維持するためには分析値を直径40 μm 未満にする必要があるため、粒径20 μm 未満の包有物を分析した。今回はクラックを伴わない包有物を検討した。

ホストのざくろ石の $X_{\text{Ca}} (= \text{Ca} / (\text{Fe} + \text{Mg} + \text{Mn} + \text{Ca}))$ は0.03-0.11の範囲で変動し、コアで低くマントルで上昇しリムで減少する。ざくろ石の $\# \text{Mg} (= \text{Mg} / (\text{Fe} + \text{Mg}))$ や $X_{\text{Mn}} (= \text{Mn} / (\text{Fe} + \text{Mg} + \text{Mn} + \text{Ca}))$ は一定である。ほとんどのナノ花崗岩包有物がざくろ石中心部の $X_{\text{Ca}} = 0.04$ -0.06の範囲に集中して分布する。ナノ花崗岩包有物の推定されるバルク組成は、AKF図上で下限から上限に向かってAが増加する包有物と減少する包有物の2種類に分かれる。前者は泥岩の部分融解実験で生じるメルト(Vielzeuf and Holloway, 1988)の範囲と重複する。組成は包有物の粒径や包有場所と相関を持たない。

ナノ花崗岩包有物がざくろ石の X_{Ca} のほぼ等しい領域に分布することは、ほぼ同時期にざくろ石に取り込まれたことを示唆する。にもかかわらず、ナノ花崗岩包有物の組成が異なるのは、包有される前に粒界に存在していたメルトの組成が不均質だったことを意味する。上限に向かってAが増加する包有物は、泥岩の部分融解メルトであったと解釈できる。

文献

Veelzeuf and J. R. Holloway (1988) Experimental determination of the fluid-absent melting relations in the pelitic system. Consequences for crustal differentiation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 98, 257-276.

Hiroi, T. Hokada, T. Adachi, K. Shiraishi, Y. Motoyoshi, and E. S. Grew (2023) Nanogranitoid

inclusions with grandidierite in mafic granulite from Austhovde, Lützow-Holm Complex, East Antarctica. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 118, antarctica.

📅 Sun. Sep 14, 2025 1:30 PM - 3:00 PM JST | Sun. Sep 14, 2025 4:30 AM - 6:00 AM UTC 🏢
T1_poster(General Edu. Build.C, 1-2F)

[1poster01-10] T1. Metamorphic rocks and tectonics

[T1-P-10] Hercynite - Corundum Schist from the Ryoke Metamorphic Rocks, Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture, SW Japan

*Haruto TSUBAKI¹, Susumu SHIBUTANI¹ (1. Chi-ken Sogo Consultants Co., Ltd.)

Keywords : Ryoke Metamorphic Belt、Amphibolite Facies、Takanawa Peninsula、Corundum、Hercynite

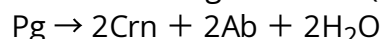
領家帯では、コランダムやスピネルを含む泥質変成岩が様々な場所で報告されている(手塚, 1983; 瀬尾ほか, 1984; Okudaira et al., 1993; 馬場, 1997など)。コランダムとスピネル(ヘルシナイト)を両方含む変成岩が報告されているのは、馬場(1997)とOkudaira et al.(1993)のみである。

本研究地域は愛媛県高縄半島西部に位置する。本地域は、北部から南部にかけて白亜紀の角閃石黒雲母花崗閃緑岩体(以下、松山岩体)、領家変成岩類が分布する(越智, 1982)。松山岩体は、変成岩類の片理面に対して非調和的に貫入している。変成岩類は、鳥海ほか(1991)と宮崎ほか(2016)、椿・志村(2024)などにより変成分帯と変成度の検討などが行われている。変成岩類は、主に白雲母黒雲母片岩が分布している。最高変成度ではざくろ石+堇青石が共生する変成岩が産し、その変成温度条件は約620–670℃である。これまでにこの地域からコランダムやスピネルを含む変成岩の報告はされていない。

本発表では、高縄半島において確認されたヘルシナイト–コランダム片岩の岩石記載や鉱物化学組成について報告する。また、その組織の形成反応について考察する。

ヘルシナイト–コランダム片岩は、松山市青波川の松山岩体と変成岩類の貫入境界付近に産する。ヘルシナイト–コランダム片岩の構成鉱物は、石英・斜長石・黒雲母・白雲母・コランダム・ヘルシナイト、少量のイルメナイト・ルチル・燐灰石である。コランダムは斑状変晶として産する。コランダム中に、白雲母・イルメナイト・斜長石が包有されている。コランダムの周縁部には、ヘルシナイト・黒雲母・斜長石からなるコロナ状組織が見られる(Fig. 1A)。ヘルシナイトの周縁部には、白雲母が産する(Fig. 1B)。コランダム中に包有されている白雲母の組成は、 $2K/(K+Na) = 0.99\text{--}1.07$ でパラゴナイト成分に富んでいる。コランダム中に包有されている斜長石の組成は、 $An_{3-4} Ab_{95-96}$ である。ヘルシナイトはオープンニコルでは濃緑色を示し、組成は $Hc_{90-95} Spl_{4-6} Ghn_{1-4}$ である。ヘルシナイトの周縁部に産する白雲母のZ軸色は淡褐色であり、組成は $2K/(K+Na) = 1.86\text{--}1.96$ でマスコバイト成分に富んでいる。

これらの産状と鉱物化学組成より、ヘルシナイト–コランダム片岩は、①コランダムを形成する反応と②ヘルシナイトを形成する反応が順に起きたと考えられる。コランダムは温度上昇により、Helgeson et al. (1978)などの



により形成されたと考えられる。この変成反応が起こる温度条件は570℃程度であり、椿・志村(2024)の最高変成温度条件の620–670℃より低い。

ヘルシナイトはコランダムの周縁部にコロナ状に産することから、ヘルシナイトの形成にコランダムは関与していると考えられる。

文献

馬場 (1997) 地質雑, **104**, 107–121. Helgeson et al. (1978) *Am. J. Sci.*, **278-A**, 119–149.

宮崎ほか (2016) 地質図幅「松山」(第2版). 産総研.

野戸 (1975) 地質雑, **81**, 59–66.

越智 (1982) 地質雑, **88**, 511–522.

Okudaira et al. (1993) *Mem. Geol. Soc. Japan*, **42**, 91–120.

瀬尾ほか (1984) 岩石鉱物鉱床学会誌, **79**, 498–502.

手塚 (1983) 地質雑, **89**, 243–244.

椿・志村 (2024) 地質学会要旨, T1-P-8.

鳥海ほか (1991) 日本の地質「四国地方」. 日本の地質「四国地方」編集委員会, 6–8.

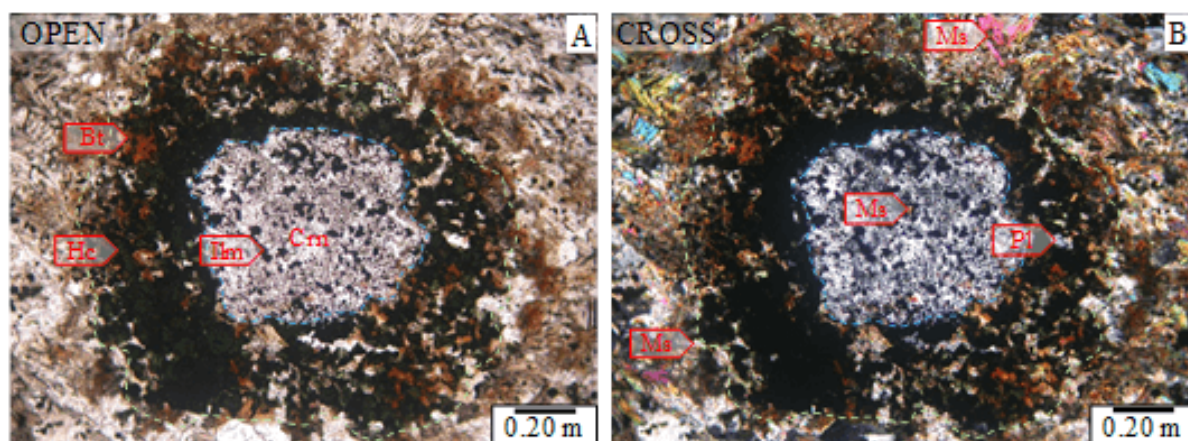


Fig. 1 薄片写真