

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

🏠 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

This session accepts a wide range of scientific topics about petrology, mineralogy, economic geology, and geochemistry using terrestrial and planetary materials. We welcome various presentations and discussions about constituent materials of the Earth and other planets.

◆ Student Presentation Award Entry

9:30 AM - 9:45 AM JST | 12:30 AM - 12:45 AM UTC

[R7-01]

Relationship between Structural Evolution of Sulfide Chimneys and Thermoelectric Properties: Insights from Natural Samples and Hydrothermal Experiments

*Kentaro Toda¹, Atusi Okamoto¹, Dandar Otgonbayar¹, Misaki Takahashi¹, Tomonori Ihara², Tatsuo Nozaki³ (1. Tohoku Univ., 2. TUMSAT, 3. Waseda Univ.)

9:45 AM - 10:00 AM JST | 12:45 AM - 1:00 AM UTC

[R7-02]

Fluid inclusion studies on auriferous quartz veins from Kwaka, Niger state, North central Nigeria

*Abdulrahman Ahmadu¹, Madhusoodhan Satish Kumar¹ (1. Niigata University)

◆ Student Presentation Award Entry

10:00 AM - 10:15 AM JST | 1:00 AM - 1:15 AM UTC

[R7-03]

PGE mineralization of Pseudo Merensky Reef at the western limb of the Bushveld Complex, South Africa

*Amu Umesato¹, Takuya Echigo¹ (1. Akita Univ. Itn.)

◆ Student Presentation Award Entry

10:15 AM - 10:30 AM JST | 1:15 AM - 1:30 AM UTC

[R7-04]

Metamorphic temperature of 'PGE skarn' in the northern limb of the Bushveld Complex

*Sakuya Kubota¹, Takuya Echigo¹, Yasushi Watanabe¹ (1. Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[R7-05]

Origin of magnetite aggregates in the Happo-O'ne metaperidotite, central Japan

*Seinosuke Yamada¹, Terumi Ejima², Shoji Arai³ (1. Shinshu Univ. Sci., 2. Shinshu Univ. Sci. , 3. Kanazawa Univ.)

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[R7-06]

Trace element compositions of clinopyroxenes in mantle peridotite xenoliths from Aitutaki Island, Cook Islands: garnet signature and mantle metasomatism

*Masako YOSHIKAWA¹, Norikatsu Akizawa¹, Akihiro Tamura², Tomoaki Morishita² (1. Hiroshima Univ., 2. Kanazawa Univ.)

◆ Student Presentation Award Entry

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[R7-07]

Petrological characteristics and formation process of peridotites drilled from the Tyrrhenian back-arc basin, Italy

*Sayako Terada¹, Norikatsu Akizawa¹, Tomoaki Morishita², Masako Yoshikawa¹, Tomoyuki Shibata¹, Akihiro Tamura², IODP Exp. 402 scientists (1. Hiroshima Univ., 2. Kanazawa Univ.)

◆ Student Presentation Award Entry

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[R7-08]

Serpentinization processes in ultramafic rocks and their relationship to jadeite-quartz rocks: A record of fluid-rock interactions in the Yorii area, Kanto Mountains, Japan

*Tomoki Segawa¹, Tomoki Taguchi² (1. Waseda Univ. CSE, 2. Waseda Univ. EDU)

◆ Invited Lecture

11:30 AM - 12:00 PM JST | 2:30 AM - 3:00 AM UTC

[R7-09]

Granitic melt inclusions in undifferentiated basalt-hosted diopside megacrysts from the Southern Fossa Magna region

*Takashi Amagai¹ (1. AIST. GSJ)

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson: Norikatsu Akizawa (Hiroshima University), Takuya Echigo (Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

9:30 AM - 9:45 AM JST | 12:30 AM - 12:45 AM UTC

[R7-01] Relationship between Structural Evolution of Sulfide Chimneys and Thermoelectric Properties: Insights from Natural Samples and Hydrothermal Experiments

*Kentaro Toda¹, Atusi Okamoto¹, Dandar Otgonbayar¹, Misaki Takahashi¹, Tomonori Ihara², Tatsuo Nozaki³ (1. Tohoku Univ., 2. TUMSAT, 3. Waseda Univ.)

Keywords : Seafloor Hydrothermal Vents

本研究では、海底熱水噴出孔の硫化物チムニーによる熱-電力変換作用による発電ポテンシャルの解明を目指し、チムニー試料の電気特性測定と水熱反応実験を実施した。その結果、チムニーの成長に伴い組織の熱電変換性能は大きく向上し、さらに組織内部の空孔・鉱物の三次元分布が熱電変換において重要な役割を果たし得ることが明らかとなった。

熱水噴出孔は島弧や背弧域、リフト帯に分布し、噴出熱水と海水の急激な混合により硫化鉱物からなるチムニーを形成する。ここでは熱水-海水間の酸化還元電位差と硫化鉱物の導電性により深海底への電子供給が起きうるということが報告されており (Yamamoto et al., 2018)、太陽光から独立した深海生態系への一次エネルギー供給源として考えられている。一方で、チムニーの内部構造を電子伝達経路として捉えた研究は存在せず、電子輸送メカニズムは未解明である。また硫化鉱物は半導体であり、温度勾配を起電力へ変換する熱電効果を示すことが知られているが、チムニーの熱電性能評価はこれまで行われていない。そこで本研究では、(1)伊豆・小笠原海域産のチムニー試料および(2)ZnS・FeS₂単体と、それらの複合組織であるチムニー試料を出発物とした水熱実験生成物について電気特性を測定し、これによりチムニーの成長と発電現象の関係性を検討した。

天然試料の解析から、伊豆・小笠原海域産チムニーは(i)多孔質な重晶石(BaSO₄)と閃亜鉛鉱(ZnS)で構成される試料、(ii)閃亜鉛鉱と球状の黄鉄鉱(FeS₂)からなる試料、(iii)閃亜鉛鉱・黄鉄鉱からなり空隙周辺が方鉛鉱(PbS)・黄銅鉱(CuFeS₂)で置換された試料の三種に大別されることが分かった。それぞれがチムニー成長段階の初期・中期・後期に対応している。表面の導電性 σ [S cm⁻¹]は(i)(ii)がそれぞれ10⁻¹²オーダーであるのに対して、(iii)の方鉛鉱部分は10⁰オーダーであった。各試料について単位温度差あたりに生じる熱起電力の大きさであるゼーベック係数 S [mV K⁻¹]、および熱電変換性能の指標であるパワーファクター $S^2 \sigma$ [mV² K⁻¹ S cm⁻¹]を算出した。その結果、(i)(ii)に比べて(iii)は $S^2 \sigma$ が10⁶オーダーほど大きく、累帯構造の発達による構成鉱物の変遷が発電現象を開始させている可能性が見出された。

模擬熱水と硫化鉱物の水熱反応実験から、パワーファクターの高い鉱物の析出メカニズムを検討した。実験は200—300°Cの飽和蒸気圧下で実施し、反応時間を12日間とした。溶液にはCuClおよびFeCl₂・4H₂Oをそれぞれ0.3M添加し、HClを滴定してpHを3.0に調整した。

また一部の条件では還元剤としてチオ硫酸ナトリウム(1.1M)を添加した。黄鉄鉱(FeS_2)を出発物とした条件では、反応により結晶に亀裂が生じ、 Cu_{2-x}S の被膜が出発物表面に形成された。一方、亀裂内部には CuFeS_2 が析出し、この変化は Fe^{2+} および Cu^{2+} の化学ポテンシャル勾配に起因すると考えられる。閃亜鉛鉱(ZnS)を出発物とした場合、出発物表面に Cu_{2-x}S の被膜が形成された。還元剤を添加した条件では、 Cu_{2-x}S に加えて CuFeS_2 が形成された。表面被膜について $S^2 s$ [$\text{mV}^2 \text{K}^{-1} \text{S cm}^{-1}$] を評価すると、**閃亜鉛鉱から Cu_{2-x}S および CuFeS_2 への置換により $S^2 s$ は最大 10^6 オーダーで増加した。**

実験生成物と天然試料の三次元構造をX線CTにより解析した。実験生成物では、閃亜鉛鉱からなる**多孔質なチムニー試料の空孔周囲に Cu_2S および CuFeS_2 が析出し、網目状の組織が形成された。**天然試料においても、多孔質な閃亜鉛鉱組織が黄銅鉱に置換された発達段階(iii)に相当する試料で、同様の構造が確認された。天然試料の同一面内での導電性の不均一性を、二端子法により一方の電極を固定し、他方を断面内の複数箇所に配置することで評価した。その結果、最大で 10^3 オーダーの導電性のばらつきが認められたことから、**チムニー内部における鉱物間の連結性が構造全体の導電性を支配しうる**ことが示唆された。

チムニーは形成初期には導電性の低い組織から構成され、硫化鉱物の沈殿が進むと高導電性の Cu_{2-x}S や CuFeS_2 などの緻密な層が低導電性の硫化鉱物上に形成される。その結果、**チムニー壁内にパワーファクター $S^2 s$ の高い組織が網目状に形成される。**この構造は電子輸送の橋渡しとして機能し、さらに熱電効果によりチムニー壁内の温度勾配を熱起電力へと変換して酸化還元電位差に匹敵する電圧を発生させうる。以上から、**チムニー内部構造の変化が海底での熱-電力変換現象を発現させうる**ことが明らかとなった。

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

🏠 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

9:45 AM - 10:00 AM JST | 12:45 AM - 1:00 AM UTC

[R7-02] Fluid inclusion studies on auriferous quartz veins from Kwaka, Niger state, North central Nigeria

*Abdulrahman Ahmadu¹, Madhusoodhan Satish Kumar¹ (1. Niigata University)

Keywords : Gold、 Quartz veins

Fluid inclusions are effective tools that provide indispensable information about the geological processes involved in gold deposition. Occurrences of gold-bearing quartz veins have been reported in several regions of Niger State, Nigeria. In this study, I conducted a detailed fluid inclusion analysis of gold quartz veins in Kwaka, Niger State to provide insights into the unresolved fluid origin. The Nigerian basement, located within the Pan-African mobile belt, is divided into two: The West Nigerian Subshield(WNS), which comprises Archean to Paleoproterozoic rocks, including gneisses and metasedimentary rocks (Schist Belts) of greenschist to amphibolite-facies grade, extends NE-SW, consists of schists, phyllites, and some granitoids. The East Nigerian Subshield is composed of Paleoproterozoic rocks of granulite-facies grade. Neoproterozoic granitoids (Older Granites) formed during the Pan-African (600 ± 150 Ma) orogeny appear in both subshields. Previous studies indicate gold occurrence in Schist Belts of WNS, usually within quartz veins in shear zones subordinate to the major regional transcurrent fault system. In this study, three different fluid inclusion types are identified based on petrographic features and microthermometry, categorized as Type I (aqueous-salts), Type II (aqueous-carbonic), and Type III (carbonic) fluids. Type I contains H₂O± NaCl± KCl inclusions, with low to moderate salinities and total homogenization temperatures between 100°C and 320°C. Type II exhibits H₂O-CO₂ inclusions, with T_mCO₂ values clustering around the CO₂ triple point, T_hCO₂ between 14°C and 30°C, with total homogenization temperatures around 160°C and 350°C. Type III contains CO₂±H₂O, showing T_mCO₂ between -58°C and -57°C, T_hCO₂ within the critical point of CO₂, and densities around 0.5 to 0.6 g/cm³. Melting temperatures from microthermometry indicate varied fluid compositions of H₂O-NaCl-KCl, CO₂, and CO₂+H₂O. Density values correspond to a pressure of approximately 0.5 to 1 Kbar at an estimated depth of ~2 km. Sulfidation, fluid mixing, and phase separation are likely the main mechanisms for precipitation, with CO₂ a dominant volatile phase. Gold precipitation may have been facilitated by mixing aqueous saline fluids of varying salinities, interpreted as carriers of gold as complexes.

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

10:00 AM - 10:15 AM JST | 1:00 AM - 1:15 AM UTC

[R7-03] PGE mineralization of Pseudo Merensky Reef at the western limb of the Bushveld Complex, South Africa

*Amu Umesato¹, Takuya Echigo¹ (1. Akita Univ. Itn.)

Keywords : Bushveld Complex、Platinum Group Elements

南アフリカ共和国北部に位置するBushveld複合岩体は、白金族元素(Platinum Group Elements: PGE)鉱化帯を胚胎する世界最大の層状貫入岩体である。この岩体は珪長質岩体と苦鉄質岩体で構成されており、PGE鉱化帯は苦鉄質岩体であるRustenburg層状岩体のUpper Critical Zone中に胚胎する。PGE鉱化帯としてMerensky Reef, UG2 Chromititeが西縁及び東縁に位置し、Platreefは北縁に胚胎する。本研究地域であるSiyanda鉱山はBushveld複合岩体西縁北部に位置しており、この地域ではpothole ReefというPGE鉱化帯が確認できる。Pothole ReefとはMerensky Reefを形態や岩相で4タイプに区分した際の最下位に相当するreefである。Pothole Reefは比較的PGE品位が高いとされているが、その下位に存在するPseudo Merensky ReefはPGE品位が低いとされている。しかし、Pseudo Merensky Reefの試料を実際に観察・分析した結果、多数のPGE鉱物が認められたため、本発表でその記載結果を報告する。さらに鉱物種や産状について明らかにするとともにPseudo Merensky ReefにおけるPGE鉱化作用について考察した。研究手法は、コア観察、薄片・研磨片を用いた顕微鏡観察、XRD、SEM-EDS、EPMAである。Pseudo Merensky Reefの岩相はペグマタイト質珪長質ハルツバーナイトであり、硫化鉱物は、ペントランド鉱、黄銅鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱が見られた。全体としてPGE鉱物は主にペントランド鉱や黄銅鉱の縁に晶出しており、金銀鉱物はほとんどが斜長石や石英など二次的に形成されたケイ酸塩鉱物中に形成されている。Pseudo Merensky Reefではtetraferroplatinum(PtFe)やzyyagintsevite(Pd₃Pb)といったPGE合金が支配的でこれらは主にペントランド鉱と共生している。また、Pseudo Merensky Reefのコア上部に位置している試料からはI-PGE型の元素であるRu, Os, Irを含むlaurite(RuS₂)が発見された。これらの鉱物が形成される温度環境からMerensky Reefに近いコア上部とPseudo Merensky Reefの下部では結晶分化作用の影響でPGE鉱化作用の温度が異なると考えられる。

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

10:15 AM - 10:30 AM JST | 1:15 AM - 1:30 AM UTC

[R7-04] Metamorphic temperature of 'PGE skarn' in the northern limb of the Bushveld Complex

*Sakuya Kubota¹, Takuya Echigo¹, Yasushi Watanabe¹ (1. Akita University)

Keywords : PGE mineralization、Bushveld Complex、Contact metamorphism

南アフリカ共和国のBushveld Igneous Complex (BIC)中の主なPlatinum Group Elements (PGE)鉱化帯は東縁、西縁にみられるMerensky reef, UG-2クロム鉄鉱層と、北縁にみられるPlatreefである。このうちPlatreefでは、花崗岩岩体、苦灰岩層、縞状鉄鉱層、苦灰岩・頁岩層、泥岩・珪岩層で構成されるTransvaal累層群にBICが貫入しており、マグマと堆積岩が混成あるいは反応したことが確認されている。Platreef中のマグマと堆積岩が反応して生じるNi-Co-PGE鉱化作用については多くの研究がされているが、下位の堆積岩中の鉱化作用については明らかではなかった。Platreef南部のIvanplats鉱山周辺では苦灰岩や珪岩など多様な堆積岩が分布しており、マグマと反応した堆積岩の岩相によって異なるNi-Co-PGE鉱化作用が認められ、一部では'PGEスカルン'といえる鉱物組み合わせが確認された。本研究では、Ivanplats鉱山で得られた試錐試料の鉱物の産状と化学組成をもとにザクロ石単斜輝石岩温度計を使用し、'PGEスカルン'の形成過程を議論する。本試料には堆積岩と火成岩が混ざった組織を持つ岩石が見られ、混成岩と呼称する。主な岩相は苦灰岩質混成岩、珪岩、頁岩質混成岩、Platreefの粗粒輝岩と輝岩である。苦灰岩質混成岩、頁岩質混成岩において、一部PlatreefのPGE鉱化作用と異なるPGE鉱化作用がみられた。苦灰岩質混成岩では、2種類のPlatinum Group Minerals (PGM) の産状がみられる。一つは溶解した透輝石から晶出した他形のアンドラダイト[Ca₃Fe³⁺₂(SiO₄)₃]中に他形の黄鉄鉱とともにPGMが共生する産状、もう一つはPlatreefの産状と類似し、PGMが磁硫鉄鉱、ペントランド鉱などと共生する産状である。頁岩質混成岩では、PGMは自形の(Co, Ni, Fe)AsSに内包される。この(Co, Ni, Fe)AsS中のPGEの含有量は、Ptが最大で5250ppm、Pdが8290ppm含まれており、共存するBase Metal Sulfideの含有量の10倍以上を示す。INAAで測定したPlatreef中のヒ素濃度は最大5ppmであったが、頁岩質混成岩では最大68ppmであった。以上の結果から、苦灰岩質混成岩、頁岩質混成岩においてともにPGE鉱化作用が認められた。苦灰岩質混成岩では、マグマと苦灰石との反応により透輝石と二酸化炭素が生成し、二酸化炭素はマグマを酸化させ、アンドラダイトや黄鉄鉱と共にPGMが晶出したと考えられる。硫化物メルトから磁硫鉄鉱などと共にPGMが晶出したことを示す。観察された鉱物組み合わせとMeinert (1982) の相図を検討した結果、早期スカルン化作用が約500°Cから400°Cで生じたのち、約400°Cから300°Cに温度が低下すると共に酸素フガシティーが減少して後期スカルン化作用が生じた結論付けた。

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[R7-05] Origin of magnetite aggregates in the Happo-O'ne metaperidotite, central Japan

*Seinosuke Yamada¹, Terumi Ejima², Shoji Arai³ (1. Shinshu Univ. Sci., 2. Shinshu Univ. Sci., 3. Kanazawa Univ.)

Keywords : Magnetite aggregates、Happo-O'ne、Serpentinization、Pull-apart crack、Mantle wedge fluids

磁鉄鉱は、高温のマグマからの晶出やかんらん石の蛇紋石化など、異なる成因により様々な環境で形成されることが知られる。その化学組成は、関与した流体の組成や温度、圧力、酸化還元状態などを反映し (e.g., Nadoll et al., 2014), 母岩の形成条件の推定や地質過程の解明に非常に有用である。蛇紋岩中の、またはかんらん岩の蛇紋岩化に伴う磁鉄鉱は様々な産状のものが知られている (e.g., Gahlan et al., 2006) が、我々は八方尾根岩体の変成かんらん岩中にそれらのいずれとも一致しない特異な産状の磁鉄鉱集合体を発見した。その産状を報告し、成因を論ずる。さらに、その地質学的重要性に言及したい。鉱物の組織観察および組成分析、元素濃度分布分析には、電界放出型電子線マイクロアナライザー (信州大学設置) を用いた。

長野県白馬村を中心に分布する八方尾根かんらん岩体は、前弧マントルウェッジ起源とされ、飛騨外縁帯に属するかんらん岩 (蛇紋岩) 体のうち最大のものである (中水ほか, 1989; Khedr and Arai, 2009)。この岩体は、マントルウェッジにおける低温高圧型の広域変成作用とその後の花崗岩の貫入による接触変成作用という、2度の変成作用を被っている (中水ほか, 1989; Nozaka, 2005)。

磁鉄鉱集合体は、八方尾根岩体中でも特に蛇紋岩化の卓越した岩石中に産する。この部分は岩体の変形構造に調和的に、ごく局所的 (厚さ40 m) に分布する。蛇紋岩は、蛇紋石 (アンチゴライト)、かんらん石、透閃石、直閃石、滑石、緑泥石および磁鉄鉱、微細なその他の不透明鉱物から構成されている。磁鉄鉱の産状には、自形な単結晶 (平均粒径15 μm) と集合体の2種類がある。磁鉄鉱集合体は多くが1 cm以上であり、ときおり10 cm以上のものも存在する。磁鉄鉱集合体の多くは脈状からレンズ状であり、顕著なプルアパート構造をもつ。集合体をなす磁鉄鉱の代表的な化学組成は、

$(\text{Fe}^{2+}_{0.905}\text{Mg}_{0.074}\text{Ni}_{0.012}\text{Mn}_{0.005}\text{Co}_{0.004})_{\Sigma 1.000}(\text{Fe}^{3+}_{1.996}\text{Cr}_{0.004})_{\Sigma 2.000}\text{O}_4$ である。ただし、一部の磁鉄鉱集合体は全体としてNiに富んでおり、磁鉄鉱のNiO量は最大で15.5 wt.%に達する。このNiに富む磁鉄鉱はNi硫化鉱物のヒーズルウッドイトと共生する。ヒーズルウッドイトの周辺には、磁鉄鉱以外にもNiに富む鉱物が多数産し、希少なFe-Ni酸化鉱物であるトレボライトの存在も確認された。さらに、元素濃度分布分析の結果、磁鉄鉱集合体を産する蛇紋岩中に、NaやCl, Cを含む微細な鉱物集合体 (未同定) が存在することが明らかになった。

磁鉄鉱集合体が蛇紋岩化の卓越した岩石中に産し、このような岩石が局所的に分布するという事実は、磁鉄鉱集合体を形成した流体が蛇紋岩化に関わるものであり、しかも岩体中を選択的に通過したことを示唆する。また、磁鉄鉱集合体のもつプルアパート構造は強い応力によって生じるものである (e.g., Arai and Miura, 2016)。このことは、マントルウェッジかんらん岩が、上昇時等で変形を受ける以前に磁鉄鉱集合体が形成していたことを意味する。したがって、磁鉄鉱集合体の形成場は前弧マントルウェッジであり、大量の流体が供給されるような環境であったと考察される。磁鉄鉱集合体の周辺にNaやCl, Cを含む鉱物の集合体が存在することは、NaClやCO₂を含むマントルウェッジ流体が通過していたことと調和的である。

以上より、前弧マントルウェッジを構成するかんらん岩（現在の八方尾根かんらん岩体）にClに富む流体が局所的かつ大量に供給され、錯体を形成することによってFeの移動が促進されたために、磁鉄鉱が大きな集合体に成長できたと結論される。

引用文献

Arai and Miura (2016), *Lithos*, **264**, 277–295.

Gahlan et al. (2006) *Journal of African Earth Sciences*, **46**, 318–330.

Khedr and Arai (2009), *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, **104**, 313–318.

Nadoll et al. (2014), *Ore Geology Reviews*, **61**, 1–32.

中水ほか (1989), *地質学論集*, **33**, 21–35.

Nozaka (2005), *Journal of Metamorphic Geology*, **23**, 711–723.

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[R7-06] Trace element compositions of clinopyroxenes in mantle peridotite xenoliths from Aitutaki Island, Cook Islands: garnet signature and mantle metasomatism

*Masako YOSHIKAWA¹, Norikatsu Akizawa¹, Akihiro Tamura², Tomoaki Morishita² (1. Hiroshima Univ., 2. Kanazawa Univ.)

Keywords : Aitutaki peridotite xenolith、trace element compositions、garnet signature、mantle metasomatism

南太平洋クック諸島アイツタキ島からは、ザクロ石の痕跡（細粒鉱物集合体：FMA）を有するマントルかんらん岩捕獲岩（以下、マントル捕獲岩）が報告されている（Akizawa et al., 2024）。海洋域ではザクロ石やザクロ石の痕跡が観察されるマントル捕獲岩は世界で数例しか発見されていない。このため、アイツタキ島のマントル捕獲岩の化学的特徴を明確化することは、海洋下マントルの化学的特徴の多様性を理解する上で重要である。大陸下のザクロ石マントル捕獲岩の、重希土類が強く分配されるザクロ石と共存する単斜輝石のコンドライト規格化希土類元素（REE）パターンは、重希土類に枯渇し中希土類元素に頂点を持つ上に凸型のパターンを示す（図1, Ionov et al., 1993）。アイツタキのFMAを含むマントル捕獲岩中の単斜輝石は、これらと類似したコンドライト規格化REEパターンを示し、かつ捕獲岩の全岩化学組成が始源マントルと類似する事から、熔融過程をほとんど受けていないマントル物質が海洋下のリソスフェア-アセノスフェア境界からもたらされたとされる（Akizawa et al., 2024）。本研究では、海洋下マントルの多様性について検討するため、アイツタキ島マントル捕獲岩のFMAを含むものと含まないものの鉱物の化学組成や単斜輝石のSr-Nd同位体比を決定した。アイツタキ島のFMAを含まないマントル捕獲岩中の単斜輝石のコンドライト規格化REEパターンは、重希土から中希土類元素にかけての傾きと濃度に違いがあるものの、FMAを含む捕獲岩中の単斜輝石と同様に、概ね中希土類に頂点をもつ上に凸のコンドライト規格化REEパターンを示した。しかし、アイツタキ島マントル捕獲岩中の単斜輝石のNd同位体比とSm/Nd比は正の相関を示し、その一端に母岩のアルカリ玄武岩のデータがプロットされる。この関係は、溶け残りマントルとアルカリ玄武岩の混合で説明可能で、単斜輝石のREEパターンは交代作用による影響を被っていることを示す。すなわちアイツタキ島マントル捕獲岩中の単斜輝石のREEパターンがいずれも類似していることは、ザクロ石と共存したことによる特徴と母岩アルカリ玄武岩による交代作用の結果によるパターンが類似することを示す。ザクロ石やその記載的な痕跡は認められていないものの、地球化学的な特徴よりかつてザクロ石安定領域に存在していたと推測されている、東北日本沖プチスポット火山（Pilet et al., 2016）やアフリカ大陸西岸沖カーボベルデ・サル島（Bonadiman et al., 2005）のスピネルマントル捕獲岩中の単斜輝石のREEパターンは、アイツタキ・マントル捕獲岩の単斜輝石のものと類似する。東北日本沖プチスポット捕獲岩はザクロ石安定領域で母岩と類似したメルトによる交代作用を被った（Pilet et al., 2016）と解釈されており、サル島

捕獲岩は交代作用の影響のあるものとなないものが報告されている (Bonadiman et al., 2005)。本講演では、アイツタキ・マントル捕獲岩中の単斜輝石のREEパターンがザクロ石安定領域に存在していた特徴か、交代作用による影響なのかを区別が可能かについて検討した結果について報告したい。

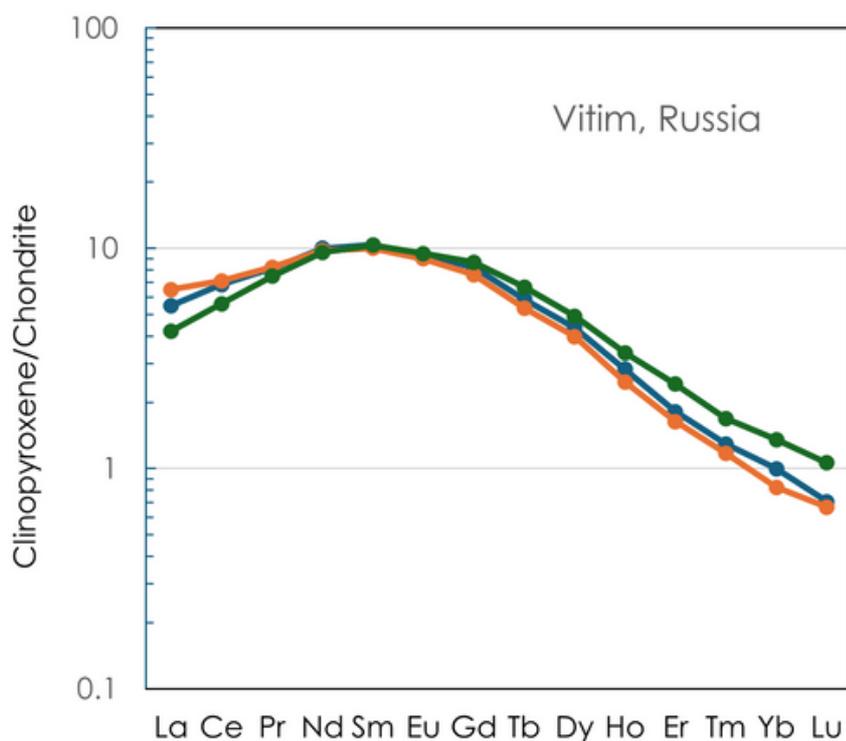


Fig. 1. Rare earth element patterns from Vitim xenoliths (Ionov et al., 2005) normalized to chondrite after Sun & McDonough (1995).

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[R7-07] Petrological characteristics and formation process of peridotites drilled from the Tyrrhenian back-arc basin, Italy

*Sayako Terada¹, Norikatsu Akizawa¹, Tomoaki Morishita², Masako Yoshikawa¹, Tomoyuki Shibata¹, Akihiro Tamura², IODP Exp. 402 scientists (1. Hiroshima Univ., 2. Kanazawa Univ.)

Keywords : IODP Exp. 402, the Tyrrhenian Sea, back-arc basin, peridotite, melt-mantle interaction

島弧システムでは海洋プレートの沈み込みに伴い背弧側が伸長する。これにより、背弧海盆の形成・拡大が起こることがある。島弧の火山フロントから背弧にかけたマグマ活動はこれまで多く研究されてきた。一方、背弧海盆の形成・進化については、アクセスの困難さから試料採取が難しく、特に深部マグマ活動について未解明な部分が多い。島弧システムを広く理解するうえで背弧海盆の理解は重要であり、背弧海盆由来のマントル物質は深部での初生的なマグマ活動の情報を抽出することができる有用な物質である。2024年2月～4月にイタリアのティレニア海で国際深海科学掘削計画第402次研究航海(IODP Exp. 402)が行われ、U1614、U1616の掘削サイトでティレニア背弧海盆から、かんらん岩を含むコア試料が回収された。南ティレニア背弧海盆での地球物理的探査からは、海洋コアコンプレックス(OCC)の特徴である、低角度のデタッチメント断層とみられる、地震波不連続面が観測されており[1]、海底にマントル物質が露出していると推察されている[2]。過去のODP Leg 107掘削でも同様にかんらん岩試料が回収されたが[3]、変質の影響が大きく、得られたかんらん岩の初生的な情報には限りがあった。本研究では、南ティレニア背弧海盆U1616E掘削孔で回収されたかんらん岩30試料について、偏光顕微鏡による岩石記載、電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)での鉱物判定・主要元素組成測定、レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析(LA-ICP-MS)による単斜輝石・直方輝石・斜長石の微量元素組成の測定を行い、岩石学的・地球化学的な特徴を明らかにすることを目標とする。試料は蛇紋岩化作用によって変質しているが、残存する初生鉱物の記載岩石学的特徴から、掘削孔上部と掘削孔下部に区別した。掘削孔上部のかんらん岩はカンラン石・直方輝石・単斜輝石と褐色～暗褐色のスピネルを含むハルツバージャイト的で、掘削孔下部のかんらん岩はカンラン石・直方輝石・単斜輝石と黒色で不透明な比較的細粒なスピネルと変質した斜長石を含むハルツバージャイト・レルゾライト的であった。ただし、掘削孔下部のかんらん岩は、鉱物組成にばらつきがみられ、均質なレルゾライト的部分と、ハルツバージャイトに一部レルゾライトがみられる不均質部分も存在する。また薄片観察から、ダナイト脈やダナイト的な枯渇したモード組成を示す部分が掘削孔上部・下部ともに観察された。鉱物の主要元素組成は、岩石記載と調和的な、掘削孔上部と掘削孔下部で異なる特徴を示した。カンラン石のFo値(=Mg/(Mg+Fe)原子比)は、掘削孔下部の方が掘削孔上部に比べてやや高い。スピネルのCr#(=Cr/(Cr+Al)原子比)は、掘削孔上部・下部ともに高く(>0.4 wt.%)、部分溶融度が高くメルト成分に枯渇した傾

向を示す。掘削孔下部では、スピネルの TiO_2 含有量が非常に高く(TiO_2 wt.% = ~ 1.9 wt.%)、組成のばらつきがみられる。これらは、海洋域の斜長石かんらん岩領域付近にプロットされ、メルト成分に富むことが示唆される。掘削孔下部でみられる単斜輝石についても、高い TiO_2 含有量(TiO_2 wt.% = ~ 1.1 wt.%)と組成のばらつきといった、スピネルと類似したメルト成分に富むと考えられる主要元素の特徴を確認した。単斜輝石・直方輝石の微量元素組成は、左上がりの軽希土類元素に富んだコンドライト規格化パターンを示すもの、軽希土類元素に乏しい左下がりのパターンを示すもの、やや左下がりではあるがフラットなパターンを示すものの3つの傾向を示した。これらは、それぞれ掘削孔上部、掘削孔下部、局所的にモード交代作用(鉍物モード組成の改変)を受けた試料についての特徴を表している。これらの記載岩石学的・鉍物化学的特徴より、U1616E掘削孔上部のかんらん岩はメルト成分に枯渇しており、ダナイト脈やダナイト的な部分を含んでいることから、溶融の進行とともに比較的深部の初生的なメルトの侵入を被り反応することによって形成されたことが示唆される。一方で、掘削孔下部の斜長石を含むかんらん岩は斜長石に飽和した玄武岩質メルトとの反応によって形成されたと考えられる。一部の試料については、上記とは異なるメルトとの反応が考えられ、U1616E掘削孔で回収されたかんらん岩は複数のメルトとの反応の結果、形成されたと考えられる。引用文献：[1] Sartori et al., 2004[2] Prada et al., 2015[3] Bonatti et al., 1990

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

📅 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Student Presentation Award Entry

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[R7-08] Serpentinization processes in ultramafic rocks and their relationship to jadeite-quartz rocks: A record of fluid-rock interactions in the Yorii area, Kanto Mountains, Japan

*Tomoki Segawa¹, Tomoki Taguchi² (1. Waseda Univ. CSE, 2. Waseda Univ. EDU)

Keywords : Fluid-rock interaction、Serpentinization、Jadeitite、Clinopyroxenite、Kanto Mountains

ヒスイ輝石岩を含む蛇紋岩主体の複合岩体は、過去の沈み込み帯における岩石-流体相互作用を理解する上で重要な地質ユニットである。関東山地寄居地域の緑色岩メランジュには、ヒスイ輝石-石英岩が超苦鉄質岩類と共に産出する (Hirajima, 1983 岩石鉱物鉱床学会誌)。瀬川・田口 (2024 日本地質学会第131年学術大会) は、このヒスイ輝石-石英岩の周縁部に、ヒスイ輝石-オンファス輝石の共生を含む反応縁を報告した。さらに最近、ヒスイ輝石-石英岩付近にて含水ザクロ石を伴う超苦鉄質岩を見出し、その形成プロセスに多段階の蛇紋岩化作用が関与したことを示した (瀬川・田口 2025 JpGU)。本発表では新規に採取した超苦鉄質岩類の岩石学的特徴を報告するとともに、その蛇紋岩化プロセスとヒスイ輝石-石英岩周縁部に発達する反応縁との関係性について検討する。

超苦鉄質岩類は、ヒスイ輝石-石英岩本体から南東方向に約30 mにわたり連続した小岩体として露出する。超苦鉄質岩類は基質がほぼ単斜輝石からなる薄緑白色の単斜輝石岩が主であるが、本研究にて蛇紋石と不透明鉱物を多量に含む濃灰緑色の超苦鉄質岩類 (以下、含単斜輝石蛇紋岩) も認められた。これら岩石の鉱物組み合わせは類似しており、透輝石、蛇紋石 (アンチゴライト、リザーダイト、クリソタイル)、ハイドロアンドラダイト、クリノクロア、スピネル系鉱物、針ニッケル鉱である。はじめに単斜輝石岩の岩石学的特徴について述べる。基質は主に粗粒かつ自形的な透輝石からなり、一部アンチゴライトがプール状に濃集している部分もある。透輝石の周縁部や劈開に沿ってリザーダイト±アンドラダイトからなる分解組織も一部認められる。また、粗粒なハイドロアンドラダイト脈の存在も特徴的である。基質透輝石の組成傾向 ($X_{Mg} (= Mg/(Mg + Fe^{2+})) = 0.90-0.93$; $Al_2O_3 = 0.81-2.63$ wt%) は火成起源を示唆する。スピネル系鉱物 (約100-400 μm) の結晶中心部はCr-磁鉄鉱、そして縁辺部はFe-クロム鉄鉱の組成を示す。このスピネル系鉱物の周縁部にはリザーダイトやクリノクロア、Crに富むアンドラダイトが存在する。続いて、含単斜輝石蛇紋岩の岩石学的特徴を述べる。基質は主にアンチゴライトと粗粒透輝石からなり、両鉱物と共存するスピネル系鉱物が多く認められる。スピネル系鉱物からは、磁鉄鉱を特徴づけるラマンスペクトルが得られた。これら磁鉄鉱は主に透輝石の劈開を充填するように分布し、透輝石-磁鉄鉱の一部粒間には蛇紋石と共にアンドラダイトも確認される。この組織は上述した単斜輝石岩の分解組織 (リザーダイト±アンドラダイト) と類似するが、アンドラダイトの量は非常に少ない。また、基質に脈状アンドラダイトは確認されない一方で、磁鉄鉱主体の脈がア

ンチゴライトや透輝石と共存する。

アンチゴライトとリザーダイトの産状から、超苦鉄質岩類は少なくとも2段階の蛇紋岩化作用を被ったと解釈できる。基質にカンラン石は認められないが、これは高温環境下かつ高シリカ活動度でのアンチゴライト蛇紋岩化作用が起きた結果と考えられる。先行研究

(Fukuyama et al., 2017 JMPS) で示唆されたように、このアンチゴライト蛇紋岩化作用で放出された流体が本地域のヒスイ輝石-石英岩形成に関与した可能性が高い。その後、低温環境下での低シリカ活動度の流体流入により、透輝石のリザーダイト蛇紋石化と、磁鉄鉱の消費による hidroandradite の形成が進行したと解釈できる (Frost and Beard, 2007 J. Petrol)。蛇紋石-単斜輝石岩には上記反応の初期段階がよく保存されており、基質の磁鉄鉱脈や透輝石劈開中の磁鉄鉱が hidroandradite 形成に関与したのだろう。リザーダイト蛇紋岩化作用に際し、Caに富む流体がヒスイ輝石-石英岩の縁辺部へ流入し、ヒスイ輝石-オンファス輝石共生を含む反応縁が発達したと考えられる。すなわち、多段階の蛇紋岩化作用とそれに関連する流体組成の変化が、本岩体で起きた交代作用プロセスを制御していた可能性が示唆される。これは本岩体に分布する一連の構成岩石が、沈み込み帯における岩石-流体相互作用の発達史をよく保存していることを意味する。

Oral presentation | R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

🏠 Wed. Sep 10, 2025 9:30 AM - 12:00 PM JST | Wed. Sep 10, 2025 12:30 AM - 3:00 AM UTC 🏠 Oral Presentation C(Room No. 28)

R7: Petrology, Mineralogy and Economic geology (Joint Session with Society of Resource Geology)

Chairperson:Norikatsu Akizawa(Hiroshima University), Takuya Echigo(Akita University)

◆ Invited Lecture

11:30 AM - 12:00 PM JST | 2:30 AM - 3:00 AM UTC

[R7-09] Granitic melt inclusions in undifferentiated basalt-hosted diopside megacrysts from the Southern Fossa Magna region

*Takashi Amagai¹ (1. AIST. GSJ)

Keywords : Granitic melt inclusion、 Diopside megacrysts、 Undifferentiated basalt、 Hydrothermal ore deposits

Hydrothermal ore deposits in Japanese island arcs are formed by fluids derived from granitic magmas, whose original chemistry is critical for understanding ore-forming processes. However, exposed granites often lose primary signatures through differentiation and fluid separation. To address this, we investigated granitic melt inclusions trapped in phenocrysts of undifferentiated basalts that likely ascended from the mantle and captured lower crustal granitic melts.

We identified granitic melt inclusions in diopside megacrysts from Neogene basaltic dykes in the Sanogawa area (Yamanashi Prefecture) and submarine basaltic rocks related to the early Izu–Bonin arc collision in the Tanzawa area (Kanagawa Prefecture) (Amagai & Kurosawa, 2023; 2024, 2025, Abstracts of the Society of Resource Geology).

In Sanogawa, Cr-diopside megacrysts occur in ankaramitic basalts and contain fully crystallized granitic melt inclusions of quartz, plagioclase, K-feldspar, and amphibole, with minor pyrite and chalcopyrite. Trace sulfides (Ni, Zn, Cd, Pb), Au–Ag compounds, and platinum minerals were also observed. Other inclusions of chlorite and calcite were present, but no fluid inclusions.

In Tanzawa, Mg-rich basaltic rocks contain diopside and augite megacrysts with two inclusion types: microcrystalline (in diopside) and glassy (in augite). The former includes Si–K–Na-rich glass with magnetite, hornblende, and occasional chalcopyrite and pyrite. The latter consists mainly of homogeneous glass with magnetite, hornblende, and Fe-sulfides.

Trapping pressures (7–12 kb), estimated from pyroxene crystallization conditions, match depths of granitic magma generation. Average granitic melt compositions indicate metaluminous, calc-alkaline granodiorite in Sanogawa, consistent with medium-K Neogene granites. In Tanzawa, granitic melts resemble the parent magma of M-type Tanzawa tonalite. Water content was low (<1.2 wt%), while S and metal contents were comparable to or higher than those in fertile Japanese granites.

Sulfide species and their relative abundances in the melt inclusions are consistent with those in nearby Neogene vein-type deposits, suggesting that granitic melt chemistry

preserved in undifferentiated basalts may provide insights into the nature of associated ore-forming systems.