2021年9月17日(金)

口頭講演 | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 2

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

座長:黒澤 正紀(筑波大学)、門馬 綱一(国立科学博物館)、坂野 靖行(産総研)

14:00 ~ 14:15

[R1-01] 分析電顕での吸収補正による定量分析の特徴と問題点

*藤野 清志[1]、富岡　尚敬[2]、大藤 弘明[3] (1. 無所属、2. 海洋研究開発機構、3. 東北大)

14:15 ~ 14:30

[R1-02] Caに富む輝石の*M*1席Fe^{2+}の電場勾配テンソルと鉄の固溶成分の相関

福山 大毅[1]、*篠田 圭司[1]、小林 康浩[2] (1. 阪市大・院理、2. 京大・複合研)

14:30 ~ 14:45

[R1-03] マントル起源のカンラン石・蛇紋石に含まれるU・Th・PbのICP-MS定量分析結果

*加藤 丈典[1]、小坂 由紀子[3]、淺原 良浩[2]、纐纈 佑衣[2]、道林 克禎[2] (1. 名大・ISEE、2. 名大・院環境、3. 名大・ISEE, 高知大)

14:45 ~ 15:00

[R1-04] 国産アコヤ真珠の養殖地による微量元素の相違

*江森 健太郎[1]、北脇 裕士[1]、佐藤 昌弘[2]、矢﨑 純子[2] (1. 株式会社中央宝石研究所、2. 真珠科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[R1-05] 福島県多田野産加藤石榴石に含まれる硫黄の原子位置について

*坂野 靖行[1]、門馬 綱一[2]、宮脇 律郎[2]、豊 遙秋[3] (1. 産総研、2. 国立科博、3. 東大総博)

15:15 ~ 15:30

[R1-06] 岡山県津山地域加治子山に産するベイサナイト中のCaに富むネフェリン及び共生鉱物の産状と成因

「発表賞エントリー」

*米岡 佳弥[1]、濵田 麻希[1]、荒井 章司[1] (1. 金沢大・院自)

15:30 ~ 15:45

[R1-07] 長崎変成岩西彼杵ユニット中に産するリストベナイト中のNiの局所構造とNi鉱物

*鵜木 康平[1]、西山 忠男[1]、北原 銀河[1]、吉朝 朗[1]、徳田 誠[2]、湯蓋 邦夫[3]、杉山 和正[2] (1. 熊大　院理、2. 東北大、3. 九州大)

16:00 ~ 16:15

[R1-08] 福岡県飯塚市八木山産の円筒状アメサイト

一色 優希[2]、武田 侑也[2]、*上原 誠一郎[1]、延寿 里美[3] (1. 九州大・博物館、2. 九州大・院理、3. 愛媛大・理工)

16:15 ~ 16:30

[R1-09] **北部フォッサマグナ地域から産出した千葉石の続報**

*門馬 綱一[1]、宮島 宏[2]、下林 典正[3]、石橋 隆[4]、高山 信之[5]、長瀬 敏郎[6]、宮脇 律郎[1]、松原 聰[1]、井尻 暁[7]、古川 善博[8] (1. 国立科博、2. 糸魚川市議会議員、3. 京大・院理、4. 益富地学会館、5. フォッサマグナミュージアム友の会、6. 東北大総学博、7. 神戸大学、8. 東北大・院理)

16:30 ~ 16:45

[R1-10] **北海道手稲鉱山から産出したMn^{2+}が卓越する安四面銅鉱**

*門馬 綱一[1]、清水 正明[2]、草葉 陽子[1]、大木 良弥[3] (1. 国立科博、2. 北陸能開大、3. 日本地学研究会)

口頭講演 | R8：変成岩とテクトニクス

14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 1

R8：変成岩とテクトニクス

座長:中村 佳博(産総研)、遠藤 俊祐(島根大学)

14:00 ~ 14:15

[R8-07] ミャンマー・モゴック北方に見出されるUHT変成岩

Htay Khaing[2]、*小山内 康人[1]、中野 伸彦[1]、Dolzodmaa Bolgbaatar[4]、北野 一平[3]、Htet Zaw[4]、足立 達朗[1]、大和田 正明[5] (1. 九大・院比文、2. ミャンマー宝石研究所、3. 栃木県博、4. 九大・地球社会統合科学府、5. 山口大・理)

14:15 ~ 14:30

[R8-08] Mixing and fluid-related processes in the slab-mantle interface during incipient subduction: records from the Dalrymple Amphibolite, Philippines

[Presentation award entry]

*Gabriel Theophilus Vinalay Valera[1], Tetsuo Kawakami[1], Betchaida Duetes Payot[2] (1. Kyoto Univ., 2. Univ. of the Philippines)

14:30 ~ 14:45

[R8-09] **東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する泥質片麻岩の温度圧力履歴**

*河上 哲生[1]、鈴木 将晏[1] (1. 京都大・院理)

14:45 ~ 15:00

[R8-10] 東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する泥質片岩中の灰礬柘榴石，チタン石および燐灰石ウラン–鉛年代

*仁木 創太[1]、河上 哲生[2]、足立 達朗[3]、宇野 正起[4]、東野 文子[2]、平田 岳史[1] (1. 東京大・院理、2. 京都大・院理、3. 九州大、4. 東北大)

15:00 ~ 15:15

[R8-11] 単一岩石中に反時計回りと時計回りの*P-T*履歴が共存?: 東南極 セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネの例

*池田 勇人[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[1] (1. 京都大・院理)

15:30 ~ 15:45

[R8-12] 青色片岩相Na輝石の非圧力依存的挙動

*薮田 渉[1]、平島 崇男[2] (1. 無所属、2. 京大)

15:45 ~ 16:00

[R8-13] **Crystal size distribution and compositional zoning of garnet formed by two-stage growth in the Kotsu eclogite and basic schist, Sanbagawa belt**

*ダンダル オトゴンバヤル[1]、岡本 敦[1]、宇野 正起[1] (1. 東北大学・環境科学研究科)

16:00 ~ 16:15

[R8-14] Formation of garnet aggregate of the Khungui eclogite in the Zavkhan Terrane, Western Mongolia

*Manzshir Bayarbold[1], Atsushi Okomata[1], Otgonbayar Dandar[1], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku University)

16:15 ~ 16:30

[R8-15] Occurrence of CH_4–N_2-bearing aqueous fluid inclusions in jadeite-bearing chlorite–grossular rock from the New Idria serpentinite body, California

*Rio Rio[1], Tatsuki Tsujimori[1] (1. Tohoku University)

16:30 ~ 16:45

[R8-16] 西彼杵変成岩雪浦メランジュ中のザクロ石の累帯構造

*西山 忠男[1]、鵜木 康平[1]、吉朝 朗[1] (1. 熊本大学先端科学研究部)

口頭講演 | S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 3

S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

座長:DYUTI PRAKASH SARKAR(広島大)、浜田 盛久(海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:30

[S1,S4-01] 紀伊半島下のゆっくりすべり，スラブ内地震と内陸地震

*北 佐枝子[1]、ヒューストン ハイジ[2]、矢部 優[3]、田中 佐千子[4]、浅野 陽一[4]、澁谷 拓郎[5]、須田 直樹[6] (1. 建築研・国地、2. 南カリフォルニア大、3. 産総研、4. 防災科研、5. 京大防災研、6. 広大・院理)

14:30 ~ 14:45

[S1,S4-02] 南海トラフC0002掘削地点でのカッティングス試料を用いた摩擦特性プロファイルの作成

*藤岡 里帆[1]、片山 郁夫[1]、北村 真奈美[2]、奥田 花也[3]、廣瀬 丈洋[4] (1. 広島大、院理、2. 産総研、3. 東京大、大気海洋研、4. JAMSTEC 高知コア研究所)

14:45 ~ 15:00

[S1,S4-03] 室温から高温における単結晶白雲母の摩擦における直接効果の温度依存性

*佐久間 博[1]、Moore Diane[2]、Lockner David[2] (1. 物材機構、2. USGS)

15:00 ~ 15:15

[S1,S4-04] 熱水流体に起因したイライトと空孔の形成および断層発生過程との関係

*安東 淳一[1]、兒島 巧太[1]、DAS Kaushik[1]、富岡 尚敬[2]、上原 誠一郎[3] (1. 広島大、2. JAMSTEC・高知コア研、3. 九州大)

15:30 ~ 15:45

[S1,S4-05] オマーン陸上掘削プロジェクトで採取されたエピドサイトの地震波速度に空隙形状と変質鉱物が与える影響

*長瀬 薫平[1]、片山 郁夫[1]、畠山 航平[2]、赤松 祐哉[1]、岡﨑 啓史[3] (1. 広島大・院理、2. 明星大・教育、3. 海洋研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[S1,S4-06] マリアナ前弧域の蛇紋岩泥海山岩石中のカルサイト中の流体包有物

「発表賞エントリー」

*山本 千早[1]、釘宮 健人[1]、石戸 慎也[1]、川本 竜彦[1]、市山 祐司[2] (1. 静岡大・理、2. 千葉大・理)

16:00 ~ 16:15

[S1,S4-07] **流紋岩質メルト中における炭素同位体の拡散分別**

*川原 爽[1]、吉村 俊平[1] (1. 北大・院理)

16:15 ~ 16:30

[S1,S4-08] 角閃石の主要元素・微量元素組成を用いたマグマの進化過程の解明

「発表賞エントリー」

*岡田 郁生[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、石橋 秀巳[2]、杉本 健[3]、早坂 康隆[1] (1. 広島大、2. 静岡大、3. 地熱エンジニアリング株式会社)

16:30 ~ 16:45

[S1,S4-09] 火道上昇履歴に応じた石基輝石晶相変化の実験的検証

「発表賞エントリー」

*奥村 翔太[1]、奥村 聡[2]、三宅 亮[1] (1. 京都大・院理、2. 東北大・院理)

ポスター | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

9:30 ~ 18:30

[R1P-01] 1：2ガラスビードを用いたEPMA + LA-ICP-MS分析

*中田 英二[1]、湯川 芽依[1] (1. 電中研)

9:30 ~ 18:30

[R1P-02] SEM装置を用いた透過菊池回折の分析とウルトラマイロナイトかんらん岩への応用

*伊神 洋平[1]、道林 克禎[2] (1. 京都大学、2. 名古屋大学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-03] 大日向酸性岩類の高塩濃度流体包有物の析出結晶

*黒澤 正紀[1]、津田 拓哉[2] (1. 筑波大・生命環境、2. 筑波大院・地球)

9:30 ~ 18:30

[R1P-04] 山口県美祢市長登銅山梅が窪坑に産する鉱石鉱物とスカルン鉱物の鉱物学的特徴

*窪津 優花[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学院・創成科学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-05] 山口県山口市一ノ坂銀山産鉱石の鉱物学的特徴

*岡谷 実治子[1]、永嶌 真理子[2] (1. 宇部興産コンサルタント、2. 山口大学院・創成科学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-06] **群馬県砥沢産の含砒素鉱物; 自然砒、ズィーカ石**

*山田 隆[1]、小菅 康寛[2]、藤原 卓[3]、石橋 隆[3] (1. 鉱物同志会／益富地学会館、2. 鉱物同志会、3. 益富地学会館)

9:30 ~ 18:30

[R1P-07] 京都府和束町石寺産フーウェル石

*白勢 洋平[1]、鶴田 憲次[2]、下林 典正[3] (1. 愛媛大・院理工、2. 京都芸大、3. 京大・院理)

9:30 ~ 18:30

[R1P-08] 兵庫県生野鉱山産ザッカーニャ石の高水和物

*大西 政之[1]、下林 典正[2]、浜根 大輔[3]、小林 祥一[4]、久野 武[5] (1. 無所属、2. 京大・院理、3. 東大・物性研、4. 岡山理大・理、5. 関西学院大)

9:30 ~ 18:30

[R1P-09] 大佐山ヒスイ輝石岩から見いだされた松原石、蓮華石、セリウムトルネボム石、および稀少・未詳鉱物について

*浜根 大輔[1]、田邊 満雄 (1. 東大・物性研)

9:30 ~ 18:30

[R1P-10] 愛媛県松山市忽那山から産する石榴石の記載鉱物学的研究

*大嶋 正太[1]、白勢 洋平[2] (1. 株式会社愛媛建設コンサルタント、2. 愛媛大・院理工)

9:30 ~ 18:30

[R1P-11] 山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状

*永嶌 真理子[1]、西岡 美結[2] (1. 山口大学・創成科学、2. 山口大学・理)

9:30 ~ 18:30

[R1P-12] **ボニナイトの変質およびその空隙中に産するphillipsite**

「発表賞エントリー」

*井上 裕貴[1]、島田 和彦[1]、安井 万奈[2]、山﨑 淳司[2]、萩谷 宏[4]、石橋 純一郎[3]、赤木 右[1] (1. 九大・院理、2. 早大・理工、3. 神戸大、4. 都市大・理工)

9:30 ~ 18:30

[R1P-13] 島根半島古浦ヶ鼻の熱水変質玄武岩中に産する二次鉱物とその生成プロセスについて
「発表賞エントリー」

*伊藤 修一[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学・創成科学)

ポスター | R5：地球外物質

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R5：地球外物質

9:30 ~ 18:30
[R5P-01] シリカ鉱物の産状に基づくダイオジェナイトの熱・衝撃史
「発表賞エントリー」

*金丸 礼[1]、山口 亮[1,2]、今栄 直也[1,2]、竹之内 惇志[3] (1. 総研大、2. 極地研、3. 京都大学)

ポスター | R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質 学会 との共催 セッション)

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質 学会 との共催 セッション)

9:30 ~ 18:30
[R7P-01] 北海道神居古潭帯に産する高枯渇度カンラン岩の成因とその形成場の検討
「発表賞エントリー」

*西尾 郁也[1]、森下 知晃[1]、板野 敬太[1]、田村 明弘[1]、市山 祐司[2]、高見澤 駿[2]、荒井 章司[1] (1. 金沢大学、2. 千葉大学)

9:30 ~ 18:30
[R7P-02] 秋田県荒川鉱山産燐銅鉱の産状及び形成機構

*鈴木 照洋[1]、藤巻 勇帆[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・国資)

9:30 ~ 18:30
[R7P-03] 南アフリカ共和国ブッシュフェルト貫入岩体東部における斑点状アノーソサイトの結晶粒径分布解析

*吉田 柊平[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・国際資源)

9:30 ~ 18:30
[R7P-04] 西南日本の熱変成蛇紋岩における滑石の組成多様性

宮本 大輔[1]、*野坂 俊夫[1] (1. 岡山大・理)

9:30 ~ 18:30
[R7P-05] **茨城県妙見山リチウムペグマタイトに産する電気石の化学組成**

*石澤 ほたか[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大院・国資)

ポスター | R8：変成岩とテクトニクス

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session
R8：変成岩とテクトニクス

9:30 ~ 18:30
[R8P-01] 東南極リュツォ・ホルム岩体ルンドボークスヘッタに産するザクロ石ー珪線石片麻岩中のザクロ石と大隅石の成長時期の差異
「発表賞エントリー」
*鈴木 康太[1]、河上 哲生[1] (1. 京都大・院理)

9:30 ~ 18:30
[R8P-02] チェコ共和国・ボヘミア山塊中に産する珪長質グラニュライト中のザクロ石の化学組成
「発表賞エントリー」
*内藤 美桜[1]、山根 健輔[1]、中村 大輔[1]、平島 崇男[2]、スフォイッカ マルチン[3] (1. 岡山大、2. 京都大、3. チェコ科学アカデミー)

9:30 ~ 18:30
[R8P-03] 中部地方渋川地域に産する三波川結晶片岩類の研究
「発表賞エントリー」
*冨岡 優貴[1]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境)

9:30 ~ 18:30
[R8P-04] 鳥取県日南町の周防変成岩中の蛇紋岩の起源と変成作用
*遠藤 俊祐[1]、岡本 真[1]、西川 泰喜[1] (1. 島根大)

9:30 ~ 18:30
[R8P-05] Geotransect across south of Singhbhum Craton-Rengali Province-Eastern Ghats Province, India: Multiple orogenic belts of contrasting age and tectonic evolution of Eastern Indian terrane
*Kaushik Das[1], Sankar Bose[2], Gautam Ghosh[2], Proloy Ganguly[3] (1. Hiroshima Uni. Sci., 2. Presidency Uni. India, 3. Kazi Nazrul Uni. India)

9:30 ~ 18:30
[R8P-06] Geochronology of calc-silicate and related rocks in the Mogok Metamorphic Belt, Myanmar
*Zaw Htet Htet[1], Yasuhito Osanai[1], Nobuhiko Nakano[1], Tatsuro Adachi[1], Khaing Nyein Htay[2] (1. Kyushu Univ, 2. Gemological Institute of Myanmar)

9:30 ~ 18:30
[R8P-07] 飛騨帯産含単斜輝石優白質花崗岩の成因と形成年代：チタン石の化学組成とU–Pb年代による束縛
*原田 浩伸[1]、辻森 樹[2]、昆 慶明[3]、青木 翔吾[4]、青木 一勝[5] (1. 東北大・院理、2. 東北大・東北アジア研究センター、3. 産総研、4. 秋田大・国際資源、5. 岡山理科大・基盤教育センター)

ポスター | S3：東アジアのテクトニクス （スペシャルセッション）

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session
S3：東アジアのテクトニクス （スペシャルセッション）

9:30 ~ 18:30
[S3P-01] 東北日本古生代高圧変成岩類の砕屑性ジルコンU–Pb年代
*岡本 彩香[1]、市山 祐司[1]、伊藤 久敏[2] (1. 千葉大、2. 電力中央研究所)

ポスター | S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

9:30 ~ 18:30 | ePoster Session
S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

9:30 ~ 18:30
[S4P-01] 斑レイ岩の交代作用に起因するタルクを伴う 断層の発達過程
*松永 健義[1]、安東 淳一[1]、Kaushik Das[1] (1. 広島大・院理)

9:30 ~ 18:30
[S4P-02] マイロナイトの組織から考察するヒマラヤ地域の主中央衝上断層の運動像
*樹神 洸寿[1]、安東 淳一[1]、Das Kaushik[1]、Sakar Dyuti Prakash[1] (1. 広島大理工)

一般社団法人日本鉱物科学会　定時総会・授賞式

9:00 ~ 10:10 | Zoom Session 1
一般社団法人日本鉱物科学会　定時総会・授賞式

9:00 ~ 10:10
[committees] 一般社団法人日本鉱物科学会　授賞式　受賞者紹介

受賞者講演

10:15 ~ 10:45 | Zoom Session 2
2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内　岳　会員（東京大学） 受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」

10:15 ~ 10:45
[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内　岳　会員（東京大学）
受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」

受賞者講演

10:45 ~ 11:15 | Zoom Session 2
2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学） 受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」

[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学）
受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」

受賞者講演

11:20 ~ 11:40 | Zoom Session 2
2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学） 受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」

11:20 ~ 11:40
[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学）

受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」

受賞者講演

11:40 ~ 12:00 | Zoom Session 2
2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学） 受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」

11:40 ~ 12:00
[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学）

受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」

各種委員会

17:00 ~ 18:30 | Zoom Session 1
2021年度第1回定例理事会

17:00 ~ 18:30
[committees] 委員会

民間企業と学生会員の交流会

17:30 ~ 19:00 | Zoom Session 3
民間企業と学生会員の交流会

談話室

9:00 ~ 20:00 | oVice会場
2021年9月17日(金) 09:00 〜 20:00 oVice会場　談話室

各種委員会

12:30 ~ 13:30 | Zoom Session 1
IMA小委員会

口頭講演 | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

2021年9月17日(金) 14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 2

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

座長:黒澤 正紀(筑波大学)、門馬 綱一(国立科学博物館)、坂野 靖行(産総研)

[座長]
黒澤 正紀：R1-01〜R1-04
門馬 綱一：R1-05〜R1-07
坂野 靖行：R1-08〜R1-11

14:00 ~ 14:15

[R1-01] 分析電顕での吸収補正による定量分析の特徴と問題点

*藤野 清志[1]、富岡　尚敬[2]、大藤 弘明[3] (1. 無所属、2. 海洋研究開発機構、3. 東北大)

14:15 ~ 14:30

[R1-02] Caに富む輝石の*M*1席Fe^{2+}の電場勾配テンソルと鉄の固溶成分の相関

福山 大毅[1]、*篠田 圭司[1]、小林 康浩[2] (1. 阪市大・院理、2. 京大・複合研)

14:30 ~ 14:45

[R1-03] マントル起源のカンラン石・蛇紋石に含まれるU・Th・PbのICP-MS定量分析結果

*加藤 丈典[1]、小坂 由紀子[3]、淺原 良浩[2]、纐纈 佑衣[2]、道林 克禎[2] (1. 名大・ISEE、2. 名大・院環境、3. 名大・ISEE, 高知大)

14:45 ~ 15:00

[R1-04] 国産アコヤ真珠の養殖地による微量元素の相違

*江森 健太郎[1]、北脇 裕士[1]、佐藤 昌弘[2]、矢﨑 純子[2] (1. 株式会社中央宝石研究所、2. 真珠科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[R1-05] 福島県多田野産加藤石榴石に含まれる硫黄の原子位置について

*坂野 靖行[1]、門馬 綱一[2]、宮脇 律郎[2]、豊 遙秋[3] (1. 産総研、2. 国立科博、3. 東大総博)

15:15 ~ 15:30

[R1-06] 岡山県津山地域加治子山に産するベイサナイト中のCaに富むネフェリン及び共生鉱物の産状と成因

「発表賞エントリー」

*米岡 佳弥[1]、濵田 麻希[1]、荒井 章司[1] (1. 金沢大・院自)

15:30 ~ 15:45

[R1-07] 長崎変成岩西彼杵ユニット中に産するリストベナイト中のNiの局所構造とNi鉱物

*鵜木 康平[1]、西山 忠男[1]、北原 銀河[1]、吉朝 朗[1]、徳田 誠[2]、湯蓋 邦夫[3]、杉山 和正[2] (1. 熊大　院理、2. 東北大、3. 九州大)

15:45 ~ 16:00

休憩

16:00 ~ 16:15

[R1-08] 福岡県飯塚市八木山産の円筒状アメサイト

一色 優希[2]、武田 侑也[2]、*上原 誠一郎[1]、延寿 里美[3] (1. 九州大・博物館、2. 九州大・院理、3. 愛媛大・理工)

16:15 ~ 16:30

[R1-09] **北部フォッサマグナ地域から産出した千葉石の続報**

*門馬 綱一[1]、宮島 宏[2]、下林 典正[3]、石橋 隆[4]、高山 信之[5]、長瀬 敏郎[6]、宮脇 律郎[1]、松原 聰[1]、井尻 暁[7]、古川 善博[8] (1. 国立科博、2. 糸魚川市議会議員、3. 京大・院理、4. 益富地学会館、5. フォッサマグナミュージアム友の会、6. 東北大総学博、7. 神戸大学、8. 東北大・院理)

16:30 ~ 16:45

[R1-10] **北海道手稲鉱山から産出したMn^{2+}が卓越する安四面銅鉱**

*門馬 綱一[1]、清水 正明[2]、草葉 陽子[1]、大木 良弥[3] (1. 国立科博、2. 北陸能開大、3. 日本地学研究会)

分析電顕での吸収補正による定量分析の特徴と問題点

藤野清志*，富岡尚敬(海洋研究開発機構)，大藤弘明（東北大）

Characteristics and problems of absorption correction in quantitative chemical analysis by ATEM

Kiyoshi Fujino*, Naotaka Tomioka (JAMSTEC), Hiroaki Ohfuji (Tohoku Univ.)

1. はじめに

分析電顕による化学組成の定量分析では，以下の Cliff-Lorimer の式が広く用いられる．

$$\frac{C_i}{C_j} = k_{ij}\frac{I_i}{I_j} \qquad (1)$$

ここに，C_i，C_jは i，j 元素の重量%，I_i，I_jは i，j 元素の X 線強度，k_{ij}は k ファクターと呼ばれる．K_{ij}が既知なら，I_i，I_jを測ることで C_i，C_jが得られる．逆に C_i，C_jが既知の試料で I_i，I_jを測れば，k ファクターが実験的に得られる．多くの場合は，同じ鉱物種の同じような組成でkーファクターの厚さに対する検量線を求めておき，未知試料の k ファクターをその検量線上に求めて定量計算を行っている．この方法は簡便ではあるが，平均原子番号が大きく異なる試料には使えない．しかし，同じ鉱物種の検量線を外挿して厚さ 0 での k ファクターを実験的に求めておけば，理論的な吸収補正計算によって幅広い組成範囲で試料の定量分析を行う事ができる．

吸収補正計算による定量分析はこのような利点を持つが，適正な使用法が確立されてないため，あまり広く使われていない．我々はこの吸収補正計算による定量分析で，簡便で有効な使用法を見出したので，紹介する．

２．吸収補正計算による定量分析

吸収補正計算による定量分析では，式(1)の k_{ij}として，$k_{ij} = K^0_{ij}A(\Delta t)$を用いる．$K^0_{ij}$は厚さ 0 での k ファクター，$A(\Delta t)$は厚さ Δt での吸収補正項で，以下の式になる．

$$A(\Delta t) = \frac{\mu_i^m}{\mu_j^m}\cdot\frac{\{1-exp(-\mu_j^m\rho\Delta t\alpha)\}}{\{1-\exp(-\mu_i^m\rho\Delta t\alpha)\}} \qquad (2)$$

$\alpha = \mathrm{cosec}\,\theta$

ここで，μ^m_i，μ^m_j は i, j X 線に対する質量吸収係数，ρ は試料の密度，θ は検出器の X 線取り込み角である．最近の分析ソフトでは，どれもこの計算式を用いている．

吸収補正計算では，酸素を独立の元素として計算する場合と，すべて酸化物として計算する場合の２通りがある．前者の場合は，未知な薄膜の厚さを選ぶのに，酸素の値が理想化学式通りになるようにする，あるいは電荷中和となるようにする(E. Van Cappellen の方法）等の選択が行われている．一方，後者の場合は，すでに電荷中和は成り立っているので，酸素の値が理想化学式通りになるようにする等の選択が行われている．しかし，どのように厚さを選択すれば正確な組成が得られるかの方法が確立されておらず，選んだ薄膜の厚さが実際の厚さと同じかどうかについても，ほとんど議論されてこなかった．

３．結果

今回，我々はあらかじめ厚さを実測した組成既知の試料を用いて，それぞれの計算法で得られた組成が正確なのはどの方法か，またその時に選んだ厚さは実測の値と合うかどうかを調べた．結論として，酸素を独立元素として計算するよりも，酸化物として計算した方が正確な組成が得られることが分かった．その際の厚さを選ぶのに用いた有効な方法と，そうして選んだ厚さが実測に比べてどうであるか等について，講演で報告したい．

Keywords: Analytical TEM, quantitative chemical analysis, absorption correction.

*Corresponding author: kfujino7241@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Ca に富む輝石の *M*1 席 Fe^{2+}の電場勾配テンソルと鉄の固溶成分の相関

福山大毅(阪市大・理), 篠田圭司 (阪市大・理), 小林康浩 (京大・複合研)

Compositional dependence of EFG tensor of Fe^{2+} in *M*1site of Ca-rich pyroxene

Daiki Fukuyama (Osaka City Univ.), Keiji Shinoda* (Osaka City Univ.),
Yasuhiro Kobayashi (KURNS)

^{57}Fe Mössbauer spectroscopy has been used widely to analyze Fe^{2+} and Fe^{3+} ratio in minerals. Recently, Mössbauer microspectroscopy is used to measure the spectra of individual single crystal in a thin section. There are two crystallographically different cation sites named *M*1 and *M*2 in pyroxene structure. Fe^{2+} ions which occupy *M*1 and *M*2 sites give similar and overlapping quadrupole doublet. For powdered samples, intensity of quadrupole doublet can be assumed to be equal. However, intensity of quadrupole doublet of single crystal thin section is not equal and depends on the direction between γ-ray and crystallographic axes. Therefore, peak intensities of two doublets are necessary for reliable peak analyses of Mössbauer spectra which include similar and overlapping quadrupole doublets. The electric field gradient (EFG) tensor of the ^{57}Fe Mössbauer nucleus gives a constraint on the intensity of quadrupole doublet. Zimmermann (1975, 1983) introduced an experimental determination method of the EFG tensor from the Mössbauer spectrum of a single crystal and proposed a formulation of the EFG tensor from the intensities of the component peaks of an asymmetric Mössbauer doublet. Using Zimmermann's formulation, Shinoda and Kobayashi revealed the EFG tensor of Fe^{3+} in the octahedral *M*1 site of aegirine (JMPS, 2019). In this study, we measured Mössbauer spectra of thin sections of single crystal of Ca-rich pyroxenes (diopside, augite and hedenbergite) and calculated EFG tensors of three different compositional pyroxene from intensity variation of quadrupole doublet. Crystallographic orientation of three pyroxenes were determined using X-ray precession camera. From three EFG tensors of this study and an EFG tensor studied by Tennant et al. 2000, we will discuss compositional dependence of EFG tensor of Fe^{2+} in *M*1site of Ca-rich pyroxene.

Keywords:Mössbauer spectroscopy, microspectroscopy, electric field gradient, Ca-rich pyroxene
*Corresponding author: shinodakeiji@osaka-cu.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

マントル起源のカンラン石・蛇紋石に含まれるU・Th・Pbの ICP-MS 定量分析結果

加藤丈典（名古屋大）・小坂由紀子（名古屋大・高知大）・淺原良浩・纐纈佑衣・道林克禎（名古屋大）

Preliminary report on ICP-MS quantitative analysis of U, Th, and Pb in mantle-derived olivine and serpentine

Takenori Kato* (Nagoya Univ.), Yukiko Kozaka (Nagoya Univ, Kochi Univ.), Yoshihiro Asahara, Yui Kouketsu and Katsuyoshi Michibayashi (Nagoya Univ.)

マントルの化学的不均質性が地震波や Sr、Nd、Pb 同位体比などから議論されている。しかし、厳密なモデルは確立されておらず、より多くの情報が必要とされている。また、マントル物質に含まれる微量元素濃度も、上部マントルをモデル化するうえで重要な役割を果たすと考えられる。

カンラン石は上部マントルの主要構成鉱物である。しかし、カンラン石の微量元素濃度分析は玄武岩・斑レイ岩に含まれるものや熔融実験の結果などがほとんどであり、マントルに直接由来するカンラン石中の微量元素濃度の報告は多くない。特に、アクチノイドであるウラン（U）やトリウム（Th）と、その放射壊変で生成される鉛（Pb）については、限られた報告しかない（Heier & Carter, 1964; Cargnan et al., 1996; De Hoog et al., 2010 など）。本研究では、マントル由来のカンラン石、および、蛇紋石について U、Th および Pb の濃度を定量分析し、それらの元素の濃度範囲を明らかにすることにした。

カンラン石試料は、ハルツバージャイト（トンガ海溝）、レルゾライト（マリアナ海溝）、キンバーライト中のザクロ石レルゾライト捕獲岩（南アフリカ・キンバリー）及び玄武岩中の捕獲岩（中国・大麻坪）を用いた。

蛇紋石類は、蛇紋岩（マリアナ海溝）、アンチゴライト（京都府）、リザーダイト及びクリソタイル（鉱物標本）の各試料を用いた。

岩石試料については鉱物を粉砕し、包有物の認められない試料を実体顕微鏡で採取した。試料を酸分解し、名古屋大学環境学研究科の ICP-MS（アジレント・テクノロジー製 7700x）を用い、XSTC-331（SPEX）を標準物質として定量分析を行った。

カンラン石中の U、Th、Pb の濃度はいずれも数百 pg/g～数十 ng/g であった。また、蛇紋石はいずれも数 ng/g～数百 ng/g の範囲内であった。

（１）いずれの試料も検出可能な濃度の U、Th、Pb を含んでいること、（２）産状によるばらつきがあること、および、（３）蛇紋石はカンラン石よりも多くの U、Th、Pb を含んでいることが示された。

Keyword: olivine, serpentine, trace elements, ICP-MS, mantle

*Corresponding author: kato@nendai.nagoya-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

国産アコヤ真珠の養殖地による微量元素の相違

江森健太郎、北脇裕士(中央宝石研究所)、
佐藤昌弘、矢﨑純子(真珠科学研究所)

Differences of trace element in Japanese Akoya Cultured Pearl

Kentaro Emori*, Hiroshi Kitawaki (Central Gem Laboratory),
Masahiro Sato, Junko Yazaki (Pearl Science Laboratory)

In order to try for origin determination of pearl using LA-ICP-MS, we analyzed changes through the treatments of pearls and differences among “Shima, Mie”, “Komobuchi, Ehime”, “Amakusa, Kumamoto”, “Iki, Nagasaki”, “Tsushima, Nagasaki” and “Sasebo, Nagasaki”.

近年、アコヤ養殖真珠は、海外でも養殖がおこなわれているが、JAPAN ブランドとしての国産アコヤ養殖真珠の人気は高い。また、他分野でよく話題となるトレーサビリティーの問題からも国産アコヤ養殖真珠の産地鑑別は商業的な意義があり、養殖地による微量元素の相違は自然科学的にも興味深い。

毎年母貝から取り出され加工される宝石である。加工は薬品等に浸漬する作業を伴うため、真珠層中のタンパク質に含まれる成分が流出、もしくは薬品成分の沈着が想定される。また、養殖する海域の化学組成も毎年均一でない可能性があるため、浜揚げされた年による微量元素濃度差がある可能性も存在する。

本研究では真珠の産地鑑別の可能性を探るため、LA-ICP-MS による真珠の加工による真珠の微量元素の変化、また、浜揚げ産地による微量元素の差を比較した。

加工による微量元素の変化は、産地毎に行うべきであるが、産地・加工過程が多く、煩雑になるため、比較的近い同一県内である長崎県対馬・壱岐・佐世保で浜揚げされたアコヤ養殖真珠計 20 点をサンプルとして用いた。未加工の浜揚げ珠 5 点、浜揚げ後、メタノールを用い 50℃で一晩前処理を行った真珠 5 点(前処理珠)、前処理後に 2%過酸化水素水を用い 1~6 週間漂白した真珠 5 点(漂白珠)、漂白後 0.1%の染色溶液を用い一晩調色を行った 5 点(調色珠)に分け、分析を行った。

また、産地による違いを確認するため、2021 年三重県志摩、愛媛県蒋渕、熊本県天草、長崎県壱岐・対馬・佐世保の 6 つの産地で浜揚げされたアコヤ養殖真珠 10 点ずつ分析を行った。

分析に用いた LA-ICP-MS 装置は LA 装置として NWR UP-213、ICP-MS 装置として Agilent 7900rb を用いた。

加工の変化を追った結果、それぞれの元素に多少の変動が見られたが、誤差範囲で違いを見出すことはできず、加工過程による元素の動きを追うことはできなかった。

また 2021 年浜揚げを行った 6 つの産地の真珠について三重県志摩産の真珠からは他産地と比較し Mn が多く、長崎県の産地は Mg が少ないという特徴が見いだされた。また、線形判別分析のアルゴリズムを用いて分別したところ、長崎県の 3 つの産地(壱岐・対馬・佐世保)の区別は難しいが、三重県、愛媛県、熊本県、長崎県の 4 つの県の区別が可能であることが判った。

LA-ICP-MS を用いた真珠の産地鑑別については、加工による影響、海洋による影響が存在する上、生産地も多く、調査しなければいけない項目は非常に多い。しかし、本研究において県別の区別を行うことができた。これは、海域による影響の違いが真珠に影響を与えていると推測される。

Keywords: Akoya Cultured Pearl, LA-ICP-MS
*Corresponding author: emori@cgl.co.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

福島県多田野産加藤石榴石に含まれる硫黄の原子位置について

坂野靖行*（産総研）・門馬綱一・宮脇律郎（国立科博）・豊　遙秋（東大総博）

Sulphur atom positions of katoite from Tadano, Fukushima Prefecture, Japan

Yasuyuki Banno* (AIST), Koichi Momma, Ritsuro Miyawaki (NMNS),
Michiaki Bunno (Univ. of Tokyo)

加藤石榴石は石榴石超族鉱物の 1 種である。石榴石超族の一般組成式は $\{X_3\}[Y_2](Z_3)\varphi_{12}$ と表現され，灰礬石榴石―加藤石榴石系列の一般組成式は $\{Ca_3\}[Al_2](Si_{3-x}\square_x)O_{12-4x}(OH)_{4x}$ と表現でき，Ca が *X* 席（8 配位，24*c* 位置），Al が *Y* 席（6 配位，16*a* 位置），Si 及び空孔(□)が *Z* 席（4 配位，24*d* 位置）を占める。加藤石榴石は少量の硫黄(S)を含むことが知られており，S は$(SO_4)^{2-}$として，すなわち S^{6+}として *Z* 席を占めると考えられている(e.g., Passaglia and Rinaldi, 1984)。

坂野・豊(2019:日本鉱物科学会講演要旨)は福島県郡山市多田野産加藤石榴石の EPMA による化学組成分析を行い，加藤石榴石は少量の S, F, Cl を含むことを明らかにし，S は$(SO_4)^{2-}$として *Z* 席を占めるとした場合，*Y* 席には最大で 0.27 apfu の空孔(□)が存在すると結論づけた。今回この仮説を検証するために多田野産加藤石榴石の単結晶構造解析を行なった。

構造解析用の試料は EPMA により分析を行なった薄片から掘削した加藤石榴石断片（100 x 50 x 30 μm）を使用した。断片の実験式(S は *Z* 位置を占めると仮定，n = 1)は $\{Ca_3\}[Al_{1.466}Fe^{3+}_{0.260}Mg_{0.103}Ti_{0.016}\square_{0.155}]_{\Sigma 2.000}(Si_{1.191}S^{6+}_{0.154}\square_{1.655})_{\Sigma 3}[(OH)_{6.689}O_{5.140}F_{0.119}Cl_{0.052}]_{\Sigma 12}$ である。最初の解析結果は *R*1 = 3.8 %で，*Y* 席の電子数は 29.6 epfu, *Z* 席は 16.9 epfu であった。これらは EPMA 実験式から計算される値（*Y* = 27.4 epfu，*Z* = 19.1 epfu）に比べ，*Y* 席は予想よりも重く *Z* 席は予想より軽い結果となった。そこで S はすべて *Y* 席を占めるとした EPMA 実験式を仮定して電子数を計算すると *Y* = 29.9 epfu, *Z* = 16.7 epfu となり，解析結果から得られる値とよく一致した。差フーリエ図において *Y* 席の周囲に残差が認められたため，それを S と仮定して解析を進めた結果（*S* 席を設定。*S* 席の占有率を EPMA 値の S = 0.154 apfu となるように固定。*Y* 席占有率 + *S* 席占有率 = 1 を仮定），*R*1 は 3.5 %に低下し，*S* 席は 32*e* 位置を占め，原子座標 x = 0.0285(16), y = 0.0285(16), z = 0.0285(16) が得られた。原子間距離から S は$(SO_3)^{2-}$もしくは$(S_2O_6)^{2-}$として存在していると解釈できる。この解析結果から得られる *Y* 席 + *S* 席の電子数は 31.4 epfu, *Z* 席は 17.0 epfu であった。

Keywords: katoite, structure refinement, Tadano
*Corresponding author: y-banno@aist.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

岡山県津山地域加治子山に産するベイサナイト中のCaに富むネフェリン及び共生鉱物の産状と成因

米岡佳弥*、濵田麻希、荒井章司（金沢大・院自）

Occurrence and genesis of Ca-rich nepheline and associated minerals in the Kajishiyama basanite, Tsuyama, Okayama Prefecture, SW Japan

Keiya Yoneoka*, Maki Hamada and Shoji Arai (Kanazawa Uni. Nat.)

準長石族鉱物に属するネフェリンはシリカに不飽和なアルカリ岩に産する鉱物であり、理想化学式は $K_2Na_6Al_8Si_8O_{32}$ ($Z = 1$)で表される。これまでにCaに富むネフェリンは、エチオピアのKorath Range (0.28 atoms per formula unit)や静岡県南崎 (0.319 apfu)から報告されているが、報告例が少なく成因は不詳である。岡山県津山市加治子山ベイサナイトの全岩化学組成およびノルム組成は、鷹村 (1973)により報告され、Hirai and Arai (1983)は初めて同地域のベイサナイト中からネフェリンを発見した。そして、加治子山ベイサナイトのネフェリンは、理想的なものよりもCaに富むことが明らかになった。そこで、加治子山ベイサナイトを構成する鉱物、特にCaに富むネフェリンについて詳細な記載および化学分析を行い、その成因を明らかにしたい。

加治子山ベイサナイトは暗青灰色で塊状細粒であり、カンラン岩捕獲岩及びそれら由来の外来結晶を含む。また、沸石や稀に方解石を含む晶洞が存在する。斑晶はカンラン石と単斜輝石であり、石基はネフェリン、カンラン石、単斜輝石、スピネル、斜長石、アルカリ長石、アパタイト及び沸石で構成される。ネフェリンは不定形の間隙充填鉱物として結晶の間を埋めており、一部、沸石に変質している。

ネフェリンはCaを最大0.467 apfu (CaO, 2.31 wt.%) 含み、他地域のCaに富むネフェリンと比べてもCaに富んでいる。また、ネフェリンのCaO量と全岩の P_2O_5 含有量には負の相関が認められる。

加治子山ベイサナイト中のCaに富む鉱物は、単斜輝石、斜長石及びアパタイトである。産状より、ネフェリンは間隙充填鉱物であるため結晶化の最後のステージで晶出し、針状のアパタイトはネフェリンと前後して晶出したと考えられる。これらから、低Pのベイサナイト質マグマ中ではアパタイトの晶出量が少なくなり、残留メルト中のCa量が高くなるためにCaに富むネフェリンが形成したと考えられる。

Keywords: nepheline, basanite, apatite, calcic

*Corresponding author: kei8.103a@stu.kanazawa-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

長崎変成岩西彼杵ユニット中に産するリストベナイト中のNiの局所構造とNi鉱物

鵜木康平*（熊大）、西山忠男（熊大）、北原銀河（熊大），吉朝朗（熊大），
徳田誠（東北大）、湯蓋邦夫（九大）、杉山和正（東北大）

Local structure of Ni and Ni minerals in listvenite in the Nishisonogi unit Nagasaki metamorphic rocks.

Kohei Unokia* (Kumamoto Univ.), Tadao Nishiyama (Kumamoto Univ.), Ginga Kitahara (Kumamoto Univ.), Akira Yoshiasa (Kumamoto Univ.), Makoto Tokuda (Tohoku Univ.), Kunio Yubuta (Kyushu Univ.), Masakazu Sugiyama (Tohoku Univ.)

Mineralogical studies of Ni minerals in listvenite in Nagasaki metamorphic rocks were performed by chemical analyses, single crystal structure analyses and XAFS measurements.

長崎変成岩西彼杵ユニット中に産するリストベナイト（炭酸塩化蛇紋岩：石英炭酸塩岩）に含まれるNi鉱物の鉱物学的検討を行った．西彼杵半島西部雪浦には超高圧変成条件を示す蛇紋岩メランジュが産し，その温度圧力条件は450℃，2. 8GPa程度と推定されている[1]．リストベナイトは一般的にはCrとNiに富む岩石であるが，雪浦のリストベナイトにはCr鉱物は少なく，多様なNi鉱物が産出する。Ni鉱物は、Millerite、Ulmannite、Gersdorffite、Violarite、Pentlanditeなど多様であり、PyriteやChalcopyriteも産する。Coは特にViolariteに凝集している。Niを非常に多く含むPhengiteも産する。これらの鉱物は複合粒子を形成しておりその組織から、ChalcopyriteやChromite、Pyriteが初生鉱物であり、その後Violarite、Millerite、Pentlanditeが産し、Gersdorffite、Ulmannite、の順に晶出したと考えられる。化学組成分析と単結晶構造解析、XAFS測定を行った。これらの結果より、デバイ温度のθ_D計算した。θ_Dは高い順からpyrite, Violarite、Millerite、Pentlandite、Ulmannite、Gersdorffiteの順となり、産出順序と良い一致が見られた。UlmannitteとGersdorffiteの固溶体の産状と化学組成から、これらの間に不混和領域が存在することが判明した。この系の新たな相図を提唱する。また、Pentlanditeの結晶構造と化学組成から温度・圧力の推定を行った[2]。雪浦のリストベナイト細粒部分は特徴的な明るい緑色を呈する。XAFS解析から、6配位Ni^{2+}の特徴的な占有が確認できた。Crは Chromiteに主に存在し、CoやNiがカルコゲンやニクトゲン鉱物として沈殿していることなど、他の産地のリストベナイトと異なった点が多く見られた。

［1］T. Nishiyama et al. 2020
［2］K. Tsukimura et al. 1992

Keywords: listvenite (listwanite), Ni minerals, Ulmanite, Gersdorffite, Pentlandite

*Corresponding author: 194d8151@st.kumamoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

福岡県飯塚市八木山産の円筒状アメサイト

一色優希・武田侑也(九大・理・地惑)・上原誠一郎*（九大・博物館）・
延寿里美（愛媛大・理工）

Cylindrical amesite from Yakiyama, Iizuka, Fukuoka Prefecture, Japan

Yuki Isshiki, Yuya Takeda (Dept. Earth & Planet. Sci., Fac. Sci., Kyushu Univ.), Seiichiro Uehara*
(Kyushu Univ. Museum) and Satomi Enjyu (Ehime Univ.)

1. はじめに

蛇紋石は理想組成 $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ で，一般に少量の Fe や Al を含む。Mg に富む蛇紋石鉱物は円筒状のクリソタイル，板状で波状の超構造を持つアンチゴライト，板状のリザーダイトに分類される。蛇紋石と固溶体関係にある鉱物としてアメサイト(理想組成 $(Mg_2Al)(SiAl)O_5(OH)_4$) があり，一般に比較的粗粒の板状結晶として産する。昨年の年会で本産地の蛇紋岩体に伴うロジン岩中の Al-蛇紋石とアメサイトの産状等について報告した。今回，Al-蛇紋石とアメサイトの微細組織観察及び化学組成の検討を行った。その結果，ナノスケールの化学組成不均質および新しい蛇紋石鉱物の微細構造を見いだした。

2. 試料および実験

Al-蛇紋石･アメサイトの微細組織観察と化学組成を走査電子顕微鏡(SEM-EDS: JEOL JSM-7001F 等)および九州大学超顕微解析研究センターの透過電子顕微鏡 (TEM-EDS JEOL JEM-ARM 200CF 等)を使用し検討した。

3. 結果

ロジン岩を切る Mg 端成分組成に近い蛇紋石あるいは Al-蛇紋石からなる細脈に沿ってロジン岩の構成鉱物の変質部があり，Al-蛇紋石，アメサイトなどを生じている。試料 Rod3 では薄茶色透明のアメサイト中に白色不透明の Al-蛇紋石を産すると昨年報告したが，この白色部は微細な結晶で(約 50-300 nm)，化学組成の異なる円筒状，板状，繊維状，不定形の粒子からなっていた(Fig.)。化学組成は 3 相(アメサイト，蛇紋石，蛇紋石＋タルク)に分けられる。この中で円筒状の粒子は内直径 80-250 nm，外直径 120-350 nm，長さ(最長) 2 μm で，Al 陽イオン数 1.3 (O=7) のアメサイト組成である。また，内部に板状結晶を伴うことが多い(Fig. 中の矢印の先)。この円筒状結晶は異常に大きな内径と外径を持つ特徴がある。

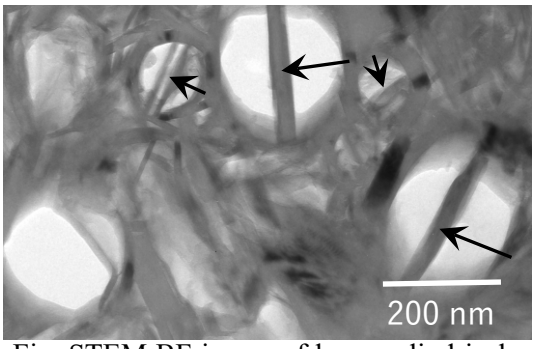


Fig. STEM BF image of large cylindrical amesites in the specimen Rod3 from Yakiyama, Iizuka, Fukuoka Prefecture, Japan. Arrows indicate platy crystals in cylindrical amesite.

Keywords: cylindrical amesite, Al-serpentine, new structure, Yakiyama
Corresponding author: uehara@geo.kyushu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

北部フォッサマグナ地域から産出した千葉石の続報

門馬綱一・(国立科博)・宮島宏(糸魚川市議会議員)・下林典正(京大・院理)・
石橋隆(益富地学会館)・高山信之(フォッサマグナミュージアム友の会)・
長瀬敏郎(東北大総学博)・宮脇律郎・松原　聰(国立科博)・井尻暁(神戸大学)・
古川善博(東北大・院理)

Follow-up report on Chibaite from north Fossa Magna area, central Japan

Koichi Momma* (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Hiroshi Miyajima (Itoigawa City Council Member), Norimasa Shimobayashi (Kyoto Univ.), Takashi Ishibashi (Masutomi Mus. Geo. Sci.), Nobuyuki, Takayama (Friends of Fossa Magna Museum), Toshiro Nagase (Tohoku Univ., Mus.), Ritsuro Miyawaki, Satoshi Matsubara (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Akira Ijiri (Kobe Univ.), Yoshihiro Furukawa (Tohoku Univ.)

千葉石は千葉県南房総市荒川から産出し、2011 年に記載されたシリカクラスレート鉱物で、結晶構造中にメタンやエタンなどの炭化水素ガス分子を含むことが特徴である。その後、2013 年の鉱物科学会年会において、世界で2番目となる千葉石の産地として「北部フォッサマグナ地域から産出した千葉石」の報告を行なった。その際、私有地内に位置する露頭の荒廃を懸念して詳細位置は伏せていたが、このたび、地元自治体において天然記念物に指定されたことから、改めて続報として報告する。

千葉石の産出が確認されたのは長野県小谷村沖で、母岩は後期中新世の前沢層に貫入した鮮新世の安山岩の小岩体である。この安山岩体は、破砕構造が顕著であり、一部は角礫状を呈す。安山岩の裂罅および角礫の間を埋めて方解石・石英脈が発達し、部分的には炭酸塩岩質の砂岩が取り込まれている。こうした特徴から、この火成岩体は、未固結の海底堆積物に貫入したハイアロクラスタイトと考えられる。周囲には、堆積岩層に貫入した類似の小規模な火成岩体がいくつか存在するが、顕著な破砕構造を示し、千葉石の産出を確認できたのは、今のところ1つの岩体だけである。

産出する結晶の大半は石英の仮晶に変化しているが、一部、未変質の千葉石が確認された。原産地の千葉石は室温にて立方晶系から正方晶系への対称性低下が見られたが、本産地の千葉石は、単結晶 X 線構造解析の結果、平均構造については、骨格構造の最高の対称性である $Fd\bar{3}m$ であった。しかし、差フーリエ図では、酸素原子の周囲に顕著に残差がみられ、酸素原子がその平均位置の周囲に統計的にディスオーダーすることで、ローカルな対称性は依然として $Fd\bar{3}m$ よりも低下していることが示唆される。ガスクロマトグラフ同位体質量分析計による分析の結果、千葉石中のガス分子のモル比は、メタン 55%、CO_2 38%, その他 *i*-ブタン、プロパン、エタン、*n*-ブタンの順であった。メタンの $\delta^{13}C$ は –42.2‰であった。この同位体比は、熱分解起源のメタンの同位体比(およそ –25‰ ～ –50‰)と整合的である。

千葉石を産出した「沖岩体」そのもの、および「シリカクラスレート鉱物とその仮晶」の2件が、2021 年 4 月に長野県小谷村の天然記念物に指定され、露頭の一部には盗掘を防止するための防護柵が設置された。

Keywords: chibaite, silica clathrate, pseudomorph, Fossa Magna
*Corresponding author: k-momma@kahaku.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

北海道手稲鉱山から産出した Mn^{2+} が卓越する安四面銅鉱

門馬綱一・(国立科博)・清水正明(北陸能開大)・
草葉陽子(国立科博)・大木良弥(日本地学研究会)

Mn-dominant variety of tetrahedrite from Teine mine, Hokkaido

Koichi Momma* (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Masaaki Shimizu (Hokuriku Polytechnic College),
Yoko Kusaba (Nat'l. Mus. Nat. Sci.), Yoshiya Ohki (Nippon Chigaku Kenkyu-kai)

四面銅鉱の結晶構造は歪んだソーダライト型とみなすことができ、空間群 $I\bar{4}3m$,一般構造式は $M(2)_6M(1)_6X(3)_4S(1)_{12}S(2)$ (Z = 2)と書ける。$M(2)$および $M(1)$の双方を Cu^+が主に占める種として、従来は安四面銅鉱(tetrahedrite, X = Sb)と砒四面銅鉱(tennantite, X = As)に分類されていた。しかし、電荷バランスを保つためには2価の陽イオンが必須であるため、それぞれの組成式は $Cu_6[Cu_4(Fe,Zn)_2]Sb_4S_{13}$, $Cu_6[Cu_4(Fe,Zn)_2]As_4S_{13}$ といった形で書かれていた。一般に、たとえある元素がいずれの結晶学的サイトにおいても卓越しない場合であっても、それが電荷バランス上必須の元素である場合、本質的な構成元素として鉱物種を分ける基準として扱うことが基本である。そこで、四面銅鉱グループにおいても、2価の陽イオンにより種名を細分化するよう命名規約が改定された (Biagioni, *et al.*, 2020)。従来の安四面銅鉱と砒四面銅鉱は、2 価の陽イオンとして鉄が卓越するものと、亜鉛が卓越するもの、双方が古くから知られているため、鉄安四面銅鉱と亜鉛安四面銅鉱、鉄砒四面銅鉱と亜鉛砒四面銅鉱に細分され、その他の2価陽イオンを主体とする種は新鉱物として扱われることとなった。その後、水銀安四面銅鉱などが報告されているが、このたび、2価イオンとして Mn^{2+}が卓越する安四面銅鉱を見出したので報告する。

試料は手稲鉱山のズリより採集された 2 個体の石英片で、Mn^{2+}が卓越する安四面銅鉱は石英中に 2mm 以下の結晶粒として点在する。共生鉱物は重晶石、黄鉄鉱、および微細な鉄砒四面銅鉱である。鉄砒四面銅鉱は常に黄鉄鉱に接する一方、安四面銅鉱は黄鉄鉱と直接接することはなく、また個々の結晶粒には累帯や離溶組織は見られず均質であった。波長分散型の EPMA により決定した実験式は $[Cu_{5.99}Ag_{0.01}]_{\sum 6}[Cu_{4.20}(Mn_{1.73}Zn_{0.14}Fe_{0.05})_{\sum 1.12}]_{\sum 6.12}(Sb_{2.22}As_{1.78})_{\sum 4}S_{12.75}$ である。単結晶 X 線回折法による結晶構造解析を行い、信頼度因子 $R1$ = 0.0098 の結果が得られた。Mn^{2+}は $M(1)$サイトに入ることが確認され、これは他の四面銅鉱グループの傾向と調和的である。また、$M(2)$サイト(ワイコフ位置 12*e*)を占める Cu の一部は、24*g* の位置に統計的にディスオーダーしていることが確認された。

この鉱物は四面銅鉱グループの新種に相当すると考えられるため、申請を準備中である。

参考文献

Biagioni, C., George, L. L., Cook, N. J., Makovicky, E., Moëlo, Y., Pasero, M., *et al.* (2020). *Am. Mineral.*, **105**, 109–122.

Keywords: tetrahedrite group, tetrahedrite, tennantite, Teine mine,
*Corresponding author: k-momma@kahaku.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

口頭講演 | R8：変成岩とテクトニクス

2021年9月17日(金) 14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 1

R8：変成岩とテクトニクス

座長:中村 佳博(産総研)、遠藤 俊祐(島根大学)

[座長]
中村 佳博：R8-07〜R8-11
遠藤 俊祐：R8-12〜R8-16

14:00 ~ 14:15

[R8-07] ミャンマー・モゴック北方に見出されるUHT変成岩

Htay Khaing[2]、*小山内 康人[1]、中野 伸彦[1]、Dolzodmaa Bolgbaatar[4]、北野 一平[3]、Htet Zaw[4]、足立 達朗[1]、大和田 正明[5] (1. 九大・院比文、2. ミャンマー宝石研究所、3. 栃木県博、4. 九大・地球社会統合科学府、5. 山口大・理)

14:15 ~ 14:30

[R8-08] Mixing and fluid-related processes in the slab-mantle interface during incipient subduction: records from the Dalrymple Amphibolite, Philippines

[Presentation award entry]

*Gabriel Theophilus Vinalay Valera[1], Tetsuo Kawakami[1], Betchaida Duetes Payot[2] (1. Kyoto Univ., 2. Univ. of the Philippines)

14:30 ~ 14:45

[R8-09] **東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する泥質片麻岩の温度圧力履歴**

*河上 哲生[1]、鈴木 将晏[1] (1. 京都大・院理)

14:45 ~ 15:00

[R8-10] 東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する泥質片岩中の灰礬柘榴石，チタン石および燐灰石ウラン–鉛年代

*仁木 創太[1]、河上 哲生[2]、足立 達朗[3]、宇野 正起[4]、東野 文子[2]、平田 岳史[1] (1. 東京大・院理、2. 京都大・院理、3. 九州大、4. 東北大)

15:00 ~ 15:15

[R8-11] 単一岩石中に反時計回りと時計回りの*P-T*履歴が共存?: 東南極 セール・ロンダーネ山地 ブラットニーパネの例

*池田 勇人[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[1] (1. 京都大・院理)

15:15 ~ 15:30

休憩

15:30 ~ 15:45

[R8-12] 青色片岩相Na輝石の非圧力依存的挙動

*薮田 渉[1]、平島 崇男[2] (1. 無所属、2. 京大)

15:45 ~ 16:00

[R8-13] **Crystal size distribution and compositional zoning of garnet formed by two-stage growth in the Kotsu eclogite and basic schist, Sanbagawa belt**

*ダンダル オトゴンバヤル[1]、岡本 敦[1]、宇野 正起[1] (1. 東北大学・環境科学研究科)

16:00 ~ 16:15

[R8-14] Formation of garnet aggregate of the Khungui eclogite in the Zavkhan Terrane, Western Mongolia

*Manzshir Bayarbold[1], Atsushi Okomata[1], Otgonbayar Dandar[1], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku University)

16:15 ~ 16:30

[R8-15] Occurrence of CH_4–N_2-bearing aqueous fluid inclusions in jadeite-bearing chlorite–grossular rock from the New Idria serpentinite body, California

*Rio Rio[1], Tatsuki Tsujimori[1] (1. Tohoku University)

16:30 ~ 16:45

[R8-16] 西彼杵変成岩雪浦メランジュ中のザクロ石の累帯構造

*西山 忠男[1]、鵜木 康平[1]、吉朝 朗[1] (1. 熊本大学先端科学研究部)

ミャンマー・モゴック北方に見出される UHT 変成岩

Khaing Nyein Htay（GIM, Myanmar）・小山内康人*（九州大）・中野伸彦（九州大）・
Boldbaatar Dolzodmaa（九州大）・北野一平（栃木県博）・
Zaw Htet（九州大）・足立達朗（九州大）・大和田正明（山口大）

UHT metamorphic rocks from northern Mogok, Myanmar

Khaing Nyein Htay（GIM, Myanmar）, Osanai, Y.*（Kyushu Univ）, Nakano, N.（Kyushu Univ）,
Boldbaatar Dolzodmaa（Kyushu Univ）, Kitano, I.（Tochigi Pref. Mus.）,
Zaw Htet（Kyushu Univ）, Adachi, T.（Kyushu Univ）, Owada, M.（Yamaguchi Univ）

ミャンマーには，北部のチベット国境から南部のマレー半島基部を経てアンダマン海に至る南北を縦断するモゴック変成帯とよばれる狭長な変成岩分布域が存在する．同変成帯の中部に位置するマンダレーおよびやや北方のモゴック付近から南部では，近年詳細な変成岩岩石学的，地質年代学的解析が盛んに行われ（Yonemura et al., 2013, Maw Maw Win et al., 2016, Ye Kyaw Thu & Enami, 2018 など），800℃を越える高温のグラニュライト相変成条件と始新世～漸新世の変成年代が報告されていた．Yonemura et al.（2013）は，モゴック北部の Grt-Opx グラニュライトから最高変成温度を 950℃と見積もったが，これまでには超高温変成条件を示す典型的な変成鉱物組み合わせなどは見出されていない．

今回，モゴック北方のモーメイック地域から，新たに典型的な変成鉱物（組み合わせ）を含む超高温変成岩類が見出された．モーメイック地域の変成岩類は，各種大理石を主体とし，多様な石灰珪質岩や花崗岩質片麻岩，泥質片麻岩，苦鉄質片麻岩，コンダライト質片麻岩などが挟在する．本報告では，Spl–Qz 共生を含む Grt–Sil–Qz–Kfs 珪長質片麻岩（以下，コンダライト），および超高温変成条件下で減圧により形成された Opx–Crd–Spl コロナ状シンプレクタイトを含む Grt–Opx–Crd–Sil グラニュライト（以下，GOC グラニュライト）についての解析結果を中心に報告する．

コンダライトは細粒優白質な珪長質変成岩で，Grt, Sil, Kfs, Qzを主成分とし，Spl, Crd, Mag, Ilmを含む．ゴンドワナ諸地域に見られる典型的なコンダライトとは異なり，Grは認められない．この岩石では，Grt＋Sil＝Spl＋Qz の反応が顕著である．一部では，Spl＋Qz=Crd の後退変成反応もみとめられる．Grt, Spl ともに極めて Fe に富み，Spl＋Qz シンプレクタイト形成反応の分配係数は lnK=0.02 を示して Bohlen et al.（1986）の実験結果に極めて近い反応曲線が想定され，5.5kbar 以上では 900 ℃を越える超高温変成条件が得られる．

一方，GOC グラニュライトは極めて粗粒でミグマタイト質片麻岩中にレンズ状ブロックとして見出される．後退変成に伴う Bt を除き，極めてドライな条件下での形成が示唆され，Grt, Sil, Crd, Opx, Spl, Pl, Kfs, Qz から構成される．これらの鉱物は全てが平衡共存するわけではなく，部分溶融反応を伴う時計回りの減圧昇温過程で，(1) Opx＋Crd, (2) Crd＋Spl, (3) Opx＋Spl などのコロナ状シンプレクタイトが連続的に形成された．各種温度・圧力計や変成反応曲線網，および残存 Bt のフッ素含有量などから見積もられた GOC グラニュライトのピーク変成条件は，5.5～8 kbar, 850～1000 ℃であり．コンダライトの変成条件と一致する．

GOC グラニュライトについて，予察的に LA-ICP-MS ジルコン U-Pb 年代測定を実施した．3100 Ma から 60 Ma のコンコーダント年代を示す多様なインヘリテッドジルコンの存在が確認されるとともに，26.56±0.76 Ma の変成年代がコンコーディア年代として得られた．このような漸新世の変成年代（30～20 Ma）は，近年モゴック変成帯の主要な変成年代として認識されるようになり，同変成帯の一部は主要な変成作用時に約 6.5 kbar, 950 ℃の超高温変成条件に達していたことが明らかになった．

Keywords: Mogok metamorphic belt, UHT metamorphism, Spl-Qz symplectite, Opx-Spl-Crd corona, Oligocene.
*Corresponding author: osanai@scs.kyushu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Mixing and fluid-related processes in the slab-mantle interface during incipient subduction: records from the Dalrymple Amphibolite, Philippines

Gabriel Theophilus Valera[1*], Tetsuo Kawakami[1], Betchaida Payot[2]
[1]Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University
[2]National Institute of Geological Sciences, University of the Philippines

The slab-mantle interface separates the downgoing slab from the mantle wedge in arcs. This shear zone is the locus of complex mechanical and fluid-related processes which control the chemistry of fluids and/or melts passing through. During incipient subduction, the slab-mantle interface is sometimes preserved at the base of the ophiolite as a high grade metamorphic sequence. In this study, we present the petrographic and geochemical signatures of the Dalrymple Amphibolite, a mélange sequence which occur at the base of the Palawan Ophiolite, Philippines. The block-and-matrix sequence is composed predominantly of metamafic blocks which record prograde metamorphism (~625 °C, 11.5 kbar to ~700 °C, 13 kbar) surrounded by a hybridized matrix with comparable peak metamorphic conditions (~700 °C and 13 kbar). The surrounding matrix share characteristics of both metamafic and metasedimentary blocks and is composed of kyanite+ilmenite±Ca-amphibole±biotite±garnet±epidote.

The edge of some amphibolite blocks adjacent to the matrix are characterized by enrichment in light rare earth elements (REEs), Th, U, Nb and Ta relative to their mid oceanic ridge (MOR) basalt protolith. Such enriched signatures follow an apparent mixing line connecting metamafic and metasedimentary blocks in the ternary Ni-Th-Rb diagram. The same trend is followed by surrounding matrix. This indicate that the edges of the blocks may have experienced substantial mixing with the surrounding matrix material during matrix-forming deformation events and before recrystallizing at peak *P-T* conditions. The Grt amphibolite block B214-21furthermore, is cut by a Qz-Ky vein and contain local Al-rich zones composed of Ky and Ep. These Al-rich zones occur in the interstices of Hbl and Grt and were possibly once dilatant sites filled with fluids equilibrated with the matrix. Rutile grains included in the prograde mantle and rim of Grt porphyroblasts of this sample record an abrupt increase in Nb content (= 161-6664 ppm) compared to those in the Grt core (= 175-266 ppm). This possibly indicate the pre-peak *P-T* mixing processes during matrix formation.

The geochemical characteristics of the matrix largely mirrors the REE and extended trace element patterns of some metasedimentary blocks. This is marked by enrichment in light REEs and large ion lithophile elements such as Th and Pb in the MORB-normalized spidergrams. Notable differences between the metasedimentary blocks and matrix were however also observed. At a given FeO/MgO ratio, the matrix has lower Cl, Si and Sr content and higher concentrations of Th, Ni, Zr, Al and light REEs with respect to the matrix. The potential role of mechanical mixing between end member components, i.e. mafic basalt, sediments and ultramafics, and fluid infiltration in controlling the chemistry of the matrix will be investigated.

Keywords: slab-mantle interface, fluid infiltration, Dalrymple Amphibolite
Corresponding author: gtv.valera@gmail.com

東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する高度変成岩の温度圧力履歴

河上哲生*・鈴木将晏（京大・院理）

Pressure-Temperature path of high-grade metamorphic rocks from Menipa, Sør Rondane Mountains, East Antarctica

Tetsuo Kawakami*, Masayasu Suzuki (Kyoto Uni.)

東南極セール・ロンダーネ山地（SRM）には、四国一島分程度の広さにわたり約 6-5 億年前の中部～下部地殻岩石が露出している。本地域は Main Tectonic Boundary (MTB)を境として、SW テレーンと NE テレーンに分けられる。変堆積岩類に含まれる砕屑性ジルコンの年代的制約に加え、SW テレーンの高度変成岩類が反時計回りの温度圧力（*P-T*）履歴を持つ一方、NE テレーンの高度変成岩類が時計回りの *P-T* 履歴を持つことから、約 650-600 Ma に NE テレーンが SW テレーン上に衝上したとされる[1]。[1]は、これが East African Orogeny で形成された岩石からなる Namuno Terrane（Nmn）と、Nampula Terrane (Nmp)の衝突時に起きた可能性が高く、MTB がその衝突境界であると考えた。

一方、[2]は SRM 東部のバルヒェン地域の変成温度圧力時間履歴がモザンビーク北部の Nmp の一部と類似することから、SRM は、Nmn などからなる北ゴンドワナと、Nmp や西ドロンイングモード・ランドからなる南ゴンドワナの衝突（Kuunga Orogeny）に伴って定置した巨大ナップの下盤側の一部であると考えた。このように、SRM を形成したテクトニクスについては諸説あり、その検証には、変成岩類の温度圧力時間履歴の解析を、SRM 全域にわたって広げる必要がある。

そこで本研究では SRM 中央部メーニパ地域の変成温度圧力条件の推定を行った。試料は Bt-Sil-Grt 片麻岩で、直径 4 mm 程度のザクロ石を多数含む。ザクロ石は組織的なセクター構造を示すことが多く、Y によるゾーニングを用いてコアとリムに分けられる。主要元素はコアからリムに向かって Ca が減少し、Mg が若干増えるゾーニングを示す。コアは包有物に富み、マトリクスに比して高い An 値を持つ斜長石が多数包有されるが Al_2SiO_5 鉱物は包有されない。リムには主として珪線石が包有され、藍晶石と珪線石がともに包有されるザクロ石も 1 粒存在した。マトリクスには珪線石のみが産する。コア・リムともにルチルが多数包有されることから、Zr-in-Rt 地質温度計[3]を適用したところ、コアのルチルは 1.0 GPa を仮定すると約 680-820℃、リムのルチルは約 0.9-1.15 GPa で約 750-870℃の温度を与えた。一方、ザクロ石と接する 2 次的な斜長石、黒雲母、ザクロ石リムの組成ペアにザクロ石-黒雲母地質温度計と GASP 地質圧力計[4]を適用すると約 0.38 GPa で約 610℃を得た。これらの条件間の履歴はまだ明らかではないが、時計回りに近い *P-T* 履歴が得られる可能性が高い。この変成作用の年代は、約 600 Ma である可能性が高く[5]、こうした *P-T-t* 履歴は[1]のモデルに合わない結果である一方、バルヒェン地域で得られている履歴[6]に近い。[2]の説が SRM 中央地域にも適応可能かどうかの検証には、本研究試料の *in situ* 年代決定に基づく詳細な *P-T-t* 履歴の構築とともに、SRM の他地域での、同様の成果が待たれる。

[1] Osanai et al. (2013) Precambrian Res. [2] Grantham et al. (2013) Precambrian Res. [3] Tomkins et al. (2007) JMG [4] Holdaway (2001) Am Min. [5] 仁木ほか (2021) 日本鉱物科学会講演要旨 [6] Higashino et al. (2013) Precambrian Res.

Keywords: collision zone, *P-T* path, granulite, crust

*Corresponding author,
t-kawakami@kueps.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

東南極セール・ロンダーネ山地メーニパに産する泥質片岩中の灰礬柘榴石，チタン石および燐灰石ウラン–鉛年代

仁木創太(東京大)，河上哲生(京都大)，足立達朗（九州大），宇野正起（東北大），東野文子（京大），平田岳史(東京大)

Uranium–Lead ages of grossular, titanite and apatite in a pelitic schist (Menipa, Sør Rondane Mountains, East Antarctica)

Sota Niki (Univ. Tokyo), Tetsuo Kawakami (Kyoto Univ.), Tatsuro Adachi (Kyushu Univ.), Masaoki Uno (Tohoku Univ.), Fumiko Higashino (Kyoto Univ.), Takafumi Hirata (Univ. Tokyo)

局所年代測定法が適用可能な鉱物種は限定的であり，このことは様々な鉱物の年代値比較を通じた変成履歴の解明を妨げてきた．特に柘榴石は変成条件の指標鉱物である一方，低いウラン濃度のため局所年代測定が困難であった．しかしながら，近年のレーザーアブレーション ICP 質量分析法(LA-ICP-MS)の改良[1–3]に伴い，柘榴石を含む多種類の鉱物に対する正確かつ高精度な局所ウラン–鉛(U–Pb)年代測定が可能となった[4].

本研究では東南極セール・ロンダーネ山地(SRM)メーニパに産する泥質片岩に着目し，三種類の鉱物(柘榴石；チタン石；燐灰石)に対する LA-ICP-MS を用いた局所 U–Pb 年代測定を試みた．泥質片岩中には主要構成鉱物として含 V 柘榴石(~0.6-21.2 wt%V_2O_3)が産し，その産状から Type 1-3 に分類される[5].

Type 1 は粗粒な緑色柘榴石部分である．柘榴石の U 濃度は約 3 ppm であり，U–Pb 年代は 612.2±7.7 Ma (95%信頼区間)であった．Type 1 の外縁部にはケリファイト組織を示す Type 2 の細粒結晶が存在する．Type 2 の柘榴石は U をほぼ含まず，同組織中の U 濃集鉱物はチタン石(300–600 ppm U)であった．その U–Pb 年代は 527±11 Ma (95%信頼区間)であった．更にケリファイトリム外縁部には Type 3 柘榴石が産するが U 濃度は低く,燐灰石が U 濃集鉱物（50–90 ppm U）として産する．燐灰石の U–Pb 年代は 496.0±8.6 Ma (95%信頼区間)であった．

本研究試料中には 1 つの柘榴石分解組織中に SRM における 1 億年の歴史が記録されていると言える．柘榴石の 612.2±7.7 Ma は柘榴石を形成した累進変成作用の時期であり，燐灰石の 496.0±8.6 Ma は燐灰石 U–Pb 系の閉鎖温度(c.a. 500℃)に制約される冷却年代だと考えられる．チタン石の 527±11 Ma は Type 1 柘榴石が分解・再結晶した時期，もしくはチタン石 U–Pb 系の閉鎖温度(c.a. 600℃)に対応する冷却年代だと考えられる．前者の場合，約 530 Ma に貫入した花崗岩体[6]を熱源として再加熱が起こり，流体活動が駆動され，柘榴石と流体との反応によりチタン石が形成した可能性がある．後者の冷却年代である可能性も検討し，鉱物粒子内部での U–Pb 年代の分布から温度履歴再構築を試みる．

引用文献：[1] Hattori, K. et al., 2017, *JAAS*. [2] O-bayashi, H. et al., 2017, *JAAS*. [3] Makino, Y., Kuroki, Y., Hirata, T., 2019, *JAAS*. [4] Niki et al., 2021, *JpGU*. [5] Osanai, Y. et al., 1999, *Nankyoku Siryo*. [6] Erburg et al., 2016, *Jour. Geol.*

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

単一岩石中に反時計回りと時計回りの *P–T* 履歴が共存？：東南極セール・ロンダーネ山地ブラットニーパネの例

池田勇人*・河上哲生・東野文子(京大・院理)

Counterclockwise and clockwise *P-T* histories recorded in a single sample? (Brattnipene, Sør Rondane Mountains, Antarctica)

Hayato Ikeda*, Tetsuo Kawakami, Fumiko Higashino (Kyoto Univ.)

東南極セール・ロンダーネ山地にはゴンドワナ大陸形成時の下部地殻が露出している [1]. 同山地は Main Tectonic Boundary (MTB)を境として, 時計回りの温度—圧力—時間 (*P-T-t*) 履歴と約 1200 Ma より古い砕屑性 U-Pb Zrn 年代を示す高度変成岩類からなる NE テレーンと, 反時計回りの *P-T-t* 履歴と約 1200 Ma より若い砕屑性 U-Pb Zrn 年代を示す SW テレーンに区分される [2].ブラットニーパネは同山地中央部の SW テレーンに属し,反時計回りの *P-T* 履歴が報告されてきた [3, 4]. 本研究では, ブラットニーパネ中指尾根から採取した, Grt-Sil-Bt 片麻岩 1 試料を用いて *P-T* 履歴の制約を行った.

本試料は主に Grt, Bt, Sil, Crd, Qz, Kfs, Pl からなり, 副成分鉱物として Rt, Zrn, Ap, Mnz, Po, Py ,Gr を含む. 面構造は Bt と Sil の配列で定義され, 面構造と平行に石英リボンが発達する. 本試料は, Pl が卓越する層と, Grt と Bt が卓越する層に区分できる. Pl が卓越する層に含まれる Grt A は粒径約 1 mm で, Sil を包有する. Grt A のリムは, Bt+Pl+Ky+Sil+Qtz+Rt の鉱物組合せに分解しており,

Grt A+Kfs+H_2O or melt → Bt+Pl+Ky/Sil+Qz+Rt (1)

の減温反応で形成されたと考えられる[6]. (1)の反応は先行研究 [3] で提案されている反時計回りの *P-T* 履歴の根拠の 1 つである. さらに Grt 直近ではより細粒な Bt + Pl に分解している. Ky+Sil を含む分解組織中に産する Rt (Cr~370 ppm, V~1900 ppm, Nb~8100 ppm) に Zr-in-rutile 地質温度計 [5] を適用すると, Ky/Sil 境界付近の圧力(0.9 GPa)で約 770 ºC の *P-T* 条件を得た. これは Grt A の分解反応の条件を記録していると解釈した.

一方, Grt と Bt が卓越する層に含まれる Grt B は粒径約 8 mm であり, Sil, Qz, Rt, Zrn, Bt, Crd を包有する. Grt B に包有される Rt (Cr~150-290 ppm, V~1200-1900 ppm, Nb<~430 ppm)に Zr-in-rutile 温度計[5]を適用し, マトリクスの Sil と Qz と共存する Pl と Grt B に Grt-Als-Qz-Pl (GASP)地質圧力計[7]を適用すると, 750-850 ºC, 0.5-0.7 GPa の *P-T* 条件を得た. Grt B に包有される Sil の一部はクラックでマトリクスに繋がっており, Grt B と Sil の間に局所的に薄い Crd+Spl の層が発達することから, 次の減圧反応で形成されたと考える.

Grt B+Sil+H_2O → Crd+Spl (2)

Grt B のリムには, Sil, Po, Bt, Rt を含む Crd+Qz のシンプレクタイトが発達する. Crd+Qz シンプレクタイトは Grt を消費して, 減圧過程で形成されたと考える [6]. Crd+Qz シンプレクタイト中に産する Rt (Cr~370-580 ppm, V~1900-2200 ppm, Nb~310-370 ppm) からは, 0.4 GPa を仮定すると 750-800 ºC の *T* 条件が得られた [5]. さらに, Crd+Qz シンプレクタイトを切って, Bt+Pl+Sil インターグロウスが発達する.

また, 両層に共通して, 繊維状 Ky+Qz±Sil±Spl ±Po からなる脈状の鉱物集合体が マトリクスの結晶粒界に沿って, あるいは, Grt リムの分解組織を切るように発達する. 本試料中に産する Rt はいずれも同程度の温度を示すが,産状による Cr, V, Nb 濃度の系統的な違いを有する. これは Rt 形成反応の違いを反映し, それぞれの Rt に Zr-in-Rt 地質温度計を適用して得た温度条件はそれぞれの Rt の形成温度を記録していると考える.

Grt A リムの分解組織は先行研究により提案されている反時計回りの *P-T* 履歴を示唆する一方, Grt B は Sil 安定領域内での減圧を伴う時計回りの *P-T* 履歴を示す. Grt B 形成時の *P-T* 条件は, Grt A の分解組織と比べて低圧かつ高温である. 以上より, 単一試料から時計回りの *P-T* 履歴と反時計回りの *P-T* 履歴を示唆する組織が得られた. ブラットニーパネからは時計回りの *P-T* 履歴は今まで報告がない. 今後 2 種類の Grt の前後関係や形成年代を制約し, *P-T* 履歴の全体像と, テクトニクスの解明を進める.

引用文献: [1] Jacobs et al., 2003, Precam. Res., 126, 27-53. [2] Osanai et al., 2013, Precam. Res., 234, 8-29. [3] Adachi et al., 2013, GSL, 383, 113-133. [4] Baba et al., 2013, Precam. Res., 234, 210-228. [5] Tomkins et al., 2007, JMG, 25, 703-713. [6] Spear et al., 1999, CMP, 134, 17-32. [7] Holdaway, 2001, Am. Min., 86, 1117-1129.

Keywords: continental collision, granulite, Zr-in-rutile geothermometry, trace element
*Corresponding author: ikeda.hayato.78c@st.kyoto-u.ac.jp

Non-barometric behaviour of Na pyroxenes in blueschist(BS)-facies metamorphic rocks

YABUTA Wataru*, HIRAJIMA Takao (Kyoto University)

We provide a report on the chemical compositions of Na pyroxenes (Na-Px) in low-grade metabasalitic and metasiliceous rocks and envisage the reaction relations involving them.

Na-Px provides premier pressure indicators applicable to a wide range of metamorphic rocks. Although thermodynamic modelings have been developed to reproduce natural mineral assemblages in most P-T ranges (Carpenter, 1980; Holland, 1983; Holland and Powell, 1996; Green et al., 2007; Diener and Powell, 2011), Jd-Di-Aeg ternary diagram is still under debate. Therefore, observations on natural occurrence have a crucial role in constraining such models.

The Hakoishi sub-unit (Kamimura et al., 2012), in the Yatsushiro area, Kyushu, Japan is represented by the intercalation of metachert and metabasaltic rocks in serpentinite melange. The metabasaltic rocks are characterized by the mineral assemblage of Pmp + Na-Px + Chl or Lws + Na-Amp + Pmp, with the latter Amp-bg. one representing higher grades. The sub-unit is interpreted as a former oceanic crust metamorphosed at 30 km depth (200-300 °C, 0.45-0.80 GPa; Sato et al., 2016). The metacherts in the study area are mixed with Fe/Mn ores to various extents.

In the metacherts, Na-Px occurs as acicular or fibrous grains, coexisting with Chl + Pmp, Chl + Lws or Lws + Ab in the Qz-rich part and Na-Amp + Pmt in the Fe-rich parts. In addition, Na-Px occurs as mono-mineralic veins, possibly synchronous to the matrix Na-Px. Generally, the Na-Px are Di-poor and show a variety of Jd contents, perhaps reflecting the Ca-poor nature of metacherts. With importance, 2 points characterise the observations: (1) chemical variations within a hand-specimen size (X_{Jd} = 0.3-0.45 in Qz-rich part and 0.15-0.25 in Fe/Mn-rich parts) (2) strong correlation of Jd contents to the presence of Na-Amp (X_{Jd} = 0.15-0.35 in coexistence, 0.20-0.60 in others).

Interestingly, this tendency is also the case for Na-Px in the metabasaltic rocks in the study area (Sato et al., 2016); Na-Px associated with Na-Amp is Jd-poorer than those in Na-amp-free samples even in the higher-grade area. We performed Schreinemakers' analysis of the phase relations in both metabasaltic rocks and metacherts to evaluate the effect of Na-Px compositions. The revised Schreinemakers' nets in the two systems suggested that the Na-Amp bearing assemblages (1) should occur in higher grades of the study area and (2) could have a stability field enlarged to lower-grade when Jd-poor (and Di-rich) compositions are assumed.

These observations demonstrate difficulty in determining representative compositions of Na-Px in low-grades and needs for further natural observations. As for now, we conclude that (1) Jd components of Na-Px in the Di-Poor Aeg-Jd system are affected by other associated minerals, even when coexisting with Ab and Qz and (2) Na-Amp effectively reduces Jd contents when coexisting with Na-Px, in BS facies.

keywords: Na pyroxene, Blueschist, Geobarometry, Schreinemakers' analysis
*corresponding author: YABUTA W. yabuta.wataru.25n@kyoto-u.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Crystal size distribution and compositional zoning of garnet formed by two-stage growth in the Kotsu eclogite and basic schist, Sanbagawa belt

OTGONBAYAR DANDAR[1*], ATSUSHI OKAMOTO[1], MASAOKI UNO[1]

[1] Department of Earth Science, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

The nucleation and growth history of crystals during metamorphism are recorded both as crystal size distribution (CSD) and compositional zoning from core to rim. In particular, the crystal size distribution of garnet has been investigated and modeled by relative rate of nucleation and growth, and coupled with diffusion. As garnet is commonly formed during prograde metamorphism, the incremental amount of the garnet growth at individual P-T conditions is essential information to elucidate the water release at the subduction interfaces. Conventionally, there are two type models on CSD; one is the nucleation and growth rates are defined as a function of time (e.g., Špillar V. & Dolejš D. 2013), and the other one is growth rate is defined as the size (Eberl et al., 1998). However, it is still uncertain which model is more appropriate, as the data aquations of CSD from thin sections and the composition of "true" core are very difficult due to the cut effects. In this contribution, we showed the detailed data showing the relationship between CSD and compositional zoning of garnet in the Kotsu eclogite and basic schist in the Sanbagawa metamorphic belt, Japan. This eclogite sample is suitable to this trial, because garnet grains show euhedral shape and record two-stage growth history composed of the core containing abundant mineral inclusions (epidote, plagioclase, chlorite, carbonate, titanite, quartz, and omphacite) and poor-rim.

The crystal growth of garnet in the eclogite is divided into two stages. The garnet grains are euhedral and composed of the inclusion-rich core (stage 1) and poor-rim (stage 2). The core shows prograde zoning (from core to rim), characterized by decrease of X_{Mn} (0.025 to 0.005), increase of X_{Mg} (0.06 to 0.12), decrease of X_{Fe} (0.65-0.55), and almost constant of X_{Ca} (0.27-0.35). The smaller cores have lower Mn and higher Mg contents, suggesting that nucleation at the later stage. All grains have an inclusion-poor rim showing Mn increase. Similarly, the crystal growth of garnet in the basic schist is divided into two stages: core showing increase of X_{Fe} (0.52-0.65) and rim displaying decrease of X_{Fe} (0.65-0.56). One of the interesting observations is a positive relationship between the diameter of the inclusion-rich core and the growth width of the inclusion-poor rim, meaning that the growth rate is proportional to the grain size. We will construct the nucleation and growth model to reproduce the CSD and the trend of growth zoning, and discuss the mechanism and water production history.

Keywords: Crystal size distribution, Compositional zoning, the Kotsu eclogite, Sanbagawa belt
*Corresponding author: dandar.otgonbayar.a7@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Formation of garnet aggregate of the Khungui eclogite in the Zavkhan Terrane, Western Mongolia

Manzshir Bayarbold*; Atsushi Okamoto; Otgonbayar Dandar; Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Garnet is one of the most important minerals that records the dehydration process within the subduction zone. The chemical composition of garnet is usually used to constrain the P-T conditions, but the fluid chemistry and the amounts of fluids related to the garnet formation are not fully understood within the deep subduction zone. For example, previous studies suggested that the mobility of HFSE (Ti, Nb, and Ta) are high in the eclogite-facies conditions compared to the low-grade rocks (Chen et al. 2018). In this study, we report the novel texture of garnet aggregate from the Khungui eclogite in the Zavkhan terrane of western Mongolia. We reveal that the variation of garnet texture and compositional zoning is closely related to the occurrence of the distribution of Ti-bearing minerals (rutile, ilmenite, and titanite).

The Khungui eclogite consists of garnet, omphacite, quartz, amphibole (barrosite, taramite, hornblende), phengite, plagioclase, epidote, Ti-bearing minerals, with minor K-feldspar, zircon and carbonate mineral. Based on the mineral assemblage, three metamorphic stages can be classified: pre-eclogite, eclogite (2.0–2.1 GPa, 445–610 °C), and decompression (0.5–1 GPa, 540–615 °C). The eclogite stage is presented by garnet + omphacite + barrosite + epidote + phengite + rutile. Based on the garnet microstructure and modal abundances of minerals, the Khungui eclogite is composed of two-types of layers: layer I consists of garnet aggregate (GA), quartz and abundant Ti-bearing minerals whereas layer II composed of single garnet grain (SG) with epidote and omphacite. The major element (Fe, Ca, Mg, and Mn) compositional zoning of the GA shows asymmetric zoning whereas the SG shows symmetric zoning. The EBSD analysis reveals that the GA contains numerous small individual garnet grains that are separated by high angle orientations and the grain boundary of the GA is not controlled by the major element zoning. The GA has inclusions of rutile and shows the close spatial relationship with rutile, ilmenite, and titanite in matrix which are revealed through an analysis of thin section (Microscopy), element map (EPMA), and core sample (μX-ray CT). In addition, each garnet grains of GA and SG show the concentric zoning of a trace element such as V, Ti and are increasing concentration core to rim. The GA was often fractured and shows the Mn-rich compositions along the fracture that is close to Ti-bearing minerals which reveals that they formed in order of rutile => ilmenite => titanite at the retrograde stage. These observations suggest that nucleation of garnet to form aggregate could be induced by infiltration V and Ti-rich aqueous fluid at the eclogite-facies condition, and also later fluid-infiltration caused the modification of garnet to form asymmetric compositional zoning of the GA and Ti-bearing minerals (ilmenite to titanite) at the exhumation stage.

Keywords**:** Garnet aggregation, Fluid infiltration, Ti-mobility, HP metamorphism

*Corresponding author: bayarbold.manzshir.t1@dc.tohoku.ac.jp

References

Chen W, Xiong X, Wang J, et al (2018) TiO2 Solubility and Nb and Ta Partitioning in Rutile-Silica-Rich Supercritical Fluid Systems: Implications for Subduction Zone Processes. J Geophys Res Solid Earth 123:4765–4782. https://doi.org/10.1029/2018JB015808

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ニューイドリア蛇紋岩体産のひすい輝石を含む緑泥石–グロシュラー岩中のメタンと窒素を含む流体包有物

リオ*・辻森 樹（東北大）

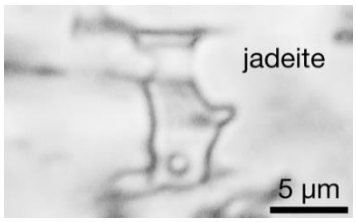
Occurrence of CH_4–N_2-bearing aqueous fluid inclusions in jadeite-bearing chlorite–grossular rock from the New Idria serpentinite body, California

Rio* and Tatsuki Tsujimori (Tohoku Univ.)

New Idria serpentinite body in California represents an exhumed forearc serpentinite containing jadeitite precipitated in the mantle wedge. Jadeite-bearing chlorite-grossular rock found in the Clear Creek of the New Idria serpentinite is one of the metasomatic 'jadeitite' varieties with a botryoidal texture. The rock consists mainly of chlorite, grossular, and jadeite; irregular-shaped grossular aggregates and euhedral to subhedral jadeites occur in the chlorite-rich matrix. The brittle deformation features of the grossular aggregates suggest the grossular formation prior to jadeite. The characteristic botryoidal growth texture and mineralogical features of the rock indicate that the rock preserves an incipient formation process of jadeitite in serpentinite.

We studied primary fluid inclusions hosted in jadeite and grossular in the jadeite-bearing chlorite-grossular rock. Jadeite crystals contain abundant, relatively large, two-phases liquid-rich inclusions (~1.5–6 μm in size) (Figure 1). The fluid inclusions are commonly isolated and/or form clusters with various shapes, including irregular, ellipsoid, and prismatic shapes. Over 200 Raman spectroscopy analyses have identified three groups of fluid inclusions comprising M, MN, and N-types. There were, however, no relations among the shape, size, and fluid types. Type-M (mixed CH_4–H_2O) and type-MN (mixed CH_4–N_2–H_2O) inclusions are found in jadeite crystals. The distribution of those two types of inclusions within a single jadeite crystal is random; they can be found next to each other. In contrast, type-N (mixed N_2–H_2O) inclusions occur characteristically in grossular. Although the type-MN inclusions are also found in grossular, no type-M was confirmed similarly in grossular.

N_2-rich fluids have been found in some mantle xenoliths and rare orogenic eclogites. However, they commonly coexist with CO_2-rich fluids. Despite CH_4-bearing aqueous fluids are very common in jadeite-rich (or -bearing) metasomatic rocks associated with serpentinite, N_2-bearing fluids seem extremely rare in the 'jadeitite' (*sensu lato*). H_2, CH_4, and N_2 gas mixtures have been reported from serpentinization-related hyperalkaline springs and/or olivine-hosted fluid inclusions in mantle wedge serpentinites. Recent studies notably concluded that the abiotic CH_4 generation was linked with serpentinization. Naturally, the source of CH_4 of the New Idria jadeitite and the related-metasomatic rocks can correlate to a serpentinization process. In addition, previous geochemical studies of New Idria jadeitite revealed that the jadeite-forming fluids therein were derived from metasedimentary rocks. Considering the hypothesis, the N_2 was also most likely derived from the subducted sediments.



In this contribution, we will report the occurrence of the CH_4–N_2-bearing aqueous fluid inclusions and discuss the possible source of nitrogen. Our finding might bring new insights into the nitrogen cycle in the mantle wedge.

Figure 1. Primary aqueous fluid inclusion in a jadeite crystal.

Keywords: jadeite, fluid inclusion, nitrogen, methane, serpentine
*Corresponding author: rio.s2@dc.tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

西彼杵変成岩雪浦メランジュ中のザクロ石の累帯構造

Garnet zoning in the Yukinoura serpentinite mélange, the Nishisonogi metamorphic rock.

西山忠男*・鵜木康平・吉朝　朗（熊本大理）
Tadao Nishiyama*, Kouhei Unoki and Akira Yoshiasa (Kumamoto U.)

九州西端西彼杵変成岩の雪浦メランジュは，マイクロダイヤモンドを産することから超高圧変成作用で形成された蛇紋岩メランジュであることが明らかになった[1]. 一方，メランジュ中のメタペイサイトや泥質砂質片岩中からは，マイクロダイヤモンド（およびコーサイト仮像）以外に超高圧変成作用を示唆する鉱物は見いだされていない. そこで, これらの変成岩の形成条件を，ザクロ石の累帯構造により検討した.

雪浦メランジュでは，塊状蛇紋岩の一部に，泥質砂質片岩ならびに塩基性片岩が，大小さまざまの小岩体（最大 200×100 ㎡）ならびにブロック（径 2～5m大の構造岩塊）として含まれる．塩基性片岩の鉱物組み合わせは，ザクロ石＋Ca 角閃石＋アルバイト±緑簾石±緑色黒雲母±フェンジャイト±緑泥石で，オンファス輝石仮像とローソン石仮像と思われる鉱物集合体が含まれる．ザクロ石中の包有物として，多量のチタン石が含まれ，まれに藍閃石とパラゴナイトが含まれる．ザクロ石はスペサルティン成分に乏しいアルマンディン―グロシュラール系列の組成を有し，リムでグロッシュラール成分が最大 40%にまで増加する累帯構造を示す.

泥質片岩の鉱物組み合わせは，ザクロ石＋フェンジャイト＋緑泥石＋緑簾石＋アルバイト＋石英で，ザクロ石の組成はコアで $Alm_{70}Grs_{25}Sps_{5}$～$Alm_{60}Grs_{25}Sps_{15}$程度であり，リムで急激にグロッシュラール成分が増加し，$Alm_{50}Grs_{40}Sps_{10}$程度となる．リムにおけるグロッシュラール成分の増加は，2 チタン石＋2 クリノゾイサイト＋石英＝３グロッシュラール＋ルチル＋H_2O という反応で説明可能であり，この反応は右辺が高圧である. このような顕著な圧力増加を示す累帯構造は西彼杵変成岩の他の地域のザクロ石では見られない．このことから雪浦メランジュが他地域の西彼杵変成岩より高圧の条件を受けたことは間違いない.

[1]Nishiyama et al. (2020) Sci.Rept

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

口頭講演 | S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

2021年9月17日(金) 14:00 ~ 16:45 | Zoom Session 3

S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

座長:DYUTI PRAKASH SARKAR(広島大)、浜田 盛久(海洋研究開発機構)

[座長]
Dyuti Prakash Sarkar：S1,S4-01～S1,S4-04
浜田 盛久：S1,S4-05～S1,S4-09

14:00 ~ 14:30

[S1,S4-01] 紀伊半島下のゆっくりすべり，スラブ内地震と内陸地震

*北 佐枝子[1]、ヒューストン ハイジ[2]、矢部 優[3]、田中 佐千子[4]、浅野 陽一[4]、澁谷 拓郎[5]、須田 直樹[6] (1. 建築研・国地、2. 南カリフォルニア大、3. 産総研、4. 防災科研、5. 京大防災研、6. 広大・院理)

14:30 ~ 14:45

[S1,S4-02] 南海トラフC0002掘削地点でのカッティングス試料を用いた摩擦特性プロファイルの作成

*藤岡 里帆[1]、片山 郁夫[1]、北村 真奈美[2]、奥田 花也[3]、廣瀬 丈洋[4] (1. 広島大、院理、2. 産総研、3. 東京大、大気海洋研、4. JAMSTEC 高知コア研究所)

14:45 ~ 15:00

[S1,S4-03] 室温から高温における単結晶白雲母の摩擦における直接効果の温度依存性

*佐久間 博[1]、Moore Diane[2]、Lockner David[2] (1. 物材機構、2. USGS)

15:00 ~ 15:15

[S1,S4-04] 熱水流体に起因したイライトと空孔の形成および断層発生過程との関係

*安東 淳一[1]、兒島 巧太[1]、DAS Kaushik[1]、富岡 尚敬[2]、上原 誠一郎[3] (1. 広島大、2. JAMSTEC・高知コア研、3. 九州大)

15:15 ~ 15:30

休憩

15:30 ~ 15:45

[S1,S4-05] オマーン陸上掘削プロジェクトで採取されたエピドサイトの地震波速度に空隙形状と変質鉱物が与える影響

*長瀬 薫平[1]、片山 郁夫[1]、畠山 航平[2]、赤松 祐哉[1]、岡崎 啓史[3] (1. 広島大・院理、2. 明星大・教育、3. 海洋研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[S1,S4-06] マリアナ前弧域の蛇紋岩泥海山岩石中のカルサイト中の流体包有物

「発表賞エントリー」

*山本 千早[1]、釘宮 健人[1]、石戸 慎也[1]、川本 竜彦[1]、市山 祐司[2] (1. 静岡大・理、2. 千葉大・理)

16:00 ~ 16:15

[S1,S4-07] **流紋岩質メルト中における炭素同位体の拡散分別**

*川原 爽[1]、吉村 俊平[1] (1. 北大・院理)

16:15 ~ 16:30

[S1,S4-08] 角閃石の主要元素・微量元素組成を用いたマグマの進化過程の解明

「発表賞エントリー」

*岡田 郁生[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、石橋 秀巳[2]、杉本 健[3]、早坂 康隆[1] (1. 広島大、2. 静岡大、3. 地熱エンジニアリング株式会社)

16:30 ~ 16:45

[S1,S4-09] 火道上昇履歴に応じた石基輝石晶相変化の実験的検証

「発表賞エントリー」

*奥村 翔太[1]、奥村 聡[2]、三宅 亮[1] (1. 京都大・院理、2. 東北大・院理)

紀伊半島下のゆっくりすべり，スラブ内地震と内陸地震

北佐枝子*（建築研，UC バークレ）、Heidi Houston（南カリフォルニア大）、
矢部優（産総研）、田中佐千子、浅野陽一（防災科研）
澁谷拓郎、須田直樹（広大・院先進理工）

Relationship of slow earthquakes to intraslab and inland earthquakes in the Nankai subduction zone

Saeko Kita*(BRI & UC Berkeley), Heidi Houston (USC), Suguru Yabe (AIST), Sachiko Tanaka, Youichi Asano (NIED) , Takuo Shibutani (DPRI, Kyoto Univ.), Naoki Suda (Hiroshima Univ.)

日本列島の陸プレートと海洋性プレートの境界では「ゆっくりすべり」と呼ばれる，継続時間の長い地殻変動現象が，東北沖及び南海トラフ等で発生していることが知られている．「ゆっくりすべりが発生すれば、その下の海洋性スラブ内での応力場や地震活動も変化する」と考え，紀伊半島下にて発生する短期的スロースリップイベントと呼ばれる繰り返し周期約 6 ヶ月のゆっくりすべり発生前後のスラブ内地震の観測データ（防災科研による発震機構解，気象庁一元化震源）約17年分の時間変化を調べた．なお，ゆっくりすべり(slowslip)は，深さ30-40km程度にて深部低周波微動（episodic tremor）も伴って発生するため，以下ETSとして記す．

得られた結果は下記の通りである．1) ETS 発生前後でのスラブ内の応力軸の変化を捉えられ，さらに応力軸の変化が ETS 発生域直下（5 度）と比べ，より浅部の領域で大きいこと（12 度）を見出した．また，その浅部の領域でも，ETS 後にゆっくりすべりを示唆する地震活動が見られた．これらの結果は，測地学的研究(Kano and Kato, 2020)で報告のある ETS 後の浅部でのゆっくりすべりを，地震データ解析でも検出可能なことを意味する．また 2）ETS 発生の約 1 ヶ月前にスラブ内地震の b 値のピーク及び発生個数の急激な上昇が見られた．これらの特徴は，流体注入による誘発地震の特徴[Bachmann et al. 2012]に似ており，スラブ内からプレート境界への流体の流入により ETS が発生することを意味すると考えられる．Ujiie et al. [2018]では，ゆっくりすべりの発生周期への石英脈形成の関与が指摘されており，ETS 前後でのスラブ内の応力軸の回転にも，石英脈の形成過程の関与があるかもしれない．

紀伊半島の内陸地震についても調べたところ，ETS 後に活発になるクラスターも見つかった．さらなる詳細な解析により，流体を介した沈み込み帯における地震・地殻変動現象間の関係の解明が期待される（図 1）．

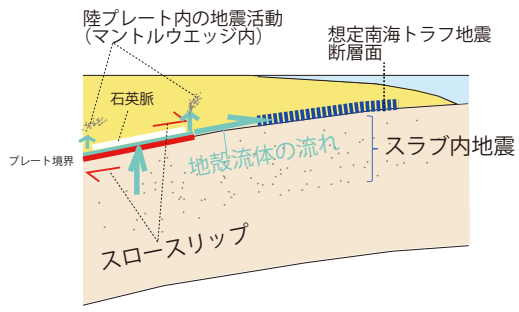


図 1: 紀伊半島下でのスロースリップ，スラブ内地震，マントルウエッジ内の地震活動と地殻流体との関係（概念図）

Key words: Slow earthquake, Intermediate-depth intraslab earthquake, Stress field, Quartz vein, b-value
Corresponding author: kita@kenken.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

南海トラフ C0002 掘削地点でのカッティングス試料を用いた摩擦特性プロファイルの作成

藤岡里帆，片山郁夫（広島大・院理），北村真奈美（産総研），
奥田花也（東京大・大気海洋研）廣瀬丈洋（海洋研究開発機構）

Depth profile of frictional properties inferred from cuttings obtained at the Nankai Trough C0002 drilling site

Riho Fujioka*, Ikuo Katayama (Hiroshima Univ. Sci.), Manami Kitamura (AIST),
Hanaya Okuda (Univ. of Tokyo, AORI), Takehiro Hirose (JAMSTEC)

南海トラフの地震発生メカニズムを解明するために、2007 年から 2019 年にかけて、南海トラフ地震発生帯掘削計画（NanTroSEIZE）が IODP の一環として実施された。これまでの摩擦実験の研究では，IODP 掘削計画で採取されたコアサンプルを用いて行われていたが（e.g.，Takahashi et al.2014; Ikari et al.2018）、これらのサンプルは南海付加体の比較的浅い部分から採取されたものであった。本研究では、掘削地点 C0002 で海底下 875～3262m から連続的に採取されているカッティングス試料に対し約 50m ごとに摩擦実験を行い、摩擦特性−深さプロファイルを作成した。

摩擦実験は広島大学設置の高温二軸摩擦試験機を用い、静水圧を想定した原位置と同じ有効垂直応力（σ_e = 9–34 MPa）を設定し、海水を模擬した NaCl 水溶液（0.5mol/l）を用いた含水条件下で行った。カッティングス試料をすりつぶし、粒径を 106μm 以下にそろえ模擬ガウジを作成した。すべり速度は 3μm/s で定常状態に達した後、0.3、3、33μm/s の間で段階的に変化させた。この実験より、定常状態での摩擦係数、摩擦の速度依存性（a-b）および臨界すべり距離（Dc）を調べた。実験結果より摩擦特性−深さプロファイルを作成し、カッティングス試料の粘土鉱物総含有量（Underwood 2017）との比較検討を行い、摩擦特性と粘土鉱物含有量の関連性を検証した。

摩擦係数 μ は海底下 875～3262m において 0.472≤μ≤0.657 の範囲であり、深さが深くなるにつれやや上昇する傾向が見られた。また、スメクタイトの含有量は深さとともに減少しているため，摩擦係数の深さ依存性はスメクタイトからイライトへの相転移に関係していると考えられる。南海トラフで得られた掘削試料を用いた先行研究（Takahashi et al.,2014 , Ikari et al., 2018）の結果と比較すると、本研究で得られた摩擦係数は粘土鉱物の含有量が多いにも関わらず高めであった。これは、粘土鉱物のうちスメクタイト以外の鉱物含有量が多いためであると考えられる。一方、摩擦の速度依存性パラメータ（a-b）は 0.001≤a-b≤0.006 の範囲となり、いずれの深さでも速度強化の性質を示した。これらの結果より、掘削地点 C0002 の摩擦特性は、粘土鉱物の種類や含有量に依存する可能性が高いことがわかった。また、摩擦の速度依存性が正であることから、掘削地点 C0002 は安定すべり領域であると考えられる。紀伊半島沖の掘削地点近傍で観測されている Slow Slip Events（Araki et al 2017, Yokota & Ishikawa 2020）は、本研究で明らかになった摩擦特性に起因する可能性がある。

Key words: Friction, Nankai Trough, Accretionary prism, clay minerals
*Corresponding author: m202543@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

室温から高温における単結晶白雲母の摩擦における直接効果の温度依存性

佐久間博*（物材機構）、Diane Moore（USGS）、David Lockner（USGS）

Temperature dependence of direct effect on the friction of single-crystal muscovite from room to elevated temperature

H. Sakuma* (NIMS), D. Moore (USGS), D. Lockner (USGS)

Deformation in the crust often localizes along weak faults. Characterizing the frictional behavior of materials in faults is essential to understand the crustal dynamics. The rate and state friction (RSF) law (Dieterich 1979; Ruina 1983) achieved great success in characterizing the friction of simulated fault and gouges as a function of slip velocity and holding time. The RSF law is, however, semi-empirical and it is difficult to apply at temperatures and pressures beyond the experimentally tested ranges. To develop a non-empirical RSF law, the physics behind the semi-empirical parameters must be revealed.

We have studied the direct-effect parameter "*a*" which is the critical parameter in the RSF law for the response of the change in slip rate. The parameter has been interpreted as a thermally activated process at asperity contacts (Stesky 1978; Heslot *et al.*, 1994). Based on the process, the "*a*" value should increase with increasing temperature. Our velocity-stepping shear tests on single-crystal muscovite, however, indicate that the "*a*" value clearly decreases with increasing temperature from ~25° to 400°C. This implies that the thermally activated process may not be applied to the friction of muscovite.

We also conducted the non-equilibrium molecular dynamics simulations of single-crystal muscovite to reveal the behavior occurring at the contact area during the sliding. Simulation conditions are: 25 to 600°C, normal stress of 6 GPa, shear rate of 10^{8} to 10^{12} s^{-1}. The "*a*" value is calculated by the difference in the steady state friction coefficient among different shear rates. The simulated "*a*" value decreases with increasing temperature at shear rate higher than 10^{10} s^{-1}. At shear rates $<10^{10}$ s^{-1}, the simulated "*a*" values are constant independent of temperature. These results indicate that the physics of direct effect of single-muscovite may not be interpreted by the thermal activation theory.

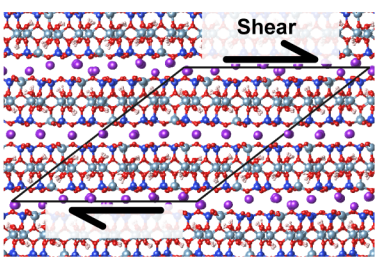


Fig. A snapshot of MD simulations

Keywords: direct effect, thermal activation process, mica, molecular dynamics, rate and state friction law

*Corresponding author: SAKUMA.Hiroshi@nims.go.jp

熱水流体に起因したイライトと空孔の形成および断層発生過程との関係

安東淳一*（広島大），兒島巧太（広島大），DAS Kaushik（広島大），
富岡尚敬（JAMSTEC・高知コア研），上原誠一郎（九州大）

Relationship between hydrothermal fluid-induced illite and void, and faulting process

J. Ando* (Hiroshima Univ.), K. Kojima (Hiroshima Univ.), K. Das (Hiroshima Univ.),
N. Tomioka (JAMSTEC), S. Uehara (Kyushu Univ.)

【はじめに】 本研究では、地質調査と岩石の微細組織観察をもとに、熱水流体が関与したイライトの晶出と空孔の形成が断層形成に大きく関与した可能性を報告する。

【研究対象】 研究対象とした断層は、秩父帯南帯に属する三重県度会町内の塊状チャート岩体中に発達する。この断層は、塊状チャート岩体中央部に発達し、数 10 m にわたり直線的に露出する。

【地質調査の結果】 以下のことが明らかとなった。1）塊状チャート岩体中には、スタイロライトシームと、スタイロライトシームから形成された幅約 0.5 mm から 1 cm 程度の白色バンドが無数に認められる。スタイロライトシームと白色バンド、それと研究対象とした断層の走向と傾斜は、ほぼ平行である。2）断層から幅約 100 m の領域は、断層ダメージ帯となっている。未変形の塊状チャート部と断層ダメージ帯の間には、幅約 10 m の褶曲部が存在する。3）断層近傍では、白色バンドを横ずれさせるリーデル剪断面が発達する。4）断層面は、白色バンドが滑動して形成されている。

【微細組織観察の結果】 未変形塊状チャート、断層ダメージ帯のチャット、断層面を構成するチャートを採取し、偏光顕微鏡と SEM を用いて微細組織観察を行った。また未変形塊状チャート、スタイロライトシーム、白色バンド、断層すべり面を構成する鉱物を同定するために XRD、EPMA および ATEM を用いて分析を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。1）未変形塊状チャート、スタイロライトシーム、白色バンド、断層面はそれぞれ、石英と緑泥石、緑泥石とイライト、石英と約 10 μm以下のイライト、石英とイライトで構成されている。2)白色バンドには、特徴的な組織として直径数μm以下の多数の空孔が認められた。3）イライトの結晶化度は、スタイロライトシームや白色バンドよりも断層面のものが良い。

【考察】 スタイロライトシームと白色バンドを構成するイライトは、未変形塊状チャート中には存在しないため、浸透してきた熱水流体から晶出したことがわかる。またスタイロライトシームは圧力溶解で形成されるため、白色バンド中に顕著に認められる空隙は、石英の溶解によって形成されたと考えられる。今回の研究では、白色バンドにはイライトと空隙が濃集している為に、塊状チャート岩体中内での弱面となり、リーデル剪断面や褶曲部で示唆される応力場において、断層を形成させた可能性が高い。

Keywords: Illite, Fluid, Fault, stylolite
*Corresponding author: jando@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

オマーン陸上掘削プロジェクトで採取されたエピドサイトの地震波速度に空隙形状と変質鉱物が与える影響

長瀬薫平，片山郁夫（広島大・院理），畠山航平（明星大・教育），
赤松祐哉（広島大・院理）岡﨑啓史（海洋研究開発機構）

Influence of pore geometry and alteration minerals on seismic wave velocities of Epidosite collected from the Oman Drilling Projects

Kumpei Nagase*, Ikuo Katayama (Hiroshima Uni. Sci.), Kohei Hatakeyama (Meisei Uni.),
Yuya Akamatsu (Hiroshima Uni. Sci.), Keishi Okazaki (JAMSTEC)

海洋地殻の含水化は沈み込み帯への水輸送に重要な役割を果たしている．特に，地震波速度が遅い海洋地殻浅部(Layer 2)には多くの水が割れ目中に存在していると考えられている(e.g., Detrick et al., 1994)．しかし，Layer 2 の最下部において例外的に V_P/V_S の低い領域が観測されており(Spudich and Orcutt 1980)，割れ目のようにアスペクト比が小さい空隙は岩石の V_P/V_S を増加させることが理論モデルから予想されているため，割れ目だけでは説明することができない．V_P/V_S の低い領域を説明する要因として，(1) アスペクト比が大きな丸みを帯びた空隙，(2) 熱水変質の影響の二つが考えられる．オフィオライトにみられるエピドサイトは熱水循環に伴って形成された多孔質な岩石であり，造岩鉱物の中でも特に低い V_P/V_S を示す石英を多く含んだ岩石であることから，低 V_P/V_S 構造と関連している可能性がある．そこで，本研究ではエピドサイトの地震波速度(V_P/V_S)について空隙形状と変質鉱物に着目した物性測定と組織観察を行った．

研究にはオマーンオフィオライト陸上掘削プロジェクトのGT3Aサイトで採取されたエピドサイトとダイアベースを用いた．弾性波速度と空隙率の同時測定は容器内変形透水試験機を用いて常温下で行い，間隙水圧は 1 MPa で一定にして，封圧を 3 MPa から 200 MPa まで段階的に上げた．実験後の回収試料は直径 6 mm に成形し，高知コア研究所設置のマイクロフォーカス X 線 CT を用いて三次元での組織観察を行った．

ダイアベースは，封圧の増加に伴って空隙率が 1.5 %から 1.1 %まで減少し，P 波速度は 5.58 km/s から 5.81 km/s, S 波速度は 3.09 km/s から 3.32 km/s まで増加する結果が得られた．V_P/V_S は加圧に伴って減少していく傾向が見られ，200 MPa における V_P/V_S は 1.75 であった．また，回収試料の三次元での組織観察からは割れ目のような空隙形状を示していることが確認された．エピドサイトは，空隙率が 4.9 %から 4.8 %まで減少し，P 波速度は 5.43 km/s から 5.92 km/s, S 波速度は 3.33 km/s から 3.62 km/s まで増加する結果が得られた．V_P/V_S はあまり変化せず，200 MPa における V_P/V_S は 1.64 であった．また，回収試料の組織観察からは丸みを帯びた空隙形状を示した．

実験試料のモード組成と各構成鉱物の弾性定数から固相の V_P/V_S を計算した結果，ダイアベースは V_P/V_S = 1.73，エピドサイトは V_P/V_S = 1.67 と見積もられ，エピドサイト化が岩石の固相の V_P/V_S を低下させている可能性を支持する計算結果が得られた．続いて，計算から求めた固相の V_P/V_S と封圧 200 MPa において実験で得られた V_P/V_S を比較することで，空隙の効果についての検討を行った．これらの比較から，実験で得られたダイアベースの V_P/V_S は固相の計算値に比べて高い値であったのに対して，エピドサイトの V_P/V_S は固相よりも低い値を示した．空隙を含んだ実験試料の傾向は，空隙形状の違いを反映している可能性が高い．そこで，有効媒質理論で与えられる V_P/V_S の理論モデルと比較を行うことで空隙のアスペクト比を推定した．その結果，ダイアベースの空隙のアスペクト比は ~ 0.01，エピドサイトのアスペクト比は~ 0.1 と見積もられた．このように，実験結果と理論モデルの比較から得たエピドサイトの空隙は丸みを帯びた空隙であることが示唆され，このことは，CT 観察から得られた空隙形状とも整合的であった．以上のことから，Layer 2 最下部の低 V_P/V_S は空隙形状の違いと苦鉄質地殻における変質の二つを反映している可能性が考えられる．

Key words: Epidosite, Pore geometry, Seismic wave velocities
*Corresponding author: kumpei-nagase@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

マリアナ前弧域の蛇紋岩泥海山岩石中のカルサイト中の流体包有物

山本千早[1*], 釘宮健人[1], 石戸慎也[1], 川本竜彦[1], 市山祐司[2]
([1]静岡大・理・地球科学, [2]千葉大・理・地球科学)

Fluid inclusions in calcite of serpentinite mud seamounts in the Mariana forearc

Chihaya Yamamoto[1*], Kento Kugimiya[1], Shinya Ishido[1], Tatsuhiko Kawamoto[1], Yuji Ichiyama[2]
([1]Dept Geosciences, Faculty Science, Shizuoka Univ., [2]Dept Geosciences, Faculty Science, Chiba Univ.)

We report chemical species, salinity and homogenization temperature of fluid inclusions in calcite in serpentinite mud seamounts in the Mariana forearc and provide constraints on the chemical composition of subduction fluids. Based on the obtained data, we suggest that the fluid inclusions represent saline fluids derived from the plate boundary.

はじめに：マリアナ海溝の前弧域では，いくつかの蛇紋岩泥海山の存在が確認されている．マリアナ沈み込み帯は非付加型であるため，蛇紋岩や流体が上昇する際に化学組成が陸源物質によって化学的に乱されない．また，蛇紋岩や流体は既に水－岩石相互作用を経験した断層に沿って上昇するため，プレート境界の流体の組成変動を最小限にすると考えられる (Salisbury et al., 2002, Proc Ocean Drill Prog)．流体包有物は鉱物中に流体が取り込まれた時の温度や化学組成などの情報を持つ．本研究は，マリアナ前弧域の蛇紋岩泥海山岩石中のカルサイトに含まれる流体包有物を分析し，沈み込み帯流体の化学組成に束縛条件を与える．

方法：Asùt Tesoru 海山と South Chamorro 海山で採取された蛇紋岩の礫・砂・泥を観察した．Asùt Tesoru 海山の試料は，IODP Exp.366 の掘削試料(U1496A)，South Chamorro 海山の試料は，ODP Leg195 の掘削試料(1200E)である．両面研磨片を作成し，偏光顕微鏡を用いて炭酸塩鉱物と鉱物中の流体包有物を探した．続いて，ラマン分光分析を行い，ホスト鉱物はカルサイト，流体は水であると同定し，マイクロサーモメトリー法により，流体包有物の塩濃度と均質化温度を測定した．

結果と考察：Asùt Tesoru 海山の試料から 22 点の流体包有物を分析し，塩濃度は 5.7±1.9 (wt.% NaCl 当量)，均質化温度は 184±62℃を得た．South Chamorro 海山は，38 点の流体包有物の分析から，塩濃度は 3.7±1.3 (wt.% NaCl 当量)，均質化温度は 280±46℃を得た．これらの均質化温度は，この地域のプレート境界の温度に近い(Hulme et al., 2010, G-cube; Ichiyama et al., 2021, Lithos; Debret et al., 2019, Lithos; Maekawa et al., 1993, Nature; Pabst et al., 2012, Lithos)ので，流体包有物はプレート境界から上昇した塩水流体が取り込まれたものであると提案する．

Asùt Tesoru 海山と South Chamorro 海山の下のプレート境界の深さは 18km と 19km で，海溝軸からの距離も 72km と 78km で，ほぼ等しい(Debret et al. 2019, Lithos; Fryer et al. 2017, IODP Publications)．海溝軸からの距離に応じて蛇紋岩泥海山の間隙流体組成と鉱物相は変化する(Fryer et al., 2017, IODP Publications）ため，流体の塩濃度や均質化温度も海溝軸からの距離に応じて変化する可能性はある．両海山におけるプレート境界からの位置関係は類似しているが，それぞれの塩濃度の測定値には差があった．もう少しデータをとることで値の確実性が増し，より考察を深めたい．本地域では，ほかにも Fantangisña 海山と Yinazao 海山の二つの海山の掘削試料が入手でき，今後これらの蛇紋岩泥海山中の炭酸塩鉱物の流体包有物の観察を行うことで，海溝軸からの距離，プレート境界の深度と流体の塩濃度との関係をより詳細に解明したい．

Keyword : fluid inclusion, salinity, plate boundary, Mariana forearc, subduction zone fluids
*Corresponding author: yamamoto.chihaya.18@shizuoka.ac.jp

流紋岩質メルト中における炭素同位体の拡散分別

川原 爽*・吉村俊平（北海道大学）

Diffusive fractionation of carbon isotopes in rhyolitic melt

Akira Kawahara*, Shumpei Yoshimura (Hokkaido Univ.)

We measured diffusivity of $^{12}CO_2$ and $^{13}CO_2$ in dry and hydrous rhyolitic melts. We found that diffusive fractionation occurred significantly between $^{12}CO_2$ and $^{13}CO_2$ in hydrous rhyolitic melts, while it did not occur in dry melts.

揮発性成分を含むマグマが上昇すると、圧力が低下し発泡が起こる。このとき、一つの揮発性成分でも複数の同位体が存在し、それらの間で拡散速度が異なることから、短時間の間に同位体分別（拡散分別）が起こることが知られている（e.g., Fortin et al., 2017）。主要な揮発性成分である CO_2 についても、$^{12}CO_2$ と $^{13}CO_2$ の間で拡散分別が起こり(Watson, 2017)、全地球の炭素循環などに重大な影響を及ぼす可能性があるが、その有無や程度は全く不明である。そこで本研究では、①FT-IR を用いた超低濃度 $^{13}CO_2$ の定量分析法の開発、②流紋岩質ガラスへの CO_2 の拡散実験の 2 つを行い、$^{12}CO_2$ と $^{13}CO_2$ の拡散分別が起こるかどうかを検証した。

＜手法＞

和田峠産の流紋岩質黒曜石を 750–1000℃, 6–100 MPa の条件で CO_2–H_2O 混合流体または純粋 CO_2 流体中に 24–576 時間保持し、CO_2 を拡散させた。そして、FT-IR を用いて試料内部の $^{12}CO_2$・$^{13}CO_2$・H_2O の濃度分布を分析した。$^{13}CO_2$ は 2280 cm^{-1} に吸光帯をもつことが知られているが（Ihinger et al., 1994)、その濃度はあまりに低いため、従来はこれを測定することは困難であった。本研究では光学系と試料室を真空排気できる FT-IR を用い、50×50 ㎛のビームで積算回数を 1024 回まで増やすことで、濃度 0.3 ppm の $^{13}CO_2$ を±0.01 ppm(3%)の精度で測定できるようにした。

＜結果＞

純粋 CO_2 を用いた実験では、ガラス含水量は 0.1 ~0.2 wt%であった。$^{12}CO_2$ の拡散係数は 5.15×10^{-14} m^2/s（750℃）～1.57×10^{-12} m^2/s（1000℃)、活性化エネルギーは 148 kJ/ mol であった。これは、同様の実験を行った Blank (1994)の結果とほぼ一致していた。また，$^{13}CO_2$ の拡散係数は $^{12}CO_2$ の値とほぼ等しく、有意な拡散分別は認められなかった。一方，CO_2–H_2O 混合流体を用いた実験ではガラス含水量は 0.3~3.0 wt%であった。このとき $^{13}CO_2$ と $^{12}CO_2$ で拡散プロファイルの形状は大きく異なり、$^{13}CO_2$ の拡散係数の方が 18～30%ほど低く、拡散分別が起こっていることが判明した。このことから、含水量の違いが $^{13}CO_2$ と $^{12}CO_2$ の拡散分別に影響を与えていることが示唆され、現在検証を行っている。

Keywords: CO_2, diffusive fractionation, silicic melt
*Corresponding author: kawahara.akira.s3@elms.hokudai.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

角閃石の主要元素・微量元素組成を用いたマグマの進化過程の解明

岡田郁生，柴田知之，芳川雅子（広島大），石橋秀巳（静岡大），
杉本健（地熱エンジニアリング株式会社），早坂康隆（広島大）

Investigation of the magma evolution process inferred from major and trace element compositions of amphibole

Ikuo Okada*, Tomoyuki. Shibata, Masako Yoshikawa (Hiroshima Univ.),
Hidemi Ishibashi (Shizuoka Univ.), Takeshi Sugimoto (Geothermal Engineering Co., Ltd.),
Yasutaka Hayasaka (Hiroshima Univ.)

斑晶鉱物の化学・同位体組成は，平衡共存するメルトの物理化学的特性を記録するため，マグマの進化過程のある時点での情報を提供する．最近，多変量回帰分析を用いることで，相平衡論に基づいた伝統的なメルトの物理化学的特性の推定の限界を超える，成果が報告されるようになった．例えば，高温高圧実験データを多変量回帰分析することで，角閃石の主要元素組成から晶出時の温度・圧力やメルトの主要元素組成を推定する方法が提案され（e.g., Putirka 2016; Ridolfi & Renzulli 2012; Zhang et al., 2017），これらを火山噴出物中の角閃石に適用する試みが精力的に行われている（e.g., Nagasaki et al., 2017; 石橋ほか 2021）．さらには，組成依存性が高く推定困難であった角閃石‐メルト間の微量元素の分配係数も高温・高圧実験の多変量回帰分析で推定することが可能となった（Shimizu et al., 2017; Humphreys et al., 2019）．我々は，これらの新たに開発された手法を統合して用いることで，マグマの進化過程のある時間微分における，温度・圧力，主要元素・微量元素組成を推定することを目的に，九州北東部に位置する第四紀由布火山の安山岩中の角閃石の主要元素・微量元素組成を分析した．また，角閃石の微量元素組成分析にあたって，LA-ICP-MS による局所分析法を確立した．角閃石の主要元素組成は EPMA で分析した．

由布火山の安山岩中の角閃石は，相対的に Si に乏しいグループ（5.8-6.2 atomic per formula unit (apfu)）と富むグループ（6.5-7.0 apfu）に分けられ，これらのグループは同一安山岩中に共存する．本研究では，前者を pSi，後者を rSi と呼ぶ．推定した角閃石の晶出温度圧力条件，および共存メルトの主要元素組成は，pSi が 356–600 MPa，932–1016ºC，玄武岩質からデイサイト質（SiO_2 = 52.3–62.9 wt.%）で，rSi が 73–221 MPa，773–846ºC，流紋岩質（SiO_2 = 72.2–80.3 wt.%）でそれぞれ異なる範囲が得られた．始原的マントル規格化パターン（PM パターン）図において，pSi と rSi と平衡なメルト（以下 pSi メルトと rSi メルトと呼ぶ）は両者とも LIL 元素に富み，HFS 元素が枯渇した典型的な島弧マグマの特徴を示す．しかしながら，pSi メルトは正の Sr の異常と相対的に高 Sr/Y 比（90–180）で特徴づけられるのに対し，rSi メルトは負の Sr の異常と低 Sr/Y 比（24–42）を示す．pSi メルトの PM パターンや Sr/Y 比はアダカイトの特徴を持つ姫島火山群のデイサイト（Shibata et al., 2014）と類似する．一方，rSi メルトは姫島火山群の流紋岩（Shibata et al., 2014）や九重火山の大規模噴火由来のテフラ中の火山ガラス（Albert et al., 2019）と類似する．この類似性は，大規模噴火を起こしうる珪長質マグマの成因として一般的に地殻物質の部分溶融が考えられている（e.g., Kimura et al., 2015）ことから，rSi メルトも地殻物質の部分溶融が起源であると考えることで説明できるかもしれない．

以上のことから，由布火山下では，アダカイト質マグマと地殻溶融を起源とするマグマが，それぞれ，異なる深度と温度で存在し，これらマグマの混合が由布火山のマグマ進化に関与していると考えられる．これらのことから，角閃石の主要元素・微量元素組成は複雑なマグマプロセスを経て生成されたマグマの起源を知る上で強力な地球化学的ツールであることを示すと考えられる．

Keywords: amphibole, magma evolution, magma mixing, P-T conditions, Yufu volcano
*Corresponding author: ikuo-okada@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

火道上昇履歴に応じた石基輝石晶相変化の実験的検証

奥村翔太(京都大), 奥村聡(東北大), 三宅亮(京都大)

Crystal habit change of groundmass pyroxenes depending on magma ascent paths revealed by single-step decompression experiments

Shota OKUMURA*(Kyoto Univ.), Satoshi OKUMURA (Tohoku Univ.), Akira MIYAKE (Kyoto Univ.)

近年、マグマの火道上昇中にレオロジーや脱ガス機構が噴火様式に影響することが指摘されている[1]。この噴火様式分岐条件の理解に重要な上昇履歴は、噴火噴出物の結晶数密度といった岩石組織に記録されている。一般的には減圧脱水で生じた実効過冷却度の増加とともに核形成速度は上昇するが、上昇速度が速すぎることで結晶数密度が却って低くなる場合があり、桜島大正噴火（プリニー式）の軽石はその一例であると考えられている[2]。すなわち、このような噴火では結晶数密度から上昇速度を制約できない可能性があるため、他の岩石組織から制約することが求められる。一方で、新燃岳 2011 年噴火（サブプリニー式、ブルカノ式）における研究から、我々は石基輝石結晶の晶相（結晶面の組合せ）が上昇に伴う過冷却度の指標になりうることを示唆した[3]。サブプリニー式噴火では{110}, {010}からなる六角柱状の石基輝石が多く含まれる一方、ブルカノ式噴火ではさらに{100}が追加された八角柱が主であった。他方、桜島大正噴火において、結晶に富む軽石は六角柱に富んでいたが、結晶に乏しい軽石中からは{110}の卓越した四角柱を確認し[4]、過冷却度の増大に伴って石基輝石結晶の面の種類が減少することを示唆した。しかしながら、その実験的検証は未だ行われていない。

そこで本研究では、桜島大正軽石を用いた減圧結晶化実験を行い、回収物の石基輝石晶相を観察した。実効過冷却度に応じた晶相変化を明らかにし、マグマ上昇過程の指標として石基輝石晶相が有用か考察した。

減圧実験は東北大学所有の外熱式水熱合成装置で行った。出発物質として、桜島大正軽石の欠片と、それらを完全溶融させた均質なガラスの 2 種類を用いた。それぞれ Au パイプに水と封入したものを実験試料として、NNO±１の酸化還元環境、120 MPa, 920 ℃の状態から、等温急減圧（終端圧 120–10 MPa）して保持し、急冷回収した。実験回収物に対して、電界放出形走査型電子顕微鏡による石基輝石結晶の粒径・形状分析を行った。

観察の結果、軽石を出発物質とした実験回収物では、減圧量が大きくなるにつれて輝石晶相が八角柱から六角柱へと変化した。溶融ガラスを出発物質とした実験回収物では、120 MPa で保持して急冷回収した場合は六角柱が主であり、終端圧 10 MPa の回収物では四角柱が主であった。

実験結果から、過冷却度が大きくなるにつれて晶相が八角柱⇒六角柱⇒四角柱へ変化することが確認された。この結果は、結晶に乏しく四角柱が特徴的な桜島軽石のほうが、結晶に富み六角柱が特徴的な軽石よりも過冷却度が高かったことを示唆し、マグマ上昇速度の違いに言及した先行研究[2]を実証した。一方、天然試料で確認された四角柱の晶相は、溶融ガラスでないと再現できなかった。この結果は、減圧前の結晶の有無に起因すると考えられる。すなわち、減圧直後に新たに核が形成するよりも先に既存結晶が成長したことで、系に生じた実効過冷却度が緩和されたと推察される。このことは、大正噴火の一部のマグマが、石基結晶に極めて乏しい均質なメルトの状態から一気に上昇したことを示唆する。石基輝石晶相は、火道での停滞のような複雑な上昇履歴を制約する手掛かりにもなることが期待される。

[引用文献]

[1]Cassidy *et al*. 2018, *Nat. Commun.*, **9**, 2839.

[2]Nakamura 2006, *J. Miner. Petrol. Sci.*, **101**, 178–198.

[3] 奥村ほか 2019, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会.

[4] 奥村ほか 2020, 日本鉱物科学会 2020 年年会.

[謝辞] 本研究は、日本科学協会の笹川科学研究助成による助成を受けたものである。

Keywords: pyroxene, crystal habit, decompression experiment, Sakurajima volcano

*Corresponding author: okumura@kueps.kyoto-u.ac.jp

ポスター | R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R1：鉱物記載・分析評価（宝石学会(日本) との共通 セッション）

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[R1P-01] 1：2ガラスビードを用いたEPMA＋LA-ICP-MS分析

*中田 英二[1]、湯川 芽依[1] (1. 電中研)

9:30 ~ 18:30

[R1P-02] SEM装置を用いた透過菊池回折の分析とウルトラマイロナイトかんらん岩への応用

*伊神 洋平[1]、道林 克禎[2] (1. 京都大学、2. 名古屋大学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-03] 大日向酸性岩類の高塩濃度流体包有物の析出結晶

*黒澤 正紀[1]、津田 拓哉[2] (1. 筑波大・生命環境、2. 筑波大院・地球)

9:30 ~ 18:30

[R1P-04] 山口県美祢市長登銅山梅が窪坑に産する鉱石鉱物とスカルン鉱物の鉱物学的特徴

*窪津 優花[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学院・創成科学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-05] 山口県山口市一ノ坂銀山産鉱石の鉱物学的特徴

*岡谷 実冶子[1]、永嶌 真理子[2] (1. 宇部興産コンサルタント、2. 山口大学院・創成科学)

9:30 ~ 18:30

[R1P-06] **群馬県砥沢産の含砒素鉱物; 自然砒、ズィーカ石**

*山田 隆[1]、小菅 康寛[2]、藤原 卓[3]、石橋 隆[3] (1. 鉱物同志会／益富地学会館、2. 鉱物同志会、3. 益富地学会館)

9:30 ~ 18:30

[R1P-07] 京都府和束町石寺産フーウェル石

*白勢 洋平[1]、鶴田 憲次[2]、下林 典正[3] (1. 愛媛大・院理工、2. 京都芸大、3. 京大・院理)

9:30 ~ 18:30

[R1P-08] 兵庫県生野鉱山産ザッカーニャ石の高水和物

*大西 政之[1]、下林 典正[2]、浜根 大輔[3]、小林 祥一[4]、久野 武[5] (1. 無所属、2. 京大・院理、3. 東大・物性研、4. 岡山理大・理、5. 関西学院大)

9:30 ~ 18:30

[R1P-09] 大佐山ヒスイ輝石岩から見いだされた松原石、蓮華石、セリウムトルネボム石、および稀少・未詳鉱物について

*浜根 大輔[1]、田邊 満雄 (1. 東大・物性研)

9:30 ~ 18:30

[R1P-10] 愛媛県松山市忽那山から産する石榴石の記載鉱物学的研究

*大嶋 正太[1]、白勢 洋平[2] (1. 株式会社愛媛建設コンサルタント、2. 愛媛大・院理工)

9:30 ~ 18:30

[R1P-11] 山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状

*永嶌 真理子[1]、西岡 美結[2] (1. 山口大学・創成科学、2. 山口大学・理)

9:30 ~ 18:30

[R1P-12] **ボニナイトの変質およびその空隙中に産するphillipsite**

「発表賞エントリー」

*井上 裕貴[1]、島田 和彦[1]、安井 万奈[2]、山﨑 淳司[2]、萩谷 宏[4]、石橋 純一郎[3]、赤木 右[1] (1. 九大・院理、2. 早大・理工、3. 神戸大、4. 都市大・理工)

9:30 ~ 18:30

[R1P-13] 島根半島古浦ヶ鼻の熱水変質玄武岩中に産する二次鉱物とその生成プロセスについて

「発表賞エントリー」

*伊藤 修一[1]、永嶌 真理子[1] (1. 山口大学・創成科学)

1：2 ガラスビードを用いた EPMA + LA-IC-MS 分析

中田英二、湯川芽依（電力中央研究所）

EPMA + LA-ICPMS analysis using 1 : 2 glass bead

Eiji Nakata*, Mei Yukawa (CRIEPI)

1. はじめに

配合率 1：2 の低希釈ガラスビードを再現性良く作製できる手法と ZrO_2 等の分析結果を紹介する。多くの場合、分析は 1（試料）：10（溶剤）や 1：5 のガラスビードで行われている(中田,2006)。無希釈ガラス作成には特殊な装置が必要となる(Nicholls, 1974)。低希釈率ガラスの作成は試料の溶け残りや発泡による混合不良が発生することが多く難しい。

2. 1：2 ガラスビード

ガラスビードは試料 0.1000g と融剤 0.2000g（$Li_2B_4O_7$ と $LiBO_2$ を 1：1 で混合）を混合して作成する。剥離剤は使用しない。試料は予め 750℃で酸化させておく。

ガラスビードは NT-2120（日本サーモニクス製）で作成した。溶融温度は 1150℃である。溶融温度到達後の最初の揺動で白金ルツボは高周波炉ごと右に 45 度傾斜する。このため、試料粉末は白金ルツボ内でタッピングして事前に右側に寄せておく。溶融した試料本体は白金ルツボの縁のみを一体化したままで動き回る。溶融、揺動・回転を 10 分実施させた後、高周波炉は中央の定位置に戻る。この時、白金ルツボの中央などにガラスの粒が残ることが多い。ガラスが溶融している間に白金付トングで白金ルツボを傾け、これらの残存ガラスを溶融ガラス本体に取り込む。取り込んだ後にもう一度手動で 1150℃溶融、揺動、回転を 1 分行う。

おおむね 15 分で小さなガラスビードができる。このガラスは白金ルツボと接する面積が少ないため、冷却によって容易に剥離する。剥離したガラスは乳棒で 1 ～3 mm 程度の大きさに粉砕する。

粉砕したガラス破片は一つを取り出し、25 個程度の孔を開けたアルミ板（幅 2.5×長さ 3cm）に包埋し研磨する。

3. 分析装置

EPMA は JXA8230（W フィラメント:日本電子製）、LA-ICP-MS は（X Series II:サーモフィッシャー製に、UP213-AS：ニューウエーブ製 Nd-YAG UV213 nm）を取り付けたものである。EPMA で軽元素濃度、LA-ICP-MS で重元素濃度を求める。

4. 分析

EPMA での分析径は 10 μm とし、吸収電流値は 10 nA、ピーク分析時間は 10 秒とした。標準試料には単鉱物を用いる。単鉱物を用いて 1：2 ガラスビードの標準試料を分析し、定量値は ZAF 法で得られた分析値と推奨値から検量線を作成して求めた。

LA-ICP-MS での分析直径は 100 μm とした。一点の分析は 100 秒とし、この間、試料表面から深さ 20μm 程度の試料がエアロゾル化する。一つの試料で 3 点を測定し平均値を求める。He キャリアガスの不安定さを考慮し、概ね未知試料 10 試料ごとに標準試料を 5 試料測定し、毎回検量線を作成する。標準試料には NIST610 と、1：2 でガラスビード化した GSJ reference samples を用いている。

分析値は EPMA で得られた SiO_2 濃度と LA-ICP-MS で得られる SiO_2 濃度を一致させた比で補正して求める。

5. 結果

新鮮部と風化部が接する安山岩からガラスビードを作成し EPMA と LA-ICP-MS で比較した。この結果、EPMA では ZrO_2 濃度の違いが判らない場合でも、LA-ICP-MS では風化部に ZrO_2 が多くなる傾向が得られた。

6. まとめ

XRF を用いず、1：2 ガラスビードで軽元素～ランタノイドまで分析ができた。

Keywords: 1:2 glass bead, EPMA, LA-ICP-MS
*Corresponding author: nakata@criepi.denken.or.jp

中田（2006）電中研報告, N05063
Nicholls et al., (1974) Chem Geol 14, 151-157.

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

SEM 装置を用いた透過菊池回折の分析とウルトラマイロナイトかんらん岩への応用

伊神洋平(京都大学)・道林克禎(名古屋大学)

Transmission Kikuchi diffraction analysis using a SEM apparatus and its application to fine grains within ultramylonitic peridotite

Yohei IGAMI*(Kyoto Univ.), Katsuyoshi MICHIBAYASHI (Nagoya Univ.)

オリビン([Mg,Fe]$_2$SiO$_4$)粒子を主とする多結晶体であるかんらん岩は、変形作用を受けた際に温度や差応力、含水量などを反映して多彩な微細組織を示し、オリビン粒子の結晶方位分布としても多様なパターンを示しうる。これらは上部マントルの変形場を理解するための重要な指標と捉えられ研究が進んできた[e.g., 1]。この分野の研究に重要な役割を果たしてきた分析技術として走査型電子顕微鏡および電子後方散乱回折検出器(SEM-EBSD)による菊池回折を用いた結晶方位マッピングがあるが、結晶粒径がミクロンオーダー以下となってくると明瞭な菊池回折図形の取得は難化する。従来の変形かんらん岩の結晶方位・組織解析において、サブミクロン〜ナノ領域の微小粒子や粒界組織の影響は見過ごされてきたこともあるかもしれない。

電子顕微鏡において高い空間分解能を得るには、試料を薄膜化して試料内の電子の散乱を抑えることが一つの方法である(透過電子顕微鏡法、TEM)。菊池図形を用いた結晶方位解析においても、試料を薄膜化して透過電子中の信号を活用すれば、高い空間分解能で分析が可能となる。さらに、こうした薄膜試料の透過菊池回折の分析について、TEM 装置ではなく SEM-EBSD 分析システムの活用が効果的との提案がある(SEM-TKD [Transmission Kikuchi diffraction])[2,3]。本研究では、ウルトラマイロナイト中の微小粒子の評価のためにこの SEM-TKD を活用した分析を試みたので、結果を報告する。

試料は、PROTEA5 航海の調査で得られた Marion トランスフォーム断層のかんらん岩 D19-47 を用いた。当試料は強いせん断変形によりウルトラマイロナイト化しており、SEM-EBSD 分析では同定の困難な数 μm もしくはそれ以下の粒子の存在が示されている[4]。当試料から集束イオンビーム装置を用いて細粒オリビン領域の切り出しと薄膜化を行い、W-SEM-EBSD 装置を用いた SEM-TKD 分析を行った。TKD マッピングは 20–50 nm/step で行った。

実験条件および測定データの事後処理などの試行錯誤の結果、ドリフトが少なく index rate の高いマップデータ取得条件がおおよそ見つかった。EBSD 用の解析ルーチンに入力可能な TKD マップデータを得られるようになったことで、様々な既存ソフトウェアの活用が可能となった。バンドコントラスト像では粒界が明確に可視化され、当試料では TEM を用いた像よりも SEM-TKD によるバンドコントラスト像のほうが高コントラストで粒界が可視化された。この像では約 100 nm 径の微小粒子の存在まで十分に可視化ができており、それらの相および方位の自動認識も成功している。この程度のサイズの粒子に対する TKD 分析は W フィラメントの SEM で十分に実施可能であることが分かった。その他、EBSD データと同様に、極点図へのオリビン結晶方位のプロット、逆曲点図マップ、粒界/亜粒界の可視化や方位関係の解析などが問題なく実施できた。発表では当ウルトラマイロナイトかんらん岩から得られた結果の解釈についても一部議論する予定である。

【引用文献】
[1] Bernard et al. (2019) *Geochem. Geophy. Geosy.* **20**, 3469
[2] Keller & Geiss (2012) *J. Microsc.* **245**, 245.
[3] Trimby (2012) *Ultramicroscopy* **120**, 16.
[4] Kakihata et al. (2021) *in review.*

Key words: transmission Kikuchi diffraction (TKD), EBSD, olivine, ultramylonite, peridotite
*Corresponding author: y-igami@kueps.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

大日向酸性岩類の高塩濃度流体包有物の析出結晶

黒澤 正紀*(筑波大・生命環境)・津田 拓哉(筑波大院・地球)

Chemical features of high-salinity fluid inclusions in quartz crystals from Oohinata acidic rocks, Nagano prefecture.

M. Kurosawa* and T. Tsuda (Univ. Tsukuba)

Daughter minerals in polyphase fluid inclusions of quartz crystals from quartz veins at the Oohinata acidic rocks, Nagano, Japan, were analyzed with a SEM–EDS to examine chemical features of highly-saline and sulfidic hydrothermal fluids from granitoids associated with polymetallic ore deposits in Japan. Many crystals of rock salt, sylvine, pyrite, chalcopyrite, anhydrite, feldspar, muscovite, rutile, barite, sphalerite, fluorite, loellingite, galena, molybdenite, monazite, and vanadium-rich hematite were observed as daughter crystals in the inclusions

長野県佐久穂町には、大規模熱水鉱床を胚胎する秩父花崗岩と化学的・同位体的特徴が極めて類似した中新世の茂来山花崗岩体が貫入しており、同岩体表層付近で派生した大日向酸性岩類の周囲には、鉄・銅・鉛・亜鉛・金など多種の熱水性鉱床を伴っている。そのため、酸性岩類から放出される熱水流体の特徴を解明することで、秩父花崗岩に随伴する秩父鉱山を形成した熱水流体についての情報が得られる可能性がある。秩父鉱山の鉱脈同様、大日向酸性岩類の熱水脈にも Ag, Se, As, Bi, Sb を含む鉱物が少量報告され、その熱水流体は、秩父鉱山のような多金属型鉱床を形成する流体としても注目される。

以前の鉱物科学会では、大日向酸性岩類の熱水脈の石英単結晶には、固相包有物として硬石膏・黄鉄鉱・重晶石・白雲母・ルチル・輝水鉛鉱が存在し、流体包有物として多量の多相包有物が含まれ、その中の析出結晶として多量の岩塩・カリ岩塩・塩化鉄・カリマンガン塩化物・塩化カルシウム,少量の赤鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・硬石膏・重晶石・カリ長石・白雲母・ルチルが含まれること, 溶存成分として B・Mg・Al・S・P・Ca・Ti・Mn・Cr・Fe・Co・Ni・Zn・Sn 等の元素が存在することを報告した。また、それらに基づき、熱水流体は、酸性でやや硫黄に富み、酸化的な流体であることを指摘した。今回は、引き続き、周辺の熱水脈にも探索を拡げ、熱水流体の化学的特徴をさらに検討することにした。

試料には、長野県佐久穂町の灰立沢沿いの採石場に露出する大日向酸性岩類の花崗閃緑岩中に貫入した石英脈の石英単結晶の多相流体包有物を用いた。結晶中の主要な流体包有物は気相包有物で、２相包有物がそれに次ぎ、結晶中央～底部には多相包有物も多く含まれる。今回は多相流体包有物の均質化温度や多相包有物の析出結晶・蒸発乾固物を SEM–EDS で分析することで、流体の特徴を検討した。

その結果、多相包有物の均質化温度は平均 542℃、塩濃度約 56 wt% NaCl で、２相包有物の均質化温度は約 380℃と、先行研究(菅原ほか 2004; Ishiyama et al. 2006)とほぼ一致した。多相包有中の析出結晶には、新たに閃亜鉛鉱・蛍石・砒鉄鉱・方鉛鉱・輝水鉛鉱・モナズ石・バナジウムに富む赤鉄鉱を確認した。

浅部貫入の花崗岩体から放出される流体は、高温酸性でやや硫黄に富み、多様な元素を含むことは明確になったが、岩体高温期に放出された流体のためか、岩体低温期に流体中によく放出される Ag, Se, As, Bi, Sb 等の含有を確認できなかった。このことは、岩体が大きく、酸化的で硫黄に富み、高温期から低温期までに多様な元素を含む熱水流体を充分に放出できることが、多金属型鉱床を形成する花崗岩体の条件であることを示唆している。茂来山花崗岩体も重力探査によって、潜頭部に大きな広がりを持つとされ、花崗閃緑岩の周囲に分化した花崗岩を随伴するタイプであることも知られている。今後は、低温期に放出されたと推定される熱水脈中に溶存する元素についても検討を行う予定である。

Keywords: Fluid inclusion, daughter crystal, SEM, granite, hydrothermal fluid
*Corresponding author: kurosawa@geol.tsukuba.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

山口県美祢市長登銅山梅が窪坑に産する鉱石鉱物とスカルン鉱物の鉱物学的特徴

窪津優花・永嶌真理子 (山口大・創成科学)

Ore and skarn minerals of the Umegakubo deposit of the Naganobori cooper mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

Yuka Kubotsu*・Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ)

山口県美祢市には長登銅山や大和鉱山などの含銅スカルン鉱床が複数存在する．秋吉台石灰岩南東部に位置する長登銅山は国内最古の国営銅山である．長登銅山の鉱床は秋吉石灰岩に花の山花崗斑岩が貫入し，鉱化作用をもたらすことによって形成された (佐々木ほか，2014)． Kato(1916)により花の山花崗斑岩周辺にある 7 つの鉱床について記載学的報告がなされた。 Nagashima et al. (2021)により烏帽子坑産鉱石の鉱物学的特徴が明らかにされた．しかし，烏帽子坑以外の鉱石鉱物やスカルン鉱物の鉱物組み合わせや化学的特徴は明らかにされていない．本研究では，花の山花崗斑岩から最も離れた梅が窪坑を対象とする．梅が窪坑のズリから採取された鉱石の鉱物組み合わせや化学組成を明らかにし，形成過程や温度変化を推定する．また，花の山花崗斑岩に隣接する烏帽子坑と比較することで長登銅山内の鉱物組み合わせや化学組成の違いを検討する．

梅が窪坑は花の山花崗斑岩から約 250m 西に位置し，周囲は結晶質石灰岩に囲まれている (Kato, 1916)．梅が窪坑のズリから採取した試料は珪灰石スカルン，珪灰石―ザクロ石スカルン，ザクロ石スカルン，磁鉄鉱を主とする鉱石，結晶質石灰岩に分類された．梅が窪坑は珪灰石スカルンが特に卓越する．スカルン鉱物は珪灰石，ザクロ石，単斜輝石が見られた．珪灰石は少量の鉄やマンガンを含んでいた．ザクロ石はすべての試料でアンドラダイト端成分を示した．単斜輝石は珪灰石スカルンで $Hd_{55.48-96.37}Di_{0.27-73.64}Jo_{1.90-24.14}$，珪灰石―ザクロ石スカルンで $Hd_{17.24-96.16}Di_{0.27-73.64}Jo_{3.23-15.35}$ と示され，どちらの試料でも幅広い組成を持つ．主要鉱石鉱物は斑銅鉱と黄銅鉱であり，特に斑銅鉱が卓越する．本研究では Kato(1916) で報告された鉱物に加えて，含 Bi 鉱物，含 Te 鉱物，含 Ag 鉱物，含 Co 鉱物が発見された．梅が窪坑の鉱石鉱物の晶出順序は前期から晩期に含 Cu 鉱物，前期から中期に含 Co 鉱物，中期から後期に含 Bi 鉱物，含 Te 鉱物，含 Ag 鉱物，含 Pb 鉱物，晩期に含 Sb 鉱物であると考えられる．図 1 に示すように斑銅鉱内に黄銅鉱とウィチヘン鉱の離溶組織が見られることから，含 Bi 鉱物が晶出する際に温度低下があったと考えられる．梅が窪坑と烏帽子坑から共通して含 Bi 鉱物，含 Te 鉱物，含 Ag 鉱物，が産することからこれらの鉱物は長登銅山で普遍的に産すると考えられる．

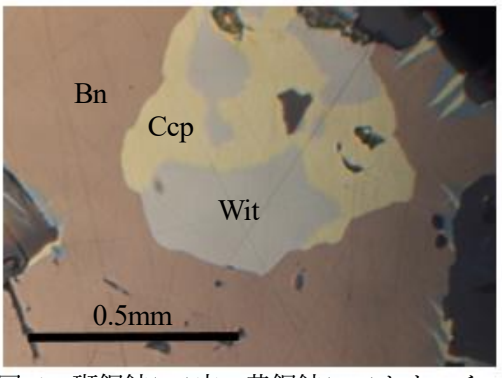


図 1. 斑銅鉱(Bn)内の黄銅鉱(Ccp)とウィチヘン鉱(Wit)の離溶組織

Keywords: naganobori, copper, skarn
Corresponding author: 9dai4krz@gmai.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

山口県山口市一ノ坂銀山産鉱石の鉱物学的特徴

岡谷 実冶子 (宇部興産コンサルタント)・永嶌　真理子 (山口大・創成科学)

Ore minerals of the Ichinosaka silver mine, Yamaguchi Prefecture, Japan

Miyako Okatani* (Ube Industries Consulting, Ltd.) and Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ.)

一ノ坂銀山は1591年から約30年間稼働した銀山で，採掘された銀鉱石から「天又銀」等の銀貨が造られたことで知られる歴史的に重要な鉱山である (石川, 1980)．一ノ坂銀山は，山口市と萩市に跨る東鳳翩山の東腹標高400 mに位置する鉱脈鉱床で(商工省地質調査, 1921)，本鉱山は佐々並コールドロンの割れ目に沿って貫入した環状岩脈である小吹峠(こぶきだお)珪長質貫入岩類分布域に位置する (井川ほか, 2001)．本鉱山に関する地球科学的研究はこれまで Ishihara and Sasaki (2002)による硫黄同位組成の検討のみであり，鉱石中の含銀鉱物や構成鉱物組み合わせは明らかになっていない．本研究では一ノ坂銀山の鉱石の含銀鉱物をはじめとする構成鉱物の組み合わせ明らかにし，組織や構成鉱物の化学的特徴から形成過程を検討したため，これを報告する．

一ノ坂銀山大松間歩のズリから採取された鉱石は，主にバラ輝石，テフロ石，ザクロ石，菱マンガン鉱で構成されるマンガン鉱石であり，それらはテフロ石型鉱石，バラ輝石型鉱石に大別される．主要構成鉱物であるバラ輝石の組成ほぼ一定[$(Mn_{0.8}Ca_{0.1\text{-}0.2}Fe_{0.1\text{-}0.2})_{\Sigma 1.00}SiO_3$]であったが，テフロ石の Mn : Fe 比は 1.65:0.35～1.35:0.65 の範囲で変化した．いずれの鉱石にもザクロ石(スペサルティン)が産し，テフロ石型鉱石にみられるもの ($Sps_{73.8\text{-}82.2}Grs_{12.8\text{-}22.0}Alm_{2.5\text{-}8.9}$)に比べ，バラ輝石型鉱石中のものは組成変化が顕著で，コア部は Mn，リム部は Ca に富む ($Sps_{43.9\text{-}81.3}Grs_{15.4\text{-}48.7}Alm_{3.0\text{-}10.3}$)．いずれもフッ素を含み (～1.24 F wt.%)，$Si^{4+} + 4O^{2-} \leftrightarrow \square + 4(F^-, OH^-)$の置換関係 (e.g., George et al., 1990)で特徴づけられる．このことから，フッ素を含む熱水がマンガン鉱石の形成に関与したと推定される．

一ノ坂銀山の鉱石中には，含銀鉱物として自然銀, 輝銀鉱, カンフィールド鉱 (Ag_8SnS_6)が認められた．主要鉱石鉱物は，方鉛鉱，黄銅鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱で，少量の硫砒鉄鉱，磁硫鉄鉱も産する．なかでも方鉛鉱は最も卓越する鉱石鉱物である．また，含銀鉱物はマンガン鉱物や他の鉱石鉱物を切る脈に含まれる．

鉱物組合せおよび岩石組織より，バラ輝石やテフロ石を主とするマンガン鉱石が形成された後に 1) 早期に方鉛鉱，2) 中期～後期に黄銅鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，3) 後期に含銀鉱物の順に鉱石鉱物が晶出すると考えられる．この晶出順序は，含銀鉱物と同時期に産する黄銅鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱に少量の銀が含まれ，一方，含銀鉱物の晶出以前に産する方鉛鉱に銀が含まれないことでも支持される．

Keywords: Ichinosaka silver mine, native silver, argentite, canfieldite

Corresponding author: m.okatani@ube-ic.co.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

群馬県砥沢産の含砒素鉱物；自然砒、ズィーカ石など

山田　隆[1) 2)]，小菅康寛[1)]，藤原 卓[2)]，石橋 隆[2)]
（1. 鉱物同志会，2. 益富地学会館）

Arsenic-bearing minerals (arsenic, zýkaite) from Tozawa, Gunma Prefecture

T. Yamada*, Y. Kosuge (Friends of Mineral, Tokyo)
T. Fujiwara, T. Ishibashi (Masutomi Museum of Geo-science)

During investigating minerals from the old gold mine at Tozawa, Gunma Prefecture, we found arsenic and arsenopyrite in quartz vein with gold, stibnite, pyrite, realger. Also, arsenolite, kaňkite, zýkaite, pitticite, gypsum are found as secondary minerals. Zýkaite occurs as white earthy nodules composed of fine needles. Fe, As, S and O are detected by qualitative chemical analysis. X-ray powder diffraction profile shows good agreement with that of ICDD 29-695.

群馬県甘楽郡南牧村砥沢から自然砒が産出することは古くから知られているが、その産地の詳細や自然砒の産状、共出鉱物についてはほとんど知られていない．2007年より当産地を調査し、自然砒とともにいくつかの砒素を含む鉱物やアンチモンの硫化鉱物などを確認した．

産地は、秩父帯のチャートや粘板岩中に生じた熱水性の鉱脈で、産地の南側に見られる火成岩の貫入岩体に伴って生成したと考えられている．かつて金を目的に採掘されたとも言われる．

鉱脈中の鉱物には、自然砒、自然金、硫砒鉄鉱、輝安鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、鶏冠石、石黄、車骨鉱、安四面銅鉱、ジンケン鉱などがみられる．二次的に生成したと思われる鉱物として、方砒素鉱、カニュク石、ズィーカ石、ピッチ石?、石膏などを確認している．

今回はとくに、ズィーカ石（**zýkaite**）について外観や実験データなどを示す．

ズィーカ石；$Fe_4(AsO_4)_3(SO_4)(OH)\cdot 15H_2O$は1976年に国際鉱物学連合へ登録された鉱物でチェコのクトナー・ホラで発見された．鉱物名はチェコの鉱物学者、**Václav Zýka**博士にちなむ．

砥沢産のズィーカ石は、粘土中に生じた白色土状光沢の球体で、大きさは数ミリメートル内外である．白色の球体は太さ1マイクロメートル以下の微細な針状結晶の集合からなる．共出鉱物は石膏やカニュク石である．本邦では初めて確認された鉱物である．

X線粉末回折実験による主要回折値**(d/I)**は、**10.6(100), 7.33(9), 7.04(8), 6.55(8), 5.60(6), 3.82(4), 3.25(4), 2.99(3), 2.83(4)** と、**ICDD 29-695**に掲載されるチェコのクトナー・ホラ産ズィーカ石のデータと一致する．

EDSによる定性化学分析結果は、鉄、砒素、硫黄および酸素である．



Arsenic: showing metalic luster by cutting (55mm width).



Zýkaite: white nodules in clay (60mm width).

Keywords: Tozawa, arsenic, zýkaite, kaňkite
***Corresponding author: yamada@nms.ac.jp**

京都府和束町石寺産フーウェル石

白勢洋平（愛媛大・院理工）・鶴田憲次（京都芸大）・下林典正（京大・院理）

Whewellite from Ishidera, Wazuka, Kyoto Prefecture, Japan

Yohei Shirose* (Grad. Sch., Ehime Univ.), Kenji Tsuruta (Kyoto City Univ. Arts.),
and Norimasa Shimobayashi (Grad. Sch., Kyoto Univ.)

京都府和束地域には領家帯の花崗岩及び変成岩類が分布しており，和束町石寺の変成岩中の石英脈からは，初生的な燐灰石や灰重石の変質により形成された多様な燐酸塩鉱物，タングステン酸塩鉱物が産出する（鶴田ら，2008；Shimobayashi et al., 2012；白勢ら，2018；2019；2020；Morimitsu et al., 2021）。この石英脈からはシュウ酸塩鉱物であるウェッデル石が産出し（大西ら, 2011），今回，それに伴うフーウェル石（whewellite）を本邦からは初めて見出したので，これらのシュウ酸塩鉱物の産状及び鉱物学的性質を報告する。

フーウェル石は，$[Ca(C_2O_4) \cdot H_2O]$の理想化学組成で示され，ウェッデル石$[Ca(C_2O_4) \cdot (2+x)H_2O]$よりも含水量が小さい。いずれも地質学的過程においては堆積岩や石炭中からの産出が一般的だが，植物中や人間の腎結石等の生体鉱物としてもよく知られている。一方で，石寺のような熱水作用による形成メカニズムについては明らかにされていない。

石寺産フーウェル石は石英中のフッ素燐灰石変質部に形成されており，ウェッデル石，クランダル石ーフローレンス石を伴う。フーウェル石はフッ素燐灰石残晶の表面に分布し，肉眼的には白濁した塊状～膜状集合である。ウェッデル石は，フッ素燐灰石が溶解した空隙に多く分布し，ガラス光沢，透明の細粒結晶の集合である。SEM を用いた形態観察から，フーウェル石は幅 5 μm 程の板状結晶からなる約 20 μm の球状集合であることがわかり（Fig. 1a），約 50 μm の板状結晶であるウェッデル石に比べるときわめて細粒な結晶である。

SEM-EDS を用いた化学分析の結果，フーウェル石の平均化学組成は$(Ca_{0.97}Fe_{0.01}Al_{0.01})(C_2O_4)_{0.99}(PO_4)_{0.01} \cdot 0.94H_2O$ であった。しかしながら，ウェッデル石についても，計算から求めた H_2O の量は 1 に近くなり，両者を SEM-EDS による化学分析値から区別するのは困難であった。これはウェッデル石が真空中及び電子線損傷による脱水が顕著なためである。フーウェル石及びウェッデル石は鉄，リンを微量ながら含み，ウェッデル石では鉄，リンの含有量による組成ゾーニングが確認できた。微小部 XRD 実験の結果，石寺産フーウェル石の格子定数は a = 6.288(7), b = 14.57(1), c = 10.097(8) Å, β = 109.37(9)°, V = 873(1) Å^3 であり，PDF カード#01-087-2511 の合成フーウェル石の値とよく一致した。石寺産のシュウ酸塩鉱物の形成過程としては，はじめにフッ素燐灰石の割れ目に沿ってクランダル石-フローレンス石等の二次リン酸塩鉱物が形成され，その後，フッ素燐灰石の溶解に伴って，フーウェル石，ウェッデル石が溶解部に形成されている（Fig. 1b）。

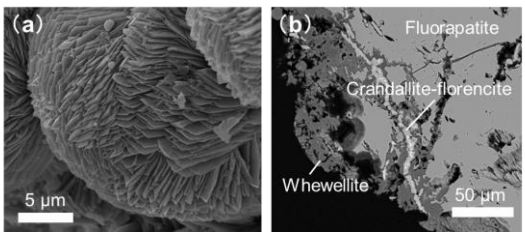


Fig. 1 (a) Spherical aggregates of platy whewellite. (b) BSE image of whewellite and crandallite-florencite.

Keywords: whewellite, weddellite, oxalates, hydrothermal alteration, Ishidera

*Corresponding author: shirose.yohei.eq@ehime-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

兵庫県生野鉱山産ザッカーニャ石の高水和物

大西政之*，下林典正 (京大・院理)，浜根大輔 (東大・物性研)，
小林祥一 (岡山理大・理)，久野　武 (関西学院大)

The higher hydrated analogue of zaccagnaite from the Ikuno mine, Hyogo Prefecture, Japan

Masayuki Ohnishi*, Norimasa Shimobayashi (Kyoto Univ.),
Daisuke Nishio-Hamane (ISSP, Univ. of Tokyo), Shoichi Kobayashi (Okayama Univ. of Sci.)
and Takeshi Hisano (Kwansei Gakuin Univ.)

兵庫県朝来市に位置する生野鉱山 (例えば，青木・吉川，2005) から，ハイドロタルサイトスーパーグループに属するザッカーニャ石 $Zn_4Al_2(OH)_{12}[CO_3]\cdot 3H_2O$ の高水和物に相当する鉱物を見出したので，その鉱物学的性質を報告する．

本鉱物は方解石の表面に “褐鉄鉱” を伴う皮膜として産出し，最大直径 80 μm，厚さ 3 μm の六角薄板状結晶の集合体をなす．肉眼的には淡青～淡青緑色で，真珠～ガラス光沢を呈する．モース硬度は約 1，劈開は {0001} に完全である．重液法による測定密度は 2.26(1) g/cm^3，計算密度は 2.17 g/cm^3 である．光学的には二軸性負，屈折率 $\omega = 1.547(3)$，$\varepsilon = 1.533(3)$ である．

TEM (200 kV) による電子回折 (SAED) パターンは，六方晶系または三方晶系の対称を示した．ディフラクトメーター (Cu*K*α 線，40 kV，160 mA) による粉末 X 線回折パターン [$d_{meas.}$ Å (*I*，*hkl*)] は，10.94 (100，003)，5.46 (27，006)，3.63 (15，009)，2.616 (4，012)，2.457 (4，015)，2.225 (2，018)，1.972 (2，01$\underline{11}$)，1.512 (2，113)，1.474 (1，116) で，ハイドロウッドワード石 (Witzke, 1999) とよく一致するが，ザッカーニャ石とは異なる．最小二乗法によって精密化した格子定数は $a = 3.058(2)$，$c = 32.63(9)$ Å で，本鉱物は空間群 *R*-3*m* のいわゆる “グローコセリン石型構造” であると推定される．

KBr 法による FTIR では，3443 cm^{-1} に O-H 伸縮振動，1642 cm^{-1} に H-O-H 変角振動，1400 cm^{-1} に CO_3，1119 cm^{-1}，984 cm^{-1} に CO_3 および SO_4 の伸縮振動，615 cm^{-1} に SO_4 変角振動による吸収が認められた．

化学分析は EPMA によって行った．本鉱物を炭素蒸着したのち WDS で定性分析を行ったところ，Zn，Cu，Al，S，O，C および少量の Si が検出され，原子番号が 5 以上の他の元素は検出されなかった．定量分析は EDS (15 kV, 0.8 nA, < 1 μm) によって行った．FTIR によって存在が確認された H_2O および CO_3 は，ハイドロタルサイト超族のストイキオメトリーから求めた．すなわち，H_2O は $2OH + 3x/2H_2O$ (層間水の最低値) として，CO_3 は電気的中性なるよう $M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2[A^{n-}]_{x/2}$ (M^{2+} = Zn，Cu ; M^{3+} = Al ; A^{n-} = CO_3，SO_4，SiO_4) として，それぞれ計算した．38 点の分析値は，ZnO 39.86 (34.53～44.81)，CuO 11.64 (8.38～16.81)，Al_2O_3 17.84 (15.30～21.10)，SO_3 3.95 (2.45～5.89)，SiO_2 0.74 (0.19～1.45)，$CO_{2\,calc.}$ 4.45，$H_2O_{calc.}$ 27.22，合計 105.70 wt%である．合計が高いのは，電子線照射による脱水の影響とみられる．S および少量の Si は常に検出され，BSE 像では他の相は認められなかったことから，層間アニオンとして含まれていると考えられる．Zn + Cu + Al = 6 *apfu* として計算した実験式は，$(Zn_{2.98}Cu_{0.89})_{\sum 3.87}Al_{2.13}(OH)_{12.00}[(CO_3)_{0.62}(SO_4)_{0.30}(SiO_4)_{0.07}]_{\sum 0.99}\cdot 3.19H_2O$ である．本鉱物は希塩酸に発泡しながら容易に溶ける．

本鉱物の理想化学式は $Zn_4Al_2(OH)_{12}[CO_3]\cdot nH_2O$ ($n > 3$) と示すことができ，ザッカーニャ石の高水和物およびグローコセリン石の CO_3 置換体に相当するハイドロタルサイトスーパーグループの一員であると考えられる．このような鉱物種は，これまでに知られていない．

Keywords: zaccagnaite, glaucocerinite, hydrotalcite supergroup, Ikuno mine
*Corresponding author: czshh118a@yahoo.co.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

大佐山ヒスイ輝石岩から見いだされた松原石、蓮華石、セリウムトルネボム石、および稀少・未詳鉱物について

浜根大輔*(東大・物性研), 田邊満雄

Matsubaraite, rengeite, törnebohmite-(Ce) and rare minerals in Osayama jadeitite

Daisuke Nishio-Hamane* (ISSP, Univ. of Tokyo), Mitsuo Tanabe

松原石および蓮華石は新潟県糸魚川地域のヒスイ輝石岩転石から新種として発見された鉱物であり、ともにチェフキン石族のペリエル石亜族に分類される。理想組成は$Sr_4Ti_5O_8(Si_2O_7)_2$（松原石）および$Sr_4Ti_4ZrO_8(Si_2O_7)_2$（蓮華石）であり、いずれも単斜晶系（$C2/m$もしくは$P2_1/a$）においてa = 14, b = 5.7, c = 12 Å, β = 114°程度の格子を基本とするが、蓮華石についてはc軸が約2倍長となる直方晶系の多形が知られている。セリウムトルネボム石は接触変成を受けた石灰岩が主体のBastnäs鉱山（スウェーデン）を模式地とし、$Ce_2Al(SiO_4)_2(OH)$を理想組成とする。このたび新たに見出した岡山県大佐山のヒスイ輝石岩からこれら三種を組成分析と透過電子線回折によって同定し、さらに数々の稀少鉱物や未詳鉱物を見出したのでまずはその概要を報告する。

本研究で見出したヒスイ輝石岩は角閃石脈が生じており、チタン石に覆われた褐色のルチルを多く伴う。ルチルには裂傷が発達しており、その裂傷が松原石やSr-Ba系鉱物によって充填される。蓮華石はルチル中の裂傷ではなく、チタン石中に生じるほか、角閃石脈とはやや離れた個所に蓮華石（コア）＋チタン石（リム）集合として点在することが多く、柱状の単結晶が単独で産出することもある。松原石は最大で30μm程度であるが、蓮華石は最大300μmの結晶を確認している。セリウムトルネボム石は淡い緑黄色を呈する2-3mmの板状集合体が角閃石脈に認められるほか、灰褐色のモナズ石や褐簾石を覆う産状がある。いずれも個々の結晶は不定形で、最大でも30μm程度となっている。

そのほかに確認された稀少鉱物にタウソン石（Tausonite: $SrTiO_3$）、ヘンリーマイヤー石（Henrymeyerite: $Ba(Ti_7Fe^{2+})O_{16}$）、ストロナルス石（Stronalsite: $Na_2SrAl_4Si_4O_{16}$）、スローソン石（Slawsonite: $Sr(Al_2Si_2O_8)$）、シャンド鉱（Shandite: $Ni_3Pb_2S_2$）があり、特にタウソン石は桃色で100μm程度の結晶として産出し、多数の結晶粒がルチルーチタン石集合を取り巻くことがある。その他、$X_2Ti_3Si_2O_{11}(OH,Cl)_2$ (X = Sr, Ba) および$Sr_5(PO_4)_3(OH)$の組成を示す未詳鉱物が確認された。

松原石は$Sr_{4.04}Ti_{4.98}(Ti_{0.27}Si_{3.73})_{\Sigma4}O_{22}$（O = 22で規格化）となり、Siサイトにややが置換されるものの不純物をほぼ含まない。電子線回折図形は直方晶系（$Pbca$: a = 14, b =5.7, c =22 Å）で指数付けされ、松原石にも蓮華石と同様に直方晶系多形が存在することが明らかとなった。従来の単斜晶相は回折図形には出現しないものの、高分解能像では存在がわずかに観察された。

蓮華石は$Sr_{4.02}(Ti_{4.18}Zr_{0.81})_{\Sigma4.99}(Ti_{0.13}Si_{3.87})_{\Sigma4}O_{22}$（O = 22で規格化）で松原石と同様にSiサイトにややTiが置換されるものの不純物をほぼ含まない。電子線回折図形は$C2/m$の単斜晶系を示し、[010]と[0-10]の回折が混在する。構造を考慮すると(001)面上のTiO_6八面体層を挟んで軸が反転すると考えられる。なお直方晶系多形は蓮華石からは検出されなかった。

セリウムトルネボム石は$(Ce_{0.90}La_{0.56}Nd_{0.28}Sr_{0.18}Sm_{0.04}Ca_{0.03}Th_{0.02})_{\Sigma2.01}(Al_{0.97}Si_{2.03})_{\Sigma3}O_{7.88}(OH)_{1.12}$（Al+Si = 3で規格化）の組成で、電子線回折図形はa = 7.4, b = 5.7, c = 17 Å, β = 112° ($P2_1/c$)で指数付けが可能であった。本鉱には超周期構造などは特に観察されていない。

Keywords: matsubaraite, rengeite, törnebohmite-(Ce), jadeitite, Osayama
*Corresponding author: hamane@issp.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

愛媛県松山市忽那山から産する石榴石の記載鉱物学的研究

大嶋正太（愛媛建設コンサルタント）・白勢洋平（愛媛大・院理工）

Mineralogy of garnet from Mt. Kutsuna, Matsuyama, Ehime Prefecture

Shota Oshima* (Ehime Kensetsu Consultants Co.,Ltd) and Yohei Shirose (Grad. Sch., Ehime Univ)

1：はじめに 忽那山は、愛媛県松山市北吉田町に位置し、古くより石榴石の産出で知られる。忽那山西海岸から産出する石榴石は色・粒径・形など多様な特徴を示すが、詳細な記載や成因の議論などは行われていない。また、忽那山を含む領家帯南限付近の松山市周辺の変成岩についてもその成因について議論があるものの未だ明らかではない（野戸, 1977 など）。本研究では忽那山の地質と石榴石の記載を行い、石榴石の成長過程を調べることでホルンフェルスが源岩からどのような変成作用を受けて形成されたのか明らかにすることを目的とする。

2：地質概説 忽那山西海岸は角閃岩、アプライト脈、破砕帯、泥質・砂質ホルンフェルスの大きく分けて 4 種の岩石で構成され、石榴石は主に泥質・砂質ホルンフェルスから産し、黒・灰・赤・桃・橙色の石榴石を確認できた。泥質・砂質ホルンフェルスは優黒色と優白色の層が互層となり、互層に沿い石榴石が局所に分布している。また泥質・砂質ホルンフェルス中には菫青石仮晶のイライト（桜石）が確認できた。

3：実験方法 組織観察及び化学分析には愛媛大学設置の EDS 装着した JEOL 製走査型電子顕微鏡 JSM-6510LV と、鉱物種同定にリガク製粉末 X 線回折装置 UltimaIV を用いた。

4：結果・考察 忽那山の石榴石（$X_3Al_2Si_3O_{12}$）は *X* 席に Fe・Mn・Mg・Ca が含まれ、Fe・Mn に富み、鉱物種としてはほとんどが鉄礬石榴石で、一部満礬石榴石となる。いずれもコアからリムにかけて Fe・Mg の増加に伴い Mn が減少する傾向にある。Ca、Mg の含有量はほとんどの石榴石が Ca＜0.17、Mg＜0.40（*apfu*）であるが、0.40＜Ca＜0.60（*apfu*）となる黒色の石榴石も確認できた。包有物・共生鉱物に違いが見られ、赤・桃・橙色のものは包有物が黒・灰色のものと比べ少なく、黒雲母、チタン鉄鉱、石英を主として含んでいる。共生鉱物として緑色の黒雲母・緑泥石を伴う場合がある。灰色のものはコアに包有物が多く、チタン鉄鉱、フッ素燐灰石、石英を含むが、リムにはほとんど含まれない。黒色のものはリムまで包有物が多く、チタン鉄鉱、石英、鉄珪輝石を含み、共生鉱物として鉄直線石を含む。また黒雲母-石榴石温度計を用いて温度推定を行った結果、約 510～620℃の熱変成作用をホルンフェルスの源岩が受けたと推定され、さらに岩体の南から北にかけて変成温度が下がる。包有物量の異なる石榴石のコアリム構造や組成の違い、同じ岩体内でも温度分布があることから、忽那山の石榴石を含むホルンフェルスは源岩が複数回変成を受けたものと考えられる。

Keywords: garnet, Mt. Kutsuna, spessartine, almandine, garnet-biotite geothermometer

*Corresponding author: diarusappeme7310035@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

山口県長門市津黄安山岩に産する沸石類の産状

永嶌　真理子（山口大学・創成科学），西岡　美結（山口大学・理）

Occurrence of zeolites in Tsuo andesite from Nagato City, Yamaguchi Prefecture, Japan

Mariko Nagashima* and Miyu Nishioka (Yamaguchi Univ.)

山口県長門市油谷津黄に分布する津黄安山岩には沸石類をはじめとする晶洞鉱物については，渋谷・原田(1988)，渋谷(1991)によって産出鉱物種が示されるにとどまっており，それらの分布，産状，化学的特徴，形成プロセスは検討されていない．本研究では津黄安山岩分布域における沸石を主とする晶洞鉱物の産状や分布，鉱物組合せや化学的性質から形成条件やプロセスを検討する．また津黄より西 6 km の川尻に分布する大津玄武岩中からも晶洞鉱物が報告されているが(髙橋・永嶌, 2013)，その特徴はかなり異なるため両者を比較することで生成に係る条件の違いなどを考察する．

津黄海岸から黄波戸口にかけて広く分布する津黄安山岩は岩石学的特徴から上部・中部・下部安山岩に分けられ(今岡ほか, 2012)，沸石類は津黄海岸付近にのみ産出し，基底礫岩の直上の下部安山岩，無斑晶質安山岩からなる中部安山岩，さらに中部と上部安山岩を境する安山岩礫層(今岡・尾崎, 2006)中の安山岩礫から見出される．安山岩礫は無斑晶質である中部安山岩由来と考えられる．下部安山岩では数 mm～10 cm の晶洞中に石英や沸石類が産するが，中部安山岩では方解石や沸石類が網状に発達する．安山岩礫には沸石によって充填された数 mm 径の晶洞が多数存在する．

Keywords: Zeolite, Tsuo andesite, Stilbite, Heulandite

*Corresponding author: nagashim@yamaguchi-u.ac.jp

束沸石は下部安山岩で最も卓越し，上部安山岩や安山岩礫には認められない．晶洞は，ソーダ束沸石のみが充填するもの，壁面から内部にかけて灰束沸石～ソーダ沸石に変化するもの，濁沸石が壁面に産した後に内部を束沸石が充填するものがある．濁沸石と同一晶洞内に共生する束沸石は中心部で Ca に富み，縁部では Na, K に富む．K に富む部分は“カリ束沸石”に相当するものがみられる．束沸石中の交換性陽イオンは $Ca \leftrightarrow 2(Na^+ + K^+)$の置換関係を示す．

中部安山岩や安山岩礫中では，輝沸石やモルデン沸石が卓越する．輝沸石のみ，モルデン沸石のみが充填する晶洞に加え，晶洞壁面から自形～半自形柱状結晶の輝沸石が発達し，晶洞内部の空隙を繊維状のモルデン沸石が充填するものがある．輝沸石は主に灰輝沸石であるが，一部 Na に富む．

本地域の沸石は低 Si タイプから高 Si タイプに変化する．いずれの産状でも先に晶出した沸石は Ca に富み，後に晶出した沸石は Na や K に富む．沸石は約 250 ℃から 50 ℃に温度が低下する過程で晶出したと考えられる(Chipera and Apps, 2001)．また輝沸石が主に産する中部安山岩中の沸石類の方が，束沸石を主とする下部安山岩の沸石類よりやや高温の熱水が作用することにより形成したと考えられる．

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ボニナイトの変質およびその空隙中に産する phillipsite

井上裕貴(九大)、島田和彦(九大)、安井万奈(早大)、山﨑淳司(早大)、
萩谷宏(都市大)、石橋純一郎(神戸大)、赤木右(九大)、

Alteration of boninite and the phillipsite formed in its amygdale

Yuki Inoue* (Kyushu Univ.), Kazuhiko Shimada (Kyushu Univ.), Mana Yasui (Waseda Univ.),
Atsushi Yamazaki (Waseda Univ.), Hiroshi Hagiya (Tokyo City Univ.),
Jun-ichirou Ishibashi (Kyushu Univ.), Tasuku Akagi (Kyushu Univ.)

1.はじめに　ボニナイトは Mg、Cr、Ni に富み液相濃集元素に乏しい安山岩で、olivine, clinoenstatite, enstatite, augite, Cr-spinel からなるガラス質の岩石である。ボニナイトの空隙を充填する形で多様な沸石が産出することが Nishido (1982)、Fujita et al(2016)らによって報告されている。一方、ボニナイトは岩石記載的に plagioclase を含まないとされており、plagioclase の分解に伴って沸石が形成されるとする一般的な形成過程を考えることが難しい。本研究では、ボニナイトのガラス質部分に着目し、その化学組成から沸石形成過程を議論する。

2.手法　本研究で解析を行った試料は、小笠原諸島父島宮之浜に分布するボニナイトである。各鉱物相の解析は偏光顕微鏡による観察と XRD により行った。化学組成に関しては EPMA を用いて定量した。

3.結果　沸石を含むボニナイトは主に clinoenstatite, enstatite, augite の斑晶を持つガラス質の岩石であり、変質鉱物として analcime と smectites を含んでいた。ボニナイトの空隙中に産出した鉱物は phillipsite, apophyllite, smectites であった。空隙の周縁部には smectite が内部の phillipsite を囲むように産出していた。一部の空隙中には phillipsite と apophyllite の共生が認められた。

さらに本研究で着目した空隙中の phillipsite については晶癖が異なる 2 つのタイプが認められた。中心部は乳白色、球状で非晶質～微細結晶の集合体であり、その外側は無色透明の結晶成長組織を持つ自形結晶であった。両者は化学組成も異なっており、中心部の Na/K モル比は 2.13 であるのに対して、その外側は 1.55 であった。また Si/Al モル比も異なっており、中心部は 2.71 であり、その外側は 2.8 であった。

4.考察　宮之浜のボニナイト空隙中に見られる phillipsite および smectites は海水中の Na、Mg、K と volcanic glass が反応に関与したものであり、順序に関しては 2 次変質鉱物である smectites を形成した後に phillipsite が生成したと考えられる。また、ボニナイトに斑晶として含まれる clinoenstatite, enstatite および augite はこれらの空隙中の smectite および phillipsite の生成には関与していなかったと推察される。

Keywords: Zeolite, Phillipsite, Boninite

*Corresponding author: inoue.yuki.564@s.kyushu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

島根半島古浦ヶ鼻の熱水変質玄武岩中に産する二次鉱物とその生成プロセスについて

伊藤修一，永嶌真理子（山口大・創成科学）

Formation process of secondary minerals in hydrothermally altered basalt from Kouragahana, Shimane Peninsula, Japan

Shuichi Ito*, Mariko Nagashima (Yamaguchi Univ.)

島根半島に広く分布する新第三系には多くの中間質~苦鉄質貫入岩が存在し，その一部は熱水変質作用を被る．その結果，晶洞や脈中に鉄に富むぶどう石やパンペリー石などの二次鉱物が産する (Kano et al., 1986)．古浦ヶ鼻地域からは，バビントン石(野村ほか，1984)，ジュルゴルド石 (松原ほか，1992)，著しく Fe に富むぶどう石 (加藤ほか，1992)が報告されている．Akasaka et al. (2013)は，晶洞と脈に産する二次鉱物の組み合わせが異なることを指摘した．しかし，鉱物組合せと生成条件の関係は詳細に明らかになっていない．したがって本研究は，古浦ヶ鼻地域に産する二次鉱物の組合せを検討し，それらの化学的特徴の違いに基づき，生成プロセスを解明することを目的とする．

古浦ヶ鼻地域の変玄武岩は枕状溶岩の形態を成し，その空隙に二次鉱物が発達する．観察の結果，二つの異なる産状 (A, B)が見出された．産状 A では枕状溶岩内部の空隙に主にパンペリー石とぶどう石が産する．産状 B では，枕状溶岩同士の間隙を主にぶどう石から成る灰色部が充填し，少量のバビントン石，トムソン沸石を伴う．灰色部のぶどう石は極細粒で結晶性の低いコアを持つ．また，バビントン石はセクターゾーニングを有する．いずれも急冷により形成したと考えられる．二次鉱物の晶出順序は，産状 A では早期~中期にかけてパンペリー石，チタン石，ぶどう石，産状 B ではぶどう石，アンドラダイト，ヘデンベルグ輝石，バビントン石，トムソン沸石が晶出し，後期には両産状で方解石が空隙を充填する．また，産状 B では後期に緑簾石とジュルゴルド石を含む脈やフェリぶどう石から成る脈も見られる．図 1 に示すように，ぶどう石の Fe 含有量は産状ごとで異なり，産状 A のぶどう石に比べ (0.7-8.7 wt.% Fe_2O_3)，産状 B のぶどう石の方が鉄に富む (3.8-15.1 wt.% Fe_2O_3).

これらのことから，本地域では枕状溶岩の間隙を通って熱水が侵入し，母岩と熱水が反応することで空隙にパンペリー石が晶出，その後熱水中の Fe 含有量の減少及び温度低下に伴ってぶどう石が晶出した (産状 A)．さらに，海水が流入することで相対的に低温な熱水からは初期に鉄に富むぶどう石が晶出，その後温度低下に伴いバビントン石，トムソン沸石が晶出した (産状 B)．このように，局所的な生成条件の違いは枕状溶岩という母岩の構造に起因する．

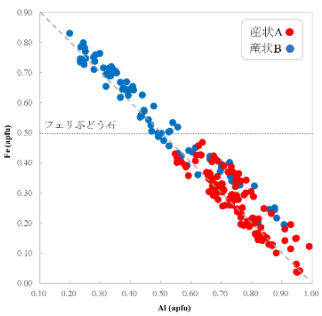


図 1. 各産状におけるぶどう石の Fe-Al 置換関係

Keywords: prehnite, pumpellyite, ferriprehnite, babingtonite, Kouragahana

*Corresponding author: a036vcu@yamaguchi-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R5：地球外物質

2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R5：地球外物質

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[R5P-01] シリカ鉱物の産状に基づくダイオジェナイトの熱・衝撃史

「発表賞エントリー」

*金丸 礼[1]、山口 亮[1,2]、今栄 直也[1,2]、竹之内 惇志[3] (1. 総研大、2. 極地研、3. 京都大学)

シリカ鉱物の産状に基づくダイオジェナイトの熱・衝撃史

金丸 礼(総研大)*, 山口 亮, 今栄 直也(極地研), 竹之内 惇志(京都大学)

Thermal and shock history of diogenites on the basis of the occurrence of silica minerals

Rei Kanemaru (SOKENDAI)*, Akira Yamaguchi, Naoya Imae (NIPR), Atsushi Takenouchi (Kyoto univ.)

序論：HED 隕石の一グループであるダイオジェナイト隕石は、直方輝石と副成分鉱物(斜長石、シリカ鉱物、クロマイトなど)から構成される集積岩であり、小惑星の下部地殻物質に由来すると考えられている。最近、ユークライト隕石中のシリカ鉱物に関する岩石学的な理解が進み、シリカ鉱物が隕石母天体における熱・衝撃史の指標として利用可能なことが示唆されている[e.g., 1, 2]。一方で、ダイオジェナイトのシリカ鉱物の産状に注目した研究はあまり行われていない[3]。そこで本研究では、ダイオジェナイト中のシリカ鉱物の産状を詳細に調査した。

試料と分析手法：ダイオジェナイト試料として非角礫岩（NWA 7831, NWA 8043, NWA 8107）、角礫岩（NWA 4965, NWA 8703, Bilanga）、および再結晶化した試料(Tatahouine, Y 002875, Y-74013)を用いた。試料の観察およびシリカ鉱物の相同定には、国立極地研究所の光学顕微鏡、Chroma CL および顕微ラマン分光装置を用いた。

結果と考察：本研究で用いたダイオジェナイトすべてにシリカ鉱物を見出した(<~1 %)。ダイオジェナイトに産するシリカ鉱物として、(MC-, PO-)トリディマイト、クリストバライト、石英を同定した。これらシリカ鉱物は主に直方輝石の粒子間に短く脈状に産する。試料ごとのシリカ鉱物の組み合わせは、ダイオジェナイトの岩石学的特徴との密接な関連を示した。非角礫岩で波状消光を示さない試料では、MC トリディマイトが少量のクリストバライトと共存した。角礫岩で弱い波状消光幅(~5º)を示す NWA 8703 では、MC トリディマイトに加え、石英や PO トリディマイトが共存した。一方、強い波状消光幅(~15º)を示す Bilanga と NWA 4965 では、ほぼ全てが石英であった。再結晶化した試料では、(MC-, PO-)トリディマイトとクリストバライトが共存した。

ダイオジェナイトがマグマから固化する際の温度圧力条件において、マグマから最初に結晶化するシリカ鉱物はクリストバライトであり、さらに冷却の過程でトリディマイト(PO から MC)へと相転移すると考えられる。クリストバライトや PO トリディマイトの存在は、これらダイオジェナイトが非平衡状態であることを示し、ソリダス温度付近から玄武岩質ユークライトに匹敵する急冷過程を経験していることが示唆される[1]。

ダイオジェナイトの波動消光の角度幅増加に伴い石英が増加するという観察は、石英が二次的に生成されたことを示唆する。ユークライトでは、衝撃変成度 C 以上の試料においてトリディマイトから石英へと転移した組織が観察されており[2]、これら試料と比較すると~10 GPa からそれ以上の衝撃圧力を経験したことが示唆される。

ダイオジェナイトはマグマから固化後に複雑な変成史を経験している。本研究では、シリカ鉱物の産状がダイオジェナイトの変成史を読み解くための重要な指標であることを示した。本研究から、より詳細な母天体地殻モデルが形成されることが期待される。

参考文献：[1] Ono H. (2020) 博士論文(東京大学) [2] Kanemaru R. et al. (2021) JPGU, PPS07-14. [3] Benzerara k. et al. (2002), *Am. Mineral*, 87, 1250-1256.

Keywords: Diogenite, Silica mineral
*Corresponding author: kanemaru.rei@nipr.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質 学会 との共催 セッション)

2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R7：岩石・鉱物・鉱床 (資源地質 学会 との共催 セッション)

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[R7P-01] 北海道神居古潭帯に産する高枯渇度カンラン岩の成因とその形成場の検討

「発表賞エントリー」

*西尾 郁也[1]、森下 知晃[1]、板野 敬太[1]、田村 明弘[1]、市山 祐司[2]、高見澤 駿[2]、荒井 章司[1] (1. 金沢大学、2. 千葉大学)

9:30 ~ 18:30

[R7P-02] 秋田県荒川鉱山産燐銅鉱の産状及び形成機構

*鈴木 照洋[1]、藤巻 勇帆[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・国資)

9:30 ~ 18:30

[R7P-03] 南アフリカ共和国ブッシュフェルト貫入岩体東部における斑点状アノーソサイトの結晶粒径分布解析

*吉田 柊平[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大・国際資源)

9:30 ~ 18:30

[R7P-04] 西南日本の熱変成蛇紋岩における滑石の組成多様性

宮本 大輔[1]、*野坂 俊夫[1] (1. 岡山大・理)

9:30 ~ 18:30

[R7P-05] **茨城県妙見山リチウムペグマタイトに産する電気石の化学組成**

*石澤 ほたか[1]、越後 拓也[1]、渡辺 寧[1] (1. 秋田大院・国資)

北海道神居古潭帯に産する高枯渇度カンラン岩の成因とその形成場の検討

西尾郁也*(金沢大)，森下知晃(金沢大)，田村明弘(金沢大)，板野敬太(金沢大)，市山祐司 (千葉大)，高見澤駿(千葉大)，荒井章司(金沢大)

The formation of ultra-refractory peridotite from the Kamuikotan belt, Hokkaido

Ikuya Nishio*(Kanazawa Univ.), Tomoaki Morishita (Kanazawa Univ.), Akihiro Tamura (Kanazawa Univ.), Keita Itano (Kanazawa Univ.), Yuji Ichiyama (Chiba Univ.), Shun Takamizawa (Chiba Univ.), Shoji Arai (Kanazawa Univ.)

白亜紀島弧下のスラブ―マントル断片であると考えられている北海道神居古潭帯には変成岩の他に超苦鉄質岩（以下カンラン岩と呼ぶ）が露出している(竹下他, 2018)．その中でも鷹泊・幌加内カンラン岩体はカンラン石の高い Fo 値(>92)とスピネルの Cr#(>0.6)から高枯渇度の溶け残りカンラン岩であると解釈されている(田村他, 1999)．本研究では鷹泊・幌加内カンラン岩の構成鉱物の主要・微量元素組成を用いて高枯渇度カンラン岩の成因の再検討を行い，高枯渇度カンラン岩の形成機構の制約を試みる．

鷹泊・幌加内カンラン岩体は主にハルツバージャイトとダナイトから成り，ダナイトはしばしばハルツバージャイト中に数~数十 cm の薄層として観察される．ダナイトはカンラン石の他に細粒の直方輝石，スピネルを含み，スピネル中の包有物として角閃石が観察される．ハルツバージャイトは粗粒なカンラン石と比較的粗粒な直方輝石からなり，まれに直方輝石の周囲に細粒の単斜輝石が観察される．

ハルツバージャイト中のカンラン石と直方輝石の Y, Ti 濃度は低く，スピネルの Cr# と逆相関を示す．さらに Shaw (1970)の分別融解モデルと整合的であり，ニューカレドニアの高枯渇度カンラン岩の直方輝石の濃度より低い (Xu et al., 2021)．つまり鷹泊・幌加内ハルツバージャイトは世界屈指の高枯渇度溶け残り岩であることが示唆される．

一方で，直方輝石の Zr, Sr 濃度は分別融解モデルでの Y, Ti 濃度の枯渇度に対応する Zr, Sr 濃度に対して高いことから物質の流入が示唆される．そこで Ozawa and Shimizu (1995)の開放的融解モデルを用いて溶融過程を検証した．ハルツバージャイト中の直方輝石の微量元素組成は，Depleted MORB Mantle (Workman and Hart, 2005)から 15% の分別融解，続いてスラブ流体(Bizmis, 2000)の流入による開放的融解(>10%)により再現される．このことから鷹泊・幌加内高枯渇度カンラン岩は Umino et al. (2015)で提唱される様な沈み込み初期にメルト成分に枯渇したカンラン岩がさらに含水下にもたらされることで再び融解されたことが示唆される．

ダナイト中のカンラン石はハルツバージャイト中のカンラン石に比べ Ti 濃度が僅かに高いことから枯渇メルトー枯渇岩石相互反応によって形成されたと考えられる．

Keywords: Ultra-refractory, Peridotite, Mantle, Olivine, Orthopyroxene
*Corresponding author: ikuya240@kanazawa-u.ac.jp

秋田県荒川鉱山産燐銅鉱の産状及び形成機構

鈴木 照洋・藤巻 勇帆・越後 拓也・渡辺 寧（秋田大・国際資源）

Occurrence and formation mechanism of libethenite from Arakawa mine, Akita prefecture, Japan

Teruhiro Suzuki*, Yuho Fujimaki, Takuya Echigo, Yasushi Watanabe（Akita Univ.）

燐銅鉱［$Cu_2PO_4(OH)$］は銅を含む含水リン酸塩鉱物であり，銅鉱石の変質に伴う二次鉱物として産出する．世界的にも産出は少なく，国内では秋田県の荒川鉱床及び滋賀県の灰山のみである．

荒川鉱床は，秋田県大仙市に位置する鉱脈型銅鉱床である．地表付近の鉱石は天水による酸化作用により，赤銅鉱や自然銅，孔雀石を始めとした二次鉱物が多く産する．荒川鉱床産燐銅鉱の記載は若林（1903）が最初のものであるが，産出は日三市鉱山（荒川鉱床群の一部）の奥鏑である．また，丹羽（2009）によって荒川鉱床嗽沢のズリより燐銅鉱が産したことが報じられている．このように，荒川鉱床での燐銅鉱の産出は以前より知られているが，捨石場より発見されたものが主であり，詳細な産状記載や形成過程についての考察はなされていない．今回，多量の燐灰石と燐銅鉱が共存する試料や燐銅鉱の産状が明確に分かる試料を荒川鉱床嗽沢奥鏑より産した鉱石から発見したので，その産状記載と化学分析結果にもとづき，荒川鉱床での燐銅鉱の形成過程を議論する．

鉱石試料のスラブ観察および薄片観察の結果から，荒川鉱床における燐銅鉱の産状を以下のように分類した．(A) 鉱脈の晶洞中に晶出した多孔質塊状燐灰石の空隙及び燐灰石を交代し産する燐銅鉱（Fig. 1），(B) 二次的に破砕された櫛葉状石英の割れ目や晶洞中に晶出する燐銅鉱（Fig. 2），の 2 タイプである．A，B タイプともに燐銅鉱は母岩（石英，燐灰石，珪化岩）に直接接して晶出し，褐鉄鉱との共沈は認められない．塊状燐灰石は 0.1mm～0.5mm 程度の細粒な結晶が集合し，1～3cm 程度のレンズ状の空隙を伴い，累皮状の構造を呈する．空隙内には 1～5mm 程度の重晶石が晶出している．

A タイプの燐銅鉱は燐灰石の一部を燐銅鉱が交代していることから，初生的に形成した燐灰石と，銅を多く含む天水との反応によって燐銅鉱が晶出したことを示す．

B タイプのものは A タイプの燐銅鉱が形成する過程で溶出した，燐と銅に富んだ天水から直接晶出したことを表す．

以上のことから荒川鉱床の燐銅鉱は酸性で銅に富む天水と脈中の燐灰石が反応し形成したと考えられる．

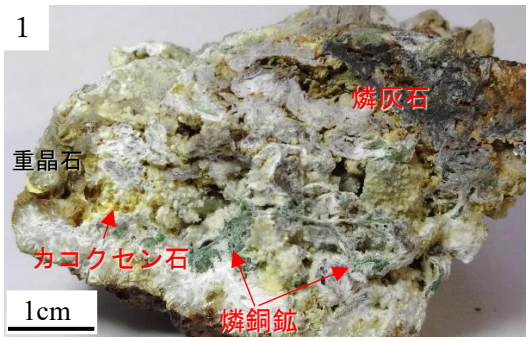




Fig. 1　燐灰石を一部交代して産する燐銅鉱（A タイプ）．塊状燐灰石の一部を交代するように燐銅鉱が晶出している．また同じくリン酸塩鉱物であるカコクセン石が晶出している．

Fig. 2　石英の割れ目に晶出する燐銅鉱（B タイプ）．燐銅鉱近縁の石英は褐鉄鉱の被膜が少ない．

Key words: 燐銅鉱　燐灰石　荒川鉱床　二次鉱物　二次富化作用

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

南アフリカ共和国ブッシュフェルト貫入岩体東部における斑点状アノーソサイトの結晶粒径分布解析

吉田柊平・越後拓也・渡辺寧（秋田大・国際資源）

Crystal size distribution analysis of mottled anorthosite in the Bushveld Complex, South Africa

Shuhei Yoshida*, Takuya Echigo, Yasushi Watanabe (Akita Univ.)

南アフリカ共和国Tweefontein地域には，ブッシュフェルト層状貫入岩体の層状構造に非調和的に貫入する超塩基性岩が分布する．この超塩基性岩は単斜輝岩であり，Rustenburg Layered Suite (RLS) のUpper Critical Zone で母岩のアノーソサイトに鉛直方向に貫入している．このアノーソサイトは白色で斜長石からなる部分に黒色の粒径1mmから数cmの輝石をまだら模様に含んでいる．このような岩相はRLSの広範囲にわたって産出しているが，その成因は明らかになっていない．本研究では，Tweefontein地域の斑点状アノーソサイトに対して鉱物の同定および産状記載，SEM-EDS分析，斜長石に対する粒径分布図 (CSD)を作成し斑点状組織の形成過程を考察した．

斑点状アノーソサイトは完晶質であり，白色部分は自形~半自形で数mmスケールの斜長石からなる．黒色の斑点部分は数cmスケールのものと数mmスケールのものに大別でき，数cmスケールの斑点は他形の単斜輝石からなり，それらは自形~半自形の斜長石を内包する．数mmスケールの斑点は他形の斜方輝石からなり，それらは自形~半自形の斜長石を内包する．SEM-EDS分析の結果，基質を構成する斜長石と輝石に内包される斜長石のAn# はどちらも75-80%程度であり大きな差異は見られなかった．

斜長石結晶のCSDは極大値をもつ上に凸の分布を示した (Fig.1)．このような傾向は，溶融ー再結晶作用によって微細な結晶が消失することで生じると考えられる．基質部分の斜長石と輝石結晶内の斜長石の組成に差異が見られないことから，本研究で分析した斑点状アノーソサイトは，溶融ー再結晶作用やアニーリング等の影響を受けて形成した可能性が高い．前述のとおり，この斑点状アノーソサイトには超塩基性岩体が貫入していることから，高温の未分化メルトと母岩のアノーソサイトが反応し，アノーソサイトが部分的に溶融して結晶化した際に斑点状組織が形成されたと考えられる．

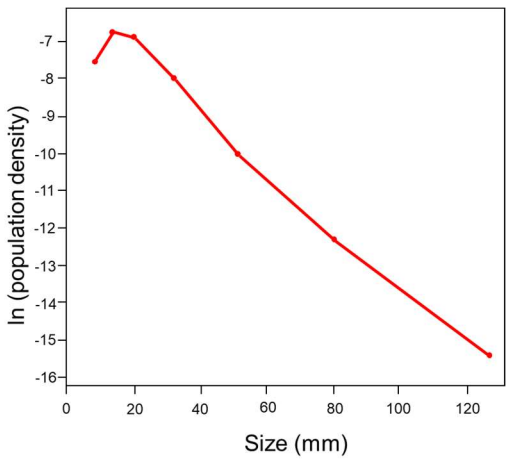


Fig.1 Tweefontein産斑点状アノーソサイト中の斜長石結晶のCSD図

Key words: Bushveld complex, mottled anorthosite, crystal size distribution
Corresponding author: nadegata@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

西南日本の熱変成蛇紋岩における滑石の組成多様性

宮本大輔・野坂俊夫*（岡山大）

Compositional variation of talc in thermally metamorphosed serpentinites from SW Japan

D. Miyamoto and T. Nozaka* (Okayama Univ.)

Abstract: Talc is the physically weakest among common minerals in metaperidotitic rocks and could significantly affect the physical properties of lithospheric mantle. Physicochemical conditions for its formation are, therefore, essential for modeling tectonic processes involving mantle rocks. To obtain some constraints on the formation conditions, we analyzed chemical compositions of talc and associated minerals in thermally metamorphosed serpentinites from SW Japan. Obtained compositional variations of talc suggest mechanical mixing between phyllosilicates. Talc-chlorite and talc-serpentine mixture looks a characteristic product by prograde and retrograde metamorphism, respectively. Talc itself has a chemical variation suggestive of the replacement of Si by Na and Al in its crystal structure.

変成かんらん岩および蛇紋岩に頻繁に産する滑石は，物理的強度が小さいため，かんらん岩の物性に大きく影響する。上部マントルのテクトニクスを議論するためには，その生成条件の正しい理解が必要である。滑石は一般に純粋なMg端成分に近い組成を持っており，単純系での相平衡条件が適用できるため，組成に関する研究例は少ない。しかし幾つかの蛇紋岩試料を予察的に分析したところ，理想組成から大きく外れている滑石が見つかった。これが一般的な現象ならば，滑石の生成条件を見直す必要があるかもしれない。そこで変成分帯の確立している熱変成蛇紋岩体中の滑石の組成を詳しく調べた。

西南日本の蛇紋岩体は花崗岩の貫入によって熱変成作用を受けており，変成度によって五つの帯に分帯できる(Nozaka, 2003: Am. Mineral.; Nozaka, 2011: Jour. Met. Geol.)。このうち III 帯と V 帯はそれぞれ，昇温変成作用で生じた滑石＋かんらん石，および直方輝石＋かんらん石で特徴づけられる。これらに加えて両帯ともに広範囲にわたって Ca 角閃石と緑泥石が産する。一方，後退変成作用によって生じた鉱物として，V 帯では直方輝石を置換する滑石とかんらん石を貫く蛇紋石脈が，また III 帯ではかんらん石を貫く蛇紋石脈が鏡下で認められる。これらのフィロ珪酸塩鉱物を EPMA で分析したところ，次のような結果が得られた。① III 帯の滑石は，蛇紋石との中間的組成を持つものと緑泥石との中間的組成を持つものがある。② V 帯の滑石の多くは蛇紋石との中間的組成を持つ。③ III 帯・V 帯の多くの滑石には Si の減少に伴って Al と Na の増加傾向が認められる。

光学顕微鏡で同定された滑石の多くが中間的組成を持つことは，顕微鏡スケール以下での緑泥石や蛇紋石との機械的混合を示唆している。緑泥石との混合は昇温期の滑石の特徴であり，蛇紋石との混合は後退期の滑石の特徴と考えられる。一方，他相と混合していない滑石の組成のばらつきは，Na が滑石に選択的に分配され，$Si \Leftrightarrow Al + Na$ 置換が起きたことを示唆している。

Keywords: talc, prograde metamorphism, retrograde metamorphism, peridotite, serpentinite

*Corresponding author. nozaka@cc.okayama-u.ac.jp

茨城県妙見山リチウムペグマタイトに産する電気石の化学組成

石澤ほたか・越後拓也・渡辺寧（秋田大大学院・国際資源）

Chemical composition of tourmaline from Li-pegmatite of Myokenzan, Ibaraki prefecture, Japan.

Hotaka Ishizawa*,Takuya Echigo, Yasushi Watanabe (Akita Univ.)

1. はじめに 茨城県常陸太田市に位置する妙見山は，日本国内でも数少ない，リチウム含有鉱物を産するペグマタイトのひとつである．（櫻井ら，1977；Matsubara, et al. 1995）．本ペグマタイトより産する鉱物のうち，電気石はさまざまな鉱物とともに産出し，また共生鉱物により色の変化があることから，色の違う電気石の化学組成の違いについて考察すべく，EPMA-WDSを用いて化学組成測定を行った．

2. 試料の産状 本産地の電気石は，結晶の色によって，(1)黒色タイプ，(2) 紺色タイプ，(3) 濃緑色タイプ，(4) “ウォーターメロン”（中心部がピンク色・周縁部が緑色）タイプ，(5) ピンク色タイプの5種類に分けられる．これらの5種類は，色のみならず共生鉱物にも違いがある．最初期にできると考えられるのが黒色タイプで，これは曹長石やざくろ石，白雲母とともに産する．つづいて紺色タイプ，濃緑色タイプであり，どちらも石英と白雲母とともに産する．そして“ウォーターメロン”タイプと続く．これはポルックス石やリチア輝石とともに産する．最後にピンク色タイプで，これはリチア雲母や石英とともに主に産するものである．

3. 分析手法 黒・紺・濃緑・ウォーターメロン・ピンクの各タイプの電気石をそれぞれ1試料ずつ，計5試料について分析を行った．化学組成分析は，上述の通りEPMA (JEOL JXA-8230)で行った．なおEPMAではリチウムおよびホウ素，水が計測できないため，化学組成計算についてはClerk (2007)による計算式に基づき求めた．

4. 結果 電気石は$XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$で表される鉱物で，それぞれX=Na, Ca, Y=Mg, Fe, Al, Li, Mn, Zn, Z = Al, Fe, Cr, V, T = Si, Al, B = B, V = OH, O, W = OH, F, Oといった元素を含む．

化学組成の分析結果から，黒色のものは鉄電気石，その他のものはリチア電気石に分類されるとわかった（図1）．それぞれのタイプの電気石において、Yサイトを占有する元素量 (apfu) が特に顕著な変化を示した．特に鉄は，黒色タイプでは1.51apfuを記録したが，濃緑色タイプでは0.15apfuまで減少し，ピンク色タイプでは検出されなかった．対してリチウムは黒色タイプでは0.30apfuであるが，分化後期に至るにつれ増加し，最終的にピンク色タイプでは0.89apfu程度まで増加した．

5. 考察 今回の分析によって，電気石の化学組成が結晶分化を経るごとに鉄が減少し，アルミニウムやリチウムが増加していくことが明らかになった．このようなコンパティブルからインコンパティブル元素への推移は同じく国内のリチウム鉱物産地である長垂に産する電気石の分析結果（Shirose and Uehara, 2013）の傾向とも一致する．本研究で確認された電気石の色の違いは、こうした化学組成の違いを反映したものと思われる．

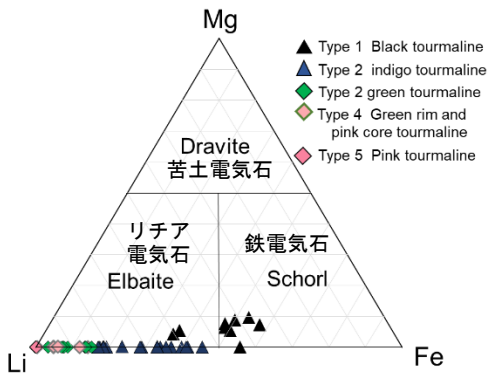


図 1 妙見山ペグマタイト産電気石の Y サイトにおける Mg-Li-Fe 量 (apfu) を示す三角ダイアグラム．電気石の化学組成が鉄電気石からリチア電気石にかけて変化していることを示す．

Keywords : Tourmaline, Myokenzan Li- pegmatite, elbaite, schorl, EPMA-WDS
Corresponding author: asafusu01@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | R8：変成岩とテクトニクス

2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | ePoster Session

R8：変成岩とテクトニクス

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[R8P-01] 東南極リュツォ・ホルム岩体ルンドボークスヘッタに産するザクロ石ー珪線石片麻岩中のザクロ石と大隅石の成長時期の差異

「発表賞エントリー」

*鈴木 康太[1]、河上 哲生[1] (1. 京都大・院理)

9:30 ~ 18:30

[R8P-02] チェコ共和国・ボヘミア山塊中に産する珪長質グラニュライト中のザクロ石の化学組成

「発表賞エントリー」

*内藤 美桜[1]、山根 健輔[1]、中村 大輔[1]、平島 崇男[2]、スフォイッカ マルチン[3] (1. 岡山大、2. 京都大、3. チェコ科学アカデミー)

9:30 ~ 18:30

[R8P-03] 中部地方渋川地域に産する三波川結晶片岩類の研究

「発表賞エントリー」

*冨岡 優貴[1]、纐纈 佑衣[1]、道林 克禎[1] (1. 名古屋大・院環境)

9:30 ~ 18:30

[R8P-04] 鳥取県日南町の周防変成岩中の蛇紋岩の起源と変成作用

*遠藤 俊祐[1]、岡本 真[1]、西川 泰喜[1] (1. 島根大)

9:30 ~ 18:30

[R8P-05] Geotransect across south of Singhbhum Craton-Rengali Province-Eastern Ghats Province, India: Multiple orogenic belts of contrasting age and tectonic evolution of Eastern Indian terrane

*Kaushik Das[1], Sankar Bose[2], Gautam Ghosh[2], Proloy Ganguly[3] (1. Hiroshima Uni. Sci., 2. Presidency Uni. India, 3. Kazi Nazrul Uni. India)

9:30 ~ 18:30

[R8P-06] Geochronology of calc-silicate and related rocks in the Mogok Metamorphic Belt, Myanmar

*Zaw Htet Htet[1], Yasuhito Osanai[1], Nobuhiko Nakano[1], Tatsuro Adachi[1], Khaing Nyein Htay[2] (1. Kyushu Univ, 2. Gemological Institute of Myanmar)

9:30 ~ 18:30

[R8P-07] 飛騨帯産含単斜輝石優白質花崗岩の成因と形成年代：チタン石の化学組成とU–Pb年代による束縛

*原田 浩伸[1]、辻森 樹[2]、昆 慶明[3]、青木 翔吾[4]、青木 一勝[5] (1. 東北大・院理、2. 東北大・東北アジア研究センター、3. 産総研、4. 秋田大・国際資源、5. 岡山理科大・基盤教育センター)

東南極リュツォ・ホルム岩体ルンドボークスヘッタに産するザクロ石－珪線石片麻岩中のザクロ石と大隅石の成長時期の差異

鈴木康太*、河上哲生（京都大・院理）

Different growth timings of host garnet and inclusion osumilite in a garnet-sillimanite gneiss from Rundvågshetta, the Lützow-Holm Complex, East Antarctica

Kota SUZUKI* and Tetsuo KAWAKAMI (Kyoto Univ.)

ルンドボークスヘッタ（東南極リュツォ・ホルム岩体）に分布するザクロ石－珪線石片麻岩には、ザクロ石の包有物として大隅石が産する[1]。ザクロ石＋大隅石は 960 ºC 以上 8 kbar 以下で安定な、超高温条件の指標鉱物組合せである[e.g., 2]。先行研究[1]では、変成ピーク（1040 ºC/13-15 kbar）後の等温減圧の最中に、ザクロ石＋大隅石の安定領域内で、ザクロ石と大隅石が同時に成長したと解釈されている。このピーク条件（1040 ºC/13-15 kbar）は、ルンドボークスヘッタに産する別の岩相（珪線石－菫青石－サフィリングラニュライト）から見積もられたものである[3]。

一方、ザクロ石－珪線石片麻岩中のザクロ石に、大隅石とともに単相で包有されるルチルに対して Zr-in-rutile 温度計[4]を適用した研究[5]では、ザクロ石＋大隅石の安定領域よりも低い温度条件（850 ºC-930 ºC）が見積もられた。そこで本研究では、記載岩石学的手法を用いてザクロ石－珪線石片麻岩中のザクロ石と大隅石の成長時期を再検討した。

ザクロ石－珪線石片麻岩中のザクロ石は、リンに乏しいコアとリンに富むリムに区分される[5]。大隅石はザクロ石コアに包有されている。詳細な観察の結果、大隅石は単相ではなく、常にガラスやカリ長石、黒雲母を伴って包有されていることが分かった。電子顕微鏡観察など薄片表面の観察では、大隅石単相の包有物に見える場合でも、光学顕微鏡やラマン分光分析による三次元的な観察の結果、シュリンケージバブルを伴うガラスが一緒に包有されていることが分かった。

これらの大隅石を含む多相包有物は、ザクロ石の負晶形であること、ガラスを伴うことから、メルトの状態でザクロ石コアに取り込まれた後に部分的に結晶化したナノグラニトイド[e.g., 6]である。ナノグラニトイドの中で大隅石は自形ではなく、常に他形である。したがって大隅石は、ザクロ石コアと同時に成長したのではなく、メルト包有物の中で晩期に晶出した娘鉱物であると考えられる。

また、ザクロ石コアには、ナノグラニトイドだけでなく、単相の黒雲母、珪線石、石英、自形の斜長石、ルチル、ジルコンが包有されている[5]。したがってザクロ石コアは、等温減圧の最中ではなく、むしろ昇温期に進行した黒雲母の脱水溶融反応（黒雲母＋珪線石＋Na に富む斜長石＋カリ長石＋石英＝ザクロ石＋Ca に富む斜長石＋ルチル＋メルト[e.g., 6]）によって生成されたメルトを取り込みながら成長した、ペリテクティックな部分と考えられる。ザクロ石コアに単相で包有されるルチルから見積もられた温度条件（850 ºC-930 ºC）は、このザクロ石コア成長時の温度条件を示すといえる[5]。

一方、メルト包有物中の大隅石晶出時の温度条件は制約できていないが、ザクロ石と非平衡な大隅石は 900 ºC 以下でも安定に存在できるため[e.g., 2]、ザクロ石コア成長後の降温期に成長したと考えられる。

以上より、ザクロ石－珪線石片麻岩は、ザクロ石＋大隅石が安定な温度条件には到達しておらず、珪線石－菫青石－サフィリングラニュライトとは異なる変成履歴を経験していると考えられる。同一地域内であっても、異なる岩相の変成条件を組み合わせた変成履歴の構築は、各岩相の詳細な変成履歴の解析に基づいて慎重に行う必要がある。

引用文献：[1] Kawasaki et al. (2011); [2] Kelsey (2008); [3] Kawasaki and Motoyoshi (2006); [4] Tomkins et al. (2007); [5] Suzuki and Kawakami (2019); [6] Cesare et al. (2015); [6] Hiroi et al. (1997)

Keywords: ultrahigh-temperature metamorphism, osumilite, prograde metamorphism, partial melting, nanogranitoid

*Corresponding author:
suzuki.kouta.22u@st.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

チェコ共和国・ボヘミア山塊中に産する珪長質グラニュライト中のザクロ石の化学組成

内藤美桜*、山根健輔、中村大輔（岡山大学）、
平島崇男（京都大学）、マルチン - スフォイッカ（チェコ科学アカデミー）

Chemical compositions of garnet from felsic granulite occurring in the Bohemian Massif, Czech Republic

Mio Naito*, Kensuke Yamane, Daisuke Nakamura (Okayama Univ.),
Takao Hirajima (Kyoto Univ.), Martin Svojtka (Academy of Science of the Czech Republic)

ヨーロッパのヴァリスカン造山帯の東部に位置するボヘミア山塊には高圧から超高圧変成作用を受けたとされる変成岩類が産出する。南部の Moldanubian 帯では、主に珪長質グラニュライトから成る Gföhl ユニットの一部として、Blanský les 岩体がある。

本研究では Blanský les 岩体の南東部に位置する Plešovice の採石場と中央部に位置する Zrcadlová Hut'の採石場に産する珪長質グラニュライト中のザクロ石の化学組成の比較を行った。Plešovice の珪長質グラニュライトには retrograde のゾーニングのものしか見られなかったが、Zrcadlová Hut'の珪長質グラニュライトには prograde ゾーニングをもつザクロ石が発見された。

珪長質グラニュライトの主な構成鉱物はザクロ石、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、藍晶石、ジルコンである。Plešovice の珪長質グラニュライトでは斑状変晶のザクロ石の粒径は最大 1cm である。一方、Zrcadlová Hut'では、5mm-1 cm の大きさのザクロ石の斑状変晶が多く存在する。

ザクロ石の化学組成について、Plešovice の珪長質グラニュライトに含まれるザクロ石（粒径約 2mm）はコアで均質もしくはコアからリムに向かって Fe が増加し、Mg が減少する retrograde のゾーニングを示した（例えば、コアで $Alm_{0.69}$ $Grs_{0.10}$ $Prp_{0.18}$、リムで $Alm_{0.76}$ $Grs_{0.06}$ $Prp_{0.15}$ であった）。一方、Zrcadlová Hut'のものに含まれるザクロ石の斑状変晶はコアからリムに向かって Fe が減少し、Mg が増加する prograde ゾーニングを示した。コアで $Alm_{0.69}$ $Grs_{0.18}$ $Prp_{0.11}$、リムで $Alm_{0.52}$ $Grs_{0.20}$ $Prp_{0.27}$ と異なる組成を示した。また、Plešovice では最大で Ca=0.45apfu であるが、Zrcadlová Hut'では Ca=0.6apfu であり、Ca 量についても違いが見られる。

同じ Blanský les 岩体中でも産地によって異なる温度圧力履歴をもつ可能性があるものの、地質温度圧力計（Grt-Bt 温度計、GASP 圧力計）を用いると、Plešovice の最高温度圧力が約 2.2-2.5GPa、1050-1250℃（ザクロ石のコア組成、マトリクスの黒雲母の組成、ザクロ石中の斜長石の組成を使用）となり、Zrcadlová Hut'では約 2.4GPa、1100℃（ザクロ石の Mg に富むリム組成、マトリクスの黒雲母の組成、ザクロ石中の斜長石の組成を使用）となり、明確な違いがない。Zrcadlová Hut'で prograde ゾーニングのザクロ石が存在するのは最高温度ステージでの滞在時間や冷却速度の違いによるものかもしれない。

Keywords: Bohemian Massif, granulite, garnet, pressure-temperature path
*Corresponding author: pvzk7i45@s.okayama-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

中部地方渋川地域に産する三波川結晶片岩類の研究

冨岡優貴*, 纐纈佑衣, 道林克禎（名古屋大・院環境）

Research of Sanbagawa crystalline schists in Shibukawa region, central Japan

Yuki Tomioka*, Yui Kouketsu, Katsuyoshi Michibayashi (Nagoya Uni. Env.)

【はじめに】

三波川変成帯は世界で最も研究されている広域変成帯のひとつであり、関東山地から九州佐賀関半島まで、東西約 800 km にわたりほぼ連続して分布している。中部地方南部においては、三波川変成帯は愛知県新城市から静岡県浜松市にかけて露出し阿多古川断層を境に北東部（天竜川地域）と南西部（渋川地域）に分けられている（後藤, 1996）。天竜川地域では Tagiri et al. (2000)の石墨化度の詳細な検討をはじめとした研究がなされており、緑泥石帯、ざくろ石帯及び黒雲母帯に分帯されている（牧本ほか, 2004）。一方で本研究の対象である渋川地域では結晶片岩中からひすい輝石、ローソン石、藍閃石（Na 角閃石）といった指標鉱物が報告されており（関ほか, 1959; 磯貝, 1977）、鉱物組み合わせからは緑泥石帯に相当すると考えられる。しかしながら、本地域の三波川結晶片岩類は近年の研究に乏しく、数値的な変成温度圧力条件の検討は行われていない。そこで、本研究では鉱物組成分析に加え、炭質物ラマン温度計を用いて変成条件の制約を試みた。

【地質概要・鉱物記載】

研究地域は関ほか（1959）、磯貝（1977）によって各種指標鉱物が報告されている地域を含む。岩相は塩基性片岩、泥質片岩を主とし、部分的に砂質片岩、珪質片岩を挟む。今回、一部の塩基性片岩と砂質片岩から Na 角閃石を、珪質片岩からローソン石を見出した。また、泥質片岩には炭質物ラマン温度計を適用した。

【分析結果・議論】

Na 角閃石について電子線マイクロアナライザ（EPMA）による鉱物主要元素組成分析を行い、鉄の酸化状態を含めた化学組成の評価を行ったところ、C 席の $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg)$ 値は 0.3〜0.5 に収まる一方、$Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Al)$ 値は 0.2〜0.9 と広がりが見られた。この組成差は BSE 像上で累帯構造として確認できる。また、炭質物ラマン温度計によって算出された温度は 300〜430℃程度で、北西部に向かって上昇する傾向が見られた。

今後は分析試料数を増やして調査範囲を広げるとともに、変形段階の区別や石英の結晶方位ファブリックなども検証することで、中部地方における三波川帯の変成履歴の解明を目指す。

Keywords: Sanbagawa metamorphic belt, amphibole, glaucophane, Raman spectroscopy, carbonaceous material

*Corresponding author: y.tomioka@nagoya-u.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

鳥取県日南町の周防変成岩中の蛇紋岩の起源と変成作用

遠藤俊祐*・岡本　真・西川泰喜（島根大）

Origin and metamorphism of serpentinite in the Suo metamorphic rocks in the Nichinan area, SW Japan

S. Endo*, M. Okamoto and T. Nishikawa (Shimane University)

中国山地には，大江山オフィオライトの超苦鉄質岩体が多数分布し，これらはカンブリア紀の原日本沈み込み帯の成立から石炭紀蓮華変成作用までの沈み込み帯上の地質記録を読み解くうえで，重要な研究対象である．一方，四国中央部の三波川帯に産する蛇紋岩体は，白亜紀の沈み込み帯上のプロセスを記録している．これらの間をつなぐ地質記録として，後期三畳紀～ジュラ紀の周防変成帯の超苦鉄質岩体の特徴付けが重要である．

鳥取県日南町には，周防変成岩の最高変成度部が露出している．詳細なマッピングの結果，泥質片岩中にシート状の蛇紋岩体が多数含まれることが明らかになった．蛇紋岩と泥質片岩の岩相境界は，泥質片岩の主片理に対して低角な部分は初生的な沈み込み境界を保存していると考えられるが，後の高角断層に挟み込まれた産状を示す部分もある．

これら蛇紋岩体は，クロムスピネルを除いて原岩の鉱物が残存しない塊状～片状のアンチゴライト蛇紋岩からなり，泥質片岩との境界部にはアクチノ閃石タルク岩が形成されている．また，境界に近い蛇紋岩中には，ディオプサイド脈が多数発達する．

クロムスピネルは高 Cr（Cr# = 0.65-0.72），低 Ti（TiO_2 < 0.13wt%）であり，大江山オフィオライトのクロムスピネルとは形態や化学組成が明確に異なる．

変成鉱物組合せは，かんらん石（Ol）＋アンチゴライト（Atg）＋含チタン水酸単斜ヒューム石（Cl）± ディオプサイド（Di）＋磁鉄鉱である．Ol は BSE 像で Mg# = 0.95-0.96 の領域とそれを切る Mg# = 0.98 の領域が認識できる．Cl は Ol と intergrowth をなし，TiO_2 = 3.0–3.7 wt%，Mg# = 0.95-0.96 の組成範囲を示す．上記の鉱物組合せの安定領域は周囲の泥質片岩の変成度と調和的である．

以上の特徴は四国中央部三波川帯の高変成度部に産する蛇紋岩と酷似し，周防変成岩を形成した深部沈み込みチャネル直上の前弧マントル蛇紋岩を代表すると考えられる．一方，周防変成帯に含まれる最大の超苦鉄質岩体である岡山県落合北房の大野呂山岩体は，周囲の結晶片岩が低変成度であること，アンチゴライト蛇紋岩化度が低いこと，隣接する変成斑れい岩が顕著な海洋底変成作用を受けていることなどから，別の起源をもつ地質体と考えられる．

Keywords: antigorite, clinohumite, olivine, serpentinite, Suo metamorphic rocks

*Corresponding author: s-endo@riko.shimane-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Geotransect across south of Singhbhum Craton-Rengali Province-Eastern Ghats Province, India: Multiple orogenic belts of contrasting age and tectonic evolution of Eastern Indian terrane

Kaushik Das* (Hiroshima Uni. Sci.), Sankar Bose (Presidency Uni. Sci. India), Gautam Ghosh (Presidency Uni. Sci. India) and Proloy Ganguly (Kazi Nazrul Uni. Sci. India)

South- to southwest of Archean Singhbhum Craton, presently is juxtaposed by high-grade metamorphosed and complexly deformed deep- to intermediate-depth continental crustal rocks. This craton-margin area preserves the rock record of continental evolution from the Neoarchean Era to the Ediacaran-Cambrian period. In the present study, we shall integrate the petrological, structural, and geochronological data along a geotransect from the southern part of the Singhbhum Craton, through the Rengali Province up to the Phulbani Domain of Eastern Ghats Province. The cratonic core of the Singhbhum Craton is composed of granitoids and is surrounded by supracrustal belts of Paleoarchean to Mesoproterozoic ages. The southern margin of the Singhbhum Craton is composed of high-grade granulites along with amphibolite-greenschist facies metasedimentary and metavolcanic rocks, collectively termed as the Rengali Province which represents a Neoarchean orogenic belt. The Rengali Province was thrusted over the Singhbhum Craton along the Sukinda thrust-Barakot-Akul fault system during the Rengali orogeny (ca. 2.83–2.78 Ga). Moreover, this province represents a deeper section of the Singhbhum Craton which was structurally emplaced in the shallow level possibly by a transpression-dominated tectonic setting at ca. 0.5 Ga. However, the boundary between the Rengali Province and the Eastern Ghats is enigmatic because both the terranes have preserved broadly similar metamorphic rocks and the possible contact zone is concealed below a Gondwana sedimentary basin.

Here we shall highlight the new zircon and monazite age data from the Rengali Province and the northern-northwestern parts of the Eastern Ghats (including Phulbani Domain) revealing the tectonic evolution of the Rengali Province and its eventual juxtaposition to the Eastern Ghats Province. This provides important clues to the long yet punctuated evolution of the Eastern Indian terrane.

Keywords: Archean Singhbhum Craton; Craton-margin multiple orogenic belts; Rengali Province-Eastern Ghats Province; Zircon and monazite geochronological data

*Corresponding author: kaushik@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Geochronology of calc-silicate and related rocks in the Mogok Metamorphic Belt, Myanmar

Zaw Htet* (Kyushu Univ), Yasuhito Osanai (Kyushu Univ), Nobuhiko Nakano (Kyushu Univ), Tatsuro Adachi (Kyushu Univ), Khaing Nyein Htay (Gemological Institute of Myanmar)

Myanmar is situated in the collision zone between the Indian subcontinent and Eurasian continent, resulted in the development of Cenozoic metamorphism and related magmatism in Myanmar. The Mogok Metamorphic Belt is elongated, a north–south aligned belt of high-grade metamorphic rocks and granites extends for about 1500 km in the length, which stays along the western margin of Shan–Thai block, from the Andaman Sea in the south to the Eastern Himalayan Syntaxis in the north. The belt is quite famous as worldwide gem deposit including ruby, spinel, sapphire and other precious or semiprecious stones. These gem quality ruby and sapphire are commonly present in the marble and calc-silicate rocks. The metamorphic rocks in the Mogok Metamorphic Belt have been considered regionally metamorphosed during Late Cretaceous to Miocene.

Petrological and geochronological investigations carried out for the central Mogok Metamorphic Belt, from north to south, *Mogok–Momeik–Thabeikkyin area*, *Madaya–Mandalay–Kyaukse area*, *Thazi–Tatkon (Naypyitaw) area* and *Kyaikto area*. The Mogok Metamorphic Belt minerals show amphibolite-facies metamorphism based on their mineral assemblages in the rock types of pelitic gneiss, marble, calc-silicate rocks, schist and amphibolite. Zircon grains from the garnet–biotite–cordierite gneiss, clinopyroxene marble and clinopyroxene calc-silicate rocks from Mogok–Momeik–Thabeikkyin–Madaya area have been analyzed to obtain metamorphic ages by using LA–ICP–MS. The U–Pb dating on the rim of zircon revealed in these rocks type, the metamorphic age of ca. 30–21 Ma from Mogok–Momeik–Thabeikkyin area and the inherited ages ca. 43 Ma to 30 Ma from Mandalay–Madaya area. This study constrains the timing of metamorphic age is ca. 30–21 Ma (Oligocene to Late Miocene) in Mogok Metamorphic Belt, is also related to the collision of India–Eurasian continents.

Keywords: India–Eurasian continents collision, Mogok Metamorphic Belt, amphibolite-facies, metamorphic age Oligocene to Late Miocene

*Corresponding author: outstophole@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

飛騨帯産含単斜輝石優白質花崗岩の成因と形成年代：チタン石の化学組成と U-Pb 年代による束縛

原田浩伸*(東北大)・辻森樹(東北大)・昆慶明(産総研)・青木翔吾(秋田大)・青木一勝(岡山理科大)

Nature and timing of anatectic event of the Hida Belt (Japan): Constraints from titanite geochemistry and U-Pb age of clinopyroxene-bearing leucogranite

Hironobu Harada* (Tohoku Univ.), Tatsuki Tsujimori (Tohoku Univ.), Yoshiaki Kon (AIST), Shogo Aoki (Akita Univ.), Kazumasa Aoki (Okayama Univ. Sci.)

飛騨帯は大陸縁の地殻断片を主体とする地質体で、北中国地塊と南中国地塊の衝突と同時期のペルム紀〜三畳紀片麻岩類、花崗岩類とそこに貫入するジュラ紀の新期花崗岩類から構成される。過去 20 年間に年代学の大きな進展があり、角閃岩相高温部からグラニュライト相の変成作用とほぼ同時期の火成活動が~260–230 Ma に起こり、その後~200–180 Ma に新期花崗岩類が形成したことが明らかになっている。ただし、既知のジルコン年代のばらつきは大きく特定のイベントの年代を決定するのが困難な場合もある。本研究では飛騨帯の含単斜輝石優白質花崗岩に含まれるチタン石に着目し、その化学組成と U–Pb 年代測定から優白質花崗岩の成因と形成年代を考察する。

飛騨帯の神岡地域には伝統的に「伊西岩」あるいは「伊西ミグマタイト」と呼ばれてきた粗粒な単斜輝石やチタン石を含む優白質花崗岩（含単斜輝石優白質花崗岩）が大理石や角閃岩に伴って産する。この優白質花崗岩は主に粗粒な斜長石、石英、アルカリ長石、単斜輝石（透輝石〜灰鉄輝石）、チタン石から構成される。チタン石は自形で最大 1 cm にも達し、主に石英、斜長石、アルカリ長石、緑れん石からなる花崗岩質包有物（大きさ 200 μm 以下）を含む。単斜輝石は石英、斜長石、チタン石、方解石を包有する。チタン石は高い REE 濃度（~4,514–14,069 μg/g）及び Th/U 比（~2.8–7.8）で特徴付けられ、花崗岩質包有物を含むことから、メルトから晶出したものと考えられる。優白質花崗岩が大理石をゼノリスとして含み、単斜輝石に方解石が包有されることから、その形成には大理石が関与した可能性が示唆される。

チタン石の Zr 濃度は~537–1,130 μg/g で、飛騨片麻岩類の変成圧力条件 0.4–0.7 GPa において Hayden et al. (2008 CMP)の Zr-in-titanite 温度計を用いると a_{TiO2} = 0.5 で 730–810℃、a_{TiO2} = 1 で 770–850℃の温度が推定される。チタン石は幅広い U/Pb ($^{238}U/^{206}Pb$ = 15.0–24.0）及び Pb 同位体比（$^{207}Pb/^{206}Pb$ = 0.172–0.419）を有し、225.4 ± 1.9 Ma（n = 74)の交点年代が得られた。この年代は飛騨帯の広域変成作用及び火成活動（~260–230 Ma）の終盤にあたる。

Keywords: titanite, leucogranite, U–Pb age, Hida Belt

*Corresponding author: hironobu.harada.s7@dc.tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | S3：東アジアのテクトニクス （スペシャルセッション）

🏛2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | 🏛ePoster Session

S3：東アジアのテクトニクス （スペシャルセッション）

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[S3P-01] 東北日本古生代高圧変成岩類の砕屑性ジルコンU–Pb年代

*岡本 彩香[1]、市山 祐司[1]、伊藤 久敏[2] (1. 千葉大、2. 電力中央研究所)

東北日本古生代高圧型変成岩類の砕屑性ジルコン U–Pb 年代

岡本彩香*(千葉大学), 市山祐司(千葉大学), 伊藤久敏(電力中央研究所)

Detrital zircon U–Pb dating of Paleozoic high-pressure metamorphic rocks in northeastern Japan

Ayaka Okamoto* (Chiba Univ.), Yuji Ichiyama (Chiba Univ.), Hisatoshi Ito (CRIEPI).

東北日本の母体・山上・松ヶ平地域に分布する低温高圧型の変成岩類は、一連の古生代変成帯（母体–松ヶ平帯）に属すると考えられてきた（例えば、黒田, 1963, 前川, 1981）。高変成度の山上変成岩類からは、緑簾石角閃岩の白雲母 K–Ar 年代で 300 Ma（河野・植田, 1965)、白雲母片岩の白雲母 Rb–Sr 年代で 283 Ma（柴田ほか, 1972)、泥質片岩のフェンジャイトから K–Ar 年代として 322–287 Ma が報告され（宮下ほか, 2020)、西南日本の蓮華帯と対比されてきた。本発表では、母体変成岩類、松ヶ平変成岩類、山上変成岩類の地質年代学的対比を行うため、砂質片岩中の砕屑性ジルコンの U–Pb 年代を測定したので、その結果を報告する。

奥州市太田代、湯王滝付近で採取した母体変成岩 2 試料、南相馬市鹿島区上栃窪で採取した松ヶ平変成岩 2 試料、相馬市初野内沢で採取した低変成度の山上変成岩 1 試料からそれぞれ砕屑性ジルコンを分離し、LA–ICP–MS 分析装置を用いて U–Pb 同位体年代測定を実施した。分析したほとんどすべてのジルコンの CL 像の観察から、明瞭な累帯構造が確認できた。母体変成岩類から得られたジルコンの U–Pb 年代値は、367–3208 Ma であり、特に 400–500 Ma に年代が集中する。2 試料の最も若い年代は、それぞれ 379.5 ± 31.7 Ma と 367.2 ± 25.8 Ma である。松ヶ平変成岩類から得られた年代値は約 362–3452 Ma であり、2 試料とも 400–500 Ma に年代が集中し、最も若い年代は、それぞれ 362.2 ± 57.6 Ma と 386 ± 53.0 Ma である。一方、山上変成岩類からは、約 95–130 Ma の年代値が得られた。105–125 Ma に年代が集中し、最も若い年代値は 95.1 ± 12.6 Ma であった。

母体と松ヶ平の砕屑性ジルコン U–Pb 年代値の頻度パターンは、互いに類似しており、両者は同一の古生代変成帯であるとする従来の考えを支持する。高変成度山上変成岩の放射年代値から示されるように、堆積後の 300 Ma 頃に変成作用を被ったと考えられる。同時代の変成年代をもつ西南日本の蓮華帯の変堆積岩からも母体と松ヶ平の砕屑性ジルコンと同様の特徴が報告されており (Yoshida et al., 2020, Tsutsumi et al., 2011)、母体–松ヶ平帯が蓮華帯と対比されることを示唆している。

母体変成岩と松ヶ平変成岩には、新原生代を示す先カンブリアの砕屑性ジルコンが含まれているため、その供給源が南中国地塊であったことを示唆する。北上山地に分布する古生代の前弧堆積物中には、先カンブリア紀の砕屑性ジルコンが認められず（Pastor-Galán et al., 2021)、母体–松ヶ平帯の原岩とは異なる場で形成したと考えられる。

低変成度の山上変成岩類の堆積年代上限値は、他の母体と松ヶ平の特徴と明らかに異なり、より若い変成岩であることを示唆する。関東山地の三波川帯からは約 95 Ma の砕屑性ジルコン年代が報告されており（Tsutsumi et al., 2009)、低変成度の山上変成岩の原岩はこれと同時代に堆積した可能性がある。

Keywords: detrital zircon, U–Pb dating, Motai–Matsugadaira zone, NE Japan, Paleozoic high-pressure metamorphic rocks.

*Corresponding author: afwa6805@chiba-u.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

ポスター | S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

🏛2021年9月17日(金) 9:30 ~ 18:30 | 🏛ePoster Session

S1, S4：火成作用及びプレート収束域の物質科学合同セッション

[現地ポスターコアタイム]
12:30〜14:00
17:00〜18:30

9:30 ~ 18:30

[S4P-01] 斑レイ岩の交代作用に起因するタルクを伴う 断層の発達過程

*松永 健義[1]、安東 淳一[1]、Kaushik Das[1] (1. 広島大・院理)

9:30 ~ 18:30

[S4P-02] マイロナイトの組織から考察するヒマラヤ地域の主中央衝上断層の運動像

*樹神 洸寿[1]、安東 淳一[1]、Das Kaushik[1]、Sakar Dyuti Prakash[1] (1. 広島大理工)

斑レイ岩の交代作用に起因するタルクを伴う断層の発達過程

松永健義*、安東淳一、DAS Kaushik（広島大・院先進理工）

Faulting process accompanied with talc concentration following metasomatism of gabbro

Takeyoshi Matsunaga*, Junichi Ando, DAS Kaushik
(Hiroshima Univ. Advanced Science and engineering)

【はじめに】 断層ガウジ中にタルクが存在する場合、断層強度が低下し、クリープ滑りが生じることが実験や自然界での実例から報告されている（Moore and Rymer, 2007、Moore and Lockner, 2011 など）。本研究では、福岡県篠栗地域において、変斑レイ岩中に発達するタルクを伴う断層を発見し、その形成過程を明らかにすることを目的とした。本研究は、地殻強度を考察するうえで重要な斑レイ岩の交代作用と断層形成に関する新しい知見をあたえるものと考えている。

【研究手法】 対象とする断層の調査を行い、系統的に岩石を採取した。その後、偏光顕微鏡と SEM を用いた微細組織観察、EPMA による化学組成分析、また画像解析ソフト（ImageJ）を使用し鉱物の量比を算出した。

【結果】 研究対象とした断層は、変斑レイ岩体中(主に普通角閃石、斜長石、チタン石で構成）に発達する緑泥石脈が卓越して認められる幅約 10m の帯状の領域中に存在し、断層面から数 cm の領域は、緑泥石とタルクから構成されていることが明らかとなった。そして、断層面に近づくにつれ、タルクの占める割合が増加する傾向が認められた。興味深いのは、断層面から約 1mm の範囲において、緑泥石とタルクが塑性変形し形態を変化させていることである。更には、光沢が著しい断層面はタルクのみから構成されている。

【考察】 1）角閃岩相領域において、斑レイ岩中の普通輝石が普通角閃石とチタン石に変成し変斑レイ岩となった。その後、2）変斑レイ岩は緑色片岩相領域に上昇し、脈状の領域中に緑泥石を晶出した。3）緑泥石が卓越する領域において、潜在的な断層面から幅数 cm 内の緑泥石が脱水し、緑泥石とタルクから構成される部分が生じた。この場所では、潜在的な断層面に向かうほど脱水が進行しタルクが増加した。4）断層運動が生じる直前には、潜在的な断層面から約 1mm の範囲の領域の緑泥石とタルクが、応力集中により塑性変形した。そして、5）緑泥石とタルクの塑性変形が、応力集中に耐えきれなくなることで断層運動が生じた。断層すべり面がタルクのみで構成されていることは、断層運動中の摩擦発熱により緑泥石の脱水が促進された証拠と考えている。上記した 1)、2)、3）の過程は、流体との関与、すなわち交代作用が不可欠であることを示している。

Keywords: Gabbro, Talc, Metasomatism, Fault

Corresponding author: m213165@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

マイロナイトの組織から考察する ヒマラヤ地域の主中央衝上断層の運動像

樹神洸寿、安東淳一、Das Kaushik、Sakar Dyuti Prakash（広島大学）

Kinematics of Main Central Thrust estimated from microstructure of mylonite, Himayala

Hirotoshi Kotama*, Jun-ichi Ando, Kaushik Das, Dyuti Prakash Sakar (Hiroshima University).

【はじめに】ヒマラヤ地域ではユーラシア大陸とインド亜大陸の衝突・収束に関連した複数の大規模衝上断層が発達している。その中の主中央衝上断層は、断層運動時に脆性–塑性遷移領域に位置していた岩石が露出する。この脆性–塑性遷移領域は内陸地震の震源域であることが知られている。本研究は、主中央衝上断層系に属する断層を調査地域とし、採取した岩石の微細組織に着目することで脆性-塑性遷移領域での断層運動の素過程と断層形成の関係を明らかとすることを目的とした。

【調査地域】インド北部 Uttarakhand 州 Almora 北部に露出する北アルモラ衝上断層(NAT)を対象に、NAT 近傍から南方約 15km の領域を調査地域とした。この領域の岩石は全てマイロナイト化しており、特に NAT 近傍ではウルトラマイロナイトが分布する。マイロナイト中には、塑性変形した石英と脆性変形した長石が観察されることから、脆性–塑性遷移領域での変形履歴を保持していることが分かる。NAT の下盤は珪岩や泥質岩、上盤は花崗岩である。したがって本研究では、マイロナイト化した花崗岩の微細組織観察を行った。

【研究手法】偏光顕微鏡及び SEM を用いて微細組織観察を行った。また、取得した微細組織の画像を ImageJ を用いて解析することで層状珪酸塩鉱物の含有量を測定した。更に、SEM-EBSD、MATLAB のオープンソース MTEX ツールボックスと ImageJ を用いて、再結晶した石英の c 軸ファブリック、粒径、アスペクト比を求めた。以上の分析・測定より、1）マイロナイト化の温度条件、2）歪場・流動応力値、3）NAT のせん断方向、4）断層運動に与える層状珪酸塩鉱物の影響を明らかにした。

【結果と考察】1）変形微細組織及び石英の c 軸ファブリックより、マイロナイト化の温度条件は 450-550 ℃であったことが明らかとなった。2）再結晶石英のアスペクト比からは押しつぶしの場であったこと、再結晶石英粒径からは 35-60 MPa の流動応力状態を受けていたことが明らかとなった。3）微細組織からは、剪断センスは top-to-south であったこと、しかし NAT に接する南部地域のみ top-to-north であったことが明らかとなった。この逆センスの剪断はチャネルフローを示唆する。4）層状珪酸塩鉱物の含有量は NAT に近づくに従って増大する。また、層状珪酸塩鉱物の含有量の増加に伴って結晶方位定向配列の集中度が低下し、かつ石英粒子のアスペクト比が大きくなる傾向が見て取れる。これらの結果は、岩石の変形に流体が大きく関与していることを示唆し、現時点では、NAT に近づくに従って変形メカニズムが転位クリープから圧力溶解クリープに変化した可能性、或いは、層状珪酸塩鉱物への変形集中の可能性を考えている。

Keywords: Mylonite, Phyllosilicate minerals, c-axis fabric, Channel flow
*Hirotoshi Kotama: m205665@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

一般社団法人日本鉱物科学会　定時総会・授賞式

🏛2021年9月17日(金) 9:00 ~ 10:10 | 🏛Zoom Session 1

一般社団法人日本鉱物科学会　定時総会・授賞式

一般社団法人日本鉱物科学会定時総会・授賞式

9:00 ~ 10:10

[committees] 一般社団法人日本鉱物科学会　授賞式　受賞者紹介

一般社団法人日本鉱物科学会　定時総会・授賞式

2021年9月17日(金) 09:00 ～ 10:10 Zoom Session 1
一般社団法人日本鉱物科学会定時総会・授賞式

09:00 ～ 10:10

[committees]一般社団法人日本鉱物科学会　授賞式 受賞者紹介

授賞式

【1】2020年度日本鉱物科学会賞表彰
第24回受賞者：三河内　岳　会員（東京大学　総合研究博物館　研究部）
業績題目：地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明

第25回受賞者：辻森　樹　会員（東北大学　東北アジア研究センター ）
業績題目：プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究

【2】渡邉萬次郎賞表彰
第37回受賞者：溝田 忠人 永年会員

【3】2020年度日本鉱物科学会論文賞表彰
第23回受賞論文：
Title: High-temperature Raman spectroscopic study of CO2-containing melanophlogite, JMPS, 114, 122–129, 2019.
Author: Masami KANZAKI
受賞者：神崎正美会員

第24回受賞論文
Title: High resolution X–ray computed tomography and scanning electron microscopy studies of multiphase solid inclusions in Oman podiform chromitite: implications for post–entrapment modification, JMPS, 115, 247–260, 2020.
Authors: Yuan YAO, Eiichi TAKAZAWA, Sayantani CHATTERJEE, Antonin RICHARD, Christophe MORLOT, Laura CRÉON, Salim AL–BUSAIDI, Katsuyoshi MICHIBAYASHI, Oman Drilling Project Science Team
受賞者： 高澤栄一会員、道林克禎会員

【4】2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞表彰

第29回受賞者：田阪　美樹会員（静岡大学理学部地球科学科）
研究対象：マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究

第30回受賞者：瀧川　晶会員（東京大学大学院理学系研究科）
研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」

【5】2020年度日本鉱物科学会応用鉱物科学賞表彰

第13回受賞者：田村 堅志 氏（国立研究開発法人物質・材料研究機構）
受賞題目：雲母・粘土鉱物を応用したナノコンポジット材料と有害物質吸着剤の開発

©日本鉱物科学会

【6】2020年度JMPS学生論文賞受賞論文表彰

第11回受賞論文：Keisuke ESHIMA, Masaaki OWADA and Atsushi KAMEI, Assimilation and fractional crystallization of Sanukitic high–Mg andesite–derived magmas, Kyushu Island, southwest Japan: An example of the Cretaceous Shaku–dake diorite body. JMPS, 115-4, 323-347, 2020.
受賞者：江島 圭祐（投稿時：山口大D1）

第12回受賞論文：Dyuti Prakash SARKAR, Jun–ichi ANDO, Kaushik DAS, Anupam CHATTOPADHYAY, Gautam GHOSH, Kenji SHIMIZU and Hiroaki OHFUJI, Serpentinite enigma of the akhabdev lineament in western India: Origin, deformation characterization and tectonic implications. JMPS, 115-2, 216-226, 2020.
受賞者：SARKAR Dyuti Prakash（投稿時：広島大D3）

©日本鉱物科学会

受賞者講演

2021年9月17日(金) 10:15 ~ 10:45 | Zoom Session 2

2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内　岳　会員（東京大学） 受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」

10:15 ~ 10:45

[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内　岳　会員（東京大学）
受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」

受賞者講演

2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内 岳　会員（東京大学）

受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」
2021年9月17日(金) 10:15 〜 10:45 Zoom Session 2

10:15 〜 10:45

[Awardees]2020年度日本鉱物科学会賞第24回受賞者　三河内　岳　会員（東京大学）

受賞題目：「地球外物質の鉱物学的研究による太陽系における天体進化プロセスの解明」
授賞理由

三河内岳会員は太陽系における天体進化プロセスの解明を目指して各種の地球外物質の鉱物学的研究を行い，国際的な活躍を続けている。その中でも，特に同氏が研究対象としてきたのは隕石である。三河内会員は，多種類の隕石を主に電子顕微鏡，電子マイクロプローブアナライザー，放射光Ｘ線などの微小領域分析を用いて研究し，さらに室内再現実験も組み合せることで，各隕石の形成環境の解明を行い，天体進化を議論してきた。火星隕石の多くは玄武岩質の集積岩だが，結晶化実験の結果，一部の試料が親マグマから直接，急冷・結晶化した可能性を指摘し，火星マントルの部分溶融液との関連性を議論し，ナクライト火星隕石については，すべての試料が一つの火成岩体の異なった深度を起源とするモデルを提唱した。また、火星隕石に含まれるカンラン石の着色原因が10〜20 nmの金属鉄などのナノ粒子によることを見出し，衝撃実験によって，これらが40 GPa以上の衝撃変成により形成されることを示している。隕石中の未知鉱物を同定するために，SEMに付属したEBSDを用いることを隕石研究の分野では先駆的に導入しており，これまでにdmitryivanoviteやkushiroiteなどの新鉱物を発見している。同氏の研究対象は隕石だけにとどまらず，NASAの Stardust探査機が地球に持ち帰った Wild 2彗星塵や JAXAはやぶさ探査機が持ち帰った小惑星イトカワ塵の分析には初期分析チームや国際公募採択によって精力的に携わってきており，はやぶさ２探査機が回収したリュウグウ試料の初期分析チームでも重要な役割を担っている。同氏は、太陽系形成初期の情報を保持する炭素質コンドライト隕石から，原始惑星を起源とすると考えられるユレイライトやアングライトなどの分化隕石までの幅広い時間軸・空間軸をカバーする試料を研究しており，天体進化プロセスの一連の流れに注目して重要な業績を挙げてきた。

以上のように，三河内会員は，幅広い地球外物質を対象に，微小領域の鉱物学的分析から得られる情報をもとに研究を実施しており，原始太陽系星雲でのダスト凝縮から始まり火星でのマグマ岩体形成までに至る約40億年の太陽系天体進化過程において多くの重要な発見を行なってきた。今後も，鉱物学の知見を駆使し，はやぶさ２小惑星探査機によるリュウグウ試料サンプルリターンから始まる新しい地球外物質科学の時代においても大いに力を発揮することが期待される。日本鉱物科学会ではこれらの成果を認め，三河内会員に2020年度日本鉱物科学会賞を授与するものである。

三河内岳会員の主要論文

1. Mikouchi T., Takeda H., Miyamoto M., Ohsumi K. and McKay G. (1995) Exsolution lamellae of kirschsteinite in magnesium-iron olivine from an angrite meteorite. American Mineral., 80, 585-592.
2. Mikouchi T., Miyamoto M. and McKay G. (1998) Mineralogy of Antarctic basaltic shergottite Queen Alexandra Range 94201: Similarities to Elephant Moraine A79001 (Lithology B) martian meteorite. Meteoritics and Planet. Sci., 33, 181-189.
3. Mikouchi T., Miyamoto M. and McKay G. (1999) The role of undercooling in producing igneous zoning trends in pyroxenes and maskelynites among basaltic Martian meteorites. Earth Planet. Sci. Lett., 173, 235-256.
4. Mikouchi T., Yamada I. and Miyamoto M. (2000) Symplectic exsolution in olivine from the Nakhla martian meteorite. Meteoritics and Planet. Sci., 35, 937-942.
5. Mikouchi T., Koizumi E., Monkawa A., Ueda Y. and Miyamoto M. (2003) Mineralogy and petrology of the

©日本鉱物科学会

Yamato-000593 nakhlite: Comparison with other nakhlite Martian meteorites. Antarctic Meteorite Res., 16, 34-57.
6. Zolensky M. E., Zega T. J., Yano H., Wirick S., Westphal A., Weisberg M., Weber I., Warren J. L., Velbel M. A., Tsuchiyama A., Tsou P., Toppani A., Tomioka N., Tomeoka K., Teslich N., Taheri M., Susini J., Stroud R., Stephan T., Stadermann F. J., Snead C. J., Simon S. B., Simionovici A., See T. H., Robert F., Rietmeijer F. J. M., Rao W., Perronnet M. C., Papanastassiou D. A., Okudaira K., Ohsumi K., Ohnishi I., Nakamura-Messenger K., Nakamura T., Mostefaoui S., Mikouchi T., et al. (2006) Mineralogy and petrology of Comet 81P/Wild 2 nucleus samples. Science, 314, 1735-1739.
7. Mikouchi T., Zolensky M. E., Ivanova M., Tachikawa O., Komatsu M., Le L. and Gounelle M. (2009) Dmitryivanovite: A new calcium aluminum oxide from the Northwest Africa 470 CH3 chondrite characterized using electron back-scatter diffraction analysis. American Mineral., 94, 746-750.
8. Mikouchi T., Komatsu M., Hagiya K., Zolensky M. E., Hoffmann V., Martinez J., Hochleitner R., Kaliwoda M., Terada Y., Yagi N., Takata M., Satake W., Aoyagi Y., Takenouchi A., Karouji Y., Uesugi M., and Yada T. (2014) Mineralogy and crystallography of some Itokawa particles returned by the Hayabusa asteroidal sample return mission. Earth, Planets and Space, 66, 82.
9. Takenouchi A., Mikouchi T. and Yamaguchi A. (2018) Shock veins and brown olivine in Martian meteorites: Implications for their shock pressure-temperature histories. Meteoritics and Planet. Sci., 53, 2259-2284, DOI: 10.1111/maps.13120.
10. Deng Z., Moynier F., Villeneuve J., Jensen N. K., Liu D., Cartigny P., Mikouchi T., Siebert J., Agranier A., Chaussidon M. and Bizzarro M. (2020) Early oxidation of the martian crust triggered by impacts. Sci. Adv., 6, eabc4941, DOI: 10.1126/sciadv.abc4941.

©日本鉱物科学会

受賞者講演

2021年9月17日(金) 10:45 ~ 11:15 | Zoom Session 2

2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学） 受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」

[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学）
受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」

受賞者講演

2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学）

受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」
2021年9月17日(金) 10:45 〜 11:15 Zoom Session 2

10:50 〜 11:20

[Awardees]2020年度日本鉱物科学会賞第25回受賞者　辻森　樹　会員（東北大学）

受賞題目：「プレート境界岩総合解析によるオロゲン地質記録と変成プロセスの研究」
授賞理由

辻森樹会員は，岩石学・鉱物学・地球化学・地球年代学を組み合わせた総合的な研究手法を駆使して，プレート境界岩からオロゲンの地質記録及び変成プロセスの研究に関して国際的な成果を上げてきた。辻森氏は大学院生及びキャリア初期の頃から，マクロからミクロスケールの極めて詳細な記載を主とした観察事実に膨大な文献学的知識を加えるスタイルで成果を残してきた。例えば、変成岩岩石学の熱力学的相平衡モデリングで広く用いられているオンファス輝石の固溶体モデルは，氏が報告した組成ギャップで低温側が最適化されている。2000年代，辻森氏は天然のローソン石エクロジャイトの研究を開始し，自前のデータと文献学的知識からその重要性を世界に示した。当時，地球物理学から推定された非常に低い地温勾配の環境を天然物質から直接解析できるという提案はプレート境界の研究に大きなインパクトを与えている。さらに，同氏は前弧蛇紋岩に伴うひすい輝石岩の研究を展開し，P型とR型の２つの区分を提唱し広く普及している。ひすい輝石岩が，沈み込み流体を解析するための強力な研究対象になることを世界に示した。日本鉱物科学会がひすいを国石に選定したが，同氏の研究はその選定ならびにその後の特集号などでもとりあげており，本学会に大きく貢献している。同氏は，高圧変成岩の研究だけでなく，プレート境界の地殻成長の問題に取り組んでいる。

以上のように，辻森会員は鉱物科学の手法を駆使，発展することによって，プレート境界岩からオロゲンの地質記録及び変成プロセスの研究に関して世界の研究をリードし，国際的に高く評価される成果を挙げてきた。日本鉱物科学会ではこれらの成果を認め，辻森会員に2020年度日本鉱物科学会賞を授与するものである。

辻森樹会員の主要論文　（* 指導する学生が筆頭著者の論文）

1. *Ganbat A., Tsujimori T., Boniface N., Pastor-Galán D., Aoki S., Aoki K., 2021, Crustal evolution of the Paleoproterozoic Ubendian Belt (SW Tanzania) western margin: A Central African Shield amalgamation tale. Gondwana Research, v. 91, p. 286–306, https://doi.org/10.1016/j.gr.2020.12.009
2. *Fukushima R., Tsujimori T., Miyajima N., 2021, Various antiphase domains in garnet-hosted omphacite in low temperature eclogite: A FIB–TEM study on heterogeneous ordering processes. American Mineralogist, v. 106, https://doi.org/10.2138/am-2021-7784
3. *Yamada C., Tsujimori T., Chang Q., Kimura J.-I., 2019, Boron isotope variations of Franciscan serpentinites, northern California. Lithos, v. 334-335, p. 180–189, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.02.004
4. *Hara T., Tsujimori T., Chang Q., Kimura J.-I., 2018, In-situ Sr-Pb isotope geochemistry of lawsonite: A new method to i　nvestigate slab-fluids. Lithos, v. 320-321, p. 93–104, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2018.09.001
5. *Takahashi N., Tsujimori T., Chang Q., Kimura J.-I., 2018, In-situ lithium isotope geochemistry for a veined jadeitite from the New Idria serpentinite body, California: Constraints on slab-derived fluid and fluid-rock interaction. Lithos, v. 318-319, p. 376–385, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2018.08.015
6. Tsujimori T., Ernst W. G., 2014, Lawsonite blueschists and lawsonite eclogites as proxies for paleo-subduction zone processes: A review. Journal of Metamorphic Geology, v. 32, no.5, p. 437–454, https://doi.org/10.1111/jmg.12057
7. Tsujimori T., Harlow G. E., 2012, Petrogenetic relationships between jadeitite and associated high-

©日本鉱物科学会

pressure and low-temperature metamorphic rocks in worldwide jadeitite localities: A review. European Journal of Mineralogy, v. 24, no. 2, p. 371–390, https://doi.org/10.1127/0935-1221/2012/0024-2193
8. Tsujimori T., Sisson V.B., Liou J.G., Harlow G.E., Sorensen S.S., 2006, Very-lowtemperature record in subduction process: A review of worldwide lawsonite eclogites. Lithos, v. 92, no. 3-4, p. 609–624, https://doi.org/10.1016/j.lithos.2006.03.054
9. Tsujimori T., Liou J.G., Coleman R.G., 2005, Coexisting retrograde jadeite and omphacite in a jadeite-bearing lawsonite eclogite from the Motagua Fault Zone, Guatemala. American Mineralogist, v. 90, no. 5-6, p. 836–842, https://doi.org/10.2138/am.2005.1699
10. Tsujimori T., Itaya T., 1999, Blueschist-facies metamorphism during Paleozoic orogeny in southwestern Japan: Phengite K-Ar ages of blueschist-facies tectonic blocks in a serpentinite melange beneath early Paleozoic Oeyama ophiolite. The Island Arc, v. 8, no. 2, p. 190–205. https://doi.org/10.1046/j.1440-1738.1999.00231.x

©日本鉱物科学会

受賞者講演

2021年9月17日(金) 11:20 ~ 11:40 | Zoom Session 2

2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学） 受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」

11:20 ~ 11:40

[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学）

受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」

受賞者講演

2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学）

受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」
2021年9月17日(金) 11:20 〜 11:40 Zoom Session 2

11:20 〜 11:40

[Awardees]2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第29回受賞者　田阪　美樹　会員（静岡大学）

受賞研究対象：「マントルにおける物質移動メカニズムを解明するための岩石鉱物物理研究」
授賞理由：

田阪美樹会員の粒ぞろいの研究成果の中でももっとも重要な業績は，従来技術的に困難であった含水カンラン岩の高歪みねじり実験に，手法の改良を加えることによって成功したことである。この結果，水に豊富な条件下では，カンラン石において複数の転位すべり系が作動することによる特徴的構造が形成されることを提案した。この発見は，強く変形したキンバーライト中のカンラン岩捕獲岩の微細構造を解釈するための基礎となった。

また，それまで一般的であった１つの鉱物からなる岩石（単相多結晶体）ではなく，２つ以上の鉱物から成る多相系多結晶体岩石の変形挙動を調べることの重要性を明らかにした。カンラン石と直方輝石からなる岩石の粒成長と変形を同時に行い，2相系の流動則を見い出すことにより，地球のマントルに見られる複雑な変形流動の理解に貢献した。

さらに、２相系の高歪みねじり実験を行い、異なる鉱物粒子が混ざることによって粒成長が阻害され，微細鉱物混合層が発達する結果，歪み弱化が起こることを示した。これらの実験生成物に似た岩石組織や力学特性の変化は，天然の歪み集中帯でも観察できることから，天然の変形試料の微細構造観察に応用することで，剪断帯における変形の局所化過程を理解することが可能になった。このように，田阪会員はマントルにおける重要な天然現象を説明するための，天然試料の記載に立脚した実験的研究で重要な成果を着実にあげてきており，今後も天然物質および実験的アプローチの両面で，さらなる展開と飛躍が期待できる。

以上の理由から，田阪美樹会員は日本鉱物科学会研究奨励賞受賞者として相応しいと考え，ここに推薦する。

田阪美樹会員の主要論文

1. Tasaka, M., M. E. Zimmerman, D. L. Kohlstedt (2020), Rheological weakening of olivine + orthopyroxene aggregates due to phase mixing, Effects of orthopyroxene volume fraction, Journal of Geophysical Research- Solid Earth, doi: 10.1029/2020JB019888.
2. Tasaka, M., M. E. Zimmerman, and D. L. Kohlstedt (2016), Evolution of the rheological and microstructural properties of olivine aggregates during dislocation creep under hydrous conditions, Journal of Geophysical Research- Solid Earth, 121, 1, 92–113, DOI:10.1002/2015JB012134.
3. Tasaka, M., T. Hiraga, and M. Zimmerman (2013), Influence of mineral fraction on the rheological properties of forsterite + enstatite during grain size sensitive creep 2: Deformation experiments, Journal of Geophysical Research- Solid Earth, 118, 3991-4012, DOI:10.1002/jgrb.50284.

©日本鉱物科学会

受賞者講演

2021年9月17日(金) 11:40 ~ 12:00 | Zoom Session 2

2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学） 受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」

11:40 ~ 12:00

[Awardees] 2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学）

受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」

受賞者講演

2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学）

受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」
2021年9月17日(金) 11:40 〜 12:00 Zoom Session 2

11:40 〜 12:00

[Awardees]2020年度日本鉱物科学会研究奨励賞第30回受賞者　瀧川　晶　会員（東京大学）

受賞研究対象：「銀河系における物質循環に関する研究」
授賞理由：

瀧川　晶会員は「晩期型巨星から，星間空間を経て，星惑星形成領域へと至る物質循環を通じ，化学的に進化してきた銀河の歴史の中に太陽系の起源を位置づける」という時空間スケールの大きな物質循環の解明に取り組んできた。

瀧川会員の大きな業績の一つは，進化末期の晩期型巨星周囲での鉱物ダストの形成について，鉱物の凝縮や蒸発という低圧での物質形成の主要化学過程に注目し，非平衡条件で凝縮や蒸発をするフォルステライトやコランダムダストが異方的形状を取ることを実験で明らかにしたことである。さらに，異方的形状が赤外線天文観測で吸収・発光ピークの変化として検出できることを理論的に示し，その結果，晩期型巨星周に観測されてきたものの未同定であった13 μm にピークをもつ輝線が，晩期型巨星起源の質量放出風中の非平衡条件下で，ガスから凝縮したコランダムダストであることを突き止めた。また，始原隕石中のプレソーラーコランダム粒子のうち{011}面で囲まれたものは，晩期型巨星周でガスから凝縮したコランダムが，太陽系まで生き残った証拠であることを発見した。

また，ALMA 望遠鏡を用いて，アルミナダストが生成する場の物理化学環境を，世界で初めて撮像することにも成功し，ダスト形成が恒星からの質量流出の引き金になるという仮説を実証した。さらに，アルミナに富む非晶質ダストと考えられてきた輝線がケイ素を10%ほど含む遷移アルミナであることを実験で明らかにした。最近では，太陽系始原物質の探査にも貢献し，NASA 彗星核サンプルリターン計画CAESARや，「はやぶさ2」によるリターンサンプルの初期分析への参画など国際的に活躍している。

以上ように瀧川会員は，晩期型巨星から星間空間を経て太陽系に至るまでの銀河物質循環を，実証的に明らかにすることをめざし，多様の手法を複合した研究手法により，惑星物質科学・鉱物学・天文学など関連する地球惑星科学分野への新たな道を切り拓く成果を挙げている。以上の理由から，日本鉱物科学会研究奨励賞受賞者として相応しいと考え，ここに推薦する。

瀧川　晶会員の主要論文

1. Aki Takigawa, Shogo Tachibana, Hiroko Nagahara, and Kazuhito Ozawa, Evaporation and Condensation Kinetics of Corundum: The Origin of the 13 μm Feature of Oxygen-rich AGB Stars. Astrophysical Journal Supplement Series, 218, 2 (16pp), 2015.
3. Aki Takigawa, Takafumi Kamizuka, Shogo Tachibana and Issei Yamamura, “Dust formation and wind acceleration around the aluminum oxide–rich AGB star W Hydrae”, Science Advances 3, eaao2149 (5pp), 2017.
3. Aki Takigawa, Rhonda M. Stroud, Larry R. Nittler, Conel M. O’D.Alexander C. M. O’D. and Akira Miyake, “High-temperature Dust Condensation around an AGB Star: Evidence from a Highly Pristine Presolar Corundum”, The Astrophysical Journal, 862, L13 (6pp), 2018.

©日本鉱物科学会

各種委員会

🏛2021年9月17日(金) 17:00 ~ 18:30 | 🏛Zoom Session 1

2021年度第1回定例理事会

17:00 ~ 18:30

[committees] 委員会

各種委員会

2021年度第1回定例理事会

2021年9月17日(金) 17:00 〜 18:30 Zoom Session 1

17:00 〜 18:30

[committees]委員会

©日本鉱物科学会

民間企業と学生会員の交流会

2021年9月17日(金) 17:30 ~ 19:00 | Zoom Session 3

民間企業と学生会員の交流会

17:30 ~ 19:00

内容紹介　民間企業と学生会員の交流会

談話室

2021年9月17日(金) 9:00 ~ 20:00 | oVice会場

2021年9月17日(金) 09:00 〜 20:00 oVice会場　談話室

9:00 ~ 20:00

ご案内　談話室

各種委員会

2021年9月17日(金) 12:30 ~ 13:30 | Zoom Session 1

IMA小委員会

12:30 ~ 13:30
IMA小委員会