Sat. Sep 17, 2022

Oral presentation | R5: Extraterrestrial materials

9:30 AM - 12:30 PM JST | 12:30 AM - 3:30 AM UTC | B251 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

R5: Extraterrestrial materials

Chairperson: Matsumoto Megumi(Tohoku Univ.), Yusuke Seto(Osaka Metropolitan Univ.)

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

[R5-01] Crystallization processes of Martian magma inferred from diversity of petrography and mineral compositions of poikilitic shergottites

[Presentation award entry]

*Sojiro Yamazaki[1], Takashi Mikouchi[2] (1. U. Tokyo, 2. U. Tokyo)

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

[R5-02] Investigation of a carbonaceous material in an ureilite by using SIXM

*Masahiro Yasutake[1], Junya Matsuno[2], Megumi Matsumoto[3], Akira Tsuchiyama[2,4], Kentaro Uesugi[1], Akihisa Takeuchi[1] (1. JASRI, 2. Ritsumeikan Univ., 3. Tohoku Univ., 4. CAS/GIG)

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

[R5-03] FIB-TEM observation of co-existing tridymite polymorphs in Moama meteorite

*Atsushi Takenouchi[1], Yohei Igami[2], Akira Miyake[2], Norimasa Shimobayashi[2], Takashi Mikouchi[3], Haruka Ono[3] (1. Kyoto Univ. Museum, 2. Kyoto Univ., 3. The Univ. of Tokyo, Univ. Museum)

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

[R5-04] Mineralogical study of the Aguas Zarcas meteorite

*Kenei Ogiya[1], Toru Matsumoto[2], Akira Miyake[2] (1. Univ. of Tokyo Sci., 2. Kyoto Univ. Sci.)

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

[R5-05] An Antarctic micrometeorirte as a microbreccia of CP IDP and CS IDP-like material

*Takaaki Noguchi[1], Rikako Matsumoto[2,3], Hikaru Yabuta[4], Hanae Kobayashi[9], Akira Miyake[1], Hiroshi Naraoka[2], Ryuji Okazaki[2], Naoya Imae[5], Akira Yamaguchi[5], David Kylcoyne[6], Shohei Yamashita[7], Yoshio Takahashi[8] (1. Kyoto Univ. Sci., 2. Kyushu Univ. Sci., 3. Ine Town Hall, 4. Hiroshima Univ. Sci., 5. NIPR, 6. ALS, 7. KEK, 8. Univ. Tokyo Sci., 9. Nihon Therm. Consult.)

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

[1Lecture-101-11-6add] Break time

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

[R5-06] Mineralogical investigation of multiple lithologies in the Hayabusa2 returned sample C0002 grain using SEM, TEM, and X-ray nanoCT

*Megumi Matsumoto[1], Junya Matsuno[2], Akira Tsuchiyama[2,3], Tomoki Nakamura[1], Takashi Mikouchi[4], Masahiro Yasutake[5], Kentaro Uesugi[5], Akihisa Takeuchi[5], Satomi Enju[6], Shota Okumura[8], Itaru Mitsukawa[8], Sun Mingqi[3], Yuma Enokido[1], Akira Miyake[8], Hisayoshi Yurimoto[7] (1. Tohoku Univ. , 2. Ritsumeikan Univ., 3. GIG, CAS, 4. Univ. Tokyo, 5. SPring-8, JASRI, 6. Ehime Univ. , 7. Hokkaido Univ., 8. Kyoto univ.)

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

[R5-07] Petrology and mineralogy of olivine in asteroidal Ryugu samples

*Takashi Mikouchi[1], Hideto Yoshida[2], Tomoki Nakamura[3], Michael E. Zolesnky[4], Daisuke Nakashima[3], Kenji Hagiya[5], Mizuha Kikuiri[3], Tomoyo Morita[3], Kana Amano[3], Eiichi Kagawa[2], Hisayoshi Yurimoto[6], Takaaki Noguchi[7], Ryuji Okazaki[8], Hikaru Yabuta[9], Hiroshi Naraoka[8] (1. Univ. Tokyo, 2. Univ. Tokyo, 3. Tohoku Univ., 4. NASA JSC, 5. Univ. Hyogo, 6. Hokkaido Univ., 7. Kyoto Univ., 8. Kyushu Univ., 9. Hiroshima Univ.)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[R5-08] Magnetite 3D morphology in Hayabusa2 returned sample: diversity and implication

*Akira Tsuchiyajma[1], Megumi Matsumoto[2], Junya Matsuno[1], Akira Miyake[3], Tomoki Nakamura[2], Takaaki Noguchi[3], Masanori Yasutake[4], Kentaro Uesugi[4], Akihisa Takeuchi[4], Satomi Enju[5], Aki Takigawa[7], Shota Okumura[3], Itaru Mitsukawa[3], Mingqi Sun[6], Yuma Enokido[2] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Tohoku Univ. Sci., 3. KyotoUniv. Sci., 4. JASRI/SPring8, 5. Ehime Univ. Sci., 6. CAS/GIG, 7. Tokyo Univ. Sci.)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[R5-09] Deposited materials on space weathered anhydrous minerals from asteroid Ryugu

*Toru Matsumoto[1], Takaaki Noguchi[1,2], Akira Miyake[1], Yohei Igami[1], Mitsutaka Haruta[1], Hikaru Saito[2], Satoshi Hata[2], Yusuke Seto[3], Masaaki Miyahara[4], Naotaka Tomioka[5], Hisayoshi Yurimoto[6], Tomoki Nakamura[7], Hikaru Yabuta[4], Hiroshi Naraoka[2], Ryuji Okazaki[2] (1. Kyoto Univ, 2. Kyushu Univ. , 3. Osaka Metropolitan Univ. Sci., 4. Hiroshima Univ. Sci., 5. JMASTEC, 6. Hokkaido Univ. Sci., 7. Tohoku Univ. Sci.)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[R5-10] Minor phases in CI chondrites

*Taro Ando[1], Takaaki Noguchi[1], Shoichi Itoh[1] (1. Kyoto Univ. Sci.)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[R5-11] Shock metamorphism of the surface particles of asteroid Ryugu

*Naotaka Tomioka[1], Akira Yamaguchi[2], Motoo Ito[1], Masayuki Uesugi[3], Naoya Imae[2], Naoki Shirai[4,5], Takuji Ohigashi[6,7], Makoto Kimura[2], Ming-Chang Liu[8], Richard Greenwood [9], Kentaro Uesugi[3], Aiko Nakato[10], Kasumi Yogata[10], Hayato Yuzawa[6], Yu Kodama (1. JAMSTEC, 2. NIPR, 3. SPring-8, 4. Tokyo Metro. Univ., 5. Kanagawa Univ., 6. UVSOR, IMS, 7. KEK, 8. UCLA, 9. Open Univ., 10. JAXA)

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

9:30 AM - 12:30 PM JST | 12:30 AM - 3:30 AM UTC | B253 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

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

Chairperson: Norikatsu Akizawa(The Univ. Tokyo), Taakuya Echigo(Akita Univ.)

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

[R7-01] Amphibole in highly depleted peridotite

*Akihiro Tamura[1], Ikuya Nishio[1], Shoji Arai[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Earth Sci, Kanazawa Univ.)

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

[R7-02] Plausible candidates of the IOA-IOCG type magnetite ore deposits in the Kanto Mountains.

*Atsushi MIYASHITA[1], Hiroyasu MURAKAMI[2] (1. Seikei Univ., 2. Waseda Univ.)

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

[R7-03] Chemical composition of tourmaline from Li-pegmatite of Myokenzan, Ibaraki prefecture, Japan

*Takuya Echigo[1], Hotaka Ishizawa[1], Yasushi Watanabe[1] (1. Akita Univ.)

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

[R7-04] Characteristics of the granite from the Iwafune pluton and its relation with the Takatori deposit, Ibaraki Prefecture

[Presentation award entry]

*Haruki Yamazaki[1], Terumi Ejima[1], Yoshiaki Kon[2], Yuki Tsunazawa[2] (1. Shinshu Univ. Sci., 2. GSJ, AIST)

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

[R7-05] The mechanism of bipyramidal quartz formation in Kuroko deposits

[Presentation award entry]

*Jumpei Sugioka[1], Ryoichi Yamada[1], Atsushi Okamoto[1] (1. Tohoku Univ. Env.)

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

[1Lecture-201-11-6add] Break time

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

[R7-06] Melt incusions containing platinum group minerals in Tahitian mantle xenolith

[Presentation award entry]

*Itaru Mitsukawa[1], Tetsu Kogiso[1], Norikatsu Akizawa[2], Tomoki Taguchi[3], Kentaro Uesugi[4], Akihisa Takeuchi[4], Masanori Yasutake[4], Akira Tsuchiyama[5,6], Megumi Matsumoto[7], Junya Matsuno[6], Shota Okumura[1], Yohei Igami[1], Akira Miyake[1] (1. Kyoto Univ., 2. Univ. of Tokyo, 3. Waseda Univ., 4. SPring-8/JASRI, 5. Guangzhou Inst. of Geochem., CAS, 6. Ritsumeikan Univ., 7. Tohoku Univ.)

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

[R7-07] Hydorocarbon fluid in authigenic quartz from Torinosu limestone at Sakawa Town, Kochi Prefecture, southwestern Japan

[Presentation award entry]

*Taro Kido[1], Masanori Kurosawa[2], Kei Ikehata[2] (1. Univ. Tokyo, Sci, 2. Life Env. Sci., Univ. Tsukuba)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[R7-08] Formation of anorthite megacrysts from their inclusions in the Mt. Kayo, Oguro lava in Akita Prefecture

*Takeyoshi Nishiwaki[1], Takuya Echigo[1] (1. Akita Univ. Sci)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[R7-09] In-situ heating TEM experiments of minerals with laser irradiation system

*Akira MIYAKE[1], Yuki SUZUKI[1], Yohei Igami[1], Ryuichi Nomura[2], Mitsutaka Haruta[2], Ichiro Ohnishi[3], Hiroki Hashiguchi[3] (1. Kyoto Univ. Sci., 2. Kyoto Univ., 3. JEOL Ltd.)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[R7-10] Thermal structure of the oceanic crust as a proxy for the spreading rate: X-tal size geothermometer of the sheeted dikes in the Oman Ophiolite

*Susumu Umino[1], Ayumi Okugawa[5], Atsushi Toramaru[2], Yuki Kusano[3], Sumio Miyashita[4], Yoshiko Adachi[6], Akihiro Tamura[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Kanazawa Univ., 2. Kyushu Univ., 3. AIST, 4. HRCG, 5. YKK, 6. CRIEPI)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[R7-11] The magmatic conditions and hypersolidus deformation of lower crustal magma chamber below a fast-spreading ridge. Insight from the core analyses of the Oman ICDP drill holes GT1A and GT2A

*Trinh Nguyen[1], Susumu Umino[1], Takahiro Fudai[3], Yuki Kusano[2], Osamu Ishizuka[2], Akihiro Tamura[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Kanazawa University, 2. AIST, 3. Pacific Cement, Co. Ltd.)

Oral presentation | S2: Water Rock Interaction (Special Session)

10:00 AM - 12:30 PM JST | 1:00 AM - 3:30 AM UTC | B351 Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Chairperson: Tsuchiya Noriyoshi(Tohoku Univ.)

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

[S2-01] Chloritization and porosity generation at crust-mantle material boundary

*Atsushi Okamoto[1], Oyanagi Ryosuke[2], Kazuki Yoshida[1] (1. Tohoku Univ. Env., 2. Kokushikan Univ.)

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

[S2-02] Numerical modelling of ion exchange reactions in sedimentary rocks and its application to natural systems

*Takeyasu Abe[1], Eiichi Ishii[1] (1. JAEA)

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

[S2-03] Hyalite-like spherules produced from silica-saturated hydrothermal fluid

*Hiroshi Isobe[1], Shosei Ieda[2] (1. Kumamoto Univ. Fac. Adv. Sci. Tech., 2. Kumamoto Univ. Fac. Sci.)

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

[S2-04] Effect of silica on iron partitioning during serpentinization

[Presentation award entry]

*Shuhei Tanaka[1], Atsushi Okamoto[1], Kazuki Yoshida[1], Yasuhiro Niwa[2,3], Masao Kimura[2,3], Masaoki Uno[1], Masakazu Fujii[4,5] (1. Tohoku Univ. Env., 2. IMSS, 3. KEK, 4. NIPR, 5. The Graduate Univ. for Advanced Studies)

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

[1Lecture-301-09-5add] Break time

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

[S2-05] Microtextures of serpentine veins by high resolution X-ray CT

*Satomi Enju[1], Junya Matsuno[2], Masahiro Yautake[3], Megumi Matsumoto[4], Akira Tsuchiyama[2,5], Kentaro Uesugi[3], Akihisa Takeuchi[3] (1. Ehime Univ. , 2. Ritsumeikan Univ., 3. SPring-8/JASRI, 4. Tohoku Univ., 5. CAS/GIG)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[S2-06] Oceanic and continental alteration fluids recorded in fluid inclusions of carbonate veins in Wadi Dima serpentinite, Oman ophiolite

[Presentation award entry]

*Tomohiro Inukai[1], Tatsuhiko Kawamoto[1], Ohi Shuugo[1], Marguerite Godard[2] (1. Shizuoka Univ. Sci, 2. Montpellier Univ. CNRS)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[S2-07] Silicate minerals dissolution behaviours and reordered preference in the presence of a chelating agent

*Jiajie Wang[1], Astin Nurdiana[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku Uni. GSES)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[S2-08] Fundamental study on enhancement of mineral dissolution by natural chelating agent

[Presentation award entry]

*Sena Kikuchi[1], Jiajie Wang[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku Univ. Environmental sci.)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[S2-09] Formation of magnesium carbonate minerals under high pressure CO_2 conditions

*Yuto Nishiki[1,2], Masao Sorai[2], Tsutomu Sato[1] (1. Eng., Hokkaido Univ., 2. AIST)

[1Lecture-301-09-11add] Session convener greeting

Poster presentation | R5: Extraterrestrial materials

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

R5: Extraterrestrial materials

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-01] Grain density measurement for milligram samples by gas pycnometer

*Junya Matsuno[1], Megumi Matsumoto[2] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Tohoku Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-02] A nugget of platinum group element sulfides found from a Ryugu sample

*Junya Matsuno[1], Akira Miyake[2], Megumi Matsumoto[3], Tomoki Nakamura[3], Yoshio Takahashi[4], Shinya Yamada[5], Akira Tsuchiyama[1], Satomi Enju[6], Hisayoshi Yurimoto[7], Takaaki Noguchi[2], Ryuji Okazaki[8], Hikaru Yabuta[9], Hiroshi Naraoka[8], Kanako Sakamoto[10], Shogo Tachibana[4] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Kyoto Univ., 3. Tohoku Univ., 4. Univ. of Tokyo, 5. Rikkyo Univ., 6. Ehime Univ., 7. Hokkaido Univ., 8. Kyusyu Univ., 9. Hiroshima Univ., 10. JAXA/ISAS)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-03] In-situ observation of thermal evolution of primitive carbonaceous chondrite matrix

*Megumi Matsumoto[1], Akira Miyake[2], Junya Matsuno[3] (1. Tohoku Univ. Sci., 2. Kyoto Univ. Sci., 3. Ritsumeikan Univ.)

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

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

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

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-01] Petrography of syenite from Hakata Island, Geiyo Islands, Ehime Prefecture, Japan.

[Presentation award entry]

*Toko FUKUI[1], Satoshi SAITO[1] (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-02] Amygdale minerals in the alkali basalt from Kabeshima Island, Saga Prefecture, SW Japan

[Presentation award entry]

*Satsuki Kio[1], Terumi Ejima[1] (1. Shinshu Univ. Sci)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-03] Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana

Theo Maswe[1], *Kazuyasu Shindo[1] (1. BIUST)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-04] Iron mineralization in the Waga-Sennin skarn deposit, Iwate Prefecture, Japan

*Naoki Igarashi[1], Yasushi Wtanabe[1], Kotaro Seno[1], Takuya Echigo[1], Shogo Aoki[1] (1. Akita Univ. Int)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-05] Silver, lead, zinc, manganese mineralization at the Shirakomori deposit, Akita Prefecture, Japan

*Shoma Yamada[1], yasushi Watanabe[1] (1. Akita Univ. Int)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-06] Mineralogical description of rocks difficult to identify with the naked eye, including Rodingite distributed in Itoigawa City, Niigata Prefecture

*Takahiko Ogawara[1] (1. Fossa Magna Museum)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-07] Petrology of clinopyroxenite from the Higo metamorphic rocks

Minami Nakashima[1], *Satoko Ishimaru[1], Akihiro Tamura[2], Tomoya Fujimoto[1], Tadao Nishiyama[1] (1. Kumamoto Univ., 2. Kanazawa Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-08] Reexamination of the layered structure in the Lower Zone of the Horoman peridotite.

*Hitomi Kimura[1], Eiichi Takazawa[2] (1. Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-09] Exsolution texture of olivine in gabbroic rocks of oceanic core complexes

*Yunosuke Nishimura[1], Toshio Nozaka[1] (1. Okayama Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-10] Mantle xenoliths in alkali basalt from Kabeshima, Saga Prefecture, SW Japan

*Terumi Ejima[1], Shoji Arai[2], Haruki Yamazaki[3] (1. Shinshu Univ. Sci., 2. Kanazawa University, 3. Shinshu Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-11] Antient mantle melting event left in peridotite xenoliths from Tahiti Island

*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Tetsu Kogiso[3] (1. Tokyo Univ. AORI, 2. Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech., 3. Grad. Sch. Hum. and Environ. Stud., Kyoto Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-12] Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*Tomoaki Morishita[1,2], Ikuya Nishio[1,5], Juan Miguel Guotana[1,4], Akihiro Tamura[1], Kenichiro Tani[3], Hikaru Sawada[2], Yumiko Harigane[6], Pedro Waterton[5], Szilas Kristoffer[5] (1. Kanazawa Univ., 2. JAMSTEC, 3. NMNS, 4. Univ. Philippines, 5. Univ. Copenhagen, 6. GSJ, AIST)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-13] Pumice clasts deposited along the Gulf of Thailand, drifted from Fukutoku-Oka-no-Ba over 5000 km

*Kenta Yoshida[1], Yoshihiko Tamura[1], Tomoki Sato[1], Chalermrat Sangmanee[2], Ratchanee Puttapreecha[2], Shigeaki Ono[1] (1. JAMSTEC, 2. Dept. Marine Coast. Resources, Thailand)

Poster presentation | S2: Water Rock Interaction (Special Session)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-01] Development of simultaneous measurements of electrical resistivity and elastic-wave velocity of rock at high pressure

*Ikuo Katayama[1], Kazumasa Tanimoto[1] (1. Hiroshima University)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-02] Alteration processes of oceanic mantle inferred from serpentinization in the Salahi mantle section, the Oman Ophiolite

Yohki Yoshiba[2], *Eiichi Takazawa[1,3], Main Tokinaga[2] (1. Niigata Univ, Sci., 2. Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech., 3. JAMSTEC)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-03] Petrological characteristics of serpentinized peridotites from Fizh block, Oman ophiolite

*Main Tokinaga[1], Eiichi Takazawa[2], Yoki Yoshiba[1] (1. Niigata Univ. Grad. Sci. Tech., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-04] Petrography and qualitative evaluation of uranium distribution among the constituent minerals in rodingite from the Sanbagawa Belt (Besshi, Ehime Prefecture, Japan)

[Presentation award entry]

*Masanori Yokoi[1], Tetsuo Kawakami[1] (1. Kyoto Univ.)

JAMS General Meeting, Award ceremony

2:30 PM - 3:50 PM JST | 5:30 AM - 6:50 AM UTC | E260 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

2:30 PM - 3:50 PM JST | 5:30 AM - 6:50 AM UTC

[committees] JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

Lectures of JAMS Awardees

4:00 PM - 5:30 PM JST | 7:00 AM - 8:30 AM UTC | E260 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

Lectures of JAMS Awardees (Dr. Tomoaki Morishita, Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa)

4:00 PM - 4:30 PM JST | 7:00 AM - 7:30 AM UTC
[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Awardees
・Japan Association of Mineralogical Sciences Award :
Awardee: Dr. Tomoaki Morishita
・Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa
受賞題目：「超苦鉄質―苦鉄質岩に着目した物質科学的アプローチによる海洋プレート及び島弧下マントルの形成・進化プロセスの研究」

4:35 PM - 4:55 PM JST | 7:35 AM - 7:55 AM UTC
[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardee: Dr. Yui Kouketsu
受賞研究対象：「ラマン分光学・赤外分光学に関する基礎的研究と地質学全般への適用」

5:00 PM - 5:20 PM JST | 8:00 AM - 8:20 AM UTC
[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Awardees
・Japan Association of Mineralogical Sciences Award :
Awardee: Dr. Tomoaki Morishita
・Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa
受賞研究対象：「上部マントルでの溶融ー熱水活動記録の解読」

2022年度第1回定例理事会

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC | B351 Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F

2022年度第1回定例理事会

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC
[committees] 2022年度第1回定例理事会

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC | B251 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC
[X11] 民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

Oral presentation | R5: Extraterrestrial materials

Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 12:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 12:30 AM - 3:30 AM UTC | B251 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

R5: Extraterrestrial materials

Chairperson: Matsumoto Megumi(Tohoku Univ.), Yusuke Seto(Osaka Metropolitan Univ.)

[Chairperson]
Megumi Matsumoto: R05-01 - R05-05
Yusuke Seto: R05-06 - R05-11

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

[R5-01] Crystallization processes of Martian magma inferred from diversity of petrography and mineral compositions of poikilitic shergottites

[Presentation award entry]

*Sojiro Yamazaki[1], Takashi Mikouchi[2] (1. U. Tokyo, 2. U. Tokyo)

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

[R5-02] Investigation of a carbonaceous material in an ureilite by using SIXM

*Masahiro Yasutake[1], Junya Matsuno[2], Megumi Matsumoto[3], Akira Tsuchiyama[2,4], Kentaro Uesugi[1], Akihisa Takeuchi[1] (1. JASRI, 2. Ritsumeikan Univ., 3. Tohoku Univ., 4. CAS/GIG)

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

[R5-03] FIB-TEM observation of co-existing tridymite polymorphs in Moama meteorite

*Atsushi Takenouchi[1], Yohei Igami[2], Akira Miyake[2], Norimasa Shimobayashi[2], Takashi Mikouchi[3], Haruka Ono[3] (1. Kyoto Univ. Museum, 2. Kyoto Univ., 3. The Univ. of Tokyo, Univ. Museum)

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

[R5-04] Mineralogical study of the Aguas Zarcas meteorite

*Kenei Ogiya[1], Toru Matsumoto[2], Akira Miyake[2] (1. Univ. of Tokyo Sci., 2. Kyoto Univ. Sci.)

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

[R5-05] An Antarctic micrometeorirte as a microbreccia of CP IDP and CS IDP-like material

*Takaaki Noguchi[1], Rikako Matsumoto[2,3], Hikaru Yabuta[4], Hanae Kobayashi[9], Akira Miyake[1], Hiroshi Naraoka[2], Ryuji Okazaki[2], Naoya Imae[5], Akira Yamaguchi[5], David Kylcoyne[6], Shohei Yamashita[7], Yoshio Takahashi[8] (1. Kyoto Univ. Sci., 2. Kyushu Univ. Sci., 3. Ine Town Hall, 4. Hiroshima Univ. Sci., 5. NIPR, 6. ALS, 7. KEK, 8. Univ. Tokyo Sci., 9. Nihon Therm. Consult.)

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

[1Lecture-101-11-6add] Break time

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

[R5-06] Mineralogical investigation of multiple lithologies in the Hayabusa2 returned sample C0002 grain using SEM, TEM, and X-ray nanoCT

*Megumi Matsumoto[1], Junya Matsuno[2], Akira Tsuchiyama[2,3], Tomoki Nakamura[1], Takashi Mikouchi[4], Masahiro Yasutake[5], Kentaro Uesugi[5], Akihisa Takeuchi[5], Satomi Enju[6], Shota Okumura[8], Itaru Mitsukawa[8], Sun Mingqi[3], Yuma Enokido[1], Akira Miyake[8], Hisayoshi Yurimoto[7] (1. Tohoku Univ. , 2. Ritsumeikan Univ., 3. GIG, CAS, 4. Univ. Tokyo, 5. SPring-8, JASRI, 6. Ehime Univ. , 7. Hokkaido Univ., 8. Kyoto univ.)

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

[R5-07] Petrology and mineralogy of olivine in asteroidal Ryugu samples

*Takashi Mikouchi[1], Hideto Yoshida[2], Tomoki Nakamura[3], Michael E. Zolesnky[4], Daisuke Nakashima[3], Kenji Hagiya[5], Mizuha Kikuiri[3], Tomoyo Morita[3], Kana Amano[3], Eiichi Kagawa[2], Hisayoshi Yurimoto[6], Takaaki Noguchi[7], Ryuji Okazaki[8], Hikaru Yabuta[9], Hiroshi Naraoka[8] (1. Univ. Tokyo, 2. Univ. Tokyo, 3. Tohoku Univ., 4. NASA JSC, 5. Univ. Hyogo, 6. Hokkaido Univ., 7. Kyoto Univ., 8. Kyushu Univ., 9. Hiroshima Univ.)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[R5-08] Magnetite 3D morphology in Hayabusa2 returned sample: diversity and implication

*Akira Tsuchiyajma[1], Megumi Matsumoto[2], Junya Matsuno[1], Akira Miyake[3], Tomoki Nakamura[2], Takaaki Noguchi[3], Masanori Yasutake[4], Kentaro Uesugi[4], Akihisa Takeuchi[4], Satomi Enju[5], Aki Takigawa[7], Shota Okumura[3], Itaru Mitsukawa[3], Mingqi Sun[6], Yuma Enokido[2] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Tohoku Univ. Sci., 3. KyotoUniv. Sci., 4. JASRI/SPring8, 5. Ehime Univ. Sci., 6. CAS/GIG, 7. Tokyo Univ. Sci.)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[R5-09] Deposited materials on space weathered anhydrous minerals from asteroid Ryugu

*Toru Matsumoto[1], Takaaki Noguchi[1,2], Akira Miyake[1], Yohei Igami[1], Mitsutaka Haruta[1], Hikaru Saito[2], Satoshi Hata[2], Yusuke Seto[3], Masaaki Miyahara[4], Naotaka Tomioka[5], Hisayoshi Yurimoto[6], Tomoki Nakamura[7], Hikaru Yabuta[4], Hiroshi Naraoka[2], Ryuji Okazaki[2] (1. Kyoto Univ, 2. Kyushu Univ. , 3. Osaka Metropolitan Univ. Sci., 4. Hiroshima Univ. Sci., 5. JMASTEC, 6. Hokkaido Univ. Sci., 7. Tohoku Univ. Sci.)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[R5-10] Minor phases in CI chondrites

*Taro Ando[1], Takaaki Noguchi[1], Shoichi Itoh[1] (1. Kyoto Univ. Sci.)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[R5-11] Shock metamorphism of the surface particles of asteroid Ryugu

*Naotaka Tomioka[1], Akira Yamaguchi[2], Motoo Ito[1], Masayuki Uesugi[3], Naoya Imae[2], Naoki Shirai[4,5], Takuji Ohigashi[6,7], Makoto Kimura[2], Ming-Chang Liu[8], Richard Greenwood [9], Kentaro Uesugi[3], Aiko Nakato[10], Kasumi Yogata[10], Hayato Yuzawa[6], Yu Kodama (1. JAMSTEC, 2. NIPR, 3. SPring-8, 4. Tokyo Metro. Univ., 5. Kanagawa Univ., 6. UVSOR, IMS, 7. KEK, 8. UCLA, 9. Open Univ., 10. JAXA)

ポイキリティックシャーゴッタイトの岩石組織・鉱物組成多様性から読み解く火星マグマの結晶化過程

山﨑 奏次郎（東大・院理）、三河内 岳（東大・総研博）

Crystallization processes of Martian magma inferred from diversity of petrography and mineral compositions of poikilitic shergottites

Sojiro Yamazaki * (U. Tokyo) and Takashi Mikouchi (U. Tokyo)

はじめに：シャーゴッタイトは岩石学的特徴から、ポイキリティック、オリビンフィリック、玄武岩質の主に 3 つのグループに分類され、それぞれ異なるマグマ分化度と結晶化過程を反映していると考えられている（e.g., Udry+ 2020）。近年、多くのポイキリティックシャーゴッタイトが発見されるようになった結果、このグループ内には、岩石組織・鉱物組成に大きな多様性が存在することが明らかになってきた。ポイキリティックシャーゴッタイトは、輝石のオイコクリストがカンラン石のチャダクリストを取り囲んだポイキリティック領域と、その外側のカンラン石、輝石、斜長石（衝撃によってマスケリナイト化）からなる非ポイキリティック組織の領域からなる。ポイキリティック組織は地殻・マントル境界付近の深部マグマ溜まりで形成され、非ポイキリティック組織は地表付近で急冷されて形成されたと考えられている（e.g., Rahib+ 2019）。本研究では、特に近年見つかったポイキリティックシャーゴッタイトを中心に岩石組織、鉱物組成の多様性を分析・比較することで、火星マグマの結晶化過程に制約を与えることを試みた。

試料と分析手法：本研究では、7 個のポイキリティックシャーゴッタイト（ALH 77005, NWA 4468, NWA 12241, NWA 13227, NWA 13366, NWA 13369, NWA 14127）の薄片試料について EPMA（JEOL JXA8900L）で元素マップの取得及び鉱物組成を分析した。鉱物相の面積、カンラン石の粒子数や大きさについては、取得した元素マップより、ImageJ を用いて解析を行った。非ポイキリティック組織中のカンラン石結晶については結晶サイズ分布（CSD）分析を行い、マグマの冷却固化までの時間を推定した。

結果：輝石のチャダクリストの鉱物組成については、どの試料もコアの領域が $En_{69\pm8}Wo_{12\pm7}$、リムが $En_{51\pm5}Wo_{35\pm5}$ 程度であり、組成に大きな差は見られなかった。カンラン石の元素組成については、NWA 12241 などは $Fo_{60\text{-}70}$ 程度と比較的均質であるのに比べて、NWA 14127 や NWA 13227 は $Fo_{40\text{-}70}$ と組成幅が大きいことがわかった。CSD 分析から見積もられたマグマ固化までの時間は NWA 14127 が 42 日、NWA 13227 が 37 日だったのに対して、ALH 77005 は 127 日、 NWA 12241 は 94 日と比較的ゆっくり冷却固化したことが推定された。その他の試料についてはこれらの試料の中間的な値を示した。また、非ポイキリティック組織領域にあるマスケリナイトは結晶化過程の最後期に結晶化することから、地表付近での冷却環境を反映していると考えられ、冷却速度が速い NWA 14127, NWA 13227 については長石組成のカリ長石端成分の幅が $Or_{0\sim10}$ 程度と大きいのに対して、ALH 77005, NWA 12241 などは $Or_{1\sim3}$ 程度と小さい傾向にあった。また、CSD により得られたマグマ固化時間と、非ポイキリティック組織を占めるマスケリナイトのモード組成との間には負の相関関係が見られた。

考察と結論：複数のポイキリティックシャーゴッタイトを分析したことで、このグループ間に、これまで考えられていた以上の岩石組織および鉱物組成に多様性が存在することが明らかになった。鉱物組成幅に違いを生じさせる要因の一つは、冷却速度であると考えられる。一方、岩石組織の形成には、冷却速度に加え、結晶の集積度合いが関与していると考えられる。ストークスの式から、粒子サイズが大きいものほど、沈降速度は速くなるため、大きい粒子の数密度が高く、冷却固化までの時間が長い試料については、集積が進んだマグマから形成されたことが推察される。したがって、同じマグマ岩体であっても、マグマが固化した深度によって不均一な岩石組織を形成した可能性がある。

Keywords: Poikilithic shergottite, Olivine, Pyroxene, Maskelynite, CSD
*Corresponding author: yamazaki-sojiro615@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

SIXMによるユレイライト中炭素質物質の分析

安武　正展（JASRI)、松野　淳也(立命館大学)、松本　恵（東北大学)、土山　明（立命館大学、広州地球化学研究所)、上杉　健太朗（JASRI)、竹内　晃久（JASRI）

Investigation of carbonaceous material in ureilite by using SIXM

M. Yasutake* (JASRI), J. Matsuno (Ritsumeikan Univ.), M. Matsumoto (Tohoku Univ.), A. Tsuchiyama (Ritsumeikan Univ. , CAS/GIG), K. Uesugi (JASRI), A. Takeuchi (JASRI)

はじめに：ユレイライトは、主にかんらん石、ピジョン輝石からなる超苦鉄質な分化隕石である。この中には炭素質粒が含まれ、グラファイト中にダイヤモンドが産することが知られている。その成因として、いくつかの仮説が提唱されているが未だ明らかでない[1,2 など]。ダイヤモンド形成には鉄が触媒として働くことが知られており、ユレイライト中にもカマサイトが産する事から触媒的作用があったのではないかという指摘がある[1 など]。その場合、ダイヤモンド・グラファイト間の鉄含有相産状に差が出ることが予想される。しかし研磨等により試料表面が大きく乱れるため表面分析は困難であり詳細は不明である。このような試料には CT などによる内部観察が有効である。しかし通常の吸収コントラストによる X 線 CT では X 線吸収率が低いグラファイトとダイヤモンドを区別できない。そこで我々は、吸収像に加え、物質の 3 次元密度分布を定量的かつ高分解能に明らかにすることができる走査/結像 X 線顕微鏡（SIXM）を用いることで、グラファイト・ダイヤモンドの 3 次元的な組織を明らかにし、その中に含まれる包有物の分布を明らかにすることを試みた。

試料と手法： Dar al Gani 999 の薄片を用いた。京都大学にて FIB を用いて約 20μm の円柱状試料を作成した。SPring-8 BL47XU にて 8 keV 単色光を用いて SIXM により吸収像と位相像を得た。

結果：密度を反映する位相像は明るい領域と暗い領域の主に 2 領域からなる（Fig. 1)。両領域の線形減衰係数は、~10-20 cm^{-1} 程度の範囲であり、ケイ酸塩鉱物と比較し非常に低い。明るい領域は、暗い領域に囲まれて分布し RID(refractive index decrements)値は約 10.9 $x10^{-6}$ を示す。この領域はダイヤモンド（理論値 11.4 $x10^{-6}$）であると考えられる。暗い領域は幅のある RID 値を持ち、~6.4-7.4$x10^{-6}$ の値である。グラファイトの理論値 7.37$x10^{-6}$ に近く、この領域は主にグラファイトから成ると考えられる。ダイヤモンドとグラファイトの割合は 44 vol%および 56 vol%である。それぞれの領域には包有物が含まれることが確認され、粒子数を分析した結果、ダイヤモンド中には 144 粒子、グラファイト中には 12 粒子、境界部に産するものが 51 粒子であった。数密度はダイヤモンドで 0.0743 個/$μm^3$、グラファイトで 0.0048 個/$μm^3$ である。形状が認識できない微小粒子はカウントしていないため、これらは最小値である。測定可能なサイズを持つ包有物の RID 値を測定すると 14.5-16.0 を示す。この値は、Mg ケイ酸塩鉱物の RID 値~10-11 より明らかに大きく、トロイライト（14.7）やカマサイト（22.7）に近い。これは、鉄を含む相であることが推測される。以上から、鉄含有相が炭素質粒に存在し、ダイヤモンドに偏って分布していると考えられる。

引用文献：[1] Nakamuta et al. (2016) JMPS, 111, 252-269. [2] Miyahara et al. (2015) GCA, 163, 25-26.

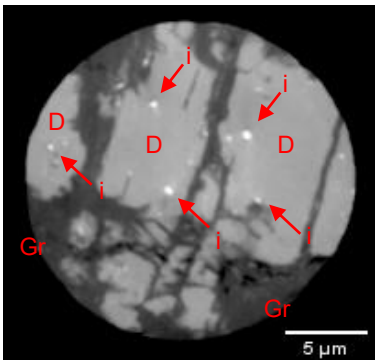


Fig. 1, Phase contrast slice image. D: diamond, Gr: graphite, i: inclusion.

Keyword: Diamond, Meteorite, Ureilite, X-ray CT, SIXM
*M. Yasutake: m.yasutake@spring8.or.jp

Moama 隕石中トリディマイト多形の FIB-TEM 観察

竹之内惇志（京大・総博），伊神洋平（京大・院理），三宅亮（京大・院理），下林典正（京大・院理），三河内岳（東大・総研博），大野遼（東大・総研博）

FIB-TEM observation of co-existing tridymite polymorphs in Moama meteorite

Atsushi Takenouchi*, Yohei Igami, Akira Miyake, Norimasa Shimobayashi, Takashi Mikouchi and Haruka Ono

シリカ鉱物（SiO_2）には数多くの多形が存在することが知られている。その中でもトリディマイトには少なくとも 7 つの多形が知られており，400 度以上では六方晶系（HP）であるが，冷却に伴い直方晶系へと構造が変化し，常温になると３つの相（擬直方 PO-10, 単斜 MC, 単斜 MX-1）が準安定であることが知られている [e.g., 1, 2]。天然の試料中では PO-10 と MC が報告されており，地球の火山岩では主に PO-10，隕石中では主に MC のトリディマイトが存在していると考えられてきた。近年，隕石中のシリカ鉱物には多様な多形共存関係が存在することが明らかとなり [3, 4]，それらの多形の組み合わせが低温での冷却速度の違いを反映している可能性が指摘されている。いくつかの隕石中では PO-10 と MC のトリディマイトがラメラ状に共存（PO-MC ラメラ）していることも報告されている。このラメラ状の組織は，隕石の冷却に伴い直方晶系トリディマイトの一部が MC へと相転移し，MC へ相転移できなかった部分がその後 PO-10 となることで形成されたと考えられている[3]。しかし，先行研究では SEM での組織観察と相同定のみにとどまっており，詳細な共存組織や方位関係などは明らかとなっていなかった。本研究では PO-10 と MC の相転移関係や晶出条件を明らかにするために，集束イオンビームと透過型電子顕微鏡（FIB-TEM）を用いて，隕石中の PO-MC ラメラの詳細な観察を行った。

試料加工と観察は京都大学大学院理学研究科の FIB（Helios NanoLab G3 CX）と TEM（JEM-2100F）を用いた。試料は PO-MC ラメラの存在が報告されている集積岩ユークライトの Moama の薄片を用いた。

ラメラと垂直に FIB 切片を切り出し観察したところ，先行研究で報告されている通り PO-10 と MC のトリディマイトが共存していた。両者の境界は明瞭で直線的であり，合成トリディマイトを加熱して得られる PO-MC 共存組織が示す曲線的な境界[5]とは異なる形態をしていた。電子線回折による方位解析では，MC の空間群を *Aa* としたとき$(001)_{PO\text{-}10}//(001)_{MC}$の関係がみられた。トリディマイトの多形は，六方晶 HP の(0001)面に並行な SiO_4 四面体がつくる六員環層が，*c**方向に積層し，各層が歪んだり積層がずれたりすることで様々な構造が形成されていると捉えることができる[e.g., 1]。今回観察した PO-10 と MC の境界面はその積層の面と平行であり，これらの PO-10 と MC が一つのトリディマイト結晶から相転移により形成されたことを示唆する結果であった。また，PO-10 のラメラ中には MC や PO-10 では指数付け出来ない相も存在していた。回折図形では MC や PO-10 と異なる超周期を持ち，かつ積層方向に変調構造を示していた。今後これらの相も含めて詳細な観察を続け，天然のトリディマイトの相転移関係について明らかにしていく。

[1] 木原國昭（2001）*日本結晶学会誌* 43, 218-226. [2] Kanzaki M. (2019) *JMPS*, 114, 214-218. [3] Ono H. et al. (2019) *MAPS*, 54, 2744-2757. [4] Ono H. et al. (2021) *MAPS*, 56, 1086-1108. [5] Ashworth J. R. (1989) *Min. Magazine*, 53, 89-97.

Keywords: Silica, tridymite, TEM, thermal metamorphism

*Corresponding author: takenouchi.atsushi.5h@kyoto-u.ac.jp

Aguas Zarcas 隕石の鉱物学的研究

荻谷 賢英*（東大・院理）、松本 徹（京大・理, 京大・白眉）、
三宅 亮（京大・理）

Mineralogical study of the Aguas Zarcas meteorite

Kenei Ogiya* (Univ. of Tokyo), T. Matsumoto (Kyoto Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.)

はじめに：Aguas Zarcas 隕石は 2019 年 4 月 23 日にコスタリカに落下した炭素質コンドライトである。The Meteoritical Bulletin による初期分析では CM2 コンドライトと分類された。Aguas Zarcas 隕石は複数の岩相を含んでいると報告されており、CM コンドライトに一般的でない特異な金属に富む岩相の存在から、CR コンドライト母天体との衝突により Aguas Zarcas 隕石の母天体が形成されたと考察されている(Kerraouch et al., 2021)。しかし、Kerraouch et al. (2021)ではそのような金属に富む “Met-1” と呼ばれる岩相の記載が詳細に行われているが、C1 岩相等、他の岩相についての記載は詳細に行われていない。そこで、本研究では Aguas Zarcas 隕石中の様々な岩相の詳細な観察・分析を行い、この隕石のさらなる岩相多様性についての考察を行った。

試料と分析手法：本研究で用いた試料（10.32 g）は、乾式研磨により厚片試料（7 mm×11 mm）である。本研究ではコンドリュールのサイズ測定を目的とし偏光顕微鏡を用いて観察を行い、ImageJ で撮影画像の面積および長軸とそれに垂直な短軸の長さを測定した。コンドリュールのサイズとして、長軸と短軸の平均を取った平均粒径を用いた。

偏光顕微鏡による観察の後に、FE-SEM（京大 JEOL JSM-7001F）による観察とそれに付属した EDS 装置での鉱物の化学組成分析を行った。

結果と考察：本研究に用いた試料では初期分析や Kerraouch et al. (2021)にて記載のない岩相を含む四つの岩相、 Clast1～4 を含んでいた。（１）Clast-1 岩相は、Metzler et al. (1992) で記載された “Primary Accretionary Rocks” に類似した、角礫化を経験していない岩相だと思われる CM 岩相であった。この岩相の岩石サブタイプは Lentfort et al. (2021) の分類法を採用すると 2.2 と見積もられた。（２）Clast-2 岩相は角礫化を受けた CM 岩相であった。（３）Clast-3 岩相は金属に富む岩相で岩石サブタイプは 2.2-2.8 と水質変成を比較的受けていない CM 岩相と考えられる。（４）Clast-4 岩相も金属に富む岩相であるが Clast-3 岩相と比べてトチリナイトとクロンステッダイトの連晶組織（TCI）がほとんど存在しない点で区別される。これは Kimura et al. (2020) にて記載のあった Asuka（A）12085、A12169、A12236 と同様に最も始原的で水質変成をほとんど受けていない CM 岩相と類似している可能性がある。

結論：Clast-1 岩相は Kerraouch et al. (2021)には記載がなく、本研究で Aguas Zarcas 隕石にこれまでに未知である岩相が含まれていることを示した。また、先行研究において記載のあった CR コンドライト由来の金属に富む岩相と、本研究の Clast-3 岩相及び Clast-4 岩相は類似した岩石学・鉱物学的特徴を有していた。しかしながら本研究では Clast-3、4 岩相について、先行研究では考察されていない CM コンドライトの水質変成の程度が非常に小さいものである可能性を示した。このことから、本研究からは Aguas Zarcas 隕石の母天体が従来考えられていたよりも多様な水質変成の程度を示す岩相が母天体に含まれていたことを示唆する結果が得られた。

The Meteoritical Bulletin Database.
https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php
Kerraouch et al. (2021) Meteoritics & Planetary Science, 56(2), 277-310.
Metzler et al. (1992) Geochimica et Cosmochimica Acta, 56. 2873-2897.
Lentfort et al. (2021) Meteorics & Planetary Science, 56(1), 127-147.
Kimura et al. (2020) Polar Science, 26, 100565.

Keywords: Carbonaceous chondrite, TCI, SEM, EDS
*Corresponding author: ogiya-kenei886@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

CP IDP と CS IDP 的物質の微細な角礫岩である南極微隕石

野口高明[1*]，松本里佳子[2,3]，薮田ひかる[4]，小林華栄[5]，三宅亮[1]，奈良岡浩[2]，岡崎隆司[2]，今栄直也[6]，山口亮[6]，キルコイン・デービッド[7]，山下翔平[8]，高橋嘉夫[9]
([1]京都大学，[2]九州大学，[3]伊根町役場，[4]広島大学，[5](株)日本サーマル・コンサルティング，[6]国立極地研究所，[7]Advanced Light Source，[8]高エネルギー加速器研究機構，[8]東京大学)

An Antarctic micrometeorirte as a microbreccia of CP IDP and CS IDP-like material

Takaaki Noguchi[1*], Rikako Matsumoto[2,3], Hikaru Yabuta[4], Hanae Kobayashi[5], Akira Miyake[1], Hiroshi Naraoka[3], Ryuji Okazaki[3], Naoya Imae[6], Akira Yamaguchi[6], A.L. David Kilcoyne[7], Yasuo Takeichi[8], Yasuo Takahashi[9] ([1]Kyoto Univ., [2]Kyushu Univ., [3]Ine Town Hall, [4]Hiroshima Univ., [5]Nihon Thermal Consulting, [6]NIPR, [7]ALS, [8]KEK, [9]Univ. of Tokyo

小惑星と彗星の区分は分野によって異なる。観測天文学的には顕著な質量放出の有無，惑星科学的には形成された場所, 天体力学的には(短周期彗星については)木星との軌道相互作用の程度にもとづく[1]。天体力学的には小惑星であるが質量放出のある小惑星は活動的小惑星とよばれる[1]。質量放出のある Bennu は活動的小惑星である[2]。

成層圏で回収される Interplanetary dust particles (IDPs)は小惑星, 彗星, 太陽系外縁天体を起源とする塵とされる[e.g. 3]。Chondritic porous IDPs (CP IDPs)と chondritic smooth IDPs (CS IDPs)というIDPs の大部分は，それぞれ彗星と含水小惑星起源の塵と考えられているが，彗星と“彗星的”な小惑星帯外縁の小惑星が CP IDPs の母天体である可能性や，CP IDPs の一部と CS IDPs の一部がそれぞれ小惑星と彗星起源である可能性もある[e.g. 3]。さらに, ソーラーフレアトラック(SFT)数密度の解析から，CP IDPs と CS IDPs のそれぞれには太陽系外縁天体塵が存在する可能性が指摘されている[4]。本研究では，CP IDP と CS IDP の両方と同等の岩相を持つ南極微隕石(以下 AMM) D10IB292 について報告し，その起源について検討する。

この AMM は 2010 年度に南極のドームふじ基地近くの雪に含まれていた AMMs のひとつである。CP IDPs とほぼ同等の岩相の部分の主要構成物質は，Glass with embedded metal and sulfides (GEMS), enstatite whiskers/platelets を含む low-Ca pyroxene, olivine, pyrrhotite である。始源的な隕石に含まれる GEMS 的非晶質珪酸塩ではなく，CP IDPs の GEMS と同様に広い化学組成範囲を示す，Fe-Ni metal を多量に含む典型的な GEMS である。ただ，一部の GEMS には Fe-Ni metal を含むにもかかわらず周囲に低結晶度の層状珪酸塩が形成されているものがあり，非常に弱い水質変成の証拠を示す。他方，CS IDP 類似のコンパクトな岩相の主要鉱物は saponite, framboidal aggregate を含む magnetite, pyrrhotite, (decomposed) Fe-Mg carbonate であり，少量の olivine も存在する。これらは CS IDPs の典型的な主要鉱物である。これら 2 つの岩相が約 5 μm の大きさでパッチ状に組み合わさっており，両者は明瞭な境界を持つ。両岩相に含まれる olivine の SFT 数密度は>~5 × 10^{10} tracks/cm^2 で，太陽系外縁天体起源 IDPs の範囲にある[4]。

多孔質な岩相の有機物の構造は，CP IDPs とほぼ同じものから芳香族に富むものまで変化に富む。他方，コンパクトな岩相の有機物の構造は均質であり，より高い水質変成作用によって構造が均質化したと考えられる。その構造は，隕石の酸不溶有機物 IOM の構造よりも CP IDPs や NASA スターダスト探査機が持ち帰った Wild 第 2 彗星試料の構造により似ていた。このことは，両者が無関係なものではなく，コンパクトな岩相が多孔質な岩相から形成されたことを示唆する。

この AMM の鉱物学的特徴および有機物の構造的特徴は，その母天体が彗星と同等の構成物質から作られ，後に不完全な水質変成作用を受けたことを示唆している。この AMM は，CP IDP 類似の物質からなる表層と CS IDP 類似の内部起源の物質が混在するレゴリス層中で形成された微細な角礫岩である可能性が高いだろう。もし，高 SFT 数密度が太陽系外縁天体起源の証拠となるのならば，この AMM は不完全な水質変成作用を受けた太陽系外縁天体塵であるかもしれない。

References [1] Jewitt, D. et al. (2015) In: Asteroids, 4th ed. Arizona Univ. Press, pp. 221-241. [2] Lauretta, D. et al. (2019) Science 366, DOI: 10.1126/science.aay3544. [3] Bradley, J. P. (2014) In: Treatise on Geochemistry 2nd ed. Elsevier, pp. 287-308. [4] Keller, L. P. and Flynn, G. J. (2022) Nat. Astronom. 6, 731-735.

Keywords: CP IDP, CS IDP, AMM
***Corresponding author: Noguchi.takaaki.2i@kyoto-u.ac.jp**

Oral presentation

R5: Extraterrestrial materials

Chairperson: Matsumoto Megumi(Tohoku Univ.), Yusuke Seto(Osaka Metropolitan Univ.)
Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 12:30 PM B251 (Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F)
[Chairperson]
Megumi Matsumoto: R05-01 - R05-05
Yusuke Seto: R05-06 - R05-11

10:45 AM - 11:00 AM

[1Lecture-101-11-6add]Break time

©Japan Association of Mineralogical Sciences

はやぶさ２リターンサンプル C0002 粒子に含まれる様々な岩相の電子顕微鏡観察と放射光ナノ CT 分析

松本恵*（東北大学），松野淳也（立命館大学），土`山明（立命館大学, 中国科学院广州地球化学研究所），中村智樹（東北大学），三河内岳（東京大学），安武正展（SPring-8/JASRI），上杉健太朗（SPring-8/JASRI），竹内晃久（SPring-8/JASRI），延寿里美（愛媛大学），奥村翔太（京都大学），三津川到（京都大学），孙铭琦（中国科学院广州地球化学研究所），榎戸祐馬（東北大学），三宅亮（京都大学），圦本尚義（北海道大学），野口高明（京都大学），岡崎隆司（九州大学），薮田ひかる（広島大学），奈良岡浩（九州大学），坂本佳奈子（JAXA/ISAS），橘省吾（東京大学），渡邊 誠一郎（名古屋大学），津田雄一（JAXA/ISAS）

Mineralogical investigation of multiple lithologies in the Hayabusa2 returned sample C0002 grain using SEM, TEM, and X-ray nanoCT

M. Matsumoto* (Tohoku Univ.), J. Matsuno (Ritsumeikan Univ.), Akira Tsuchiyama (Ritsumeikan Univ., Guangzhou Inst. Geochem., CAS), T. Nakamura (Tohoku Univ.), T. Mikouchi (Univ. Tokyo), M. Yasutake (SPring-8/JASRI), K. Uesugi (SPring-8/JASRI), A. Takeuchi (SPring-8/JASRI), S. Enju (Ehime Univ.), S. Okumura (Kyoto Univ.), I. Mitsukawa (Kyoto Univ.), S. Mingqi (Guangzhou Inst. Geochem., CAS), Y. Enokido (Tohoku Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), H. Yurimoto (Hokkaido Univ.), T. Noguchi (Kyoto Univ.), R. Okazaki (Kyushu Univ.), H. Yabuta (Hiroshima Univ.), H. Naraoka (Kyushu Univ.), K. Sakamoto (JAXA/ISAS), S. Tachibana (Univ. Tokyo), S. Watanabe (Nagoya Univ.), Y. Tsuda (JAXA/ISAS)

リュウグウは、ラブルパイル型小惑星であり、前駆母天体が破砕し生成した破片が再集積して形成したと考えられている[e.g., 1]。探査機はやぶさ 2 が地球に持ち帰ったリターンサンプルの初期分析では、大小様々なサイズのリュウグウ表層粒子が分析され、CI コンドライトによく似た化学的・岩石学的特徴をもつことが明らかとなっている[e.g., 2, 3]。また多くの粒子は、特徴の異なる複数の岩相からなる角礫岩組織を示す[e.g., 2, 3]。これらの岩相は、リュウグウ前駆母天体内の異なる場所で形成した可能性があり、それぞれを詳細に分析することで、前駆母天体の形成・進化過程に関する情報が得られると期待される。本研究では、初期分析試料のうち最も大きな C0002 粒子（~8 mm）の切断研磨片 plate 6 に含まれる岩相について、走査型電子顕微鏡（SEM）、SPring-8 BL47XU の放射光ナノ CT、透過型電子顕微鏡（TEM）分析を行い、鉱物学的特徴を調べた。

リュウグウ粒子の主要な岩相は主に Mg に富む層状ケイ酸塩からなり、Fe-Ni 硫化物（ピロータイト，ペントランダイト）、マグネタイト、炭酸塩（ドロマイト，ブリュネライト）、アパタイト等を含む[e.g., 2, 3]。Plate 6 の大部分もこのような岩相からなるが、場所によって炭酸塩の存在量には違いが見られ、リン（P）が欠乏した領域も見られた。また、カンラン石や輝石を含み比較的水質変成度が低いと考えられる岩相、主要な岩相に比べ非常に硫黄（S）に富む岩相もそれぞれ複数観察された。これらは主要な岩相と明瞭な境界をもつ。

本研究では、主要な岩相のうち炭酸塩、リンの分布量が異なる 4 か所、無水ケイ酸塩を含む 2 つの岩相、硫黄に富む 1 つの岩相について、集束イオンビーム装置を使って微小試料を作製し、放射光ナノ CT 分析と TEM 観察を行った。

主要な岩相の試料は、Mg に富む層状ケイ酸塩（サポナイトとサーペンティンからなる）の特徴から次の 2 つの部分に分けられる：(1) 比較的結晶性が高く（結晶サイズ >~200 nm）ややサーペンティンの量比が高い領域、(2) 結晶性が低いかつサポナイトの量比がやや高く、多数の Fe-Ni sulfide 微粒子（数十～数百 nm サイズ）と共存する部分。(1) と (2) の量比には試料間で差が見られた。また、Fe-Ni sulfide 微粒子の一部は縁から層状ケイ酸塩に交代されており、その変質程度にも試料間で差が見られた。これら試料間の違いは、水質変成程度（或いは変成条件）の差を反映していると考えられる。

また無水ケイ酸塩を含む 2 つの岩相は、一方は大部分が比較的結晶性の高い層状ケイ酸塩からなるのに対し、他方は大部分低結晶性の層状ケイ酸塩からなり、水質変成程度（或いは変成条件）に違いがあることが分かった。一方、硫黄に富む岩相は主に低結晶質の層状ケイ酸塩と Fe-Ni 硫化物からなり、板状の細粒な Fe 硫化物を多く含むことが分かった。発表では、各試料の詳細な鉱物学的特徴を紹介し、それぞれの水質変成度や形成履歴について議論する。

引用文献: [1] Watanabe et al. (2019), *Science*, **364**. [2] Yokoyama et al. (2022), *Science*, 10.1126/science.abn7850. [3] Nakamura et al. (2022), *Science*, in revision.

Keywords: asteroid (162173) Ryugu, aqueous alteration, CI chondrite, X-ray CT, TEM
***Corresponding author:** m_matsumoto@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

小惑星リュウグウ試料に含まれるカンラン石の岩石・鉱物学

三河内 岳*（東大・総研博）、吉田 英人（東大・院理）、中村 智樹（東北大・院理）、Michael E. Zolensky（NASA-JSC）、中嶋 大輔（東北大・院理）、萩谷 健治（兵庫県大・院理）、菊入 瑞葉（東北大・院理）、森田 朋代（東北大・院理）、天野 香菜（東北大・院理）、加川 瑛一（東北大・院理）、坈本 尚義（北大・院理）、野口 高明（京大・院理）、岡崎 隆司（九大・院理）、藪田 ひかる（広大・院理）、奈良岡 浩（九大・院理）、坂本 佳奈子（JAXA）、橘 省吾（東大・院理）、渡邊 誠一郎（名大・院環境）、津田 雄一（JAXA）

Petrology and mineralogy of olivine in asteroidal Ryugu samples

Takashi Mikouchi* (Univ. of Tokyo), H. Yoshida (Univ. of Tokyo), T. Nakamura (Tohoku Univ.), M. E. Zolensky (NASA-JSC), D. Nakashima (Tohoku Univ.), K. Hagiya (Univ. of Hyogo), M. Kikuiri (Tohoku Univ.), T. Morita (Tohoku Univ.), K. Amano (Tohoku Univ.), E. Kagawa (Tohoku Univ.), H. Yurimoto (Hokkaido Univ.), T. Noguchi (Kyoto Univ.), R. Okazaki (Kyushu Univ.), H. Yabuta (Hiroshima Univ.), H. Naraoka (Kyushu Univ.), K. Sakamoto (JAXA), S. Tachibana (Univ. of Tokyo), S. Watanabe (Nagoya Uuiv.), Y. Tsuda (JAXA)

はじめに：2020 年に JAXA「はやぶさ 2」探査機によりサンプルリターンされた小惑星リュウグウ試料は初期分析により CI コンドライトに化学的・鉱物学的特徴がよく一致することが明らかになった [e.g., Yokoyama+ 2022]。リュウグウ試料は mm～サブ mm サイズの角レキ岩で、母天体での水質変成により、ほとんど層状ケイ酸塩から成るが、水質変成の度合いが弱いと考えられる角レキには、カンラン石が含まれることが報告されている [e.g., Nakamura+ 2022]。これらのカンラン石は母天体での水質変成前の情報を記録している可能性があることから、本研究で CI コンドライトとも比較し、詳細な岩石・鉱物学的研究を行った。

試料と分析手法：本研究には、初期分析「石の物質分析」チームに配分された 18 粒子のリュウグウ試料（A0026, A0055, A0063, A0064, A0067, A0094, A0106, C0002, C0023, C0025, C0033, C0040, C0046, C0055, C0061, C0076, C0103, C0107）から作成した樹脂埋め研磨片を用いた（最大約 9 mm）。岩石組織観察、鉱物組成分析は FE-EPMA（東大・理 JEOL JXA-85310F）で行った。また、同サイズ（~1-3 mm）の CI コンドライト（Orgueil と Ivuna）も同様の手法で分析した。

結果：カンラン石は 2 回目のタッチダウンで採集された Room C の粒子からのみ見つかった（11 粒子中の 9 粒子）。最大約 50 μm の結晶であったが、ほとんどのものは 5 μm 以下で破片状であった。まれにマイクロコンドルールに類似した球形の結晶や虫食い状の結晶も存在した。カンラン石組成は 9 割以上が Fo_{99} 付近に集中し、ごくまれに Fe に富む結晶（$Fo_{\sim 44}$）が見られた。MnO 組成は、0.0-0.7 wt% であったが、LIME カンラン石（Wt% で MnO/FeO>1）も少量ではあるが存在した。その他の微量元素では、Cr_2O_3 が 0.0-0.7 wt%含まれていたが、Ca はほとんど含まれていなかった（CaO: <0.1 wt%）。比較として分析した Orugeil, Ivuna ともにリュウグウ試料と非常によく似た産状（組織・サイズ）のカンラン石が存在し、カンラン石の鉱物組成も Fe-Mg 比、微量元素組成ともにリュウグウ試料とよく一致していた。

考察と結論：本研究によって得られたカンラン石の岩石鉱物学的特徴からもリュウグウ試料は CI コンドライトに類似していることが強く支持された。Room A 試料にカンラン石が見つからなかったことから、2 回のタッチダウンで異なる特徴の試料が採集されたことが示唆される。これまでに CI コンドライトに含まれる 5 μm 以下の微小カンラン石についての研究はほとんど無いことから、これらのカンラン石に注目して、母天体での水質変成前、特に原始太陽系星雲からの凝縮過程に注目して検証する必要がある。

参考文献 : Nakamura T. et al. (2022) *Science*, in revision. Yokoyama T. et al. (2022) *Science*, 10.1126/science.abn7850.

Keywords: Asteroid (162173) Ryugu, Olivine, CI chondrite, FE-EPMA, Hayabusa2 spacecraft
*Corresponding author: mikouchi@um.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

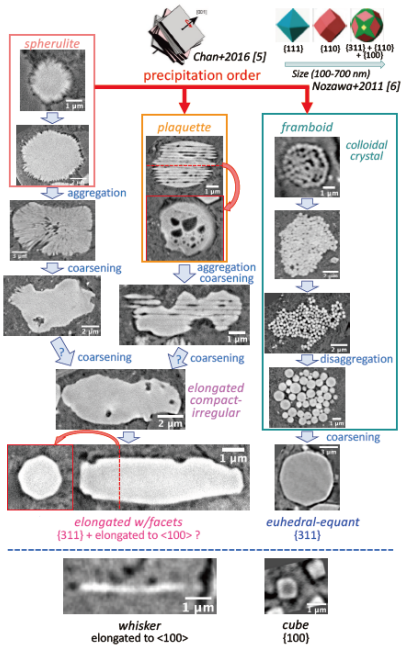
はやぶさ２リターンサンプルに含まれるマグネタイト粒子の３次元形状：多様性とその意味

土山明*（立命館大学, 广州地球化学研究所），松本恵（東北大学），松野淳也（立命館大学），三宅亮（京都大学），中村智樹（東北大学），野口高明（京都大学），安武正展（SPring-8/JASRI），上杉健太朗（SPring-8/JASRI），竹内晃久（SPring-8/JASRI），延寿里美（愛媛大学），瀧川晶（東京大学），奥村翔太（京都大学），三津川到（京都大学），孙铭琦（广州地球化学研究所），榎戸祐馬（東北大学），松本徹（京都大学），臿本尚義（北海道大学），岡崎隆司（九州大学），薮田ひかる（広島大学），奈良岡浩（九州大学），坂本佳奈子（JAXA/ISAS），橘省吾（東京大学），渡邊 誠一郎（名古屋大学），津田雄一（JAXA/ISAS）

Magnetite 3D morphology in Hayabusa2 returned sample: diversity and implication

A. Tsuchiyama* (Ritsumeikan Univ., Guangzhou Inst. Geochem/CAS.), M. Matsumoto (Tohoku Univ.), J. Matsuno (Ritsumeikan Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), T. Nakamura (Tohoku Univ.), T. Noguchi (Kyoto Univ.), M. Yasutake (SPring-8/JASRI), K. Uesugi (SPring-8/JASRI), A. Takeuchi (SPring-8/JASRI), S. Enju (Ehime Univ.), S. Okumura (Kyoto Univ.), I. Mitsukawa (Kyoto Univ.), S. Mingqi (Guangzhou Inst. Geochem., CAS), Y. Enokido (Tohoku Univ.), T. Matsumoto (Kyoto Univ.), H. Yurimoto (Hokkaido Univ.), R. Okazaki (Kyushu Univ.), H. Yabuta (Hiroshima Univ.), H. Naraoka (Kyushu Univ.), K. Sakamoto (JAXA/ISAS), S. Tachibana (Univ. Tokyo), S. Watanabe (Nagoya Univ.), Y. Tsuda (JAXA/ISAS)

はやぶさ２探査機がC型小惑星リュウグウから地球に持ち帰ったサンプルの初期分析により、リュウグウ表層粒子は CI コンドライトに対応したあるいは類似した物質であることが明らかとなった [e.g., 1-4]。これらの粒子は主に Mg に富む層状ケイ酸塩からなり、Fe-Ni 硫化物、マグネタイト、炭酸塩、アパタイト等を含むが、マグネタイトのみが多様な粒子形状を示す。本研究では、初期分析の一環として行なった 44 個の粒子（<~100 μm）の SPring-8 BL47XU の放射光ナノ CT 分析[3,4]により得られたマグネタイトの３次元形状を明らかにし、一部粒子については透過型電子顕微鏡（TEM）分析によりその鉱物学的特徴を調べることにより、これらのマグネタイトを生成した水質変成作用の理解を試みた。



Magnetite morphology with crystallographic information in Ryugu samples by nanoCT and their possible evolution.

結果のまとめを図に示す。球晶は単独で存在するだけでなく、集合した不規則形状をもつものもある。プラケット[5]は内部に空隙を通常持っている。フランボイドは、コロイダル結晶[6]からナノ結晶粒子の緩い集合体まで多様である。一方、これらのような大きな表面積/体積比で特徴付けられるものだけでなく、等粒状や伸長した大きな自形結晶も少なからず存在する。さらには、稀にウィスカーや立方体の微結晶も見られた。

観察された３次元形状から示唆されるマグネタイト形状の発展モデルを図に示した。ここでは、球晶とプラケットはそれぞれ集合し、フランボイドは個々の構成結晶が分離していくが、それぞれの構成結晶の粗大化が共通して起こっている。各形状の相対的な包有関係からは、一連の水質変成作用において、球晶が最も先に析出し、プラケットとフランボイドがこれに続く。少なくともリュウグウ粒子では、Fe, FeS を含む非晶質ケイ酸塩を主な出発物質とて水質変成が起こった可能性が大きい。このとき、反応性の高い非晶質ケイ酸塩が水質流体に素早く溶解して生成された高過飽和度溶液から、球晶、プラケットとフランボイドの順に析出し、その後の過飽和度の低下により、大きな自形結晶が出現したと考えられる。

引用文献：[1] Yokoyama et al. (2022) *Science*, 10.1126/science. abn7850. [2] Ito et al. (2022) *Nature Astron.*, in press. [3] Nakamura et al. (2022), *Science*, in revision. [4] Noguchi et al. (2022), *Science Advanced*, in revision. [5] Chan et al. (2016) *Am. Min.* 101: 2041. [6] Nozawa et al. (2011) *JACS*, 133: 8782.

Keywords: asteroid (162173) Ryugu, aqueous alteration, X-ray CT, TEM
***Corresponding author:** atsuchi@fc.ritsumei.ac.jp

小惑星リュウグウ試料における無水鉱物の宇宙風化と粒子表面の凝縮層の観察

松本徹[1*],野口高明[1,2],三宅亮[1],伊神洋平[1],治田充貴[1],斉藤光[2],波多聰[2],瀬戸雄介[3], 宮原正明[4], 富岡尚敬[5], 圷本 尚義[6]、中村 智樹[7]、薮田 ひかる[4]、奈良岡 浩[2]、岡崎 隆司[2]、坂本 佳奈子[8] 、橘 省吾[9]、渡邊 誠一郎[10]、津田 雄一[8], Min-Pet-Fine sub-team
（1.京都大学、2.九州大学、3.大阪公立大学、4.広島大学、5.海洋研究開発機構、6.北海道大学、7.東北大学、8.宇宙航空研究開発機構、9.東京大学、10.名古屋大学）

Deposited materials on space weathered anhydrous minerals from asteroid Ryugu

*Toru Matsumoto[1], Takaaki Noguchi[1,2], Akira Miyake[1], Yohei Igami[1], Mitsutaka Haruta[1], Hikaru Saito[2], Satoshi Hata[2], Yusuke Seto[3], Masaaki Miyahara[4], Naotaka Tomioka[5], Hisayoshi Yurimoto[6] , Tomoki Nakamura[7], Hikaru Yabuta[4], Hiroshi Naraoka[2], Ryuji Okazaki[2], Sakamoto Kanako[8], Shogo Tachibana[9], Sei-ichiro WATANABE[10], Yuichi Tsuda[8] (1. Kyoto Univ., 2. Kyushu Univ., 3. Osaka Metropolitan Univ., 4. Hiroshima Univ., 5. JAMSTEC, 6. Hokkaido Univ., 7. Tohoku Univ., 8. JAXA, 9. Univ, of Tokyo, 10. Nagoya Univ

宇宙空間に曝された物質が、その光学特性や化学的な特性が変化する現象を宇宙風化と呼ぶ[1]。宇宙風化の原因は主に太陽風の照射と微小隕石の衝突であると考えられている[1]。月面と小惑星イトカワの試料の研究から、鉱物表面のおよそ数百 nm 以内の深さの局所的な領域において、宇宙風化由来の構造が見られることが明らかになっている[2]。太陽風照射は結晶の非晶質化やナノ粒子の析出・原子のスパッタリングを引き起こし、微小隕石衝突は天体表層の物質を蒸発させ、その一部は鉱物の表面に凝縮すると考えられている。月やイトカワと異なり、含水の炭素質小天体の表面における宇宙風化の詳細はこれまでにほとんど理解されていなかった。

探査機はやぶさ２は C 型小惑星リュウグウの表層から試料を持ち帰った[3,4]。初期分析の結果、リュウグウの物質は水質変成の進んだ CI 炭素質コンドライトに対応することが分かった[5]。リュウグウ試料の主な構成鉱物は、水質変成の生成物である層状珪酸塩鉱物、硫化鉄、磁鉄鉱、炭酸塩鉱物である。これらのうち、無水鉱物は宇宙風化による揮発性元素の挙動を理解する上でのトレーサーになると期待される。そこで、本研究では、SEM と TEM を使ったリュウグウ試料の無水鉱物の観察から、無水鉱物の宇宙風化による変化と凝縮物の特徴を理解することを目的とした。

分析対象とした主な試料は、初期分析サブチーム「砂」班に配分された数十-数百 μm のサイズのリュウグウ粒子である。粒子は Au プレートの上に樹脂で固定され、無蒸着の状態で SEM 観察を行なった。一部の粒子に対して集束イオンビームを用いた薄膜化加工を行い、TEM 観察を行なった。

観察の結果、硫化鉄(Pyrrhotite, Pentlandite)の表面では、結晶構造の乱れや超構造の消失が見られ、金属鉄が析出していた。金属鉄はひげ状結晶の形態を呈しており、これは月やイトカワ粒子の硫化鉄の宇宙風化組織と類似していた[6]。一方、磁鉄鉱においても細粒(>10nm)の金属鉄が析出し表面を覆っていた。また炭酸塩表面において C,O 量の減少が見られた。これらの変化は揮発性元素である、C, O,S が宇宙風化によって選択的に失われることを示している。一方、無水鉱物の最表面には、Si, Mg に富む薄い層が存在しており、これらは衝突由来の凝縮物であると推定される。本発表では、これら無水鉱物の宇宙風化の変化過程と、凝縮物の起源の詳細について議論する。

References [1] Pieters C. and Noble S. K. (2016) JGR Planet 121, 1865-1884. [2] Noguchi T. et al. (2011) Science 333, 1121-1125. [3] Sugita S. et al. (2019) Science 364, 252. [4] Yada et al. (2021) *Nat. Astron.*, 6, 214–220. [5] Yokoyama et al. (2022) *Science*, 10.1126/science.abn7850. [6] Matsumoto T. et al. (2020) *Nat. Commun*. 11, 1-8

Keywords: はやぶさ 2、リュウグウ、宇宙風化, Hayabusa2, Ryugu, Space weathering

Corresponding author:
matsumoto.toru.2z@kyoto-u.ac.jp

CI コンドライトの副成分鉱物について

安藤太郎[1*]，野口高明[1]，伊藤正一[1]
([1]京都大学)

Minor phases in CI chondrites

Taro Ando[1*], Takaaki Noguchi[1], Shoichi Itoh[1] (1. Kyoto Univ.)

CI コンドライト（以降 CIs）は，その全岩化学組成が太陽光球の元素組成とほぼ一致するため，太陽系において化学的に最も始原的な物質とみなされている[e.g. 1]。はやぶさ 2 の探査したリュウグウも CIs と非常によく似た物質から構成された小惑星であることが知られている[e.g. 2-4]。しかし，CIs は大部分が層状珪酸塩（serpentine および saponite）とそれに次ぐ magnetite, Fe,Ni-sulfide, carbonate 等から構成され，無水珪酸塩，コンドルール, CAI をほとんど含まないことから，最も強い水質変質作用を受けた太陽系物質でもある[e.g. 5]。このような広範な水質変質により CIs の前駆物質の多くは失われており，それらの性質は未だ明らかではない。

CIs の matrix 中には olivine や pyroxene といった無水珪酸塩が稀に存在することが知られており[e.g. 6, 7]，また，CAI も報告されている(Melilite-spinel-clinopyroxene-rich inclusion) [8]。これらは, CIs の前駆物質の生き残りであり，CIs の前駆物質には高温起源物質が含まれることが示唆される。このように CIs の前駆物質のわずかな生き残りである副成分鉱物を見出し，その産状を記載することは，CIs の母天体が原始太陽系のどのようなところで形成された物質を集積し，どこで形成されたかを明らかにする上で非常に重要である。また，CIs の形成史を理解することはリュウグウ試料をよりよく理解することにもつながる。そこで CIs の前駆物質の起源にさらなる制約を与えるため，過去に重要視されてこなかった副成分鉱物をより詳細に同定し，記載を行った結果を報告する。

試料は Ivuna および Orgueil (CIs)で，エポキシ樹脂に包埋されドライ研磨によって作成された研磨厚片を用いた。FE-SEM-EDS による元素マップを取得し，組織観察，化学組成分析を行った。

Ivuna, Orgueil の matrix には 60 μm 以下の olivine が面積比 約 0.05 %で普遍的に存在し，ほとんどは Fo_{97-100} だが, Fo_{62-82} のものも少数存在する。これらの olivine には直径約 1.5 μm の Fe-Ni metal を包有するものが存在した。Ivuna には直径約 200 μm の olivine と magnetite の集合体も存在した。

また，最大約 5 μm の Fe-free spinel も面積比約 3 ppm で普遍的に存在する。1 例，直径約 500 nm の perovskite を包有するものも存在する。また，Ivuna からは hibonite が 1 例発見された。Hibonite は厚さ約 1 μm の板状結晶が積み重なっており，集合体全体の大きさは 3×10 μm であった。高温鉱物である spinel, perovskite および hibonite は CAI との関連を強く示唆する。

EDS による分析ではあるが，Cr 34.5 wt.%, Fe 16.8 wt.%, Zn 4.2 wt.%を含む，Fe, Cr-sulfide と考えられる 5×2 μm の鉱物が 1 点見出された。化学組成からは daubréelite あるいは zolenskyite と考えられる。これらの鉱物は非常に還元的な環境で形成される。こうした鉱物も CIs に取り込まれていることが明らかになった。

CIs の matrix には，5 μm 以上の Fe,Ni-sulfide (pyrrhotite および pentlandite) が普遍的に存在する。最大で約 200 nm の Ir-Os-Pt alloy を包有するものがごく稀に存在する。白金族合金は，非常に高温な環境で形成されたと考えられ，やはり CIs の前駆物質に高温起源の鉱物が含まれることを示している。

References: [1] Anders, E. and Grevesse, N. (1989) Geochim. Cosmochim. Acta 53, 197-214. [2] Yada, T. et al. (2022) Nat. Astronom. 6, 214-220. [3] Yokoyama, T. et al. (2022) Science 10.1126/science.abn7850. [4] Nakamura, E. et al. (2022) Proc. Japan Acad. Ser. B, 98, 227-282. [5] Tomeoka, K. and Buseck, P. R. (1988) Geochim. Cosmochim. Acta 52, 1627-1640. [6] Frank, D. et al. (2014) Geochim. Cosmochim. Acta 142, 240-259. [7] Morin et al. (2022) Geochim. Cosmochim. Acta. 2022.06.17 [8] Frank, D. et al. (2011) 42nd LPSC #2785.

Keywords: CI コンドライト，はやぶさ 2，リュウグウ
***Corresponding author: ando.taro.44a@st.kyoto-u.ac.jp**

小惑星リュウグウ表層粒子の衝撃変成

富岡尚敬[1,*], 山口亮[2], 伊藤元雄[1], 上椙真之[3], 今栄直也[2], 白井直樹[4,5], 大東琢治[6,7], 木村眞[2], Liu Ming-Chang[8], Greenwood Richard[9], 上杉健太郎[3], 中藤亜衣子[10], 与賀田佳澄[10], 湯沢勇人[6], 兒玉優[†], 平原佳織[11], 櫻井郁也[12], 岡田育夫[12], 唐牛譲[10], 岡崎啓史[1,13], 野口高明[14], 三宅亮[14], 宮原正明[13], 瀬戸雄介[15], 松本徹[14], 伊神洋平[14], はやぶさ２キュレーションチーム, 臼井寛裕[10], 渡邉誠一郎[12], 津田雄一[10]（[1]JAMSTEC, [2]極地研, [3]SPring-8, [4]東京都立大, [5]神奈川大, [6]分子研, [7]KEK, [8]UCLA, [9]オープン大, [10]JAXA, [11]大阪大, [12]名古屋大, [13]広島大, [14]京都大, [15]大阪公立大, [†]東陽テクニカ）

Shock metamorphism of the surface particles of asteroid Ryugu

Naotaka Tomioka[1,*], Akira Yamaguchi[2], Motoo Ito[1], Masayuki Uesugi[3], Naoya Imae[2], Naoki Shirai[4,5], Takuji Ohigashi[6,7], Makoto Kimura[2], Ming-Chang. Liu[8], Richard C. Greenwood[9], Kentaro Uesugi[3], Aiko Nakato[10], Kasumi Yogata[10], Hayato Yuzawa[6], Yu Kodama[†], Kaori Hirahara[11], Ikuya Sakurai[12], Ikuo Okada[12], Yuzuru Karouji[10], Keishi Okazaki[1,13], Takaaki Noguchi[14], Akira Miyake[14], Masaaki Miyahara[13], Yusuke Seto[15], Toru Matsumoto[14], Yohei Igami[14], Hayabusa2 Curation Team, Tomohiro Usui[10], Sei-ichiro Watanabe[12], Yuichi Tsuda[10] ([1]JAMSTEC, [2]NIPR, [3]SPring-8, [4] Tokyo Metro. U., [5]Kanagawa U., [6]UVSOR, IMS, [7]KEK, [8]UCLA, [9]Open U., [10]ISAS, [12]Osaka U., [13]Nagoya U., [14]Hiroshima U., [14]Kyoto U., [15]Osaka Metro. U.)

探査機はやぶさ２は、2020 年 12 月に C 型小惑星リュウグウの表層粒子を地球に持ち帰った。JAXA にて試料カプセルが開封され、回収粒子の最初期記載が行われた後[1]、2021 年春より各分析チームによる多角的な分析が続けられている。

リュウグウは C 型小惑星に属し、CI, CM に代表される含水の炭素質コンドライト的物質から構成されると考えられてきた。リュウグウはレゴリスに覆われたラブルパイル天体であり、過去に大小さまざまな衝突イベントを経験したことを示唆している[2]。含水小惑星が強い衝撃加熱を受けた場合、水蒸気を主とする脱ガスにより激しい粉砕が生じ、無水の小惑星と比較してより多くのダストが形成されうること、宇宙塵に対応した鉱物学的なバリエーションが生じること、が CM の衝撃回収実験によって提案されている[3,4]。本研究では、SEM, TEM を用いたリュウグウ粒子の微細組織観察から、その鉱物学的特徴と衝撃変成組織を探ることを目的とした。

リュウグウ粒子はいずれも、主にサーペンティン、サポナイト、マグネタイト、ピロータイト、ペントランダイトから構成され、粒子によってはドロマイトも多く含まれる。鉱物学的特徴と元素同位体組成を基に、リュウグウ粒子は CI コンドライト的物質であることが明らかになった[5–7]。一部のリュウグウ粒子の極表面は宇宙風化層を持ち、微小衝突による層状ケイ酸塩の脱水分解が示唆されている[8]。しかしながら、観察した個々の粒子は、全体としては顕著な衝撃効果を示さず、脱水も破砕も限定的であることが明らかとなった。一方で、衝撃による微細断層と考えられる剪断変形組織や、硫化物の高圧相が確認された。本講演では、これらの組織からリュウグウ粒子が経験した衝撃圧力を評価する。

参考文献： [1] Yada et al. (2021) *Nat. Astron.*, 6, 214–220. [2] Morota et al. (2020) *Science*, 368, 654–659. [3] Tomeoka et al. (2003), *Nature*, 423, 60–62. [4] Tomioka et al. (2007) *MAPS*, 42, 19–30. [5] Yokoyama et al. (2022) *Science*, eabn7850. [6] Nakamura et al. (2022), *Proc. Japan Acad. B*, 98, 227–282. [7] Ito et al. (2022) *Nat. Astron.* (in press), [8] Noguchi et al. (2022) *53rd LPSC*, 1747.pdf

Keywords: Hayabusa2, asteroid Ryugu, shock metamorphism, SEM/TEM

*Corresponding author: tomioka@jamstec.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

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

Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 12:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 12:30 AM - 3:30 AM UTC | B253 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

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

Chairperson: Norikatsu Akizawa(The Univ. Tokyo), Taakuya Echigo(Akita Univ.)

[Chairperson]
Norikatsu Akizawa: R7-01 - R7-05
Takuya Echigo: R7-06 - R7-11

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

[R7-01] Amphibole in highly depleted peridotite

*Akihiro Tamura[1], Ikuya Nishio[1], Shoji Arai[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Earth Sci, Kanazawa Univ.)

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

[R7-02] Plausible candidates of the IOA-IOCG type magnetite ore deposits in the Kanto Mountains.

*Atsushi MIYASHITA[1], Hiroyasu MURAKAMI[2] (1. Seikei Univ., 2. Waseda Univ.)

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

[R7-03] Chemical composition of tourmaline from Li-pegmatite of Myokenzan, Ibaraki prefecture, Japan

*Takuya Echigo[1], Hotaka Ishizawa[1], Yasushi Watanabe[1] (1. Akita Univ.)

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

[R7-04] Characteristics of the granite from the Iwafune pluton and its relation with the Takatori deposit, Ibaraki Prefecture

[Presentation award entry]

*Haruki Yamazaki[1], Terumi Ejima[1], Yoshiaki Kon[2], Yuki Tsunazawa[2] (1. Shinshu Univ. Sci., 2. GSJ, AIST)

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

[R7-05] The mechanism of bipyramidal quartz formation in Kuroko deposits

[Presentation award entry]

*Jumpei Sugioka[1], Ryoichi Yamada[1], Atsushi Okamoto[1] (1. Tohoku Univ. Env.)

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

[1Lecture-201-11-6add] Break time

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

[R7-06] Melt incusions containing platinum group minerals in Tahitian mantle xenolith

[Presentation award entry]

*Itaru Mitsukawa[1], Tetsu Kogiso[1], Norikatsu Akizawa[2], Tomoki Taguchi[3], Kentaro Uesugi[4], Akihisa Takeuchi[4], Masanori Yasutake[4], Akira Tsuchiyama[5,6], Megumi Matsumoto[7], Junya Matsuno[6], Shota Okumura[1], Yohei Igami[1], Akira Miyake[1] (1. Kyoto Univ., 2. Univ. of Tokyo, 3. Waseda Univ., 4. SPring-8/JASRI, 5. Guangzhou Inst. of Geochem., CAS, 6. Ritsumeikan Univ., 7. Tohoku Univ.)

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

[R7-07] Hydorocarbon fluid in authigenic quartz from Torinosu limestone at Sakawa Town, Kochi Prefecture, southwestern Japan

[Presentation award entry]

*Taro Kido[1], Masanori Kurosawa[2], Kei Ikehata[2] (1. Univ. Tokyo, Sci, 2. Life Env. Sci., Univ. Tsukuba)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[R7-08] Formation of anorthite megacrysts from their inclusions in the Mt. Kayo, Oguro lava in Akita Prefecture

*Takeyoshi Nishiwaki[1], Takuya Echigo[1] (1. Akita Univ. Sci)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[R7-09] In-situ heating TEM experiments of minerals with laser irradiation system

*Akira MIYAKE[1], Yuki SUZUKI[1], Yohei Igami[1], Ryuichi Nomura[2], Mitsutaka Haruta[2], Ichiro Ohnishi[3], Hiroki Hashiguchi[3] (1. Kyoto Univ. Sci., 2. Kyoto Univ., 3. JEOL Ltd.)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[R7-10] Thermal structure of the oceanic crust as a proxy for the spreading rate: X-tal size geothermometer of the sheeted dikes in the Oman Ophiolite

*Susumu Umino[1], Ayumi Okugawa[5], Atsushi Toramaru[2], Yuki Kusano[3], Sumio Miyashita[4], Yoshiko Adachi[6], Akihiro Tamura[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Kanazawa Univ., 2. Kyushu Univ., 3. AIST, 4. HRCG, 5. YKK, 6. CRIEPI)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[R7-11] The magmatic conditions and hypersolidus deformation of lower crustal magma chamber below a fast-spreading ridge. Insight from the core analyses of the Oman ICDP drill holes GT1A and GT2A

*Trinh Nguyen[1], Susumu Umino[1], Takahiro Fudai[3], Yuki Kusano[2], Osamu Ishizuka[2], Akihiro Tamura[1], Tomoaki Morishita[1] (1. Kanazawa University, 2. AIST, 3. Pacific Cement, Co. Ltd.)

高枯渇度かんらん岩中の角閃石：高Crスピネルと高Siメルトの関係

田村明弘*・西尾郁也・荒井章司・森下知晃（金沢大学・地球）

Amphibole in highly depleted peridotite

A. Tamura*, I. Nishio, S. Arai and T. Morishita (Earth Sciences, Kanazawa Univ.)

スピネルかんらん岩は上部マントルを代表する岩石で，部分溶融によりマグマを生成した溶け残り岩である．かんらん岩中のスピネルのCr#（=Cr/[Cr+Al]比）は部分溶融度のよい指標とされ，輝石中の希土類元素などのインコンパチブル元素組成からは溶融時の物質の流入などの情報が得られる．

中央海嶺下のマグマ生成の溶け残り岩とされる「海洋底かんらん岩」では，Cr#は0.55に及ぶが，0.3以下が卓越する．一方，海溝付近の海底で得られる「前弧域かんらん岩」ではCr#は0.8に達し，海洋底かんらん岩に比べ溶融度が高いことが知られている．これは沈み込んだプレートからの物質の流入による，含水下での溶融とされる．このような溶融度の高いかんらん岩は，沈み込み帯に特徴的なボニナイトマグマの生成との起源関係が議論されている

パプアニューギニアやニューカレドニアのオフィオライトにはハルツバーガイトでスピネルのCr#が0.8を超える，異常に部分溶融度が高い「高枯渇度かんらん岩」が産する（Xu et al., 2021; Barrett et al., 2022）．日本国内では，北海道，神居古潭帯北部の幌加内オフィオライトに産している（Igarashi et al., 1985; 加藤・中川，1986; 田村ほか，1999）．本発表では，幌加内オフィオライトのマントルセクション（幌加内岩体・鷹泊岩体）のかんらん岩の成因とともに，かんらん岩中の角閃石について報告する．

両岩体は単斜輝石を含まないハルツバーガイト・ダナイトを主体とする．かんらん岩中には，しばしば細粒な直方輝石が認められ，ハルツバーガイトからダナイトへのモード変化は遷移的である．スピネルのCr#は0.7以上が卓越し，0.88に達する．直方輝石のAl_2O_3含有量は低く（< 0.7 wt%），インコンパチブル元素が著しく枯渇している（Y < 0.01 ppm, Ti ≈ 2 ppm）．これに対しZr含有量は比較的高く（≈ 0.02 ppm），この関係は物質の流入を伴う部分溶融を反映している．

ハルツバーガイト中の角閃石はパーガサイト/エデナイト組成（Al_2O_3 ≈ 8 wt%, Na_2O≈ 2.5 wt%）で，かんらん石や直方輝石粒間および金雲母（Naフロゴパイト）とともにスピネル中の包有物としても認められる．共存するスピネルはアメーバ状の不定形や包有物による虫食いの形状を呈する．

これらのハルツバーガイト/ダナイトの形成では，流体による含水下での部分溶融が考えられ，Siに富むメルトの生成が期待できる．著しく高いスピネルのCr#は，ボニナイトメルトの溶け残り岩としても調和的である．角閃石の微量元素組成からは，著しく枯渇した組成のメルトの存在が示唆され，スピネル中の包有物としても認められることから，溶融時にトラップされた含水メルトに由来すると考えられる．

また，低温での蛇紋岩化作用の際には，この角閃石の分解・変質により，かんらん岩体内および周囲の岩石中への二次的な元素の移動が想定される．

Keyword : Na
*Corresponding author : aking826@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

関東山地 IOA-IOCG 型磁鉄鉱鉱床候補

宮下 敦（成蹊大理工），村上浩康（早大教育）

Plausible candidates of the IOA-IOCG type magnetite ore deposits in the Kanto Mountains.

Atsushi MIYASHITA* (Seikei Univ.), Hiroyasu MURAKAMI (Waseda Univ.)

In the Kanto Mountains, some Neogene magnetite ore deposits have features such as (1) formed near the tectonic line; (2) accompanied by hydrothermal brecciation of host rocks; (3) with actinolite or chlorite and carbonate alteration; (4) with REE-rich minerals; (5) magnetites including chlorapatite inclusions; (6) high formation temperature above 500℃. These characteristics indicate that these magnetite ore deposits are the IOA-IOCG type candidates in Japan. These ore deposits are thought to have formed a metallogenic province with the Miocene to Pliocene granodiorite.

関東山地には従来，第三紀鉄スカルン型に分類されてきた磁鉄鉱鉱床が分布している(Nakaono et al., 1990). このうち，中小坂鉱山磁鉄鉱鉱床は，今回の詳細な調査により，スカルン型ではなく，緑泥石−炭酸塩変質帯中の塊状磁鉄鉱鉱床であることが明らかになった．中小坂鉱山は，中央構造線に近く，鉱体を含めて周辺は角礫化を伴い，変質鉱物は数%の塩素を含んでいる．また，磁鉄鉱は，自形の燐灰石包有物を含む含ケイ素磁鉄鉱であり，一部に所謂 Mushketovite 様組織を示す．硫化物は，少量の磁硫鉄鉱と砒鉄鉱−硫砒鉄鉱を伴っている．予察的に得られた蛍石細脈の流体包有物充填温度および砒鉄鉱−硫砒鉄鉱の化学組成は，500℃以上の高温条件を示している．これらの特徴は，酸化鉄−燐灰石(IOA)型あるいはキルナ型の磁鉄鉱鉱床のそれとよく一致する．

同様に，秩父鉱山ウズノ沢鉱床および甲武信鉱山梓山鉱床は，スカルンを伴う塊状磁鉄鉱鉱床であるが，共に，仏像構造線や秩父帯サブユニット断層近傍に胚胎され，磁鉄鉱は含ケイ素磁鉄鉱であり，自形の塩素燐灰石包有物を含む．加えて，ウズノ沢鉱床は，透輝石と含 Ce 緑れん石などを伴う．また，甲武信鉱山では，El Lako 鉱床等でも認められるチタン鉄鉱離溶組織を持つ磁鉄鉱(離溶前はチタノマグネタイト組成)が見出されている．これらの特徴は，チリの鉄ベルト地帯に見られる酸化鉄−銅−金(IOCG)型磁鉄鉱の特徴と類似している．

関東山地 IOA−IOCG 型候補の鉱体の磁鉄鉱について，Palma et al., (2021)の磁鉄鉱地質温度計を摘要すると，生成温度条件には差が見られ，秩父鉱山ウズノ沢が最も高温で，中小坂鉱山，甲武信鉱山梓山の順になる(図 1)．これらの磁鉄鉱鉱体の関連火成岩は，中新世末〜鮮新世の花こう岩マグマ活動と推定されており，IOA−IOCG 型磁鉄鉱鉱床区を形成していたと推定される．

これまで，日本列島では IOA-IOCG 型磁鉄鉱鉱床の報告はなかったが，これらの鉱床は同タイプの有力候補と考えられる．

引用文献

Nakano et al., (1990), Econ. Geol., 85, 794-815.
Palma et al., (2021), Nature, 11:18424.

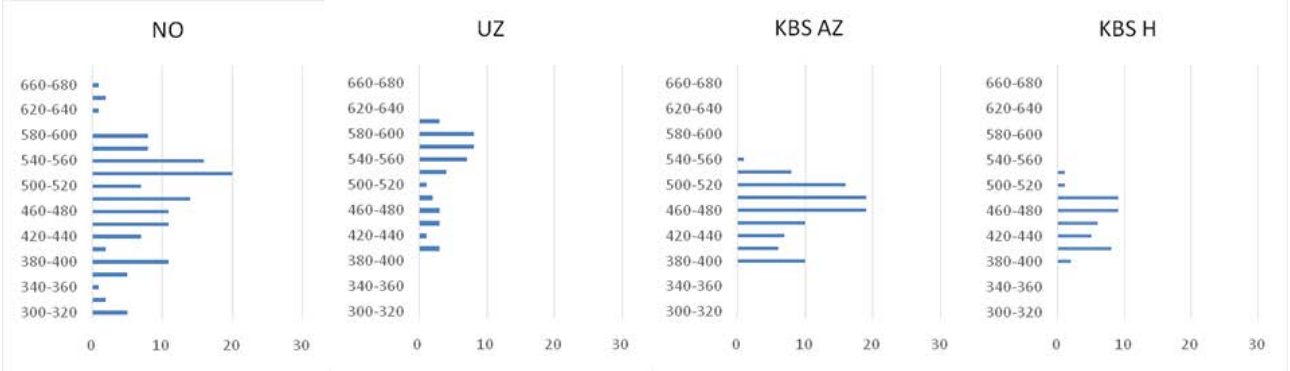


図 1. 磁鉄鉱温度計(Palma et al., 2021)を用いた形成温度推定値のヒストグラム．KBS H は離溶後の組成

Keywords: Magnetite, IOA-IOCG type, Skarn
*Corresponding author: miya@st.seikei.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

越後拓也・石澤ほたか・渡辺寧（秋田大院・国際資源）

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

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

The chemical compositions of tourmaline from lithium pegmatites at Myoukenzan, were analyzed using EPMA. The tourmaline samples from this deposit can be classified into five types: black, indigo, dark green, watermelon, and pink. For each type of tourmaline samples, chemical composition was measured and the apfu was calculated. Our results identified those tourmaline as schorl-elbaite series. In addition, as the differenciation evolved, Fe tends to decrease and Li and Al tends to increase. This difference in chemical composition can be reflected as the difference in color.

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．

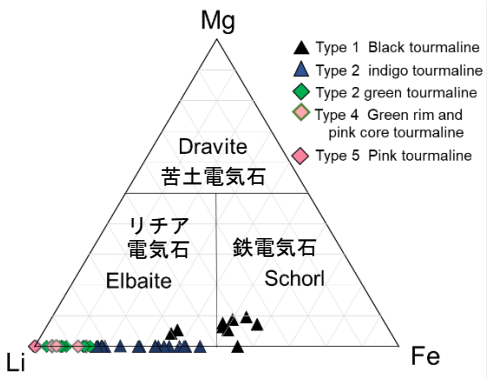


図 1 妙見山ペグマタイト産電気石の Y サイトにおける Mg-Li-Fe 量 (apfu) を示す三角ダイヤグラム．
電気石の化学組成が鉄電気石からリチア電気石にかけて変化していることを示す．

Keywords : Pegmatite, Tourmaline, Myokenzan, EPMA
Corresponding author: echigo@gipc.akita-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

茨城県岩船岩体の花崗岩の特徴と高取鉱床との関連性

山崎陽生*，江島輝美(信州大・理)，昆慶明，綱澤有輝(産総研)

Characteristics of the granite from the Iwafune pluton and its relation with the Takatori deposit, Ibaraki Prefecture

Haruki Yamazaki*, Terumi Ejima (Shinshu Univ. Sci.), Kon Yoshiaki, Yuki Tsunazawa (GSJ, AIST)

The trace element composition and zircon U–Pb age of granites from the Iwafune pluton were investigated to reveal the relation between the Takatori deposit and the granite. The granites are ilmenite series and contain high amount of Ga, Rb and Sn. The zircon U–Pb age of the granite lies within the range between the age of forming the Takatori deposit and the minimum age of aplite from that. The results are indicated that the granite of the Iwafune pluton might be associated with the granite that formed the Takatori deposit.

高取鉱床は茨城県城里町に位置する，スズ–タングステン鉱床である。瀧本(1941)は，高取鉱床の北東約 5 km にある岩船岩体の花崗岩を高取鉱床の関連火成岩と推察した。一方，小笠原ほか(1993)は，岩船岩体は閃緑岩から構成されており(通産省・資源エネルギー庁, 1986)，高取鉱床を形成するにはやや苦鉄質であることを指摘し，岩船岩体は高取鉱床の関連火成岩ではないと推察した。

岩船岩体の地質調査においては，瀧本(1941)が報告した花崗岩の存在が確認された (山崎ほか, 2021)。しかし，先行研究において，この花崗岩と高取鉱床の関連性は検証されていない。したがって，本研究では花崗岩の微量元素組成およびジルコン U–Pb 年代により，花崗岩と高取鉱床の関連性についての解明を行う。

岩船岩体は主に閃緑岩から構成され，花崗岩は閃緑岩の南東部の東西 300 m の範囲に分布している。帯磁率は $0.09–0.21\times10^{-3}$ SI であり，イルメナイト系列の花崗岩である。花崗岩は，アルカリ長石，石英，斜長石および黒雲母から構成され，副成分鉱物として黄鉄鉱，チタン石，イルメナイト，アパタイト，ジルコン，ルチルおよびモナズ石を含む。全岩化学組成は，SiO_2 が 70.4–71.8 wt%，Ga が 27.5–29.7 ppm，Rb が 272–341 ppm，Sn が 3.5–4.7 ppm である。

スズ–タングステン鉱床を形成する花崗岩はイルメナイト系列であり(Ishihara, 1981)，岩船岩体の花崗岩も同様である。花崗岩の微量元素組成は，高取鉱床のアプライトのもの(Ga: 29.6–33.2 ppm，Rb: 340–410 ppm; 小笠原ほか, 1993)と類似し，高い Ga, Rb の値を示す。また，タングステン鉱床の指示元素となりうる Sn(石原, 2002)は，岩船岩体のものは 3.5–4.8 ppm と比較的高い値を示し，西南日本のタングステン鉱床区の花崗岩のもの(1.0–12.4 ppm，中央値 4.6 ppm; 石原, 2002)と一致する。岩船岩体の花崗岩のジルコン U–Pb 年代(64.6 ± 2.1 Ma: 山崎ほか, 2021)は，高取鉱床の鉱床形成年代とアプライトの貫入年代の最小値の範囲(71.8–57.3 Ma: Shibata and Ishihara, 1974; 小笠原ほか, 1993)に入る。したがって，岩船岩体の花崗岩と高取鉱床を形成した花崗岩は，同時期の火成活動によって形成されたと考察される。これらの結果から，岩船岩体の花崗岩は高取鉱床を形成した花崗岩と関連する可能性が高いと言える。

Keywords: granite, Iwafune pluton, tin–tungsten deposit, Takatori deposit
*Corresponding author: h.yamazaki@tutanota.de

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

黒鉱鉱床における両錐石英の形成メカニズム

杉岡　純平*・山田　亮一・岡本　敦（東北大・院環境）

The mechanism of bipyramidal quartz formation in Kuroko deposits

Jumpei Sugioka*, Ryoichi Yamada, Atsushi Okamoto (Tohoku Univ. Env.)

We analyzed Kuroko ore specimens and conducted hydrothermal experiments to discuss the mechanism of bipyramidal quartz formation in Kuroko deposits. Fluid inclusion microthermometry revealed that the bipyramidal quartz in Kuroko formed in fluid at about 300℃. Hydrothermal experiments revealed that the bipyramidal quartz formed by phase transition from amorphous silica. The bipyramidal quartz is thought to have formed by supersaturation of silica in a fluid maintained at high temperature in the stockworks in the subsurface of the Kuroko deposit.

黒鉱鉱床の鉱石の解析と水熱実験を行い、黒鉱鉱床における両錐石英の形成メカニズムについて考察した。秋田県北鹿地域の花岡鉱山（堂屋敷鉱床、松峰鉱床）から採取した両錐石英を含む黒鉱鉱床の鉱石を解析に用いた。石英粒は自形の両錐形を示し、軸方向の長さが 0.01–0.52mm、アスペクト比が~3 であった。石英粒に含まれる流体包有物の均質化温度は 281-309℃であり、黒鉱鉱床の両錐石英は約 300℃の流体中で形成したことが明らかになった。また、鉛直流路を持つ実験装置を用いて、予め作成したシリカ水溶液（Si＝~300 ppm）を上向きに流通させた鉱物析出実験を行った。一定圧力で、反応管を流路に沿って加熱することでシリカ鉱物を析出させた。実験は、超臨界条件及び飽和蒸気圧条件において行った。析出物の解析結果から、両錐石英はアモルファスシリカから相変化して形成することが分かった。また、飽和蒸気圧条件においても形成したことから、両錐石英は気液混合相においても成長することが明らかになった。両錐石英は、黒鉱鉱床下部のストックワークにおいて、シリカが高温で過飽和になることによって形成したと考えられる。

Keywords: Quartz, Silica, Kuroko deposits, Submarine hydrothermal deposits, Hydrothermal experiments

*Corresponding author: jumpei.sugioka.r8@dc.tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Oral presentation

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

Chairperson: Norikatsu Akizawa(The Univ. Tokyo), Taakuya Echigo(Akita Univ.)
Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 12:30 PM B253 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F)
[Chairperson]
Norikatsu Akizawa: R7-01 - R7-05
Takuya Echigo: R7-06 - R7-11

10:45 AM - 11:00 AM

[1Lecture-201-11-6add]Break time

©Japan Association of Mineralogical Sciences

タヒチ島産マントルカンラン岩中の白金族鉱物を含むメルト包有物

三津川到[1]，小木曽哲[1]，秋澤紀克[2]，田口知樹[3]，上杉健太朗[4]，竹内晃久[4]，安武正展[4]，
土山明[5，6]，松本恵[7]，松野淳也[6]，奥村翔太[1]，伊神洋平[1]，三宅亮[1]
（[1]京都大，[2]東京大，[3]早稲田大，[4]SPring-8/JASRI，
[5]広州地球化学研究所，[6]立命館大，[7]東北大）

Melt inclusions containing platinum group minerals in Tahitian mantle xenolith

I. Mitsukawa[1]*, T. Kogiso[1], N. Akizawa[2], T. Taguchi[3], K. Uesugi[4], A. Takeuchi[4], M. Yasutake[4], A. Tsuchiyama[5,6], M. Matsumoto[7], J. Matsuno[6], S. Okumura[1], Y. Igami[1], A. Miyake[1]
([1]Kyoto Univ., [2]Univ. of Tokyo, [3]Waseda Univ., [4]SPring-8/JASRI, [5]Guangzhou Inst. Geochem., CAS, [6]Ritsumeikan Univ., [7]Tohoku Univ.)

白金族元素（Platinum Group Elements, PGE）は、核－マントル分離や始原的物質の降着といった初期地球の進化過程を制約する上で重要な地球化学的トレーサーである。これまで天然のマントルカンラン岩を用いて仮想的な始原的マントル（Primitive mantle = PM）の PGE 組成が推定されてきた[1]。しかし、マントルカンラン岩の PGE 組成は、メルトや流体の影響により二次的に変化することが知られており[2]、正確な PM の PGE 組成推定のためにはマントル内部における PGE の分布や輸送機構を明らかにする必要がある。そのためには、マントルカンラン岩中において PGE の主要なホスト鉱物である Fe-Ni-Cu 硫化鉱物と白金族鉱物の記載が重要である[3]。特に包有物として分布しているものは、地表付近での風化や侵食を免れていると考えられるため重要である[4]。マントルカンラン岩中の Fe-Ni-Cu 硫化鉱物や白金族鉱物は、一般的に数 10 μm 以下と微小である。しかし、先行研究では、二次元的かつ μm スケールで記載が行われている場合が多く、三次元的な分布や体積比、他の相との共存関係が明確に示されてこなかった。

我々はこれまでに、タヒチ島産マントルカンラン岩捕獲岩中のメルト包有物に対して放射光 X 線 CT 撮影を実施し、PGE を含む数 μm 以下のメルト包有物を三次元的に μm 以下の空間分解能で記載してきた。その結果、単斜輝石中にメルト包有物として分布している Fe-Ni-Cu 硫化鉱物中に、先行研究における記載よりも多量（約 4.4 vol%）の白金族鉱物が含まれていることを見出した[5]。また、白金族鉱物と Fe-Ni-Cu 硫化鉱物は、珪酸塩ガラスや“流体らしき相”と様々な量比で共存していることが分かった。

本研究では、白金族鉱物と共存する“流体らしき相”に着目して、その相同定を目的にラマン分光分析を行った。さらに、同じ単斜輝石中に分布する別のメルト包有物に対して透過型電子顕微鏡（TEM）とエネルギー分散型 X 線分光装置（EDS）を用いた組成分析を行った。

“流体らしき相”に対してラマン分光分析を行った結果、1360、1600、3000 cm^{-1} 付近に珪酸塩ガラスや硫化鉱物由来のピークとは明確に異なるブロードなピークが得られた。しかし、先行研究[6]で報告のある二酸化炭素等の主要な気相のピークは得られなかった。“流体らしき相”から得られたラマンスペクトルは、主に高分子炭化水素から得られるラマンスペクトルに類似しており、その中でも特に瀝青質物質のラマンスペクトルと類似している。“流体らしき相”が瀝青質物質であれば、白金族鉱物を多量に含むメルト包有物が還元的な環境で包有されたことを示唆している。

さらに、白金族鉱物を含むメルト包有物が分布していた単斜輝石中の別のメルト包有物を含むように、厚さ 1 μm の TEM 用試料を、集束イオンビーム加工装置（FIB）を用いて作製し、STEM-EDS 分析を行った。その結果、Fe-Ni-Cu 硫化鉱物中に Ir や Pt を含む白金族鉱物が見られた。しかし、“流体らしき相”の領域からは、 明確に“流体らしき相”由来であると考えられる元素は確認できなかった。その原因としては、消失してなにも存在していなかった、または試料による特性 X 線の吸収の影響、組成分析を行った“流体らしき相”が瀝青質物質以外の物質であるなどの可能性が考えられる。今後、白金族鉱物と共存する“流体らしき相”に対してより詳細な分析を行っていくことで、多量の白金族鉱物を含むメルト包有物の形成環境を制約することが期待される。

[引用文献]
[1]Becker et al., 2006, *Geochim. Cosmochim. Acta*, **70**, 4528-4550
[2]Alard et al., 2000, *Nature*, **407**, 891-894
[3]Lorand et al., 2008, *Elements*, **4**, 247-252
[4]Akizawa et al., 2020, *Can. Mineral.*, **58**, 99-114
[5]三津川ほか, 2022 日本地球惑星科学連合 2022 年大会
[6]Akizawa et al., 2017, *Chem. Geol.*, **475**, 87-104

Keywords: Platinum Group Elements, Bitumen, Melt inclusion, Raman spectroscopy, Tahiti Island
*Corresponding author: mitsukawa.itaru.35x@st.kyoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

高知県佐川町鳥巣石灰岩の自生石英中の炭化水素流体包有物の産状と化学的特徴

城戸 太朗*(東大理院), 黒澤 正紀, 池端 慶(筑波大・生命環境)

Hydrocarbon fluid inclusions in authigenic quartz from Torinosu limestone at Sakawa, Kochi Prefecture, southwestern Japan

Taro Kido* (Univ. Tokyo, Sci), Masanori Kurosawa, and Kei Ikehata (Life Env Sci., Univ. Tsukuba)

Hydrocarbon fluid inclusions trapped in authigenic quartz from the Jurassic Torinosu limestone at Sakawa town, Kochi Pref., Japan were characterized by measurements of UV fluorescence, homogenization temperature, and Raman spectra to investigate behaviors of hydrocarbon fluids in organic-rich calcareous sediments from southwestern Japan.

堆積岩中に存在する炭化水素は、続成作用の過程で生物源有機物から主に生成されるとされ、特に有機物に富む石灰岩中のものは、原油の起源物質として重視されている。石灰岩は続成作用の過程で、方解石や石英を自生鉱物として析出することがあり、周囲の流体を流体包有物として捕獲することも知られている。そこで、本研究では研究例の少ない島弧・大陸縁辺部の堆積岩中の炭化水素流体の化学的特徴を検討するため、高知県佐川町の石灰岩の自生石英中の炭化水素流体包有物について紫外線励起観察、均質化温度の測定、顕微ラマン分光測定を行った。

試料には、佐川町の鳥巣石灰岩中の晶洞に自生する石英と、石灰岩に随伴する砂質岩の裂罅に自生する石英の両面研磨片を用いた。自生石英は、大きさ数mmの両錐自形結晶で、石灰岩中の晶洞や砂岩中の裂罅に方解石・黄鉄鉱の自形結晶や瀝青質炭質物の微粒と共に自生していた。両者の石英内部には大きさ数十μmの多量の流体包有物と少量の瀝青質炭質物・方解石結晶の固相包有物が含まれていた。流体包有物は液相＋気泡±微小瀝青質析出物から構成され、多量の液相包有物と少量の気相包有物からなっていた。紫外線照射では、９割近くの液相包有物が青色蛍光を示し、少量が緑色や黄色の蛍光を、無蛍光の包有物も稀にあった。このことから、芳香族化合物を主体とする炭化水素流体であることが推測された。

液相包有物の均質化温度は、石灰岩中の石英試料で 45～49℃(最頻値)、砂岩中の石英試料で 35～39℃(最頻値)であり、後者の包有物は室温でほぼ沸騰状態にあった。石灰岩中の瀝青質炭質物と石英試料の液相包有物を顕微ラマン分光法で測定すると、多環芳香族化合物に特徴的な 1350cm^{-1} と 1600cm^{-1} 付近のピークが認められ、芳香族化合物を多量に含むことが確認された。液相包有物および気相包有物に H_2O と CO_2 に由来するピークは確認されなかった。

分析結果から、石灰岩中の炭化水素流体は、数個のベンゼン環が結合した多環芳香族化合物を多量に含むことが分かった。炭化水素流体包有物の均質化温度は炭化水素の分解程度(熟成度)と密接で、今回の低い温度は複雑な生物源有機物の分解が進み、簡単な構造となった多環芳香族化合物の存在と調和的であった。

Keywords: hydrocarbon fluid inclusion, authigenic quartz, UV fluorescence, homogenization temperature, Raman spectra

*Corresponding author: kido-taro310@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

秋田県荷葉岳大黒溶岩に含まれる灰長石巨晶の成因：包有物からの考察

西脇健凱・越後拓也　（秋大院・国際資源）

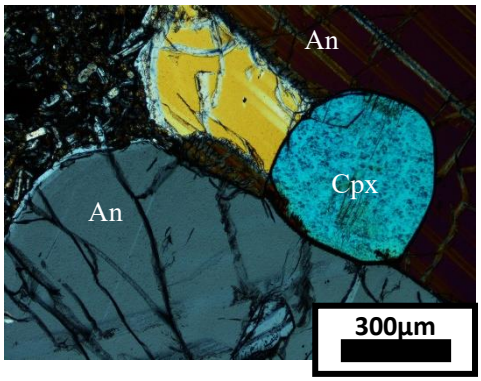
Formation of anorthite megacrysts in Oguro lava of Mt. Kayo, Akita Prefecture: Insights from their inclusions

Takeyoshi Nishiwaki* , Takuya Echigo (Grad. School Internat. Res. Sci., Akita Univ)

火山岩を構成する斑晶鉱物のうち，粒径が著しく大きく An 成分が高い斜長石（典型的には粒径 1cm 以上かつ An＞90）は灰長石巨晶と呼ばれ、日本列島産火山岩に特徴的な鉱物であることが知られている (Kimata et al. 1995)．灰長石巨晶形成の生成機構として複数の仮説が提案されているが，灰長石巨晶の内部構造や化学ゾーニングを考慮したモデルはない．本研究では，秋田県仙北市荷葉岳火山に産出する灰長石巨晶の鉱物学的特徴を記載し．得られた分析結果に基づき荷葉岳火山に産出する灰長石巨晶の成因を考察する．

研究試料は荷葉岳の南側に分布する大黒溶岩の下部および上部から採取された玄武岩質火山岩である．偏光顕微鏡観察により，斑晶鉱物は普通輝石と灰長石，石基は自形斜長石からなり，まれに灰長石斑晶が融食して丸くなった普通輝石を包有していることが観察できた (図) ．EPMA を用いた観察により, 灰長石斑晶には低 An #(50% 程度)な部分と高 An# (83%-86%)な部分があり, 以下のような産状を示すことが明らかになった: (1) 中心部が高 An#で縁辺部は石基斜長石と近い An #を示す正累帯型、(2) 高 An#の中心部から低 An ＃の縁辺部に至るまでに．正累帯と逆累帯を繰り返す波状累帯型，(3) ひとつの斑晶中に複数の高 An 領域が島状に存在し，その間を低 An 斜長石が埋めるように晶出した合体型の 3 型である．正累帯型は大黒溶岩の下部から上部まで普遍的に存在し，波状累帯型は主に大黒溶岩とその上位層の前郷溶岩との境界部で採取した試料で観察された。合体型は大黒溶岩上部の発泡が著しい転石から採取した試料で観察された．

以上の結果から荷葉岳火山の灰長石巨晶の成因と生成環境を考察する．まず，一部の灰長石斑晶に融食した普通輝石が包有されることは、比較的高い圧力のもと，普通輝石が灰長石よりも先に晶出し，その後，普通輝石の安定条件から外れた環境下で灰長石が晶出した可能性が Bindeman & Bailey (1999) の数値実験の結果から示唆される．また，波状累帯型構造を持つ灰長石巨晶の存在は，比較的分化したマグマだまり中に未分化なマグマが複数回注入されるようなマグマ混合が灰長石巨晶の成長に寄与したことを示す．さらに合体型においては，高 An 部分と低 An 部分の境界が比較的不明瞭であり，偏光顕微鏡観察で双晶でない部分で消光角度が一致していないことから，灰長石巨晶がマグマ混合によって，比較的大きな近くの斑晶を石基が取り込み合一 (coalescence)を起こし巨晶へ成長したものであると考えられる．分化が進んだマグマと未分化なマグマの混合が起きた際に，高 An なコア部分を取り囲むようにリム部分が晶出したと考察した．



図．普通輝石を包有する灰長石斑晶

Keywords: Anorthite megacrysts, Mt Kayo, EPMA, Chemical zoning, Crystal growth

*Corresponding author: nagaseelectronics@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

レーザー照射システムを用いた鉱物の高温その場透過電子顕微鏡観察

三宅亮・鈴木祐希・伊神洋平・野村龍一・治田充貴（京大），
大西市朗・橋口裕樹（日本電子株式会社）

In-situ heating TEM experiments of minerals with laser irradiation system

Akira Miyake*, Yuki Suzuki, Yohei Igami, Ryuichi Nomura, Mitsutaka Haruta (Kyoto Univ.),
Ichiro Ohnishi, and Hiroki Hashiguchi (JEOL Ltd.)

【はじめに】高温その場透過電子顕微鏡（TEM）観察技術として、小型ヒーター炉や金属ワイヤーを組み込んだホルダーが用いられてきたが、近年では MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) チップを用いた加熱ホルダーが主流になってきている。しかし、1500 ℃を超える高温は難しいとされ、また変形実験や他の実験との組み合わせには制限がある。一方、レーザー照射による試料加熱法も古くから検討されており[1]、近年はレーザーの小型化などにより開発や製品化が進み、ますます注目されている（例えば、[2], [3]）。しかし、酸化物、特に珪酸塩鉱物での適用例はほぼない。そこで本研究では、吸光率が小さい鉱物で、さらに TEM 用の超薄膜試料でもレーザー照射により加熱が可能かどうかを確かめるため、珪酸塩鉱物の相転移に注目して、TEM 内でレーザー照射その場加熱実験を行った。

【手法】試料として、相転移温度がわかっている天然石英（SiO_2, $P3_121/P3_221$）と合成した単斜エンスタタイト（$MgSiO_3$, $P2_1/c$）を用い、比較のため熱伝導率の高いダイヤモンドも用いた。すべて集束イオンビーム装置（Helios Nanolab G3CX, Thermo Fisher Scientific）を用いて Mo または Cu のグリッドにつけた。使用した透過型電子顕微鏡は、レーザー照射システム(Luminary Micro Compact Specimen Photoexcitation System) を搭載した JEM-ARM300F2 (JEOL)を用いてその場観察実験を行った。用いたレーザー光の波長は 577 nm、最大出力 3 W である。

約 100 mW 刻みで、段階的にレーザーの出力をあげ、各出力で制限視野電子回折図形を取得した。そこから熱膨張率を計測し、過去の文献値[4]を用いて温度を推定した。

【結果と考察】573.15 ℃で高温相（$P6_221/P6_421$）へ相転移することが知られている石英のその場観察の結果、1000 mW レーザー照射下から急冷した場合は相転移に伴うドフィーネ双晶は観察できなかったが、1500 mW レーザー照射下からの急冷では相転移に伴う双晶が観察できた。

単斜エンスタタイトは、1000 – 1100 ℃付近で高温型の単斜エンスタタイト（$C2/c$）またはプロトエンスタタイト（$Pbcn$）に相転移することが知られている。単斜エンスタタイトのその場観察の結果では、レーザーの出力が 2300 mW で、特定の回折スポットが消滅し、高温型の単斜エンスタタイト（$C2/c$）へ相転移した。相転移前のレーザー出力 2200 mW における試料温度は、得られた電子回折図形と熱膨張率から見積もったところ、約 1000 ℃であることから、相転移温度は過去の相転移温度と大きくずれていない。これらの結果から、珪酸塩鉱物でもレーザーにより加熱できることがわかった。

一方、非常に熱伝導率の高いダイヤモンドでは、用いたレーザー照射システムの最大出力 3000 mW まで照射したが、熱膨張しなかった、すなわち温度上昇が計測できなかった。

【引用文献】[1] Takaoka et al. J. Electron Microsc.38, 95, (1989) [2] Wu et al., Microscopy & Microanalysis, 24, 647, (2018). [3] Grosso et al., Nano Lett., 20, 1041, (2020). [4] Hugh-Jones, American Mineralogist, 82, 689, (1997)

Keywords: electron microscope, in-situ experiment, laser irradiation

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

プレート拡大速度の指標としての海洋地殻温度構造：オマーンオフィオライトの岩脈群の結晶粒径温度

海野　進*　(金沢大)・奥川歩美（YKK）・寅丸敦志（九州大）・草野有紀（産総研）・宮下純夫（北海道総合地質）・足立佳子（電中研）田村明弘・森下知晃（金沢大）

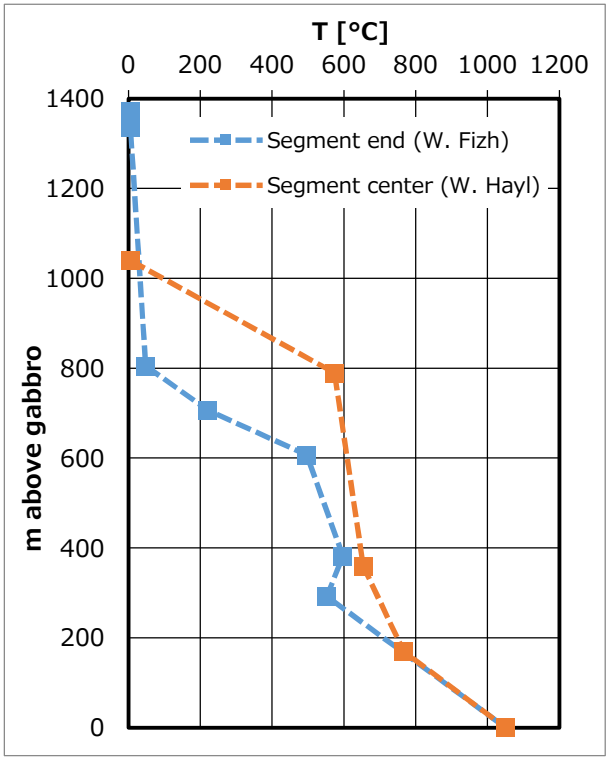
Thermal structure of the oceanic crust as a proxy for the spreading rate — X-tal size geothermometer of the sheeted dikes in the Oman Ophiolite

Susumu Umino (Kanazawa Univ.), Ayumi Okugawa (YKK), Yuki Kusano (AIST), Miyashita, S. (HRCG), Yoshiko Adachi (CRIEPI), Akihiro Tamura and Tomoaki Morishita (Kanazawa Univ.)

中・高速で拡大した上部海洋地殻では，海嶺軸に沿ったマグマ供給率の違いに対応して地殻の構造や厚さが系統的に変化する(海野・草野, 2021)。海嶺軸セグメントの中心では浅所にマグマ溜まり頂部のメルトレンズがあり，薄い岩脈群と厚い噴出岩層が発達する。一方，セグメント端では薄いメルトレンズが深所にあるか，存在しない。噴出岩層よりも岩脈群が厚く発達する。セグメント中心の方が端よりもマグマ供給率が高いため，メルトレンズが浅くなると考えられる。

現在の海嶺下の下部地殻についてはよくわからないが，オマーンオフィオライトでは古拡大軸セグメント内の下部地殻構造もセグメント内の位置に応じて変化する。セグメント中心にあたるオマーン北部のWadi ThuqbahやICDPオマーン掘削が行われた南部のWadi Gideahではハイパーソリダス変形が卓越するフォリエーティッドガブロが厚く，顕著なモード層状構造を示す層状ガブロはモホ遷移帯直上のみに分布する。これに対してセグメント端にあたる北部のW. Sadamではシート状岩脈群直下まで厚い層状ガブロが発達する。セグメント中心ではマグマ供給率が高いため，部分溶融した結晶マッシュ状のマグマ溜まりが発達し，厚いフォリエーティッドガブロとなったと考えられる。一方，低マグマ供給率のセグメント端ではマグマ溜まりの冷却が進み，間隙率障壁を生じ易く，上昇するメルトがトラップされてシルとなって層状ガブロが発達したと考えられる。

このように海嶺軸セグメントに沿ってマグマ供給率が変わるのに応じて，地殻構造の違いが生じる。従って，高マグマ供給率のセグメント中心の地殻は高温で，低供給率のセグメント端は低温であったと予想される。これを確かめるには海嶺軸直下の温度構造を知る必要がある。われわれが開発した結晶粒径温度計は，岩脈中心付近の結晶粒径から母岩の温度を推定する方法である。北部オマーンオフィオライトのシート状岩脈群に本温度計を適用し，古拡大軸セグメント中心のW. Haylと端にあたるW. Fizhの岩脈群の温度を推定した。セグメント中心では岩脈群を通して600 °C以上と高温であるのに対して，セグメント端では岩脈群上部で200 °C以下，下部ではガブロへ向けて温度勾配が急上昇する温度構造を示す。セグメント端では岩脈群上部が熱水循環により，下部は主に熱伝導によって冷却されたと解釈できる。これに対してセグメント中心の一様に高温の岩脈群は，上昇する熱水によって岩脈群が加熱されたと考えられる。熱収支のモデル計算の結果，セグメント中心の温度構造を再現できる条件は限られており，これによりプレートの拡大速度を制約できる可能性がある。詳細は本講演において報告する。



海野　進・草野有紀，地学雑誌，doi:10.5026/jgeography.130.599.
Umino, S., et al., Scientific Drilling, doi.org/10.5194/sd-29-69-2021.

X-tal size geothermometer, Oman Ophiolite, crustal architecture, geotherm, spreading rate

* sesumin@staff.kanazawa-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

The magmatic conditions and hypersolidus deformation of lower crustal magma chamber below a fast-spreading ridge — Insight from the core analyses of the Oman ICDP drill holes GT1A & GT2A

Trinh Nguyen*, S. Umino, T. Fudai, Y. Kusano, O. Ishizuka, A. Tamura, and T. Morishita

The ICDP Oman Drilling Project drilled the lower crustal section of the Oman Ophiolite in Wadi Gideah, north of Ibra and recovered 400 m long cores each from Hole GT1A and GT2A. Microscope observations and La-ICP-MS analyses were conducted on the core samples to obtain microstructural data and trace element concentrations, which help to understand the magmatic conditions and hypersolidus deformation operated in the lower crustal magma chamber beneath the Oman paleoridge axis.

Progressive downhole variations in cumulate gabbro microstructures are observed throughout the hole GT2A to GT1A. Plagioclase changes from flat, platy crystals with high aspect ratios to short, stubby crystals with wavy outlines. The proportion of primary, cumulus plagioclase decreases from more than 70% to around 3% in GT2A, and from about 7% to less than 1% in GT1A, while that of broken plagioclase increases from approximately 25% to 95%, and from nearly 85% to 90% in GT2A and GT1A, respectively. The amount of recrystallized plagioclase crystals ranges from 0% to 5% in GT2A, smaller than that in GT1A ranging from 5% to 10%. Clinopyroxene is deformed to distorted rectangular shapes with a quarter structure, and then changes into crystals with sub-grains, which eventually forms neoblasts. Equilibrium texture shown by polygonal crystals that meet at a triple junction of obtuse angles around 120° appears in downhole. The percentages of primary clinopyroxene in GT2A drop from 100% to 80%, most of them are more than 90% while in GT1A, they fall from 90% to 60%. In contrast, secondary clinopyroxene crystals including subgrains, neoblasts, and recrystallized grains increase to 20% in GT2A, and vary between 10% and 40% in GT1A. Ophitic clinopyroxene is present throughout the drill holes, although gradually decrease in number downhole.

The progressive deformation and recrystallization of cumulus crystals shown above are associated with compaction of cumulus piles that led to entrapment of interstitial melts. Subsequent cooling of cumulus mushes caused in-situ fractionation of the trapped melts to form zoning in the rims. Most cumulus clinopyroxene shows normal zonings, while there are a few unzoned crystals in GT2A and in the lower GT1A. Trapped melt fractions were estimated by mass balance calculations on the basis of the modes of olivine, clinopyroxene and plagioclase, and the concentrations of La, Ce and Pr in clinopyroxene crystals.

Ophitic texture is present throughout the holes suggesting that all cumulus plagioclase and clinopyroxene crystallized under large degrees of supercooling, which is typically observed in the sheeted dikes and the roof zone upper gabbros. Furthermore, high trapped melt fraction and the common presence of zoned cumulus minerals suggest that both GT2A and GT1A drill holes penetrate the thick foliated gabbros in Wadi Gideah section, which crystallized on the axial melt lens floor and were transported downward in the lower crust.

Keywords: Oman ICDP, GT1A&GT2A, magma chamber, fast-spreading ridge, foliated gabbro

***Corresponding author:** ngtmtrinh@hcmus.edu.vn

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Oral presentation | S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Sat. Sep 17, 2022 10:00 AM - 12:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 1:00 AM - 3:30 AM UTC | B351 Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Chairperson: Tsuchiya Noriyoshi(Tohoku Univ.)

[Chairperson]
Noriyoshi Tsuchiya: S2-01 - S2-09

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

[S2-01] Chloritization and porosity generation at crust-mantle material boundary

*Atsushi Okamoto[1], Oyanagi Ryosuke[2], Kazuki Yoshida[1] (1. Tohoku Univ. Env., 2. Kokushikan Univ.)

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

[S2-02] Numerical modelling of ion exchange reactions in sedimentary rocks and its application to natural systems

*Takeyasu Abe[1], Eiichi Ishii[1] (1. JAEA)

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

[S2-03] Hyalite-like spherules produced from silica-saturated hydrothermal fluid

*Hiroshi Isobe[1], Shosei Ieda[2] (1. Kumamoto Univ. Fac. Adv. Sci. Tech., 2. Kumamoto Univ. Fac. Sci.)

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

[S2-04] Effect of silica on iron partitioning during serpentinization

[Presentation award entry]

*Shuhei Tanaka[1], Atsushi Okamoto[1], Kazuki Yoshida[1], Yasuhiro Niwa[2,3], Masao Kimura[2,3], Masaoki Uno[1], Masakazu Fujii[4,5] (1. Tohoku Univ. Env., 2. IMSS, 3. KEK, 4. NIPR, 5. The Graduate Univ. for Advanced Studies)

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

[1Lecture-301-09-5add] Break time

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

[S2-05] Microtextures of serpentine veins by high resolution X-ray CT

*Satomi Enju[1], Junya Matsuno[2], Masahiro Yautake[3], Megumi Matsumoto[4], Akira Tsuchiyama[2,5], Kentaro Uesugi[3], Akihisa Takeuchi[3] (1. Ehime Univ. , 2. Ritsumeikan Univ., 3. SPring-8/JASRI, 4. Tohoku Univ., 5. CAS/GIG)

11:30 AM - 11:45 AM JST | 2:30 AM - 2:45 AM UTC

[S2-06] Oceanic and continental alteration fluids recorded in fluid inclusions of carbonate veins in Wadi Dima serpentinite, Oman ophiolite

[Presentation award entry]

*Tomohiro Inukai[1], Tatsuhiko Kawamoto[1], Ohi Shuugo[1], Marguerite Godard[2] (1. Shizuoka Univ. Sci, 2. Montpellier Univ. CNRS)

11:45 AM - 12:00 PM JST | 2:45 AM - 3:00 AM UTC

[S2-07] Silicate minerals dissolution behaviours and reordered preference in the presence of a chelating agent

*Jiajie Wang[1], Astin Nurdiana[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku Uni. GSES)

12:00 PM - 12:15 PM JST | 3:00 AM - 3:15 AM UTC

[S2-08] Fundamental study on enhancement of mineral dissolution by natural chelating agent

[Presentation award entry]

*Sena Kikuchi[1], Jiajie Wang[1], Noriyoshi Tsuchiya[1] (1. Tohoku Univ. Environmental sci.)

12:15 PM - 12:30 PM JST | 3:15 AM - 3:30 AM UTC

[S2-09] Formation of magnesium carbonate minerals under high pressure CO_2 conditions

*Yuto Nishiki[1,2], Masao Sorai[2], Tsutomu Sato[1] (1. Eng., Hokkaido Univ., 2. AIST)

[1Lecture-301-09-11add] Session convener greeting

地殻—マントル物質境界における緑泥石化と空隙形成

岡本　敦*（東北大・院環境），大柳　良介（JAMSTEC），吉田　一貴（東北大・院環境）

Chloritization and porosity generation at crust-mantle material boundary

Atsushi Okamoto* (Tohoku univ. Env), Ryosuke Oyanagi (Kokushikan Univ.), Kazuki Yoshida (Tohoku Univ. Env)

Chloritization is universal phenomena in various geological settings, including the seafloor alteration of basaltic crusts and the metasomatic reactions between crust-mantle boundaries. However, the mechanism of its pervasive alteration mechanism is still unclear. In this study, we report a novel texture of chloritization of pelitic schists in contact with serpentinite from the Sanbagwa belt, Kanto Mountains. The chloritization proceeds with preserving the original structures of pelitic schists (bandings) and original shapes of quartz grains. The microscale porosities were formed at the reaction fronts between chlorite and quartz. We will discuss that mass transport and formation of porosity during chloritization.

緑泥石化作用は、海洋底玄武岩質地殻や地熱地帯における変質作用、また地殻—マントル境界の交代作用として普遍的に観察される。しかし、多量の元素移動を伴う緑泥石化がどのようなメカニズムで広範囲に進行するのかはいまだによくわかっていない。本講演では，三波川変成帯関東山地の樋口に産する蛇紋岩体と泥質片岩の間に発達する緑泥石岩の特徴を報告する．アンチゴライトを主とする樋口蛇紋岩体と泥質片岩の間には、蛇紋岩側にトレモライト—緑泥石片岩、泥質片岩側に緑泥石岩が形成している(Okamoto et al., 2021)．前者は、スピネルが残っていることから、蛇紋岩を原岩とするに対して、後者は泥質片岩から連続的に変化している。マスバランス解析により、緑泥石化作用は MgO と H_2O が供給され、SiO_2, Na_2O, K_2O などが溶脱し、Al_2O_3 や TiO_2 は固定されていることがわかった。興味深いことに、この緑泥石岩はグラファイトなどの泥質片岩の構造を完全に残しており、かつ、場合によっては Al を全く含まない鉱物である石英粒子であってもその形状を残しながら緑泥石化の置換反応が進行している．産状から、まずは白雲母、緑泥石のレイヤーから反応が始まり、曹長石、石英の順に置換が進み、グラファイト、チタナイト、アパタイトなどは反応せずに残っていることが明らかとなった．さらに、ナノ—マイクロ X 線 CT の解析により、石英と緑泥石の境界には明瞭なポアが存在しており、反応フロントで空隙を形成しながら溶解—沈殿が進行していることを示唆している．講演では、観察や分析結果をもとに、体積変化、元素移動、空隙形成を含めたメカニズムを議論する予定である．

参考文献

Okamoto, A. et al. (2021) Com. Earth . Env., 2,151

Keywords: Chloritization, Porosity, Serpentinite, Sanbagawa belt, Mass transfer

*Atsushi Okamoto: atsushi.okamoto.d4@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

堆積岩中のイオン交換反応の数値モデル化と天然への適用

阿部健康*(原子力機構)，石井英一（原子力機構）

Numerical modelling of ion exchange reactions in sedimentary rocks and its application to natural systems

T. Abe* (JAEA), E. Ishii (JAEA)

Abstract: Ion exchange reactions in sedimentary rocks at Horonobe were numerically investigated. In order to simulate complex exchange reactions during freshening process of fossil seawater, active fraction model was adopted. Our calculation revealed Na-desorption and Ca-adsorption will occur when exchange parameters of the rocks are assumed to be those of soils. This result is consistent with observed depth profile of bulk composition.

はじめに Introduction

一般産業廃棄物・放射性廃棄物の処分, CO_2 地下固定等，地下環境の工学的利用にあたり続成作用の理解が重要であり，筆者らは反応輸送解析を用いて Forward なアプローチを試みている．本発表では，北海道北部天北地域に産する幌延泥岩を対象に実施したイオン交換反応の数値モデル化と，これまでに得られた暫定結果について報告する．

イオン交換反応の定式化 Active fraction model

幌延泥岩は淡水による化石海水洗い出しを経験している (e.g., Mochizuki&Ishii, 2022)．本研究では，これに伴うイオン交換反応系を Na-K-Ca-Mg-H-X (X はバルク表面)と見なし, Active fraction model (Appelo, 1994)を採用して検討を進めている．

イオン交換の反応基を X^-と置くと, H^+交換の半反応式と“みかけ”の平衡定数 K_H^{app} は以下のように書ける (e.g., Sposito, 1984; Stumm, 1992).

$$H^+ + X^- = HX,\ K_H^{app} = K_H^{int} \cdot \exp(F \cdot \psi_0 / RT)$$

F: ファラデー定数, ψ_0: H^+位置の静電ポテンシャル, R: 気体定数, T: 絶対温度, K_H^{int}: 真の平衡定数

ここで constant capacitance model (Schindler&Stumm, 1987)を適用すると,

$$\log K_H^{app} = \log K_H^{int} + [-F^2/(\kappa\varepsilon \cdot RT \cdot \ln 10)]\{X^-\}$$
$$= \log K_H^{int} + \alpha_H \cdot f_H \quad \cdots (1)$$

$\{X^-\}$: X^-サイト濃度, $\kappa\varepsilon$: 固有キャパシタンス

式(1)は，$\{X^-\}$の係数を α_H とし，$\{X^-\}$を $f_H = (1-\beta_{HX})$ と近似 (β_{HX} は全 X^-中の HX モル分率)している．

幌延泥岩へのモデル適用 Ion exchange isotherm

既往研究で報告されている幌延の地下水組成(國丸ほか, 2007)を用いて，洗い出し過程で生成する混合地下水の組成を計算し，平衡関係にある交換性陽イオン組成を求めた．計算には PHREEQC (Parkhurst&Appelo, 2013; 25 degC; phreeqc.dat; 活量補正は拡張 Debye-Hückel 式)を使用した．平衡定数は，ベンチマーク計算を目的として，土壌を想定した文献値 (Table 1)とした．

Table 1. Exchange parameters

i	$\log K_i^{int}$	α_i
H^{+*1}	2.5	3.4
Na^{+*1}	-0.5	0.5
K^{+*2}	0.7	
Ca^{2+*2}	0.8	N/A ($\alpha_i \fallingdotseq 0$)
Mg^{2+*2}	0.6	

*1Appelo (1994), *2phreeqc.dat

幌延地下水の中で最も低いイオン強度(4×10^{-3})を示す 5pu14 による洗い出しに対応する交換性陽イオン組成の変化を Fig. 1a に示す．今回の計算結果では, NaX の顕著な低下と, CaX2 の増加が見られた．これらの特徴は，ボーリングコアのバルク化学組成のうち，浅部領域で認められる相対的な Na_2O/Al_2O_3 低下, CaO/Al_2O_3 上昇と定性的には対応関係にある (Fig. 1b, データは石井ほか, 2007)．今後，交換性陽イオンとバルク組成を関連付けるモデルを作成して反応輸送解析を行い，イオン交換特性について定量的に議論する．

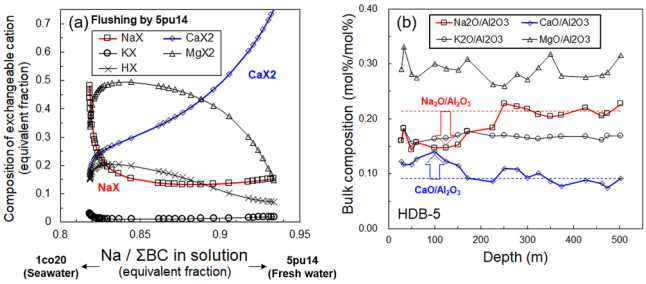


Figure 1. (a) Composition of exchangeable cation during freshening process of fossil seawater. BC: base cation (=Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}); 1co20: HDB-**1**, water extracted from boring **co**re by squeezing (4~70 MPa), lot# = **20** (702 m); 5pu14: HDB-**5**, water obtained by **pu**mp systems, lot# = **1**-**4** (167 m) (b) Depth profile of bulk composition.

Keywords: diagenesis, ion exchange reaction, surface complexation modelling, ion exchange isotherm
*Corresponding author: abe.takeyasu@jaea.go.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

シリカ飽和熱水流体から生成した玉滴石様微小粒子

磯部博志*（熊本大院先端科学）・家田晶成（熊本大理，現八代市立第六中学校）

Hyalite-like spherules produced from silica-saturated hydrothermal fluid

Hiroshi ISOBE* (Fac. Adv. Sci. Tech., Kumamoto Univ.) and Shosei IEDA (Fac. Sci., Kumamoto Univ. pres. add. Yatsushiro 6th Junior High School)

Hyalite is a clear amorphous hydrous silica with spherical or conchoidal shape related to volcanic fluids. In this study, hydrothermal reaction of powdered andesite with silica-saturated fluid at 250°C produced clear spherules of pure SiO_2 with quite a similar shape and texture to natural hyalite.

はじめに　玉滴石（hyalite）は，含水非晶質または低結晶質シリカ（広義のオパール）のうち，透明度が高く貝殻状または顆粒状の外観を示すものの呼称である。玉滴石は，火山性流体活動と関連して産出することが知られている。玉滴石の人工合成については，700℃以上に加熱した圧力容器内に 500℃以上の温度差を設定するとクリストバライトや石英と共に析出することが報告されている（Flörke et al., 1973, 1990）。本発表では，シリカガラス管に安山岩粉末とイオン交換水を封入した熱水反応実験において生成した玉滴石様シリカ粒子について報告する。

実験　外径 4mm，内径 2mm，高さ 100mm のシリカガラス管に，黄鉄鉱粉末約 50mg を底部約 10mm に，その上部に安山岩粉末約 200mg を高さ約 50mm となるよう入れた。室温で試料粉末の空隙を満たすよう，イオン交換水を約 40mg 加えた後，ガラス管上部約 10mm にシリカウールを詰め，上端を閉じて封入した。

試料を封入したシリカガラス管を圧力容器にイオン交換水と共に封入し，縦型炉で圧力容器底部を 250℃に加熱し，8 週間保持した。圧力容器は上端で電気炉外の圧力計に接続しているため，上部の温度は実験温度より低い。このため，シリカガラス管内の流体にはなんらかの対流が存在していたと考えられる。ただし，温度分布の推定は困難である。実験後，回収した試料を光学顕微鏡，走査電子顕微鏡，X 線回折装置等で解析した。

結果及び考察　安山岩粉末は全体として出発物質より白色化しており，空隙が拡大していた。亀裂及び空洞部には，図 1 に示すように直径約 50μm の透明でガラス光沢を持つ球粒が多数存在していた。

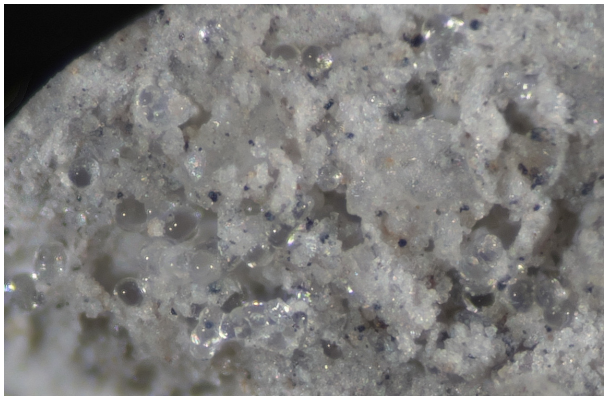


図 1　生成物の実体顕微鏡写真。横幅 1.0mm

走査電子顕微鏡観察（図 2）では，これら粒子の組成はほぼ純粋な SiO_2 であった。これら粒子の組織，組成は，天然の玉滴石に極めて近いと考えられる。本実験において，約 250℃という比較的低温の熱水環境において玉滴石様のシリカ粒子が形成されることが示された。

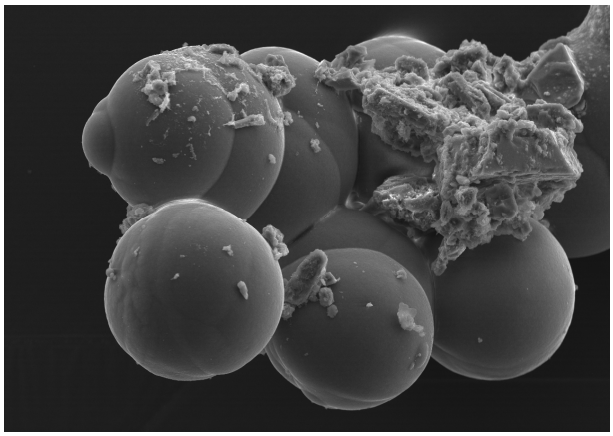


図 2　走査電子顕微鏡写真，横幅 0.2mm

Keywords: hyalite, hydrothermal fluid, amorphous silica, andesite,
*Corresponding author: isobe_hrs@kumamoto-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

蛇紋岩化反応における鉄の分配、水素生成に対するシリカの影響

田中　修平*（東北大・院環境），岡本　敦（J 東北大・院環境），吉田　一貴（東北大・院環境），丹羽　尉博（物構研，高エネ研），木村　正雄（物構研，高エネ研），宇野　正起（東北大・院環境），藤井　昌和（極地研，総研大）

Effects of silica on iron partitioning and H_2 generation during serpentinization

Shuhei Tanaka* (Tohoku univ. Env), Atsushi Okamoto (Tohoku univ. Env.), Kazuki Yoshida (Tohoku Univ. Env), Niwa Yasuhiro (IMSS, KEK), Masao Kimura (IMSS, KEK), Masaoki Uno (Tohoku univ. Env.), Masakazu Fujii (NIPR, The Graduate Univ. for Advanced Studies)

Serpentinization of mantle peridotite involves oxidation of Fe and H_2 production. Mantle peridotite commonly contains olivine (Ol) and orthopyroxene (Opx), and the reaction pathways and relative rates of serpentinization largely depend on temperature and local silica activity. However, the effects of silica on iron partitioning and H_2 production is still unclear. In this study, we conducted batch type of hydrothermal experiments in the systems of Ol-H_2O and Ol-Opx-H_2O at 200-400℃. In the Ol-Opx-H_2O system, Opx reacted selectively above 300℃, and little magnetite was produced. Despite the low magnetite production, the H_2 production rate was comparable to that of the Ol-H_2O system due to the incorporation of Fe^{3+} in serpentine, indicating that silica activity changed the mechanism of H_2 generation.

マントルかんらん岩の蛇紋岩化反応は、かんらん岩中の鉄と水の酸化還元反応及び水素生成を伴う。かんらん岩は主にかんらん石、直方輝石からなり、それぞれの反応経路、相対的な反応速度は温度やローカルなシリカ活量の影響を受けることが知られている[1]。しかし、シリカが鉄の分配及び水素生成へ与える影響は明らかになっていない。本研究では、かんらん石(Ol)-H_2O 系、Ol-直方輝石 (Opx)-H_2O 系に対して、温度を 200-400℃、時間を 24-360 日まで系統的に変化させたバッチ式水熱反応実験を行った。また、鉄の分配を詳細に調べるため熱重量分析、化学組成分析、磁気測定、X 線吸収分光分析を行った。

Ol-H_2O 系では、既往の研究と同様に 300℃で蛇紋石の生成量が最大となり、磁鉄鉱は蛇紋石の生成量と比例して増加した。また、Fe^{3+}も蛇紋石、磁鉄鉱の増加に伴って増加しており、磁鉄鉱が Fe^{3+}の主なホストであることが分かった（52-68%）。

よりシリカ活量の高い Ol-Opx-H_2O 系では、300℃以上の高温では直方輝石が選択的に反応し、磁鉄鉱はほぼ生成されなかった。しかし、Fe^{3+}/Fe_{total}=0.1 であり、Fe^{3+}のほぼすべては蛇紋石に含まれ、蛇紋石中の鉄の 90%は Fe^{3+}であることが分かった。また、Ol-Opx-H_2O 系における水素の生成速度は Ol-H_2O 系と同等であり、シリカによって水素発生の要因が磁鉄鉱（+蛇紋石）から蛇紋石に変わることが分かった。

シリカ活量が高い場合、熱力学的に磁鉄鉱は不安定になるため、Fe^{3+}は蛇紋石に含まれるようになったと考えられる。本研究結果を海洋底の熱水変質系に適用して考えると、海嶺近傍ではダナイトを含む浅部で活発に水素が生成され、離れるにつれてより深部のレールゾライトから水素が生成されると考えられる。

参考文献

[1] Schwarzenbach et al., 2016, Contrib Mineral Petrol, 171:5

Oral presentation

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Chairperson: Tsuchiya Noriyoshi(Tohoku Univ.)
Sat. Sep 17, 2022 10:00 AM - 12:30 PM B351 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F)
[Chairperson]
Noriyoshi Tsuchiya: S2-01 - S2-09

11:00 AM - 11:15 AM

[1Lecture-301-09-5add]Break time

©Japan Association of Mineralogical Sciences

高分解能 X 線 CT を用いた蛇紋石脈微細構造の解明

延寿里美（愛媛大）、松野淳也（立命館大）、安武正展（SPring-8/JASRI）、松本恵（東北大）、土山明（立命館大、中国科学院广州地球化学研究所）、上杉健太朗（SPring-8/JASRI）、竹内晃久（SPring-8/JASRI）

Microtextures of serpentine veins by high resolution X-ray CT

Satomi Enju* (Ehime Univ.), Junya Matsuno (Ritsumeikan Univ.) Masahiro Yasutake (SPring-8/JASRI), Megumi Matsumoto (Tohoku Univ.), Akira Tsuchiyama (Ritsumeikan Univ., Guangzhou Inst. Geochem., CAS), Kentaro Uesugi (SPring-8/JASRI), Akihisa Takeuchi (SPring-8/JASRI)

【はじめに】

蛇紋岩は亀裂の形成と熱水の流入を繰り返しながら形成されるため、その亀裂の最終形態である蛇紋岩中の蛇紋石脈の形成過程を知ることは蛇紋岩の形成メカニズムを知るうえで重要である。蛇紋石脈は主にナノチューブ状 chrysotile 及び多角柱状の polygonal serpentine (PS)から構成される[1]。これらは太さが 20-500 nm ほどの微細結晶であるため透過電子顕微鏡(TEM)による観察が主流であるが、TEM 観察で用いる薄膜では二次元の情報しか取得できない。本研究では蛇紋石脈の形成過程を解明するため、高分解能 X 線 CT を用いた微細組織の三次元観察を行った。

【試料及び分析手法】

試料は熊本県泉町下岳の片状蛇紋岩中の蛇紋石脈である。本試料は肉眼的に二色の領域が混在しており、過去の TEM 観察から領域間で PS と chrysotile の量比や結晶の方位の配向性が異なることがわかっている。この岩石薄片から二色の領域の境界部分を FIB を用いて 25×25×30 μm ほどのハウス型試料を切り出し、CT 撮影実験を行った。

高分解能吸収 X 線 CT 実験は大型放射光施設 SPring-8 BL47XU にて行った。撮影に用いたエネルギーは 7.35 keV で投影数は 1800 枚であった。再構成画像に 2x2x2 のビニング処理を施したのち(画素サイズ: 27.6 nm)、試料中央部の亀裂が三次元画像の yz 面と並行となるように回転させてから、組織観察・解析を行った (図)。

【結果】

CT 像では比較的太い(直径数 100 nm) PS は多くの部分で個々の結晶の境界を観察できたが、最も細い(直径数 10 nm) 配向した chrysotile については亀裂沿いでは個別の結晶と思われる組織が見られたものの、一般的な産状である配向部では明瞭な境界はみられず配向の向きのみ確認できた。

繊維状蛇紋石の形態や配向から試料は三つの領域に分類できる; PS を多く含み yz 面内で比較的方位がランダムであり空隙の多い region 1、chrysotile を多く含みほぼ z 軸方向に配向している region 2、chrysotile からなり y 軸方向に強い配向を示す region 3。これら三領域は yz 面に平行に層状に広がり、両端はそれぞれ region 1 と region 2 (肉眼観察で二色に分かれていた領域に相当)、中央部は厚さ 800 nm ほどの薄い層状の region 3 にはさまれた region 1 と 2 の互層部からなっていた(図)。Region 3 のふちに沿って明瞭な亀裂がみられ、一部では発達前のマイクロクラックが観察された。層構造の見られる yz 面は露頭での蛇紋石脈と平行であり、結晶の形態や組織から晶出と亀裂の形成を繰り返しながら region 1, 2, 3 の順に形成されたことがわかった。注目したいのが region 3 及び現存する亀裂がいずれも空隙率や密度のギャップのあると思われる層境界部に発達している点である。空隙率や密度は形成される蛇紋石の結晶の形態や配向などによって決まるため、蛇紋岩中の亀裂の発達にはその前の変質過程で生じた微細組織が影響を与えている可能性が示唆された。

【引用】[1] Baronnet, A. & Devouard, B. (2005) Canadian Mineralogist, 43, 513-542.

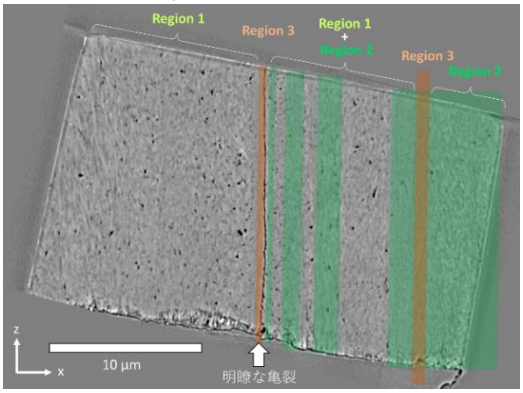


図 xz 断面における region 1, 2, 3 の共存関係

Key words: serpentine, X-ray CT, chrysotile, polygonal serpentine
*Corresponding author: enju.satomi.vd@ehime-u.ac.jp

オマーンオフィオライト・ワジディマ蛇紋岩炭酸塩脈中の流体包有物が記録する海洋底と大陸の変成流体

犬飼知宏[1,*]，川本竜彦[1]，大井修吾[1]，Godard Marguerite[2]
([1] 静岡大学理学部地球科学,[2] 地球科学，CNRS，モンペリエ 2 大学)

Oceanic and continental alteration fluids recorded in fluid inclusions of carbonate veins in Wadi Dima serpentinite, Oman ophiolite

Tomohiro Inukai[1*], Tatsuhiko Kawamoto[1], Shugo Ohi[1], Marguerite Godard[2]
([1] Dept Geosciences, Shizuoka Univ., [2] Géosciences Montpellier, CNRS, Univ. Montpellier 2, France).

Aqueous fluid inclusions are found in carbonate veins in Wadi Dima serpentinite of Oman ophiolite. Type 1 calcite vein is formed in saline hydrothermal fluids under submarine circumstance, whereas Type 2 calcite/dolomite vein is formed in less saline hydrothermal fluids in continental circumstance.

オマーンオフィオライトのワジディマ地域の蛇紋岩には炭酸塩脈が発達している。Noël et al. (2018, Lithos) は、炭酸塩脈の岩石記載、微量成分元素組成と炭素と酸素の安定同位体比によって、炭酸塩脈を 3 タイプに分類した。そして、Type 1 炭酸塩は海洋底で 15-110℃の、Type 2、Type 3 炭酸塩は大陸で 10-30℃の熱水変質を受けたと提案した。

昨年の報告に引き続き、この多世代の炭酸塩脈中の流体包有物の組成と均質化温度を測定することによって、炭酸塩脈の形成環境に束縛条件を与える。

顕微ラマン分光分析を用いて、流体は水からなると同定した。Type 1 炭酸塩の流体包有物のホスト鉱物はすべてカルサイトであった。一方 Type 2 炭酸塩中の流体包有物はほとんどが大きなカルサイトに存在するが、一部微小なドロマイトにもみられた。また、Type 3 炭酸塩は微小なドロマイトで構成されるが、流体包有物はなかった。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。

塩濃度の結果（表 1）より、Type1 炭酸塩中の流体包有物は海水に近い流体であると考えられる。Type 1 炭酸塩中の流体包有物は 0－9 wt.% NaCl eq.の幅広い分布をとる。これは Kelley and Delaney（1987, Earth Planet. Sci. Lett.）で指摘されているように、モホ面まで海水が浸透し、それが水蒸気と濃い塩水に分離したためと考える。一方 Type 2 炭酸塩では 9 割の流体包有物は 0–1 wt.% NaCl eq. を示すが、1 割の流体包有物は 3 wt.% NaCl eq. を超える高い塩濃度を示す。このような高塩濃度の流体包有物はドロマイトまたはドロマイトに近接するカルサイトに含まれている。この流体の起源は不明である。

均質化温度の結果（表 1）は Noël et al. (2018, Lithos) の結果よりも Type 1、Type 2 炭酸塩ともに約 100－200℃高い。彼らは炭酸塩脈の形成温度を算出する際、炭酸塩と共存した流体の同位体組成を Type 1 は海水、Type 2 と 3 は岩体周囲の湧水と仮定した。今回、彼らが報告した酸素同位体比のデータを用いて、カルサイトとドロマイトが平衡状態で結晶化したと仮定して分別温度を計算した。その結果、Type 1 炭酸塩は 166℃、Type 2 炭酸塩は 290℃で形成されたと解釈できる。これらの炭酸塩脈は、Noël et al. (2018, Lithos) が提案したように海水温に近い温度で形成されたのではなく、より高温の熱水から形成されたと提案する。

	Salinity (wt.% NaCl eq.)	Homogenization temperature (℃)
Type 1 calcite	2.9±2.1	228±63
Type 2 calcite	0.9±1.5	206±77
Type 2 dolomite	1.8±1.8	203±17

表 1 マイクロサーモメトリーの結果

Keywords: carbonization, microthermometry, salinity, serpentine, oxygen isotope
*Corresponding author: inukai.tomohiro.18@shizuoka.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

キレート剤存在下での結晶構造によるケイ酸塩鉱物溶解への影響

王佳婕*、Astin Nurdiana、土屋範芳（東北大・環境）

Silicate minerals dissolution behaviours and reordered preference in the presence of a chelating agent

Jiajie Wang*, Astin Nurdiana, Noriyoshi Tsuchiya (GSES, Tohoku University)

The rates of mineral dissolution contribute to many geochemical processes and phenomena, such as geothermal exploration and CO_2 mineralization by reacting with leached Ca and Mg ions, the latter is one of the crucial ways to reduce atmospheric CO_2 concentration. Recently, the remarkable enhancement of mineral dissolution using chelating agents is increasingly reported. To clarify the issues that arise accordingly, i.e., the dissolution behaviours of various minerals in chelating agent solutions, basic dissolution experiments using 2 wt.% GLDA-Na_4 (*N*,*N*-Dicarboxymethyl glutamic acid tetrasodium salt) solution and seven minerals, i.e., olivine, epidote, tourmaline, enstatite, hornblende, biotite and anorthite, respectively belonging to seven major silicate groups, were conducted in this study, at the room temperature and pressure.

The rate of Si and Al being released from per unit area of mineral surface (e.g., mmol/m^2min), which is often used to present the mineral dissolution rate, was generally higher in acid GLDA solutions (pH of 4) than in alkaline GLDA solutions (pH of 8), during 120 min reactions, due to the joint effect of proton and the chelator. Moreover, at pH 4, the rate of Al being released from minerals was higher than that of Si, whereas at pH 8, except for biotite, Si leaching was preferred. At both pH 4 and 8, among the 7 types of silicates, the extractions in Si+Al and in divalent cations (i.e., Ca, Mg, Fe, Mn) showed a similar sequence: phyllosilicate biotite dissolved the fastest, followed by olivine (nesosilicate), anorthite (tectosilicates), tourmaline (cyclosilicate), epidote (sorosilicate), enstatite (inosilicates: single-chain), hornblende (inosilicates: double-chain). Biotite, the dissolution rate has been reported to be slower than pyroxenes, showed a remarkable increase in the presence of GLDA, regardless of the solution pH. This kind of enhancement in biotite dissolution, as well as reordered mineral dissolution preference in chelating agent solution may potentially contribute to the application of chelating agents for rock dissolutions and elements extractions, and further studies will be focused on developing a better understanding of the relationship between minerals lattices and chelating agent attacks.

Keywords: Silicates, Minerals, Dissolution, Chelating agent

***Corresponding author:** wang.jiajie.e4@tohoku.ac.jp (J.W.)

鉱物溶解に及ぼす天然キレート剤の促進効果に関する基礎的検討

菊池星南*、王佳婕、土屋範芳(東北大・環境科学)

Fundamental study on enhancement of mineral dissolution by natural chelating agent

Sena Kikuchi*, Jiajie Wang, Noriyoshi Tsuchiya
(Environmental sci, Tohoku Univ.)

1．はじめに

大気中の CO_2 の増加による気候変動や海洋酸性化などの悪影響が懸念されており、その対策としてケイ酸塩鉱物の溶解とそれに続く CO_2 の鉱物化を行う CCUS が有望視されている。しかし、自然界ではケイ酸塩鉱物の溶解速度は非常に遅く、その結果、CO_2 を鉱物化する速度も遅くなってしまう。鉱物の溶解を促進するために、私たちの研究室を含む研究者は、人工キレート剤(GLDA、HEDTA など)を用いて鉱物から2価の陽イオンの抽出を促進させることに成功している(Wang et al., 2021)。この成果を応用させ、より環境にやさしい CO_2 貯蔵システムを開発するために、天然由来のキレート剤として普遍的に存在する植物代謝物に注目した。そこで本研究の目的は、ケイ酸塩鉱物の溶解において天然キレート剤の促進効果がもたらす可能性について検討することである。

2．実験方法および結果

本研究では、粒径を 100 μm 以下に整えた玄武岩、かんらん石、珪灰石、蛇紋石の溶解挙動を、植物代謝物グリシン、D(-)-マンニトール、L-セリン、L-グルタミン酸、フミン酸を含む溶液を用いて、室温(~20℃)、常圧で基礎溶解実験を行い、0、2、5、24、48、72、144 時間ごとに実験溶液を 1 mL サンプリングした。回収溶液は、pH 電極を用いて pH の測定を行い、また、10 倍希釈した後、ICP-OES(Agilent 5100)を用いて、各元素の濃度の分析を行った。例えば、かんらん石の場合、10 g/L のフミン酸を用いると、かんらん石から Si、Ca、Al、Na の抽出が促進され、144 時間において Milli-Q water を用いた場合と比べると、Si は 20.8 倍、Ca は 1.45 倍、Al は 2.33 倍、Na は 4.72 倍となった。同時に植物代謝物を含んだ溶液の pH はすべてケイ酸塩の溶解により部分的に上昇し、例えば、かんらん石にフミン酸を用いた場合、5.21 から 6.75 に変化した。このような pH の上昇は、海洋系でのケイ酸塩鉱物の溶解を考察する上で非常に重要であると考えている。

3．展望

本研究は、植物代謝物を含む天然水系にケイ酸塩鉱物を溶解することで、pH 上昇と CO_2 の鉱物化による海洋酸性化の抑制と CO_2 の隔離が期待できるだろう。

Reference:

Wang, J., Watanabe, N., Kamitakahara, M., Nakamura, K., Komai, T., Tsuchiya. N., Enhancement of aragonite mineralization with a chelating agent for CO2 storage and utilization at low to moderate temperatures. *Scientific reports,* 13956

Keywords: Chelator, Mineral dissolution, Plant metabolite, Silicates

***Corresponding author: sena.kikuchi.q8@dc.tohoku.ac.jp**

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

高圧 CO_2 条件下における炭酸マグネシウム鉱物の形成

西木悠人（北大・工, 産総研), 徂徠正夫（産総研), 佐藤努（北大・工）

Formation of magnesium carbonate minerals under high pressure CO_2 conditions

Yuto Nishiki* (Eng., Hokkaido Univ. & AIST), Masao Sorai (AIST), Tsutomu Sato (Eng., Hokkaido Univ.)

近年の玄武岩層への CO_2 圧入試験（アイスランド CarbFix プロジェクト[1]や米国 Wallula 玄武岩プロジェクト[2]）では数年で炭酸塩鉱物の沈殿が顕著に確認されており，CO_2 の鉱物固定への期待が高まっている。苦鉄質岩や超苦鉄質岩へ貯留する際には，Ca のみならず Mg や Fe が岩石中に多く含まれるため，炭酸カルシウムに加え，炭酸マグネシウムや炭酸鉄の沈殿予測が必要となる。そこではじめに，本報告では CO_2 地中貯留条件における炭酸マグネシウムの生成相に関して議論する。

常温付近において，炭酸カルシウムは Calcite（$CaCO_3$）などで容易に沈殿する一方，炭酸マグネシウムの Magnesite（$MgCO_3$）は速度論的抑制のために容易に沈殿されないと考えられる場合が多い[3]。代わりに，常温付近では含水炭酸マグネシウム鉱物が観察されており，Yamamoto et al.[4] は $MgCl_2$(aq)と Na_2CO_3(aq)を用いた合成実験から，20℃では Nesquehonite ($MgCO_3 \cdot 3H_2O$)，60℃では Dypingite ($Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 5H_2O$), 80℃では Hydromagnesite ($Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$)の形成を確認している。しかしながら，$CO_2$ 地中貯留では，圧入流体が炭酸水である場合[1]に加え，超臨界 CO_2 である場合[2]も想定されるため，超臨界 CO_2 存在下での炭酸マグネシウムの生成相が Yamamoto et al.[4]の実験結果に一致するかは不明である。

そこで本研究では，高圧 CO_2 条件下での炭酸マグネシウム鉱物の生成に関する実験を実施した。$Mg(OH)_2$ 試薬（関東化学）3 g と超純水 30 mL を入れた反応容器に，CO_2 を 10 MPa（≈ CO_2 地中貯留の圧力条件）で充填した。温度は 40, 60, 80℃とした。3 日後に吸引ろ過を行い，反応温度と同一な温度で 1 日乾燥させて固体試料を得た。

すべての条件において，$Mg(OH)_2$ が 3 g すべて溶解され，マグネシウム炭酸塩の形成を確認した。その鉱物種は, 粉末X線回折（XRD）分析より 40℃では Nesquehonite，60℃では Nesquehonite と Magnesite，80℃では Hydromagnesite と Magnesite と同定された。これは Yamamoto et al. [4]の実験とは異なり，マグネシウム炭酸塩の鉱物種を決定する要因として，温度に加え CO_2 分圧などの別の因子も関与している可能性が考えられる。また，熱重量分析（TGA）からは，XRD と整合的な結果を得ることができた。60℃および 80℃の実験で確認できた Magnesite が脱 CO_2 によって MgO に変化した温度（それぞれ 525℃，555℃）は，一般的な Magnesite の場合（~650℃）と比べると低温であったため，本研究で確認された Magnesite は通常よりも弱い結合力を持つことが示唆された。

本研究の成果は CO_2 地中貯留におけるマグネシウム炭酸塩の鉱物種を予測する上で重要な手掛かりとなると考えられる。なお，Nesquehonite は常温常圧下で時間とともに別の相（Dypingite 等）へ変化することが報告されている[5]ため，今後は本研究においても，含水炭酸マグネシウム鉱物の相変化挙動についても深く議論していき，それと CO_2 分圧との関係性を明らかにする必要がある。

[1] Matter et al. (2016) *Science*, *352*, 1312–1314.
[2] McGrail et al. (2017) *Energy Procedia*, *114*, 5783–5790.
[3] Snæbjörnsdóttir et al. (2020) *Nat. Rev. Earth. Environ.*, *1*, 90–102.
[4] Yamamoto et al. (2021) *Sci. Rep.*, *11*, 1–8.
[5] Tanaka et al. (2019) *J. Mineral. Petrol. Sci.*, *114*, 105–109.

Keywords: Geological CO_2 storage, Hydromagnesite, Magnesite, Nesquehonite, Supercritical CO_2

*Corresponding author: yuto-nishiki@frontier.hokudai.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Oral presentation

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Chairperson: Tsuchiya Noriyoshi(Tohoku Univ.)
Sat. Sep 17, 2022 10:00 AM - 12:30 PM B351 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F)
[Chairperson]
Noriyoshi Tsuchiya: S2-01 - S2-09

12:30 PM - 12:35 PM

[1Lecture-301-09-11add]Session convener greeting

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Poster presentation | R5: Extraterrestrial materials

Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 5:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

R5: Extraterrestrial materials

Onsite Poster Core time
12:30 - 14:30

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-01] Grain density measurement for milligram samples by gas pycnometer

*Junya Matsuno[1], Megumi Matsumoto[2] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Tohoku Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-02] A nugget of platinum group element sulfides found from a Ryugu sample

*Junya Matsuno[1], Akira Miyake[2], Megumi Matsumoto[3], Tomoki Nakamura[3], Yoshio Takahashi[4], Shinya Yamada[5], Akira Tsuchiyama[1], Satomi Enju[6], Hisayoshi Yurimoto[7], Takaaki Noguchi[2], Ryuji Okazaki[8], Hikaru Yabuta[9], Hiroshi Naraoka[8], Kanako Sakamoto[10], Shogo Tachibana[4] (1. Ritsumeikan Univ. , 2. Kyoto Univ., 3. Tohoku Univ., 4. Univ. of Tokyo, 5. Rikkyo Univ., 6. Ehime Univ., 7. Hokkaido Univ., 8. Kyusyu Univ., 9. Hiroshima Univ., 10. JAXA/ISAS)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R5P-03] In-situ observation of thermal evolution of primitive carbonaceous chondrite matrix

*Megumi Matsumoto[1], Akira Miyake[2], Junya Matsuno[3] (1. Tohoku Univ. Sci., 2. Kyoto Univ. Sci., 3. Ritsumeikan Univ.)

ガス置換法によるミリグラム隕石試料の粒子密度測定

松野淳也*（立命館大学）、松本恵（東北大学）

Grain density measurement for milligram samples by gas pycnometer

Junya Matsuno* (Ritsumeikan Univ.) and Megumi Matsumoto (Tohoku Univ.)

惑星科学において岩石の密度や空隙率は、小惑星の強度を支配し、礫の構造を推定するための基本情報であることに加え、リュウグウのように水質変成の起きていた天体の場合は水質変成時の岩石・水比の推定に繋がる為、重要な因子である。ここで外界と繋がった空隙を含む岩石の密度には大きく分けて二種類あり、バルク密度（嵩密度）と呼ばれる空隙を含めた密度と、粒子密度（真密度）と呼ばれる空隙を含めない密度がある。空隙率はX線CTによって直接可視化して求めることができ、放射光X線を用いれば100 nm程度の小さな空隙まで観測できる。しかしリュウグウ試料など水質変成を受けた炭素質コンドライトの空隙サイズは数~数10 nmであるためCTによる直接の観測は困難である。ここで、空隙率はバルク体積と粒子体積の比でもある。バルク体積はX線CTにて比較的簡易に精度よく求めることができる。一方、粒子体積の測定方法には、置換法（ピクノメーター法）がある。この手法は試料を溶媒に沈め、試料の分だけ排除された量を体積と見做すものであり、一般的には水などの液体に試料を沈めることになるが、この溶媒に非極性ガス（ヘリウムや窒素）を用いるのがガス置換法（ガスピクノメーター法）である。この手法は試料の汚染を最小限にとどめることができる非破壊分析である一方で、0.01 cm^3以上（~数10 mg)の試料が必要と考えられてきたため、小惑星レゴリスのリターンサンプルのように質量が少ない試料には不向きであると考えられてきた。そこで本研究ではリュウグウ試料を念頭に、数mgの試料の粒子体積をガスピクノメーターで計測できるよう試行し、標準物質を用いて測定限界となる試料サイズを求めた。

実験は株式会社島津テクノリサーチ所有のアキュピックII 1340（マイクロメリティックス)を用いて行った。標準試料には直径0.5 ~ 8 mmの合成石英ガラス（密度2.201g/cm^3)の均質な真球を用いた。ヘリウムガスを用いて直径2mmの標準試料を測定したところ、得られた体積は理論値の約85 %だったが、複数回測定してもその再現性は高いことが分かった。そこで各試料に対し理論値と実験値の関係を求めたところ、1~8 mmの試料についておよそその差は対数関数で近似できることが分かった。つまりこの近似曲線を用いれば、~数mg（~0.001 cm^3)の試料でも体積を2桁の精度で測定が可能であることが分かった。続いてCIタイプの炭素質コンドライトであるOrgueil隕石の質量既知の小片（3.97 mg)の粒子体積を測定して粒子密度を求めたところ、2.4 g/cm^3となった。この値は大きい試料を用いて測定された文献値(2.4-2.5 g/cm^3 [1,2,3])と整合的であった。放射光X線CTと組み合わせることで、非破壊で空隙率が求まるという道筋を示せた。

参考文献

[1] G. J. Consolmagno S. J and D. T. Britt (1998) MAPS 33, 1231 [2] G. J. Flynn, L. B. Moore and W. Klöck (1999) Icarus 142, 97 [3] A. R. Hildebrand et al. (2006) MAPS 41, 407

Keywords: Density, Porosity, Pycnometer
*Corresponding author: jmatsuno@fc.ritsumei.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

リュウグウから見つかった白金族元素硫化物のナゲット

松野淳也*（立命館大学）、三宅亮（京都大学）、松本恵（東北大学）、中村智樹（東北大学）、高橋嘉夫（東京大学）、山田真也（立教大学）、土`山明（立命館大学）、延寿里美（愛媛大学）、坂本尚義（北海道大学）、 野口高明（京都大学）、岡崎隆司（九州大学）、薮田ひかる（広島大学）、奈良岡浩（九州大学）、坂本佳奈子（JAXA/ISAS）、橘省吾（東京大学）、渡邊 誠一郎（名古屋大学）、津田雄一（JAXA/ISAS）

A nugget of platinum group element sulfides found from a Ryugu sample

J. Matsuno* (Ritsumeikan Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), M. Matsumoto (Tohoku Univ.), T. Nakamura (Tohoku Univ.), Y. Takahashi (Tokyo Univ.), S. Yamada (Rikkyo Univ.), A. Tsuchiyama (Ritsumeikan Univ), S. Enju (Ehime Univ.), H. Yurimoto (Hokkaido Univ.), T. Noguchi (Kyoto Univ.), R. Okazaki (Kyushu Univ.), H. Yabuta (Hiroshima Univ.), H. Naraoka (Kyushu Univ.), K. Sakamoto (JAXA/ISAS), S. Tachibana (Univ. Tokyo), S. Watanabe (Nagoya Univ.), Y. Tsuda (JAXA/ISAS)

リュウグウ初期分析チームに配分された最大粒子(C0002)は水質変成度の異なる多様な岩相を含んでいる[1]。その研磨断面 (plate 6; ~8.8 mm^2) のうちオリビンを含む比較的水質変成の進行の弱い~80×120 μm の岩相から、後方散乱電子(BSE)像でひと際明るく光る~10×10 μm の不定形物質（ナゲット）を一つ発見した(図 1A)。このような物質が隕石から見出されたことはない。

このナゲットは低結晶質ケイ酸塩マトリクスに埋まっていた。走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光(SEM-EDS)や波長分散型 X 線分光(WDS)での元素分析によると、大部分は Ru, Fe, Ir, Ni, Os の硫化物のマトリクスからなり、BSE 像で暗い~1 μm の Cr 硫化物の包有物と明るいサブミクロンの包有物を含む。集束イオン加工装置(FIB)を用いて超薄切片を作成し透過電子顕微鏡(TEM/STEM)観察したところ(図 1B)、マトリクスは~10 nm の S-poor な結晶相と S-rich な非晶質~低結晶質相から成っていた(図 1C)。また Cr 硫化物は brezinaite (Cr_3S_4)であり、明るい包有物の各々(図 1A)は単相であったが様々あり、nickolayite (FeMoP)や Mo-Fe-Ni 相（未同定）が見られた。さらに空隙も多数見られた。

このナゲットの生成過程はよくわからないが、難揮発性元素である白金族元素が揮発性元素である S と結びついているため、非常に還元的な環境で生成されたと考えられる。なお隕石の CAI 中にみられる Fremdlinge [2 など]は白金族元素の包有物を持つが、金属であり産状も大きく異なる為、直接の関係性はないと考えられる。

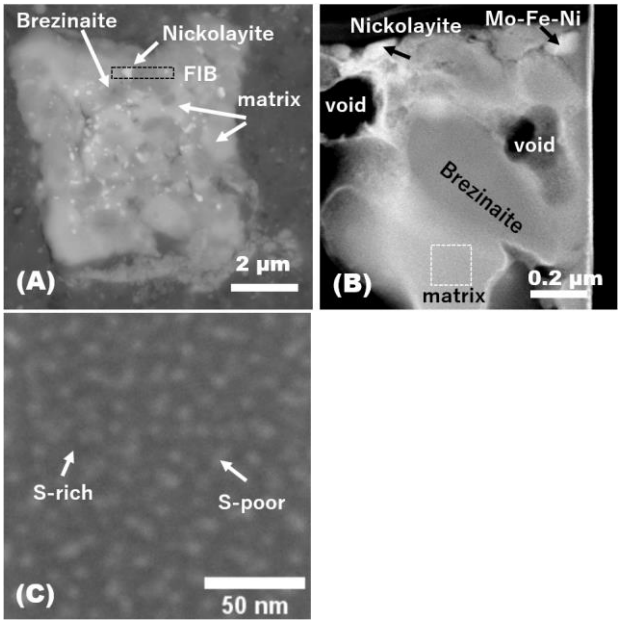


図 1 (A) ナゲットの BSE 像 (B) (A)の点線部を FIB した暗視野 STEM 像 (C) ナゲットのマトリクス部の暗視野 STEM 像

参考文献

[1] 松本ら(2022) 本学会 [2] El Goresy A., Nagel K. and Pamdohr P. (1978) Proc. Lunar Sci. Conf. 9th. 1279

Keywords: Ryugu, Platinum-group minerals
*Corresponding author: jmatsuno@fc.ritsumei.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

始原的炭素質コンドライトマトリクスの高温その場 TEM 観察

松本恵*（東北大学），三宅亮（京都大学），松野淳也（立命館大学）

In-situ observation of thermal evolution of primitive carbonaceous chondrite matrix

M. Matsumoto* (Tohoku Univ.), A. Miyake (Kyoto Univ.), J. Matsuno (Ritsumeikan Univ.)

近年の天文観測によって、星間空間や原始惑星系円盤には非晶質ケイ酸塩ダストが多く存在することが分かってきており、微惑星の主要な固体原材料の一つと考えられている[e.g., 1, 2]。実際に彗星塵や始原的隕石など太陽系形成初期から大きく変化していない惑星物質には、非晶質ケイ酸塩が特徴的に含まれている[e.g., 3, 4]。これらの非晶質ケイ酸塩は、微惑星へ集積後、^{26}Al の放射壊変熱を熱源とする熱変成やその際に氷が融けて起こった水質変成など、様々な変成作用を被ったと考えられる。しかし、これらの変成作用による非晶質ケイ酸塩の変質過程を調べた研究例は少ない。本研究では、始原的炭素質コンドライト中の非晶質ケイ酸塩に対して、高温その場透過型電子顕微鏡（TEM）観察を行い、加熱に伴う変化を詳しく調べた。実験試料には、比較的試料量の豊富な NWA 1232（CO3）隕石を用いた。

始原的炭素質コンドライト中の非晶質ケイ酸塩は、母天体で水質変成を受けており、実際には多少の水を含んだ低結晶質ケイ酸塩となっている[e.g., 4]。本研究では、NWA 1232 隕石中の始原的岩相（CO 3.0 相当[5]）のマトリクス部分から、集束イオンビーム装置を使って含水低結晶質ケイ酸塩を含む切片を切り出し、加熱実験を行った。室温から 800 ℃まで 100 ℃ステップで昇温し、各温度で 20 分程度保持してその場組織観察、電子線回折パターンを取得し、加熱に伴う変化を追った。

加熱開始後 500 ℃程度まで、顕著な変化は見られなかったが、500 ℃～800 ℃にかけて、低結晶質含水ケイ酸塩の脱水によるものと考えられる電子線回折パターンの変化や試料の変形が見られた(Fig. 1)。また、800 ℃で長時間保持すると、低結晶質含水ケイ酸塩を置き換えて新たにケイ酸塩結晶のナノ粒子が生成する様子が観察された。このようなケイ酸塩結晶の形成は温度保持を始めてから 1 時間程度で顕著となり、時間経過と共に結晶由来の電子線回折スポットは明瞭になっていった(Fig. 1)。800 ℃で約 20 時間観察を続けたところ、含水低結晶質ケイ酸塩の大部分はケイ酸塩結晶のナノ粒子に置き換わった。電子線回折パターンから、生成したナノ粒子はカンラン石の結晶であり、個々の結晶は 50 nm 程度の大きさに成長していることが分かった。熱変成の進んだ CO 隕石（CO3.1 以上）のマトリクスは主に細粒のカンラン石結晶（数百 nm～μm サイズ）からなるが、本実験の結果は、これらは含水低結晶質ケイ酸塩が熱変成を受け結晶化することで生じた可能性を示唆する。

また本実験では、加熱に伴い硫化鉄量が減少するなど、低結晶質含水ケイ酸塩以外のマトリクス構成物にも顕著な変化が見られた。今後、これら加熱によって生じた変化を詳しく調べ、天然の加熱隕石と比較することで、初期太陽系物質の起源や熱史について新たな情報を得たい。

引用文献: [1] Kemper et al. (2004), *ApJ*, **609**. [2] Boekel et al. (2004), *Nature*, **432**. [3] Keller and Messenger (2011), *GCA*, **75**. [4] Matsumoto et al. (2019), *Sci. Adv.*, **5**. [5] Matsumoto et al. (2015), *MAPS*, **53**.

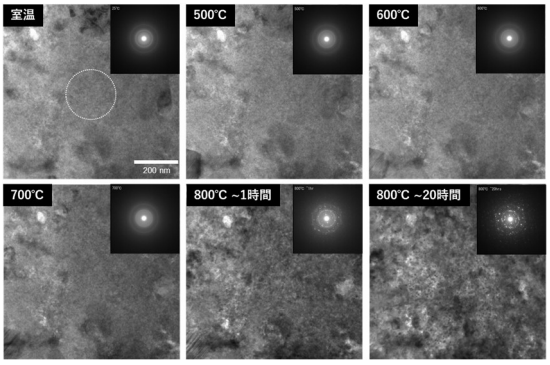


Fig. 1 NWA1232 隕石の低結晶質含水ケイ酸塩の高温その場 TEM 像と電子線回折パターン.

Keywords: carbonaceous chondrite, thermal metamorphism, amorphous silicate, in-situ observation
***Corresponding author:** m_matsumoto@tohoku.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

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

Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 5:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

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

Onsite Poster Core time
12:30 - 14:30

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-01] Petrography of syenite from Hakata Island, Geiyo Islands, Ehime Prefecture, Japan.
[Presentation award entry]

*Toko FUKUI[1], Satoshi SAITO[1] (1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-02] Amygdale minerals in the alkali basalt from Kabeshima Island, Saga Prefecture, SW Japan
[Presentation award entry]

*Satsuki Kio[1], Terumi Ejima[1] (1. Shinshu Univ. Sci)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-03] Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana

Theo Maswe[1], *Kazuyasu Shindo[1] (1. BIUST)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-04] Iron mineralization in the Waga-Sennin skarn deposit, Iwate Prefecture, Japan

*Naoki Igarashi[1], Yasushi Wtanabe[1], Kotaro Seno[1], Takuya Echigo[1], Shogo Aoki[1] (1. Akita Univ. Int)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-05] Silver, lead, zinc, manganese mineralization at the Shirakomori deposit, Akita Prefecture, Japan

*Shoma Yamada[1], yasushi Watanabe[1] (1. Akita Univ. Int)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-06] Mineralogical description of rocks difficult to identify with the naked eye, including Rodingite distributed in Itoigawa City, Niigata Prefecture

*Takahiko Ogawara[1] (1. Fossa Magna Museum)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-07] Petrology of clinopyroxenite from the Higo metamorphic rocks

Minami Nakashima[1], *Satoko Ishimaru[1], Akihiro Tamura[2], Tomoya Fujimoto[1], Tadao Nishiyama[1] (1. Kumamoto Univ., 2. Kanazawa Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-08] Reexamination of the layered structure in the Lower Zone of the Horoman peridotite.

*Hitomi Kimura[1], Eiichi Takazawa[2] (1. Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-09] Exsolution texture of olivine in gabbroic rocks of oceanic core complexes

*Yunosuke Nishimura[1], Toshio Nozaka[1] (1. Okayama Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-10] Mantle xenoliths in alkali basalt from Kabeshima, Saga Prefecture, SW Japan

*Terumi Ejima[1], Shoji Arai[2], Haruki Yamazaki[3] (1. Shinshu Univ. Sci., 2. Kanazawa University, 3. Shinshu Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-11] Antient mantle melting event left in peridotite xenoliths from Tahiti Island

*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Tetsu Kogiso[3] (1. Tokyo Univ. AORI, 2. Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech., 3. Grad. Sch. Hum. and Environ. Stud., Kyoto Univ.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-12] Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*Tomoaki Morishita[1,2], Ikuya Nishio[1,5], Juan Miguel Guotana[1,4], Akihiro Tamura[1], Kenichiro Tani[3], Hikaru Sawada[2], Yumiko Harigane[6], Pedro Waterton[5], Szilas Kristoffer[5] (1. Kanazawa Univ., 2. JAMSTEC, 3. NMNS, 4. Univ. Philippines, 5. Univ. Copenhagen, 6. GSJ, AIST)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[R7P-13] Pumice clasts deposited along the Gulf of Thailand, drifted from Fukutoku-Oka-no-Ba over 5000 km

*Kenta Yoshida[1], Yoshihiko Tamura[1], Tomoki Sato[1], Chalermrat Sangmanee[2], Ratchanee Puttapreecha[2], Shigeaki Ono[1] (1. JAMSTEC, 2. Dept. Marine Coast. Resources, Thailand)

愛媛県芸予諸島伯方島に産する閃長岩の岩石記載

福井堂子(愛媛大)，齊藤 哲(愛媛大)

Petrography of syenite from Hakata Island, Geiyo Islands, Ehime Prefecture, Japan.

Toko FUKUI*(Ehime Univ.), Satoshi SAITO (Ehime Univ.)

1. はじめに 閃長岩はアルカリ長石に富み石英をほとんど含まない優白質な完晶質岩石である．Wedepohl (1969)によると，上部大陸地殻に分布する貫入岩類のうち，閃長岩およびアルカリ岩の占める割合はわずか 0.5%以下とされているが，特異な組成を持つ閃長岩の成因は，不適合元素に富む大陸地殻の形成過程を理解する上で重要である．閃長岩の成因として火成作用と交代変質作用の２つが考えられており，日本では，高知県足摺岬に分布する閃長岩が火成作用起源とされている(例えば，村上ほか, 1983)．一方，西南日本内帯の白亜紀花崗岩類の分布域には交代変質作用起源とされる閃長岩が点在している(例えば，村上, 1976)．本研究では，愛媛県芸予諸島伯方島で新たに閃長岩を見出したことから，閃長岩の野外産状・岩石記載，全岩化学組成分析をおこない，詳細な岩石学的特徴を検討するとともに，その成因を考察した．

2. 伯方島の地質 伯方島の地質はおもに花崗岩と花崗閃緑岩からなり，花崗斑岩脈や苦鉄質岩脈がこれらに貫入する．閃長岩は伯方島の最北端に局所的に分布し，その規模は北東～南西方向に 40m，北西～南東方向に 10m程度である．また，花崗岩と接している．

3. 野外産状 閃長岩は中粒～粗粒で，塊状・均質な産状を示す．閃長岩は周囲の花崗岩との境界が不明瞭で，境界域では岩相が漸移的に変化する．また一部では，花崗岩と閃長岩の両者にまたがる優白質な脈がみられる．なお，花崗岩は真砂化が進み脆いのに対し，閃長岩は硬く，顕著な真砂化は認められない．

4. 薄片観察 閃長岩は他形粒状組織を呈し，構成鉱物としてアルカリ長石，斜長石，単斜輝石，柘榴石，くさび石，ジルコン，燐灰石，褐簾石，磁鉄鉱が認められる．アルカリ長石は粒径 1～4mm 程度で，パーサイトまたはアンチパーサイト組織がみられる．単斜輝石と柘榴石は粒状集合組織をなし，粒径は 0.1～0.5mm 程度である．ジルコンは自形のものと多形のものとがみられ，しばしば外縁部が湾状に侵食された結晶が認められる．

5. 全岩化学組成 伯方島の閃長岩 2 試料と花崗岩 20 試料について蛍光 X 線分析装置による主要元素・微量元素組成分析をおこなった．閃長岩は花崗岩に比べ，主要元素では TiO_2, Al_2O_3, $FeO_{(total)}$, MgO, MnO, CaO, Na_2O, P_2O_5 含有量が高く，SiO_2 含有量は低い．閃長岩の K_2O 含有量は花崗岩の組成範囲に収まる．LIL 元素では閃長岩の Sr, Ba 含有量は花崗岩より高く，Rb 含有量は低い．HFS 元素では閃長岩の Zr 含有量は花崗岩より高く，Y, Nb 含有量は花崗岩の組成範囲内である．

6. 考察 伯方島の閃長岩には，周囲の花崗岩からの漸移的な岩相変化や単斜輝石及び柘榴石の粒状集合組織，Na_2O に富む全岩化学組成（Na_2O = 6.1~6.4 wt.%）といった特徴がみられることから，その成因として，比較的高温で Na_2O に富むアルカリ揮発性成分が関与した交代変質作用が示唆される(村上, 1976)．

引用文献 村上 1976 岩石鉱物鉱床学会誌 特別号 1 261-281; 村上ほか 1983 岩石鉱物鉱床学会誌 78 497-504; Wedepohl 1969 Handbook of Geochemistry. Springer, Berlin.

Keywords: Syenite, Hakata Island, metasomatic alteration

*Corresponding author: teco14.hm@outlook.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

佐賀県呼子加部島のアルカリ玄武岩中の晶洞鉱物

木尾颯月*(信州大・理), 江島輝美(信州大・理)

Amygdale minerals in the alkali basalt from Kabeshima Island, Saga Prefecture, SW Japan

Satsuki Kio*(Shinshu Univ. Sci.), Terumi Ejima (Shinshu Univ. Sci.)

In this study, the amygdale minerals of alkali basalt from Kabeshima Island Saga Prefecture were described. The minerals were observed, and the chemical compositions were determined using a field emission electron probe micro analyzer. The amygdale minerals mainly consist of fine white-pale blue aggregate minerals, and rarely calcite, Fe-Ti oxide, Mn oxide, and dark blue mineral. The white-pale blue minerals have a spongy texture and are composed mainly of Mg, Al, and Si, and might be a type of clay mineral or zeolite. The dark blue mineral is porous and Co-bearing Mn-oxide.

佐賀県呼子町加部島には東松浦玄武岩と呼ばれるアルカリ玄武岩が分布する。東松浦玄武岩の晶洞鉱物は石橋（1974）によって過去に報告されているが、加部島の無斑晶質玄武岩において報告に無い淡青色や濃青色を呈する晶洞鉱物が産出したため、加部島の無斑晶質玄武岩中の晶洞鉱物について記載を行った。晶洞鉱物の組織観察および組成分析には SEM–EDS および FE–EPMA を用いた。

本研究対象の無斑晶質玄武岩は青灰色で緻密であり、主にかんらん石の斑晶と、斜長石、Fe–Ti 酸化物の石基により構成される。石基部分に、数μm程度のアルカリ長石、単斜輝石および燐灰石がまれに観察される。斑晶のかんらん石は全体的にイディングス石化している。石英や斜長石のメガクリストを含む場合があり、石英のメガクリスト周辺には反応縁のような微細な粒子の集合体が見られる。

本研究対象である岩石中には多数の晶洞が認められる。この晶洞の多くは 100～500 μm程度の大きさで、最大で 3 cm 程度のものがある。また、肉眼では晶洞全体が淡青色を呈するように見える。晶洞中には数μm程度の白色から淡青色を呈する半球状の鉱物が密集しており、その他に半自形から自形の Fe–Ti 酸化物、カルサイトの結晶、他形の Mn 酸化物が存在する。また、100 μm 程度の晶洞には黒色から濃青色を呈する鉱物が見られることがある。2 次電子像観察では、白色から淡青色を呈する晶洞鉱物は微細な海綿状組織を持つ。また、海綿状組織中に 5 μm 程度のアルカリ長石および Fe–Ti 酸化物が存在する。白色から淡青色を呈する鉱物の定性分析では、主に Mg、Al、Si が検出され、少量の K、Ca が含まれていた。また、濃青色鉱物は微細で多孔質な組織を持ち、微細な Ba 鉱物と共生する。組成は、Mn を主成分とし、Co、Fe、Mg、Al、Si、K および Ni がそれぞれ数 %検出された。

以上の結果から、淡青色を呈する晶洞鉱物は、海綿状の表面組織と構成元素から沸石族鉱物もしくは粘土鉱物であると考えられる。また、濃青色鉱物は、リシオフォル鉱の一種である Co を含む二酸化マンガン鉱物の組成と類似している。

本研究の結果、呼子の無斑晶質玄武岩中の晶洞には、石橋（1974）と同様にカルサイトおよび Fe–Ti 酸化物が確認された。また淡青色を呈する沸石族鉱物もしくは粘土鉱物と濃青色を呈する Co を数％含む Mn 酸化物が確認された。

Keywords: amygdale minerals, basalt, Kabeshima, cobalt
*Corresponding author: konpeit9o9u@gmail.com, 19s4009a@shinshu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Petrography and mineralogy in a skarn zone in the Matsitama area, Botswana

Theo Maswe and Kazuyasu Shindo* (BIUST)

The Matsitama area, located at northeastern Botswana, is distributed to the western part of the Zimbabwe Craton. Furthermore, some part of this area include copper mineralization. In early 1980's, JICA and MMAJ (currently JOGMEC) detected a skarn zone with minor Cu mineralization by a drilling campaign in the Matsitama area. However, detailed mineralogical work of the skarn is scarce. The purposes of this study are to identify skarn and copper minerals and to infer the condition of the crystallization of these minerals in the skarn zone.
Geology of the Matsitama area is composed of the Matsitama Metasedimentary Group. Lithology of this group consists of metavolcanics, metadolerite, limestone, quartzite and dolerite. Skarn zone in the studied borehole is observed in relatively shallow depth and contacts with dolerite. Furthermore, this zone is affected by later hydrothermal alteration. Minerals in the studied skarn zone are composed of garnet, clinopyroxene, quartz, carbonate and opaque minerals. Garnet grains are greenish in hand specimen and show both isotropic and anisotropic under microscope. Chemistry of garnet varies, especially for between Al and Fe (total). Clinopyroxene shows eu- and sub-hedral shape and occurs as moderate-sized grain. The chemical compositions of the clinopyroxene are typically diopside component with minor amount of Fe and Mn. Trace amount of Cu-sulphides (bornite, chalcocite and trace chalcopyrite) in the skarn zone occur as interstitial to skarn minerals and later alteration portion, implying that copper mineralization was later than the crystallization of garnet and clinopyroxene. In general, the amount of Fe (III) in a mineral is a good indicator for assuming redox condition. Therefore, based on the chemical compositions of garnet, it might be assumed that garnet was crystallized in relatively oxidized condition.

Keywords: skarn, garnet, diopside, Botswana

*Kazuyasu Shindo (Corresponding author): kazuyasu.shindo@gmail.com

岩手県和賀仙人スカルン鉱床における鉄鉱化作用

五十嵐直樹・渡辺寧・瀬野洸太朗・越後拓也・青木翔吾（秋田大・国際）

Iron mineralization in the Waga-Sennin skarn deposit, Iwate Prefecture, Jpan

N.Igarashi* Y.Watanabe K.Seno T.Echigo S.Aoki (Akita Univ Int

鉄スカルン鉱床は，一般に鉄鉱石として磁鉄鉱を主体とし，少量の赤鉄鉱を伴う．しかし，本研究の調査地域である岩手県和賀仙人鉄スカルン鉱床は，赤鉄鉱を主体とする鉱石を産出する．このような赤鉄鉱を多産する鉄スカルン鉱床は新潟県赤谷鉄スカルン鉱床のほかに類を見ず，赤鉄鉱の形成過程はよくわかっていない．

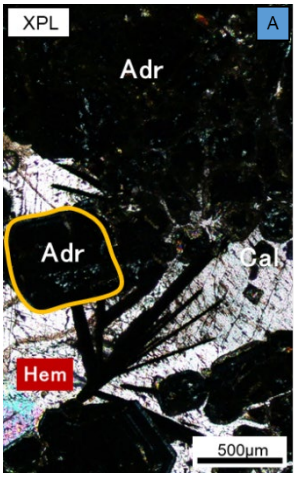
和賀仙人地域はペルム紀の基盤岩に，白亜紀の花崗閃緑岩と細粒花崗岩脈が貫入し，石灰岩や苦灰岩に隣接してスカルンが形成されている．また本地域東部に中新世の流紋岩岩脈が分布している．本鉱床におけるスカルン鉱化作用をもたらした関係火成岩は①白亜紀の花崗閃緑岩と細粒花崗岩脈，②中新世流紋岩岩脈の２つの説が唱えられている．これらの説は露頭観察，流体包有物の均質化温度及び，古地磁気に基づいており，スカルン鉱化作用と赤鉄鉱鉱化作用の関係性は明確になっていない．そこで本研究では赤鉄鉱鉱化作用のメカニズムを解明することを目的にスカルン鉱物や赤鉄鉱の詳細な観察を行い，鉱物晶出順序から赤鉄鉱鉱化作用をもたらした熱水の成長過程について議論する．

本鉱床は 7 つの鉱体群によって構成されており，そのうちの５つの鉱体において露頭観察及びサンプリング，鏡下観察，粉末 X 線回折による鉱物記載を行った． 各鉱体で確認された鉱物組み合わせと産状は以下の結果を示す．

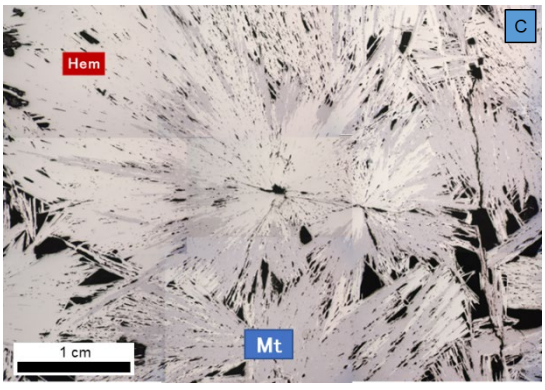
鉱物組み合わせとして，鉱化作用後期の低温時に形成されたことを示す光学的異方性を示す柘榴石と共生する単斜輝石が赤鉄鉱化していることや自形の赤鉄鉱が柘榴石の周囲に成長している様子（写真 A），またスカルンの累帯の中心で見られた石英脈に赤鉄鉱が伴うことが観察された．

また一部の鉱体では黄鉄鉱を主とする硫化鉱物が観察された．黄鉄鉱は自形赤鉄鉱の周囲に他形～半自形の結晶で成長している様子が観察される（写真 B）．少量ながらそれら硫化鉱物に伴い，赤鉄鉱の磁鉄鉱化が観察される（写真 C）．

以上記載結果から，①高酸素分圧・低硫黄分圧，②低酸素分圧・高硫黄分圧の二つの性質を持つ流体の存在が示唆される．そのため，①の性質を持つ熱水が，スカルン鉱化作用に伴う赤鉄鉱鉱化作用を引き起こしたと結論付ける．







Keywords Skarn, Hematite, Nishiwaga area, Iwate Prefecture, Garnet

Naoki Igarashi: igaiganok@gmail.com

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

秋田県白子森鉱床における銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱化作用

山田照万・渡辺寧 (秋田大・国際資源)

Silver, lead, zinc, and manganese mineralizationat the Shirakomori deposit, Akita Prefecture, Japan

Shoma Yamada*・Yasushi Watanabe (Akita Univ.)

秋田県中央部に位置する太平山周辺には, 熱水性金属鉱床が数多く存在している. 白子森鉱床は太平山地の一角である秋田市河辺三内白子森山中に位置し, 白亜紀の太平山花崗岩類を母岩とする鉱脈型銀・鉛・亜鉛・マンガン鉱床である. 本鉱床は, 白子森山頂を北東端として南西方向へ約3 km, 幅2 kmの範囲に分布する鉱脈群によって構成され, 菱マンガン鉱が卓越することで特徴づけられる鉱床である.

本研究では, 鉱床形成過程の解明を行うことを目的とし, 1) 鉱床周辺の地質調査, 2) 変質鉱物の同定及び分布調査, 3) 流体包有物マイクロサーモメトリーによる均質化温度及び塩濃度の測定, 4) 菱マンガン鉱及び閃亜鉛鉱の鉱物化学分析, 5) セリサイトを用いたK-Ar年代測定を行った.

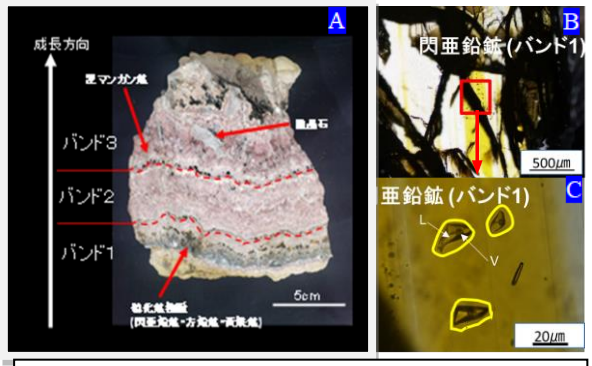
観察の結果, 鉱脈は菱マンガン鉱を主とし, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 重晶石, 菱鉄鉱, 輝銀鉱. 濃紅銀鉱が含まれる. 鉱床母岩をなす花崗岩は, セリサイト変質, 緑泥石変質を被っている. また, 鉱脈にはセリサイトハローが伴い, 一部で付加型珪化が認められる.

肉眼及び顕微鏡観察の結果, 本鉱床は3期の形成時期があり, それぞれのバンドで鉱物の産状や組み合わせなどに変化が見られる. 脈壁側のバンド1における硫化鉱物ではコロフォーム構造やデンドリティック組織を示し, 鉄含有量の少ない黄色閃亜鉛鉱や方鉛鉱, 黄鉄鉱, 塊状の菱マンガン鉱が認められる. バンド2では自形の菱マンガン鉱を主とし, 少量の閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 重晶石を伴う.

Key words: Rhodochrosite, hydrothermal deposit, granodiorite
Corresponding author: yamashowaterpolo@gmail.com

中心部のバンド3では多量の菱マンガン鉱及び重晶石と共に, 鉄含有量の多い黒色閃亜鉛鉱や方鉛鉱, 黄鉄鉱, 輝銀鉱, 濃紅銀鉱が産する.

鉱脈に伴うセリサイトのK-Ar年代測定の結果は, 3.43±0.1 Maで, 鮮新世に形成された鉱床であることが明らかになった. 菱マンガン鉱の組成はステージごとに変化を示し, 壁岩側はCaが多く, 中心部はFeが多く含まれる. このことからステージ1では母岩と熱水の反応によりCaが溶脱され, Caに富んだ熱水から菱マンガン鉱が晶出し, ステージ2では, 熱水中に鉄もマンガンもイオンとして十分に含まれているが, 熱水が比較的中性のため副成分元素に乏しい菱マンガン鉱が沈殿し, ステージ3では熱水中の鉄, マンガンイオンはほぼ同量であるものの熱水のpHの低下によって, 菱マンガン鉱あるいは菱鉄鉱に組成の類似した鉱物が沈殿したと考えられ, 鉱化流体が鉱化作用の変遷の中で, 組成や温度, 塩濃度などの条件を変化させながら鉱脈を形成したことが示唆される.



A: 菱マンガン鉱を主とする鉱石記載
B: 成長縞に沿って並ぶ閃亜鉛鉱中の流体包有物
C: B の拡大写真

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

新潟県糸魚川市に分布するロジン岩を含む肉眼鑑定の難しい岩石の鉱物学的記載

小河原孝彦（フォッサマグナミュージアム）

Mineralogical description of rocks difficult to identify with the naked eye, including Rodingite distributed in Itoigawa City, Niigata Prefecture

Takahiko Ogawara*, (Fossa Magna Museum)

新潟県糸魚川市は，国石に認定されたヒスイの産地である．ヒスイは糸魚川市内の海岸でも見つけることができ，市民や観光客が海岸での石探しを楽しんでいる．フォッサマグナミュージアムは開館当初から，市民に広く開かれた博物館を目指し，海岸などで採集した石の鑑定を窓口で学芸員が実施してきた．これは，多数の岩石が持込まれるため機器分析の時間はなく，肉眼での鑑定として実施している．

石の鑑定に持込まれるヒスイに類似した岩石として，ロジン岩(Rodingite)がある．ロジン岩は比重がヒスイと同程度であり，外観もヒスイに類似していることから，肉眼での同定が困難な場合がある．今回，糸魚川市内の海岸で採集した中礫サイズのロジン岩を含む肉眼での鑑定が難しい岩石 65 個を，新潟大学理学部の粉末 X 線回折装置(XRD：Rigaku Ultima IV)で分析し鉱物種を同定したことから報告する．

石の鑑定でロジン岩と同定している岩石は，ヒスイ輝石や曹長石, ぶどう石, 透輝石, ベスブ石, 灰礬石榴石等の鉱物で構成されていることが判明した．典型的なロジン岩は，白色岩石中に黄緑色の脈状鉱物が含まれることが多いが，白色部分はぶどう石，黄緑色の脈状部分は透輝石であった．一部のロジン岩からはベスブ石や灰礬石榴石を同定したが, 外見での判別は困難である．しかし，ぶどう石が比重 2.9，ベスブ石が比重 3.4，灰礬石榴石が比重 3.6 であることから，比重測定により簡易的に判別できる可能性がある．また，ベスブ石を含むロジン岩が存在することから，一部は 400℃～600℃という高温でロジン岩化作用を被った(ITO and AREM, 1970)と考えられる．

XRD 分析では, 肉眼鑑定においてヒスイと判断されなかった岩石 11 個についてヒスイ輝石が含まれていることが判明した．外見はロジン岩や曹長岩に類似しており，今後の石の鑑定の精度向上につながる結果といえる．

塊状のソーダ珪灰石とソーダ沸石の肉眼鑑定も困難な場合が多いが，白色半透明な岩石はソーダ珪灰石，白色半透明で繊維状結晶が目立つ岩石については，ソーダ沸石という結果であった．

オンファス輝石岩に類似した岩石を 11 個 XRD 分析したが，外見と分析結果に法則性はあまり見られなかった．黒緑色で透明感のある岩石がオンファス輝石と同定されることもあれば，角閃石のこともあり，これらを肉眼で同定するには精査が必要であるといえる．

今回の基礎的な岩石の同定結果を活用し，石の鑑定を含む博物館での岩石鑑定の精度向上や研究活動に繋げていきたい．

引用文献

ITO and AREM, 1970, Amer. Mineral., 55, 880-912.

Keywords: 糸魚川ユネスコ世界ジオパーク, フォッサマグナミュージアム, ロジン岩

*Corresponding author: takahiko.ogawara@city.itoigawa.lg.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

肥後変成岩中の低変成度単斜輝岩の岩石学

中島実奈美・石丸聡子* (熊本大)・田村明弘 (金沢大)・藤本智也・西山忠男(熊本大)

Petrology of clinopyroxenite from the Higo metamorphic rocks

Minami Nakashima, Satoko Ishimaru* (Kumamoto Univ.), Akihiro Tamura (Kanazawa Univ.), Tomoya Fujimoto, Tadao Nishiyama (Kumamoto Univ.)

肥後変成岩類は，九州中央部の肥後帯に属する白亜紀の変成岩である。古くは低P/T 比の変成作用で形成されたと理解されていたが，1990 年前後から青色片岩相を示すような鉱物の存在（肥後変成岩低温部の間の谷変成岩）や，超高温を示す鉱物組合せが報告された（Osanai et al., 1998）ことから，複雑な変成履歴を持つと解釈されるようになった。

肥後変成岩類にはスピニフェックス様の組織を持つ変成カンラン岩（＝竹葉石）が報告されている（水田，1978）。その構成鉱物組合せと化学組成から，アンチゴライト蛇紋岩がウェッジマントルへ沈み込むことによって，比較的高温高圧（P >1.6 GPa, T <750 ºC）で脱水し形成されたと解釈された（Nishiyama et al., 2021）が，その原岩であるカンラン岩の性質についての議論は，高程度の再結晶化を被っているためこれまで十分になされていなかった。最近の調査により，蛇紋岩化程度および再結晶化の程度が低い輝岩類が発見され，その岩石学的な記載を行った。

輝岩類は，肥後変成岩中の 2 地点（下益城郡美里町竹の原および，宇城市松橋町白岩山）から採集された。竹の原地域では主に転石として観察され，白岩山では露頭で観察される。竹葉石と共存し遷移すると考えられるが，露頭での両者の関係は不明である。輝岩類は，単斜輝石，カンラン石，角閃石（カルシウム角閃石，直閃石），蛇紋石から構成されるウェールライト～単斜輝岩が主で，一部直方輝石が多量に観察される（最大 50 vol.%）ウェブステライトが存在する。不透明鉱物としてクロマイト～磁鉄鉱を含み，炭酸塩鉱物としてカルサイト（稀にマグネサイト）が観察される。カンラン石の Fo 値は 77-88 程度と様々であるが試料内ではほぼ同程度の値を示し，竹葉石中に存在するもの（≈Fo_{91}）より系統的に低い。カンラン石の NiO 含有量は最大 0.4 wt.%で Fo 値とともに減少する。カンラン石の組成と $Fe^{3+}/(Al + Cr + Fe^{3+})$ 原子比の低いクロマイト（<0.1）の Cr/(Cr＋Al) 原子比とカンラン石の Fo 値の関係から，この輝岩類は Cr や Mg に富むメルトからの結晶集積岩であると推定される。また，単斜輝石の希土類元素パターンは LREE に富む右下がり，もしくは MREE に富む上に凸のパターンを示すことと調和的である。鉱物主要元素組成と単斜輝石の希土類元素濃度とそのパターンから，輝岩類はメルト成分に枯渇したマントルの部分溶融メルトからの結晶集積岩と判断される。

発表では微量元素組成などを詳細に検討し，形成場の推定を試みる。

Keywords: Higo metamorphic rocks, pyroxenites, cumulate

***Corresponding author: s_ishimaru@kumamoto-u.ac.jp**

幌満かんらん岩体下部における層状構造の再検討

木村仁美（新潟大・大学院自然研）・高澤栄一（新潟大・理）

Reexamination of the layered structure in the Lower Zone of the Horoman peridotite

Hitomi Kimura* (Niigata Univ. Sci.), Eiichi Takazawa (Niigata Univ. Sci.)

幌満かんらん岩体は北海道の日高変成帯の南西端に位置する約 8×10×3km から成る層状のかんらん岩複合岩体である．アルプス型かんらん岩にあたる幌満かんらん岩は岩石全体の組成や鉱物組成から上部マントルのプロセスを理解するために数多くの研究が行われてきた．本研究では幌満かんらん岩体下部の全岩化学組成に注目し，岩体下部の斜長石レルゾライトの形成過程について岩体上部の不毛の沢と比較を行い，再肥沃化の可能性について検討を行った．

幌満岩体下部は層厚約 2000m で斜長石レルゾライトやレルゾライト，ハルツバージャイトを主体とし，ダナイトやマフィックレイヤーを少量挟んでおり，各層厚は 100~500m と熱い岩相が出現する．本研究では坊主の沢との層序関係において 1km ほど下位にあたる部分を幌満川に沿って観察し，岩体下部の代表的な層順の観察を行った．岩体下部においては坊主の沢において全岩化学組成分析など詳細に層状構造の形成について検討が行われてきた．また，岩体上部では木暮ほか(2021，日本鉱物科学会要旨)が不毛の沢において未分化マントルの組成を超える肥沃な組成をもつ斜長石レルゾライトのマフィックレイヤーの近傍での存在を報告し 再肥沃化の可能性を指摘した．岩体下部は上部と比べマフィックレイヤーが少ないが部分的に斜長石レルゾライトと隣接していることから，本研究では幌満川の岩体下部に位置する本流における観察を行い，一連の岩相変化および岩相変化に伴う化学組成の変化を観察した．

本研究で対象とした岩体下部のかんらん岩類は肥沃な斜長石レルゾライトからハルツバージャイトからなり 全岩主成分組成は MgO の増加に伴い液相農集元素が減少する傾向を示す．Depleted MORB Mantle（DMM: Workman and Hart, 2005)との比較では，DMM の組成と類似しているもしくは一部 DMM よりも液相農集元素に富む組成をもつ斜長石レルゾライトが存在する．この結果は Takazawa et al.（2000）による坊主の沢の分析結果とも類似している．

岩体上部の不毛の沢では主成分元素の分析結果から，DMM よりも大幅に液相農集元素に富む斜長石レルゾライトが見つかっている．それらは， Primitive Mantle（PUM: McDonough and Sun, 1995)よりも肥沃である．斜長石レルゾライト中に挟在するマフィックレイヤーの薄層(厚さ数 cm）は，全岩 Al_2O_3 約 6-9wt%, MgO 約 26-32wt%とかんらん岩に近い組成を示し，岩体下部の厚さ数ｍ規模のマフィックレイヤー の組成（Al_2O_3 約 10-25wt%, MgO 約 13-16wt%）とは異なる．組成と産状の違いから岩体下部の斜長石レルゾライトに挟在するマフィックレイヤーは貫入岩もしくは集積岩と考えられ，岩体下部では周囲のかんらん岩の組成に影響を及ぼしていない可能性が高いと考えられる．

引用文献：

木暮優芽斗・高澤栄一・木村仁美, 2021，日本鉱物科学会年会講演要旨 R7-01.

McDonough, W. F., & Sun, S. S., 1995. Chemical geology, 120, 223-253.

Takazawa, E., Frey, F. A., Shimizu, N., and Obata, M., 2000, Geochim, Cosmochim. Acta, 64, 695-716.

Workman, R. K. & Hart, S. R., 2005. Earth and Planetary Science Letters, 231, 53-72.

Keywords: 上部マントル，部分溶融，再肥沃化，かんらん岩，マフィックレイヤー
*Corresponding author: f22e072h@mail.cc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

海洋コアコンプレックス斑れい岩に産するカンラン石の離溶組織

西村優之介・野坂俊夫*（岡山大）

Exsolution texture of olivine in gabbroic rocks of oceanic core complexes

Y. Nishimura and T. Nozaka* (Okayama Univ.)

We report the occurrence and chemical characteristics of thin lamellae within olivine grains in gabbroic rocks from Atlantis Bank and Atlantis Massif, which are typical oceanic core complexes near the Southwest Indian Ridge and the Mid-Atlantic Ridge, respectively. The lamellae have compositions indicative of symplectitic diopside + magnetite, magnetite, and ilmenite, and all of them can occur within the same grain of olivine, in parallel with (100) or occasionally (010) of host olivine. The crystallographic regularity between olivine and lamellae and the variation of Ca contents of host olivine suggest that the lamellae formed via exsolution of olivine. The lack of correlation between the contents of exsolved components and Fo of olivine, with or without lamellae, suggests that the lamella formation was not directly related to the degree of magmatic evolution but probably related to alteration processes such as fluid infiltration along dislocation walls of olivine.

南西インド洋海嶺近傍の Atlantis Bank と大西洋中央海嶺近傍の Atlantis Massif は主に斑れい岩類で構成されている海洋コアコンプレックスである（Dick et al., 1999; Blackman et al., 2006; MacLeod et al., 2017: IODP Proceedings）。IODP の掘削によって得られた両岩体のカンラン石斑れい岩中のカンラン石結晶内にはしばしばラメラまたはロッド状（以下まとめて「ラメラ」と言う）の細長い不透明鉱物が，ある程度の間隔をあけて一定方向に並んでいる。このラメラの成因を明らかにすることで，海洋コアコンプレックスの冷却と組成改変の履歴を解き明かし，さらには低速拡大軸における熱と物質の収支に関する制約条件が得られるかもしれない。そこでユニバーサルステージによるカンラン石の結晶方位の測定と，EPMA によるラメラとカンラン石の化学組成分析を行った。カンラン石中の微量元素分析は，EPMA の照射電流と測定時間を調整して行った。

これまでの分析で，次のことが明らかになった。①ラメラはその種類によらず，ホストカンラン石の (100) 面に平行に並んでいることが多く，(010) 面に平行な場合もある。②ラメラには 3 種類，すなわちディオプサイド＋磁鉄鉱の複合シンプレクタイトラメラ，磁鉄鉱の単相ラメラ，およびチタン鉄鉱の単相ラメラがある。一つのカンラン石結晶中に 3 種類全部が産することが多いが，1 種類または 2 種類だけのこともある。③複合ラメラ内部では，ディオプサイドと磁鉄鉱が繰り返し交互に並び，両者の境界はラメラーホスト境界面に対して高角度をなす。④複合ラメラ近傍のカンラン石の Ca 濃度は，ラメラに向かって減少しており，ディオプサイドの形成に伴う元素拡散を示唆している。⑤チタン鉄鉱の単相ラメラ近傍では，カンラン石の Ti 濃度が，Ca 濃度の変化とは逆に，ラメラに向かって増加するように見える。しかし Ti の濃度プロファイルはラメラを挟んで対称的ではなく，EPMA 検出器の方向に関係した異方性を示すことから，分析時の二次的蛍光 X 線の効果と考えられる。⑥ホストカンラン石の組成は Fo＝65-76 で，Fo 値の減少に伴う Ni の減少と Mn の増加はマグマの結晶分化作用を示唆している。一方 Ca と Ti の濃度は，試料ごとに，またラメラの欠如したカンラン石においてもさほど違わず，Fo 値との相関も示さない。

以上の結果は，ラメラがカンラン石からの離溶相であること，離溶相の成分元素がマグマの分化の進行とともにカンラン石中で増加したものではないこと，およびラメラの形成はマグマの分化の程度とは直接関係がないことを示唆している。試料採取深度とは無関係に，類似した組成のカンラン石でラメラのある結晶と無い結晶が存在することから，ラメラの形成にはカンラン石の転位壁に沿った流体の浸透などの変質過程が関与しているのかもしれない。

Keywords: olivine, exsolution, gabbro, Atlantis Bank, Atlantis Massif

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

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

佐賀県加部島に産するマントル捕獲岩

江島輝美*(信州大・理)，荒井章司（金沢大)，山崎陽生(信州大・院理)

Mantle xenoliths in alkali basalt from Kabeshima island, Saga Prefecture, SW Japan

Terumi Ejima* (Shinshu Univ. Sci.), Shoji Arai (Kanazawa University), Haruki Yamazaki (Shinshu Univ. Sci.)

In this study, we examine the variations of the Fo contents of olivine and Cr# of chromian spinel in dunite and wehrlite of Group I in alkali basalt from the Kabeshima island, Yobuko area, Saga Prefecture, Southwest Japan. These results are compared to those of similar mantle xenoliths from the Takashima, which is 14 km to the southeast. The Fo contents and the Cr# of chromian spinel are 86.8–87.8 and 0.61–0.63, respectively, in dunites, and 86.9–88.6 and 0.35–0.50 in wehrlites. Those values are included in the ranges of equivalent rocks from the Takashima xenolith suite. Based on the results, we suggest that the underlying upper mantle is similar in petrological characteristics between Kabeshima and the nearby Takashima area.

北九州地域では，福岡県黒瀬，佐賀県加部島，佐賀県高島，長崎県福江島においてマントル捕獲岩が報告されている（Arai et al., 2018; 立山ほか 2022 等)。本研究では，立山ほか（2022）により北九州地域で新たに報告された加部島に産するマントル捕獲岩と母岩の記載およびマントル捕獲岩のかんらん石の Fo 含有量とクロムスピネルの Cr＃[=Cr/(Cr+Al)]について報告する。また，捕獲岩の量比が類似する佐賀県高島の捕獲岩と比較し，両者の関係を解明した。

佐賀県呼子加部島の捕獲岩を伴うアルカリ玄武岩は，100 μm 程度の無色透明なかんらん石斑晶と，斜長石，かんらん石，鉄チタン酸化物の石基から構成される。ごくまれに石基中に微細な単斜輝石が存在する。かんらん石斑晶は，自形から他形で，イディングス石化している。超マフィック～マフィック捕獲岩や，斜長石，石英および斜方輝石の巨晶を伴う。アルカリ玄武岩には ~数 cm 程度の晶洞が認められる。

アルカリ玄武岩中には，現在 9 種類の捕獲岩が確認されている。そのうち，グループ I に分類される捕獲岩は，ダナイト，ウェールライト，かんらん石クリノパイロキシナイト，クリノパイロキシナイトの 4 種類である。クロムスピネルは，ダナイトには一般的に含まれ，ウェールライトではまれであり，かんらん石クリノパイロキシナイト中には含まれない。

ダナイトおよびウェールライト中のかんらん石の Fo 含有量は，それぞれ平均で 87.5 および 88.1 であり，クロムスピネルの Cr＃は 0.61 および 0.42 である。

佐賀県呼子加部島に産するグループ I のダナイトの Fo 含有量および Cr#は，高島のダナイトの下限値に近い値を示し，ウェールライトの値は一致する。

加部島と高島の母岩であるアルカリ玄武岩は同一のフローユニット（東松浦玄武岩 B2)であるとされているが(石橋, 1971)，両者のアルカリ玄武岩は斑晶の種類が異なり，両者は異なるマグマ起源である可能性が高いと考えられる。一方，加部島と高島に産するマントル捕獲岩の種類及び量比は類似しており，さらにかんらん石の Fo 含有量およびクロムスピネルの Cr#値が一致することから，加部島の最上部マントル構造は小林・荒井（1981）が報告した高島の地下と同様に，先行した島弧マグマ由来の岩石が存在するような構成をもつと考えられる。

Keywords: Kabeshima, Fo contents, chromian spinel, alkali basalt
*Corresponding author: tejima@shinshu-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

タヒチ産カンラン岩捕獲岩に残された古溶融イベント

秋澤紀克(東大・大海研)，石川晃(東工大・地惑)，小木曽哲(京大・人環)

Antient mantle melting event left in peridotite xenoliths from Tahiti Island

Akizawa N.* (AORI, The Univ. Tokyo), Ishikawa A. (Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech.), & Kogiso T. (Grad. Sch. Hum. and Environ. Stud., Kyoto Univ.)

Abyssal peridotites are fragments of the uppermost mantle in the oceanic region. They record melting events at the ridges and paleo-melting events somewhere other than the ridges. However, the understanding of paleo-melting events are not sufficiently advanced since the occurrence of the abyssal peridotites are limited in the oceanic region. Here, we attempted to elucidate the paleo-melting events and timing by analyzing the Os isotope composition and highly siderophile element compositions of peridotite xenoliths from Tahiti, Society Islands.

1.はじめに

海洋カンラン岩は海洋域における最上部マントルのカケラであり，海嶺での溶融だけでなく，それ以前の古溶融イベントも記録することが明らかになってきた．しかし，海洋カンラン岩は採取が困難であると共に採取できる地域が限られるため，古溶融イベントの理解は十分に進んでいない．本研究では，カンラン岩の Os 同位体組成と強親鉄性元素組成分析を実施することで，溶融イベントや時期の推定を試みた．本研究で扱うカンラン岩は，ソサイエティーホットスポットが存在するタヒチで得られたものであり，海嶺では得られない情報が取得できると期待される．

2.地質概説と岩石記載

南太平洋では広大な地形的高まりに特徴づけられるスーパースゥエルが存在し，タヒチを含むソサイエティー諸島は，ホットスポット火山であるとされる（例えば，Tada et al., 2016 GRL 43, 12021–12026）．ホットスポット形成に関わるマントルプルームは，深部より熱や物質の表層への運搬を担っていると考えられる．

本研究で扱った岩石は，アルカリ玄武岩溶岩に含まれるカンラン岩捕獲岩であり，ハルツバーガイト 15 個とダナイト 20 個に分類される．レールゾライトのようにメルト成分に富む低溶融程度のカンラン岩は認められなかった．

3.化学組成

$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成は，ハルツバーガイトで 0.1172–0.1463，ダナイトではより高い値である 0.1232–0.1394 を示した．全岩 Al_2O_3 含有量が 1.5 wt%以下であるハルツバーガイトは，$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成が低かった．強親鉄性元素においては，メルトに分配されやすい Re に枯渇する特徴が認められた．一方で，ダナイトは Re に富むような特徴が認められた．

4.議論

$^{187}Os/^{188}Os$ 同位体組成から，カンラン岩の溶融モデル年代を見積もることができる（Re 枯渇年代）．Re 枯渇年代を計算すると，タヒチ産ハルツバーガイトは約 14 億年に達する古溶融イベントを記録するものが多く存在することが明らかになった（15 個中 7 個は 10 億年以上）．Re 枯渇年代はバイモーダルな頻度分布を示すため，古溶融イベントを記録するカンラン岩が海嶺で形成された“最近の”海洋プレートの下部に付け足されたと考察した（Ishikawa et al., 2011 EPSL 301, 159–170 参照）．タヒチではマントルプルームの存在が認められるため，この古溶融イベントを記録するマントルドメインが，深部より上昇してきたと推察される．本発表では，捕獲岩の最終平衡温度推定も行い，熱に関する考察も実施する．海嶺由来のカンラン岩も同様な年代の古溶融イベントを記録するが（Day et al., 2017 GCA 200, 232–254），海嶺では抽出されない深部では，古溶融イベントを記録するカンラン岩がより卓越して存在すると考えられる．

Keywords: Ancient mantle domain, Re-Os isotopes, highly siderophile elements, harzburgite, and dunite
*Corresponding author: akizawa@aori.u-tokyo.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Petrology of ultramafic rocks in the Archean geological belt, southern West Greenland

*Tomoaki MORISHITA (Kanazawa Univ., JAMSTEC), Ikuya NISHIO (Kanazawa Univ., Univ. Copenhagen), Juan Miguel GUOTANA (Kanazawa Univ., Univ. Philippines), Akihiro TAMURA (Kanazawa Univ.), Kenichiro TANI (National Museum of Nature and Science), Hikaru SAWADA (JAMSTEC), Yumiko HARIGANE (Geological Survey of Japan, AIST), Pedro Waterton (Univ. Copenhagen), Kristoffer SZILAS (Univ. Copenhagen)

The Archean geologic belt exists in only a very limited number of places on Earth (Kusky & Polat, 1999 *Tectonophys.*). Southern West Greenland is one such area (Friend et al., 1987 *Nature*). Ultramafic rocks are a minor of the Archean geologic belt, but small rock bodies are scattered over a wide area (e.g, Chadwick & Crewe, 1986 *Economic Geol.*). The Archean ultramafic rocks are however fascinating rocks in the field of earth sciences because they are expected to record mantle information from the Archean age (e.g., Fischer-Gödde et al., 2020 *Nature*). What can we learn from Archean ultramafic rocks? The fundamental question is whether the Archean ultramafic rocks retain "original information" about the mantle during the Archean age. We present petrological and mineral characteristics of several ultramafic bodies in the Archean geological belt of southern West Greenland. The Ulamertoq body (Nishio et al., 2022 *Jour. Petrol.*) in the Mesoarchean belt and chromitite-bearing ultramafic body (Rollinson et al., 2002 *Jour. Petrol.*) in the Ujargssuit Nunât belt are typical examples of ultramafic rocks that have undergone multiple times of metasomatism forming hydrous minerals. The Lens B ultramafic body located northwest of the Isua Supracrustal Belt is characterized by deserpentinization under eclogite-facies conditions (Guotana et al., 2021 *Geoscience Frontiers*). The Lens A ultramafic body near Lens B has a very similar appearance to Lens B, but may retain igneous features. It should be emphasized that the mineralogy and mineral chemistry of most Archean ultramafic rocks have been affected by subsequent metasomatic and metamorphic events. Depending on the purpose of the research, it is necessary to carefully select samples that are less affected by metasomatism and metamorphism.

Keywords: Ultramafic rock, Archean geology, metasomatism, metamorphism
*Corresponding author: tomo_make_a_wish@icloud.com

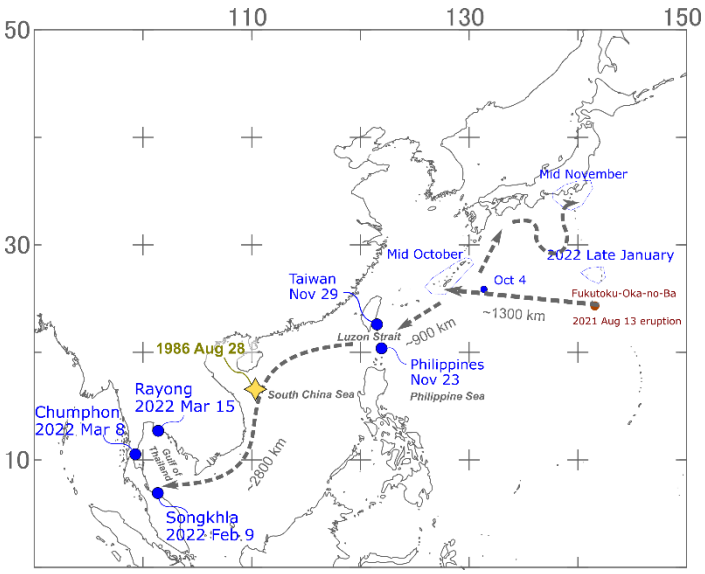
福徳岡ノ場からタイに漂着した軽石

吉田健太*・田村芳彦・佐藤智紀（JAMSTEC）・Chalermrat Sangmanee・Ratchanee Puttapreecha（タイ DMCR）・小野重明（JAMSTEC）

Pumice clasts deposited along the Gulf of Thailand, drifted from Fukutoku-Oka-no-Ba over 5000 km

K. Yoshida*, Y. Tamura, T. Sato (JAMSTEC),
C. Sangmanee, R. Puttapreecha (Dept. Marine Coast. Resources, Thailand), S. Ono (JAMSTEC)

The 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba (FOB) in the northwest Pacific on 13 August 2021 produced a large volume of pumice that drifted westward for ~1300 km to the Nansei Islands, Japan, and some extent. In February 2022, pumice with similar characteristics to the FOB pumice was deposited along the Gulf of Thailand. The pumice clasts deposited in Songkhla Province, Thailand, were <4 cm in length and rounded. Most of the clasts consisted of clinopyroxene, plagioclase (andesine), and olivine phenocrysts in a vesiculated grey groundmass, with black-coloured spots exhibiting signatures of a basaltic magma. The black-coloured pumice reported in the pumice clasts in Nansei Islands and other coastal area in Japan were rare and only one clast exhibited banded occurrence of black and grey pumice. The whole-rock compositions of the pumice are trachytic, with 61 mass% SiO_2 and 9 mass% total alkali ($Na_2O + K_2O$). The overall characteristics in the pumice from Thailand are similar to those in FOB pumice. These pumice in Thailand were from the 2021 FOB eruption, and drifted >2800 km south-westward across the South China Sea (~5000 km in total), as well as the case of 1986 eruption of FOB. Records of the locations and arrival times of pumice rafts are crucial for disaster prevention in the Circum-Pacific belt and an international pumice monitoring network might be required for future large eruptions.



Keywords: Fukutoku-Oka-no-Ba, pumice raft, South China Sea

***Corresponding author: yoshida_ken@jamstec.go.jp**

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

Poster presentation | S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Sat. Sep 17, 2022 9:30 AM - 5:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 12:30 AM - 8:30 AM UTC | B256 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

S2: Water Rock Interaction (Special Session)

Onsite Poster Core time
12:30 - 14:30

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-01] Development of simultaneous measurements of electrical resistivity and elastic-wave velocity of rock at high pressure

*Ikuo Katayama[1], Kazumasa Tanimoto[1] (1. Hiroshima University)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-02] Alteration processes of oceanic mantle inferred from serpentinization in the Salahi mantle section, the Oman Ophiolite

Yohki Yoshiba[2], *Eiichi Takazawa[1,3], Main Tokinaga[2] (1. Niigata Univ, Sci., 2. Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech., 3. JAMSTEC)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-03] Petrological characteristics of serpentinized peridotites from Fizh block, Oman ophiolite

*Main Tokinaga[1], Eiichi Takazawa[2], Yoki Yoshiba[1] (1. Niigata Univ. Grad. Sci. Tech., 2. Niigata Univ. Sci.)

9:30 AM - 5:30 PM JST | 12:30 AM - 8:30 AM UTC

[S2P-04] Petrography and qualitative evaluation of uranium distribution among the constituent minerals in rodingite from the Sanbagawa Belt (Besshi, Ehime Prefecture, Japan)

[Presentation award entry]

*Masanori Yokoi[1], Tetsuo Kawakami[1] (1. Kyoto Univ.)

高圧下での岩石の比抵抗と弾性波速度の同時測定の開発

片山郁夫*，谷本和優（広島大学地球惑星システム学）

Development of simultaneous measurements of electrical resistivity and elastic-wave velocity of rock at high pressure

Ikuo Katayama*, Kazumasa Tanimoto
(Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University)

岩石中の割れ目や空隙は弾性波速度や比抵抗に敏感であることから，それらの物理探査をもとに地下での割れ目などを介した流体の分布や移動が推定されている。なお，弾性波速度は割れ目の密度や形状に敏感であるのに対し，比抵抗は空隙率やその連結度に敏感である特徴をもつ。そのため，両者の同時測定を行うことができれば，地下での流体移動に関するさまざまな性質を制約することが可能である。我々の実験室では，油圧型の加圧試験機（最大 200MPa）に弾性波速度・比抵抗・空隙率の同時測定システムを新規導入したので，その予察的な結果を紹介する。

試験機は，広島大学設置の容器内変形透水試験機を用いた。流体圧はシリンジポンプによって制御し，シリンジポンプの体積から試料中の空隙率変化を見積もることができる。弾性波速度の測定システムについてはすでに導入しており，岩石の三軸変形中の速度変化やクラック密度の解析を実施している。今回は，新たに比抵抗の測定システムを導入することで，弾性波速度・比抵抗・空隙率の同時測定システムを開発した。

比抵抗の測定は，直径 25mm の試料をステンレスの電極で挟み，交流インピーダンス法（2 端子法）により行った。なお，岩石は NaCl 溶液（0.5 mol/L）で飽和させ，間隙流体圧は 1 MPa での測定を実施した。インピーダンスアナライザー（E4990A）による測定では，20 Hz から 1 MHz までの周波数領域でのデータを取り，インピーダンスと位相差から各周波数での比抵抗を算出した。なお，0.1 kHz から 10 kHz までは周波数依存性がほとんどなく SN 比も高いことから，以下では 1 kHz での比抵抗の結果を示す。

庵治花崗岩を用いた予察的な結果では，比抵抗は圧力の増加とともに系統的に上昇し，封圧 200 MPa では大気圧での測定より 1 桁ほど高い値を示した。なお，庵治花崗岩を用いた先行研究では流体の組成が違うため，岩石の比抵抗を流体の値で割った地層比抵抗係数（Formation factor）で比べたところ，ほぼ同じ値となり，圧力効果も同様の傾向を示した（Watanabe et al. 2019）。加圧による空隙率の変化は若干であるが，圧力とともに低下していることから，比抵抗の変化は空隙の閉鎖に関係していると考えられる。発表では，弾性波速度の解析から得られるクラック密度や空隙形状（アスペクト比など）との関連性も検討する報告する予定である

Key words: Elastic-wave velocity, Electrical resistivity
*Corresponding author: katayama@hiroshima-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

オマーンオフィオライト・サラヒ岩体マントルセクションにおける蛇紋岩化作用から推定される海洋マントルの変質過程

吉羽洋紀（新潟大・院自然）・高澤栄一*（新潟大・理/海洋研究開発機構）・時永万音（新潟大・院自然）

Alteration processes of oceanic mantle inferred from serpentinization in the Salahi mantle section, the Oman Ophiolite

Yohki Yoshiba (Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech.), Eiichi Takazawa* (Niigata Univ. Sci./JAMATEC) and Hitomi Kimura (Niigata Univ. Grad. Sch. Sci. Tech.)

海洋底から掘削やドレッジで入手できる上部マントル由来のかんらん岩はマントルプロセスの理解に多大な貢献をもたらしてきた。一方，これらのかんらん岩はマントル深部から海洋底への上昇過程で強度の変質作用を被るためマントル深部の記録がかなり失われてしまう。しかし，海洋地殻からマントルへの水の浸透や，マントル–水反応の進行過程を理解する上で，マントルの蛇紋岩化作用の初期過程の理解は不可欠である。

オマーンオフィオライトは，白亜紀後期のネオテチス海で形成された海洋リソスフェアが，沈み込み帯形成に伴う衝上プロセスを経て，白亜紀末期にアラビア半島東端に定置したもので，拡大海嶺から沈み込み帯への変遷を記録する。オマーンオフィオライトのマントルセクションを構成するかんらん岩は，広域にわたって分布し，様々な程度に蛇紋岩化作用を被っている。本研究はオマーンオフィオライト北部に位置するサラヒ岩体のマントルセクションを対象に，最上部マントルにおける蛇紋岩化作用の履歴を明らかにし，海洋マントル最上部への水の浸透の規模を推定することを目的とした。

サラヒ岩体マントルセクション全域から採取された 728 試料のかんらん岩（ハルツバージャイトおよびダナイト）の薄片観察の結果，すべての試料に蛇紋石が含まれることを確認した。とくに，高温型蛇紋石であるアンチゴライトや，滑石がサラヒ岩体全域で出現することは特筆すべきである。全薄片におけるアンチゴライトおよび滑石の出現頻度は，それぞれ 27%と 21%ほどで，サラヒ岩体マントルセクション北西部では，そのどちらも出現する頻度が少なくなる。また，アンチゴライト脈はリザーダイトまたはクリソタイルなどの低温型蛇紋石に切断されるような産状を示すことがある。一方，トレモライトや緑泥石はいくつかの試料で観察された。これらのことから，普遍的に 500℃程度で熱水変質作用が起きていたと考えられる。また，熱水の浸透量にマントルセクション内部で差が生じていた可能性がある。

蛇紋石の鉱物組成は，リザーダイト，クリソタイル，アンチゴライトの順に Si+Al に乏しく Fe+Mg に富んでいる。また，メッシュ組織を形成する蛇紋石は，脈状よりも Fe+Mg に富んでいる。メッシュ組織を形成する蛇紋石は，脈状の蛇紋石よりストイキオメトリーから推定される比率から離れているため，何らかの影響により蛇紋石化の進行度合いが低く，ブルース石と混在したままである可能性がある。また，蛇紋石脈の近傍のかんらん石には，鉄に富むかんらん石（Fo71-88）が存在する。それらはかんらん石中に幅 0.02-0.3mm の脈状に出現する他，アンチゴライト脈の縁辺部やアンチゴライト脈と滑石の境界部にも出現することがある。さらに同一試料のかんらん石中には，包有物が多く存在する。

アンチゴライト脈の存在およびそれらの形態から，海洋リソスフェアを構成するマントル最上部において，かんらん岩に亀裂が形成され，それに沿って熱水が浸透した可能性が考えられる。アンチゴライトと滑石が存在することから，熱水はシリカに富んでいた可能性がある。シリカの供給源としては，直方輝石の変質が考えられる。サラヒ岩体マントルセクション北西部でアンチゴライトと滑石の出現頻度が低下することから，セグメント中心部では何らかの原因でマントル深部への熱水の浸透が制限されていたか，あるいは，サラヒ岩体マントルセクション北西部に発達する剪断帯の形成が影響を及ぼしている可能性が考えられる。

Keywords: serpentinization, upper mantle, peridotite, oceanic lithosphere, Oman ophiolite
*Corresponding author: takazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp

@Japan Association of Mineralogical Sciences.

オマーンオフィオライト北部 フィズ岩体の蛇紋岩化したかんらん岩の岩石学的特徴

時永万音*（新潟大・院自然）・高澤栄一（新潟大・理）・吉羽洋紀(新潟大・院自然)

Petrological characteristics of serpentinized peridotites from Fizh block, Oman ophiolite

Main Tokinaga (Niigata Univ. Grad. Sci. Tech.), Eiichi Takazawa (Niigata Univ. Sci.) and Yohki Yoshiba (Niigata Univ. Grad. Tech.)

The Fizh mantle section of the northern Oman ophiolite is exposed at the surface from basal thrust to mantle-crust transition over 25 km east-west and 50 km north-south. The N-S-trending fast-spreading ridge axis has been inferred and the center and end of ridge segment are to be in the south (Wadi Thuqbar) and north (Wadi Zabin), respectively[1][2]. Fizh mantle section records partial melting at high temperature to alteration process at low temperature, making it a very suitable for investigation of those variations along axis and with depth in the mantle section[3][4].

In the vicinity of spreading ridge, residual peridotites accreted to the lithospheric mantle. Hydrothermal fluids reached deep into the mantle, possibly causing an alteration reaction from the top to the bottom. On the other hand, at the basal thrust of the ophiolite, alteration may have been caused by hydrothermal fluid supplied from the metamorphic sole [5][6][7]. However, how fluids penetrated the entire mantle and promoted serpentinization, and what reactions produced the alteration minerals, are not yet fully understood.

The objective of this study is to elucidate the alteration reactions, temperature and change in mineral composition, and fluid infiltration processes that resulted in serpentinization in Fizh mantle section.

We conducted microscopic observation of 458 thin sections, Raman spectroscopy and SEM-EDS analyses of alteration minerals in partially serpentinized peridotites. Low-temperature serpentine (lizardite) universally occurs in all specimens. However, some samples (33 out of 458) contain antigorite and talc that are thought to be formed at relatively high temperature. For instance, talc, tremolite, antigorite and chlorite occur together coexisting with other secondary minerals such as mesh or veins of lizardite and/or magnetite. Talc and tremolite commonly occur in the vicinity of antigorite vein.

Major element compositions of alteration minerals determined by SEM-EDS do not show pure theoretical composition but those mixed with serpentine or chlorite in various degree. For example, antigorite vein is composed of mixture among pure antigorite, lizardite, chlorite and brucite. Additionally when olivine is adjacent to talc, olivine at the contact is enriched in Fe. Olivine in Fe-enriched domain does not contain sharp grain edge but is partially replaced by talc.

First possibility to explain their formation is replacement of antigorite to form talc and Fe-rich olivine. It requires secondary olivine formation and dehydration at prograde reaction. However, it might be difficult to indicate this so far because the clear antigorite vein still remains and only some part is replaced by talc. Second possibility is replacement of talc to form antigorite. In this scenario, addition of fluid is required in retrograde reaction with the expense of olivine. We cannot be certain about this, as the antigorite vein does not appear to have preserved the talc prior to replacement. No transition is detected so far and the grain boundary of talc and antigorite is quite clear. A third possibility is the formation of secondary mineral assemblage by hydrous reactions of primary minerals such as olivine and orthopyroxene. However, there is still a lack of evidence and examples to discuss the order of alteration stages. More careful observations of serpentinized peridotites are needed.

References: [1] Miyashita et al. (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-26. [2] Adachi & Miyashita (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-38. [3] Umino et al. (2003) Geochem. Geophys. Geosys., 4, 1-34. [4] Le Mee et al. (2004) Nature, 432, 167-172. [5] Yoshida et al. (2017) Inter Ridge Japan, abstract, P-2. [6] Ishikawa et al. (2005) EPSL, 240, 355-377. [7] Kanke & Takazawa (2014) Geol. Soc. London Spec. Pub., 392, 229-246.

Keywords: Oman ophiolite, serpentinized peridotites, serpentinization, antigorite, talc
*Corresponding author: f21n006d@mail.cc.niigata-u.ac.jp

愛媛県別子地域の三波川変成帯に産するロジン岩の岩石記載および共存鉱物間のU分配の定性的評価

横井雅範*・河上哲生（京大・院理）

Petrography and qualitative evaluation of uranium distribution among the constituent minerals in rodingite from the Sanbagawa Belt (Besshi, Ehime Prefecture, Japan)

*Masanori Yokoi, Tetsuo Kawakami (Kyoto Univ.)

蛇紋岩化作用を受けたマントルウェッジはそうでない部分と比べて熱伝導率などの物性が異なる。よって、蛇紋岩化作用の年代を決定することは、沈み込み帯の熱構造の時間発展を追うために有用だといえる。しかし、蛇紋岩そのものにはジルコンなどのU-Pb年代を測定可能な鉱物はほとんど含有されない。

ロジン岩はグランダイト系列の柘榴石、透輝石とその他Caを含むケイ酸塩鉱物で構成される岩石である。この岩石は蛇紋岩化作用の際に放出されるCa^{2+}に富んだ流体と周囲の苦鉄質岩との交代作用によって形成されたと考えられている[例えば1]。ロジン岩中には交代作用の際に生成したジルコン、チタン石、灰礬柘榴石などUを含有し得る鉱物が含まれるため、これらの鉱物を用いてU-Pb年代を決定すると蛇紋岩化の年代を決定できる可能性がある[例えば2]。よって、どの鉱物にUが濃集しているかを見積もることが重要となる。本研究は蛇紋岩体に伴うロジン岩の構成鉱物間でのUの分配を定性的に評価することを目的とする。

四国中央部では三波川帯の変成岩類に伴って超苦鉄質岩体が柘榴石帯より高変成度の地域でブロック状に存在する[3]。曹長石黒雲母帯に属する新居浜市端出場の国領川の河床には蛇紋岩化作用の後に三波川変成作用を被ったと考えられている蛇紋岩が露出している[4]。本研究で記載するロジン岩は、そうした蛇紋岩中に最長部が約5mのレンズ状の産状で露出している。基質は緑色を呈する。幅約1-5 cmの白脈が蛇紋岩との境界に概ね平行に複数本存在するが、境界付近では白脈の連続性が悪い。境界から離れるとそれに斜交する白脈も現れる。この試料はロジン岩化が進行しており、ロジン岩化前の原岩由来の組織や鉱物が確認できない。緑色の基質は緑色他形の透輝石、褐色で半自形から他形の灰礬柘榴石、それらの粒間を埋めるクリノクロアで構成される。白脈は白色で自形の透輝石、黄緑色の緑簾石、まれに灰礬柘榴石、およびこれらの粒間を埋める方解石で構成され、基質の構造を白脈が切る。基質の灰礬柘榴石中、および脈を構成する透輝石、緑簾石中からは気液二相の流体包有物が確認された。

EPMAによるX線元素マッピングを行った結果、Uはクリノクロアにはほとんど含まれず、透輝石、緑簾石に同程度含まれる。灰礬柘榴石には透輝石、緑簾石よりは多く含まれ、チタン石に最も多く含まれることが明らかになった。よって、U-Pb年代を測定する場合には、チタン石が最良の候補となる。

引用文献

[1] Muraoka, 1985. J. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol. 80, 413-428. [2] Dubińska et al., 2004. Chem. Geol. 203, 183-203. [3] 青矢ほか, 2013. 地域地質研究報告. 高知 (13), 40. [4] 椚座, 1984. 岩石鉱物鉱床学会誌. 79, 20-32.

Keywords: Sanbagawa belt, rodingite, uranium

*Corresponding author: yokoi@snopyta.org

JAMS General Meeting, Award ceremony

Sat. Sep 17, 2022 2:30 PM - 3:50 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 5:30 AM - 6:50 AM UTC | E260 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

2:30 PM - 3:50 PM JST | 5:30 AM - 6:50 AM UTC

[committees] JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

JAMS General Meeting, Award ceremony

JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

Sat. Sep 17, 2022 2:30 PM - 3:50 PM E260 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F)

2:30 PM - 3:50 PM

[committees]JAMS 2021 General Meeting, Award ceremony

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Lectures of JAMS Awardees

Sat. Sep 17, 2022 4:00 PM - 5:30 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 7:00 AM - 8:30 AM UTC | E260 Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F

Lectures of JAMS Awardees (Dr. Tomoaki Morishita, Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa)

4:00 PM - 4:30 PM JST | 7:00 AM - 7:30 AM UTC

[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Awardees

・Japan Association of Mineralogical Sciences Award :

Awardee: Dr. Tomoaki Morishita

・Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists

Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa

受賞題目：「超苦鉄質―苦鉄質岩に着目した物質科学的アプローチによる海洋プレート及び島弧下マントルの形成・進化プロセスの研究」

4:35 PM - 4:55 PM JST | 7:35 AM - 7:55 AM UTC

[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists

Awardee: Dr. Yui Kouketsu

受賞研究対象：「ラマン分光学・赤外分光学に関する基礎的研究と地質学全般への適用」

5:00 PM - 5:20 PM JST | 8:00 AM - 8:20 AM UTC

[Awardees] Lectures of JAMS 2021 Awardees

・Japan Association of Mineralogical Sciences Award :

Awardee: Dr. Tomoaki Morishita

・Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists

Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa

受賞研究対象：「上部マントルでの溶融－熱水活動記録の解読」

Lectures of JAMS Awardees

Lectures of JAMS Awardees (Dr. Tomoaki Morishita, Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa)

Sat. Sep 17, 2022 4:00 PM - 5:30 PM E260 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F)

4:00 PM - 4:30 PM

[Awardees]Lectures of JAMS 2021 Awardees

・ Japan Association of Mineralogical Sciences Award :
Awardee: Dr. Tomoaki Morishita

・ Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa

受賞題目：「超苦鉄質―苦鉄質岩に着目した物質科学的アプローチによる海洋プレート及び島弧下マントルの形成・進化プロセスの研究」

授賞理由

森下知晃会員は下部地殻から最上部マントルに由来する超苦鉄質―苦鉄質岩とそれらに付随する岩石を研究対象とし，海嶺での形成から沈み込みに至るまでの海洋プレート及び島弧下マントルの進化の解明に貢献した。

森下会員の研究は北海道の幌満カンラン岩体の地質調査とその岩体の形成過程に関する先駆的な研究から始まった。地質調査によって得られた超苦鉄質岩を詳細に記載するとともに，シンプレクタイトの形態からカンラン岩体の溶融過程の解明を進めた。また，含コランダム岩に着目し，岩体を構成する岩石が過去の地殻物質のリサイクルにより形成された可能性を示した。同様の仮説をスペインのロンダカンラン岩体の研究においても明らかにするなど，現在までに世界中のカンラン岩体の調査に赴き，精力的に研究を進めることにより，新たな知見を報告し続けている。

海洋調査船を使った調査航海やオフィオライトの研究では積極性が活かされ，海洋プレートの形成およびプレート沈み込み開始直後のマグマの生成過程の解明に多大な貢献をした。森下会員のこれらの研究成果は国際的に高く評価され，その後，国際プロジェクトへ発展した。とりわけ，国際海洋掘削計画（ Integrated Ocean Drilling Project; IODP）におけるマントル掘削プロジェクトへの貢献は大きく，プロジェクト立案のための国際委員として重要な役割を果たし，実際の掘削計画の立案を主導した。さらに，国際陸上科学掘削計画（ International Continental Scientific Drilling Program; ICDP）のもとで進められたオマーンオフィオライトの陸上掘削試料について，海洋調査船『ちきゅう』の研究設備を活用して分析・解析するという国際研究をコロンビア大学滞在中に計画立案し，実現まで尽力した。

以上のように森下会員は，幌満カンラン岩体のローカルな地質調査から出発し，その起源を解明する研究成果をグローバルに応用して，海洋プレートや島弧下マントルの形成過程を解明し，それぞれの研究分野で新たな視点やアイデアを提案し続けてきた。日本鉱物科学会ではこれらの成果を認め，森下会員に2021年度日本鉱物科学会賞を授与するものである。

森下知晃会員の主要論文

1. Nishio, I., Morishita, T., Itano, K., Guotana, J.M., Tamura, A., Szilas, K., Harigane, Y., Tanik, K., Pearson, D.G. (2022) Metasomatic modification of the Mesoarchaean Ulamertoq Ultramafic Body, Southern west Greenland. Journal of Petrology, 63, 1–24.
2. Morishita, T., Tani, K.-I., Soda, Y., Tamura, A., Mizukami, T., Ghosh, B. (2018) The uppermost mantle

©Japan Association of Mineralogical Sciences

section below a remnant proto-Philippine Sea island arc: insights from the peridotite fragments from the Daito Ridge. American Mineralogist, 103, 1151–1150.
3. Morishita, T., Dilek, Y., Shallo, M., Tamura, A., Arai, S. (2011) Insight into the uppermost mantle section of a maturing arc: The Eastern Mirdita ophiolite, Albania. Lithos, 124, 215–226.
4. Morishita, T., Tani, K., Shukuno, H., Harigane, Y., Tamura, A., Kumagai, H., Hellebrand, E. (2011) Diversity of melt conduits in the Izu-Bonin-Mariana forearc mantle: Implications for the earliest stage of arc magmatism. Geology, 39, 411–414.
5. Morishita, T., Hara, K., Nakamura, K., Sawaguchi, T., Tamura, A., Arai, S., Okino, K., Takai, K., Kumagai, H. (2009) Igneous, alteration, and exhumation processes recorded in abyssal peridotites and related fault rocks from an oceanic core complex along the Central Indian Ridge. Journal of Petrology, 50, 1299–1325.
6. Morishita, T., Arai, S., Ishida, Y. (2007) Trace element compositions of jadeite (± omphacite) in jadeitites from the Itoigawa-Ohmi district, Japan: implications for fluid processes in subduction zones. Island Arc, 16, 40–56.
7. Morishita, T., Ishida, Y., Arai, S., Shirasaka, M. (2005) Determination of multiple trace element compositions in thin (< 30 μ m) layers of NIST SRM 614 and 616 using laser ablation ICP-MS. Geostandards and Geoanalytical Research, 29, 107–122.
8. Morishita, T., Maeda, J., Miyashita, S., Matsumoto, T., Dick, H.J.B. (2004) Magmatic Srilankite from gabbroic vein cutting abyssal peridotite: an unusual product of peridotite-melt interactions beneath slow-spreading ridges. American Mineralogist, 89, 759–766.
9. Morishita, T., Arai, S., Green, D.H. (2003) Evolution of low-Al orthopyroxene in the Horoman Peridotite, Japan: an unusual indicator of metasomatising fluids. Journal of Petrology, 44, 1237–1246.
10. Morishita, T. and Arai, S. (2003) Evolution of spinel-pyroxene symplectite in spinel-lherzolites from the Horoman Complex, Japan. Contributions to Mineralogy and Petrology, 144, 509–522.

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Lectures of JAMS Awardees

Lectures of JAMS Awardees (Dr. Tomoaki Morishita, Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa)

Sat. Sep 17, 2022 4:00 PM - 5:30 PM E260 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F)

4:35 PM - 4:55 PM

[Awardees]Lectures of JAMS 2021 Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardee: Dr. Yui Kouketsu

受賞研究対象：「ラマン分光学・赤外分光学に関する基礎的研究と地質学全般への適用」

授賞理由：
纐纈佑衣会員は，ラマン分光学と赤外分光学に関する基礎的研究と，その成果の岩石学を始めとする地質学分野全般への適用に関する研究の両面において，多くの重要な成果を挙げてきた。
ラマン分光学分野における特筆すべき成果として，従来は定性的な圧力比較に用いられてきたラマン石英圧力指標に対し，圧力目盛の導入に成功したことが挙げられる。この研究は，現在でも多くの研究者によって精密化が進められている「ラマン地質圧力計」研究の先駆けとなるものである。また，炭質物のラマンピークの半値幅をパラメータとして，400 ℃以下の低度変成岩に適用可能なラマン地質温度計を提唱した。その結果，340 ℃以上に適用可能な既存の地質温度計と組み合わせることで，同手法による広い変成度域の温度見積もりが可能となった。同会員は，これらの地質温度圧力計を四国中央部三波川変成帯に適用するとともに，その結果をザクロ石中に包有される鉱物の詳細な記載と組み合わせることにより（１）同地域において，エクロジャイト/非エクロジャイト両ユニットの境界を決定し，従来想定されていたよりも広範囲の地域がエクロジャイト相条件下で再結晶していたこと，および（２）同地域のより精密な広域的温度構造を明らかにした。これらの成果は，沈み込み変成帯の形成から上昇過程を理解するうえで極めて重要である。
赤外分光学分野においては，近年沈み込み帯で起こる諸現象に大きな役割を果たすと考えられるようになった蛇紋石族鉱物について，指導院生との共同研究により，全反射赤外分光法の適用に成功し，化学組成と O-H振動バンドとの関係を論じた。この成果により，従来よりもはるかに簡便な前処理により赤外分光データを得られるようになり，岩石学分野における同分光法活用の新たな出発点となった。
このように纐纈会員は基礎的研究およびその応用面に関する多くの研究成果を挙げており，今後さらに多方面にわたる研究への貢献が期待される。以上の理由から，纐纈佑衣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。

纐纈 佑衣会員の主要論文

1. Kouketsu, Y., Mizukami, T., Mori, H., Endo, S., Aoya, M., Hara, H., Nakamura, D. &Wallis, S. (2014). A new approach to develop the Raman carbonaceous material geothermometer for low-grade metamorphism using peak width. Island Arc, 23, 33–50.
2. Kouketsu, Y., Nishiyama, T., Ikeda, T., &Enami, M. (2014). Evaluation of residual pressure in an inclusion– host system using negative frequency shift of quartz Raman spectra. American Mineralogist, 99(2-3), 433–442.
3. Sakaguchi, I., Kouketsu, Y., Michibayashi, K., &Wallis, S. R. (2020). Attenuated total reflection infrared (ATR– IR) spectroscopy of antigorite, chrysotile, and lizardite. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 115(4), 303–312.

©Japan Association of Mineralogical Sciences

Lectures of JAMS Awardees

Lectures of JAMS Awardees (Dr. Tomoaki Morishita, Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa)

Sat. Sep 17, 2022 4:00 PM - 5:30 PM E260 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-2F)

5:00 PM - 5:20 PM

[Awardees]Lectures of JAMS 2021 Awardees

・ Japan Association of Mineralogical Sciences Award :
Awardee: Dr. Tomoaki Morishita

・ Japan Association of Mineralogical Sciences Award for Young Scientists
Awardees: Dr. Yui Kouketsu and Dr. Norikatsu Akizawa

受賞研究対象：「上部マントルでの溶融－熱水活動記録の解読」

授賞理由：

秋澤紀克会員は，オフィオライト，海洋底，火山岩中の捕獲岩などを研究対象とし，国内外で精力的に野外調査を行い，下部地殻・上部マントル起源物質を採取・解析することで，火成活動から熱水活動に関する1500-500℃の間の現象の解明に向けた研究を推進してきた.

学士から博士取得まではオマーン オフィオライトにおける詳細な野外調査を行い，特にマントルセクションにおける類稀なる観察力を発揮し，海洋プレート形成時のマグマの発生から移動に関する部分溶融過程の変遷を，従来よりも詳細に描き出した. また，通常は動きにくいと思われているクロミウムの熱水による再移動について明らかにした.

近年は，国際海洋掘削，国内の海洋試料採取航海に積極的に参加し，研究経験・実績を積み上げ，海洋研究の立案から実行までを主導している. また，最新分析装置への適応に敏感で，極微小な白金属鉱物の発見から白金属元素のマントル中での移動過程について議論するなど，海洋プレートの下部地殻・マントルにおける素過程解明に関して，新たな視点・分析手法を導入することで，この分野をリードしている. 各種学会のセッションコンビーナー, 諸機関での共同セミナーの立案・主導だけでなく，マントルプロセスに関する個別研究集会なども立案し，幅広い研究分野・世代との交流も積極的に行っており，今後日本を代表する研究者としての一層の活躍が期待される.

以上の理由から，秋澤紀克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.

秋澤 紀克会員の主要論文

1. Akizawa, N., Kogiso, T., Miyake, A., Tcuchiyama, A., Igami, Y., Uesugi, M. (2020) Formation process of sub-micrometer-sized metasomatic platinum-group element-bearing sulfide in Tahitian harzburgite xenolith. Canadian Mineralogist, 58, 99–114. doi: 10.3749/canmin.1800082
2. Akizawa, N., Tamura, A., Fukushi, K. Yamamoto, J, Mizukami, T., Pythin, M., Arai, S. (2016) High-temperature hydrothermal activities around suboceanic Moho: an example from diopsidite and anorthosite in Wadi Fizh, Oman ophiolite. Lithos, 263, 66–87. doi: 10.1016/j.lithos.2016.07.012
3. Akizawa, N., Ozawa, K., Tamura, A., Michibayashi, K., Arai, S. (2016) Three dimensional evolution of melting, heat and melt transfer in ascending mantle beneath a fast-spreading ridge segment constrained by trace elements in clinopyroxene from concordant dunites and host harzburgites of the Oman ophiolite. Journal of Petrology, 57, 777–814. doi: 10.1093/petrology/egw020

©Japan Association of Mineralogical Sciences

©Japan Association of Mineralogical Sciences

2022年度第1回定例理事会

Sat. Sep 17, 2022 5:30 PM - 7:00 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 8:30 AM - 10:00 AM UTC | B351 Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F

2022年度第1回定例理事会

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC

[committees] 2022年度第1回定例理事会

2022年度第1回定例理事会

2022年度第1回定例理事会

Sat. Sep 17, 2022 5:30 PM - 7:00 PM B351 (Adv. Edu. Res. Bldg. E-3F)

5:30 PM - 7:00 PM

[committees]2022年度第1回定例理事会

©Japan Association of Mineralogical Sciences

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

Sat. Sep 17, 2022 5:30 PM - 7:00 PM JST | Sat. Sep 17, 2022 8:30 AM - 10:00 AM UTC | B251 Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

5:30 PM - 7:00 PM JST | 8:30 AM - 10:00 AM UTC

[X11] 民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

Sat. Sep 17, 2022 5:30 PM - 7:00 PM B251 (Adv. Edu. Res. Bldg. B-2F)

5:30 PM - 7:00 PM

[X11]民間企業と学生会員の交流会（オンライン開催）

©Japan Association of Mineralogical Sciences