

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号： 8 2 6 2 6

研究種目： 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間： 2018 ~ 2020

課題番号： 1 7 K K 0 0 1 8

研究課題名（和文）ユーラシア東縁における深部流体の分布と起源

研究課題名（英文）Characterizing deep-seated fluid in the eastern margin of Eurasian Plate

研究代表者

中村 仁美（Nakamura, Hitomi）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員

研究者番号： 6 0 5 7 2 6 5 9

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,300,000 円

渡航期間： 3ヶ月

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、北海道北部、サハリン、シホテアリンにおける温泉・鉱泉の地球化学的分析・解析を通して、ユーラシア東縁全体での深部流体の分布や性質を系統的に把握することである。ロシア側と2回の合同調査を行うと共に、背弧連続域において系統的なデータを得ることができた。また、ロシアの既存データを抽出・データベース化を進め、解析で得られた知見の一部について論文化を行った。コロナ流行のため一部渡航は断念したが、ユーラシア東縁域での流体研究の科学的意義を共有することで、複数の学会発表や論文化を行い、概ね予定通りの成果を上げるに至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究やその準備段階において、ロシア側と2回の合同調査（2018年6月極東広域、2019年6月サハリン南部域）を行い、ロシアの研究ロジスティクスや極東地域の流体の分布と水質について把握したことで一定の成果を得たと考えている。また、ロシアの既存データを抽出・データベース化を進め、新たにえられたデータと合わせて、ロシアから日本にかけての背弧連続域における系統的なデータを得ることができた。これらの一部については、学会や論文で公表を行っている。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is the understanding of deep fluid distribution and migration in Far East of the Eurasian Plate. We aim to do geochemical analysis by collecting the fluids of springs and groundwaters in the north Hokkaido, Sakhalin and Sikhote-Alin. We performed two times of geological and geochemical surveys at the Sakhalin and Sikhote-Alin, and also obtained a new data in the continuous back-arc region. In addition, by systematic compiling of the existed data in Sikhote-Alin, we have succeeded to understand the distribution of fluids, a part of which were published at several international conferences and scientific journals. Though I canceled a part of long stay in Russia because of COVID-19 outbreak, I have completed most of my plan concerning this study by frequent discussions of my Russian colleagues.

研究分野：地球化学

キーワード：深部流体 温泉水 地下水 ユーラシア 大陸縁辺 スラブ

## 様式 F-19-2

### 1. 研究開始当初の背景

日本海溝からユーラシア大陸にかけての約1000kmに及ぶ領域では、太平洋、北米、ユーラシア、フィリピン海の4つのプレートが日本列島に向かって収束する激しい変動帯である(図1)。特に、世界最大の太平洋プレートが、流体を放出しながら大陸東縁下まで沈み込み、上昇する深部流体が日本列島の前弧・火山弧で活発な地震・火山活動を引き起こしているだけでなく、背弧でのプレート弱体化と海盆拡大(日本海やオホーツク海の形成)を誘起した可能性がある。

科研費[基盤(C)28-30年度、非火山域における深部流体の起源と上昇過程]では、水に関係するとみられる地震活動が活発な紀伊半島～四国を、中央構造線に沿って迎えることで、深部流体の分布と上昇過程を把握し、変動現象-流体の関係を明らかにすることを目指した。その結果、非火山域では、深部と表層を繋ぐ断層や構造線に沿って非平衡に上昇していることや、様々な条件で脱水・生成された深部流体が上昇していることが捉えられた。これにより、深部流体がガス成分を遊離しながら、地質学的大構造線(中央構造線～糸魚川静岡構造線)に沿って湧出していることなど、深部流体の識別と空間分布把握が日本列島全域で進んだ。

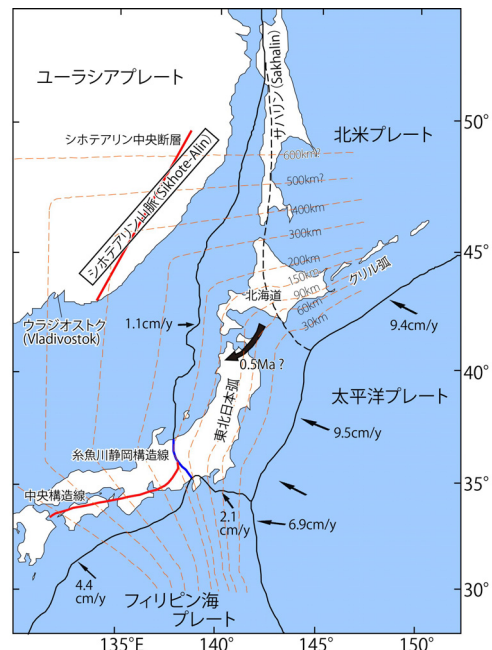


図1: 日本列島周辺及び対象地域のテクトニクス場

### 2. 研究の目的

本研究は、超沈み込み帯スケールでの深部流体の分布と起源の解明を目指すものである。北海道～サハリン南部には、白亜紀の沈み込み帯の痕跡(付加体と呼ばれる地質構造)が発達する(七山ほか, 1994)。一方、サハリン北部はオホーツク海の堆積盆地形成にともなう石油・天然ガスを胚胎し、南部と北部の間には、糸魚川-静岡構造線・日本海東縁断層の延長としてのプレート収束境界が横切る可能性がある(図1 黒点線; Wei & Seno, 1988)。従って、これらの地域では、地学現象や構造を反映した深部流体が、現在あるいは過去に供給された可能性があり、深部流体の検出およびその性質や起源を解明することで、ユーラシア東縁の変動現象の理解が大きく進むと期待される。本研究はこの点に着目し、沈み込み帯の前弧～火山弧(日本列島)とその背弧(北海道北部、サハリン、シホテアリン)における温泉・鉱泉の地球化学的分析・解析を通して、沈み込み帯～大陸域にかけてのユーラシア東縁全体での地下水、特に深部流体の分布や性質を系統的に把握し(図2)、地学現象・地質構造形成過程への役割の理解を深めることを目的とする。

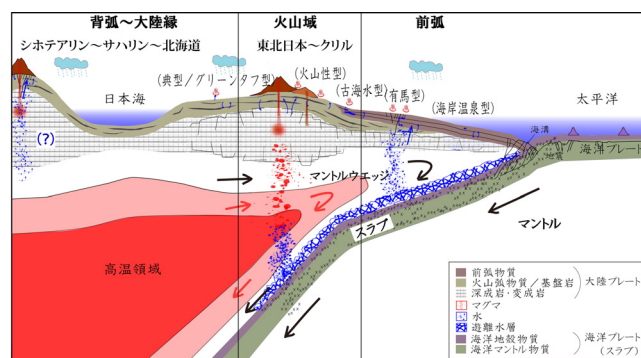


図2: 深部流体の上昇イメージ図

### 3. 研究の方法

このために、次の大枠で研究を進める。【計画1】前弧(実施中の科研費)、火山弧(過去の科研費)に加えて、ロシア科学アカデミーと共同で背弧・大陸縁辺の泉水を化学分析し、申請者らの開発した統計解析手法により成因を推定する、【計画2】流体移動・反応の数値シミュレーションによる統合モデルを構築し、上昇過程とフラックス推定を行う。シホテアリン中央断層は、日本海拡大前には現在の中央構造線と連続していたと考えられており、地質構造は山陽帯と類似する(図1; Ishihara et al., 1997)。また、糸魚川-静岡構造線の延長にあるサハリンの構造線でも深部流体が湧出する可能性がある。深部流体の上昇過程とテクトニクスとの関係性を把握するため、深部流体の上昇は背弧のどこまで及ぶのか、日本列島を超えてサハリンやシホテアリンでも検出されるのか、という視点で、地下水や温泉・鉱泉と区別しながら、深部流体の検出と起源推定を行う。実際、予察的なロシアとの共同研究では、サハリン南部で有馬型

塩水に類似した組成をもつ湧水や、CO<sub>2</sub> に富む泥火山を見出している。同時に、付加体の存在が示唆する「過去の沈み込みに伴う深部流体」が漏れ出している可能性、あるいは、背弧独自の深部流体供給の可能性も含めて検証する。流体の分布と性質を系統的に把握することで、ユーラシア東縁の変動帯における流体循環とその役割を解明したい。

#### 4. 研究成果

図3は、本研究に係る調査において試料を採取した地点を示す。広域のため採取地点が見え難いが、サハリンでは12地点、シホテアリンは19地点、北海道は22地点で調査を行った。これらのうち、論文文化が行われている2地点について、研究結果を紹介する。

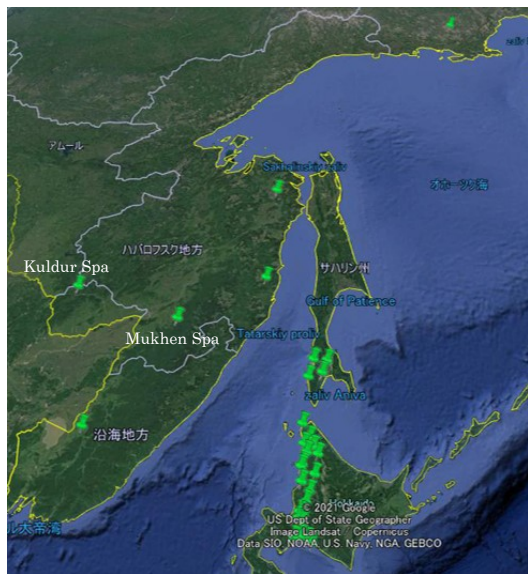


図3: サハリン, シホテアリン, 北海道における調査地点 (計 53 地点) を緑ピンで示した広域図。本文で紹介するミュヘンスパとクリドゥルスパには、泉源名を付記した。

##### (1) Mukhen Spa

ミュヘンスパは、極東シホテアリン山脈の北部に湧出する地下水である (図4)。アムールトラの生息域であり、ロシア人研究者間で高 pCO<sub>2</sub> 水と呼ばれる炭酸ガスに富んだ湧昇泉が 70 以上ある。これらの泉の典型的な特徴は、冷水を飽和させるほど異常に富んだ量の CO<sub>2</sub> である。この水の湧昇は、シホテアリン地殻断層域に限定されていると考えられている。高 pCO<sub>2</sub> 水の発生に関しては、若い火山活動に関連するメカニズムが示唆されており、いくつかの研究では、ほとんどの高 pCO<sub>2</sub> 水が天水起源であることが示されている (e.g., Kharitonova et al., 2017)。一方、本研究によって、ミュヘンスパの一部の泉で、高い <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 比を新たに観測することができた。これは、ミュヘンスパの泉がかなりの深さに由来することを示している (Kharitonova et al., 2019)。深い指標を示しながらも天水的であるという化学的矛盾と、ミュヘンスパの水循環ダイナミクスを理解するために、我々はミュヘンスパの泉水の溶質濃度と同位体比に関する全てのデータと、極東地域のいくつかの泉で新たに取得された He 同位体データを用いることにした。

ミュヘンスパ地域の地質構造は、中生代の基盤、漸新世から中新世の堆積岩と火山岩、鮮新世から第四紀の洪水玄武岩、および第四紀の沖積層によって形成されている。多くの断層帯があり、最大のは約 150~200m の Punchi 断層帯で、ミュヘンスパは Punchi 断層帯沿いに位置する。ミュヘンスパには Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> タイプと Na-HCO<sub>3</sub> タイプの 2 種類の湧き水があり、独特の化学的特徴を示している。Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> タイプは、深さ 100 m に位置する浅い帯水層に由来すると考えられており、総溶解固形含有量 (TDS) が低く (<1.7g/L), pH4.9~5.8 を示す。Na-HCO<sub>3</sub> タイプは、約 200m に位置する深部帯水層から湧き出しており、pH 範囲は 7.2~7.5 と狭く、TDS は最大 14g/L と非常に高い (Kharitonova et al., 2017)。ここでは、湧出深度の違いから、前者を浅い帯水層の流体と呼び、後者を深い帯水層の流体と呼ぶことにする。

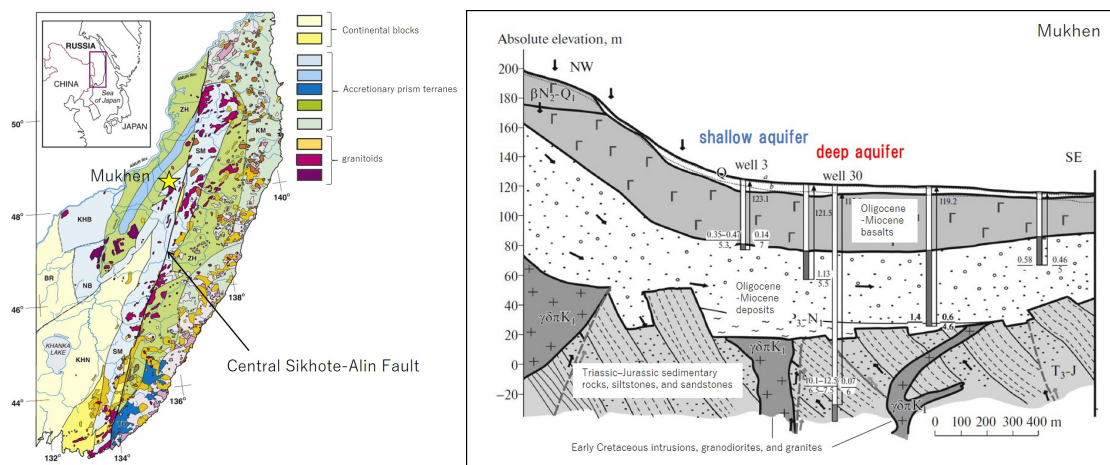


図4: 左図は、シホテアリン中央断層とミュヘンスパの位置、及びシホテアリン地域の地質 (modified after Fig.1 in Grebennikov et al., 2016) を示す。右図は、ミュヘンスパにおける浅い帯水層と深い帯水層の深さと地質構造のイメージ図 (modified after Fig.2 in Kharitonova et al., 2017) を示す。

結果の一部を図5に示す。浅い帯水層の流体は、天水線 (左図中の GMWL: Global Meteoric Water Line) 上にプロットされる酸素同位体比と水素同位体比を示すが、<sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He 比が大気よりも高く、上部マントルを起源とする成分を含有することが分かる (図5右図)。一方、深い帯

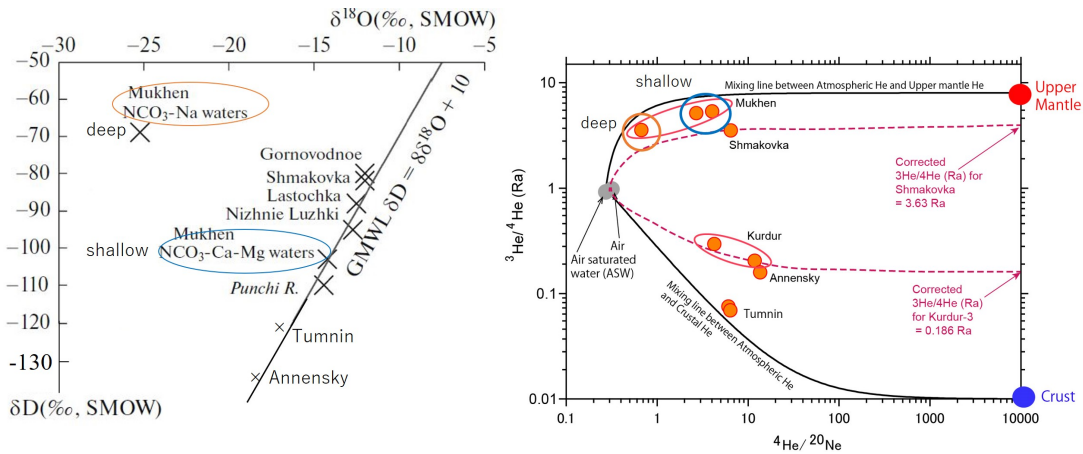


図5: シホテアリン地域の地下水の酸素水素同位体プロット (左図) とヘリウム同位体プロット (右図) を示す. ミュヘンスパの深い帯水層の流体は赤で, 浅い帯水層の流体は青で示し, shallow, deep とそれぞれ付記している (modified after Kharitonova et al., 2017 and Nakamura et al., in review).

水層の流体は天水線から大きく外れ, 特に酸素同位体比が, 他のシホテアリン地域の泉源や周辺河川水よりも低いことが分かる (図5左図). ヘリウム同位体プロットでは, 上部マントルを起源とする成分を含有するが, 浅い帯水層よりも大気寄りの値を示す. 泉源の希少性のため20年間に渡って断続的に調査が行われてきたが, 本研究による新たな同位体の分析によって, 整合的なモデルを提唱することができた. 浅い帯水層の水は, 天水と岩盤との相互作用に起因する組成を示す. この相互作用を引き起こしているのは, 地下深部から加わるガス成分である. 地下深部から湧き出るガス成分によって反応が強化され, 結果として, 天水でありながらも, 上部マントルに係るヘリウム同位体比と濃い主溶存元素濃度を示すと考えられる. 逆に, 深い帯水層の流体は, 頁岩, 砂岩, 花崗岩の岩盤との相互作用が発生する深部地殻レベルまで潜り込んだ天水が, 長期間循環する間に形成されたと考えられ, ケイ酸塩の水和反応の特徴を示し, 深層水によって運ばれた可能性のあるマントル成分を含むことを示す. (Kharitonova et al., 2017; 2019; Nakamura et al., in review).

ミュヘンスパの浅い帯水層と同様に, シホテアリン地域に広く湧昇する高  $pCO_2$  含有水は, 基本的に兵庫県有馬温泉の炭酸泉源に似ており, 地下深くから湧出するガス成分によって強化された地殻と相互作用した結果と考えられる. ミュヘンスパの深い帯水層の流体は独特で, 高い  $C1$  含有量, 酸素同位体比の負へのシフト, およびケイ酸塩の水和によって生成される高い  $He$  同位体比を示す. ミュヘンスパの深い帯水層が示す酸素同位体比の負へのシフトは, 世界的に見ても稀であり, 先カンブリア時代の盾岩 (Warr et al., 2021) や, 空洞などの特別な局所構造によると考えられる. シホテアリン地域では他の泉源からこのような異常は見つかっておらず, また, 深部帯水層の経年化学変化は独特であるため, 深層流体の湧昇と挙動を更に把握するために, 地震調査および/または水化学のモニタリングが必要と考える. 現時点では, スラブウィンドウの残骸を通るアセノスフェアの湧昇によって, マントル成分がミュヘンスパへ供給されていると考えている (Nakamura et al., in review).

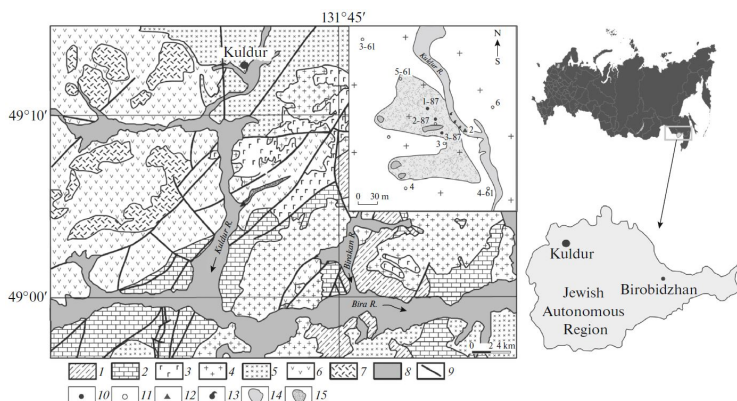


図6: クリドゥルスパの位置と地質図, 挿絵はクリドゥルスパにおけるボアホール地点を示す. 挿絵中の色の濃い方は, 70度以上の熱水の分布域で, 薄い方は60~70度の熱水分布を示す (Modified after Fig.1 in Kharitonova et al., 2020).

## (2) Kuldur Spa

クリドゥルスパは, ロシアのユダヤ自治州に湧出する鉱化が進んでいない熱地下水の一つである. 高温 (~73°C) で, 低TDS (最大 0.38g/L), およびアルカリ性 (pH 9) を示す. 支配的な陽イオンはナトリウムであり, 支配的な陰イオンは炭化水素酸塩である. また, フッ素, シリコン, アルミニウム, タングステン, モリブデン, および他のいくつかの陰イオン元素に富む. 調査は, クリドゥルスパの地下水の同位体特性を調べ, その循環プロセスを特徴付けることを目的として, 2014~2015年と2018~2019年の

期間に実施された. 対象とした同位体は,  $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$ ,  $^3H$ ,  $^3He/4He$ ,  $4He/20Ne$ ,  $\delta^{13}C$ ,  $^{234}U/^{238}U$  であり, 加えて, 地熱計の計算を用いた. 同位体分析のために採取した熱水は,  $^{18}O$ ,  $D$ ,  $^{13}C$ ,  $^{234}U/^{238}U$ ,  $^{15}N$  分析用には濾過を行わず, 同位体  $^{13}C$  の分析用サンプルでは,  $Ba(OH)_2$  を加えた.

分析の結果、 $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta\text{D}$  は GMWL と平行であり、熱水の起源が局所的な気象降水（天水）であることを示す。 $^3\text{H}$  の値は 0.7TE まで非常に低く、これは循環時間が長いことを示し、深層熱水が浅い冷水で希釈されていないことも確認された。溶存ガスの  $^3\text{He}/^4\text{He}$  および  $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$  の同位体組成データは、ヘリウムが地殻起源であることを指した。 $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$  値は -30 から -18.1‰ まで変化し、炭酸塩標本の生物起源を示した。2018 年には、窒素の発生を決定するために、同位体  $^{15}\text{N}$  用のサンプルを採取した。Hole1-87 から得られたデータによると、 $\delta^{15}\text{N} = 0.1\text{‰}$  であり、熱水における窒素の空気起源を示す。また、 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  年代測定では、熱地下水の循環時間は約 400,000 年と示された。

水を宿す貫入岩岩石の化学的および鉱物的組成に関する詳細なデータが提供され、地下水中の主要な塩水成分の供給源が明らかになっている。関連するガスの研究は、気相 ( $\text{N}_2$ ) の主要な構成要素が気相起源であるのに対し、 $\text{CH}_4$  と  $\text{CO}_2$  は生物起源であることを示す。アルゴンと酸素も大気に由来するが、ヘリウムは主に地殻起源を示す。地熱計の計算結果は、温泉の熱地下水が深さ 4km の天水の浸透と  $100^\circ\text{C}$  への加熱によって形成することが示された。溶存化学元素は、母岩の溶解を起源とするが、難溶性花崗岩の山塊内を循環しているため、地下水の TDS は低いままになっていると考えられる (Lyamina et al., 2019; Lyamina et al., 2020; Kharitonova et al., 2020)。

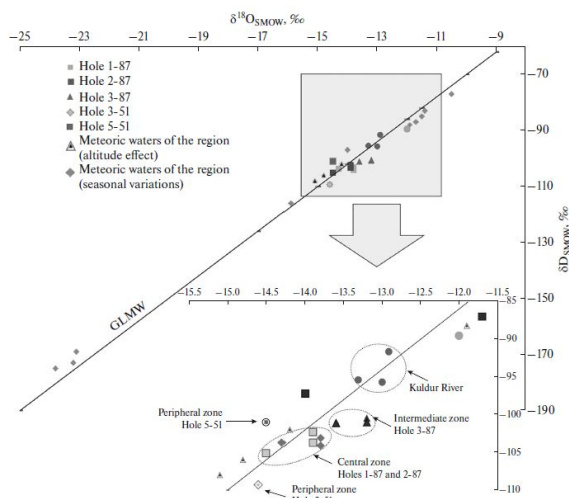


図 7: クルドルスパの地下水の酸素水素同位体組成を示す。After Fig.7 in Kharitonova et al. (2020)

## 5. まとめ

ユーラシア東縁は複数のプレートがせめぎあう世界でも有数の変動帯であり (図 1), 活発な地震・火山活動, 背弧海盆 (日本海, オホーツク海) の拡大とそれにとまう石油・天然ガス田形成など, 多様な地学現象と資源に富む。これらのいずれの現象にも, 地殻深部あるいはマントルに由来する流体 (以降, 深部流体) が重要な役割を果たしていると考えられている。本研究は, 沈み込み帯の前弧～火山弧 (日本列島) とその背弧 (北海道北部, サハリン, シホテアリン) における温泉・鉱泉の地球化学的分析・解析を通して, 沈み込み帯～大陸域にかけてのユーラシア東縁全体での地下水, 特に深部流体の分布や性質を系統的に把握し (図 5), その地学現象への役割の理解を深めることに貢献したと考えている。

引用文献: (下線は本研究代表者を示す)

- 七山太, 中川充, 岡田博有 (1994) 北海道東部, 上部始新統浦幌層群の碎屑性クロムスピネルとその起源, 地質学雑誌, 100(6), 383-398
- Wei, D. and Seno, T. (1988) Determination of the Amurian Plate Motion. In book: Mantle Dynamics and Plate Interactions in East Asia, vol. 27, <https://doi.org/10.1029/GD027p0337>.
- Ishihara, S., Gonevchuk, V. G., Gonevchuk, G. A., Korostelev, P. G., Saydayn, G. R., Semenzak, B. I., Ratkin, V. V. (1997) Mineralization Age of Granitoid-Related Ore Deposits in the Southern, Russian Far East. Resource Geology, 47(5), 255-261.
- Grebennikov, A. V., Khanchuk, A. I., Gonevchuk, V. G., Kovalenko, S. V. (2016) Cretaceous and Paleogene granitoid suites of the Sikhote-Alin area (Far East Russia): Geochemistry and tectonic implications. Lithos, 261, 250-261. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2015.12.020>
- Kharitonova, N. A., Shvartsev, S. L., Lepokurova, O. E., Chelnokov, G. A. (2017) Unique  $\text{CO}_2$ -saturated mineral waters of the Mukhen Deposit (Khabarovsk Krai): composition and genesis. Doklady Earth Sciences, 475, 953-957, DOI: 10.1134/S1028334X17080220
- Kharitonova, N., Chelnokov, G., Bragin, I., Nakamura, H., Iwamori, H., Morikawa, N., Korzun, A. (2019). E3S Web of Conferences, 98, WRI-16, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199801025>
- Kharitonova N. A., Lyamina L. A., Chelnokov G. A., Bragin, I. V., Karabtsov, A. A., Tarasenko, I. A., Nakamura, H., Iwamori, H. (2020) The chemical and Isotope composition of Nitrogen Thermal Groundwaters of the Kuldur Spa (Jewish Autonomous Region, Russia), Moscow University Geology Bulletin, 75(6), 621-635
- Nakamura, H., Iwamori, H., Morikawa, N., Kharitonova N. A., Chelnokov G. A., Bragin, I. V. (in review) Upwelling of deep-seated fluid in the Sikhote-Alin region, Far East of the Eurasian Plate
- Warr, O., Giunta, T., Onstott, T. C., Kieft, T. L., Harris, R. L., Nisson, D. M., Lollar, B. S. (2021) The role of low-temperature  $^{18}\text{O}$  exchange in the isotopic evolution of deep subsurface fluids. Chemical Geology, 561, <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.120027>
- Lyamina L. A., Kharitonova N. A., Chelnokov G. A., Bragin, I. V., Nakamura, H., Iwamori, H., Morikawa, N., Chebikin, E. (2019) Chemical and isotopic signatures of the thermal groundwaters from Kuldur spa (Russia), Goldschmidt 2019
- Lyamina L. A., Kharitonova N. A., Chelnokov G. A., Bragin, I. V., Nakamura, H., Iwamori, H., Morikawa, N., Chebikin, E. (2020) New data on isotopic signature of the thermal groundwaters from Kuldur spa (Russia), Goldschmidt 2020

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Iwamori Hikaru, Nakamura Hitomi, Chang Qing, Morikawa Noritoshi, Haraguchi Satoru	4. 巻 54
2. 論文標題 Multivariate statistical analyses of rare earth element compositions of spring waters from the Arima and Kii areas, Southwest Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 165 ~ 182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0583	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kharitonova N. A., Chelnokov G. A., Bragin I. V., Liamina L. A., Korzun A. V., Muromets N. N., Nakamura Hitomi, Iwamori Hikaru	4. 巻 -
2. 論文標題 GEOCHEMISTRY AND THE FORMATION WAYS OF LOW-TDS THERMAL WATERS WITHIN THE CRYSTALLINE BEDROCKS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 In Book: WATER-ROCK INTERACTION: GEOLOGICAL EVOLUTION	6. 最初と最後の頁 53 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31554/978-5-7925-0584-1-2020-53-56	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakamura Hitomi, Sano Ayane, Kagami Saya, Yokoyama Tetsuya, Ishikawa Akira, Komiya Tsuyoshi, Iwamori Hikaru	4. 巻 347
2. 論文標題 Compositional heterogeneity of Archean mantle estimated from Sr and Nd isotopic systematics of basaltic rocks from North Pole, Australia, and the Isua supracrustal belt, Greenland	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Precambrian Research	6. 最初と最後の頁 105803 ~ 105803
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precamres.2020.105803	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kharitonova N. A., Liamina L. A., Chelnokov G. A., Bragin I. V., A.A.Karabtsov, I.A. Tarasenko, Nakamura Hitomi, Iwamori Hikaru	4. 巻 75
2. 論文標題 The Chemical and Isotope Composition of Nitrogen Thermal Groudwaters of the Kuldur Spa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Moscow University Geology Bulletin	6. 最初と最後の頁 621-635
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kharitonova Natalia, Chelnokov Georgy, Bragin Ivan, Nakamura Hitomi, Iwamori Hikaru, Morikawa Noritoshi, Korzun Anna	4. 巻 98
2. 論文標題 The geochemistry of water and gas phases from high pCO2 sparkling springs within the northern Sikhote-Alin ridge region (Russian Far East)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E3S Web of Conferences	6. 最初と最後の頁 01025 ~ 01025
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/e3sconf/20199801025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Iwamori Hikaru, Nakamura Hitomi, Chang Qing, Morikawa Noritoshi, Haraguchi Satoru	4. 巻 54
2. 論文標題 Multivariate statistical analyses of rare earth element compositions of spring waters from the Arima and Kii areas, Southwest Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochemical Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0583	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kharitonova Natalia, Chelnokov Georgy, Bragin Ivan, Nakamura Hitomi, Iwamori Hikaru, Morikawa Noritoshi, Korzun Anna	4. 巻 98-01025
2. 論文標題 The geochemistry of water and gas phases from high pCO2 sparkling springs within the northern Sikhote-Al in ridge region (Russian Far East)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 16th International Symposium on Water-Rock Interaction and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Iwamori Hikaru, Nakamura Hitomi, Yoshida Masaki, Nakagawa Takashi, Ueki Kenta, Nakao Atsushi, Nishizawa Tatsuji, Haraguchi Satoru	4. 巻 351
2. 論文標題 Trace-element characteristics of east?west mantle geochemical hemispheres	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Comptes Rendus Geoscience	6. 最初と最後の頁 209 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crte.2018.09.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakamura Hitomi, Iwamori Hikaru, Nakagawa Mitsuhiro, Shibata Tomoyuki, Kimura Jun-Ichi, Miyazaki Takashi, Chang Qing, Vaglarov Bogdan Stefanov, Takahashi Toshiro, Hirahara Yuka	4. 巻 70
2. 論文標題 Geochemical mapping of slab-derived fluid and source mantle along Japan arcs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Gondwana Research	6. 最初と最後の頁 36 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gr.2019.01.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 岩森光, 行竹洋平, 飯尾能久, 中村仁美	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 地殻流体の起源・分布と変動現象	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地学雑誌特集号	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 L. Liamina, Natalia Kharitonova, Georgy Chelnokov, Ivan Bragin, 中村 仁美, 岩森光, 森川 徳敏, E.Chebikin
2. 発表標題 New data on isotopic signature of the thermal groundwaters from Kuldur spa (Russia)
3. 学会等名 Goldshchmidt Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Natalia Kharitonova, Georgy Chelnokov, Ivan Bragin, L. Liamina, 中村 仁美, 岩森光
2. 発表標題 Geochemistry of the cold CO <sub>2</sub> -rich water in the volcanic aquifer system (Far East of Russia)
3. 学会等名 Goldshchmidt Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 中村 仁美、岩森光、森川徳敏、Natalia Kharitonova、Georgy Chelnokov、Ivan Bragin
2. 発表標題 ロシア極東シホテアリン地域における深部流体の上昇
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩森光、中村 仁美、常青、森川徳敏、原口悟
2. 発表標題 多変量解析に基づく有馬一紀伊地域の深部流体の生成プロセス
3. 学会等名 日本地球化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 L. Liamina, N. Kharitonova, G. Chelnokov, I. Bragin, H. Nakamura, H. Iwamori, N. Morikawa, E. Chebikin
2. 発表標題 Chemical and Isotopic Signatures of the Thermal Groundwaters from Kuldur spa (Russia)
3. 学会等名 Goldschmidt Conference, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩森光、行竹洋平、飯尾能久、中村仁美
2. 発表標題 地球内部の水とその沈み込み帯変動での役割
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁美
2. 発表標題 Behavior of Rare Earth Elements in spring waters: Implications for origin and upwelling process of deep brine
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村仁美・鈴木雄治郎・入山宙・中尾篤史・岩森光
2. 発表標題 島弧における火成活動・火山噴火プロセスの統合的理解に向けて
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura H., Iwamori H., Chang Q., Morikawa N., Kazahaya K., Takahashi M., Tanimizu M
2. 発表標題 Variability of deep seated fluid observed by rare earth elements along Median Tectonic Line
3. 学会等名 10th BIENNIAL WORKSHOP on JAPAN-KAMCHATKA-ALASKA SUBDUCTION PROCESSES (JKASP-2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Iwamori, H., Nakamura, H., Horiuchi, S., Nishizawa, T., Sasajima, R. and Shibasaki, B
2. 発表標題 Dynamical models for subduction zone processes in NE Japan incorporating fluid-rock interactions
3. 学会等名 10th BIENNIAL WORKSHOP on JAPAN-KAMCHATKA-ALASKA SUBDUCTION PROCESSES (JKASP-2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 Geochemical variability of deep seated fluid along median tectonic line.
3. 学会等名 17th Japan-Taiwan International Workshop on Hydrological and Geochemical Research for Earthquake Prediction (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	チェルノコフ ギオルギー  (Chelnokov Georgii)	ロシア科学アカデミー・モスクワ本部・主任研究員	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ハリトノバ ナターシャ  (Kharitonova Natalia)	モスクワ大学・地質学部・教授	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
その他の研究協力者	ブラギン アイバン  (Bragin Ivan)	ロシア科学アカデミー・極東支部・水文学研究室長	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ロシア	ロシア科学アカデミー			
ロシア	ロシア科学アカデミー			