（研究協力者海外派遣事業）

平成 16 年 4 月 23 日

海 外 派 遣 研 究 員

研 究 報 告 書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長殿

海外派遣研究員　所属機関　独立行政法人 産業技術総合研究所
職・氏名　主任研究員 富樫幸雄

1. 派遣先国名:　ロシア

2. 研究課題:　　ロシアにおける顕生代鉱化作用の研究

3. 派遣期間（本邦出発から帰国まで）:

平成 12 年(2000) 3 月 28 日～平成 14 年(2002) 9 月 26 日（913 日間）

4. 受入研究機関及び受入研究者:

ロシア科学アカデミー鉱床地質学・岩石学・鉱物学・地球化学研究所（在モスクワ）
Yu. G. サフォーノフ教授（第一副所長）
Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences (IGEM RAS)
Prof. Yu. G. Safonov (Principal Deputy Director)

5. 滞在中の日程（別紙 1）

6. 所期の目的の遂行状況及び成果
（研究指導，研究協力，講演，調査等実施の状況とその成果）

ロシアは世界最大の陸地面積を持ち，鉱物資源の生産量と埋蔵量は世界最大級である．また，日本の隣国でもあり，とくにその東部は，地質構成の連続性からも，日本の地質研究者から多くの興味を持たれている．しかし，社会主義ソ連時代には地下資源情報は国家機密として厳しく管理され，かつ，その政策が今なお色濃く残っていること，さらに，ロシア一般やロシア語へなじみが薄いことなどから，日ロ相互の研究交流は活発ではなく，日本には，ロシアの鉱物資源関連情報や鉱床学研究の実情はあまり良く知られてこなかった．

このような背景のもと，本研究はロシアにおける顕生代（古生代以降）の鉱化作用を対象に，ロシア最高水準の鉱床学研究機関である IGEM RAS に長期滞在することにより，広大なロシア（および旧社会主義圏の周辺国）の重点的な鉱化帯について，鉱石試料採取を含む現地調査と情報収集を行い，ロシア側研究者との共同研究を行うことを目指したものである．

今回の派遣中に与えられた条件の中で，最終的に実施に至った野外調査研究は以下のとおりである：

（研究協力者海外派遣事業）

(1) ウラル中部の古生代花崗岩活動に伴なう各種鉱化作用（2000 年 8 月；国際地質対比計画 IGCP-373 による国際現地研究討論会へ参加）

これはイギリスの Dr. R. Seltmann の主宰により旧ソ連圏の各種金属鉱化作用を対象に行われている国際研究討論スキームで，ロシア科学アカデミー地質学・地球化学研究所(IGG UB RAS)との共催により実施された国際巡検（研究討論会を含む）である．2 週間以上にわたり，ウラル中部の古生代花崗岩類の周辺に分布する熱水性金，火山性塊状硫化物(VMS)，ペグマタイト，ポーフィリーモリブデン，カーボナタイト，磁鉄鉱スカルンなど，多様な鉱床を訪問しつつ現地討論をおこなった．採取した代表的な試料類は無事に直接現地から日本へ空輸することができた．

印象的だったのはウラル現地での鉱業活動の活発さと，とくにヨーロッパの研究者のロシアの地質現象全般に対する関心の高さであった．とくに，ウラル山脈一帯は古生代における 2 つの安定地塊（クラトン）の衝突及び沈み込みによりもたらされたウラル造山運動のフィールドとして，西側研究者にとってはソ連崩壊によって初めて研究対象となり得た，いわば「処女地」として高い関心を寄せられていることがわかった．

この現地調査，及び，後述の第 2 回目のウラル現地調査の結果をもとに，資源地質学会で口答発表を行うとともに，ウラルの各種鉱化作用の概要と特徴につき印刷公表の準備中である．（公表成果 3，4）

(2) マガダン地域（ロシア北東部）の白亜紀火成活動に伴なう中～浅熱水性金・銀鉱化作用（2001 年 7～8 月；IGEM RAS との共同研究）

IGEM RAS の Dr. Aleksander Volkov（ロシア北東部の金鉱化作用の専門家）との共同研究として，現地のロシア科学アカデミー北東ロシア総合科学研究所地質部門(SVKNII)の協力のもと，約 2 週間にわたり，マガダンとその後背地のコルィマ川流域に分布する中～浅熱水性金鉱床(Natalka, Shkolnoe, Teutejak など) を訪問し，産状観察，試料採取のほか，広域的成因などにつき現地討論をおこなった．金・銀鉱化作用をもたらした広域火成活動は白亜紀末期の珪長質マグマ活動と考えられ，その点では，日本列島における同時期の花崗岩活動との密接な関連が考えられ，今後の日ロ間の有望な共同テーマとして興味深い．

この研究テーマの成果として，第 108 回日本地質学会学術大会（2001 年 10 月；於金沢大学）において，ロシア北東部における広域的な金鉱化作用の総括を Dr. Volkov との連名で口答発表を行った．（公表成果 1）

(3) キルギスタンの金鉱化作用（2001 年 8 月；国際地質対比計画 IGCP-373 による国際現地研究討論会へ参加）

これは上述(1)と同じく，Dr. R. Seltmann 主宰の国際地質対比計画 IGCP-373 による国際巡検（現地研究討論会を含む）である．この参加により，現在，金の生産により国家収入の約 6 割をまかなっているキルギスタンにおいて，Kumtor, Makmal, Jerooy, Taldybulak など，主要な金鉱床のほとんどすべてを訪問する機会が得られた．とくに，Kumtor 鉱床は埋蔵量約 80 百万トン，平均品位 3.6 g/t Au，総 Au 量 288 トン,年間 Au 生産量約 22 トン(2000 年)と世界第 1 級の金山で，目下カナダの Cameco 社が実質的に操業をコントロールして，活発に稼行している．

ソ連崩壊後のキルギスタンは，ロシアとは異なり，日本政府の ODA 対象国にもなり，日本人研究者にとっては資源情報もはるかに容易に得られる状況であったが, 1999 年のゲリラによる日

（研究協力者海外派遣事業）

本人鉱山技術者の誘拐事件以後はそれもほとんど途絶えていた．このたび，短時間内にこの国の主要な金鉱床のほとんどすべてを訪問できたのは大きな収穫であった．

この国際巡検参加中の他の参加者との討論の中で印象的であったのは，広域的な資源探査の基本的な視点として，キルギスタンを含む中央アジアから，日本を含む東アジアまでの一帯を，シベリアクラトン南縁を取り囲む一連の顕生代広域変動帯としてセミグローバルにとらえる考え方が一般的になりつつある，ということであった．その意味で，この地域の大半を占めるロシアを長期滞在の相手国として選んだことは研究面で大きな意義のあることであったと再確認した．

(4) スロバキアにおけるマグネサイト及びタルク鉱化作用（2001 年 9 月；国際地質対比計画 IGCP-443 による国際現地研究討論会へ参加）

ポーランドのクラコフで開催された第 6 回国際鉱床学連合学会（6th SGA-SEG）の学会後巡検の 1 つとして実施されたもので，スロバキア地質調査所(Geological Survey of Slovakia)の Dr. Zoltan Nemeth の主宰する国際地質対比計画 IGCP-443 の第 2 年度事業に相当するものであった．オーストリアから続いているカルパチア山系の石炭紀炭酸塩岩中には経済的規模のマグネサイトとタルクの鉱床が分布しスロバキアの経済を潤している．この巡検への参加者の国籍はスロバキアのホスト達以外に，オーストリア，フィンランド，ブラジル，インド，ロシア，中国，日本（筆者）と多彩で，当然のことながら，多様な工業的用途を持つ非金属鉱物についても多くの国で関心の高いことがうかがえた．オーストリアの研究者が，自国にも経済的に重要な鉱床が分布することから，もっぱら成因論についての議論をリードしていたのが印象的であった．

チェコから分離してまだ間もなく，経済的にあまり豊かではないスロバキアにとって，マグネサイトとタルクの開発は経済効率一辺倒で進めたいところかと思うが，現地で見聞したのは，環境面に対して（時には過剰と思えるほどの）大きな配慮をし，むしろそれを優先させながら鉱業生産を行っていることであった．例えば，マグネサイトの粉砕工程で発生する粉塵により牧草地の土壌にマグネシウム富化汚染がもたらされることから，ほとんど採算を度外視してマグネサイト粉塵の回収と再利用のための特別なプラントを建設する，といった具合である．

この IGCP-443 の活動に参加した成果として，工業技術院地質調査所（現，独立行政法人産業技術総合研究所）の平野英雄博士と連名で，わが国のタルク鉱床の分布と成因を総括して「スロバキア鉱物学会誌」の特集号に印刷・公表した．（公表成果 5）

(5) ウラル南部における火山性塊状硫化物鉱床及び付随する粘土鉱物現地調査（2002 年 9 月）

ウラル南部における古生代火山性塊状硫化物 (VMS) 鉱床と，それに付随する粘土鉱物（パイロフィライト，カオリン）の現地調査を約 1 週間にわたって行った．これは広島大学北川隆司教授との共同研究として行われたもので，ホストはロシア科学アカデミー鉱物学研究所(IM UB RAS；在ミアス)の Dr. Valery Udachin であった．上述(1)でも触れたように，ウラル地域の鉱業は現在，大変な活況を呈しているが，その中でもとくに目覚ましいのが，銅，亜鉛，硫化鉄を産する火山性塊状硫化物鉱床である．これまでに，このタイプの鉱床はウラル全域で 100 以上が発見されており，そのうち，現在稼行中のものは 16 ヶ所，50 以上が更なる精査を待っているという．

この鉱床タイプはロシアでは「ウラル型」と呼ばれており，今回訪問したのは Gai, Kul Yurt Tau, Dzhusa などであるが，特筆すべきは，このタイプはわが国の「黒鉱鉱床」によく似ている点である．両者はプレート沈み込み帯の海洋底環境において珪長質火山岩（主にデイサイト）の活動

に伴って形成された点や，鉱物累帯を伴うレンズ状の鉱体形状を示し，ベースメタル硫化物を主要鉱石鉱物とする点など，多くの共通点が認められる．しかし，一方では，「ウラル型」においては，鉱化時期がシルル紀後期～デボン紀中期(約 420-390Ma)と古いこと（黒鉱型では新第三紀中新世(約 14Ma)），主要金属元素は銅と 亜鉛であること（黒鉱型ではそれ以外に鉛を伴う），などの相違が認められる．また，「ウラル型」の中には，今回訪れた Gai 鉱床のように埋蔵量 380 百万トン(平均品位 Cu 1.6 %, Zn 0.8 %)ののものを含め，埋蔵量 1 億トンを超す巨大鉱床が 5 つも発見されているが，わが国の黒鉱鉱床では，これまでに発見されたものでは 20 百万トン規模が最大である．

わが国の黒鉱鉱床の採掘・操業はすでに終了しているが，ウラルの活発な採掘現場からは，最近，海底熱水系に棲息していたチューブワームの化石（硫化物に交代されたもの）が発見されるなど，新しい知見の発見が今も続いており，世界的に研究者の注目を集めている．黒鉱鉱床研究の豊富な実績を持つわが国の研究者が「ウラル型」鉱床の成因研究に大きな貢献をすることは今後も十分に可能と思われる．

ウラル地域の火山性塊状硫化物鉱化作用の概要を取りまとめ，資源地質学会において口答発表するとともに，印刷公表の準備中である．（公表成果 3，4）

7. 派遣先国の関係学会，学術研究機関，調査研究費等の概要

ロシアの公的な理工学研究機関の体制は，基本的には旧ソ連時代のままである．大きくは，ロシア科学アカデミー(Russian Academy of Sciences; RAS)に所属する研究所と，連邦政府各省庁に所属する研究所とに分けられるが，情報の公開は進んでおらず，とくに，各省庁所属の研究所についてはほとんど情報を得ることは出来なかった．しかし，ロシア最大の研究組織であるロシア科学アカデミーについては，最近の情報をある程度入手することが出来たので，それらをも参考にして以下に概要を記す．（なお，記載は 2002 年 9 月時点のものである．）

ロシア科学アカデミーは 1724 年にピョートル大帝により創設されたロシア最古の科学研究組織で，現在は理工学，人文科学にわたる基礎研究（医学，農学を除く）のための国家機構である．連邦政府科学技術省の所管であるが，伝統的に独立性が高く，組織の最高決定は総裁，副総裁，特別顧問など（すべてアカデミー会員）からなる中央幹部会(Presidium)によりなされる．総裁は応用数学（コンピューター）分野の Yu. S. オシポフ教授で，副総裁（11 名）の中には 2000 年度ノーベル物理学賞を受賞した J. I. アルフョーロフ教授や今回の筆者の受け入れ研究所(IGEM RAS)所長の N. P. ラヴョーロフ教授が含まれる．

ロシア科学アカデミー傘下の研究所数は合計 378 で，これらは分野別に 18 の部門(Otdelienie; Department)に分けられる．総職員数は 113,000 名余り，内，研究者数 54,164 名，博士号保有者 9,043 名，アカデミー会員 481 名である．2000 会計年度（ロシアでは暦年と同じ）の予算実績は 9,976 百万ルーブル（日本円に換算して約 420 億円）で，前年度より 31%増であった．予算源別には，連邦政府からは全体の 53%，連邦政府内特別基金が 8%，外部資金が 36%と，外部資金の比率が比較的大きい．なお，2001 年度予算額は前年度比約 20%増と，順調に伸びている．

1991 年の突然の社会主義体制の崩壊による社会の大混乱により，この誇り高い大組織も大きな打撃をこうむったが，筆者の滞在中にはやっと「下げどまり」からわずかな改善が見られる段階に至ったように見受けられた．「ロシア科学アカデミー幹部会活動報告資料;1997-2001 年度版」によれば，当面の問題は，(1)乏しい財源，(2)頭脳の流出，(3)設備の老朽化，である．これらを解決するための方策としては，(1)研究条件の改善，(2)最先端分野への予算の重点配分，(3)給与改善，徴兵猶予などのインセンティブによる優秀な頭脳の確保，(4)設備の整備，(5)連邦政府レベ

ルの科学政策を推進するための法的な整備，(6)産業との連携や保有資産の活用による新財源の導入，などである．1996 年に制定された「科学及び科学技術政策に関する連邦法」では，総国家予算の 4%を上限として国防以外の基礎研究活動に連邦予算を配分することがうたわれているが，2001 年度の実績は 1.83%にすぎなかったとのことである．

ロシア科学アカデミーの概要については，日本地質学雑誌に投稿し印刷公表した．（公表成果 2）

8. 研究成果の公表

(1) 富樫幸雄，VOLKOV, A. V. (2001)：ロシア北東部，マガダン～チュコトカ地域の地質構造と金鉱化作用．第 108 回日本地質学会年会学術講演，2001 年 9 月 22-25 日，金沢．（要旨集，p. 46）
(2) 富樫幸雄(2002)：ロシア科学アカデミーの現況．日本地質学会 News，vol. 5, no. 5, p. 10-11.
(3) 富樫幸雄(2003)：ロシア中～南部ウラルの火山性塊状硫化物鉱床について．資源地質学会第 53 回年会講演会．2003 年 6 月 18-20 日，東京．（要旨集，O-15）
(4) 富樫幸雄(2004)：ロシア，ウラル地域の火山性塊状硫化物鉱床の産状と成因．資源地質．（準備中）
(5) HIRANO, H. and TOGASHI, Y. (2001): Talc Deposits in Japan: A Review. Mineralia Slovaca, v. 33 (6), p. 595-598.

9. 受入研究機関における待遇及び印象（付与された身分，施設利用の便宜等）

受入研究所の IGEM RAS はモスクワの中心部に位置し，職員数は約 250 名と，数多いロシア科学アカデミー傘下の研究所の中では平均的な規模の研究所である．しかし，研究機器類については，ロシアでは珍しい外国製の質量分析器や電子顕微鏡などが整備されており，それらを活用した研究活動も活発である．所長のラヴョーロフ氏は，前述のようにロシア科学アカデミー副総裁であり，同時に大統領特別顧問でもある．さらに，来日回数も多い親日家としても知られている．おそらく，筆者の長期滞在を伴う共同研究計画に対する受諾はラヴョーロフ所長の裁断によるところが多かったのではないかと思われる．

着任後 IGEM RAS 側から与えられたステータスは，あくまでも「客分」のそれで，身分証明書（「スプラーフカ」といい，ロシアでの長期滞在には不可欠のものである）は，何度もの交渉ののち，やっと筆者本人には与えられたが，一緒に長期滞在した妻には与えられず，かろうじて所長署名付きのレターをもらい，それを折りたたんで常時携帯する，ということになった．（幸い，トラブルにはならなかったが）

さらに，研究室スペース料，研究室備品（パソコン，コピー機，電話機，机，椅子など）の購入，ロシア人共同研究者の野外調査現地への同行旅費なども当方負担で，本派遣制度による現地研究費から支出された．また，当方の強い要望にもかかわらず，研究所の LAN には加入させてもらえず，やむなくインターネット接続は自前で外部プロバイダーと契約して利用した．

ただし，研究室スペースは十分に広く清潔で，何よりも，電話回線が 2 つも利用でき，1 つは電話専用に，もう 1 つはインターネット接続専用に使用するという，現在のロシアの研究所の状況からは大変恵まれた条件であった．また，経費負担の問題を除けば，IGEM RAS 側の対応は友好的で，当方の様々な相談ごとについてはサフォーノフ副所長が誠実に対応してくれた．外国人

がロシア国内，とくに，その辺境部で野外地質調査を行う場合は，国防上の観点から様々な制約があり，その都度，関係当局に許可申請を行ってくれたことは感謝に耐えない．ロシア社会全体にまだ社会主義時代のルールが数多く生き残っており，その制約の中で長期滞在外国人研究者（とその家族）を受けいれ，かつ，公私ともに日常の面倒を見る，ということは，日本人あるいは「西側」の人達が考えるほどには容易ではないようである．

最後に，地質研究者として避けられないことは，採取した鉱石・岩石試料の日本への搬出である．しかし，現在のロシアでは，資源情報が最高レベルの国家機密として扱われていた社会主義時代の規制類がそのまま残っており，公的な許可を得るのに大変煩雑な手続き（およびそれに要するぼう大な時間）と，時には理不尽な「手数料」を覚悟しなければならない．

10. 本事業に対する意見・要望等

旧ソ連崩壊後の社会的混乱がまだ大きく残るロシアに家族とともに長期滞在し，今なお法的には国家機密として扱われる地下資源について共同研究を行う，という計画が，果たして成功するかどうかは，最初は確たる自信はなかった．しかし，着任のあいさつでロシア科学アカデミー副総裁（兼，受け入れ研究所所長）のラヴョーロフ教授に面会した際，「これはパイオニア的な試みだ」といって高く評価してくれた．この言葉がその後のロシア滞在中にどんなに励みになったかわからない．

今，派遣を無事終了して，広大な自然と複雑な社会を有するロシアを相手に，それなりの成果を得ることが出来たことに深い満足感をおぼえている．これも，本事業の実施内容が派遣された研究者（と同伴家族）の現地生活・現地研究活動のための良い条件を備えていたからであると思っている．上述したように，今のロシアでは研究室スペースそのものが「賃貸物件」であり，基礎研究の活動といえども，お金が動かないと進まないようになっている．本事業のように現地研究費が用意されていたからこそロシアでの「長期滞在型在外研究」が成り立ったことは間違いない．また，生活面でも，一定レベル以上の現地生活費（とくに住居費）がないと，治安の悪いモスクワなどでは安心して長期滞在はできない．この点でも，本事業の条件は満足のゆくものであったと思う．今後もこのような観点から，この事業を一層充実させていってほしいものと思う．

終りに，長期にわたる派遣にあたって本事業の運営と後方支援にあたられた科学技術振興事業団(JST)，日本学術振興会(JSPS)，科学技術国際交流センター(JISTEC)の関係者のかたがた，および，様々なご協力をいただいた日本・ロシア両国の関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます．

（了）

（研究協力者海外派遣事業）

様式１－別紙

年月日	出発地	到着地	宿泊地	訪問研究機関及び用務
(平成 12 年) 3 月 28 日	東京	モスクワ	モスクワ	移動（赴任）
3 月 29 日			モスクワ	受入機関あいさつ，業務開始
6 月 10 日	モスクワ	ヘルシンキ	ヘルシンキ	フィンランド出張（長期滞在ビザ申請及び取得）
6 月 14 日	ヘルシンキ	モスクワ	モスクワ	
7 月 18 日	モスクワ	エカテリンブルグ	エカテリンブルグ他	ウラル中部出張（国際地質対比計画 IGCP-373 による国際地質巡検へ参加）
7 月 30 日	エカテリンブルグ	モスクワ	モスクワ	
8 月 4 日	モスクワ	リオデジャネイロ	リオデジャネイロ	ブラジル出張（第 31 回国際地質学会<IGC31>へ参加）
8 月 17 日	リオデジャネイロ	モスクワ	モスクワ	
9 月 20 日	モスクワ	東京	つくば，松江他	日本出張(第107回日本地質学会学術大会 <於松江市>へ参加，ほか）
10 月 10 日	東京	モスクワ	モスクワ	
(平成 13 年) 2 月 18 日	モスクワ	ウィーン	ウィーン	オーストリア・ポーランド出張（科学技術振興事業団欧州派遣者連絡会議及び派遣先訪問）
2 月 20 日	ウィーン	ワルシャワ	ワルシャワ	
2 月 21 日	ワルシャワ	モスクワ	モスクワ	
5 月 4 日	モスクワ	サンチアゴ	サンチアゴ	チリ出張（第 20 回国際地球化学探査学会<IGES20>へ参加）
5 月 12 日	サンチアゴ	モスクワ	モスクワ	
6 月 13 日	モスクワ	ヘルシンキ	ヘルシンキ	フィンランド出張（長期滞在ビザ更新）
6 月 16 日	ヘルシンキ	モスクワ	モスクワ	
7 月 22 日	モスクワ	マガダン	マガダン他	マガダン出張（白亜紀火成活動に伴う金鉱化作用の現地調査）
8 月 4 日	マガダン	モスクワ	モスクワ	
8 月 15 日	モスクワ	ビシュケク	ビシュケク他	キルギスタン出張（国際地質対比計画 IGCP-373 による国際地質巡検へ参加）
8 月 25 日	ビシュケク	モスクワ	モスクワ	
8 月 26 日	モスクワ	クラコフ	クラコフ	ポーランド・スロバキア出張（第 6 回国際鉱床学連合学会<6th SGA-SEG;於クラコフ>および国際地質対比計画 IGCP-443 によるスロバキアのタルク・マグネサイト巡検へ参加
9 月 1 日	クラコフ	スロバキア	スロバキア各地	
9 月 3 日	コシツェ	モスクワ	モスクワ	
9 月 12 日	モスクワ	東京	つくば,金沢他	日本出張（第 108 回日本地質学会学術大会<於金沢市>へ参加，ほか）
10 月 2 日	東京	モスクワ	モスクワ	
(平成 14 年) 6 月 12 日	モスクワ	ヘルシンキ	ヘルシンキ	フィンランド出張（長期滞在ビザ更新）
6 月 14 日	ヘルシンキ	モスクワ	モスクワ	
9 月 1 日	モスクワ	エカテリンブルグ	ミアス他	ウラル南部出張（火山性塊状硫化物鉱床及び付随する粘土鉱物の現地調査）
9 月 9 日	エカテリンブルグ	モスクワ	モスクワ	
9 月 25 日	モスクワ		（機中）	終業及び離任
9 月 26 日		東京		帰国