

ロシア・ベルナツキー研究所滞在報告<sup>†</sup>津島 悟<sup>††</sup>

筆者は、1999年6月16日～25日の期間、ISTC（国際科学技術センター）プロジェクト#1326「アクチノイドを含む放射性廃棄物の地層処分のための地質・地球化学条件の評価」（プロジェクト実施期間は平成10年度～平成12年度、（財）原子力環境整備センターが出資）に関連して、モスクワのベルナツキー研究所で実施されているアクチノイドの溶解度測定実験に参加したので、その報告を行いたい。

ISTCは、旧ソ連諸国の大量破壊兵器に関連のある科学者および技術者に対し、その才能を平和活動に向け直す機会を与えることなどを目的として日米欧露の4極の合意によって1994年3月に設立された国際機関であり、1998年7月に開催された第16回理事会までに、約600件、総計約1億6800万ドルのプロジェクトに対して日本や欧米などから資金援助がなされ、これらに従事したロシア・CISの科学者は約21,300人にのぼる。

ISTC#1326の目的は、アクチノイド核種の深地層での地質学および地球化学的挙動の評価である。プロジェクトは98年12月に開始し、ロシア国内の3つの研究所で分担して実施されており、ベルナツキー研究所での研究は主としてウランの飽和条件下でのアクチノイド（Np, Pu, Am）の溶解度測定である。現在ベルナツキー研究所で行われている試験は、2元素での試験の準備のための1元素でのアクチノイドの溶解度測定実験である。筆者の滞在目的は、これらの測定試験に参加し、実験手法に問題がないかなどをロシアの研究者と議論することなどにあった。また、ISTCプロジェクトの出資国側の研究者が実際の研究に参加した初めてのケースであり、その意味で日露共同研究的要素が強いものである。

ベルナツキー研究所（正式名：ロシア科学アカデミー・V.I.ベルナツキー地球化学分析化学研究所）は、1926年にV.I.ベルナツキーがレニングラード（当時）に設立した生物研究グループに由来するが、研究所は現在モスクワ市南部のモスクワ大学近くに位置する。同研究所は地球化学部門と分析化学部門からなり、30の研究室、約600人の研究者からなる。研究所では、様々な研究を行っている。太陽系の惑星の研究、地球の深層部の岩盤や地殻中の堆積層の研究、自然化学反応の熱力学や動力学、放射性元素・安定元素の地球化学的性質の研究のほか、超ウラン

元素、希土類元素、貴金属元素の化学や全元素の同時分析技術の開発などである。同研究所におき ISTC#1326は、ロシア科学アカデミー会員であり、同研究所の分析化学部門のチーフである Boris Myasoedov 教授の指導で実施されており、実験は同研究所の分析化学部の放射化学研究室の放射性元素分析回収グループが行っている。したがって、筆者が滞在したのも、このグループであった。

まず研究所での試験状況を見て、強く印象に残ったのは、放射線管理が緩やかであり、ホットラボ内であれば比較的自由にいろいろとできる、ということであった。筆者が実験を行ったホットラボでは、U, Np, Pu, Amが使用されているが、いずれのアクチノイド溶液も0.1M近くの高濃度で原液がストックされており、殆どの研究者はフードの中でそれを素手で取り扱っていた。実験の際にフィルムバッチなどをつけることは必要とされず、おかげで筆者も研究所に行ったその日から、何の訓練や登録を受けることもなく白衣をつけるだけで、ロシアの研究者と全く同じ作業に加わることができた。また、殆どの作業はフードの外でできるために手早く作業を進めることができ、短期間の間にいろいろと試験を行うことができたのは幸いだった。

このグループでは、ISTC#1326を手分けして実施しており、同時進行でいくつかのアクチノイドの溶解度測定が行われていた。筆者が参加したのは、人工海水中および合成地下水へのNp(V)水酸化物の溶解度をundersaturation法で測定する試験であった。彼らによる実験は、極めて丁寧かつ慎重に行われているというのが正直な印象である。実験ノートをこまめに記録しており、このノートは単にデータの数値を書き込んでいるのではなく、実験の手順やその際の事細かな状況なども書いているようであった。このため、後にロシア側と筆者との間で実験上の問題点などを議論した際に、筆者が出したいいくつかの細かな質問に対しても、担当者が自分の実験ノートを参照して丁寧かつ具体的に回答してくれたのには感心もし、また安心もした。

筆者の当初の関心事は、ISTC#1326が「きちんと行われているか」ということにあったわけだが、彼らは極めてまじめで誠実な研究者であり、プロジェクトの学問的な重要性を認識しつつ、それをきちんとこなし、さらに今後のあり方などについてのいくつかの提案を持ちかけてもきた。こうなると議論のやり方も、日本側が何かを注文し、その指示通りにロシア側に実験してもらう、と

<sup>†</sup> Actinide solubility experiments (ISTC #1326) at V.I. Vernadsky Institute of geochemistry and analytical chemistry of Russian Academy of Sciences, by Satoru Tsushima (tsu@qs.t.u-tokyo.ac.jp)

<sup>††</sup> 東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻, Department of Quantum Engineering and Systems Science, School of Engineering, The University of Tokyo 〒113-0032 文京区弥生 2-11-16

いうよりは日露双方が研究者として一緒に方向性などをあれこれ議論したりする感じになったのだが、そのおかげで筆者も滞在中は極めて建設的で有意義な時間を過ごすことができた。

この研究所での分析技術などには、いくつかのユニークな点が見られたが、特に印象に残ったのは、同研究所で開発されたという蛍光を利用したアクチノイドの微量分析技術であった[1-3]。アクチノイドを含む溶液試料をCaF<sub>2</sub>などに滴下してそれを約1000℃で焼成し、水銀ランプによる照射によって得られる蛍光の発光強度を測定するものである。この手法によるアクチノイドの検出限界は、U:5×10<sup>-12</sup> g/g, Np:5×10<sup>-13</sup> g/g, Pu:2×10<sup>-11</sup> g/g, Am:2×10<sup>-12</sup> g/g とのことであった。一方この手法の欠点は、アクチノイドの発光が共存するイオンや物質によって抑制される、いわゆる消光が起きることである。したがって、この手法を用いて定量する際には、対象となる試料溶液にアクチノイド以外に何がどれだけ溶解しているかを正確に把握しておき、上記の方法による蛍光強度の測定の後に、共存物質の消光の速度定数などを用いて補正をする必要が生じる。このような作業は、数多くのイオンが溶解している場合には、極めて煩雑なものとなる。

筆者は、94年10月～95年1月にモスクワ物理工科大学に滞在した経験を持つが、5年前と比べてロシアの研究所の状況は総じて好転しているように感じた。研究所にも若い人たちが働きに戻ってくるようになっており、少しずつではあるが活気を取り戻しつつあるように思う。しかし、同時にそれはISTCの力によるところが大きいとも感じた。今回の滞在中、モスクワ物理工科大学の「同期」の卒業生達と会食する機会を持てたが、その際にもISTCの話題となり、彼らの何人かがISTCとの関わ

りで仕事を得ていることを知った。彼らの殆どは国内で職を転々としていたり海外で働いたり、まさに激動の5年間を生き抜いてきており、夜遅くまで彼らとの話は尽きなかった。筆者は彼らの将来に不安を感じつつ別れたが、社会的かつ経済的に困難な状況下にあるロシアが、いつからISTCの力を借りずにやっていけるのかは、まだまだ不透明だと感じざるを得なかった。

最後に、今回のロシア出張にあたっては、(財)原子力環境整備センターならびに通商産業省の多大なお世話になった。また、ISTC#1326での議論を通じて、大貫敏彦主任研究員(原研)、鹿園直建教授(慶大)、朽山修助教授(東北大)、宮崎芳徳主任研究官(地調)には特にお世話になった。ここに謝意を表したい。

#### 参考文献

- [1] Gliva, V.R., Novikov, Yu.P., Myasoedov, B.F.: The photoluminescence of crystallophosphors on the base of NaBi/WO<sub>4</sub>/2 Activated by americium, plutonium and neptunium. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters* **135**, 307-312 (1989).
- [2] Novikov, Yu.P., Gliva, V.B., Ivanova, S.A., Myasoedov, B.F.: Luminescent determination of microamounts of plutonium. *J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters* **103**, 337-342 (1986).
- [3] Novikov, Yu.P., Karyakin, A.V., Myasoedov, B.F., Gliva, V.B., Ivanova, S.A.: Photoluminescence of crystallophosphors for the determination of <sup>237</sup>Np and <sup>239</sup>Pu. *Spectrochim. Acta* **41B**, 777-781 (1986).