

Migration'99[†]参加記山口徹治^{††}

1 経緯

1999年9月26日から10月1日まで、米国 ネバダ州 レイクタホのホテル ハイアットレジエンシーにおいて Migration'99 (地圏におけるアクチノイド元素と核分裂生成元素の化学と移行に関する第7回国際会議) が開催された。この国際会議は放射性廃棄物に含まれる元素の地中挙動評価に対する科学的な裏付けを、最も精力的に議論してきた国際会議である。会議で扱うのは、アクチノイドと核分裂生成元素についての天然水系における基礎化学、地圏における相互作用と移行、地球科学的なモデリングで扱われるプロセスの3分野である。1987年に第1回が開催されて以来、隔年開催されて来た。2年前に第6回会議が仙台で開催されたのは記憶に新しいところである。今回はローレンスリバモア国立研究所の主催で開催された。

2 会議概要

9月26日、サンフランシスコ国際空港から国内線で1時間弱でリノ(Reno)空港、そこからシャトルタクシーを飛ばして45分でタホ湖北岸のインクラインビレッジという町に着いた。会場となるホテル ハイアットレジエンシーの広間で、歓迎会が開催された。翌27日(月)からは、朝8時から18時まで参加者全員が一堂に会して口頭発表を聞くという本会議ではおなじみのスタイルで、18のセッション(口頭発表65件)が行われた。27日(月)及び28日(火)には19時半から22時半までポスターセッションが行われ、熱心な議論が交わされた。朝8時から夜10時半までプログラムがぎっしりというのは、時差ボケを直すにはもってこいである。29日(水)だけは午前中のみセッションがあり、午後はレイクタホの観光ツアーが組まれた。30日(木)のセッションの後にはバンケットが催され、参加者は食卓を囲んで大いにリラックスした。10月1日(金)に会議は閉幕したが、10月4日(月)にはヤッカマウンテンのツアーが用意されていた。発表件数は開催国であるアメリカ、運営委員会議長 J. I. Kimのおひざ元のドイツを中心に274件 (Table 1に示した266件+特別セッション8件)、参加者は300余人を数えた (Table 2)。

3 テクニカルセッション

今回の会議では、1日目の冒頭に「モデルの応用」のセッションが組まれていたのが印象的であった。過去に2回(93年及び97年)この会議に参加したが、この会議では地球科学的な実験的研究が花形であり、モデルに関するセッションがこのように重く扱われた記憶はない。このセッションは米国地質調査所のDavisによる表面錯体モデルを用いたウランの移行挙動のシミュレーションについての講演で幕を開けた。かつてこの手のモデルは、数字あわせにすぎないとか、地球科学計算の演習問題を解いているだけなどと批判されたが、ウランについてはほぼ定説となってきた感がある。これにはウランの熱力学データが整備され、錯生成の評価についての不確かさが著しく減少したことが大きく貢献している。次の課題は超ウラン元素や核分裂生成元素への適用であるが、各元素の熱力学データが整備されるにつれてモデルの適用範囲も広がっていくと考えられる。

XAFSをはじめとする新しい実験手法が広く利用されるようになり、溶解度・溶解反応、錯生成反応、酸化還元反応、収着現象等の研究において、化学形態について実験的に得られる情報が飛躍的に増加し、メカニズムの理解が進んだのも今回の会議の特徴である。例えば原研の木村らはレーザー誘起蛍光分光法を用いて、EuやCmが有機酸存在下では有機錯体として粘土鉱物に吸着されていることを示した。

溶存化学形態について言えば、より多くの研究者が3成分からなる錯体を考慮するようになった。筆者は1993年のこの会議でOH⁻とCO₃²⁻が同時に配位したPuの錯体(Pu(OH)₂(CO₃)₂²⁻等)の生成について発表したが、それから6年を経て3成分からなる錯体の生成も常識となってきた。今回の会議で3成分からなる錯体の生成が考えられた系として、Tc⁴⁺-OH⁻-SO₄²⁻、UO₂²⁺-OH⁻-SO₄²⁻、Th⁴⁺-Ca-ISA、UO₂²⁺-OH⁻-HA、UO₂²⁺-CO₃²⁻-HAがある。

難しい研究テーマと言われてきた有機物、コロイド、微生物についても、研究は着実に進展している。例えばネプツニウム(V)のフミン錯体について、東北大学の枘山らは溶媒抽出法を用いて低濃度で実験を行い、従来の値を大きく上回る生成定数を発表した。これに対してJ.I. Kim が既存の値との整合性についてコメントを要求し押し問答となったが、聴衆の多くは発表者の説明に共感していたようである。有機物やコロイドを含む複雑な地下水システムに対して、シンプルな系での知見を積み上

[†] Report on the seventh international conference on the chemistry and migration of actinides and fission products in the geosphere, by Tetsuji Yamaguchi(yamaguch@sparclt.tokai.jaeri.go.jp).

^{††} 日本原子力研究所 東海研究所 安全性試験研究センター Japan Atomic Energy Research Institute 〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2-4

Table 1 Number of papers for each session. Number in parenthesis represents the contribution from Japan.

分野	セッション名	第4回 1993年 チャールストン	第5回 1995年 サンマロ	第6回 1997年 仙台	今回 1999年 イワナ
(A)	1.溶解度と溶解反応	18(1)	22(2)	19(7)	22(1)
	2.無機・有機錯体	24(2)	27(1)	19(4)	30(3)
	3.酸化還元反応	4(0)	5(0)	7(2)	9(2)
	4.コロイド形成	15(2)	12(1)	6(2)	5(0)
	5.分析手法	16(0)	7(0)	7(4)	13(3)
(B)	1.拡散と移行	45(4)	35(3)	30(13)	33(6)
	2.吸着・脱離現象	33(5)	54(6)	47(15)	51(8)
	3.ナチュラルアナログ	17(2)	29(3)	31(12)	11(0)
	4.生物・有機物の効果	7(0)	12(1)	23(3)	13(1)
	5.コロイドの移行			7(1)	8(0)
	6.土壌中の放射性核種			4(2)	26(1)
	7.土壌修復の化学				5(0)
(C)	1.モデル結果の実証	4(0)	8(0)	4(0)	3(0)
	2.データ選択と評価	7(0)	4(0)	3(0)	9(0)
	3.データベース管理	4(0)	1(0)	2(0)	0(0)
	4.地球化学モデリング	20(1)	23(0)	14(1)	16(2)
	5.モデルの応用	13(2)	21(0)	18(1)	12(0)
合計		227(19)	260(17)	241(67)	266(27)

(A): 天然水中のアクチノイド元素及び核分裂生成元素の化学

(B): 地球化学的相互作用と輸送現象

(C): データベース開発とモデリング

Table 2 Number of participants.

国	参加者数
Australia	5
Austria	1
Belgium	6
Brazil	1
Canada	4
Czech Republic	3
Finland	9
France	26
Germany	35
Greece	1
Italy	2
Japan	24
Korea	2
Lithuania	1
Russia	2
Scotland	1
Slovenia	1
Spain	8
Sweden	24
Switzerland	11
Turkey	1
UK	8
Ukraine	1
USA	126
合計	303

げるというアプローチが有力であり、成果もあがっている。例えばベルギーのSCK・CENのPirletによる低pHにお

ける Np^{4+} のフルボ酸錯生成についての発表、ドイツ放射化学研究所のPompeによるフミン酸の官能基の中のフェノール系OH基の機能についての発表があった。一方では複雑な天然システムに挑戦し、重要な知見を得ているグループもある。カナダAECLのVilksは花崗岩亀裂内において天然コロイド共存下でAmとSrの移行実験を行い、天然コロイドの濃度が低い(1~3 mg/l)場合でも核種移行に影響があることを示した。今後も様々な角度から研究が進められていくと考えられる。微生物の影響に関して4件の口頭発表があったが、この分野の研究はまだ手探り状態という印象を受けた。微生物の影響として、放射性元素の取り込み、放射性元素の動き易さの変化、放射性元素の還元といった観点で研究が行われている。

SKB(スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社)のSpahiuが発表した使用済燃料からの溶出挙動に関する研究に対して、同国王立科学技術研究所のGrentheは「使用済燃料の研究は20年間mistakeとwaste of moneyをやってきた」と厳しくコメントした。Grentheの指摘は、研究の結果を内挿するのは結構だが外挿するためにはメカニズムや機能がわかっていなければならない、というものであった。使用済燃料からの浸出に限らず、限られた時間内に行われた実験結果をもとに長期間の安全評価を行おうとする我々にとって、忘れてはならない指摘である。これに刺

激されてか、廃棄体（ガラス、使用済燃料）からの溶出に関しては議論が活発だった。熱力学データで溶解度を評価するという考え方がかなり浸透しており、熱力学データベースも整備されつつあるのは確かであるが、例えばアルゴンヌ国立研究所のFinchの発表のように熱力学的には不安定なはずの相が実際にガラス固化体内にあることを示されると、熱力学にどこまで頼ってよいのか、また現在のデータベースはどの程度信頼できるのかという議論がまだまだ必要にも思える。そういう意味では、ローレンスリバモア国立研究所のRobertsの $Np(V)$ の中性溶液からの $NpO_2(c)$ の生成実験は印象的であった。熱力学的にはあり得るが、いまだ観察されていない事象を実験的に確認する試みだからである。

4 終わりに

この会議で感じたことは、一つの現象を解明するためにさまざまなアプローチがあるということ、そしてさまざまな違った角度からの研究の結果をつき合わせるこ

により、その現象に対する我々の理解は深まっていくということであった。そういう有意義な意見交換の場面が随所に見られた良い会議であったと思う。この参加記には客観性を欠く部分や筆者の思い違いもあると思うので、学会誌の「国際会議の窓」等に掲載される会議報告も併せて見ていただきたい。またこの会議の発表の内容はRadiochimica Acta誌とJournal of Contaminant Hydrology誌に論文として出版されるので、そちらも是非読んで頂きたいと思う。

レイクタホはアメリカ人に人気の新婚旅行スポットと聞いた。ネバダ州というと砂漠というイメージがあるが、ここには湖水に木々の緑が映えた美しい景観が広がり、筆者にとっても落ち着ける場所であった。評判に違わずカジノは充実しており、初心者も楽しめるものであった。次回会議 (Migration'01) は 2001 年 9 月にオーストラリアで開催される。