

留学体験記

筆者は原子力留学制度を利用して、2013年10月から2014年9月までの1年間、イタリア共和国の国立膜技術研究所に留学しました。滞在したのはイタリア南部の Calabria 州にある Rende という小さな町でした。膜技術研究所は Calabria 大学のキャンパス内に位置しており、筆者は研究所から徒歩15分の場所にあるアパートで妻と長男と共に居住しました。

筆者は Alberto Figoli 博士の指導の下、熱誘起相分離 (thermally-induced phase separation, TIPS) 法によるポリフッ化ビニリデン (PVDF) 多孔膜の作製と膜の構造・特性の解析を行いました。TIPS 法は、(i) PVDF 粉末を適当な溶媒に高温で溶かすことによる均一溶液の調製、(ii) ガラス基板上への溶液の塗布、(iii) 冷却と乾燥による溶液の固化 (薄膜への変化)、(iv) アルコール中における基板からの薄膜の剥離・回収、という手順で行います。筆者の研究のポイントは、(i) において、これまで使われてこなかったクリーンな新規溶媒を用いたことです。はじめの頃は、作製した膜の機械的強度が非常に弱く、回収する際に膜が分解してしまいました。この結果について Figoli 博士らと議論し、(ii) のガラス基板の温度が高いことが原因ではないかと推測しました。そこでガラス基板の温度を室温程度に低く設定し、(iii) の溶液の冷却速度を速めたところ、十分な強度をもつ薄膜を作製できるようになりました。次に、電子顕微鏡によって PVDF 膜の形状を観察し、また空孔率、空孔サイズの分布、機械的強度、表面の接触角度などの膜特性を測定しました。これらの結果から、得られた PVDF 多孔膜は、さまざまな膜分離プロセスへの実用性を有することが明らかになりました。1年間という比較的短い留学期間でしたが、周囲の研究員に大いに助けられたこともあって豊富なデータを得られ、この成果を論文にまとめて投稿できるようになりました。

研究に関して筆者が最もお世話になったのは、当時博士課程の学生だった Claudia です。彼女は、筆者が行ったほぼ全ての実験に関して、試料の作製や装置の扱い方を教えてくれ、また得られたデータを一緒に考察してくれました。他の研究員も皆とても親切で、何か分からないことがあれば、すぐに相談に乗ってくれました。

研究員たちとはプライベートにおいても親密な交流がありました。Claudia は寿司が好きらしく、そのため筆者の家族と共に何度か中華・和食レストランに足を運びました。また夏に一度、筆者家族は Claudia の実家に招かれ、海水浴とバーベキューを楽しみました。研究員のなかで最も仲がよかったのは Diego です。彼は筆者とは別のグループに所属していましたが、研究所主催の立食パーティーで会話したのをきっかけに親しくなりました。Diego は日本のアニメや漫画が好きで、もともと日本に興味があったとのことでした。留学が終了するまでの間、筆者と Diego は週末になれば (たまに平日も)、一緒に食事をしたり映画を見に行ったり、夏になれば海水浴をしたり、あるいはブラジルワールドカップのイタリア戦をスポーツパーで観戦したり、親密な友達付き合いをしました。また、2歳の息子がベビーチェアから床に転落して右腕を骨折するというハプニングがありましたが、そのときは Diego が筆者家族を病院まで連れて行き、医者のお話イタリア語を英語に通訳してくれ、そのおかげでスムーズに診察を受けることができました。Diego には本当に本当にお世話になりました。



写真 1. 休暇中に家族で訪れたローマのコロッセオにて。

1年間の留学中、中・長期の休暇をとる機会は3回ありました。1つ目は年末年始、だいたいクリスマスから1月6日までの間、2つ目は4月の復活祭前後の1週間、3つ目は約3週間の夏休みです。これらの休暇を利用して、筆者は家族とともにイタリア国内を旅行しました。ローマ、フィレンツェ、ベネチア、ミラノ、ナポリ、ペローナ、シチリア島、青の洞窟のある

カプリ島, アマルフィ海岸, ポンペイ遺跡, シエナ, アルベロベッロ, マテーラなど, 数多くの観光名所を訪れることができました。

研究においてもプライベートにおいても非常に充実した体験ができた実感しています。このような素晴

らしい留学の機会を与えて下さった原子力機構に深く感謝します。

(日本原子力研究開発機構 澤田 真一)

IRaP2014 参加報告

平成 26 年 10 月 6 日から 10 日にかけて, 韓国・済州島で Ionizing Radiation and Polymers (IRaP2014) が開催された。本稿では, その際の会議や講演の様子について報告する。IRaP は今回が 11 回目の開催で, 今回は本会議初めてのアジア圏である韓国・済州島 KAL ホテルにて開催される運びとなった。本会議には, 世界中から放射線化学の専門家が集い, ポスターセッションや口頭発表を介して, 期間中絶えることなく放射線化学の議論が交わされた。本レポートでは, 日程上, 特に発表が集中している 10 月 6 日・7 日について報告する。

10 月 6 日は, セッション A「Fundamentals of Polymer Radiation Processing」と, セッション B「Effect of Radiation on Polymer properties」についての口頭発表, 夕食後にはポスターセッションが行われた。

セッションの初日から活発な議論が行われ, コーヒーブレイク中にも, 各所で議論が行われている様子が見られた。セッション A では, 筆者の所属する研究室の鷲尾教授の発表が行われた。重イオンビームを用いた燃料電池用の電解質膜の開発についての発表をされた。ビームの特性を利用して, 電解質膜の官能基の分布に傾斜を付けることで, 電解質膜の性能が向上する事が発表された。セッションの初日から活発な議論が行われ, コーヒーブレイク中にも, 各所で議論が行われている様子が見られた。筆者(竹中)もポスターセッションにて, 電子ビームグラフト重合を利用したフッ素系高分子アクチュエータの開発研究について発表を行い, 恐れ多くも Poster Award を頂いた。拙い英語ではあったが, 一線で活躍する研究者の方々に聞いていただき, 質問のほか研究についてのアドバイスもいただいた。この発表・議論を通して, 現状や今後の課題について再確認・発見をすることができ, 研究に対するモチベーションがより向上した。

10 月 7 日には前日のセッション B の続きから始まり, セッション C「Preparation of Absorbents by Radiation and Applications」, セッション D「Radiation Curing of Polymers」, セッション E「Surface Treatment of Radiation」, セッション F「Radiation Sterilization of Polymer Medical Products」の 4 つが行われた。セッション B の講演が全日程の全講演のうちの四分の一を占めており, 高分子における放射線の照射効果の研究がいかにも注目を集めているかということを感じることが出来た。この日朝 9 時から休憩等をはさんで 20 時まで講演が行われ, 4 日間の中で一番内容の濃い一日であったと思う。セッション E では阪大の田川先生より半導体作製応用へ向けた EB, EUV リソグラフィの講演行われた。また, 筆者が最も印象に残った講演は, ドイツの Frank-Holm Roegner 氏による「電子線による架橋を用いた古文書の保存, 安定法」であった。電子線架橋の技術が古文書保存に使われていること自体が目から鱗であり, 多数の古文書を保存している我が国でも導入を検討する価値があると感じた。

ほとんど全ての講演において, 終了後に活発な意見交換が行われた。そのためセッションの終了時間が 30 分近くずれ込むことがしばしばであったが, 非常に活気のある素晴らしい会議であったといえるであろう。

筆者(花崎)は午前中のセッション B でポリイミドフィルムに対する重イオンビームの照射効果について講演した。拙い英語での講演にもかかわらず, 予想以上に多くの方から英語で質問を頂き, 応答に四苦八苦しながらも有意義なディスカッションをすることが出来た。

会議は 10 月 9 日の最終日の午前に全ての講演が終了した。その後, 次回の IRaP2016 はフランスのコート・ダジュールで開催されることがアナウンスされた。

また、今年の5月に京都にてICRR2015が開催される旨が鷲尾教授と、阪大の吉田教授よりアナウンスされた。筆者（花崎）はこのIRaP2014が初めての海外での国際学会であった。様々な国の研究者達が一同に会し、熱い議論（時にはやや険悪な雰囲気になることもあったが）を繰り広げている姿は新鮮であり、刺激的であった。4泊5日という比較的短い時間ではあったが、多くのものを得ることが出来た。また自分の英語力の乏しさを痛感した次第である。また、筆者（花崎）は海外旅行の経験がほとんどなく、行くまではいろいろ不安が募っていたが、主催者側のきめ細かい配慮により、4日間非常に快適に過ごすことができた。この場を借りて御礼申し上げたい。



写真 1. 集合写真

(早大理工研 竹中 怜, 花崎 祐)

11th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry 参加報告

2014年11月9日-14日に、インド・ゴアで開催された国際会議 11th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry (PPC-11) に参加した。この会議は、陽電子・ポジトロニウム化学の最新的话题を実験・理論研究の両面から議論する場として、3年に1度開かれている。今回の会議では、26ヶ国から多数の研究者が参加していた。開催地であるインドからの参加が多いなか、日本からも多くの参加・発表があった。各国の発表件数を表1に示す。

表 1. 各国の発表件数（発表者の所属国で計算）

参加国	総数	口頭	ポスター
インド	37	20	17
日本	17	11	6
ロシア	7	6	1
アメリカ	5	3	2
イギリス	5	5	0
ドイツ	5	4	1
イタリア	3	3	0
フランス	3	2	1
ポーランド	3	3	0
その他	24		

電子の反粒子である陽電子は、対消滅に伴う γ 線を用いることでサブナノサイズの物質研究を非破壊で行うことができる。この対消滅は、陽電子と物質、あるいは陽電子・電子の束縛状態であるポジトロニウム(Ps)と物質との化学的な相互作用に敏感である。今回の会議でも、ポリマーやナノ構造体、薄膜から金属、半導体、生体分子にいたるまで、様々な応用的研究が報告された。基礎研究の報告も多くなされた。陽電子散乱に関する実験・理論研究や、反水素の重力作用の検証、ポジトロニウムの多体効果の理論研究など、その内容も多岐にわたり、基礎・応用、理論・実験の両面に充実していたという印象を受けた。研究分野の近さから、筆者が興味を持ったのは、A. Deller 先生と D. B. Cassidy 先生の励起 Ps に関する研究、O. Morandi 先生、P.-A. Hervieux 先生、G. Manfredi 先生のシリカ空孔中におけるポジトロニウムのボース・アインシュタイン凝縮に関する研究、Hasi Ray 先生の陽電子・ポジトロニウム・ミュオニウム-原子衝突の理論計算であった。

筆者は基礎研究のセッションにおいて“High-precision calculation of loosely bound states of LiPs^+ and NaPs^+ ”というタイトルで口頭発表の機会を得た。 LiPs^+ と NaPs^+ は総じて「陽電子アルカリ原子」とよばれ、陽電子をアルカリ原子が束縛した系である。この系では、アルカリ原子の価電子と陽電子がポジト

ロニウムとなってアルカリイオンの周りを取り囲み、Ps 八ローを形成する。その束縛エネルギーは非常に小さく、高精度な量子力学的三体計算が必要となる。今回の発表では、相対論を考慮した高精度な有効ポテンシャルを用い、陽電子アルカリ原子の相対論効果まで評価した最近の計算について報告した。精密計算の結果、リチウムやナトリウムといった軽元素であっても、陽電子アルカリ原子では相対論効果が束縛エネルギーに大きく現れることが明らかになり、Ps 形成による非相対論的引力の低減が大きく寄与していることを指摘した。

発表後のコーヒブレイクやランチタイムの際、多くの先生方からご質問やご意見を頂けたことが何より嬉しかった。陽電子アルカリ原子に関しては、理論研究は多く行われているが、実験はまだ計画段階である。今回は、実験家の先生にも興味を持っていただき、非常に価値のある議論をすることができたと思っている。

最後に、ゴアのビーチ近くで撮った集合写真を掲載する。この写真からもわかるように、会場がリゾート

地ということもあり、リラックスした雰囲気でも多くの人と交流を持つことができた。また、常にあたたかな(少し暑い)気候で環境としても申し分のない場所であった。

次回の PPC はポーランドで開催されるとのアナウンスがあった。非常に実りある国際会議だったので、次回も是非参加したい。



写真 1. 集合写真

(東北大学大学院理学研究科 山下 琢磨)