

DNAの放射線損傷に関する 国際ワークショップ参加報告

International Workshop on Radiation Damage to DNA (IWRDD)が平成20年6月8日から12日まで裏磐梯ロイヤルホテル(福島県)で開催されました。IWRDDはほぼ2年ごとに行われ、今回はトルコで次回はアトランタ(USA)で行われることが決まっています。記念すべき第10回目が日本でされることもあり招待講演者21名、Young Investigator Awards採択者12名を含む100名超の参加者数でした。講演プログラムはOhtsura Niwa博士(放医研)によるPlenary lectureに始まり、物理・化学・生物学ごとに分かれた14セッションを1会場で4日間行われる構成でした。それに加え、ポスター発表も2日間に分け51演題が行われ、非常に密度の濃い4日間の会議でした。

重粒子線を含む放射線によるDNA損傷

私は放射線生物が専門であったため、DNA損傷といえすぐにDNAの鎖切断、塩基の酸化や架橋をイメージします。しかし、放射線物理・化学の先生方はDNA上の電子の挙動レベルでDNA損傷の議論をされており、放射線によってエネルギー付与が起きた時点から分子内・間のエネルギー移行過程の非常に早い時間(～ 10^{-6} 秒)をもDNA損傷として見ていることに驚きました。この会議の特徴の一つである、多岐にわたる最先

端分野の研究者同士が一つのテーマについてじっくり議論するスタイルだからこそ感じることであった感動でした。放射線の影響を物理的、物理化学的、生化学的、生物学的過程と時間を追って学べる数少ない会議であることも痛感しました。10年ほど前から注目され始めたDNA損傷のクラスター化(クラスター損傷)に関する講演が非常に多かったように思えます。これはポスター発表においても同様でした。DNA二本鎖切断(DNA DSB)を含むクラスター損傷はLETの増加とともに増えるものと昔は考えていました。しかし、プラスミドDNAや培養細胞を使った実験では必ずしもLET増加に比例してクラスター損傷も増加するわけではなさそうでした。IWRDD終了後にさまざまな文献を調べてみると、DNA DSBはLET増加とともに「増加する」と報告した論文と「減少する」と報告した論文があることに気がつきました。この会議ではクラスター損傷のLET依存性に関する議論は少なかったが、まだまだ謎は多く、研究を進める余地はあるように思えました。

DNA損傷の修復と生物影響

さらにクラスター損傷の研究の詳細を言えば、損傷の生成過程よりも損傷の修復に関する研究が国内・国外で盛んに行われている印象を受けました。例えばクラスター損傷を構成する損傷塩基に対する修復タンパク質の同定や機能解析に関する最新の研究成果はもちろん、損傷の空間分布の違いによる修復タンパク質の反応効果を



写真1 会場入口にて、横谷明徳先生(左:原子力機構)とIWRDD開催責任者の井出博先生(中央:広島大)ならびに小林克己先生(右:KEK)の受付開始直前の記念写真。



写真2 毘沙門沼越しに見た磐梯山。

調べる研究も多々ありました。直接的に、放射線の影響を見ているわけではないが、放射線によって生成されるであろう損傷に対する修復機構を明らかにしようとする研究傾向があるようで、これらはかなりのインパクトある研究と位置づけられているようです。私の個人的な感想では、さまざまな放射線によって生成されるクラスター損傷の特徴とその特異的な修復機構が明らかにされることを期待しています。きっと近い将来、この疑問は解決されるでしょう。そしてDNA損傷修復に関する研究ではわれわれの「放射線」を主体とした研究領域が他のどの研究領域よりも一歩先に進んでいるのではないのでしょうか？

おわりに

会議以外では11日の午後にエクスカージョンがあり、会津若松城と酒蔵見学ツアーと裏磐梯グランデコから松原湖までのハイキングツアーがありました。会議期間中はともてよい天気です山の緑がとともきれいでした。ハイキングツアーには最適の日和でしたが、途中で激しい雨に打たれるはめになったとか噂を聞きました。しかし、会場周辺では全くそのような天候は考えられないほど晴

天でした。私が参加した会津若松城と酒蔵見学ツアーでは会津若松城の美しさと立派な堀が印象的でした。天守閣からの眺めも非常に美しいものでした。こちらのツアーに参加した多くの方々は酒蔵見学での利き酒が目当てであったように思えます。お酒にあまり縁のない私でもおいしくいただけました。

最後に日本でのIWRDDを大成功へ導いたKatsumi KOBAYASHI博士(KEK)とHiroshi IDE博士(広島大)、Organizing committeeの先生方ならびに会場の裏方を積極的に務めていただきました広島大のみなさん、原子力機構の先生方、若手放射線生物学研究会の若手の先生方、そして私に初めての英語での口頭発表の機会を与えていただきましたYoung investigator award committeeの先生方にこの場を借りて感謝申し上げます。今回お会いできたすばらしい先生方と2010年5月15日に開催されるアトランタでのIWRDDで再会できることを期待します。

(放射線医学総合研究所重粒子医科学センター
粒子線生物研究グループ生物物理研究チーム
平山亮一)

第45回アイントープ・放射線研究発表会参加報告

標記研究発表会は、2008年7月2日(水)~4日(金)の3日間、東京の日本青年館で開催された。例年のように、会期全日程を通じて活発な発表と議論が行われた。本稿では、(1)放射線効果と(2)陽電子消滅の2テーマについて述べたい。

(1) 放射線効果

本テーマは4セッションに分かれ、計16件の発表が行われた。

このうち、パルスラジオリシス(PR)法に関する発表が最も多かった。PR装置の開発に関しては、早大理工総研の藤田らが、フォトカソードRF電子銃を用いたPRシステムについて報告した。この新規PRシステムでは、Cs-Teカソード装備のRF電子銃を導入しており、これまでのシステムと比較して電子ビームの電荷量を大幅に向上できた。システムの性能を評価するため、水和電子吸収測定実験を行ったところ、高いS/Nが得られたとの内容であった。PR法を利用した研究に関しては、東大院工の付らがカルノシンとその誘導体のフ

リーラジカル反応について、東大院工の端らがエダラボン誘導体とOHラジカルの反応性について、原子力機構の林らが水の放射線分解について、東大院工の高橋らが安息香酸イオンとOHラジカルの反応性についてそれぞれ報告した。PR法は、このような放射線化学反応の機構を解明するうえで、今後ますます重要な実験手法になると予想される。

高分子への放射線照射に関する発表は3件あった。都立産業技術研究センターの榎本らは、超高分子量ポリエチレンに対して放射線を照射し、これによる結晶構造の変化を調べた。結晶化度は、照射線量が25kGyまでは急激に増大するものの、それ以上線量を上げては変化しなかった。早大理工研の白木らは、架橋ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)を基材とする放射線グラフト電解質膜を用いて燃料電池発電試験を行った。架橋PTFE電解質の粉碎粒子とNafion分散液を混合して作製した電解質膜は、Nafion膜や従来の架橋PTFE電解質膜を用いたときよりも優れた電池性能を示した。電解

質膜と電極触媒層の接触性が電池性能を大きく左右することを端的に示す実験結果である。早大理工研の高澤らは、架橋 PTFE の集束イオンビームによる微細加工について報告した。スチレンを放射線グラフトした架橋 PTFE 膜は、電流値と照射フルエンスを上げることで加工可能であることがわかった。

(2) 陽電子消滅

本テーマは 5 セッションに分かれ、計 21 件の発表が行われた。

このなかで筆者は、架橋 PTFE を基材とした燃料電池用電解質膜の構造解析に関する発表を行った。この膜は、架橋 PTFE 膜に対してスチレンの放射線グラフト重合を行った後、得られたグラフト膜をスルホン化することで作製される。電解質膜中には、大小 2 種類の自由体積空孔（直径が 0.28~0.30 nm と 0.44~0.45 nm の空孔）が存在し、膜の含水状態にかかわらず、それらの空孔サイズは変化しないことなどを報告した。筆者らと同様に、燃料電池膜の構造評価に関する研究として、日東電工の太田らは Nafion 膜の可塑化挙動について報告した。含水率が高くなると、Nafion 中の自由空孔のサイズも増大することを報告した。また、陽電子消滅法だけでなく、散逸粒子力学シミュレーションを並行

して行い構造解析を進めていた。このような実験・計算両面からのアプローチが、膜内マイクロ構造の解明につながると期待したい。

高分子電解質以外では、単色陽電子ビームに関する発表が多かった。陽電子ビームの開発については、産総研の大平らが、実験室サイズの小型陽電子ビーム寿命測定装置の製作について報告した。また原子力機構の前川らは、高輝度陽電子発生部と磁気収束型対物レンズを用いた陽電子マイクロビーム装置を新たに開発し、応力腐食割れを生じたステンレス鋼の構造評価を行った。その結果、この新規陽電子ビーム装置を用いることで、光学顕微鏡や電子顕微鏡などでは観測できない原子空孔を検知することに成功した。

反射高速陽電子回折 (RHEPD) に関する発表は 4 件あった。原子力機構の深谷らは、エネルギー分析器を備えた RHEPD 装置を開発し、陽電子回折の特長である全反射陽電子ビームのエネルギー損失スペクトルを測定した。また原子力機構の橋本らは、Si(111)-4×1-In 表面の 8×2' 構造、および Ge(111)-c2×8 に Sn 原子を蒸着させた表面構造について、RHEPD を用いて解析を行った。

(日本原子力研究開発機構 澤田真一)

第 45 回アイソトープ・放射線研究発表会は 2008 年 7 月 2 日より 3 日間、東京都新宿区の日本青年館において開催されました。本発表会でなされたのは口頭発表 132 件、ポスター発表 25 件、特別講演 4 件、パネル討論 4 カテゴリー 21 件です。国際ホールを含め日本青年館内の 4 部屋で同時にセッションが組まれており、内容、発表数ともに充実していました。私はこの発表会に今回初めて参加したいへん貴重な体験をさせていただくことができました。発表会すべての様子をご紹介することはできませんが、私の関わらせていただいた範囲での参加体験談をここにご報告させていただきたいと思えます。

初日、私は環境放射能のセッションに参加した後、ポスター発表の会場にてその内容を拝見しました。環境放射能のセッションではかなりの割合の発表がセシウム、ラドンおよびトリチウムについてのものでした。私はこの分野に関してほとんど知識を持っていませんでしたので、土壌から植物への微量元素の輸送をセシウムという元素を通して明らかにしようという発想にはたいへん新

鮮さを感じました。また、われわれに身近であるラドンの濃度は場所によって異なり、地下水および地表においても分布が生じていることを初めて知りました。ラドン濃度とその測定箇所周辺に存在する地層の関係に関する発表は興味深いもので、環境問題が叫ばれる昨今このような研究はますます重要になっていくのではないかと感じています。次に向かったポスター会場では発表者の方に気軽に質問することができ、非常に充実した時間を過ごすことができました。同年代の方ともディスカッションをすることができ、持てる知識を大いに交換することができました。また、それと同時に放射化学に携わる者同士での横のつながりを強めることができたと感じています。

二日目には私がポスター発表を行いました。前日同様、同年代の方々と議論を深められたのはもちろん、東大の野村貴美先生、原子力機構の正木信行先生、東邦大の高橋正先生とお話をする機会に恵まれたのはたいへん幸運なことでした。私の発表は、核共鳴非弾性散乱を用いて観測した磁化容易軸を配向制御した鉄プラチナ微粒子の

フォノンの異方性についてでしたが、みなさん興味を持ってくださり解析の仕方などについてさまざまなアドバイスをいただくことができました。これはこのような研究会に参加したからこそその事であり、私にとって非常に大きな収穫でした。

三日目は終日メスbauer効果のセッションに参加しました。私は阪大名誉教授の那須三郎先生のもとでメスbauer測定も行っているためたいへん興味深く発表を拝聴することができました。なかでも印象に残ったのは、鉄置換リチウムマンガン酸化物の低温メスbauer分光結果から4価よりも高酸化数の鉄成分の存在を見いだしたという阪大を中心としたグループの発表です。メスbauer分光では鉄の酸化数を比較的容易に類推することができるため、その特徴を活かした素晴らしい研究だと感じました。メスbauer測定を用いた解析が応用面で有望視される新規材料の物性を明らかにしている良い例だと思います。セッション後には武蔵野工業大学の鳥

山保先生と喫茶店でお茶をいただきながら、お互いに研究を行っている鉄プラチナ微粒子に関してディスカッションを行うことができました。思う存分専門的な話題で盛り上がることができ、最近の研究成果の動向についてもご教授いただきました。私の研究に直結するお話でたいへん参考になりました。

くりかえしになりますが、今回この発表会に参加した皆さんの貴重な体験をさせていただきました。多くの方々とのディスカッションを通じて、放射線に関する最先端の研究について見識を深めることができ、たいへん有意義な時間を過ごすことができたと感じております。このような研究会の開催のために準備にあられた関係者の皆様には心より感謝申し上げます。また最後に、本研究会に関する報告書執筆という機会を与えてくださいました放射線化学会誌編集者の方々にも深く感謝申し上げます。どうもありがとうございました。

(京都大学化学研究所 玉田芳紀)