

第 56 回 放射線化学討論会参加報告（1 日目）

第 56 回放射線化学討論会は、広島大学東広島キャンパス内の学士会館にて平成 25 年 9 月 27 日（金）から 29 日までの 3 日間の日程で開催された。討論会初日となる 27 日は、10 時より本年度討論会実行委員長を務めてくださった広国大の林先生による開会挨拶のち、6 つのセッションにて計 20 件の口頭発表が行われ、その後理事会が執り行われた。

午前中には 2 つのセッションにまたがり、7 件の水溶液中の放射線分解過程に関する報告があった。最初のセッションでは、原研の甲斐氏らにより電子線照射によって生成する水中の 2 次電子の熱化シミュレーション、阪大産研の室屋氏らにより超臨界水の放射線分解反応により生成する水和電子の G 値、原研の端氏らにより海水相当の水溶液中における塩化物イオンと OH ラジカルの反応シミュレーション、東大の楊氏らにより沸騰水における放射線分解生成物の収量が報告された。続いてのセッションでは、阪大産研の藤川氏らにより亜硝酸イオン存在下での放射線化学反応によって生成する一酸化窒素と金属タンパク質との反応、東大の雨宮氏らにより溶融塩における溶媒和電子の塩化物および金属イオンとの反応、東大の前橋氏からは OH ラジカルの挙動評価にむけた高濃度臭化物イオン水溶液の放射線分解過程の検討結果について報告があった。水溶液、特に塩化物イオンが溶け込んだ水や沸騰水の放射線分解過程に関する研究は今なお続く福島第一原発事故への対応に関連するものであり、大きな関心が寄せられている分野である。さらに原子力政策の協議が続く日本において、次世代炉への適用を考えられている超臨界水や溶融塩の放射線分解過程についても、その知見が求められている。セッションでは主に OH ラジカルや水和電子などの活性種の G 値や、溶質との反応機構について、活発な議論が行われた。

午後は 4 つのセッションにおいて 13 件の報告がなされた。まず前半 2 つのセッションについて報告する。1 つ目のセッションでは、阪大産研のグループにより、法澤氏からはエタノール中の電子の溶媒和過程に関する温度依存性、近藤氏からは紫外フェムト秒バルスラジオリシス法の開発により達成されたドデカンアルキルラジカルの挙動の観測結果、神戸氏からはイオン化されたポリスチレンの分子内反応についてと、

水以外の様々な溶媒における放射線化学初期過程に関する報告があった。なおこのセッションにおいて、筆者もアルコール中の溶媒和電子の前駆体の反応性について報告させて頂いた。そして続くセッションでは阪大産研の野澤氏らにより 1 フェムト秒電子ビームの発生とアト秒フェムト秒ラジオリシスにむけた展望について、早大の小柴氏らにより ECC-RF 電子銃単体での短パルス電子ビームの生成と遷移放射によって発生するテラヘルツ波の計測について、原研の平出氏らからは、電場が存在しない環境下でポジトロニウムの形成が見られないカプトンに対して高電場を印加した際のポジトロニウム形成機構について報告された。1 つ目のセッションにおいて挙げられたような放射線化学初期過程、さらにその先で進行する、午前中の甲斐氏らの報告で挙がった放射線によって生成する 2 次電子の熱化過程などのアト秒やフェムト秒時間領域に進行する高速現象を、実験的に明らかにしていくうえで、電子ビームの短パルス化は必要不可欠なものである。さらに短パルス電子ビームを用いたテラヘルツ波の発生とその利用など、放射線化学の未来に向けたハードの開発に関する報告は大変興味深く、参加者からの注目度の高さが伺えた。

午後後半の 2 つのセッションでは、6 件のレジストに関する報告があった。最初の 2 件は、レジスト材料のパルスラジオリシスに関するもので、阪大産研の井河原氏らからはポリ α メチルスチレン、早大の保坂氏らからは ZEP520A について、それぞれ報告があった。溶媒分子のカチオンラジカルからのホール移動によるものだけでなく、直接イオン化によって生成するレジスト材料のカチオンラジカルの挙動の観測に成功したという報告は、溶液中において固体薄膜材料の放射線化学過程を模擬できる系の確立を示唆するものであり、微細化の実現に向けて活発な議論が交わされていた。その後、早大の大島氏らにより ZEP レジスト材料の自由体積変化、阪大産研の山崎氏からは微細加工におけるラフネス、早大の中村氏らによりポリメタクリレートの立体規則性の違いによる加工精度への影響について、3 件のレジスト材料の加工精度に関する報告があった。最後に中国科学院の李氏から酸化チタンナノ粒子のグラフト重合技術により機能性を持たせた綿織物に関する講演があった。李氏は討論会に参加す

ニ ュ 一 ス

るために中国からお越しくださり、貴重なお話を伺うことが出来た。

討論会初日には、先述の通り 20 件の発表が行われ、水の放射線化学や半導体微細加工をはじめ、様々な分野の研究成果を知ることが出来き、非常に有意義であった。さらに自身の研究についても、諸先生方や学

生の皆様と議論させて頂き、貴重なご意見を頂戴した。最後に、このような機会を設けてくださった、広国大の林先生と広大の吉田先生、駒口先生をはじめとする運営委員の皆様に深く感謝致す。

(大阪大学産業科学研究所 樋川智洋)

第 56 回 放射線化学討論会参加報告（2 日目）

討論会 2 日目の午前中のセッションでは 8 名による口頭発表が行われた。まず初めに山下真一氏による放射線橋かけセルロース誘導体ヒドロゲル中での放射線化学反応についての報告、その後廣木章博氏による重粒子線治療を目指したヒドロキシプロピルセルロースを母材とするポリマーゲル線量計の開発についての報告、木村敦氏によるイオン液体中の天然多糖類放射線架橋に関する報告、前山拓哉氏による炭素線照射におけるゲル線量計の LET 依存性についての報告と 4 つの発表が前半に行われた。後半は、市川恒樹氏による放射能汚染焼却灰中の水溶性放射性セシウム固定化剤の開発についての報告、ラートナットパンティラ氏による PWR での水素注入効果に関する報告、保科宏行氏によるセシウム用吸着材の量産化技術の開発に関する報告、熊谷友多氏による過酸化水素水溶液とゼオライトとの混合物中での放射線誘起反応についての化学動力学シミュレーションの結果に関する報告が行われた。興味深い発表が続き、多くの有意義な議論が交わされていた。

午後からは越水正典先生（東北大学）、月出章先生（高知大医）の受賞講演に続き、須賀大作先生（兵庫県立粒子線医療センター）、鈴木実先生（京都大学原子炉実験所附属粒子線腫瘍学研究センター）の依頼講演が行われた。越水先生は放射線検出に利用される固体シンチレーターの材料開発についてのご講演をされていた。新規材料に対してナノ材料を含む広域な材料科学の知見からのアプローチ、さらには高 LET におけるシンチレーション特性の分光学的な解析について大変興味深い内容だった。月出先生は液体 Ar, Xe 等の希ガス液体の放射線照射に対する応答について、そして素粒子実験や PET への応用と基礎研究からスケールの大きな応用可能性までご講演されていた。続く、

須賀先生は陽子と炭素イオン線を用いた粒子線治療についての現状と普及について学術的な側面から施設スペースやコストの問題まで多面的にとても分かりやすく説明されていた。最後に鈴木先生はホウ素中性子捕捉療法の基礎・臨床研究の展開についてのご講演をされていた。粒子線治療とはまた異なった有望な治療法を紹介して頂いた。将来、私達が享受する可能性のある癌治療の今後の展望を垣間見ることができ、両氏のご講演は大変有意義であった。

16:30 からは口頭発表者の一部の方とその他 32 名の方が前半と後半に分かれてポスター発表を行った。筆者は前半に発表を行い、学生・先生を問わず多くの方から様々なアドバイスを頂き、今後の研究の進展につながる貴重な機会となった。後半は多くの興味深い発表を聴講した。中でも、樋川智洋氏の極短時間スケールにおけるアルコール中の電子の溶媒和過程のメカニズムに関する研究に好奇心を掻き立てられた。フェムト秒パルスラジオリシスにおける水和電子の測定結果とそれにより導かれるドライ電子と電子捕捉剤との反応速度定数の議論まで丁寧に説明して頂いた。その他にも、西尾達哉氏のイオンと水の液滴との相互作用に関する研究、岡本整氏の軟 X 線励起フルオロベンゼンの解離反応に関する研究等を紹介して頂いた。2 時間近くに渡り、至る所で常時白熱した議論が行われていたことを記憶している。

19:00 からは広島大学近郊の HAKUWA ホテルにて懇親会が開催され、学会での緊張感とは一転して和やかな雰囲気で会食が催された。初めにポスター賞の発表が行われた後、豪華な食事や様々な種類の日本酒が振る舞われた。筆者は昨年からこの討論会に参加させて頂いており、前回知り合った他大学、他研究機関の先生や友人と研究からプライベートまで多くの会話を

楽しんだ。また、新たな参加者との出会いもあった。年々こうして参加者それぞれが、今までの知人との親睦を深めていくと同時に新たな出会いも増やしていく、闊達な議論を交えていくことで放射線化学討論会が今後ますます発展していくこと願ってやまない。



写真 1. 鶩尾先生の挨拶。

懇親会の最後は、次期会長である鶩尾方一先生（早大理工研）の挨拶で幕を閉じた。「放射線に関する誤解が生じる昨今、放射線化学が産業利用において多岐にわたり、如何に我々の生活を豊かにしているかということを研究者が発信していくこと」、「学会の隆盛を通じて、明るい未来を創ること」を強調して伝えられていた。最後に、このような会に参加する機会を与えて頂いた先生・学生方並びに学会主催して頂いた関係者の方々に感謝したい。

(早大理工研 坂本 瑞樹)

第 56 回 放射線化学討論会参加報告（3 日目）

討論会 3 日目は、午前 9 時から正午まで開催され、計 11 件の口頭発表があった。セッションの前半では、まず北大院工の須佐氏らによって、スルホキシドやアミドなどの添加剤の使用により促進される RHS のラジカルカチオンの脱プロトン反応についての報告があった。次に、早稲田大学理工学研究所の日名田氏による、導電性高分子（PEDOT/PSS）への電子線照射における照射効果についての報告があった。その後、北大院工の小泉氏らにより、ポリチオフェン誘導体 P3DMPT および P3cHT のドーピング後の挙動を P3OT の場合と比較した結果の報告があり、それから、原子力機構の佐伯氏らにより、放射線照射したポリエチレン不織布中のラジカル減衰挙動が 2 つの一次反応の和で表されることについて報告があった。阪大産研の柴田氏らからは、アルミナへの炭素クラスターイオン照射による発光強度の入射クラスターイオンサイズおよび入射イオンエネルギー依存性について報告があった。前半の最後には、帝京大・医療共通教育センターの伊藤氏により、EHD 液体 Novec7600 中での電

気伝導についての報告があつた。

後半のセッションでは、まず東京農工大の島田氏により、水溶液中の pH が変化することによる水溶液ヌクレオチドの構造変化に関する発表があり、水溶液中のプリンヌクレオチドの窒素 K 裂における軟 X 線吸収スペクトルが pH 変化にともなって変化していることについて報告があつた。次に、理研の徳島らにより、水分子との相互作用により電子状態が異なると期待される 3 つの有機溶媒への軟 X 線分光の結果報告があつた。その後、広島大の松尾らにより、真空紫外円二色性（VUVCD）を用いた糖類の溶液構造解析によって明らかになった糖類の水和構造や CD についての報告があつた。また、神戸大の桃木らにより、アミノ酸全 20 種核酸塩基全 5 種における広域光吸収スペクトル測定に対するこれまでの研究結果および、今後の課題について報告があつた。最後に、神戸大の石山らにより、L-Ala 固相への紫外線照射における吸光度が紫外線照射後も続くことを考慮した生成量子効率について報告があつた。

ニ ュ 一 ス

筆者は物理分野の人間であり、放射線化学分野に対する知見は皆無に等しかったが、化学も物理と繋がっているのだと実感でき、非常に有意義な時間を過ごすことができた。特に、筆者が関わっている水への放射線照射というテーマにおいて、化学分野の方々と興味

深いディスカッションができたことは今後の研究生生活に大きく役立つだろうと思う。このような機会を与えてくださった、多くの先生方、学生方に深く感謝したい。

(京都大学大学院工学研究科 西尾 達哉)

2013 年度 放射線化学若手の会「夏の学校」報告

2013 年度の放射線化学若手の会夏の学校は9月8日から10日にかけての3日間、岐阜県土岐市の恵那山荘で行われました。会の運営は阪大産研の吉田研と古澤研の共同主催という形で担当しました。放射線化学やその周辺領域を研究する6大学30名が集まり、講演やポスター発表、レクリエーション等を通じて多くのことを学び、親睦を深めることができました。今回は放射線化学の研究を行う上で欠かせない機器であるパルスラジオリシスの成り立ちやその歴史と、放射線化学に関わりの深い周辺分野として生体への放射線影響の2点にスポットをあてて、阪大の楊金峰先生と原研の甲斐健師先生に講義をしていただきました。また、会期中、常にポスターを設置することで、参加者同士で議論を活発にし、研究内容の理解を相互に深めることにも重点を置きました。

一日目は部屋に荷物を置き、一息ついて17時半から開校式を行い、夏の学校がスタートしました。その後夕食をはさみ、研究室紹介ではそれぞれの特色がでたユニークな発表が続き、参加者間の交流ができました。この日は次の日に備えて早めの就寝でした。

二日目の午前中は講師の先生方の講義をお聞きしました。まずは甲斐健師先生に「放射線による生体分子損傷の研究」というタイトルでお話ししていただきました。XFELにおけるタンパクの損傷や低線量域でのDNAへの影響という、近年注目される現象について、計算結果を目で見える形で示していただき、他分野の人にもとてもわかりやすく説明していただきました。次に楊金峰先生に「加速器における短パルス電子ビームの生成とパルスラジオリシスの進展」というタイトルでお話ししていただきました。放射線化学の初期過程の解明に必要不可欠なパルスラジオリシスの始まりから最新鋭のレーザーフォトカソード高周波電子銃加

速器を用いたものまで、その歴史について興味深いお話を聞かせていただきました。参加者は熱心に講義に聞き入っており質疑応答も活発に行われ、議題についての理解を深めることができました。

午後からは参加者の交流会として、恵那山荘にある運動場にてサッカーのリーグ戦を行いました。初めて会った参加者もいましたが、大学関係なく決めたチームで楽しくプレイすることができ、恵那のきれいな空気のもとでリフレッシュすることができました。その後自由時間をはさみ、ポスター発表を行いました。ポスター会場にはあらかじめ13枚のポスターが貼られており、時間いっぱいまで参加者同士の熱い議論がかわされました。夜はお酒を飲みながらの懇親会を行いました。阪大の吉田先生に音頭をとっていただき、今後の若手の会の発展を願って乾杯をしました。お互いの研究や近況、将来の展望など、夜遅くまで語り合い、参加者同士の親睦を深めることができました。

最終日は核融合科学研究所に行き、次世代エネルギーとして注目される核融合プラズマに関する講義や実験施設の見学をしました。まずは講義室で核融合やプラズマ、大型ヘリカル装置（LHD）などの基本的な紹介ビデオを見てから、制御室やLHDの模型、本体室内部を見学しました。制御室は前面の大型ディスプレイで部屋にいる全員が実験の状態を把握できるつくりで、一見NASAの制御室のようでした。また、LHDの模型やLHD本体室内部を実際に見ることができ、その迫力に圧倒されました。説明をしていただいた職員の方がとても気さくな方で、参加者は気軽に質問をすることができました。約90分間の見学でしたが、大満足な内容でした。

その後閉校式を行いました。広島大学の岡本整さん「ジフルオロベンゼン及びトリフルオロベンゼンのイ

「オン対解離ダイナミクスの違い」、早稲田大学の花崎祐さん「電子線照射法を用いたPEFC用機能傾斜膜の低温無加湿下における発電性能評価」と筆者の「パルスラジオリシス法で見る一酸化窒素と金属タンパク質との反応」がポスター賞を受賞しました。以上で2013年度の放射線化学若手の会の全日程を終えました。

夏の学校の運営において、日本放射線化学会からは運営費援助などの多大なご指導、ご援助をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。ご多忙な中、夏の学校の講師を快く引き受けさせていただきました、楊金峰先生、甲斐健師先生にも深く感謝しております。

今年度は北は北海道から南は広島まで、多くの方が参加が実現し、若手同士が活発に交流できる非常に有意義な夏の学校になりました。また、若手の会の周知のため、夏の学校のダイジェスト動画を作成し、HPに掲載しました (<https://googledrive.com/host/0B-XOjCoI5V2JQUoxNUdRQl9lZDA/summerrad2013.html>)。来年度の若手の会夏の学校の運営は、早稲田大学の鷺

尾研究室にお願いすることになりました。今年参加できなかった大学の方や、今まで参加できなかった大学の方もぜひふるってご参加ください。来年度はさらに大きな若手の会になりますことを願っております。最後に、今回の若手の会にご参加いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。



写真 1. 集合写真。

(大阪大学産業科学研究所 古澤研究室 藤川 麻由)

高崎量子応用研究シンポジウム参加報告

2013年10月10日、11日に、群馬県高崎市にて第8回高崎量子応用研究シンポジウム（以下量子応用シンポ）が高崎シティーギャラリーにて開催された。量子応用シンポは、独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下原子力機構）、高崎量子応用研究所（以下高崎研）が主催し、高崎研が保有しているイオン照射研究施設（TIARA）、電子加速器、 ^{60}Co γ 線照射施設において実施された研究の成果を発表し、利用者や利用を計画している研究者が情報交換、討論を行なうことで、量子ビーム応用研究の推進と施設の有効利用を図ることが目的とされている。特に今年は高崎研開所50周年に当たる年もあるため、50周年記念特別セッションも行なわれ、口頭発表23件、ポスター発表156件が行なわれた。

1日目は、松浦祥次郎原子力機構理事長の開会挨拶に始まり、午前中は【宇宙・エネルギー】のセッションにて宇宙航空研究開発機構の新藤浩之氏、原子力機構の前川康成氏、光産業創成大学院大学の三間國興氏による講演、【計測・基盤技術】のセッションにて原子

力機構の深谷有喜氏、神谷富裕氏による講演が行なわれた。午後は【50周年記念特別セッション】が行なわれ、原子力機構の町末男氏による『高崎研究所と一研究者の50年』、元沖縄県病害虫防除所の照屋匡氏による『沖縄県における不妊虫放飼法を用いたウリミバエ等の防除事業』、元（株）ユアサメンブレンシステムの丹宗紫朗氏による『電池用隔膜への放射線グラフト重合の応用』、NGS アドバンストファイバー（株）の岡村光恭氏による『超耐熱性炭化ケイ素繊維の開発』、キリン（株）の岡村正愛氏による『イオンビームを用いた新しい花の創製』、倉敷繊維加工（株）の中野正憲氏による『放射線グラフト重合技術を利用した液体フィルターの実用化』などの、高崎研開所から今日に至るまでの多くの成果についての講演が行なわれ、最後に高崎研の玉田正男所長による『高崎量子応用研究所における研究開発の展望』についての講演が行われた。特に町氏は、高崎研開所から今日に至るまで、高崎研とともに人生を歩んできた方であり、高崎研開所の歴史、我が国の原子力政策との関係性についてなど、貴

ニ ュ 一 ス

重な写真や思い出話や裏話を交えながらの丁寧な説明であったため、歴史について未熟な筆者にとって、非常に興味深かった。

2日目の午前中は、【環境・資源】のセッションで熊本大学の城昭典氏、原子力機構の廣木章博氏、前橋工科大学の田中恒夫氏による講演、【先端材料】のセッションでは原子力機構の出崎亮氏、大阪大学の関修平氏による講演が行なわれた。午後は午前に引き続き【先端材料】のセッションで原子力機構の小川茜氏、高エネルギー加速器研究機構の荻津透氏による講演、【医療応用・バイオ技術】のセッションで原子力機構の森林健悟氏、長谷純宏氏、群馬大学の池田裕子氏、岡山県農林水産総合センターの小川健一氏による講演が行なわれた。特に筆者が高崎研でお世話になっているグループの代表として発表された廣木氏の講演は興味深かった。廣木氏の研究は放射線照射によるモノマー重合により、透明なゲルが白濁する現象を線量計に利用しており、目に見えない放射線が、何処にどの程度照射されたのか？ということを可視化する技術であるため、粒子線治療などを含めた最先端技術の発展に大きく寄与することが期待されている。

ポスター発表は2日間で2回に分けられており、各日の口頭発表のセッション名に即した項目のポスターセッションが行なわれ、初日は【宇宙・原子力・エネルギー】、【先端材料・計測・基盤技術】、【施設利用・運転管理関係】のセッションあわせて85件、2日目は【環境・高機能材料】、【医療応用・バイオ技術】のセッショ

ンあわせて71件の発表が行なわれた。筆者の発表は初日に行なわれ、発表時間初めから終わりまでに沢山の方々に質問していただき、濃厚なディスカッションをすることが出来た。頂いたコメントを生かし、今後の研究に精進していきたいと思っている。

シンポジウムの最後には玉田所長による閉会の挨拶があり、シンポジウムが幕を閉じた。シンポジウムの講演内容やポスター発表を通して、放射線は様々な効果が得られるツールであり、その効果は研究してもし尽くすことが出来ない魔法みたいなものだ！ということを再確認した。現在我々が知り得ているのはほんの一握りの現象かもしれない。まだ解明されていない効果の正体を暴くため、筆者を含めた科学者の自然現象との戦いはこれからも続くだろう。



写真 1. ポスターセッション会場の様子。

(東大院工 岩松 和宏)