

## Radiation Chemistry in the 21st Century 参加報告

2009年7月12日から15日の4日間の日程で、米国インディアナ州のノートルダム大学にて、Radiation Chemistry in the 21st Centuryが開催された。この会議の副題はA Visionary Meetingであり、会議の趣旨は放射線化学のこれからを議論するというものであった。会議では、開会講演を含めて10セッション26件の口頭発表と50件のポスター発表が行われた。各セッションでは、それぞれ界面、機器・計測、低エネルギー電子、原子力、生体・宇宙、イオンビーム、材料・高分子、基礎的相互作用がキーワードとして、2・3件の講演があった。これらのセッションを私の感想などを交えながら、紹介していきたい。

まずは、界面のセッションを取り上げたい。この界面のセッションが設けられたこと自体が、私にとって印象的であった。私も放射線誘起反応への界面の効果に興味を持って研究を行っているが、どちらかといえば放射線化学の端の方にいるつもりでいた。それが、一つのセッションとして取り上げられ、多くの研究者が関心を寄せていた。最初の講演はG. A. Kimmel氏によるもので、TiO<sub>2</sub>表面・Pt表面での水分解と水素発生についてであった。よく制御された独特の実験を紹介されていた。基板上に薄くH<sub>2</sub>OとD<sub>2</sub>Oを積層させ、低エネルギーの電子線を照射し、H<sub>2</sub>やD<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>を測定するというものである。H<sub>2</sub>OとD<sub>2</sub>Oの積層させる順序や積層厚を変えて、D<sub>2</sub>の生成に対する影響を観測し、そこから水素発生モデルを議論されていた。G. A. Kimmel氏の実験は界面での特異な挙動を観測できる優れた手法であり、他の手法とは異なる実験の魅力を感じた。この他に2件の講演があり、原子力工学の中での界面の重要性について議論がなされた。材料の腐食に関わる固液界面はもちろん、その他にも、溶媒抽出における液液界面、材料中の固固界面などが取り上げられ、これらを研究する上での実験手法の開発、in situ測定の実用性などが挙げられた。講演者の一人であるRobert A. Crowell氏も指摘していたが、放射線に関わる界面現象の解明は、基礎科学としても工学的にも重要であり、放射線化学分野における新たな挑戦となるのではないだろうか。

次に紹介したいのが低エネルギー電子のセッションである。低エネルギー電子による解離性電子付着について、特にDNAの放射線損傷に関連した発表がなされた。DNA損傷の直接効果においては、数eV程度のエネルギー

しか持たない低エネルギー電子の反応が重要であるとの報告がなされ、解離性電子付着のサイト・結合選択性や、鎖切断との関連性などが議論された。このセッションが記憶に残っている理由は、界面のセッションとのアナロジーを感じながら拝聴したためだと思う。どちらもパルスラジオリシスやガンマラジオリシスなど、放射線化学の分野で確立されてきた実験手法では直接的な情報を得ることが難しいのではないだろうか。そのために、新しい手法の開発が進められ、盛んに議論がなされたのだと思う。

これからの放射線化学には新しい実験手法によって展開されていく側面があるのなら、今度は機器・計測のセッションを紹介したい。機器・計測に関する発表には2セッションが割かれており、主に加速器やパルスラジオリシスに関して3件、マイクロ波やテラヘルツ波を使った物質中の電子励起状態の時間分解測定に関して1件、重粒子線による水分解についての確率的数値計算について1件、X線自由電子レーザーについて1件の発表が行われた。中でも、J.-P. Renault氏やJames F. Wishart氏が、レーザー航路場加速などに触れ、装置の小型化、測定法の高感度化・高時間分解能化、そして実験の簡便化の必要性に言及していたことが印象深い。パルスラジオリシス法のラジカル反応の基礎研究における有用性については、セッションは異なるが、真嶋哲朗氏が講演時間のかかりを割いて論じられていた。その有用性が広く認知され、これからパルスラジオリシス法がより幅広いユーザーを獲得していくためには、装置の小型化や簡便化が必要となるとの議論が交わされた。また、時間分解EPR測定など、検出・測定系の改良が重要であるとの指摘も多くあった。

次は生体・宇宙のセッションについて述べたい。ペプチド・たんぱく質に関する講演が2件と宇宙化学と放射線に関する講演が1件あった。水分解性生物によるペプチドやたんぱく質の1電子の酸化還元反応は、それらを構成するモノマーの総和として理解することは難しく、ペプチドの立体構造や、分子内の電子移動やエネルギー移動に関する議論がなされた。これらの研究ではパルスラジオリシス法によって得られた結果が多く使われており、それまでのセッションで議論されていたラジカル反応の研究における有用性を体現した研究報告であると感じられた。

材料・高分子のセッションでも、基礎的研究におけるパルスラジオリシス法の有用性を垣間見ることができた。芳香族分子ラジカル二量体や電荷共鳴現象など基礎化学的な研究について1件、高分子の重合・放射線架橋について1件の講演があった。電荷共鳴現象については二つの芳香環を向かい合うようにアルキル鎖で結合させた分子を使った実験が紹介され、電荷共鳴の芳香環距離に対する依存性についての議論がなされた。また、高分子に関しては、光散乱によるサイズ測定をパルスラジオリシス法と組み合わせて、高分子の架橋や分解反応のダイナミクス・反応機構を研究する取組みが紹介された。

次にイオンビームのセッションを紹介する。3件の講演があり、それぞれ水、固体有機物、芳香族化合物についてのイオンビーム照射効果についてであった。水については、放射線医療を背景としてイオンビームによる水分解の収量測定についての報告がなされた。固体有機物については、主にGANILでの成果が報告され、固体中の反応を時間分解測定する手法を開発することが今後の課題として位置づけられていた。芳香族化合物については、低LET放射線に対しては放射線耐性の高いとされていたものが、イオンビームの照射では分解されやすく、励起状態の反応が重要であるとの議論がなされた。

原子力のセッションでは、それぞれ水化学・再処理・廃棄物処分に関連した3件の講演があった。水化学に関しては、水素注入の効果や、ポンプオイルの混入時の解析が報告された。再処理に関しては、溶媒抽出時の抽出剤の放射線分解について議論がなされた。廃棄物処分については長期間に渡る化学挙動の予測の難しさについて、大局的な視点からの講演であった。

最後に、基礎的相互作用のセッションでは水溶液の放射線誘起反応に関連して高温水中の反応についてやラジカル水和、分子動力学計算による反応シミュレーションなど、3件の報告がなされた。温度効果については、高温では律速段階が拡散から反応段階に移行する反応についてや、超臨界状態での溶媒密度の効果についての議論があった。また分子動力学に基づいた水和電子と水素イオンとの反応のシミュレーションが紹介され、この反応では水素イオンの方が移動しているという興味深い結果が報告された。

さて、紙面の余すところで会場となったノートルダム大学やRadiation Laboratoryの紹介をして、この参加報告を終わりたいと思う。ノートルダム大学は、シカゴから150kmほど東に行ったサウスベンドというところ  
第88号(2009)



会場となった Jordan Hall 前にて、会議参加者の集合写真

にある。建物は統一感のある外装で、美しいキャンパスであった。フットボールが非常に有名で、構内には大きな競技場があり、帰りがけに立ち寄った売店には、フットボール関連のお土産物がたくさん並んでいた。また、会議の日程には Excursion 等は含まれておらず、一つの会場で午前中から夕刻まで講演が組まれていたのだが、会議の後に Radiation Laboratory の実験施設を見学する機会に恵まれた。一つの建屋にガンマ線源や加速器などの照射施設、会議の中でも議論があった時間分解 EPR の測定装置やレーザー室、分析装置が入っており、実験者の視点からも、施設管理者の視点からも合理的な設計となっていると感じた。それらの装置の中で、小型の加速器がペイントを施され、巨大なラグビーボールとなっているものがあった。そこには、いくつものサインが書き残されており、卒業後に活躍し有名になった選手のものだと伺った。教育の歴史を垣間見るようで、趣深いものがあった。また、線形加速器の施設を見学している時に、制御室にて会議の講演者とぼったりお会いした。お会いしたのは生体・宇宙のセッションでペプチドに関する講演をされた Krzysztof Bobrowski 氏と Chantal Houee-Levin 氏のお二人であった。お二人はちょうどペプチドを使った照射実験の最中であつたようで、制御室のモニターを見ながら楽しそうに議論をされていた。見学にお邪魔した私に気が付くと、実験中のペプチドについて簡単に説明して下さった。学会参加に加えて実験も行っていく熱心な姿勢は、研究をしていく者として見習うべきと感じた。

原子力機構 熊谷友多