

## 平成 28 年度放射線基礎セミナー 印象記

藤浪 真紀

*Fujinami Masanori*

平成 28 年度放射線基礎セミナー（平成 28 年 7 月 8～9 日）が東京大学農学部中島董一郎記念ホールにて開催された。参加者は 1 日目が 54 名，2 日目が 27 名，その内で学生参加者は 8 名であった。セミナーは 4 件の教育講義と 1 件の特別講義で構成され，企画担当者としてその内容等を報告する。

本セミナーは，放射線と物質の相互作用に関するものであり，放射線を研究対象あるいはツールとする学生及び初学者を対象としている。日本アイソトープ協会の理工学部会とライフサイエンス部会が企画を，協会学術課が運営を担当している。理工学部会は計測の観点からの教育講義を担当し，ここ数年は放射線の単位をキーワードにした教育講義を企画してきた。単位には物理量である放射能，照射線量，吸収線量と放射線防護に関する線量当量があり，その値の決め方やその解釈を確実にすることを目指している。今年度は，線量に関する歴史的経緯を含めた講義と計測法という方法論的な講義を用意した。その他，重力波に関しての特別講義を企画した。100 年前にアインシュタインが予言した重力波だが，とうとう 2016 年 2 月に初めての観測例が報告され，タイムリーな企画となった。ライフサイエンス部会は，放射線が人体に与える影響という観点から教育講義を企画した。これまで，放射線の細胞への作用や放射線防護の観点からのリスク評価を扱ってきた。今年度は放射線利用の観点から診断や治療用途に用いる放射性薬剤の開発・製造についての講義を行った。

一日目は，まず加藤和明先生（高エネルギー加速器研究機構・名誉教授）により「線量論への道案内」と題して，1 時間の講義が行われた。放射線防護体系における線量の考え方の成り立ちや発展，そ

して各測定量との関係が紹介された。線量は単なる放射線の量にとどまらず，そこには影響学，管理学，遮蔽学，材料学，治療学などが関連し，数学的に体系化することが困難な中で研究者の英知を集約した値付けの経緯が紹介された。そこに哲学にも通じる学問としての魅力があると感じた。

続いて，黒澤忠弘先生（産業技術総合研究所分析計測研究部門）により「放射線の線量測定計測手法及び測定機器について」と題して，1 時間の講義が行われた。防護量として線量限度を表す実効線量・等価線量と計測器で実用量として得られる周辺線量当量の関係が説明され，測定値は安全側の評価となっていることが紹介された。そして，空間線量計である電離箱や個人線量計である光刺激ルミネッセンス線量計など各放射線計測器の仕組みや校正法が詳細に説明され，基礎的理解に非常に役立つものであった。

二日目は，まず永津弘太郎先生（量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所）により「診断・治療用途に用いる放射性核種の製造」と題して，1 時間の講義が行われた。がん細胞に集積機能のある化合物に放射性核種を標識した標識化合物は， $\gamma$  線を放出する放射性核種であればがん細胞の位置情報を与えるトレーサとして， $\beta$  線や  $\alpha$  線を放出する放射性核種であればがん治療薬として利用可能である。放射性薬剤のための放射性核同位体の製造・精製・標識化合物合成について，被ばくを抑えながら高効率で製造していくための現場の取組が説明された。その中で特に核種製造時の照射による発熱問題を解決するために導入した垂直照射装置の実施例が紹介された。高効率化や作業時間の短縮のためには，照射の大電流化が必要となるが，水平照射

ではターゲットの溶解が問題になっていた。垂直照射では溶解を許容でき、ターゲットの密封化により散逸を防ぐことができる。その結果、大強度・短時間の照射が可能となり陽電子核種の  $^{124}\text{I}$  や治療用核種の  $^{211}\text{At}$  の製造に成功した。さらにターゲット容器を金属製からセラミック製への変更が可能となり、Y 粉末から  $^{89}\text{Zr}$  の製造に成功した。医療に貢献する放射性核種製造という課題において、安全とのバランスという制約のもとでの研究開発における工夫を実感することができた。

続いて古本祥三先生（東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター）により「ポジトロン放出核種を利用する医療画像診断」と題して、1時間の講義が行われた。機能画像化法として近年目覚ましい進歩を遂げている陽電子放射断層撮影法における放射性薬剤（プローブ）の進歩が紹介された。腫瘍プローブとして一般的な  $^{18}\text{F-FDG}$  とその欠点を補うプローブの開発状況、アポトーシス惹起の指標となるアネキシン V の標識化合物による治療効果の予測的診断法が説明された。また、アルツハイマー病の早期診断を目指したアミロイド  $\beta$  タンパク質プローブやタウタンパク質プローブの開発の現状が紹介された。放射性薬剤の合成というアプローチから医療の将来を担うという熱意にあふれた講義であった。

特別講義は三尾典克先生（東京大学大学院工学系研究科附属光量子科学研究センター）により「重力波天文学の幕開け」と題して、一日目の17時30分より1時間の講演が行われた。重力波とは何か、検出法、米欧や我が国の取組、初観測結果、今後の展望・意義などその全体像をわかりやすくお話しいただいた。本当に検出できるのかわからない中で、ひたすらその測定に挑む多くの研究者の情熱に心打たれた。重力波は重力が波動として伝わる現象であり、 $10^{-21}$  乗ほどの極めてわずかな空間のひずみを検出しなければならない。2015年9月14日に

米国の LIGO はマイケルソン干渉計を基本とした最先端のレーザー干渉計技術を用いて、約 3,000 km 離れた検出器により重力波の検出に初めて成功した。その事象は、地球から 13 億光年離れた場所での二つのブラックホール合体によるものであり、これにより初めてブラックホールによる連星が実証された。宇宙の創成について、これまでは電磁波による観察が主であったが、重力波の検出により天体全体の質量の運動状態がわかることから、天文学に大きなパラダイムシフトを誘起する結果でもあった。ノーベル物理学賞を受賞した梶田隆章教授も次は重力波と言われており、フランスとイタリアの共同プロジェクトの VIRGO や日本の KAGRA（平成 29 年観測開始予定）の稼働も含めて、題目通り重力波天文学の幕開けを強く感じた。

放射線計測の基礎は 1980 年代には完成していると思うが、単位の意味するところは大変奥が深く複雑である。一方、東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、放射線量の数値・単位は一般生活に直結した値となった。大袈裟に言えば気温や湿度と同じであるが、放射線量は体感できない。専門家のみならず一般大衆が判断できる値の理解が必要となる。値さえ出せば、あとは自身で考えて（感じて）くださいという紋切り型の説明ではなく、その意味するところを踏まえた大衆に寄り添った説明が求められる。放射線の生体への影響も同様で、これまでは科学で言えることの限界を共有している専門家のみを相手にしていたが、大衆にとっては安全かそうでないのかという結論のみを要求している。本基礎セミナーは、放射線計測の基礎や人体への影響の基礎を学術的・技術的な面から学ぶだけではなく、一般大衆の放射線・放射能理解の手助けとなるよう企画していきたい。最後に講演いただいた講師の先生方に深く感謝申し上げます。

（千葉大学大学院工学研究科）