

平成 30 年度第 2 回見学会報告
「大阪大学核物理研究センター (RCNP)」

大阪大学核物理研究センター (RCNP : Research Center for Nuclear Physics) は、1971 年に全国共同利用センターとして発足し、AVF サイクロトロン (1973 年完成) やリングサイクロトロン (1991 年完成) で加速されたイオンビームを用いて、原子核物理学、核化学・核医学等の基礎実験に加えて、産学連携による半導体デバイス照射試験などの産業利用なども行われている。本見学会では、福田光宏教授にお世話になり、RCNP の概要について 1 時間ほど説明を受けた後、リングサイクロトロン加速器本体、世界最高のエネルギー分解能を誇る高分解能スペクトロメータ大雷電 (グランドライデン)、世界でも数少ない連続ミュオンビームを供給する大強度ミュオン源 MuSIC、白色・準単色中性子源、核化学・核医学専用短寿命 RI 製造装置など、多彩な実験装置の見学を 2 時間ほどかけて行った。



写真 2 リングサイクロトロンの全景。

まず案内されたのは、AVF サイクロトロンからの高エネルギー He イオンビームを Bi ターゲットに照射し、 $^{209}\text{Bi}(\alpha, n)^{211}\text{At}$

核反応を利用して放射性同位元素 ^{211}At を製造する装置であった (写真 1)。 ^{211}At はその崩壊過程で 5-7MeV の α 粒子を放出する為、がん細胞付近に ^{211}At を含む標的剤を効率よく集積させることによって、正常細胞への放射線の影響を抑えながら全身に広がった癌の治療 (アルファ線核医学治療) を行う事ができる。阪大吹田キャンパスは、RCNP、理学研究科、RI センター、医学系研究科を有する為、アルファ線核医学治療のための RI 製造、

分離抽出、迅速医薬化、臨床施設での治験まで、すべて同一キャンパス内で行える地の利があるということであった。また、RI 生成装置と同じビームラインの下流には熱中性子源開発装置も設置されており、細胞に取り込ませた新しいホウ素薬剤の濃度を変えて致死率などを調べるなど、BNCT など中性子を用いた医療のための基礎研究を行っている。

次に見学したのは、鮮やかな緑色が印象的なリングサイクロtron本体であった。リングサイクロtronとは、複数のセクター電磁石から構成されるサイクロtronである、RCNPのサイクロtronは、階段を上って上の方から全景を見渡せるようになっているため、写真2で示すように、6つの電磁石から構成されていることがよくわかった。RCNPリングサイクロtronの特徴は、エネルギーの広がり $\Delta E/E$ が 10^{-4} に達する超高品質ビームが得られることであり、これはフラットトップ加速システムと電磁石コイルの冷却水の温度を $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以下で制御するシステムによって実現しているということである。これだけの精密システムなので、今年6月に起こった大阪府北部地震の影響が心配になり聞いてみたところ、ほとんど影響はなかったそうで、阪神淡路大震災の時の教訓を活かして、耐震への備えを十分に行った

結果だということである。

次に案内されたのが、中性子実験室と中性子測定100mトンネル(写真3)である。高エネルギーイオンをターゲットに当てた時の核反応により放出される中性子のエネルギーや角度分布を測りたいが、電荷をもたないため磁気分析装置は使えない。そこで、いろんな角度からイオンを照射したときに放出する中性子の速度を正確に測るため最長100mという非常に長い距離を飛ばした後、大型検出器で検出する。



写真3 中性子測定100mトンネル。



写真4 スペクトロメータ「大雷電」見学の様子。

写真4は、超高分解能スペクトロメータ「大雷電（グランドライデン）」を見学する様子を示している。グランドライデンは世界最高の運動量分解能 ($D/M = 37,000$) を有しており、大口径スペクトログラフ LAS と組み合わせて使用することで、原子核のスピン・アイソスピン応答の研究や、クラスター状態の探索などの高分解能・高精度核分光研究を推進している。見学会の最後には、世界最高のミュオン生成効率を誇る新方式ミュオンビーム源 MuSIC と、中性子照射による半導体デバイスのソフトエラー実験のためのビームラインの説明を受けた。ミュオンビームは黒鉛ターゲットに高速陽子ビームを当てることによって得られるパイオンの崩壊から得られる。パルスミュオンビーム生成は J-PARC でもやられているが、MuSIC から得られるミュオンビームは、ほぼ連続時間構造 (DC) であることが特徴である。負ミュオンは重い電子と考えられ、原子核に捉えられた状態から得られる特性 X 線を測定することにより精密な元素分析ができるので、例えば、ハヤブサが小惑星イトカワから持ち帰った微量な試料の非破壊分析などに利用されている。

今回の見学会を通して、RCNP では超高性能の加速器施設及び測定器を駆使して、原子核物理の最先端研究を推進するとともに、激増する IoT をベースとした超スマート社会の安全基盤を支える半導体デバイスのソフトエラー対策や、進行がん治療の切り札となるアルファ線核医学治療の開発など、現代社会に密接にかかわる問題にも真剣に取り組んでいることがよく理解できた。3 時間という長時間にわたる見学であったが、大変分かりやすい説明と興味深い多彩な装置の見学だったので、あっという間に時間が過ぎ去った。見学をご担当いただいた福田教授には、見学者を代表して御礼申し上げます。

(岩瀬彰宏 記)