

2023 年度 KEK 加速器科学インターンシップ終了報告書

長岡技術科学大学 井上翔一

2024 年 1 月 22 日から 2 月 5 日までの約 2 週間、J-PARC リニアック施設にて高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設助教(兼 J-PARC センター加速器ディビジョン加速器第 7 セクション)の大谷将士先生および同技師の宮尾智章先生のご指導のもと加速器科学インターンシップをおこなった。「J-PARC 線形加速器における実習および関連施設の見学」を実習テーマとし、J-PARC リニアック施設にある初段加速器試験装置(RFQ-TS)を使用したビーム物理実験と、ビーム位置モニター(BPM)の校正試験を行った。

ビーム物理実験では RFQ-TS にて発生させた 3MeV の負水素イオンビームをワイヤースキャナモニター(WSM)とビーム位置モニター(BPM)で観測した。ビームを収束・発散させるはたらきをもつ四極磁場の強さや、ビームを偏向させるはたらきをもつステアリング磁場の強さを変化させた際のビームの変化を、ビームモニターによって調べることで、ビーム制御技術における電磁石の役割について実験的に調べた。特に、四極磁場の強さを変化させてビームプロファイルを測定する「Q スキャン法」を実施した。本手法は、四極電磁石等の各機器の調整において非常に重要なビームパラメーターとなるエミッタンスの測定に用いられるものである。時間制約のために、エミッタンスを導出することはできなかったが、BPM を用いた Beam Based Alignment 等のビームを用いた各機器の調整における基礎的な事項について、少しずつではあったが実習期間中に理解することができた。

BPM の校正試験では、BPM 校正装置と呼ばれる BPM の中に $\phi 100 \mu\text{m}$ のタングステンメッキワイヤーを通して RF 信号を流すことでビームに見立て、ワイヤーを任意の位置に移動させて BPM の校正データを取得した。また、ビーム診断において欠かすことのできないビームモニターの原理および特性について、J-PARC リニアックでビームモニターの開発やメンテナンスを行っている宮尾先生から説明を受け、実際にリニアック上流部でのビーム電流を測定する Current Transformer(CT)から J-PARC が楔形のパルスビームになる過程を見せていただいた。コミッシュニング中でのリニアック実機のビームの様子をオンラインで知ることができ、改めてビーム制御においてビーム診断技術が非常に重要であることを肌で感じることもできた。

実習期間中にイオン源電源室やイオン源テストスタンド、クライストロンギャラリー等の J-PARC リニアックに関係する施設の見学も併せて行った。残念ながら実習期間中は加速器運転中であったため直接加速器本体を見学することはできなかったが、J-PARC リニアックの根幹をなす重要な施設を見学でき J-PARC の加速器についてより深く知識を得ることができた非常に貴重な経験となった。

加速器科学インターンシップ参加以前より、線形加速器におけるビーム制御・診断・計測

技術に非常に興味があったが、今回の実習を通じてより一層これらの分野を深く学びたいと考えるようになった。現在、大学では加速器のビームを応用した材料損傷評価の研究に携わっているが、これを機に材料研究だけでなくビーム物理学に関する研究にも挑戦していきたいと思う。(大学設置の加速器ではパルス大電流陽子(電子)ビームを扱っており、こちらのビーム物理は非常に興味深い)

今回の実習で実際の実験を通して学んだビーム制御・計測の基礎技術・知識は、大学での今後の研究活動に役立つだけでなく、今後加速器科学の様々な分野を勉強していく上で大いに役立つと考えている。また、加速器科学に携わる多くの分野の専門家の方と交流をもてたことで自分自身の将来像についてより一層イメージが強くなった。2週間という短い期間ではあったが、加速器科学インターンシップに参加できたことを心より嬉しく思う。また機会があればKEKつくばキャンパスにある教育加速器 KETA を用いた電子ビームによるビーム物理実験や、J-PARC メインリング(MR)での実習などにも挑戦していきたい。

最後に J-PARC リニアックのコミッショニング作業中の非常にお忙しい中、実習のご指導をいただいた大谷先生および宮尾先生に感謝の意を表明いたします。また、RFQ-TS でのビーム物理実験において実験環境を提供して下さった J-PARC センター加速器ディビジョン加速器第 1 セクションリーダーの森下卓俊様をはじめ加速器第 1 セクションおよび加速器第 7 セクションの皆様にも感謝の意を表明いたします。

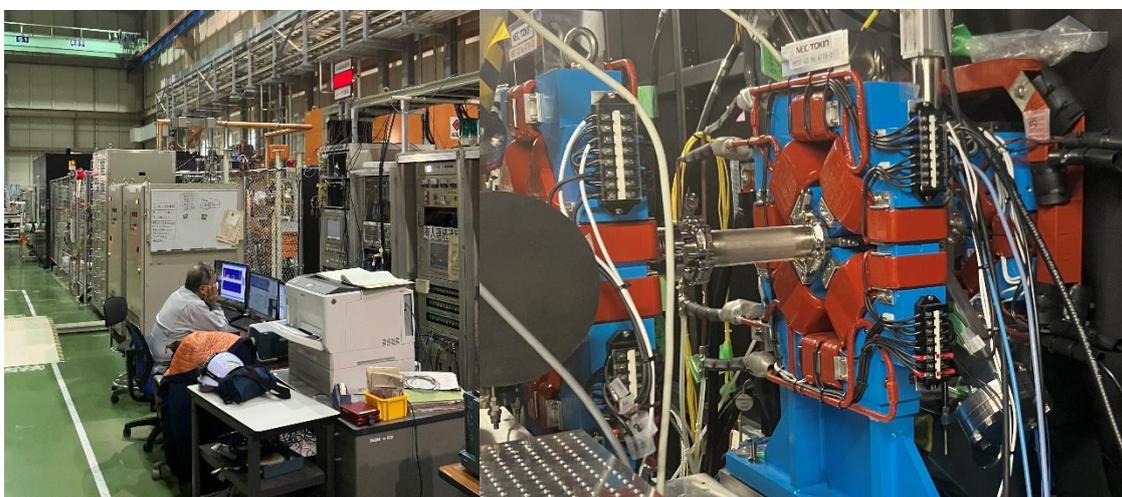


Fig.1 ビーム物理実験で使用した RFQ-TS の外観と電磁石