

サイクロトロンにおけるパルスビーム形成技術の開発

Development of pulse beam formation technique for the JAEA AVF cyclotron

原子力機構 ○倉島 俊, 宮脇信正, 奥村 進

JAEA, °Satoshi Kurashima, Nobumasa Miyawaki, Susumu Okumura

E-mail: kurashima.satoshi@jaea.go.jp

サイクロトロンから取り出されるイオンビームの時間構造は、数十 MHz の加速周波数の応じた連続パルスビームである。ターゲットから生成される二次粒子のエネルギーを飛行時間計測により計測する場合や、放射線化学研究におけるパルスラジオリシスの実験では、ビームの繰り返し周期が数十～百ナノ秒と短いことが実験上の問題となる。そこで、図 1 に示すようにサイクロトロンの上流・下流に設置したチョッパー装置を用いてマイクロ～ミリ秒と繰り返し周期の長いシングルパルスビームを形成する研究を行ってきた。チョッパー装置は、入射するビームをパルス電圧により大幅に間引く P チョッパーと、加速後に正弦波電圧により数分の一に間引く S チョッパーから構成される。原子力機構のサイクロトロンは、一つのビームバンチを複数回に分けて取り出すマルチターン取り出しを行う。これまでは、マルチターン取り出しの回数を設計値の 5 程度に制

限することが難しく、P チョッパーで単一パルスを入射した場合でも S チョッパーで必要なビームパルスを間引けないためシングルパルスビームを実用できなかった。さらに、サイクロトロンの磁場強度が数十時間にわたりドリフトするため、パルスビームの時間構造が安定しないことも実用化を困難にした。しかし、ビームの時間幅を制御するためのサイクロトロン中心領域改良、加速位相制御法の開発によりマルチターン取り出しの回数を 5 程度に制限できるようになり、さらには、サイクロトロン磁場の高安定化対策を行った結果、図 2 に示すようなシングルパルスビームを形成することが可能になった。現在は、プロトンやヘリウム、ネオンなど様々なイオン種、エネルギーのシングルパルスビームを実用化している。

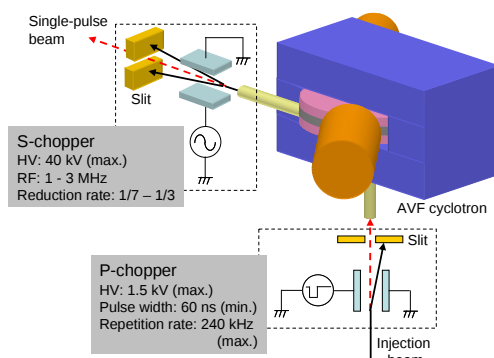


図 1 サイクロトロンと 2 台のチョッパー装置のレイアウト。

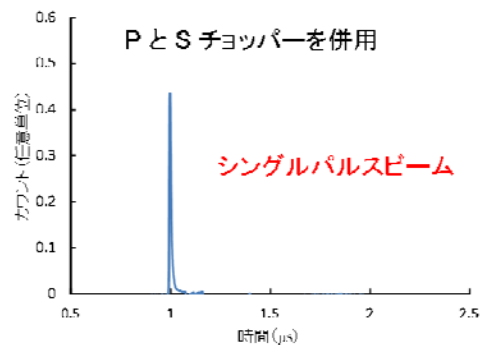


図 2 シンチレータと光電子増倍管で計測した 320 MeV $^{12}\text{C}^{6+}$ のシングルパルスビームの時間構造。サイクロトロンの加速周期は約 80 ns であり、それよりも十分に長い、マイクロ秒オーダーの周期である。