

J-PARC 50GeV加速器・遅い取り出しシステムの概要

Introduction to the slow extraction system at the J-PARC 50-GeV accelerator

澤田 真也*
高エネルギー加速器研究機構

Shin'ya SAWADA, KEK

Abstract

The slow extraction system of the J-PARC 50-GeV synchrotron is indispensable for experiments at the Hadron Hall, where fixed target experiments with pion, kaon, etc. will be performed. The extraction system should be carefully designed and manufactured so that the beam loss is minimized and the system is heat and radiation resistant. The system will be installed to the 50-GeV synchrotron in summer of 2008, and the first beam is expected around the end of the year. After this brief introduction, two articles follow by our young colleagues who work very hard to realize the slow extraction at the Hadron hall.

J-PARCは2001年度から建設が進められてきましたが、すでにLinacや3GeVシンクロトロンでのビーム加速が始まり、いよいよ2008年12月には50GeVシンクロトロンでの初めての加速（30GeVまで）、そして遅い取り出しの試験が予定されています。ここでは、その遅い取り出しシステムの設計・製作、そしてこれからの設置・試験の中心を担って活躍している若手である武藤亮太郎さんと清道明男さんに、それぞれの担当している部分についての解説や苦労話、今後の予定などを解説していただきます。

さて、まずは「遅い取り出しシステム」についてその概要を説明しましょう。シンクロトロンの加速周期は次の4つに大別されます。

1. 入射：シンクロトロン内へエネルギーの低い加速器から得られた加速粒子を入れて貯めます。
2. 加速：貯めた粒子を加速します。このとき、粒子の加速に同期して電磁石の磁場を強めていきます。
3. 取り出し：加速された粒子を加速器外へ取り出して、実験に利用します。
4. 後始末：電磁石の磁場を入射エネルギーに対応するところまで下げ、次の入射に備えます。

これらの過程には有限の時間がかかりますが、

J-PARC 50GeVシンクロトロンでは、4つの過程をあわせた1周期が3.6秒ほどです。 π やK中間子、陽子などのハドロンビームによる実験では、ニュートリノ実験などとくらべて標的との反応断面積ははるかに大きく、瞬間的に多くのビーム粒子が実験標的に入射すると、反応の結果観測すべき粒子も瞬間的に多くなります。一方、測定器やデータ収集系においても測定しデータを保存するために一定の時間がかかり、瞬間的にあまりに多くの粒子がやってきても、すべてを観測できない、ということが起こりえます。出来るだけ効率よく観測を行うために、ビームの多寡が時間的に一定であることが望ましいこととなります。このようなことから、シンクロトロン内で加速された粒子を「ゆっくりと」取り出す「遅い取り出し」が必要となります。J-PARC 50GeVシンクロトロンでは、遅い取り出しにかかる時間は、約0.7秒とされています。時間平均すると、実験標的にビームがあたっている時間は全体の約20%、ということになります。ちなみに、ニュートリノビームを作り出すには「速い取り出し」で陽子ビームを取り出しますが、この場合には陽子ビームが50GeVシンクロトロンを一周する約5マイクロ秒の間に、すべての粒子を取り出してしまいます。

詳しくは武藤さんや清道さんの解説にあります

* E-mail: shinya.sawada@kek.jp

が、シンクロトロン内で加速された粒子を「ゆっくりと」取り出すためには、「りんごの皮をむくように」ビームを取り出す仕掛けが必要となります。遅い取り出し機器ではビームの一部の損失（ロス）が必ず起こり、特にJ-PARCのような大強度加速器では、ビームロスを可能な限り低減するとともにそれによる発熱や放射線の影響やメンテナンス性を十分に考えた設計が必要になります。また、測定器系を効率的に働かせる観点から可能な限り「滑らかに」りんごの皮をむく必要があり、これは遅い取り出しの制御の課題となります。これらの仕掛けはJ-PARC加速器グループで開発・設計が進められてきました。我々ハドロングループは、2007年4月に武藤さん、清道さんという若手二人を迎えたのを機に、J-PARCでの遅い取り出しシステムの実現のため加速器グループと一致協力して努力することになりました。お二人は、加速器グループの皆さんとともに、遅い取り出しシステム建設のコアメンバーとして活躍しています。遅い取り出しシステム的设计・製作は、今年2008年12月の初ビームを目指して、道半ばです。2008年3月末までに主要機器の製作を終え、2008年夏に加速器トンネル内にインストールする予定です。初ビームの後も、より滑らかに、より強いビームを、そして場合によってはより長い時間取り出せるようにシステムを改善していく努力が続けられます。この解説によって少しでもみなさんに遅い取り出しシステムやその開発の現状について理解いただき、ハドロンホールでのよりよい成果につながるよう、さまざまな面で協力いただければ幸いです。