

高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 超伝導電磁石グループ

SuperKEKB Superconducting Magnet Group

4th Division, Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1. 研究室メンバー(平成 30 年 9 月 1 日)

教授: 大内徳人、助教: 有本靖、王旭東、宗占國、前任技師: 山岡広、名誉教授: 土屋清澄

2. 研究の概要

加速器研究施設超伝導電磁石グループは、第 4 研究系に属し、KEK のビーム衝突型加速器(SuperKEKB)の最も重要な電磁石であるビーム衝突点用超伝導電磁石システムの開発・建設・運転を研究テーマとしています。SuperKEKB はトンネル周長 3 キロの加速器で 7 GeV の電子と 4 GeV の陽電子用の 2 つのビームラインで構成され、1 つのビーム衝突点を持っています。先代器の KEKB は、1999 年から 2010 年まで運転され「CP 対称性の破れ」を提唱した小林益川理論の実験的検証に大いに貢献しました。この検証には、大量のビーム衝突データが必要でした。SuperKEKB では、衝突点でのビームサイズを KEKB の 1 μm から 50 nm まで絞りこみ 20 倍衝突性能を向上させるほか、ビーム電流を 2 倍に増強することで衝突性能を 40 倍高めることを目標としています。そのビーム集束を行うのが、ビーム衝突点用超伝導電磁石システムです。超伝導電磁石グループは、SuperKEKB のビーム運転にも参加し超伝導電磁石の磁場解析によりビーム衝突効率の向上を行います。



図 1 KEKB 用超伝導電磁石クライオスタット。

3. 特徴のある装置

電子と陽電子ビームを最終集束する超伝導電磁石システムは、総数 55 台の超伝導電磁石から構成されています。これらはビーム衝突点を挟んで据え付けられた 2 台のクライオスタットに組込まれています。図 1 には、ビームラインに設置後の 2 台のクライオスタットを示しました。後方には、ビーム衝突後の粒子の反応を測定する Belle-II 素粒子検出器が映っています。Belle-II 検出器は、写真撮影時には衝突点に移動されていません。

電子・陽電子ビームの衝突点での絞り込みは、各ビームラインの 4 台の超伝導 4 極電磁石で行います。衝突点手前の 2 台の 4 極電磁石は、ビームサイズを垂直方向に 50 nm、水平方向に 10 μm まで絞り込みます。また、衝突点後の 2 台はビームサイズを拡大し、SuperKEKB リングビームラインに戻す働きを持っています。この 8 台の 4 極電磁石のコイルは NbTi の Rutherford ケーブルで製作されています。超伝導補正磁石は 43 台組込まれており、0.35 mm の超伝導線を直接ヘリウム容器内筒に巻付け、製作されています。衝突点でのビーム調整に使用されます。

51 台の加速器用超伝導電磁石は、Belle-II 検出器超伝導ソレノイドが発生する 1.5 T の磁場中で励磁されます。この磁場のビーム運転への影響を低減するために、クライオスタット内には、Belle-II ソレノイドと向きが反対の 4 台の超伝導ソレノイドが組込まれ、ビームライン上のソレノイド積分磁場をゼロとします。

4. 最近のトピック

2002 年から検討を始めた SuperKEKB 用ビーム最終集束用超伝導電磁石システムは、2017 年 3 月に SuperKEKB ビームラインに据付けられ、2017 年 9 月に試運転を完了しました。2018 年 3 月からビーム運転を開始し、2018 年 4 月 26 日にはビームの初衝突を観測しました。

5. 連絡先・ホームページ

連絡先: 大内徳人 (norihito.ohuchi@kek.jp)

KEK 加速器研究施設ホームページ: <https://www2.kek.jp/accl/>