

VW#14 の状況と対策

野上隆史
加速器第七研究系

PF リングに設置されている超伝導ウィグラーは 4.8T(最大 5T)の磁場を発生する超伝導電磁石を用いて、電子ビームを垂直方向に曲げることで垂直偏光の放射光を発生させる特徴を持つ。超伝導ウィグラーで過去に発生したトラブルと現在抱えているトラブルの状況、およびその対策について報告する。

超伝導ウィグラーが現在抱えているトラブルは大きく 2 つある。

1 つは再液化機と呼ぶ 4K 冷凍機内の JT ラインのコンタミ詰まりが原因で運転不能になるトラブルである。超伝導ウィグラーには液体ヘリウム消費量を少なくするために Joule-Thomson(JT)効果を利用した冷凍能力の高い 4K 冷凍機(再液化機)を装備している。JT 方式の冷凍機は冷凍能力が高いが JT ラインのヘリウム流路を弁で細く絞るため微量の不純物(コンタミ)による詰まりが発生しやすい特徴を持つ。再液化機は 2002 年に交換を行っているが近年になって JT ラインのコンタミ詰まりで運転不能となる故障が連続して 2 回発生したため、昨年度から今年度にかけて新規製作し、今年の夏に更新作業を行った。今回の更新によって今後 10 年程度は JT ラインのコンタミ詰まりのトラブルは発生しにくくなったと考えられる。

もう 1 つは超伝導ウィグラーのビームダクトに 2 カ所の真空リークが発生しているトラブルである。1 カ所は電子ビームが通るリング真空、1 カ所は超伝導ウィグラーの断熱真空である。リング真空の真空リークは 2011 年の大震災で発生し、アルミ製ビームダクトが地震で揺れた際にアルミ溶接部にクラックが発生したと考えられる。この真空リークは発生個所が特定できておりリークシーラー塗布により補修を行ったが、その後も 3 回の真空リーク再発が起き、そのたびにリークシーラー塗布による補修を行っている。超伝導ウィグラーの断熱真空の真空リークは 2015 年 12 月に発覚した。断熱真空の過去の履歴を調べると 2012 年には $7 \times 10^{-6} \text{Pa}$ 程度であったが、2014 年 8 月ごろから真空悪化が起き始め 2015 年 12 月には $6 \times 10^{-5} \text{Pa}$ と 1 桁ほど真空悪化が起きていた。2016 年 1 月にリーク対処を試みたが改善はできなかったため、本格的な真空リーク対処は 3 月の運転終了後、内部の昇温完了後に行うこととした。本格的な真空リーク対処の方法は真空リークが発生している空間の開口部を蓋で覆い、空間全体をリークシーラーで満たす方法とした。4 月 20 日にこの方法による真空リーク対処を実施し、断熱真空は $1.3 \times 10^{-3} \text{Pa}$ から $8.2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 、リーク量は $5.0 \times 10^{-6} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ から $3.1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ へと改善した(図 1)。しかしバックグラウンド $1.0 \times 10^{-13} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ に対して量 $3.1 \times 10^{-10} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ のリーク反応が検出できる状態である。



図 1 断熱真空リーク対処

超伝導ウィグラーのビームダクトはリング真空と断熱真空の 2 カ所の真空リークを起こしリークシーラーによる補修を行っているもののあくまで応急修理であり、根本的な修理にはビームダクトの交換が必要である。