

ビーム輸送系電磁石の漏洩磁場によるビーム軌道変動

金安達夫, 高林雄一, 岩崎能尊, 江田茂
九州シンクロトロン光研究センター

SAGA-LS 電子蓄積リングでは 2006 年の運転開始以来, 突発的なビーム軌道の変動が発生していた. 軌道変動は蓄積リングの全周に渡って発生しており, 最大変位量は水平方向で 40 ミクロン程度, 垂直方向は 20 ミクロン程度であった. 変位量は電子ビームサイズに比べて小さく放射光を利用する上での問題は生じていなかったが, 原因不明の軌道変動に対する対処は必要と判断し, 原因調査と対策に取り組んだ.

過去の運転データの調査により軌道変位の分布には再現性があることが判明した. また単一の不整ダイポールキックを仮定した計算によって変位分布は良く再現されることがわかった. さらに軌道変動の発生タイミングに規則性が存在したことから, 特定の機器の動作によって軌道変動が生じていると推定した. 蓄積リング真空槽の変形やステアリング電磁石の動作不良などを順次調査した結果, リニアックから蓄積リングへのビーム輸送系電磁石の漏洩磁場がビーム軌道変動の要因と判明した. 対策としては微弱な漏洩磁場の抑制ではなく, 加速器運転手順の改善で対応することとした. 現在は蓄積リングへのビーム入射後, 軌道補正を行う前に輸送系電磁石をシャットダウンしており, 漏洩磁場による軌道変動の発生は抑止されている.

ビーム輸送系電磁石の漏洩磁場によるビーム軌道変動

金安達夫, 高林雄一, 岩崎能尊, 江田茂
九州シンクロtron光研究センター

はじめに

SAGA-LSの1.4 GeV電子蓄積リングでは、近年、運転中にビーム軌道が突発的に変動する現象が観測されていた。軌道変位は電子ビームサイズに比べて小さく放射光利用上の問題は生じていなかったが、原因不明の軌道変動に対する対処は必要と判断し原因調査と対策に取り組んだ。

軌道変動の特徴

- 最大変位量は $\Delta X \sim 40 \mu\text{m}$, $\Delta Y \sim 20 \mu\text{m}$
- 軌道変位はリング全体に分布し再現性が高い
- 発生頻度は数日に1回、発生時刻はユーザー利用開始直後と終了直前に集中
- 挿入光源の操作とは相関無し

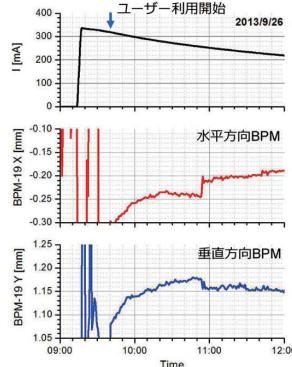
調査方法

- データベースを用いた過去の運転記録の検証
- BPM真空槽の変形
- ステアリング電磁石の動作確認
- ビーム輸送系電磁石の影響調査

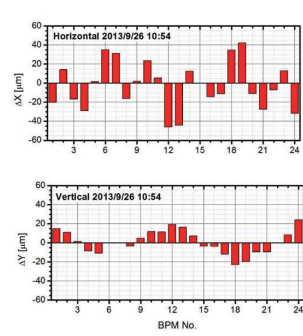
軌道変動の傾向

軌道変動の観測例

運転記録

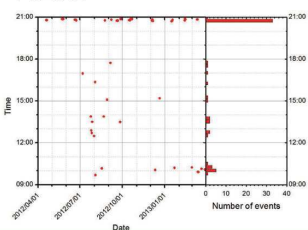


軌道変位の分布

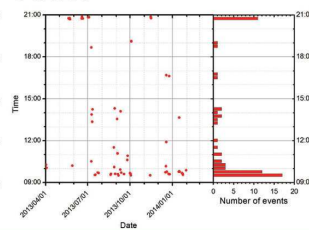


発生時刻の分布

FY2012



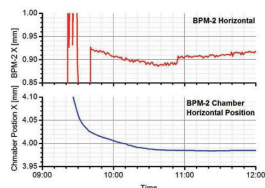
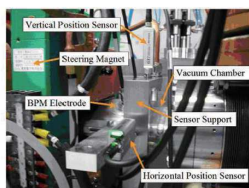
FY2013



原因調査

BPM真空槽の変位

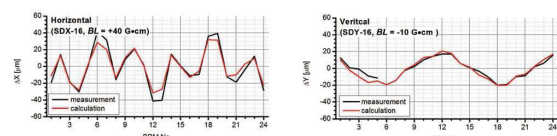
真空槽の位置測定とBPM測定値の比較



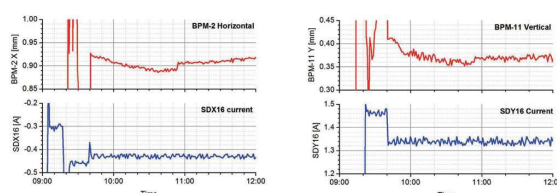
ステアリング電磁石

- 不整ダイポールキックによる軌道変位の計算
- 観測結果を再現するステアリングの特定

計算と観測結果の比較

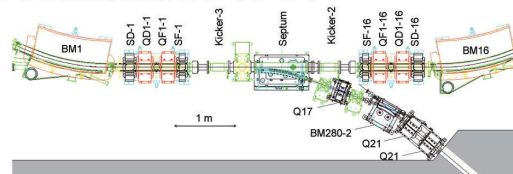


励磁電流値とBPM測定値の比較

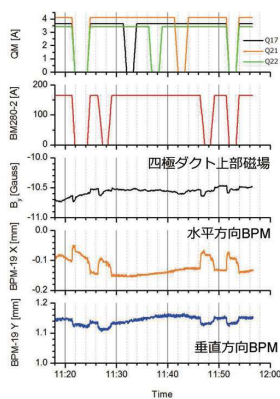


ビーム輸送系電磁石の影響

リング入射部近傍のレイアウト



輸送系電磁石の操作によるビームへの影響



- ビーム輸送系電磁石(BM280-2)の漏洩磁場が軌道変動の原因
 - 輸送系電磁石はリニアック電磁石と一括操作
 - 軌道変動の頻発理由：特定の運転員による操作または施設の節電要請への対応
 - 加速器運転手順の改良で対処
- =>ビーム入射後、軌道補正を行う前に輸送系電磁石をシャットダウン

まとめ

- 軌道変動の原因を特定
- 加速器運転手順の改良で対処
- 2014年2月以降、漏洩磁場由来の軌道変動は発生無し