

SAGA-LS リングにおけるスピン消極共鳴の観測

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

蓄積リングを周回する高エネルギー電子ビームは、シンクロトロン放射を通じて徐々にスピンの向きが揃ってくる。電子・電子の散乱断面積はスピンの向きに依存するため、タウシェック効果がビーム寿命を支配する蓄積リングでは、ビーム寿命はスピン偏極度に依存する。放射光施設 SAGA-LS の 1.4 GeV 電子蓄積リングのビーム寿命はタウシェック効果が支配的であり、日々の運転におけるビーム寿命の変動はスピン偏極度を反映している可能性がある。ビーム寿命に対するスピン偏極効果の探索の第一段階として、振動磁場によるスピン消極共鳴の観測を試みた。スピン歳差運動に同調した周波数の水平振動磁場によってスピン消極共鳴が起こる。スピン偏極度の低下によって電子損失率が増加するため、消極共鳴周波数の決定には電子損失率測定が利用できる。周波数スキャンにより消極共鳴と思われる電子損失率の増加が観測された。消極共鳴周波数はビームエネルギーの設定値より 1%程度高い値であった。本発表では SAGA-LS 蓄積リングにおけるスピン偏極のビーム寿命に対する影響、スピン偏極度の変動機構の推定、スピン消極共鳴の測定試験を報告する。

SAGA-LSリングにおけるスピン消極共鳴の観測

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

はじめに

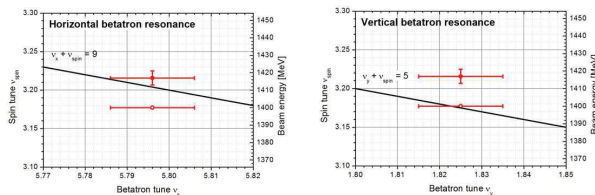
蓄積リングを周回する電子ビームはスピンフリップを伴うシンクロトロン放射により徐々にスピンの向きが偏向電磁石磁場に反平行へ揃ってくる。SAGA-LS 1.4 GeV電子蓄積リングのビーム寿命の変動要因の一つとしてスピン偏極の寄与を推定した。スピン偏極に関する調査の第一段階として、振動磁場によるスピン消極共鳴の観測を試みた。

電子ビームのスピン放射偏極

- 理論上の最大偏極度はおよそ92.4%。実際は様々な消極作用との平衡状態として到達偏極度が決まる
- 高精度ビームエネルギー測定法としての消極共鳴の利用
- タウチェック寿命は偏極度に依存

SAGA-LSリングの特性

- タウチェック寿命が支配的かつスピン偏極のビルドアップ時間は短い (~ 40分)
- スピン偏極によるタウチェック寿命の増加は10%程度
- 運転動作点が線形スピン消極共鳴に近く、到達スピン偏極度は蓄積リング運転条件の微小変化に敏感と推定



スピン消極共鳴

水平方向振動磁場による消極共鳴

消極共鳴周波数

$$f_{\text{dep}} = (k + \nu_{\text{spin}}) \times f_{\text{rev}}$$

$$\nu_{\text{spin}} = a\gamma$$

ν_{spin} : スピンチューン

f_{rev} : 周回周波数

γ : ローレンツ因子

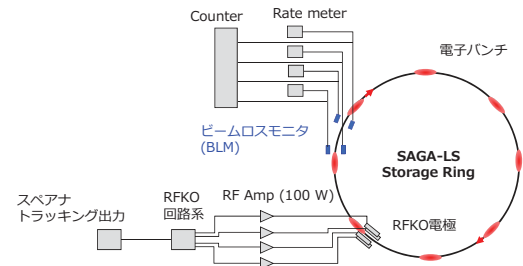
a : 異常磁気モーメント

電子損失計数によるスピン消極共鳴の検出

- 周波数スキャンを行い、偏極度の低下によるタウチェック散乱由来の電子損失率の増大を観測
- タウチェック寿命が支配的な蓄積リングで有効

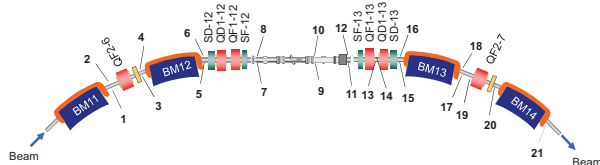
SAGA-LSリングにおける実験系

- 振動磁場の生成にバンチフィリング制御用RFKO装置を使用
- タウチェック散乱に敏感な箇所へビームロスモニターを設置
- スキャン速度 10 Hz/s



ビームロスモニター

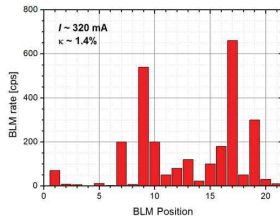
BLMテスト箇所



BLM設置状況



BLM計数率



- ビームロスモニターは小型で設置自由度の高いBergoz製BLMを採用
- 蓄積リングの1セル内各所にBLMを取り付け計数率を比較
- タウチェック効果による電子損失に敏感な箇所を特定

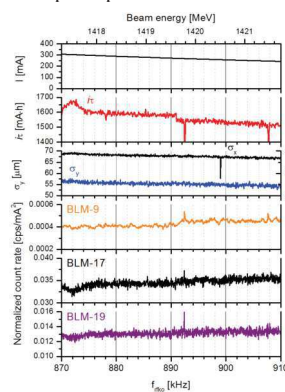
謝辞

本研究で使用したBLMは分子研UVSORの加藤政博教授ならびに関係者のご好意により借用させていただきました。BLMの使用方法について林憲次技術職員より助言を得ました。感謝いたします。

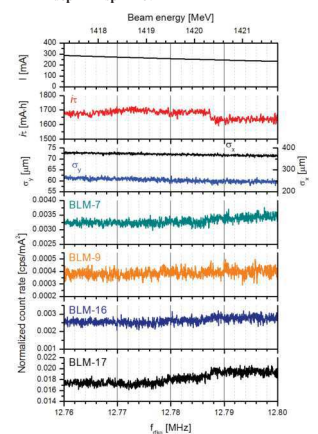
測定結果

RFKO周波数スキャン

$$f_{\text{dep}} \sim (\nu_{\text{spin}} - 3)f_{\text{rev}}$$



$$f_{\text{dep}} \sim \nu_{\text{spin}} f_{\text{rev}}$$



- 周波数スキャン範囲を変更した測定を複数回実施
- 電子損失率の変化が観測された周波数はいずれもビームエネルギーに換算して1420 MeV付近
- 現段階では測定の再現性が乏しく、またBLMの計数率が低いため測定時間が長いことが問題
- 今後は測定系の改善や円偏光レーザーを用いたコンプトンポラリメータの開発を予定