

平成23年度修士論文要旨

標題：ベータトロンチューン自動補正による電子蓄積リングの安定化

所属：物質科学専攻 物質機能解析学部門 ビーム物理学講座

指導教員：宮本修治・庄司善彦・橋本智

学生番号：SM10M028 氏名：濱田洋輔

蓄積リングの運転において、ベータトロンチューンの変動はビーム寿命の悪化や電子ビームの不安定性を引き起こす要因の一つとなっている。ニュースバルでも1GeVから1.5GeVへの加速途中のチューンは大きく変動しており、加速後の蓄積電流の減衰やtop-up運転時のフィリングに依存してチューンが変化することも確認され、それに伴いビーム寿命も悪化している。本研究では卒業研究時に作成したチューン自動計測・補正システムの性能向上による電子ビームのさらなる安定化と、チューンサーベイ機能によるビーム寿命の評価を行った。

本研究で使用しているチューンを補正するための四極電磁石に設置した補助巻線に使用する電源はモノポーラーであるためにチューンを下げる方向にしか補正できなかった。対策として電源と補助巻線の間で外部信号で操作可能な極性切替モジュールを導入し必要に応じて極性を反転した。このシステムを用いて1GeVから1.5GeVへの加速途中のチューンを補正したところ、極性切替モジュールの導入前は全幅で約0.01程度変動していたが導入後は約0.005の変動に抑えることができた。また1.5GeVdecayモード運転時において長時間ビームを蓄積した場合や1GeVトップアップ運転中も一定に保つこともできた。Fig. 1に1.5GeVdecayモード運転時のチューンを補正ありの場合と補正なしの場合で比較した結果を示す。ここで垂直チューンの変化量は水平チューンに比べて小さいので割愛する。補正なしで約0.004変動していたチューンが補正により一定に保たれていることがわかる。

また本システムの応用として自動的にチューンをスキャンし、そのときのビーム寿命を測定するチューンサーベイ機能を開発した。これを用いることで最適なチューンを自動測定で見つけることができる。補助電源に通電できる電流の制限から、一度に測定できるチューンの範囲は水平、垂直共に約0.04である。水平6.213から6.330、垂直2.192から2.232の範囲で3回に分けてサーベイを行った結果をFig. 2に示す。水平チューンが6.3から6.31、垂直チューンが2.2から2.23あたりでビーム寿命が大きくなっているのがわかる。利用運転時のチューンはこの範囲内程度に保った制御が必要である。また共鳴線付近ではビーム寿命が悪化しているのが確認できる。

ベータトロンチューンを自動で計測・補正するシステムの開発を行った結果、常に最適値を保つことが可能となり電子蓄積リングの安定化に寄与することができた。またチューンサーベイ機能によって実測により最適なオペレーションポイントを検索でき、ビーム寿命の改善が可能になった。

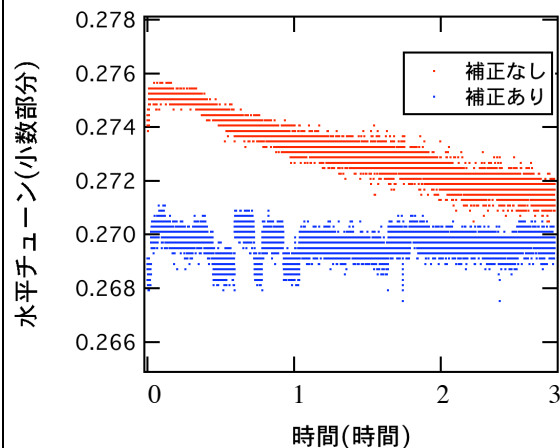


Fig. 1 1.5GeV運転中の水平チューン

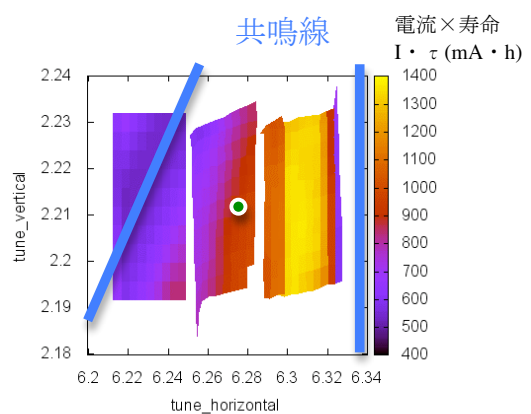


Fig. 2 ビーム寿命のチューン依存性

指導教授：宮本修治

印