

東北大・核理研の加速器の現状

神藤勝啓¹、栗原亮、柴崎義信、高橋重伸、田中拓海、七尾晶士、濱広幸、日出富士雄、宮本篤、武藤正勝
 東北大学大学院理学研究科附属原子核理学研究施設
 〒982-0826宮城県仙台市太白区三神峯1-2-1

概要

東北大・核理研はライナックとストレッチャーブースターリングの2つの加速器を有する。これらの加速器について2001年度の状況を報告する。

1. はじめに

1997年10月より開始したストレッチャーブースターリング (STB リング) の運転も5年目を迎えた。年間の運転時間約2300時間の殆どが学内外の共同利用に用いられている。ライナックも含めて、核理研ではこれらの加速器の運転、維持、研究を一昨年同様、教官3名、技官5名、大学院生2名で行っている。

ライナックの主な使用目的は、RI 照射実験のビーム源、原始核実験を行うためのSTB リングへの入射器、コヒーレント放射実験などのパルスビーム実験のためのビーム源としての3つの役割を果たしている。本稿では、2001年度の運転状況、加速器研究について報告する。

2. 運転状況

2.1 施設の状況

核理研の実験施設のレイアウトを図1に示す。ライナックの構成や運転パラメータ等については、昨年プロシーディングスで報告した通りである^[1]。

老朽化による屋根からの漏水が酷かったため、2001年4月から5月初旬にかけて、ライナック棟屋上の工事を行った。また2002年2月から7月まで、計画中であったGeV線実験棟の建設が行われており、10月初旬に文部科学省による施設検査の後、STB リングを用いた加速器の運転及び共同利用の再開の予定である。

その他に月2回の定期点検(内1回はインターロック点検)、メンテナンスのために約2ヶ月に1回の工事期間などにより加速器を停止する期間があるが、それらの時期を除いて、昨年も約2300時間の加速器の運転が行われた。

2.2 共同利用の状況

第1表に2001年度のマシンタイムの実施状況を示す。1995年から1998年までSTB リングの建設及びコミ

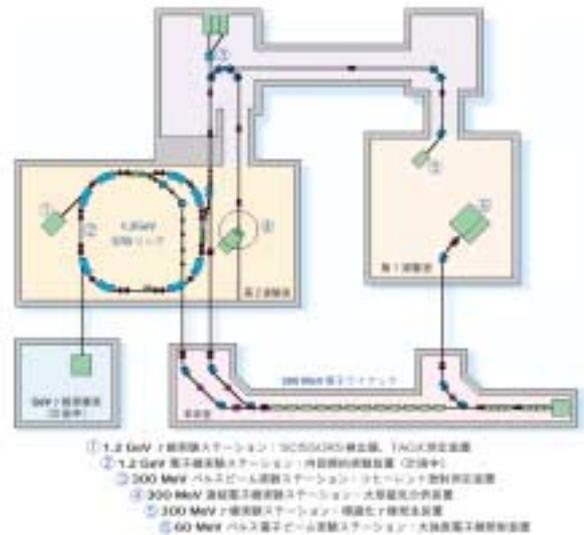


図1 東北大・核理研の実験施設レイアウト

ショニングのため、第2実験室でのユーザー利用は行われず、第1実験室でのRI 照射実験のみが行われた。

1999年度以降、第2実験室でのユーザー実験のためのビーム供給を再開して、2001年度も2000年度同様約2300時間の運転を行った。共同利用実験参加者数も2000年度同様学内外合わせて年間100名以上であった。前述の通り2002年度はGeV線実験棟建設工事のため、前期はRI 照射実験のみの運転で、後期より第2実験室でのユーザー実験のためのビーム供給を再開する予定であるため、2001年度までに比べて運転時間はかなり減少することが予想される。

第1表 2001年度のマシンタイム実施状況
(単位: シフト, 1シフト=12時間)

分野	前期	後期	合計
原子核	63	37	100
放射光	6	8	14
加速器・測定器	3	5	8
放射科学	13	10	23
マシン立上	16	10	26
マシンスタディ	9	9	18
合計	110	79	189

¹ E-mail: shinto@lns.tohoku.ac.jp

2.3 マシントラブル

2001年度も核理研では、たくさんのマシントラブルが生じた。アナライザーマグネットのリモート制御部の故障(5月),STB リングのRF 冷却系の故障(6月),電子銃グリッドパルサー電源より異臭(7月),STB リング取り出しセプタム電源のハンチング,STB 冷却系の冷却塔より漏水(8月),クライストロンパルサー5号機のイオンポンプ電源の故障,同3号機のサイクロトンの故障,STB リング入射セプタム電源の故障(9月),ライナックプリバンチャーの異常動作,STB リングRFサーキュレーター部の冷却ポンプの停止(11月),電子銃のガンパルサー内の光-電気変換器の故障,電子銃サイクロトンの故障(12月),ライナック集束コイルの冷却水漏れ,ライナック四極電磁石電源B2のコントローラーの故障(1月)などにより,加速器の運転を停止しなければならない事態が生じた。

7月に生じた電子銃グリッドパルサー電源からの異臭は後に調査した結果,パルサーの3相整流回路のうち1相分のスライダックのカーボンブラシが焼失してしまったためと考えられている。また,9月に生じたSTB リング入射セプタム電源の故障の時には約2週間加速器を停止しなければならなかった。この電源はSTB リングの前に設置,利用されていたストレッチャーリング SSTR の時に使われていた電源を再利用しており,その老朽化による充電用のツェナーダイオードの破損などが原因であった。

その他,老朽化によるイオンポンプの更新,ライナックのコアモニターの復旧,冷却水のフロースイッチの交換,電源類の交換なども行った。

3. 加速器研究

2001年度は主にSTB リングの光学パラメータの測定が行われた^[2]。図2にSTB リングの全体図を示す。核理研のSTB リングは4回対称のChasman-Green型のラティスで周長は49.75 mである。ライナックからの入射エネルギーは200 MeV であり,プースターとしては最大1.2 GeV 間で加速できる。一方,このリングはストレッチャーとして用いられることもあり,ライナックからの200 MeV のビームを3次共鳴による遅い取り出しを行うことで,擬似的に連続ビームを生成することが出来る。リング内のRF空洞のRF周波数は,500.1 MHz,ハーモニック数は83である。

図3にこのリングのベータ関数及び分散関数を示す。実線は計算結果,マーカーは測定結果である。リング内に設置されている9つのビームポジションモニターを用いて,4極電磁石 QF 及び QD の電流値に対するチューン,RF周波数の変化に対するビームの位置の変化を測定することにより求めた。リングの平均的なベータ関数及び分散関数はほぼ計算結果

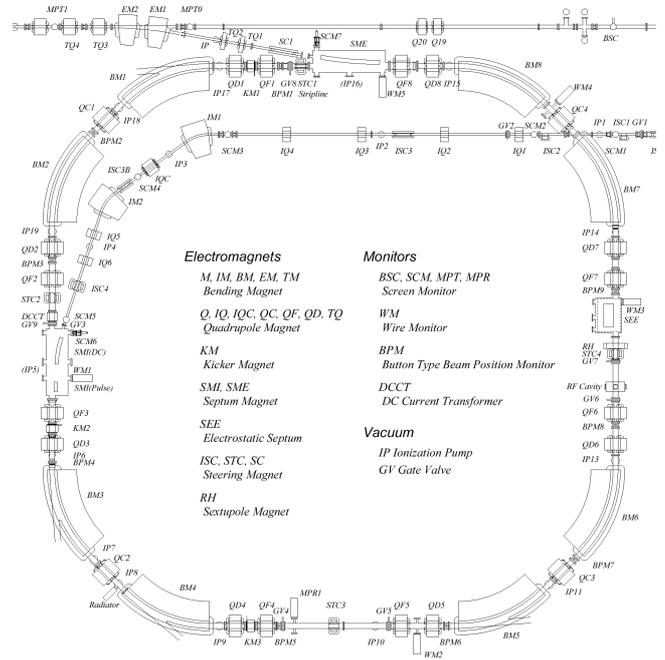


図2 STB リングの全体図

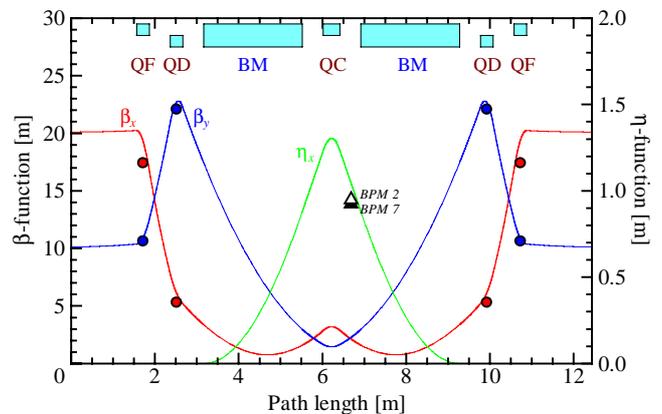


図3 ベータ関数及び分散関数

と同じであることが分かった。

入射ビームのエネルギーを変化して,周回周波数やチューンの測定を行い,モーメントコンパクションファクターやクロマティシティを求めた。入射ビームのエネルギーをスリットで制限することにより,高い精度で測定を行うことが出来る。

図4に入射ビームエネルギーの変化に対するビームの周回周波数の変化を示す。ラティス中の2つの偏向電磁石の間に設置されている四極電磁石の電流値を変えて,直線部の分散の有無の違いによる2種類について測定した。この結果をフィッティングすることによって,モーメントコンパクションファクターを求めた。測定結果は0.0366で,設計値の

0.0378より僅かにずれていたが、四極電磁石の校正などがその原因と思われる。また、分散があることによる非線形性も確認された。

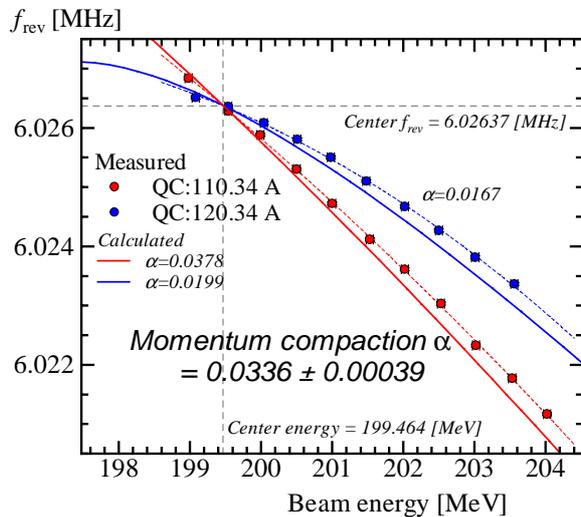


図4 入射ビームエネルギーの変化に対する周回周波数の変化

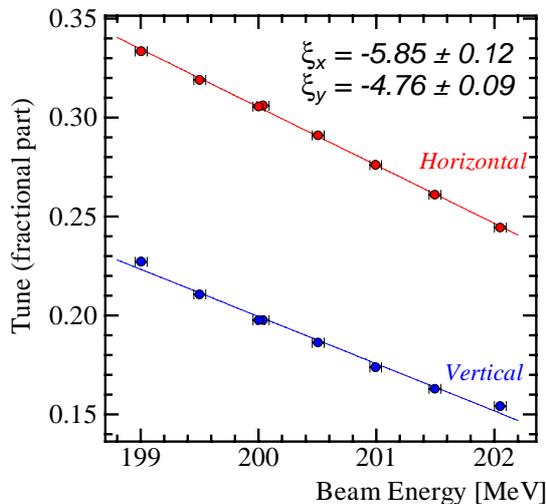


図5 入射エネルギーに対するチューンの変化

図5にビームの入射エネルギーに対するチューンの変化を示す。STB リングの動作点は $(\nu_x, \nu_y) \sim (3.32,$

1.21)である。核理研では、ストリップライン型電極を用いたチューン測定を行っている。4つの電極のうち、対角の2つの電極に外部から任意波形発生器を用いて0.5~2 MHzの白色ノイズ(信号)がアンプを介した後に、互いを逆位相にしてそれぞれの電極に印加されて、周回ビームに擾乱を与えている。残りの2つの電極より信号をピックアップして、2つの信号の差を取り、スペクトラムアナライザーで、チューンの時間変化を測定している。対角の電極の差信号で測定を行うので、水平・垂直の両方のチューンを同時に観測出来る。

図5の結果より、クロマチシティーは $(\xi_x, \xi_y) \sim (-5.85, -4.76)$ で、設計値の $(-5.79, -4.98)$ にほぼ一致していることが分かった。

4. まとめ

核理研の加速器の状況について、2001年度の施設、共同利用、マシントラブル、加速器研究の状況について報告してきた。

共同利用の状況は年間約2300時間程度、利用者数は学内外合わせて100名を超える程度で、2000年度とほぼ同じ状況である。また2001年度末より核理研では施設として新たにGeV線実験棟の建設が始まった。

加速器研究の状況としては、2000年度に設置したチューン測定システムを用いてSTBリングの光学パラメータの測定を行った。

今後の予定としては、施設としては新たに建設された実験棟で、STBリングで1.2 GeVまで加速された電子ビームを利用した原子核実験が始められる。また、加速器研究として、入射ビームが完全にダンプするまで蓄積した後に、3次共鳴とRFロックアウト法を用いた遅い取り出しの研究、STBリングへの高輝度入射器の設計などを始める。

参考文献

- [1] K. Shinto et al., Proceedings of the 26th Linear Accelerator Meeting in Japan, pp.13-15 (2001).
- [2] A. Miyamoto et al., Proceedings of the 13th Symposium on Accelerator Science and Technology, pp.390-392 (2001).