

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

2002年度の核理研の加速器の現状について報告する。35年以上稼働してきた核理研ライナックについての光学系の計算, 加速器運転の制御などを整うことが出来たので, これらのことについて報告する。また, 施設の状況についても併せて報告する。

1. はじめに

東北大学・原子核理学研究施設(核理研)では, 1967年より運転を開始した線形加速器, 1997年より運転を開始したストレッチャーブースター(STB)リングを用いて, RI製造, 原子核実験, コヒーレント放射光実験, 測定器の開発などが行われている。これらの加速器の運転, 維持, 開発, 研究を教官3名, 技官5名, 大学院生2名で行っている。

本稿では, 2002年度の運転状況, 加速器研究の状況について報告する。将来構想についても検討を開始したが, 詳細については本プロシーディングス内「核理研将来加速器構想 - リナック - 」^[1]を参照していただきたい。

2. 運転状況

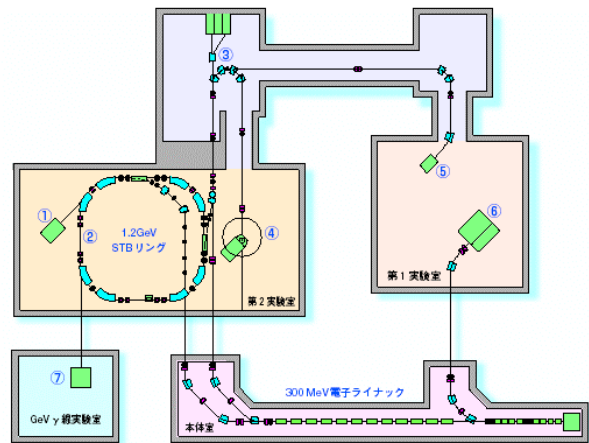
2.1 施設の状況

核理研の実験施設のレイアウトを図1に示す。GeV 線実験棟の建設のために, 2002年2月から7月まで第2実験室へのビームの供給及び第2実験室での実験は停止していた。完成後, 約1ヶ月ビーム調整を行った後に, 10月初旬に文部科学省による施設検査で承認されてから, 第2実験室での共同利用を再開した。そのため, 2002年度の運転時間は前年度より減少したが, 約2000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2002年度のマシンタイムの実施状況を示す。GeV 線実験棟建設のため, 第2実験室で行われる原子核実験, 放射光実験の時間が減少した。放射化学(RI製造・照射実験)については, GeV 線実験棟建設による影響がないので, この間も定期的の実験が行われて, 前年度同様の時間分の運転が行われた。

共同利用実験参加者数は2000年度以降, 学内外合



- ① 1.2 GeV γ 線実験ステーション: NKS測定装置
- ② 1.2 GeV 電子線実験ステーション: 内部標的実験装置
- ③ 300 MeV パルスビーム実験ステーション: コヒーレント放射測定装置
- ④ 300 MeV 連続電子線実験ステーション: 大型磁気分析装置
- ⑤ 300 MeV γ 線実験ステーション: 標準化 γ 線発生装置
- ⑥ 60 MeV パルス電子ビーム実験ステーション: 大強度電子線照射装置
- ⑦ GeV γ 線実験ステーション: SCISSORS検出器

図1 東北大・核理研の実験施設レイアウト

第1表 マシンタイム実施状況
(単位:シフト, 1シフト=12時間)

分野	02年度	01年度	前年度比
原子核	75	100	-25
放射光	12	14	-2
測定器	0	8	-8
放射化学	23	23	0
マシン立上げ	33	26	7
マシンスタディ	18	18	0
合計	161	189	-28

わせて年間100名以上である。2003年度は長期にわたる建設, 工事が予定されていないので, 年間2500時間近く加速器が運転されると予想される。

3. 加速器の状況

3.1 加速器運転のための研究, 開発

核理研では第1表に示したように様々な実験が行われており, それらの実験ではビームエネルギー, ビーム電流, 繰り返し, マクロパルス幅などが全て異なる。第2表に運転モードごとのパラメータを示す。

¹ E-mail: shinto@lns.tohoku.ac.jp

第2表 ライナックの運転モードとパラメータ

	エネルギー (MeV)	繰り返し (Hz)	マクロパルス幅 (μ s)	平均電流 (μ s)
RI製造 (放射化学)	15~60	300	3	~120
パルスビーム (放射光)	150~200	50	2	<10
ストレッチャー (原子核)	150	100	1	<10
ストレッチャー (原子核)	200	300	1	<30
ブースター (原子核)	200	50	1	<5

これらの運転モードが日毎に替わるため、核理研では加速器の立ち上げに非常に手間が掛かる。この手間を少しでも軽減するために、昨今ライナックの制御系をこれまで使ってきた制御卓から、様々の電源の設定をPCから入力、PCでの監視が出来る様に環境を整えてきた^[2]。

現在では、集束コイル電源 (6台)、ステアリングコイル電源 (20台)、四極電磁石電源 (16台)、エネルギー分析電磁石 (4台)、クライストロン出力 (5台) の一括設定及び監視、クライストロン (5台)、プリバンチャー、バンチャー及び加速管 (19本) の移相器の位相の監視が出来るようになり、各運転モードについて迅速に立ち上げて、共同実験利用者に引き渡すことが可能になってきた。また、PCに設定データを保存することにより、次回からの立ち上げに利用できるように、ようやく整ってきた。

しかし、核理研のライナックは操業以来35年以上が経過しており、現在汎用で使われている位相検出器などを使うためには、それらの機器を設置できるように改造を行わなければならない、完全にビームを制御するためには様々な部分に手を加えていかなければならない。

3.2 機器の更新

・RF窓の交換

核理研にはプリバンチャー、バンチャー、20本の加速管があるために、一度に22個のRF窓を交換することは、予算規模からしても不可能である。そのため、毎年少しずつRF窓の準備をして、数年に一度低エネルギー部のみ或いは高エネルギー部のみを交換を行ってきている。2002年度は夏期シャットダウン中に高エネルギー部の導波管中のRF窓12個の交換を行った。

・パルスクライストロンの交換

核理研では、三菱電機製のPV-2014Bという最大出力25MW、最大繰り返し300Hzのパルスクライストロンを5台用いており、毎年順番に1台ずつ交換を行っている。各クライストロンは5年1度しか交換が出来ないため、1万時間以上使用することになる。

2002年度も1台のクライストロンの交換を行い、それまで用いていたクライストロンは非常時の予備

として保管している。

・クライストロン冷却装置の更新^[3]

クライストロン冷却装置は「蒸発冷却方式」を採用した装置であり、核理研ライナックの運転が始まって以来更新されたことがない。これらも老朽化が進行しており、5台の冷却装置各々で冷却能力の低下、熱交換器圧力容器からの水漏れが多発していた。

そのため、テスト機として2002年度にプレート式熱交換器を用いた冷却装置 (W508xL800xH1852) を1台製作した。第3表に基本仕様を示す。図2にプレート式熱交換器を用いた冷却装置の外観を示す。

第3表 クライストロン冷却装置の基本仕様

交換熱量	100 kW
高温側給水量	20 l/min
高温側給水圧力	0.2 MPa
低温側給水量	230 l/min



図2 更新後のクライストロン冷却装置

3.3 マシントラブル

核理研のライナックは、長期使用、老朽化により、あらゆるところで故障が生じてもおかしくない状態である。2002年度も以下に記したマシントラブルを始め、様々なトラブルが生じた。

- ・スリットからの水漏れによる真空悪化
- ・導波管、移相器からのSF₆ガスの漏れ封じ
- ・RF窓の冷却管からの水漏れ
- ・サイクロトロンヒータ線断線
- ・電子銃エミッションの不放出

4. まとめ

東北大・核理研の2002年度の加速器の状況について報告してきた。GeV 線実験棟の建設、10月より第2実験室へのビーム供給の再開が行われ、年間

2000時間の加速器の運転が行われた。加速器研究・開発については、核理研の運転開始以来用いられてきた機器類を少しずつではあるが更新して、出来る限り運転、保守に手間の掛からないように替えてきている。

将来構想として、入射器の検討を始めたばかりであるが、入射器の建設が承認されるまでは現在のライナックを運転、保守していかなければならないので、予算縮小の状況下で出来る限り費用、手間の掛からないように、今後も更新を続けていく予定である。

参考文献

- [1]H. Hama et al., in these proceedings.
- [2]Y. Shibasaki et al., *Proceedings of the 26th Linear Accelerator Meeting in Japan*, pp.282-284 (2001).
- [3]高橋重伸, 東京大学総合技術研究会技術報告集, pp.2-46-2-48 (2003).