

# PRESENT STATUS OF ACCELERATORS IN ELECTRON LIGHT SCIENCE CENTRE, TOHOKU UNIVERSITY

Kenichi Nanbu <sup>#,A)</sup>, Masayuki Kawai <sup>A)</sup>, Shigeru Kashiwagi <sup>A)</sup>, Fujio Hinode <sup>A)</sup>, Yoshinobu Shibasaki <sup>A)</sup>,  
Ikuro Nagasawa <sup>A)</sup>, Toshiya Muto <sup>A)</sup>, Ken Takahashi <sup>A)</sup>, Nuanya Huang <sup>B)</sup>, Hiroyuki Hama <sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> Electron Light Science Centre, Tohoku University,

1-2-1 Mikamine, Taihaku-ku, Sendai, Miyagi, Japan, 982-0826

<sup>B)</sup> Institute of Photonics Technologies, National Tsing Hua University,  
Hsinchu, Taiwan 30013

## Abstract

An accelerator facility of the Electron Light Science Centre of the Tohoku University sustained serious damage due to The Tohoku Earthquake. Especially, the damage of a 46-years-old 300 MeV linac was significant. We give up the plan for recovering 300 MeV linac. We have decided to re-built a low energy section of the old-linac for dedicated use of RI production, and a new small linac will be constructed as an injector for the booster ring. In addition a new accelerator cooling system will be reconstructed using compact chillers. This report describes the status of the accelerators and recovery of Electron Photon Science Centre.

## 東北大学電子光理学研究センターの加速器の現状

### 1. はじめに

2011年3月11日14:46に発生した東日本大震災により加速器及び施設設備は壊滅的な被害を受けた。建設から40年以上経過した300MeVリニアックはことさらに大きな被害を受けた。このリニアックを完全に復旧することは断念し、RI生成実験に使用していた低エネルギー部のみ復旧することにした。原子核実験に供されている1.2GeVブースターシンクロトロンへのビーム入射については、入射専用のリニアックを新たに建設することにした。その他、加速器冷却水設備も各所で水漏れが生じたため、旧システムを撤去し更新することとした。本報告では加速器施設の復旧、復興に向けての取り組みと現状について報告する。

### 2. 実験室内の整備

実験室内には、震災により損壊した機器類が多数あったため、復旧作業の前に実験室内の整備作業から行うことにした。最初に撤去することを決めたりニアック高エネルギー部から低エネルギー部の補修部品となる導波管や真空窓、高電圧部品などを取り外し保管場所に仮置きした。その後、損壊した加速管や導波管、電磁石等の機器や冷却水配管、不要ケーブルの撤去を行った。また、STBリングでは放射線遮蔽用のコンクリートブロックが地震で動き、電磁石に激突した痕がみられた。コンクリートブロックは、電磁石の再アラインメント作業の障害となるので撤去することにした。これらの一連の作業は2011年9月に開始され、2012年3月まで約半年ほどを費やした。実験室から撤去された機器類の総重量は150トンにも及んだ。



(a) モジュレータ電源撤去



(b) 実験室から撤去された機器類

図1: 実験室整備の様子

### 3. 低エネルギー部リニアック

#### 3.1 復旧方針

旧核理研時代から稼働してきた電子リニアックは、熱陰極電子銃、プリバンチャー・バンチャー空洞、低エネルギー部の1 m加速管8本と高エネルギー部の2 m加速管12本で構成され、5台のクライストロンモジュレータがRF電力を加速管に供給していた。

リニアックは建設から46年をも経過しており、交換部品の入手が難しいため全面復旧は不可能と判断したが、高エネルギー部から交換部品を調達することによって低エネルギー部のみ復旧することが可能と考えた。具体的にはモジュレータ電源2, 3, 4号機及びそれに接続してある立体回路から使用可能な部品を抜き取って交換予備部品として確保し、モジュレータ電源のうち比較的健全性が高い5号機を2号機の場合に移設して低エネルギー部のみを復活させることにした。これらの高周波系の他に、エネルギーフィルタとして使用していた偏向電磁石とその真空容器、また電子銃用高圧パルス電源なども老朽化が著しく、地震による損傷が大きいと判断して更新することにした。

#### 3.2 現状

2012年4月にモジュレータの移設作業を終え、2012年5月に偏向電磁石と真空容器を現場に設置した(図2)。電子銃用高圧パルス電源は2012年9月に設置予定である。現在、高エネルギー部廃止に伴う電磁石電源の移設作業や制御システムの再構築を行っている。

### 4. 入射用90MeVリニアック

#### 4.1 復旧方針

従来と同じビームエネルギーでリングへビームを入射できるリニアックを新たに構築することは、限られた復旧予算では不可能であった。幾つかの構成を検討した結果、1台のクライストロンを高周波源として使い、3m加速管2本で90MeVまで加速する



図2:設置された偏向電磁石と真空容器



図3:補修後の第2電磁石室。冷却水配管と圧縮空気配管が設置済みである。

リニアックを入射器として新設することにした [1]。

#### 4.2 現状

本入射用90MeVリニアックは、従来の300MeVリニアックと比較して非常にコンパクトであるため、これまでビーム分配のための偏向電磁石群が設置してあった部屋(第2電磁石室)に設置可能である。2012年の3月から5月にかけて、第2電磁石室内の床と壁面の補修作業を行った(図3)。加速器本体の本室への設置作業は、2012年11月から行われる予定である。

### 5. 1.2GeVブースターシンクロトロン

#### 5.1 復旧方針

ストレッチャーブースターリング(STBリングと呼称)は、シンクロトロン電源のパターン追従性能や安定度の問題、入射ビームの低エネルギー化にともなうビーム不安定性などの観点から、STBリングについても幾つかの機器について大幅な見直しが必要となった [2]。STBリング関係する今回の変更点は、

- (1) シンクロトロン電源の更新
- (2) 入射用パルス電磁石電源の更新
- (3) Q電磁石の更新

の3点である。

(1)の更新は、震災により破損した偏向電磁石用と3ファミリーの4極電磁石用のシンクロトロン電源をより高性能な電源に置き換え、90MeVから1.3GeV程度までの幅広い運転領域で安定性を確保するためのものである。(2)については、今回の震災により高圧パルス回路の健全性が殆どの電源で失われたため更新することにした。(3)については、4極-6極の機能複合型電磁石を導入することでこれまで懸案となっていたクロマチシティー補正を可能にすることを意図しており、低いエネルギーでも

ビーム安定性を補償し、90MeV 入射を実現するものである。

## 5.2 現状

アラインメント作業の障害となる放射線遮蔽用コンクリートブロックはすでにビームライン脇から撤去し、放射化していなかったものは実験室外に搬出した。2012年11月より機能複合型(QS)電磁石の据付とリング全体のアラインメントを行う予定である。また2013年1月よりシンクロトロン電源や、パルスセプタム・キッカー電源の設置作業をすすめ、2013年2月にスケジュールされている90MeV入射用リニアックのビーム立ち上げに合わせて、入射テストを行えるようにする予定である。

## 6. 冷却水設備・建屋設備関連

### 6.1 冷却水設備



図 4: 機器別に小型のチラーで温調する。写真は低エネルギー部導波管と加速管の温調用チラー

今回の加速器冷却システムの更新では、加速器構成機器をそれぞれ小型のチラーで温調するようにし(図4)、古い配管・機器などはほぼ全て撤去することにした。また従来、冷却塔系統水で機器を冷却していた系統を、リニアック高エネルギー部に設置してあったプレート式熱交換器を流用することにより純水系統に変更した。これにより加速器の冷却に

直接冷却塔系統水を使用する系統を全廃することができ、機能的でコンパクトな冷却水システムの構築が可能になった。

### 6.1 建屋設備

東日本大震災は建屋にも多大な被害を及ぼした。特にモジュレータ電源を設置しているクライストロン室は壁面のクラックが酷く、ほぼすべてのクラックが外壁まで貫通していたが、現在は補修工事が行われ、大きなクラックについては補修済みである。電気系統の被害では、クライストロンモジュレータに電源を供給するバスダクトが、ブラケットから脱落していることが発見された。原因は地震の衝撃により固定用のアンカーボルトが躯体から抜け落ちたためと推測される。これについては、非常に危険な状態であったため緊急補修工事を行った。他にも、配線ラックや配管固定用のアンカーボルトが抜けていた箇所が多数あったため、これらの補強工事も行った。

震災により施設全体の空調を行うエアハンドリングユニット等空調機器設備もまた酷く破損したため、2012年4月より復旧工事が行われている。現在、実験室内の空調は停止しており、湿度が高く結露等の問題が生じているが、2012年9月には復旧工事が完了し、空調の運転を再開する予定である。

## 謝辞

これまで多くの方々からの多大なる、そしてたゆまぬ励ましに支えられて、東北大学電子光研究センタースタッフは復旧復興に全力で向け取り組んでおります。皆様のご厚誼に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 柏木茂 他、第9回日本加速器学会年会 (THPS023)
- [2] 日出富士雄 他、第9回日本加速器学会年会 (THPS024)