

## PRESENT STATUS OF RF SOURCE IN J-PARC LINAC - Recovery from Earthquake Disaster and Energy Upgrade -

Masato Kawamura<sup>#,A)</sup>, Etsuji Chishiro<sup>B)</sup>, Shin-ichi Shinozaki<sup>B)</sup>, Zhigao Fang<sup>A)</sup>, Yuji Fukui<sup>A)</sup>, Fujio Naito<sup>A)</sup>,  
Masayoshi Yamazaki<sup>B)</sup>, Naoaki Tsubota<sup>B)</sup>, Kenta Futatsugawa<sup>B)</sup>, Fumiaki Satou<sup>B)</sup>, Hidetomo Oguri<sup>B)</sup>,

<sup>A)</sup> High Energy Accelerator Research Organization (KEK), 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

<sup>B)</sup> Japan Atomic Energy Agency (JAEA), 2-4 Shirakata Shirane, Tokai, Ibaraki, 319-1195

### Abstract

This report describes the present status, especially after the Great East Japan Earthquake, of the rf source in the J-PARC Linac. The rf source in the 181MeV linac has being off since March 11, the day when the earthquake occurred. The recovery of the source is scheduled in October. The energy upgrade to 400MeV of the linac will be postponed to FY2013.

## J-PARC リニアック高周波源の現状 — 震災復旧とエネルギー増強 —

### 1. はじめに

3月11日に発生した東日本大震災により J-PARC の各施設は被害を受け、現在までビーム運転を中断している。

震災発生当日、J-PARC リニアックは運転中(供用運転を一時中断し、定期的な Study を行っていた)であり、リニアック高周波源、特にクライストロン電源は1月5日から2か月以上にわたる終日連続運転(約1,550時間)の最中であった。震災により、停電のため電気・冷却水が停止したのに加え、建家(J-PARC リニアック棟他)の壁の割れ、ゆかの亀裂・へこみなどの被害があり、当日は津波・火災等の危険性が無い事を確認した後、余震が続くなか残務のある者を除き全員が速やかに J-PARC 敷地より退去した。

本格的な復旧作業は17日後の3月28日から開始した。作業が進むにつれ震災の被害が広範囲に及んでいるのが確認され、J-PARC リニアックは7月末現在まで運転の中断を余儀なくされている。また400MeVへのエネルギー増強計画が現在も進行中であり、現状の181MeVでの運転スケジュール、400MeV増強の作業スケジュールなどの見直しが必要となった。

本論文は J-PARC リニアック高周波源の現状報告であり、期間は東日本大震災以降、機器や建家・設備等は主にリニアック棟1階にある物を対象としている。地下ビームラインについては伊藤氏の発表<sup>[1]</sup>、リニアックのアライメントについては森下氏の発表<sup>[2]</sup>を参照されたい。

### 2. 東日本大震災による被害の状況と復旧の現状

#### 2.1 建家・設備の状況

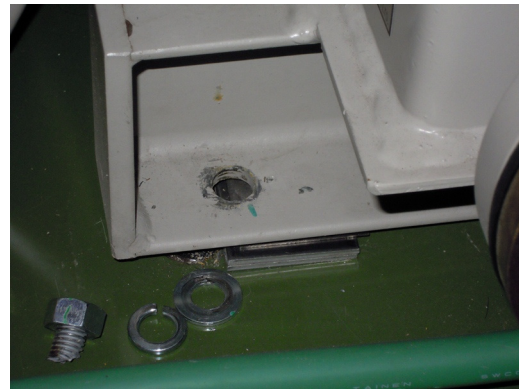
J-PARC リニアック棟建家のうち、1階のクライストロンギャラリー、クライストロン準備室、空洞搬入調整室、クライストロン準備室、クライストロン高圧電源室1、同2の主な被災状況は以下の通りである。

- クライストロンギャラリー：天井クレーンのランウェイガータ、クレーンレールとも歪んでいる(走行方向の凸凹と、左右の高低差との両方がある)ため、3台のクレーン(10t 1台、5t 2台)については最上流(クライストロン準備室との上流側シャッターおよび地下ビームラインとの貫通口付近)の走行のみ可能、他の場所は走行不可能。壁や柱寝巻きコンクリートの割れ、ひび多数。クライストロン高圧電源室1との出入口ドアの1枚が変形して使用不可能。ゆかには南北方向(長辺方向)に長い亀裂がある他、多数傾いた箇所がある。
- クライストロン準備室：天井クレーン使用不可能。壁の割れあり、特に空調コールド機械室4(クライストロン高圧電源室1上の2階)との間(南側高所)が大きく貫通している。クライストロンギャラリーとの下流側シャッターが変形して使用不可能。
- 空洞搬入調整室：天井クレーン使用不可能。壁の割れあり、特に He ガスパック室との間

<sup>#</sup> masato.kawamura@kek.jp



(a)



(b)

図 1：高周波源装置の被災状況 (a)クライストロン出力導波管に続くフレキシブル導波管が歪んでいる(DTL1 スタンド) (b)アノード変調器のアンカーボルトが破断している(SDTL1 スタンド)

(南側)が大きく貫通している。ゆかの広い範囲にへこみがある。

- クライストロン高圧電源室 1、同 2：電源室 1 の HVDC4 フェンス内と電源室 2 の HVDC11 フェンス内との 2ヶ所で雨漏り。両電源室間の壁が大きく貫通している。

以上の通り、建家に多くの被害があるが、復旧の方針は設置されている装置の移動は必要最低限とし、運転再開に必要な改修を行う事となっている。クライストロン高圧電源室の 2ヶ所の雨漏りは 5 月初めに改修されたが、他は 7 月末現在改修されていない。

冷却水設備も種々の被害があつて改修中であり、装置側で使用できる状態ではない。電気系統について、6.6kV 系は未使用だが、3 相 200V 系、1 相 200/100V 系は装置側でメガーチェックなどを 4 月初めまでに行い、配線の被害は無く、必要に応じ使用している。現在は分電盤まわりの締めボルト破損や端子台のゆがみなどの改修を行っている。

これら建家・設備の復旧は、クレーンなど一部を除き 9 月末の予定である。また、ビーム運転に直接影響しない場所(空洞搬入調整室のゆかなど)の復旧は延期となる可能性がある。

## 2.2 高周波源各装置の状況

前項で述べた様な状況のため、各装置の本格的な復旧作業はまだこれから、という状況である。主な被災状況、これまでの復旧作業、今後の予定は以下の通りである。

- 324MHz クライストロン：全 20 台のうち 8 台は、出力窓につながるフレキシブル導波管が明らかに歪んでおり(図 1(a)参照) 地震の揺れでクライストロンが水平方向に移動した事がわかる。クライストロンの位置調整はクレーン復旧後に時間を見つけて行う。クライストロン窓とフレキシブル導波管を取り外す作業は自営でやぐらを組みチェーンブロックを用いて、

8 月下旬から行う予定である。またヒーターが切れていないことが確認された。現状ではイオンポンプが停止状態である。

- クライストロン電源(181MeV 用、HVDC1~6、RFQ、DTL1~3、SDTL1~15、DB1)：(株)日立製作所により、5 月下旬から 6 月初めにかけて点検が行われた。クローバ装置の動作試験では、HVDC1、3、5 の 3 台で動作しない(イグナイトロンが fire しない)ことが確認された。地震の揺れによってイグナイトロン内部に不具合が生じたため(内部にイグナイトタと水銀があり、地震の揺れでイグナイトタが水銀をかぶったため)とみられる。8 月下旬よりイグナイトタに電流を流してイグナイトロンの回復を図る作業を行う(東芝電子管デバイス(株)の工場にてニチコン草津(株)の改修実績あり)、または 400MeV エネルギー増強用に購入したイグナイトロンの予備品と交換する。他に、RFQ、DTL2、DTL3、SDTL1 各スタンドの M アノード変調器のアンカーボルトが破断していた(図 1(b)参照)。RFQ~SDTL2 スタンドの位置ではゆかの亀裂が M アノード変調器の下に生じており、その影響とみられる(SDTL2~15、DB1 各スタンドは断路器と M アノード変調器の間に亀裂がある)。今のところそのまま運転を行う予定である。
- 19 インチラック：クライストロンギャラリーのゆか面に亀裂が生じ、その周辺が盛り上がるなどしているため、制御用 19 インチラックが変形して扉の開閉が不自由になったり、ケーブルにテンションがかかったりしている。8 月下旬より高さ調整などを行う予定である。
- LLRF：震災での機器の損傷は現在まで確認されていない。デジタルフィードバックシステムの点検は 8 月以降契約する。立体回路、方向性結合器の点検のため 7 月末までに空洞に接続されたカップラをすべて取り外した。8 月以降点検する。空洞間位相監視システムが

納品され、設置した。8月第2週より配線を行う予定である。

上記の作業は重量物を持ち上げる作業を含むが、クレーンの復旧に時間がかかる箇所がある(全ての復旧は10月下旬)ため、クレーンを使わなくとも出来る作業を工夫する等が必要である。10月初めからRFQ、DTL、SDTL各スタンドで順次コンディショニング運転を始め(但し地下ビームラインA0BT、L3BTのアライメントを日中行うため、高周波源の運転は夜間行う)、12月中には負水素(H)ビームの運転を再開する予定である。

### 3. エネルギー増強計画

400MeVへのエネルギー増強は、震災前の計画では2012年度を予定していた<sup>[1]</sup>が今年度ユーザーへのビーム供給が短期間しか行えない事、また加速器としても復旧後の短期間運転の直後にエネルギーを増強するのは好ましくない事、等の理由により、2012年度は181MeVで運転を行い、エネルギー増強は2013年度に延期する事となった。エネルギー増強に関わる高周波源各装置の現状は以下の通りである。

- 972MHz クライストロン：2010年度末納期のものはクライストロンギャラリーに納品されたが、クレーンが改修中のため所定の位置に運ぶことが出来ず通路に仮置き状態となっている。今年度納期の方は現在東芝電子管デバイス(株)の工場に保管されている。
- クライストロン電源(400MeV増強用、HVDC7~12、アノード変調器25台等)：機器はほとんど納品されており、機器設置は181MeVの運転に支障のないところは終了、配線もクライストロン低圧電源まわり以外は終了している。イグナイトロンを新たに購入する。
- WR975 サーキュレーター：順次納品されているが、クレーンが改修中のため所定の位置に運ぶことが出来ず、クライストロンギャラリーのゆかの空きスペースや、クライストロン高圧電源室2に設置した棚などに仮置きしている。
- LLRF：機器の契約等は順次行われており、作業は324MHzの復旧等と並行して進めている。本研究会では高周波基準システムについて二ツ川氏の発表<sup>[4]</sup>があり、参照されたい。

### 4. まとめ

J-PARC リニアック高周波源の現状について、東日本大震災以後の復旧作業とエネルギー増強計画について報告した。震災の被害が大きく、復旧作業が思うように進んでいないため報告した内容は余り多くなく、これから作業が本格的に進む状況である。

400MeVへのエネルギー増強は当初の予定から1年延期され2013年度に行われる事となった。

### 参考文献

- [1] 伊藤 他、本研究会、TUPS144
- [2] 森下 他、本研究会、MOPS165
- [3] 千代 他、2010年度本研究会 Proceedings、pp.936-938  
[http://www.pasj.jp/web\\_publish/pasj7/proceedings/P\\_5PM/P\\_EH\\_5PM/THPS052.pdf](http://www.pasj.jp/web_publish/pasj7/proceedings/P_5PM/P_EH_5PM/THPS052.pdf)
- [4] 二ツ川 他、本研究会、MOPS111