

## EQUIPMENTS FOR EMC IN THE J-PARC LINAC

Etsuji Chishiro<sup>1,A)</sup>, Tetsuya Kobayashi<sup>A)</sup>, Hiroyuki Suzuki<sup>A)</sup>, Masayoshi Yamazaki<sup>A)</sup>, Toshihiko Hori<sup>A)</sup>,  
Zhigao Fang<sup>B)</sup>, Yuji Fukui<sup>B)</sup>, Masato Kawamura<sup>B)</sup>, Seiya Yamaguchi<sup>B)</sup>, Shozo Anami<sup>B)</sup><sup>A)</sup> Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

2-4 ShirakataShirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1195

<sup>B)</sup> High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-0801

## Abstract

Equipments for EMC, such as ground system and measurement of leakage microwave in the J-PARC linac are reported. In the linac klystron gallery, all components are connected to a low impedance ground line without intentional isolation. The grounding electrodes are laid underground along the gallery to obtain the low impedance ground. By measurement of the leakage field at klystron high power test, it is confirmed that the field is lower than permissible value.

## J-PARCリニアックのEMC設備

## 1. はじめに

J-PARCリニアック棟のEMC対策として機器ごとに絶縁トランスやラインフィルター、チョークコイル等のノイズ防護、また、シールドによるノイズ遮蔽等の対策を取っている。これらEMC対策のベースとなるのが接地であり、ノイズの広い周波数成分に対し低いインピーダンスを保ち、接地電流流入による電位変動を低く押える必要がある。

## 2. リニアック棟の接地系統

J-PARCリニアック棟の接地系統は担当の所掌範囲により2種類に大別される。1つは建屋に関する接地系統で、リニアック棟の空調、照明、クレーン及びこれに電力を供給する変圧器などの機器に対する系統である。一方は、装置(加速器)に関する接地系統であり、加速器の電源や計測機器、そしてこれらに電力を供給する機器は、この接地系統に接続される。建屋系及び装置系の接地は、積極的に銅線等により接続されていない。すなわち共用接地を施さず、極力絶縁するよう施工されている。

装置用接地系統は、電気室から分電盤に引き込まれる系統接地(変圧器2次側の中性線接地を含むA,B,D種共用接地)の他に装置専用の接地極が用意されている(表1)。装置専用接地は、装置に近い場所に電極が埋設され、また、低い接地抵抗値と

なっている。

装置用接地のうち、クライストロン高圧電源用の保安接地<sup>1</sup>及び19インチラックに収まる機器のための筐体接地は、インピーダンスを極力低くする為にクライストロンギャラリー直下の加速器トンネルとギャラリー間に埋設され、ギャラリー全長に渡って敷設される(図1参照)。

接地電極からクライストロンステーション毎に100mm<sup>2</sup>のIV線を用いて接地が引き上げられている。このリード線の長さは、4m~5mであり、接地極からの引き廻し距離は、系統接地と比較して短く、低インピーダンスになっている。また、この帯状の埋設電極は、塩水による腐食を防ぐ為、接地電極に金属導体を導電性ポリマーで被覆し、更にその外周を粒子状のカーボンで覆った電線(商品名: サンプルックス)を使用し、また、大地との

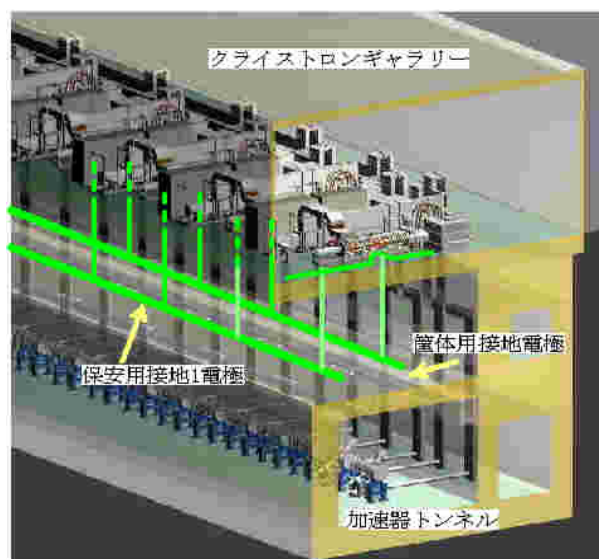


図1 装置専用接地のレイアウト

表1 装置専用接地

用途	形	埋設場所	抵抗
イオン源	面	イオン源電源室	2 以下
保安接地1	帯	ギャラリー	1 以下
保安接地2	棒	KLY電源室	2 以下
筐体接地	帯	ギャラリー	1 以下

<sup>1</sup> E-mail: Chishiro.etsuji@jaea.go.jp

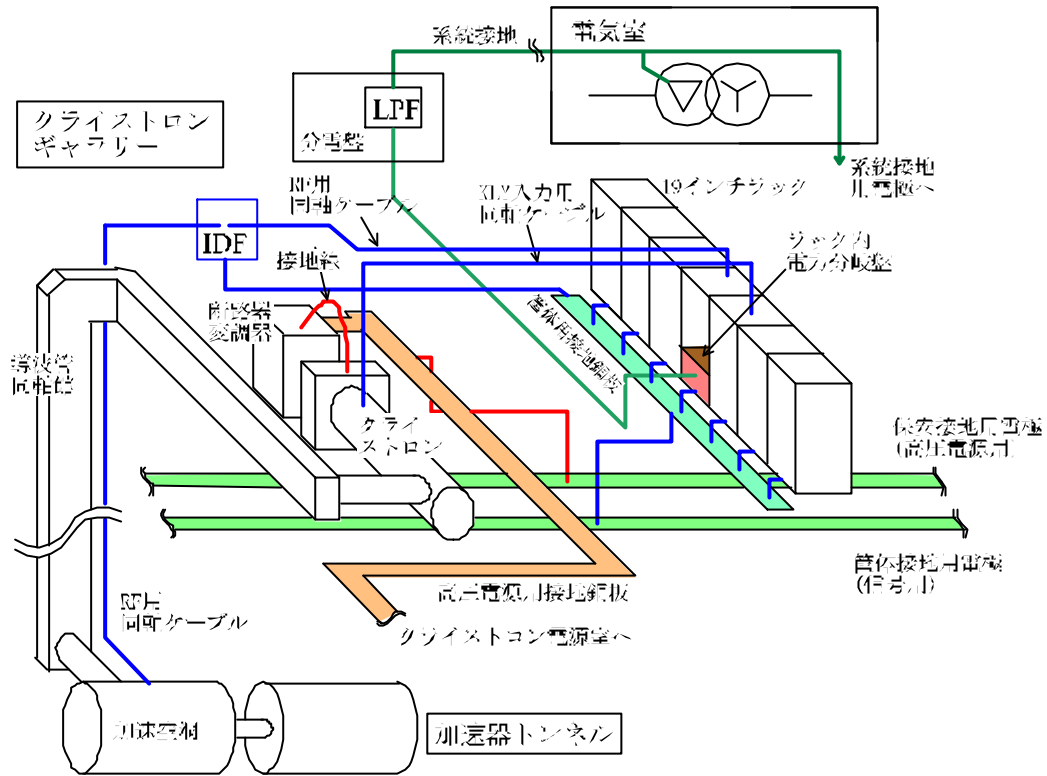


図2 クライストロンギャラリー接地配線

接触面積を増加し接地抵抗を低減する為に炭素繊維性マット(商品名：サンマット、幅52cm)<sup>[1]</sup>が用いられている。

図2は、クライストロンギャラリーでの接地配線を示す。ギャラリー床下から引き上げられた接地は、筐体用接地銅板及び高圧電源用接地銅板に接続され、それぞれ高圧電源機器や19インチラック筐体に接続される。保安用接地と筐体用接地は、同軸ケーブルや導波管を介して互いに接続されており、意図的な接地の絶縁は行われていない。すなわち多点接地を行っており、大地を基準電位面としている。

電気室からの系統接地は分電盤内のローパスフィルター(LPF)を経て、19インチラック内の電力分岐盤に接続されている。この系統接地もまた、ラック筐体を経て、筐体用接地に接続されている。

LPFは、装置からの接地系の高周波ノイズが電気室に流出しないように設置されている<sup>[2]</sup>。加速空洞は導波管や同軸ケーブルを介して接地されており、また、イオン源を除く全ての加速空洞はビームパイプを介して互いに接続されている。

### 3. クライストロン高圧電源用接地

クライストロン電源は、直流高電圧を発生する電源部は高圧電源室に、アノード変調器やクライストロンはギャラリーに設置され、この間の距離は最大100mに達する。一般的に電源は1点接地が原則的であるが、接地線の引き廻し距離が長い為、同軸ケーブルの外側導体に加えて銅板(300mmx0.5mm)を用いても、クローバ動作時の大電流の影響や高周波ノイズの影響により接地極から

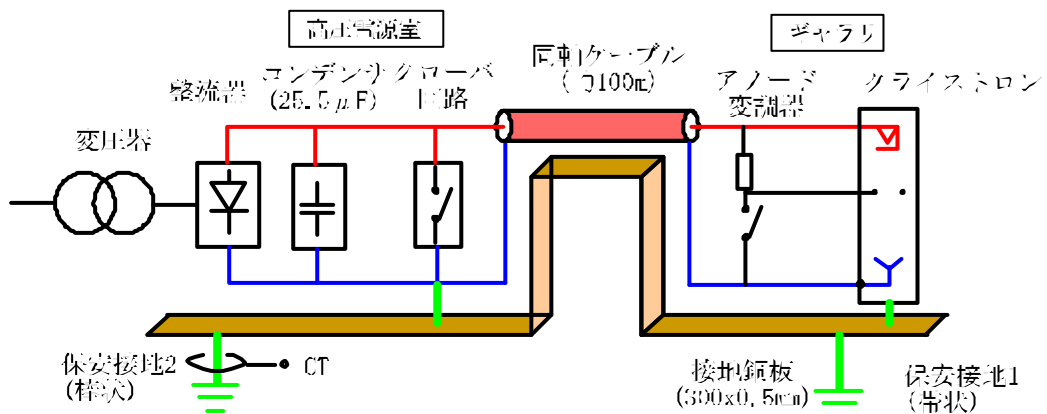


図3 クライストロン高圧電源用接地

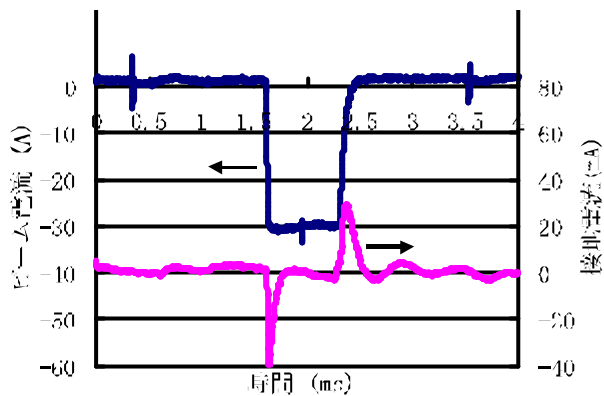


図4 クライストロン1台運転時の保安用接地2に流れる接地電流波形  
(上段:クライストロンビーム電流,下段:接地電流波形)

離れた場所での接地電位は基準電位に対し変動することが考えられる。そこで、J-PARCのクライストロン高圧電源は、ギャラリーに設置された保安用接地1と高圧電源室の保安用接地2の2箇所 で接地し、電位の安定化を図っている(図3参照)。

2点接地を行うと、ループが形成され誘導により接地経路に電流が流れる恐れがある。そこで、CT(Stangenes社製、Model:2-0.1W)を保安接地2に挿入し、クライストロン1台運転時の接地電極に流れる電流を測定した。図4の上段はクライストロンのビーム電流波形を、下段は接地電流波形を示す。接地電流は、ビームの立上がり と立下りにピークを示すがその電流は40mA程度である。接地のインピーダンスを用いて計算しなければならないが、接地抵抗値(2)をそのまま適用すると、接地電位の変動は80mV程度である。

#### 4. 漏洩電波測定

J-PARCリニアック棟では、最大3MW、324MHzの高周波設備(クライストロン)が20式、また最大30kWの半導体増幅器が4式設置される。この周波数は航空無線で使用される帯域でもあり、この設備からの漏洩電波が、電波規で定める許容値以下にしなければならない。そこで、クライストロン

テストスタンドで動作試験を行っている時の漏洩電波を測定した。

漏洩電波の測定には、広帯域アンテナ(Schaffner社製、型番CBL6143、帯域30MHz~3GHz)及びスペアナを用いて行った。表2に測定箇所の高周波源設備の中心部からの距離とその場所での漏洩電波(324MHz)の電界強度のピーク値を示す。この時、クライストロンは約2.5MWの出力で運転されており、クライストロン近傍(A点)では約80dB $\mu$ V/mの漏洩電波が観測された。

表2 テストスタンド運転時の漏洩電波強度

測定箇所	距離(m)	電界強度(dB $\mu$ V/m)
A	1.5	79.8
B	3	71.0
C	6	61.0
D	15	49.3
E	30	46.6

同法によると漏洩電波による電界強度の許容値は、発信源から30mの距離において100 $\mu$ V/mに(p/500)の平方根を乗じた値以下と規定しており、本件ではクライストロンの出力(p)が3MWであるので許容値は77.8dB $\mu$ V/m(7746 $\mu$ V/m)となる。高周波源設備から30m離れた場所(E点)での漏洩電波は、47dB $\mu$ V/mであり、許容値の2~3%程度であった。

#### 5. まとめ

J-PARCリニアック棟の接地系統について、また、クライストロンテストスタンドでの漏洩電波測定結果について報告した。今後、本格的稼働に向けて、接地電位の変動(ノイズ)や漏洩電波を観測していく予定である。

#### 参考文献

- [1] <http://www.sankosha.co.jp/index>.
- [2] ITBS研究会. “電子社会を支えるITビルシステム”, 月刊EMC誌2月号, 2002.