

Status of Control System for Muon Rotating Target at J-PARC

Yusuo Kobayashi ^{#,A)}, Syunsuke Makimura^{A)}, Yasuhiro Miyake^{A)}

^{A)} High Energy Accelerator Research Organization (Tokai campus)

203-1 Ohaza Shirakata, Tokai-village, Naka-gun, Ibaragi Pref., 319-1106

Abstract

High Energy Accelerator Research Organization(KEK) has promoted large strength proton accelerator plan(J-PARC) in cooperation with Japan Atomic Energy Agency(JAEA). In J-PARC, Muon Science Establishment(MUSE) develop the properties of matter and an elementary particle experiment using the form of world's best extreme pulse muon.

The graphite target to produce a muon is established within a strong radiation, a high temperature, a vacuum, and the life is fixed by the radiation injury of fixed graphite materials. Therefore, we plan to be prolonged by the life by turning black lead materials.

After last year, we plan to build this rotary control system by PLC, and the rotary control drive of a basic rotary target actual machine is completed. Now, it is a state making that for practical use or data management movement log or the alarm log. And, we plan that taking the log of a heating examination device for bearing materials evaluations of the rotating target and perform information management or the security control.

We report it about the present conditions of the control system to use for these J-PARC muon rotating targets in this announcement .

J-PARC におけるミュオン回転標的の制御系の現状

1. J-PARC におけるミュオン標的

高エネルギー加速器研究機構と日本原子力研究開発機構が共同で大強度陽子加速器計画 J-PARC 計画を推進しており、その中で、物質・生命科学実験施設(MLF)には中性子を実験に利用する研究系と、ミュオンを利用するミュオン科学研究施設(MUSE)があり、ここでは世界最高強度のパルス状ミュオンを用いた物性、素粒子実験を展開している。(図 1)

パイオンがミュオン(ミュー粒子)に崩壊することで発生する。

陽子ビームを黒鉛標的に照射すると、標的の陽子ビームが照射された部位が加熱され、膨張などの変質を起こす。将来的には J-PARC 加速器は 1MW にまで出力が増強される予定であり、その陽子ビーム強度では黒鉛標的の寿命は数年で尽きてしまうと予想される^[1]。

黒鉛標的の長寿命化の為に、黒鉛標的を回転させることで陽子ビームの照射部位を分散させるミュオン回転標的(Muon Rotating Target)が製作されている

J-PARC実験施設 配置図

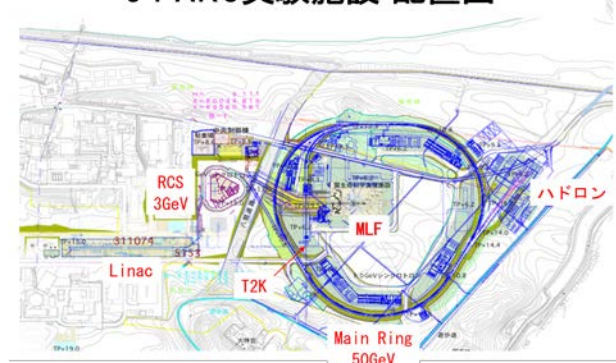


図 1 J-PARC 実験施設配置図

ミュオン生成標的は RCS から MLF に繋がるビームライン(3NBT)上の中性子生成用水銀ターゲットの上流に設置される。

ミュオンは、黒鉛製の標的に RCS からの陽子ビームを照射し、パイオン(π 中間子)を発生させ、



写真 1 回転標的の全景

^[2]。(写真 1)

ミュオン回転標的は 2 つの駆動用モーターを有する。1 つは黒鉛標的を回転させる標的回転機構、もう 1 つは標的機構を上下に移動する上下移動機構である。上下移動機構は、3NBT ビーム輸送ラインの陽子ビームのチューニング時にビームプロファイルモニタを使用する場合や、ミュオン実験を行わない時に陽子ビーム損失を低減する為に機器が退避する場合などに対応する為に、各機器の位置を上下に移動させるものである。(図 2)

ミュオン標的の位置関係

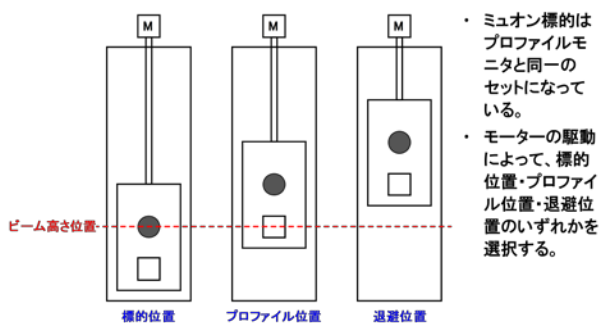


図 2 ミュオン標的の上下移動位置関係

2 つの移動機構にはいずれもサーボモーターの耐放射線仕様の物を使用しており、回転機構用モーターにはワコー技研^[3]製の BXR006-C513、上下機構用モーターには同じくワコー技研製の BXR075B-C813、を使用している。使用するモータードライバーは同社製の GPLR 型であり、モーターの制御は、モータードライバーに対してシリアル通信でテキストによるコマンドを発行することによって行われる。

2. 制御系のハードウェア

モータードライバーに対する制御は、シリアル通信にてテキストによるコマンド発行で行われるが、このコマンドを発行し、システム全体制御をおこなうに当たり、MLF の安全系で使用されている、三菱製のシーケンサ(Programmable Logic Controller、PLC)である Q シリーズを採用した。これは、今回試作するミュオン回転標的が、実際のミュオンビーム生成に導入される際には、3NBT 上の中性子ターゲット上流に設置されるため、MLF 全体の安全系ネットワークに加わり、PPS(Personnel Protection System)や MPS(Machine Protection System)を実装することを求められることに因る^[4]。

これらの回転標的系の制御系は昨年内に原型は完成している。^[5]

加熱試験器などの制御系を本格的に運用するのでこれらの制御系を構築するが、回転標的用の制御系に必要な制御系を追加していくことで工数を低減する。

3. 加熱試験器用の制御系

回転標的に使用するベアリングの評価用に加熱試験器が製作されている。

この試験機は、回転標的に見立てたグラファイト円盤の回転機構を加熱することでビーム照射時の発熱状態を疑似的に作り出し、ビーム照射時の真空下での温度条件で回転運転を行うことによって耐放射線素材製のベアリングの摩耗状況を試験仕様とするものである。

モーターは本来の回転標的で使用しているものと同じく、ワコー技研製サーボモーターの BXR シリーズを採用している。



図 3 加熱試験器の外観

加熱試験器の回転機構に対する制御はハードウェア構成もソフトウェア構成も回転標的用の回転機構の制御系用のシステムと殆ど同一である。

加熱試験を行う関係上、温度監視や以上加熱によるインタロック制御などは必須となる。回転標的を実際にビームラインにインストールするのは来年度になるので、今回は回転標的に使用している温度系監視部分をそのまま加熱試験器用に流用する。

真空度の読み出しは、圧力計のアナログ出力および、RS-232C のコマンド読み出しによって行う。

これらのログは回転標的制御系のロガー機構の DT-100A に蓄積させるものとする。

加熱試験器の制御機構などを含めた制御機構の概念的な接続構成を図 4 に示す。

4. 今後の課題

昨年度の課題点として提示された、タッチパネル画面の判りやすい視覚化、モータードライバーのシリアル通信に対するサンプリング周期の改善などについては残念ながら未だに改良が完了していない。

特にテキスト数字だけで状態を読み取らねばならない現状は早期に解決しなければならない。

参考文献

- [1] "Present status of construction for the muon target in J-PARC", S. Makimura et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 600 (2009) 146-149.
- [2] "Present Status of the Muon rotating Target in J-PARC/MUSE", S. Makimura et al., MLF Annual Report 2009 (2009) p103.
- [3] <http://www.wacogiken.jp/>
- [4] J-PARC 物質・生命科学実験施設内実験装置の PPS・MPS について, 小林庸男 他, 平成 21 年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会報告集 3-014
<http://www-eng.kek.jp/meeting09/>
- [5] J-PARC におけるミュオン回転標的の制御系の構築, 小林庸男 他, 第 8 回加速器学会年会 MOPS093

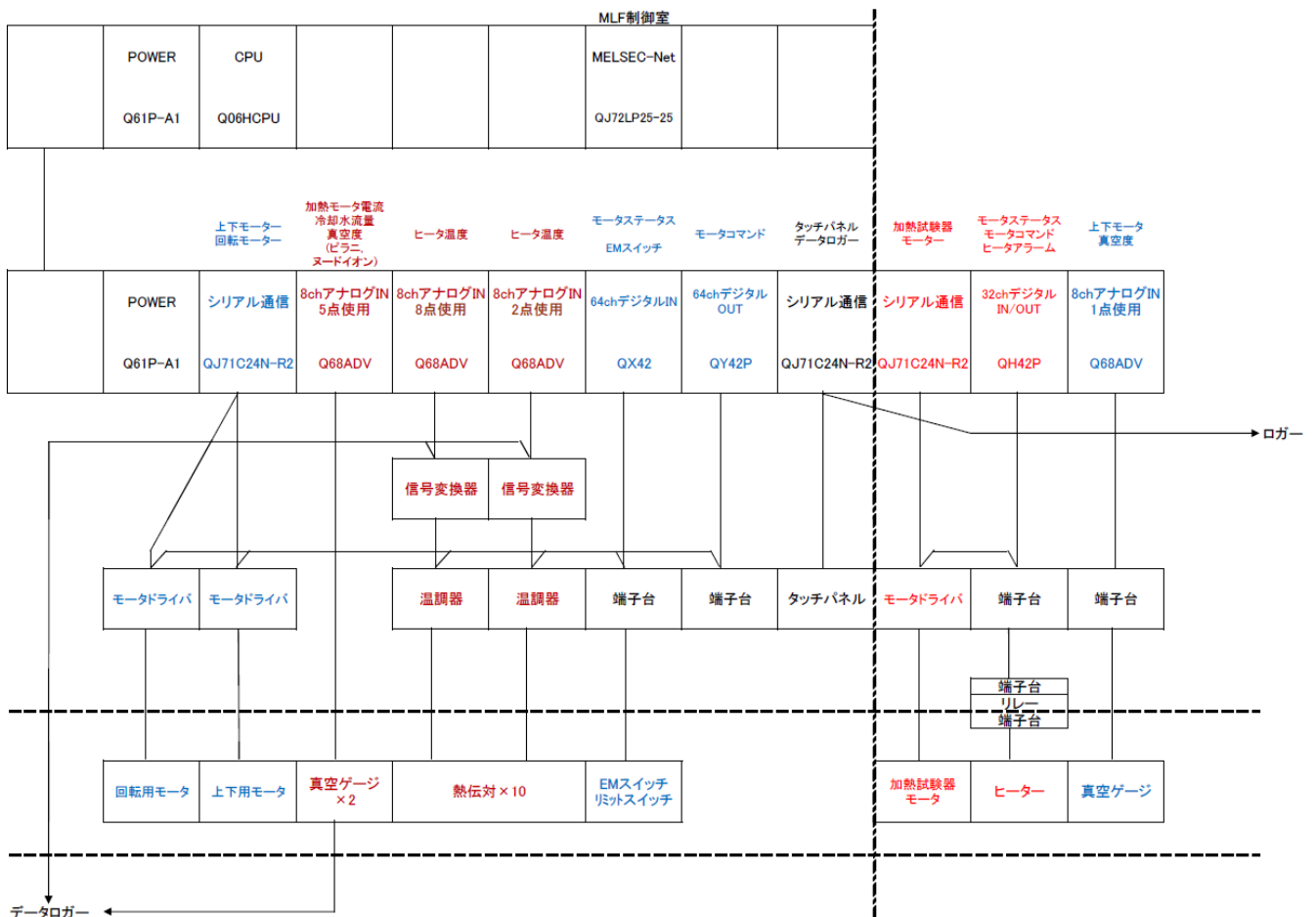


図 4 回転標的の制御系構成図