

Measurement of Beta Function of the J-PARC MR

Junpei Takano^{1, A)}, Tadashi Koseki^{A)}, Kazuaki Niki^{A)}, Takeshi Toyama^{A)}, Shuei Yamada^{A)}, Shuichiro Hatakeyama^{B)}

^{A)} KEK Accelerator Laboratory

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

^{B)} Mitsubishi Electronic System and Service

4-1-1 Taikodo, Setagaya, Tokyo, 154-8520

Abstract

The beta function of the J-PARC Main Ring (MR) had been measured with using the steering magnets. A single kick was set to a steering magnet and the data of beam positions in the ring was measured by beam position monitors (BPM). As the operating interface and data I/O network system, the SAD and EPICS were used to develop the data taking and analysing system. In this proceeding, the measured beta functions are shown.

ステアリング電磁石を用いたJ-PARC MRのβ関数測定

1. はじめに

J-PARC MRは図1に示すようにInjection、Slow Extraction、Fast Extractionの直線部とArc部で構成されている。

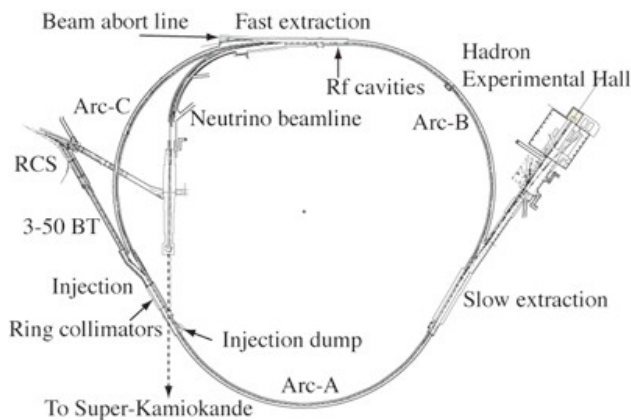


図1: MRの構成

MRには水平方向の蹴り角を与えるステアリング電磁石が93台、垂直方向の蹴り角を与えるステアリング電磁石が92台設置されている。また、水平および垂直方向のBPMがステアリング電磁石の内側に設置されている。このうち水平方向のBPMに1台だけオフセットをもつものがあるため、β関数の測定では水平方向に92点、垂直方向に92点のデータを取得した。この時MRのビーム運転は加速せずに入射エネルギーである3GeVで固定するモードで行った。

2. β関数の測定方法

まずMRの水平方向と垂直方向のチューンを測定し、あるステアリング電磁石を用いてMR周回ビームに対しSingle kickを与える。このときリング内でのビームロスを考慮して蹴り角を±0.2mradとした。

Single Kickを設定したステアリング電磁石の位置に据え付けられているBPMの+0.2mrad、-0.2mrad、蹴り角なしの3点のデータとチューンの測定結果を用いて式(1)からリニアフィットすることでβ関数を求めた^[1]。

$$\beta(s_1) = 2x(s_1) \tan \pi \nu / \theta \quad (1)$$

ここで、 $x(s_1)$ は励磁したステアリング電磁石の位置 s_1 で測定された軌道の変位、 ν は測定されたMRのベータatronチューン、 θ はビームに与えるステアリング電磁石による蹴り角である。

チューンおよびBPMの測定結果やステアリング電磁石の設定に関しては測定結果の表示と設定画面をSAD^[2]を用いて作成し、機器とのデータの送受信はEPICS^[3]を用いて行った。

測定時間の短縮のため図2に示すように一番目のステアリング電磁石が立ち下がると同時に二番目のステアリング電磁石を立ち上げるという励磁パターンをあらかじめ用意した。この方法を用いることでMRに1ショット入射しただけで同時に32ヶ所のβ関数の測定が可能となり、12ショットでMR全周のβ関数を測定することができるようになった。

¹ E-mail: junpei.takano@j-parc.jp

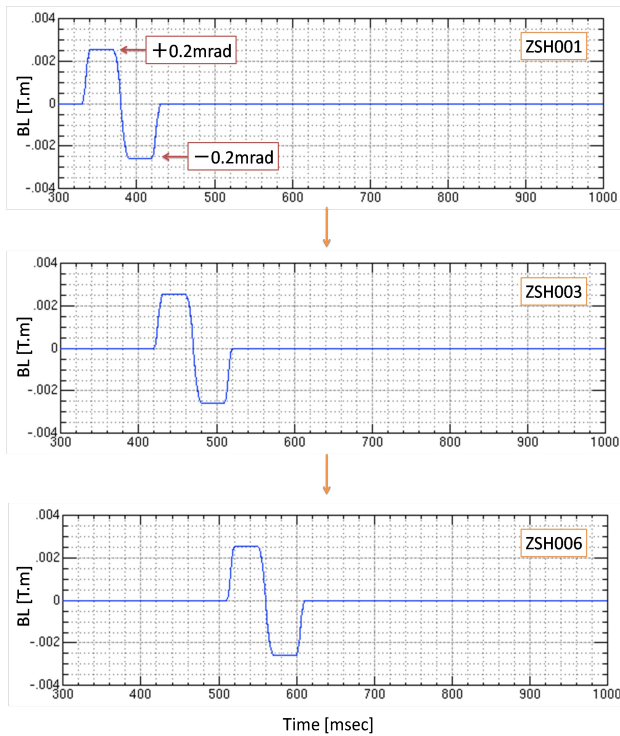


図2：ステアリング電磁石の設定パターン

3. β 関数の測定結果

2009年春のBeam CommissioningではMR全周の β 関数の測定を3回行った。このときの設定チューンはFast Extraction用のもので、水平方向を22.15、垂直方向を20.75とした。図3に3回目の β 関数の測定結果（プロット）とSADで求めた β 関数の計算結果（実線）を示す。青は水平方向、赤は垂直方向のデータである。

図4および図5には3回の β 関数の測定結果と計算結果の比を示す。3回ともチューンの設定は同じであるが、1回目のCOD補正のステアリングパターンは2回目および3回目のものと異なっている。

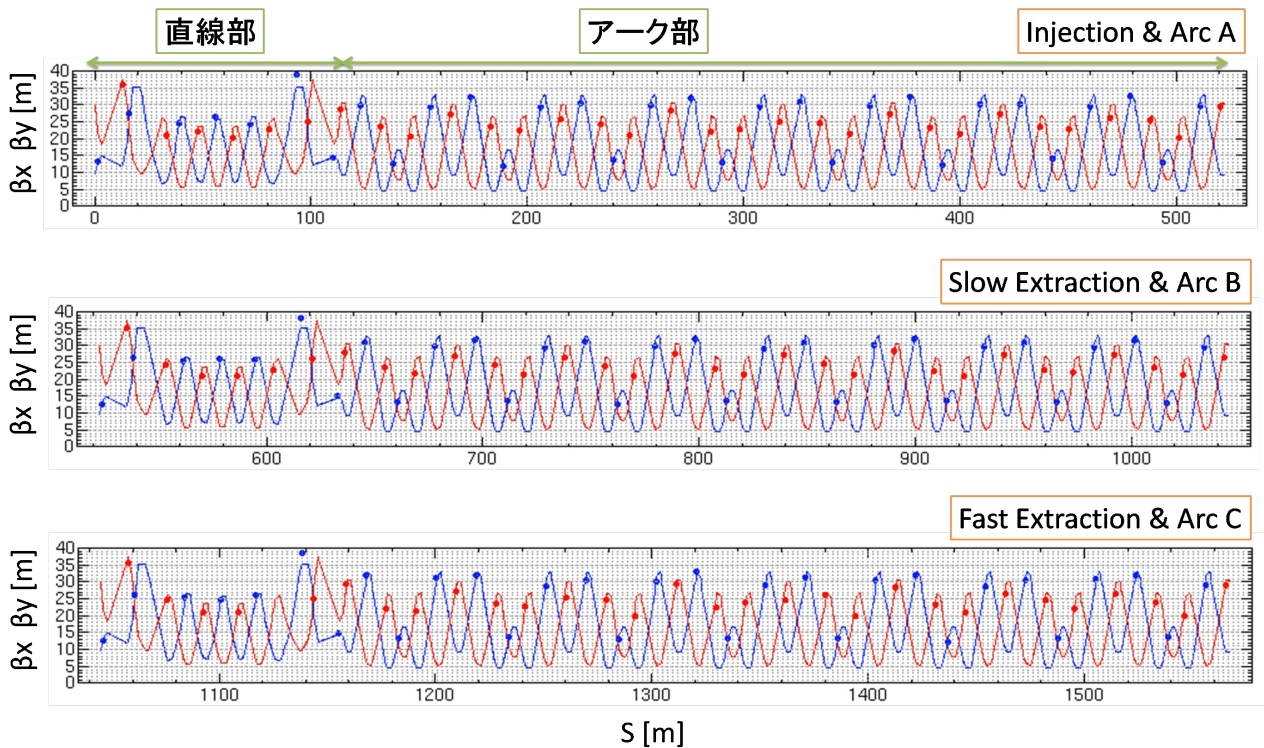


図3： β 関数の測定結果と計算結果

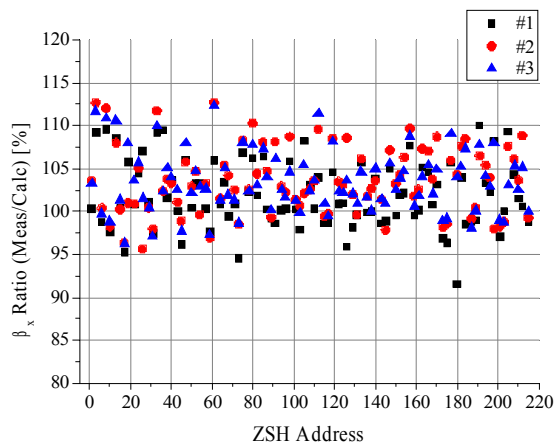


図4： β_x の計算結果と測定結果の比

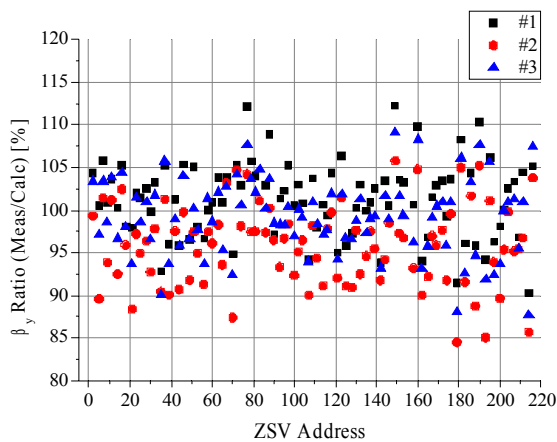


図5： β_y の計算結果と測定結果の比

図4および図5から β 関数の測定結果にバラツキがあることがわかる。これは四極電磁石の電流リップルによってチューンが振られるていることが主な原因である。表1に1回目から3回目のチューンの測定結果とそれぞれの β 関数の測定結果の平均値を示す。

表1：チューンの測定結果と β 関数の測定結果の平均値

	#1	#2	#3
Qx	22.1380	22.1427	22.1359
Qy	20.7376	20.7497	20.7429
Ave(Hor)	101.89%	103.42%	102.95%
Ave(Ver)	101.20%	95.89%	99.19%

4. まとめと予定

ステアリング電磁石の設定プログラムに工夫を加え、1ショットで32ヶ所の β 関数を測定できるようにした。その結果、12ショットでMR全周にわたる β 関数の測定を行うことができた。

また、今回取得できた β 関数の測定結果とDispersionの測定結果^[4]を元に四極電磁石の補正量を求め、次回の加速器運転でOptics補正を実施する予定である。

参考文献

- [1] Y. Kamiya, “OHO84 加速器の原理” (1984)
- [2] SAD Home Page, <http://acc-physics.kek.jp/SAD/>
- [3] EPICS Home Page, <http://www.aps.anl.gov/epics/>
- [4] J. Takano, et. al., “Dispersion Measurement of the J-PARC MR”, Proc. of PASJ2009 (2009)