

# 中部 SR 光源加速器放射光モニターの設計

○真野篤志<sup>A)</sup>、高野琢<sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> 教育・研究技術支援室 計測・制御技術系

## 概要

中部シンクロトロン光利用施設(中部 SR)の光源加速器のモニター系の1つに発生している放射光の位置、大きさの揺らぎを観測する放射光モニターがある。この放射光モニターを設計、製作を行ったので報告する。

基本的な構成は他の放射光施設、特に佐賀 LS を参考とし、取り出し窓への熱負荷軽減と放射線遮蔽のために真空中の水冷ミラーによって一度上(床上 2.5m)に迂回して遮蔽壁から取り出すものとした。(図 1.) この構成のため、簡単に手の届かない高さに設置された 2 枚のミラーを調整する必要がある。この対策として平成 22 年度工学部技術部個別研修にて習得した無線制御による機器の遠隔操作技術を用いて、ミラー調整をリモートで行えるようにした。

## 1 放射光モニターとは

加速器にて発生している放射光を直接画像として観測することで電子ビームの位置、広がり測定している。取扱い安さや機器のコストなどの面から可視光領域を使用することが多い。

## 2 放射光モニターの光学系

### 2.1 備えるべき条件

放射光モニターでは以下の条件が求められた。

- 加速器運転中でも調整、改造が可能のように遮蔽壁外部に光学系を配置すること
- 1m×1.5m の光学定盤上に設置すること
- 放射線遮蔽及び接地費用節約のため、地上 2.5m にある測量穴を使って放射光を取り出すこと
- 放射光発散角の 2 倍である±5mrad の取り込み角を持つこと
- 光学倍率は 1~2 倍であること

### 2.2 光学系配置

放射光モニターはビームライン用の放射光取り出しポートを利用する。放射光取り出しポートの数には限りがあるため、既設ビームライン(BL8S3)のハッチとの干渉でビームライン新設が困難となった BL9N1 のポートを利用した。(図 1)

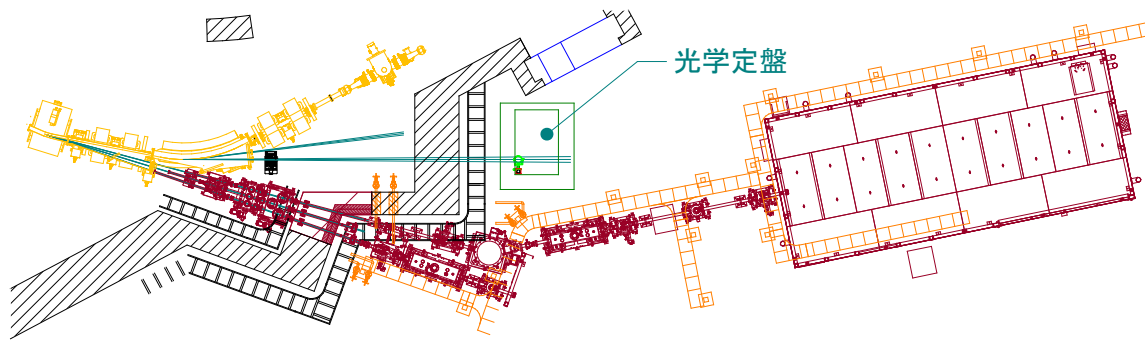


図 1. 放射光モニター設置位置

光学定盤への放射光の導入にはミラー4枚を用いた。

第一ミラーは加速器と接続された真空チャンバー内に設置された金コート水冷銅ミラーで放射光中の可視光以下の低エネルギー成分のみを真空外へ取り出している。

第二,第三ミラーは地上 2.5m に設置されている。このため、調整が困難なのでミラーホルダーの調整ねじを自作アクチュエーターと交換し、遠隔制御できるようにした。(図 2)

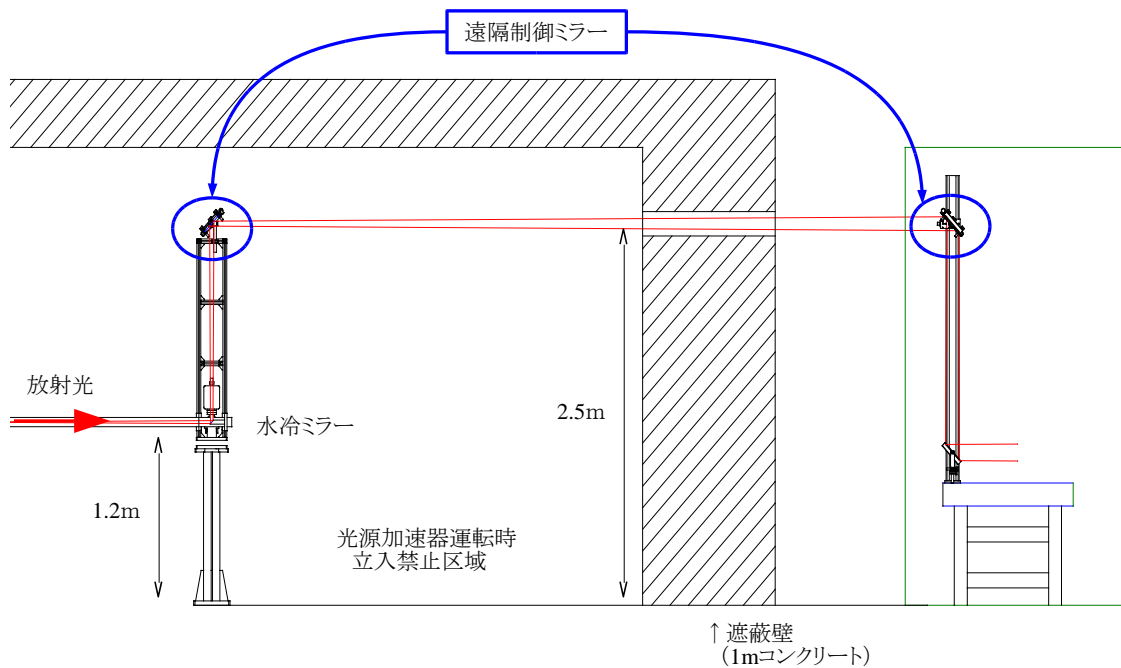


図 2. 光学定盤への放射光導入光学系

放射光の発光点から第四ミラーまでの距離は 10m を超えたため単一レンズで倍率 1 倍の光学系を作ることは困難だった。倍率変更の容易さを考慮し、焦点距離 1m のレンズで 0.1 倍像を作り、倍率 10 倍の顕微鏡用対物レンズで拡大するレンズ系を採用した。この光学系ならば対物レンズの交換のみで倍率を変更することができる。(図 3)

対物レンズとカメラの結合には Thorlab 社のレンズチューブを用いることで迷光除去と調整不要化をおこなった。また、カメラの保持やミラーの保持でも複数個所での固定を行うことで不用意な接触による回転を防止する行動を一部採用している。

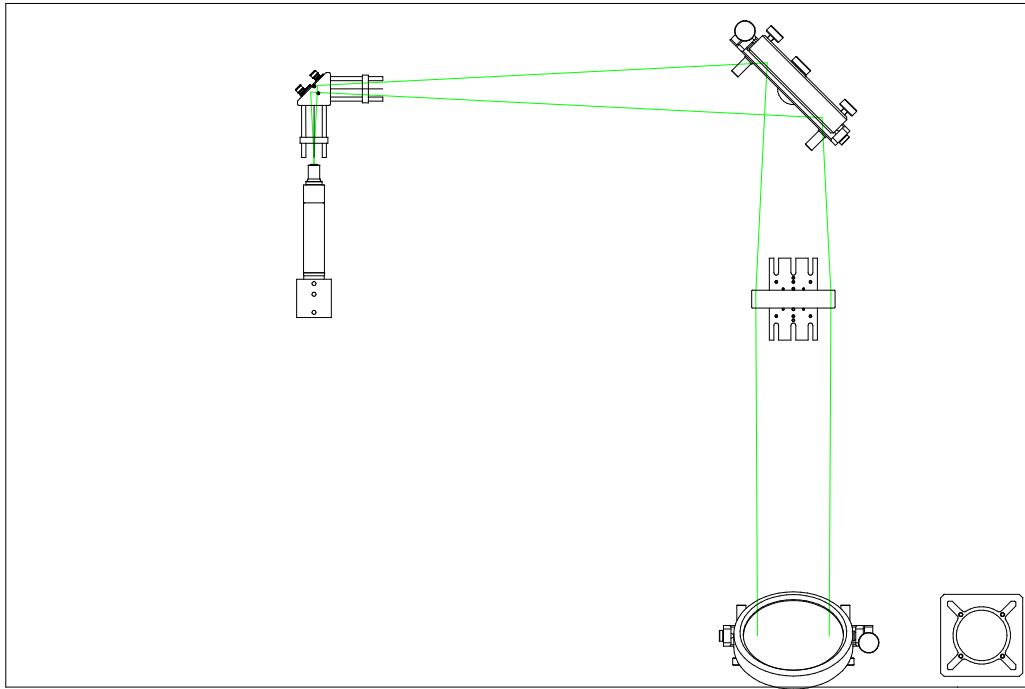


図 3.光学定盤上の光学系

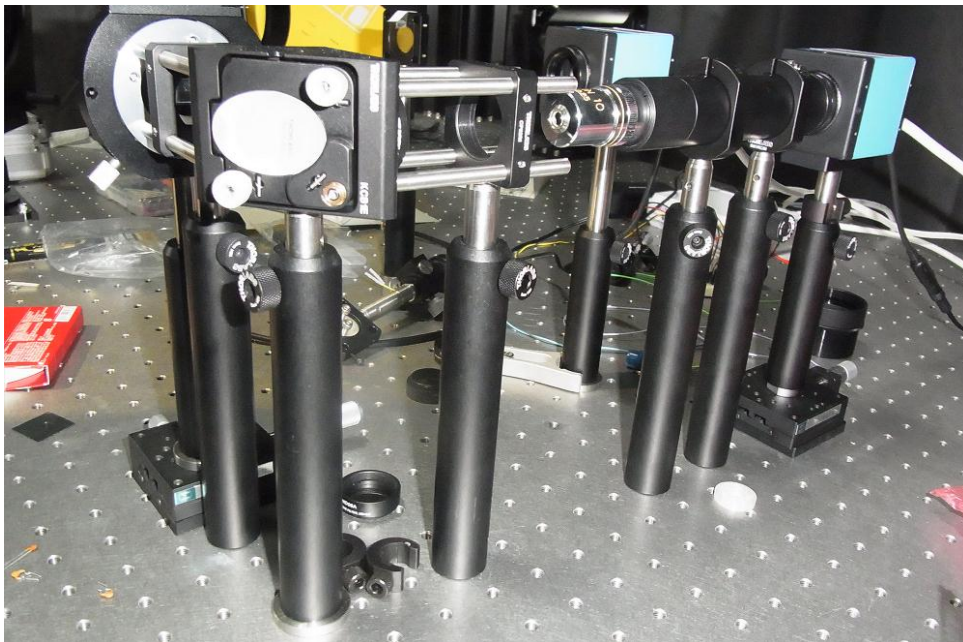


図 4.多点固定での回転防止

カメラには ImagingSource 社の GbE カメラを採用し、Ethernet 経由で運転制御室の PC につながっている。PC では光源グループの技術職員の高野氏作成の LabView ソフトウェアにてカメラの制御と放射光(電子ビーム)の位置及び広がり測定を行っている。

### 3 ミラー遠隔制御システム

ミラーの遠隔制御は市販のアクチュエーターではサイズが大きく、価格も高かったため、自作アクチュエーターとマイコンを用いたシステムを構築した。

### 3.1 自作アクチュエーター

アクチュエーターは小型安価な二相ステッピングモーター(コパル SPG20-1332)で M4 ねじを駆動する構造とした。回転止めガイドには雌ねじ付平行ピンとリーマー穴を用いることでコストを抑えている。(図 5,図 6)

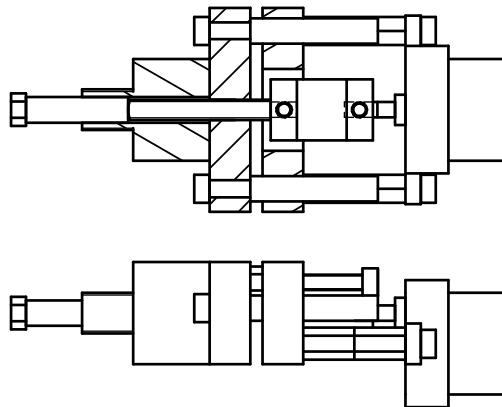


図 5.アクチュエーター構造

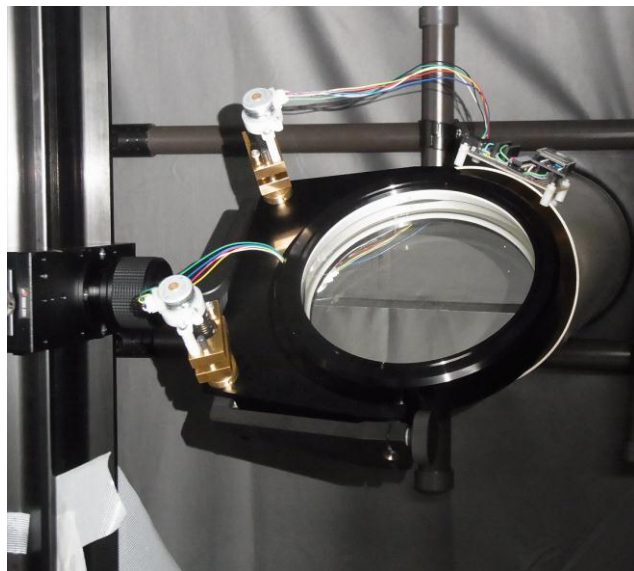


図 6.ミラーにつけた様子

### 3.2 アクチュエーター駆動回路

ステッピングモーターの駆動には 4chFET アレイ MP4410 を用いて各コイルを Arduino から直接制御する構成ににして簡易化、低コスト化を図った。また、Arduino も市販の完成品ではなく、内部発振を利用し、ATmega168P チップ単体で動作可能なタイプを自作して使用し、基板サイズの縮小と低コスト化を図った。

PC との接続には XBeeZB を用いた無線通信とすることで遠く離れた運転制御室からでも調整が可能とした。(図 7)

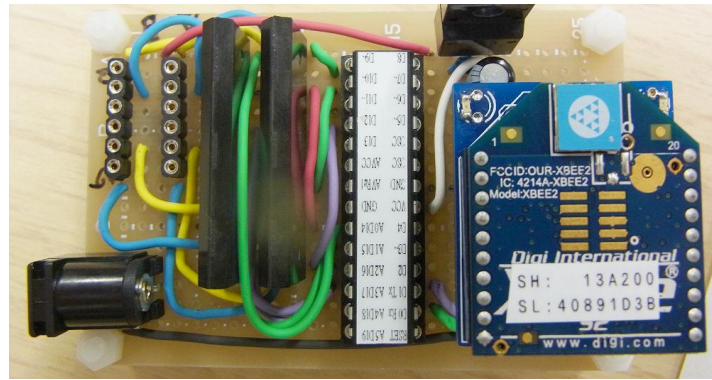


図 7.アクチュエーター駆動回路

第二ミラーは遮蔽壁の中にあるため、電波が壁を貫通できず、配線用の貫通穴からの漏えい電波の届く場所しか通信できなかった。このため、XBeeZB の中継機能を利用した中継局を設置し、通信範囲の制限をなくした。(図 8,図 9)

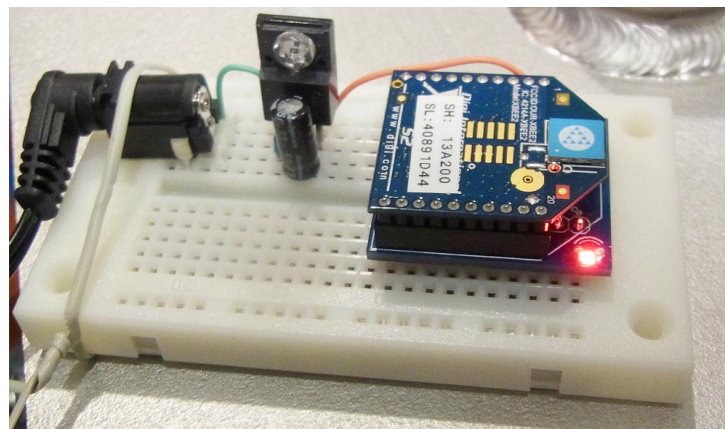


図 8.中継局

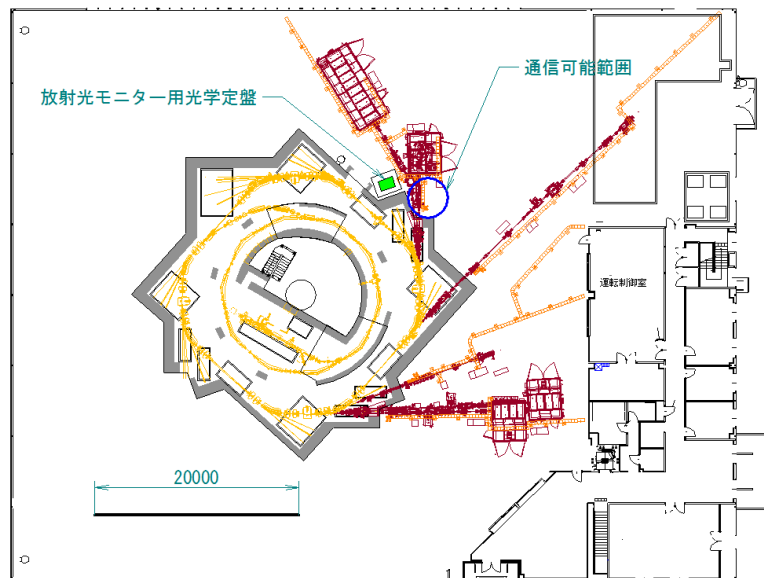


図 9.中継局設置位置

#### 4 謝辞

測定ソフトウェアを作成した頂いた高野琢氏、Arduino の利用方法習得のために機材を貸していただいた工学系技術支援室装置開発系の後藤 伸太郎に厚くお礼を申し上げます。