

加速器インターンシップ終了報告書

茨城大学理学部 4 年

1. 目的

自作の偏極磁石・四重極磁石をビームラインに設置し、磁石に磁場を発生させた際のビームのふるまいを観測する。

2. 研究期間 2018 年 12 月～2019 年 3 月

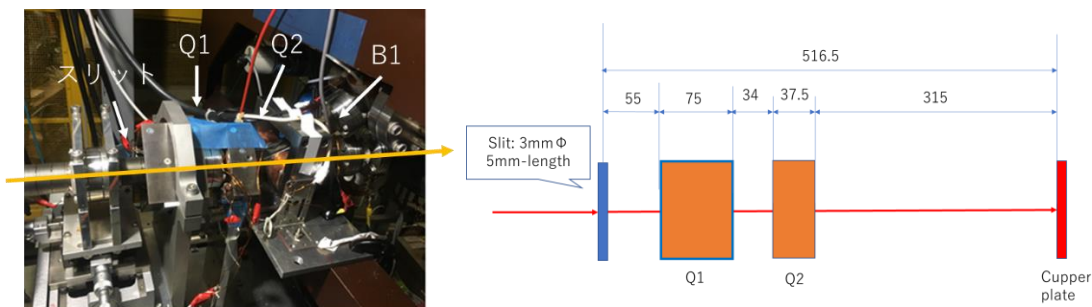
3. 研究場所 KEK つくば LINAC 棟

4. 研究結果

1) 実験方法

偏極磁石(150 turn/pole)と四重極磁石(50 turn/pole)を下図のようにビームラインに設置し、Q-scan を行う。

- ① ストレートラインでビームの断面積がより小さくなるようなセットアップを探す。
- ② 偏極磁石に電流を流してビームを蹴り上げ、蓄積槽内に入射した際のビームの軌跡を見る。
- ③ 蓄積槽内での軌跡がより細くなるセットアップを探す。



2) 結果

- ① ビームをストレートラインに通し、Q1,Q2 の電流値を変化させながらモニターでビーム断面の細さを観測したところ、以下の状態で断面積が一番小さくなった。

また、Q1 は水平方向に、Q2 は垂直方向に収束させる磁場を発生させている。

Q1[A]	Q2[A]
0.569	1.55

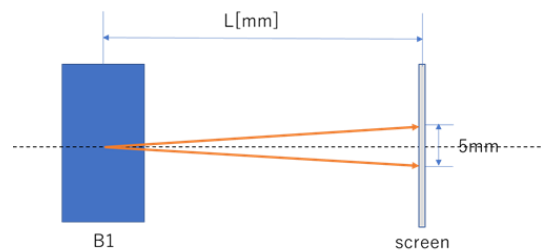
(B1=0.000A,B2=0.000A,ML=2.499A,ST-X1=0.147A,ST-X2=0.000A,

ST-X3=0.358A,ST-Y1=0.661A,ST-Y2=0.392A,QC1=0.002A)



この状態を四重極磁石にかける電流値の基準とし、Q1,Q2,B1,B2 を変化させる。

- ② B1 の電流を変化させてビームを蹴り上げたところ、 $I=0.059A$ のときと $I=0.029A$ のときで、蹴り上げる高さが 5mm 変化した。



- ③ $Q1=0.569A, Q2=1.55A, B1=0.939A$ に固定し、B2 の電流値のみを変化させると、ビームの軌跡は $B2=0.199A$ で最も収束された。
- ④ $B1=0.939A, B2=0.200A, Q2=1.55A$ に固定し、Q1 を変化したところ、蓄積槽内部のビームの軌跡に大きき。 $Q1=0.569A$ に固定し、Q2 を変化した場合も同様だった。
- ⑤ ビームの軌跡が細いときのビーム断面をストレートラインで見ると、垂直方向に強く収束していることが分かった。



3) 考察

電子銃から 1 秒・1 平方メートルあたりに飛んでくる電子の数は、
 $V=50[V]$, $R=0.5[M\Omega]$, $V=IR$, $I=nSve$ より、 $6.3 \cdot 10^{14}[\text{個}]$ 。

運動エネルギーが 80keV の電子の運動量は、

$$\beta = (1 - E_0^2/E^2)^{1/2}, E_0=511.0\text{keV} \text{ より、} E=591.0\text{keV}, \beta=0.5025$$

$$\text{よって、運動量 } mv=mc\beta = 1.372 \cdot 10^{-22}[\text{kg} \cdot \text{m/s}]$$

B1 のギャップが 18mm, 巻き数が 150turn/pole とすると、 $I=0.059A$, $0.029A$ のときの磁束密度が求められる。

$B_0g/\mu_0 \doteq NI$ より、

$$I=0.059A \text{ のとき、} B_0=NI\mu_0/g=12.36 \cdot 10^{-4}[T]$$

$$I=0.029A \text{ のとき、} B_0=6.074 \cdot 10^{-4}[T]$$

となる。

4) 参考文献

OHO テキスト (タイトルなし) (2002 年 8 月)

<http://accwww2.kek.jp/oho/OHOtxt/OHO-2002/txt-2002-8.pdf>