

§2. 加 速 器

2-4-1. エミッタンスの調整

福間 均

高エネルギー物理学研究所*

Emittance Tuning

Hitoshi FUKUMA

National Laboratory for High Energy Physics

Several methods were applied to getting the low emittance beam. They include the tune survey, adjustment of the field strength of emittance damping wigglers, a change of the RF frequency and orbit scan at sextupole magnets.

放射光利用実験のために高ブリリアンスの光ビームを得るにはエミッタンスを下げる事が重要である。ここでは、MR 放射光運転時に試みられたエミッタンス調整の方法について報告する。なお、エミッタンス調整作業中のエミッタンス測定は可視光モニタを使って行なわれた¹⁾。

1. チューン探索

水平および垂直方向ベータatronチューン (ν_x , ν_y) およびシンクロtronチューン (ν_s) が共鳴条件を満たすとエミッタンスの増加が起きる。図 1a) に垂直方向チューンを固定し水平方向チューンを変えたときの垂直・水平方向エミッタンスを示す。シンクロベータ共鳴 ($\nu_x + 3\nu_s = 1$, $\nu_x + 2\nu_s = 1$) による水平方向エミッタンスの増加とカップリング共鳴 ($\nu_x + 2\nu_y = 1$) による垂直・水平方向エミッタンスの増加がみられる。また、図 1b)

に水平方向チューンを固定し垂直方向チューンを変えたときの垂直・水平方向エミッタンスを示す。ここでも、シンクロベータ共鳴 ($\nu_y + \nu_s = 1$, $\nu_y + 2\nu_s = 1$) による垂直方向エミッタンスの増加がみられる。チューンは、これらの測定結果をもとに、共鳴条件から十分遠ざけて設定された。

2. エミッタンス減衰ウィグラーの磁場調整

MR 放射光運転では、水平方向のベータatron位相進みを 60° から 90° に上げるとともにエミッタンス減衰ウィグラーをディスパーションのない直線部に置くことによって低エミッタンスビームを得ている。エミッタンス減衰ウィグラーの磁場を最適化するためにウィグラー磁場と水平方向エミッタンスの関係を測定した結果を図 2 に示す。図 2 からわかるようにエミッタンスはウィグ

* 高エネルギー物理学研究所 〒305 つくば市大穂 1-1
TEL 0298-64-5329 FAX 0298-64-3182 e-mail fukuma@kekvox.kek.jp

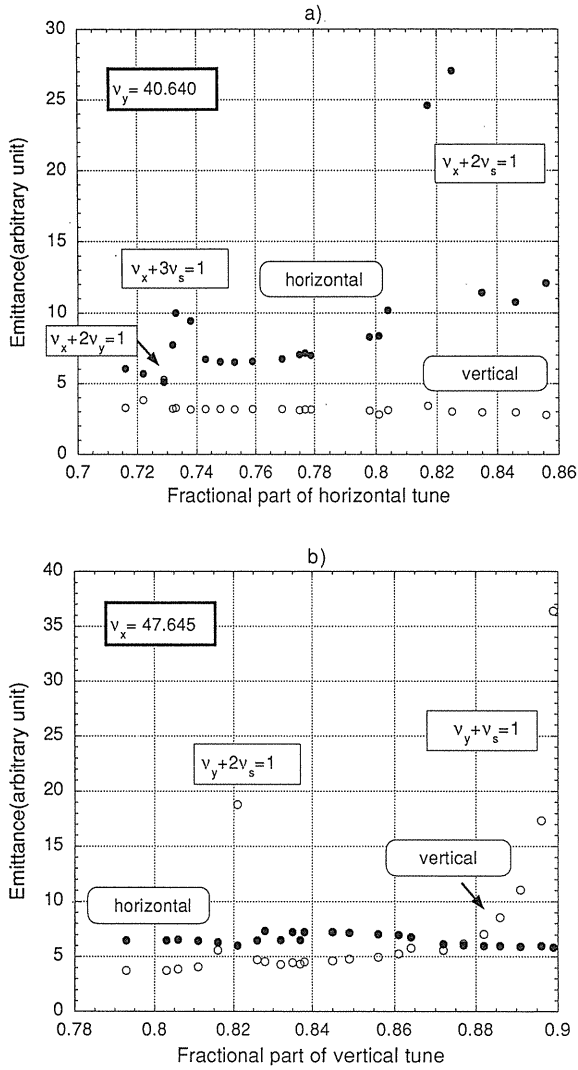


Figure 1. Tune dependence of measured emittance. Closed and open circles show the horizontal and vertical emittance, respectively.

ラー磁場の設計値1.1 T 付近で最小値をとっていることが確かめられた。

3. RF 周波数の調整

RF 周波数を増やすと水平方向の放射減衰分配数が増加し水平方向エミッタンスが減少することが知られておりトリスタンの衝突実験ではルミノシティを上げるために定常的に用いられた。図3に示されているように、MR 放射光運転においても RF 周波数を 1 kHz 上げると水平方向エミッタンスが約20%減少することが確かめられた。

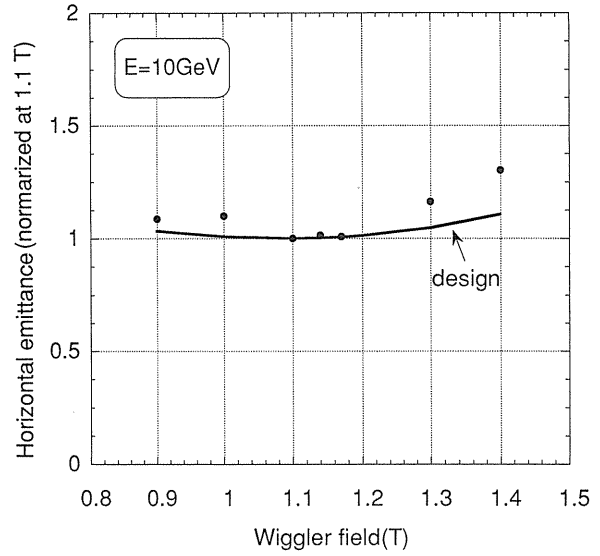


Figure 2. Measured horizontal emittance vs. magnetic field of the emittance damping wigglers. A solid curve shows the design value.

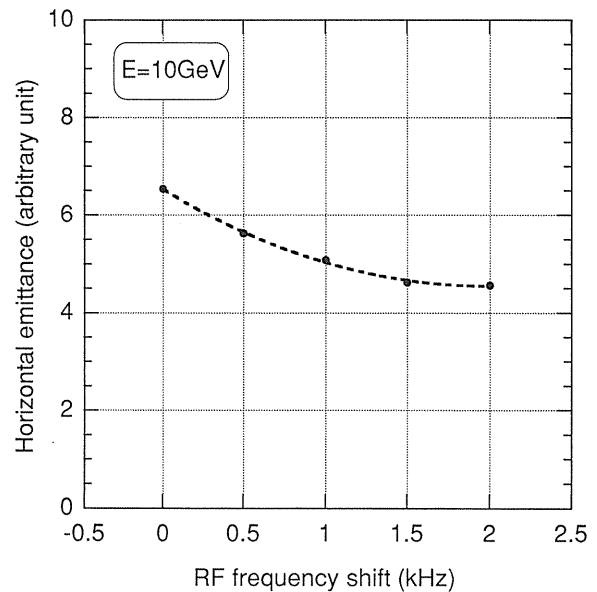


Figure 3. Measured horizontal emittance vs. RF frequency. The horizontal axis is the change of RF frequency.

4. 六極磁石位置での軌道調整

閉軌道が六極磁石を垂直方向にずれて通ることによって発生する歪四極成分は、垂直方向ディスパーションおよび垂直—水平運動の結合を生じさせるため垂直方向エミッタンスの増加を引き起こ

す。計算によれば、代表的な六極磁石を1台垂直方向に1mmずらすと垂直/水平方向エミッタンス比が1.4%増加する。この効果による垂直方向エミッタンスの増加を減らすため、六極磁石の位置に局所的なバンプ軌道を作り六極磁石中の軌道を変化させ垂直方向エミッタンスが小さくなる軌道を求めることが試みられた。軌道のスキャン

は全80台のうちほとんどすべての六極磁石に対して行なわれた。この手続きにより垂直方向エミッタンスは10%減少した。

文献

- 1) 小方 厚他：エミッタンス測定，本特集号(1997)。