

## PF リングの軌道安定性の現状

放射光源研究系 帯名 崇、多田野 幹人、本田 融、芳賀 開一、春日 俊夫

PF リングにおけるユーザー運転中の軌道変動について高輝度化以降に行ってきた安定化の現状と各種モニター類について報告する。内容についてはこれまで Activity Report や PF ニュース等で発表してきたものをまとめたものである。詳しい内容はこれらの参考文献を参照して頂きたい。最後に、BL21 に設置してある光モニターに関して、室温（空調）との相関について報告する。

### 1. 鉛直方向軌道安定化（グローバルフィードバック）(Activity Report 1997)

PF リングには 65 台のビーム位置モニター(BPM)が設置されている。毎回の入射後には水平 2 8 台、鉛直 4 2 台の補正電磁石を使用して、光軸確認のときに定めた基準軌道(Golden Orbit)との差を最小にするように軌道を補正する。その後のユーザーランの間には鉛直方向の軌道安定化を目的としてリング全体の軌道を安定化するグローバルフィードバックを常にかけている。この目的のために周波数応答の良い 28 台の補正電磁石を使用して、12ms 周期でビーム位置測定、補正量の計算、軌道補正を行っている。制御周期が短いため、計算には DSP を使用している。フィードバック ON/OFF の場合、24 時間のユーザーランでどの程度軌道が変動するか、10 分程度の軌道変動（冷却水の水温変動に相当）に対する応答を示す。

### 2. 水平方向軌道安定化(Activity Report 1999)

夏と冬の気温の違いや 1 日の気温差によって建物が伸縮するのにもなってリングの周長も伸縮する。これを補正するために約 1 分周期で加速周波数を調整している。1 日の気温差によって RF 周波数は 300~400Hz 程度変化しており、これはフィードバックが無かった場合水平方向に 100 $\mu$ m 程度の軌道が動くことに相当する。また、特徴的なこととして、ゴールデンウィークなど短期のシャットダウン後にも周波数が安定するまで 1 週間程度の時間がかかっていることがわかる（空調と建物の変形が関係すると考えられる）。

### 3. 基幹チャンネル光モニター(Activity Report 2000)

基幹チャンネルに 1 2 台の光モニターを設置し、常に光位置を監視している。

### 4. 高周波素子の経年変化と Beam Based Alignment による BPM 較正(Activity Report 2000)

頻繁ではないが、BPM の零点が数十~数百 $\mu$ m 程度動いて見えてしまい、見かけ上のビーム位置が動いてしまう現象が起きることがある。原因の調査を続けた結果、ボタン型電極と電極切り替え器との間に挿入してある高周波信号用の固定減衰器 (Attenuator) の劣化と経年変化が浮上してきた。高輝度化の改造時(1998 年)にインストールした減衰器はほぼ全て入れ替えた結果この現象は改善された(リング 1 周のうちほぼ半数)。その後の交換は行っていないが、今後も常時監視をしつつ対処する。

熱変形や機械的なずれが生じた場合など、BPM の零点は様々な原因によって変動してしまう可能性があるため、安定した軌道を実現するには継続して定期的に零点のチェックを行うこと、すなわち Beam Based Alignment (BBA) を継続して行うことが理想である。全ての BPM について測定し、単バンチ運転時に真空容器の熱変形に起因すると考えられる零点ドリフトを測定することにも成功している。

### 5. BL21 光モニターのドリフト

BL21 ビームラインに歪みゲージと温度補正のための熱電対を貼り付けてデータを取得していたところ、測定器フロアの温度変動と光モニターの位置信号との間に相関があることが分かった。11 月初め頃より室温が 24 度から 21 度まで低下しており、それに伴って光モニターの信号は上方向へ 100 $\mu$ m 程度ドリフトしていった。

