

Stability of Q-BPM

Y.Honda, Y.Inoue

2007/7/25

概要

Stability of Q-BPM is very important in ATF2. Frequency shift of Q-BPM due to room temperature variation was measured to be -0.14MHz/degree . We also tested using the Q-BPM attached on a Q-magnet in the beam line. Turning on the magnet increased the temperature of the BPM ~ 3 degree and shifted the frequency $\sim 0.3\text{MHz}$. It also affected on X-Y isolation of the BPM a little.

1 はじめに

ATF2 の BPM には厳しい安定性が要求される。Q-BPM の特性が環境によってどの程度変化し得るかに
ついての基礎的データを集めておく必要がある。温度変化によるダイポールモード周波数の変動について
調べた。また、温度変化は取り付けられている電磁石に通電することによっても起こるので、ビームライン
に設置されている電磁石と Q-BPM のセットを使って、この影響についても調べた。

2 測定

2.1 BPM 単体での測定

はじめに、BPM 単体が室温の変化によって、どの程度周波数変動を受けるかを調べた。測定はリニアック
天井の測定室で、Q-BPM 実機 (2006-No.13) を用いて行った。測定室のエアコンの設定温度を変えること
によって室温を変化させ、ネットワークアナライザによる 1 ポート反射測定でダイポールモードの周波
数を測定した。BPM ブロックの表面 4 箇所に熱電対温度計を付けて温度をモニターした。エアコンの設定
を変えてから、BPM の銅ブロックの温度が完全に安定するまで 6 時間程度かかることが分かったので、エ
アコン設定を変えて、6 時間以上待ってから測定して、... の手順で温度を上げ下げを繰り返してデータをと
った。図 1 に結果をまとめる。 -0.14MHz/1 度 の感度で周波数が変化することが分かった。

2.2 電磁石に取り付けての測定

Q-BPM は電磁石表面に取り付けられるので、電磁石に通電することによって温度の上昇やその他の影
響が生じると考えられる。ビームラインに設置されている IHEP マグネットと Q-BPM のセット (BPM は
2006-No.07) を使ってこの影響を実測した。

2.2.1 周波数の変化

サーミスタ温度計を各所に取り付けて連続的に温度をモニターした。具体的モニターした場所は、BPM
表面、BPM ビームパイプ、電磁石ポール先端、電磁石側面、電磁石冷却水入口、電磁石冷却水出口、トン
ネル気温 である (図 2 参照)。

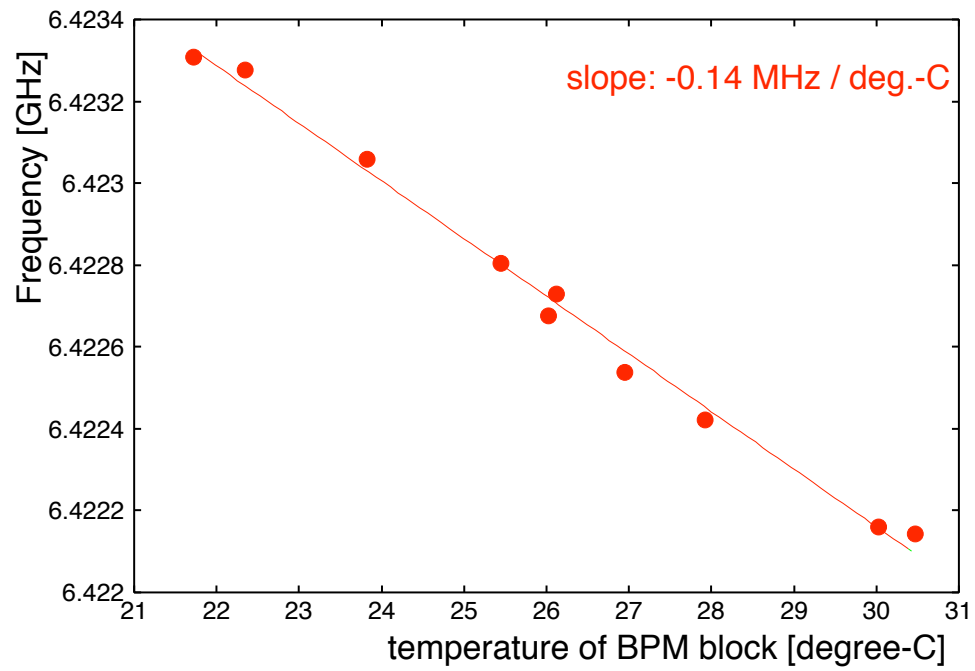


図 1: 周波数の温度依存性

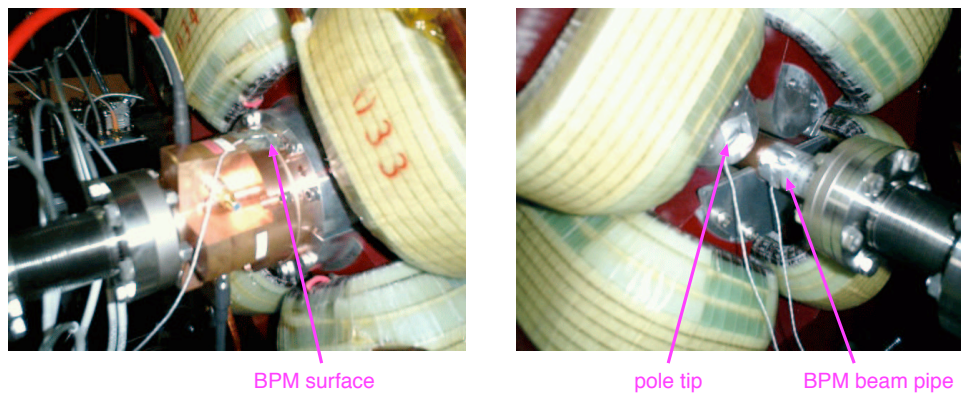


図 2: 温度計の配置

トンネル内にネットワークアナライザを持ち込んで1ポート反射測定でダイポールモードの周波数を測定した。(ネットワークアナライザの測定は自動化していないため、2時間に1回程度見に来て測定した。)

この電磁石は最大電流150Aとされているが、電源のOVPインターロックが起るため今のセットアップでテストできる電流値は125Aが最大である。最初に電磁石を電流100Aで通電を開始してから、定常状態になるまで待ったあと、0Aにして半日おいた。次に125Aで再び通電し定常状態になるまで待ったあと0Aにしてしばらくデータをとった。

図3にこの様子をまとめる。125A通電した場合、BPMの表面温度は3度程度上昇し、周波数変化は0.3MHz程度であった。この変化量は前章のBPM単体の温度依存性の結果と大きくは違わないため、単に温度が上がった為に周波数が変わったと考えてよいと思われる。

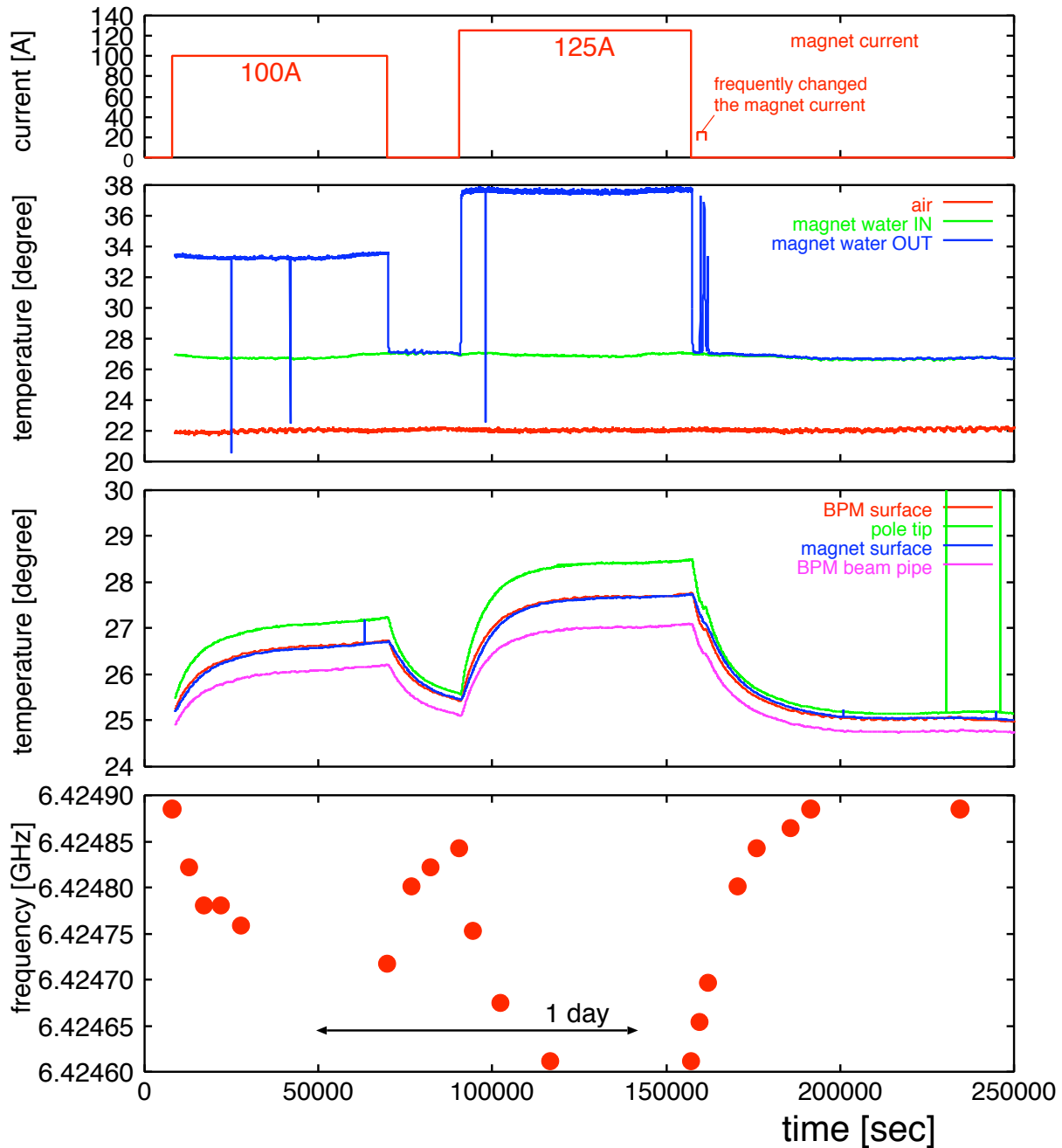


図3: 電磁石通電試験

2.2.2 アイソレーションの変動

電磁石の通電によって BPM 空洞が歪むような影響があるか、X-Y アイソレーションがひとつの指標になると考え測定を行った。電磁石電流値を変えながら、BPM の対面ポートと直交ポートの透過測定を比較するいつもの方法で、X-Y アイソレーションを測定した。この BPM はもともと 41dB のアイソレーションに調整されているが、通電によってわずかに悪くなるのが測定された。電流値を行ったり来たり変化させて測定したところ、この変化は再現性があることが分かった。図 4 にまとめる。

この変化は電流値を変えた瞬間に起こっているもので、温度によるのではなく、電磁石の通電による機械的変形が BPM に伝わった結果だと考えられる。XY アイソレーションの要求仕様が 30dB 以上であり、この程度の変化量は問題にはならないであろう。

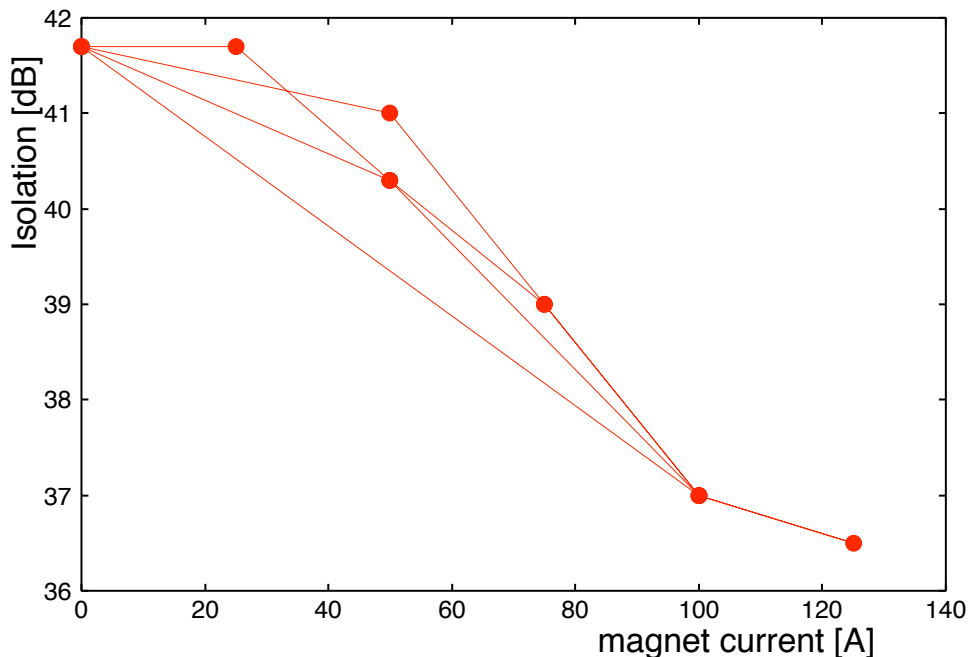


図 4: 電磁石電流による X-Y アイソレーションの変化

3 まとめ

温度変化によって、Q-BPM の周波数は-0.14MHz/deg. の感度で変動する。電磁石に取り付けた場合、125A 通電すると BPM の温度も 3 度程度上昇し、相当して周波数が変化する。通電によって X-Y アイソレーションにわずかに変化が見られるが問題にはならないであろう。