

## 第 97 回ビームダイナミクスWGミーティング・メモ

日時：2015年7月8日（水） 14:00-16:40

場所：PF 研究棟 2階会議室

参加者（敬称略）：羽島（JAEA）、宮島、山本（将）、本田（洋）、金、谷本、本田（融）、上田、島田、加藤、下ヶ橋、多田野、高井、帯名、江木、Qiu、山本（尚）、坂中、中村（KEK）  
-メモ作成

### 1. 7.7pC 運転(2015年5月～6月)報告 → 発表資料 宮島

- ・7.7pC/bunch 運転関係の5-6月のスタディ報告を行った。
- ・6月8日は設計条件に合うように機器のパラメータを合わせた。入射空洞#1-3を7 MV/mにして入射エネルギー $E_{inj} = 5.45$  MeVまで加速した。その際、バンチャと入射空洞の位相を調整し、空洞の中心を通した（SL2の中心は通さず）。スクリーンモニタ cam2, cam3でビームプロファイルが円形からずれていた。6月9日は診断部へビームを輸送した。5連QMのK値を変えるとcam6でビームがダブルピークのプロファイルになるので、cam1からプロファイルの歪みを調査した。cam1から円筒対称性がずれていて、cam2で菱形になっていた。設計モデルとは一致しない。バンチ長測定は2.7 ps程度で設計と大きくずれてはいなかった。6月10日は、主空洞位相調整を行って周回部への輸送を行った。合流部入口でマッチングを行い、南直線部までは輸送したが、プロファイルの回転が問題となった。6月11日は入射空洞#3で放電発生し、7 MV/mから5.5 MV/mへ下げた( $E_{inj} = 4.89$  MeV)。6月12日は $E_{inj} = 4.89$  MeVで周回部輸送し、マッチングを行いながら周回部FCまで到達させた。
- ・翌週の6月15日は周回部でエミッタンス測定を行った結果、第1アーク前で1.9/2.4 mm mrad、第1アーク後で4.5/4.5 mm mradであった。バンチャー付近で放電が見られた。6月16日は、周回部のバンチ長測定を主空洞のゼロクロスを使って行った。測定値は3-5psで、設計値（3 ps）とおよそ合っている結果になった。また、cam1とcam2でのプロファイル変化の調査も実施した。その際、テアリングで振ってcam1での応答を測定した（解析中）。6月17日は入射空洞#1からも放電が発生し、 $E_{inj} = 2.9$  MeVに下げる調整を実施した。6月18日は、レーザー直径dを1 mmから2 mmに変更した場合の計算を行い、0.5 pCのCW調整を実施した。
- ・6月22日は、レーザー径 $d = 2$  mm、 $E_{inj} = 2.9$  MeV、7.7 pCの条件で入射診断部を輸送し、エミッタンスとバンチ長を測定した。cam3でプロファイルが縦長になり、調整でうまく改善できなかった。cam5では合流部の通し方でプロファイルが大きく変わった。残留磁場の影響かもしれない。ビームサイズもcam5でかなり大きい。スリットスキャンでのエミッタンス測定値は、2.7/2.9 mm mradであった。バンチ長とバンチャー電圧の関係は設計と大きはずれはなかったが、入射空洞位相#1との関係にずれがある。バンチ長の電荷依存

性は設計に近い応答になっていた。

- ・レーザー導入ミラーのチャージアップの影響をシミュレーションして、測定結果と比較した。2つのミラー位置に電荷を置いて、ビームの変化を模擬した。蓄積された電荷が大きくなるにつれて、測定と同様にビームプロファイルが楕円になって歪むことが確認できた。

- ・対策としては、環境磁場等の評価と遮蔽方法を検討することがある。パルススタッキングを導入して電荷密度を下げる。夏にはミラーを金属製のものに交換する。入射空洞の3次元電磁場計算を行ってその影響を評価することも課題である。

- ・(Q) チャージアップで重心位置の差はあったのか。(A) データはあるのでチェックする。

- ・(Q) プロファイルが四角になるのはチャージアップの影響はないのか。cam1から影響があってもおかしくない。(A) cam2での歪み(四角プロファイル)はチャージアップでは説明し難い。(C) SuperKEKBの影響もあったのではないか。(C) レーザーの径を自動的に変える機能を加えたい。レーザーのプロファイルを観測するカメラも入れたい。(Q) バンチ長の入射空洞#1位相依存性測定では空洞#2,3はoff状態だったのか。(A) on crest状態であった。それがくずれていると、誤差の要因になりうる。

## 2. 偏向電磁石応答と ItoK 値の測定について → 発表資料 島田

- ・偏向電磁石応答測定と ItoK 値測定について報告した。

- ・偏向電磁石 BMIF04 の応答行列 (R12, R34) を測定して、設計値と比較した。測定では、ステアリングコイル ZH(V)QMIF04 で蹴って BMIF04 直後のスクリーン cam17 で位置を測った。ZH(V)QMIF04-BMIF04 間の QM は全て標準化して K=0 に設定した。比較の結果、3-4%の範囲内で一致した。cam17 の応答が逆になったので、何らかの極性が逆になっていないか調査する。

- ・北側直線部 QMAM03 の ItoK 値を測定した。ZH(V)QMAM02 で蹴って四極電磁石 QMAM03 直後のスクリーン cam13 で K の値を変えながら位置の変化を測った。ZH(V)QMAM02-QMAM03 間の QM は全て標準化して K=0 に設定した。同様に、第1アークの2つの QMIF05、QMIF06 に対して、ZH(V)QMIF04 で蹴って cam17 でビーム位置を測定することで ItoK 値を測定した。得られた ItoK 値は、設計値との比較の結果、どれも 1-2%の範囲内で一致した。以前は 8%程度のずれがあったが、標準化のプロセスとオフセット(上田氏測定)を入れることで改善できた。測定では全ての QM でその中心を通していなかったのが最大±10mmのずれがあり、さらにはステアリングのキック量は QM の場所で±5mm あったが、それでも収束力の変化は小さい結果となった。一様な磁場勾配領域が±40mm と広いことによるものであろう。

- ・スクリーンデータで 12 桁同じ値が続く時が何回かあった。

- ・次回は QM のステアリングを強く励磁した時の影響を測定したい。また、ステアリングのキック量も改めて測定したい。

・(Q) ItoK の測定では、標準化 (+K=0 のオフセット電流設定) 後に QM の電流を上から下にスキャンすることを常に繰り返して測定しているのか。(A) そうしている。(Q) 偏向電磁石の応答行列測定で、スクリーン cam17 の上下は逆ではないのか。(A) cam17 の上下の応答はモニタシステムとして正しいことを確認した。(C) ステアリングの極性等をチェックする。(C) データが全く同じになる現象は、IOC によるものではないか。(C) 真空で2秒近く時間間隔があったデータもあったと聞いている。

### 3. ビームロス調整について+軌道変動調査 → 発表資料1、発表資料2 帯名

- ・ビームロス調整と SuperKEKB の通電と思われる軌道変動の調査について報告があった(ビームロス調整については詳細手順については運転ログや朝の報告を参照のこと)。
- ・周回後のビーム調整のために診断用のロスモニタを1台を第2アーク中央から合流部付近に移動させて、主空洞前に1台追加した。
- ・ビーム調整前では見えていたロス波形もコリメータ挿入も含めてうまく調整できた後にはほぼ見えなくなる。入射バンプにあるスクリーン cam30 でのビームプロファイルが水平に大きく広がっていると周回ビームのロスが増えて良くないようだ。QMAM05,08 で調整するが、第2アークの調整結果にも依存する。BPM でも、PM8,9,10,11 で周回前ビームと同じような位置に来るといいが、厳密に調整する必要はない。
- ・CW 運転にする場合、電子銃電源の電流値とダンプ電流値を同時に表示して一致しているかどうか確認した上で、ロスモニタ (ALOKA) を監視する。軌道の変化が生じている可能性があるため、必要に応じて COL1 を調整する。BPM でもその傾向は見られたが、モニタの電流依存性かどうか確認する必要がある。
- ・6月25日の15時以降(以前は未確認)に軌道変動が時々起こった。cam31で軌道変動やプロファイルの変化が観測された。17時以降は起きていない。cERLのログを見ても原因となるようなものは見つからないので、おそらく外部からの磁場と考えられる。SuperKEKBの電磁石は定常状態という連絡ではあった。
- ・SuperKEKBの運転が始まれば、電磁石の電流モニタが付いて監視可能になるだろう。また、磁場センサーを常備してシールド内や天井に設置して磁場自体も測定することを検討する。磁場は数十mGと思われるので、かなり高精度のものが必要である。

### 4. 2015年6月のCW運転時放射線データまとめ → 発表資料 坂中

- ・2015年6月のCW運転時放射線関係のデータをまとめた。金箔等によるビーム損失測定については放管にて解析中である。
- ・6月4日は、色々調整してもビーム損失があまり下がらなかった。CW運転25  $\mu$ Aの電流で天井サーベイを行ったが、コリメータ COL3 で非常に放射線が高かった。翌日にビームラインサーベイも行った。6月18日はCOL1,2,3,5を使用し、80  $\mu$ Aで天井サーベイを行った。COL3の上の放射線レベルが約50  $\mu$ Sv/hと非常に高かった一方で、南直

線部上のレベルは低かった。6月19日は、入射器空洞のオフセンターにビームを通す調整をして、COL1,2のみを使用した。40~47  $\mu\text{A}$  で天井サーベイを行った結果、南直線部上でレベルは低かったが、第2アーク出口 ~ 主空洞 の範囲でレベルがやや高かった (約 3  $\mu\text{Sv/h}$ )。

・6月23日は、バーストモードで、主空洞の暗電流の影響を調べた。主空洞の加速電圧は、今年5~6月運転で用いている設定 (上流 10.0MV, 下流 7.2 MV) で、入射器空洞の加速勾配は、入射エネルギー  $E_{inj}=2.9\text{ MeV}$  用 ( $E_{acc} = 3.2, 3.3, 3.05\text{ MV/m}$ ) とした。バーストモードではほぼ暗電流がビーム損失の主因であることが確認できた。6月24日は、LCS 実験用にビーム調整を行った。最初はビーム損失大きかったので、6/19 (金) の設定に戻した。その後の調整でビーム損失が改善され、COL1,2のみ使用して約 70  $\mu\text{A}$  で天井サーベイをした。ビームロスはかなり低かったが、南直線部上でレベルが約 2  $\mu\text{Sv/h}$  とやや高かった。6月25日はLCS 実験を行った日で、前日(6/24)の電磁石設定から開始してLCS 衝突点での optics 調整と第2アークでの分散を調整した。日中、KEKB 4極励磁のためと思われるビーム変動があった。COL1,2のみを使用し、約 70  $\mu\text{A}$  で天井サーベイした結果、全体的に非常に低ビーム損失を実現できた (ほぼ空洞暗電流の寄与のみ)。

・スカイシャインが一番問題になるが、6月25日のビーム状態が再現できれば、電流 1mA は可能だろう。繰り返しを 1.3GHz にするとバンチ電流を上げなくても済む。電子銃に遮蔽が必要になるだろう。

・(Q) 次期施設検査の状況はどうか。(A) 8月21日に放射線審議会を開く予定である。cERL 運転を秋にするか冬にするか決めることになる。変更申請をすると、秋では施設検査は間に合わない。(Q) スカイシャインの測定データはあるのか。(A) わからない。

次回予定

日時：2015年10月1日 (木) 14:00~

場所：PF 研究棟2階会議室