

第 75 回ビームダイナミクスWGミーティング・メモ

日時：2012年12月6日（水） 14:00-16:00

場所：4号館2階輪講室2

参加者（敬称略）：羽島（JAEA）、久米、本田（洋）、本田（融）、坂中、宮島、島田、上田、小林、中村（KEK）-メモ作成

1. 北側直線部での Q-Scan 法によるエミッタンス測定の可能性 → 発表資料 中村

・cERL 加速空洞後の北側直線部で Q-Scan 法によるエミッタンス測定の可能性を調べた。現状では3つのスクリーンモニタが設置される予定である。ただし、1つは取出しベンドの直前で前の QM との距離が短いので今回の対象から除いた。

・最初に、取出しベンド後の7つの QM（間隔 1.68m）それぞれに対して 1.48m（7番目の QM では 2.28m）下流にスクリーンモニタが設置されるとして 1mm·mrad の規格化エミッタンスでの Q-scan パラメータと空間電荷効果の大きさを示すパラメータ $R_{x,y}$ を計算した。結果として、 $R_{x,y}$ は小さいが、最小ビームサイズが YAG スクリーンで測定可能なサイズである 100um よりも小さい場所が多いことがわかった。2つの設置予定のスクリーンモニタの位置ではそのうちの1つで y 方向のみが 100um 以上であることを満足した。

・次に、7つの QM それぞれに対して1つ QM をまたいで 3.36m（7番目の QM では 4.16m）下流にスクリーンモニタが設置されるとして Q-scan パラメータと $R_{x,y}$ を計算した。ドリフトスペースを大きくすることで2次曲線が急峻になり、最小ビームサイズも大きくなったために測定可能な場所が増大した。2つの設置されるスクリーンモニタでは x,y 方向共に 100um 以上で測定可能であることがわかった。0.3mm·mrad では、設置されるスクリーンモニタのうちの1つで x,y 方向共に 100um 以上であることを満足した。ただし、y 方向では R_y が大きいので注意が必要である。

・(Q) 77pC ではどうなるのか。(A) $R_{x,y}$ が 10 倍大きくなるので、空間電荷効果の影響が大きくなる。(Q) 測定用にオプティクスをうまく変えれば、いい解が見つかるのではないか。(A) 見つかる可能性はあるだろう。ただし、今回は簡易の設定で測定の可能性を調査した。

2. ダンプラインのアーチャー及びオプティクスについて → 発表資料 中村

・運動量アクセプタンスを上げるためにダンプラインのアーチャー及びオプティクスの変更を行った。

・運動量変動や広がりが多い場合 (rms で $>1.5 \times 10^{-3}$)、ダンプライン前半（取出しベンド～第1四極電磁石）のアーチャーで運動量分散によるビームロスが起りやすい構造にあった。そこで、真空グループと相談して取出しベンド出口の約 50cm 下流からアーチャーを $\phi 50\text{mm}$ から $\phi 84.9\text{mm}$ に広げた。その結果、約 2×10^{-3} まで運動量アクセプタンスを

上げることができた。

- ・さらにダンプラインのオプティクスを2つの四極電磁石を使ってダンプライン後半の分散関数を小さくなるように調整した。その結果、ビームサイズは抑えられ、運動量アクセプタンスをさらに改善することができた。

- ・(Q) アクセプタンスを上げるために、取出しベンド下流に小さな QM を置くことは可能か。(A) 場所が狭く、加速ビームへの漏れ磁場の問題がある。時間的にも経済的にも制約があったので、今回は真空チェンバーの径を広げることを選択した。

- ・(Q) 運動量アクセプタンスとしては妥当か。(A) シミュレーションでの運動量広がりには 10^{-4} 台で、LLRF への要求仕様も rms で 10^{-3} 以下である。ビームサイズの 5σ との比較なので、運動量広がりが 2×10^{-3} 程度まで 10mA でも追加シールド無しで可能なレベルということだ。少なくとも当面の低電流では問題ないはずだ。(C) そもそも運動量広がりが小さいというのが ERL の利点の1つなので、それがあまり大きいようでは困る。(C) 大電流(連続モード)に移行する前に低電流(バーストモード)で運動量変動や広がりを小さくする努力をしておくべきであろう。(Q) 突発的に運動量が大きく変わることもあるかもしれない。(A) それは常態であってはならないので、すぐに運転を停止する必要がある。

- ・(Q) バンチ圧縮ではバンチ電荷が大きく運動量広がりも大きくなるので、運動量アクセプタンスが広いと良い。(C) 繰り返しが 1MHz 程度であればその分ビームロス小さい。繰り返しを上げる時には、必要があればダンプラインを改良すればいい。(C) ダンプラインよりもアーク部のアパーチャがより問題になる可能性はある。

3. 周回部 Tracking の進捗状況 → 発表資料 島田

- ・周回部における空間電荷効果(SC)と CSR wake の影響について、それぞれ GPT, elegant を使って調べた。

- ・最初にベータatron関数を GPT と elegant で比較した。良く一致している。ただし、減速後の y 方向にややずれが見られた。

- ・バンチ電荷 7.7pC に対しては既に入射部での粒子分布データがあるので、S2E simulation を行った。トラッキング粒子数は 100k である。まず、GPT で SC の有無による違いを比較した。ビームサイズについては、SC によって x,y 方向共に第2アーク部あたりから少しずれが目立ち始め、水平方向のダンプラインでは大きなずれが生じている。エミッタンスは y 方向で大きな違いが特に後半に生じている。次に elegant によって CSR の影響を調べた。ダンプラインでの多少のずれはあるものの、CSR によるビームサイズとエミッタンスの差はほとんどなかった。

- ・バンチ電荷 77pC に対しては入射部での粒子分布データがまだないので、受け渡し点でガウス分布を生成してトラッキングを行って評価した。SC 有無によるビームサイズとエミッタンスの違いは x,y 方向共に大きい。粒子数依存性については調査中だが、ファクターの誤

差があると思われる。CSR wake の影響は x 方向が主で、SC の影響に比べて同等かそれ以下であった。

- ・(C) 7.7pC では SC と CSR の影響は小さいことが確認できたので、通常の解析は計算時間の短い elegant で十分であろう。

- ・(C) GPT と elegant のベータトロン関数の微妙な違いや 7.7pC での SC 有無での y 方向エミッタンスの差が何から来るのか確認してほしい。(C) エネルギー広がり等も示されると良い。

- ・(Q) SC を含めた計算でもダンプリンのアパーチャは問題ないか。(A) 7.7pC では 5σ でも最大のダンプリンでのビームサイズは 6mm なので問題ない。77pC では SC と CSR の影響を入れたトラッキングそれぞれに対してビームサイズは rms で 6.5mm と 3mm であった。(C) GPT に SC の他に CSR の効果も入れて評価してほしい。

4. レーザー共振器の現状 → 羽島

- ・以前決めた共振器と cERL 真空チェンバーとの取り合いをもとに、現在、KEK の浦川グループの協力を得て、量子基盤技術を引き継ぎ、必要な修正を行う形で設計を進めている。

- ・(Q) STF での共振器と同じものになるのか。(A) 利用できる技術は利用するが、幾何学は異なる。

次回予定

日時：2013年1月9日(水) 14:00～

場所：PF 研究棟 2階会議室