

第 81 回ビームダイナミクスWGミーティング・メモ

日時：2013年6月17日（月） 14:30-16:30

場所：PF 研究棟 2階会議室

参加者（敬称略）：羽島（JAEA）、久米、本田（融）、宮島、佐藤(昌)、本田（洋）、上田、島田、コンスタンティノワ、坂中、河田、小林、中村（KEK）-メモ作成

1. cERL 入射部コミッシュンング報告 → 発表資料 宮島

- ・5月9日以降に行われたcERL入射部コミッシュンングについて報告した。
- ・マシンスタディ項目は、バンチャ空洞、LLRF、ロスモニタなどの機器の性能試験、ビーム調整法の確立、エミッタンスやバンチ長などのビーム品質の測定がある。エミッタンス測定では、YAGスクリーンでの光学系を含めた飽和とその条件について調査する必要がある。
- ・電子銃の収束力の測定を行った結果、収束力がシミュレーションよりも2倍弱強かった。カソードのへこみを正確に取り込むことで説明できるかもしれない。微小電荷（約10 fC/bunch）でのエミッタンス測定では、超伝導空洞加速前で0.1 mm mrad、加速後で0.2 mm mrad程度に増えた。原因の調査もあって、超伝導空洞に入る軌道を変えてエミッタンス測定を行い、空洞収束力の影響を評価している。偏向空洞によるバンチ長測定を行い、約2psの結果を得た（分解能0.69ps）。バンチャ空洞での最大加速位相とバンチング位相も求めた。
- ・バンチ電荷増強の予備試験では、パルス運転で最大15mA相当（12pC/bunch）のビーム生成を行い、最大50nAをダンプした。シールド外での放射線は問題ないレベルであったが、オプティクスは無調整で、ダンプまで到達電荷は7割程度であった。その後、0.77pC/bunchの輸送試験を行った。バンチャ空洞のON/OFFで超伝導空洞下流での形状が変化するので、バンチャ空洞での軌道調整を行った結果、形状が水平偏平からより円形に近くなった。レーザーパルスを伸長する試験やロスモニタの試験も始まった。
- ・(Q) 入射空洞下流のエミッタンス測定で入射空洞の扇風機の影響が含まれているのではないか。(A) 一度確認したい。(C) 遠隔から送風する方式に変えていただくと助かる。
- ・(C) 周回部はでスリットスキャン法が使えないので、YAGスクリーンモニタ使用での飽和の条件を調査する必要がある。(C) エネルギーが高いためOTRが使える可能性がある。(C) 周回部のスクリーンモニタはYAGとOTRの2つが使用できるものがほとんどである。(Q) バンチ長測定用モニタが設置されていないので、検討する必要はないか。(C) 偏向空洞を設置する場合、ウェークなどが問題にならないか。(C) 赤外のストリークカメラは利用できないか。(C) OTRの光をストリークカメラで測定する方法はある。
- ・(Q) 390keVの電子銃からの電子ビームの運動量幅は測定されているか。超伝導空洞の収束力とオフセットでエミッタンスが増加する可能性がある。(A) 超伝導空洞加速後の5MeVビームでは測定した。0.2%よりはいい。390keVの電子銃からの電子ビームはエネルギーが低いので偏向電磁石やダンプまでの輸送するのが現状では難しい。(Q) バンチャ空

洞でのカプラーの蹴りはないのか。(A) 反対側のチューナーでバランスをとっている。

2. 3GeV ERL の設計 → 発表資料 島田

・主空洞グループからの要請もあって、3GeV ERL の設計見直しを始めており、その進捗状況を報告する。基本的には、加速勾配を下げて主空洞のスペースを増やす。

・主空洞の HOM 減衰をビームパイプ方式と仮定して、8 空洞あるいは 4 空洞 1 モジュールとした場合のライナックの長さ、要求される加速勾配等を表に示した。モジュール以外の電磁石、真空、モニタ等のスペースは 8 空洞当り 3.8m とした。結果、マージン 10% として 12.5MV/m の加速勾配の場合、4 空洞 1 モジュールでは 700m 程度の直線部が必要になる。

・2つの案(A,B 案)を考えた。A 案はこれまでの案とほぼ同じ形状で、3GeV ライナック長を 700m にしたもので、B 案は極率半径 40m の偏向部でおよそ 1GeV と 2GeV のライナックの 2 つに分けるものである。KEK つくばキャンパスに建設する場合、A 案ではライナック直線部が周回道路を越え、XFEL-O も KEK-B トンネルにかかる可能性がある。B 案では緩和されるが、挿入光源や EEHG などへのスペースが小さくなる可能性がある。

・A 案のオプティクス設計を進めている。8 空洞に対して収束用四極電磁石を配置するが、シングレットではベータatron関数がかなり大きくなるので、トリプレットを用いて全ライナックでのオプティクスを計算した。加速と減速で対称となる。今回は、周回部による膨らみをなるべく小さくするために、90° アークを両サイドに用意して、その後に挿入光源が入る TBA セルをつないだ。このアークで R56 を調整する予定である。TBA セルでは偏向電磁石の曲率半径を約 20m とし、曲げ角を 3° から 1.5° に、長さを 1m から 0.5m に変えた。

・(C) どちらの案でも主空洞グループとして空洞スペースの問題はないとのことである。

(Q) つくばキャンパス設置を考える上で、周回道路や建物などの変更や移動は可能か。(C) 時期の問題もあるが、施設部に相談することも 1 案である。(C) B 案のオプティクス設計も検討してほしい。(C) 主空洞の加速勾配を将来的にはもう少し上げられると助かる。

3. cERL 周長補正について → 発表資料 島田

・周回部のコミッショニングに向けてビームエネルギーを決定する必要があり、関係する周長補正について報告した。ビームエネルギーに周長を合わせないと、エネルギー回収が不完全になるとともに、取出し部でのエネルギーが合わずにビームダンプラインでのロスにもつながる。

・cERL では周長補正シケイン、加速周波数変調、周長補正ステアリングで周長を補正することが可能であり、可変範囲はそれぞれ $\pm 5\text{mm}$ 、 $\pm 7\text{mm}$ (100kHz 相当)、 $\pm 20\text{mm}$ である。周長補正ステアリングは設置される予定ではないが、隣の四極電磁石の補正コイルで代用可能である。ただし、補正可能な軌道長と補正コイル磁場の六極成分の影響については調

査が必要である。

・入射・周回エネルギーの運動量比が 1:6 の場合、当初予定していた周回エネルギー35MeV の周長からどこまで短くする必要があるか計算した。例えば、周回エネルギー21MeV (加速エネルギー約 17MeV に対応) の場合、17mm 短くする必要がある。その場合、北・南直線部の真空ダクト等を短くして対応することになる。その後の補正は、周長補正シケイン等で行う。

・(C) 放射線を考えると、加速エネルギーの下限を 14MeV まで考えておいた方がいいかもしれない。(C) 運動量比は 1:6 までで考えるべきだろう。(C) 加速周波数の可変範囲は、レーザーや入射空洞など全ての機器を含めて確認してほしい。

次回予定

日時：2013年7月22日(月) 14:30～

場所：PF研究棟2階会議室