

## 第 94 回 ERL 検討会議事メモ (文責 梅森)

日時：2016 年 1 月 14 日(木) 14:00～15:40

場所：PF2 階会議室

出席者 (順不同、敬称略)

KEK 会場：村上洋一、河田洋、山本尚人、小林正典、原田健太郎、加藤龍好、宮島司、江木昌史、島田美帆、塩屋達郎、小林幸則、西森信行、帯名崇、梅森健成、中村典雄、阪井寛志、坂中章悟、山本将博、谷本育律

JAEA 会場：羽島良一

IMS 会場：欠席

名大会場：欠席

広大会場：欠席

SPring 会場：欠席

### ☆ バンチ圧縮のための六極電磁石の設置について (中村)

- ・ バンチ圧縮・復元およびコヒーレント THz 放射の発生に向けて、各アーク部に 2 台(全 4 台)の六極電磁石を設置した。
- ・ 20MeV で 100fs 以下にバンチ圧縮できると 5THz のコヒーレント放射を発生できる。
- ・ アーク部に設置した六極電磁石の励磁によりバンチ長を 1 桁短くすることが可能。
- ・ エンドシムにて補正を行い、六極磁場の一様性を高めている。
- ・ また 3 種類のサブコイルを用いることにより、水平軌道補正ならびに skew 四極によるカップリング補正を可能とした。
- ・ 六極成分および skew 四極成分の磁場測定を行った。
- ・ 2015 年 11 月 18-20 日にアーク部への設置作業を行った。
- ・ 制御パネルも既に作成済みである。
- ・ 今後、通電試験と配線チェックを行う。
- ・ cERL のビーム運転において 1 週間程度のバンチ圧縮関連のマシンスタディーを予定している。

### 【質疑応答】

(Q) 第 2 アーク部での六極励磁によるビームロスの見積りなどは？

(A) 計算では出てこないのですが、実際は運転しながら調べる事になる。少ないだろうと思っている。。

(Q) リターンアークの調整はどのような方針で行うのか？

(A) ダンプでのエネルギーは当然合わせるとして、エネルギー回収後のエネルギー広がり

小さくなるように調整する方針。

(C) 調整方法についても、今後、議論を深めていく。

#### ☆ cERL 電子銃のセラミック管増設 (西森)

- ・ これまで、8段セラミックにて安定な 390kV 運転を行ってきたが、悲願の 500kV 安定運転に向けての作業を進めてきた。
- ・ 2014 年度に JAEA ガンマ線グループにて予算を確保し、2 段分のセラミック管増設へ向け部品を揃えた。
- ・ 2015 年 5 月に増設作業が認められ、7 月から cERL 電子銃へのインストール作業を開始した。
- ・ 7 月のセラミック管(8 段+2 段)単独高電圧試験では、1 度も放電せずに 550kV まで到達できた。さらに、550kV で 3 時間以上無放電での運転を実現した。
- ・ 次に、延長サポートロッドおよび電極をインストールして 9 月に高電圧試験を行った。しかし、180kV にて放電が始まった。
- ・ 調査の結果、セラミックでなく、サポートロッドの継ぎ目が問題であると推測された。
- ・ 対策として、継ぎ目無しのサポートロッドをインストールし、11 月に高電圧試験を行った結果、400kV まではすんなり上がった。延べ 150 時間のコンディショニングの結果、暗電流無しで 548kV の印可に成功。
- ・ 500kV(セラミック管 490kV)で 4 時間以上の無放電での運転に成功した。
- ・ コンディショニングはまだ時間不足であるため、今後さらに継続することを希望。
- ・ 今期の cERL の運転における高電圧パラメーターの設定は要相談。490kV での運転は避けたい。

#### 【質疑応答】

(Q) JAEA で最初にやったとき(約 2mA)の 500kV での運転での電圧ドロップの原因は？

(A) 電源の問題であり、その問題はまだ残っている。

(Q) 490kV 運転を避けたいとあるが、運転の最後に少しやるなどの希望はないのか？

(A) 現状 505kV では 2 時間で放電した。それ以上の電圧では 10 分程度で放電する。500kV で 4 時間以上の保持は確認できたが、放電のダメージを避けるため 100MΩ の出力抵抗で高電圧試験を行いたい。現状の 67kΩ 出力抵抗では、450kV 程度以下電圧での運転が望ましい。

(C) 施設検査までは、まず前回の条件を再現させることを最優先に。今期はむしろ high charge での試験に特化したい。

(Q) マシンスタディーに必要な時間の想定は？

(A) ビーム関連では、少なくとも 3 日は欲しい。

- (A) 西森さんがやりたい試験はむしろ電子銃単独で行う事ができる。
- (C) ビーム関連のスタディーの際はパラメーターを変えたいが、電圧をどうするかは相談したい。
- (Q) 放電した場合のロスほどの程度あるのか？
- (C) 簡単に計算できるので見積もってみて欲しい。どれくらい電圧を上げられるのかの目安になるのでは。

### ☆ 3GeV 蓄積リングと 3GeV ERL の比較 (原田)

#### 【それぞれのパラメーターの比較】

- Hybrid Multibend Acromat(HMBA)が開発され、以前よりもエミッタンスが小さく高性能な蓄積リング設計が可能となった。
- ここでは、ESRF のデザインをベースに設計した HMBA の 3GeV リングと、2012 年の ERL の CDR におけるパラメーターとを比較してみる。
- 3GeV 蓄積リングは 20 セルの場合と 16 セルの場合を検討した。
- エネルギー広がり、蓄積リングの方が 4 倍大きく、ERL にメリットがある。
- バンチ長も ERL の方が短くなる。
- 挿入光源から発生する光に関しては、主にエミッタンスと電流値が効く。
- HMBA のリングではエミッタンスがだいぶ下げられるため、電流値でかせる蓄積リングの方が輝度の高い光を発生することが可能。
- ERL の両立モード(0.1mm·mrad & 100mA)でやっと勝負になるが、20 セルの蓄積リングで IBS 完全抑制すると蓄積リングの方に分がある。
- コヒーレンスユーザーに関してはせいぜいファクターの差か、もしくは同程度。ほとんど差は無くなった。
- ビームを絞る必要のないフラックスユーザーにとっては、ERL はあまりメリットない。
- 放射線安全上の懸念も ERL にはある。

#### 【ERL、ライナック光源の利点ならびに提言】

- ERL の利点は単パルスが実現できること。また、将来的なエミッタンスの向上が見込めること。
- ERL には技術的な難しさが伴うが、この困難さは大電流に起因する部分が多い。大電流をやめて先端ユーザーに特化したデザインにすると、このあたりは大分楽になると思われる。
- ERL(ライナック光源)の利点を生かすためには、FEL 発振をさせるのが良いであろう。
- FEL に向けて舵を切ってはどうか？

#### 【質疑応答】

- (C) ERL では、地下深くに作らないと放射線遮蔽的に難しいだろう。

- (Q) ERL の両立モードは成立しているのか？
- (A) Simulation 上でも成立していない。努力目標でしかない。
- (Q) 両立モードのパラメーターを電子銃単独なら達成できるのか？
- (A) 何もエミッタンス増加を許さない場合にのみ可能であり、厳しい数字ではある。
- (C) 5GeV ERL を 3GeV にしたのも不利になっている。
- (A) 5GeV の蓄積リングと比較すれば、結局同程度ということになる。
- (Q) HMBA の蓄積リングはまともに動くのか？
- (A) MAX-4 は MBA のラティスで 4mA の運転を行っている。大電流に向けての部分は開発項目
- (Q) 真空アパーチャーが狭いが？
- (A) 内径 2.5cm。MAX-4 の方が厳しいので、MAX-4 で成り立てばいけるはず。
- (C) ERL の場合は、FEL 発振などさせた後の使い捨てビームをどのように生かすか、が課題である。
- (C) ダンプのパワーが大きいと放射化の問題も深刻である。
- (Q) ps 領域のダイナミクスは今後どの程度広がっていくと思われるのか？
- (A) FEL が有力。でも、ユーザーの数をこなすのが困難。常伝導 FEL よりは、もっと多くの繰り返しが望まれるが、1.3GHz での単パルス利用は困難。MHz ぐらいまでが利用できる精一杯かと思われる。MHz ビームの振り分けで多チャンネルにすることも可能性の一つ。XFEL-O での繰り返しは 1MHz 程度を想定している。
- (Q) ERL で、マルチターンができれば、有利な点はないのか？
- (A) FFAG のようなスキームが考えられる。
- (Q) Single path の FEL 発振を、アークを通してやる可能性は？
- (A) 低コスト化、アーク部を通す事による困難さの克服、エネルギー回収による大電流化などが課題となる。
- (Q) X線以外のユーザーはいないのか？
- (A) あまり現実的に受け止めてはいないようである。

#### ☆ ERL 計画推進室報告 (河田)

- ・ 2月中旬に予算のヒアリングがある。11/16に議論した開発方針をベースに要求を行う。
- ・ 1/21,22に「第22回 FEL と High-Power Radiation 研究会」を KEK にて開催予定。
- ・ 1/28に cERL と加速器 7系との合同新年会を予定。
- ・ 2/4にエポカルつくばにて開催される「つくばビジネスフェア 2016」にて、阪井さんがポスター発表を行う。

次回 ERL 検討会 2016年2月25日(木) 14:00～