

第41回 ERL 検討会議事メモ

日時：2010年3月16日（火）14時から

場所：PF 研究棟 2階会議室

出席者；

KEK 会場：春日俊夫、梅森健成、栗木雅夫（廣大）、坂中章悟、河田洋、沢村勝（JAEA）、小林幸則、仲井浩孝、青戸智浩、高井良太、遠藤有聲、塩屋達郎、本田洋介、山本将博、宮内洋司、阪井寛志、中村典雄・渋谷孝（物性研）、帯名崇、多田野幹人、飛山真理、三浦孝子、島田美帆、芳賀開一、福田茂樹、本田融、宮島司（メモ作成）

JAEA 会場：永井良治

名大会場：桑原真人

広大会場：飯島北斗、久保大輔、増元勇騎

ISSP 会場：工藤博文、伊藤功、高木宏之、尾上公正

I MS 会場：欠席

SPring8 会場：

（各報告については Web 参照のこと。掲載許可済みの資料を順次掲載しています。）

（以下敬称略）

(1) FLS2010 報告（中村）

○FLS2010 について

- ・ SLAC で 3 月 1 日から 5 日まで開催され、future light source について 8 つのワーキンググループに分かれて議論した。
- ・ 総勢 225 名参加、ERL ワーキンググループ（WG3）は 12 名参加であった。日本人は 8 名参加。
- ・ プログラム：午前中プレナリー、午後ワーキンググループ。金曜日にサマリーを報告。
- ・ WG3 では、ERL プロジェクトの現状、運転モードと性能、入射部と超伝導空洞についての報告と議論があった。さらに電子銃とのジョイントセッションと FEL とのジョイントセッションがあった。

○ERL WG summary について

・ コーネル大学では入射器プロトタイプの運転を停止中。入射器超伝導空洞の Q 値の低下のために空洞の表面再処理を行った。HOM アブソーバのチャージアップなどへの対策も施した。3 月末にビーム試験が行われ、高い電流を試す。

コメント：日本で開発中の加速空洞で、HOM アブソーバのチャージアップが気になるようであれば、KEK では入射器のビームラインで試せないか？

コメント：フェライトに導電性がないと同様の現象が起きる可能性がある。サンプルを冷やさないとわからない。

コメント：低温にして抵抗を測ってみればどうか？

・ 日本の計画の現状報告があった。5GeV、2 ループの ERL（XFEL 含む）を設計検討中で、R&D のために cERL（2loop, 245MeV, 100mA）を検討している。FY2012 に最小バージョン（1 loop, 35 MeV,

10mA) でまずはコミショニングを行う予定である。

- ・BNL で電子銃と空洞の R&D を進めている。JLAB では、JLAMP (600 MeV, 2 loop) にアップグレードして、VUV-FEL を目指す。ALICE では、エネルギー回収の実験は成功して、現状は THz、逆コンプトン散乱、FEL のコミショニングを行っている。

- ・HZB では BERLinPro 計画があり、1 loop で 100mA、100 MeV のものを検討している。超伝導 RF 電子銃のみ予算が付いている。合流部の計算などが紹介された。APS では、ストレージリングのアップグレードと ERL 計画について紹介があった。

- ・KEK での cERL の電子銃テストビームラインの紹介とシミュレーション結果の報告があった。JLAB の超伝導空洞についての紹介があり、EP と large grain での Q0 値の向上について報告があった。

- ・コーネルでは、BBU は JLAB で十分テストされているので、リターンループを作らなくても良いと考えている。また、2loop にしてリスクを高めるよりは 1 loop 案を基本とする。2 loop に対して基本は OK だが、幾つかの課題があることが示された。

・

○ジョイントセッション：電子銃と FEL

- ・電子銃とのセッションでは、日本の 500kV 電子銃について高圧試験の結果が報告された。コーネルも分割式セラミックを検討していて、フォトカソードについては物理の専門家を雇うという話。

- ・FEL とのセッションでは、ERL と XFEL との両立の可能性や FEL の ERL や recirculation での使用と利点について紹介された。

・

○その他

- ・XFEL の波長可変なオプティクスが示された。いくつかの課題について検討が進んでいる。

- ・APS で検討された ERL7 と ultimate storage ring(USR7)との比較が行われた。性能的には USR7 が ERL7 に近づいていて、現状ではリスクなども考えて APS では FEL+ERL ではなく、FEL+Ring の組み合わせが適当と考えている。

- ・ERL 光源の特長 (リングとの違いなど含む) とそれに向けての R&D や各施設での計画が紹介された。リングは数十年かけて性能を上げてきたが、ERL はまだ発展のスタートポイントにある。

- ・SLAC の LCLS では 2 番目の RFGUN を導入して、軟 X 線 FEL (LCLS2) を検討している。DESY の Flash では、分岐した 2 つ目の FEL (Flash2) を計画している。

- ・レーザープラズマ加速の試験が進んでおり、ビームの 1GeV 加速が LBNL で達成された。ビーム品質を評価する予定。

- ・米国の White paper で放射光源の放射光性能がまとめられていて、それに関する報告があった。

(2) ERL への光コム計測導入提案 (青戸)

○光周波数コム

- ・時間領域：短パルスレーザー⇒周波数領域：コム状に並んだ離散スペクトル

- ・特徴：周波数安定性が非常に良い。波長の選択性、長さの基準に採用予定、量子コンピュータ

○J S T 先端計測採択研究：光コムを用いた空間対位置超精密計測装置

- ・ 50m の間隔を $2\mu\text{m}$ の精度で計測する技術の開発
- ・ 10m 程度の形状を $2\mu\text{m}$ の精度で非接触計測
- ・ 1kHz 応答の光コム高速ヘテロダイン計測技術開発
- ・ 新規制：空気の屈折率の補正、非接触計測の点で非常に有利

○研究例

- ・ 250m で $50\mu\text{m}$ の精度が得られている。(光学トンネル内で)
- ・ 外では、280m で $80\mu\text{m}$ が得られている。

○本開発の特徴

- ・ 高い分解能
- ・ 測定速度 1kHz が目安。大気ゆらぎの周波数よりも速い速度がキーポイント

○応用提案

- ・ 建屋床面の伸縮・歪み・新藤の計測
- ・ アライメント
- ・ モニタリング
- ・ LC 等の長距離高精度アライメントへの応用

○実証試験実施場所

- ・ 東カウンタホール内にシールド設置前であれば、50m の空間が確保できる。

○検討課題

- ・ 実証試験を cERL の建屋で行いたい。
- ・ 幅 3m、距離 50m、高さ 2m の空間が必要
- ・ 実施時期：2010 年 9 月を予定

○目的

- ・ 本開発装置の評価
- ・ cERL 建屋床面の振動・歪等のバックデータ収集
- ・ KEK での将来的な応用可能性の検証

○質疑

Q. 実施期間は 2010 年 9 月からいつまでか？

A. 2 週間程度。測りたいときだけ立ち入りを制限してもらいたい。

Q. 24 時間連続で測ることは？

A. あるかもしれない。1 日の変動を測定する等。

コメント：実用化した後に常時測定できるようになれば面白いのではないか。

コメント：具体的な実施についてはもう少し進んでから検討する。

Q. 本装置を実績のあるもの以外につくるメリットは？

A. 測定精度が格段に高い。

コメント：後はコストと製品としての使いやすさか。

A. 製品化を見込んで進めている。光コムは周波数特性が非常に高いので、RF 周波数の生成などへも応用できると思う。

(3) 主加速部超伝導空洞の報告、7回目縦測定（梅森）

- ・2月23日から25日に測定
- ・今回の処理、EP 30 ミクロン、HPR、6回目測定前に、アイリス部を削った。
- ・変更点：フランジを銅メッキから SUS に変更

○4Kでの測定

- ・これまでで初めて X 線を観測することなく終了
- ・2K π mode 測定 1 回目；放射線も少なく非常に良好。20 MV/m で $1e-10$ まで行けた。
- ・25MV/m のとき 2 セル赤道部で発熱とともにクエンチ。これ以上はなかなか上がらなかった。
- ・今回もマッピング装置を使って放射線を測定した。

○6 π -9 mode

- ・36 MV/m まで到達したが、4 セル赤道部の発熱とともにクエンチが発生。
- ・ここで十数回クエンチさせた。あるクエンチを境にエミッションが始まる。
- ・クエンチと同期してパルス的な X 線信号が空洞全面で観測されているが、何が起きているかはまだ付きとめられていない。

○2K π mode 2 回目

- ・再度 π モードで試験するが、やはり加速電場は戻らなかった。数多くのエミッションが起きていると思われる。
- ・その後エージングを兼ねてパスバンド測定を行った。どのモードでも激しいエミッションを観測した。
- ・3/9 π mode で測定した結果、数多くのエミッションソースが出来たと推測される。(一つ二つではない)

○2K π モード 3 回目

- ・2 回目よりは多少プロセスされている感もあるが戻らなかった。10MV/m に制限された。

○測定後の内面観察

- ・ベローズ、セラミック等を含めカップラー周辺では異常があるようには見えない。
- ・スパッタなどが起こった様子は空洞内部にも特に見られない。
- ・2 セル赤道での発熱の候補が幾つか観測された。

○まとめ

- ・ $6\pi/9$ mode でのクエンチに起因して、何かが起こりエミッションが起きたと思われる。

○今後の予定

- ・ 今週アSEMBリ準備
- ・ 3月23日 EP&アSEMBリ
- ・ 4月19日の週：縦測定
- ・ 3月末：ERL 9セル2号機納品
- ・ 4月上旬 新セラミック窓のハイパワー試験@JAEA
- ・ HOM ダンパーの冷却試験は適宜東大物性研にて実施中

○質疑

Q. クエンチした後の立ち上げ方が速い気がするがどうなのか？

A. 普段はこのような感じで立ち上げている。真空も悪くなっていない。これが速すぎてまずいということはない。

コメント：真空圧力が上昇しても空洞が吸っているのでは？

Q. グラインダーとはどのようなものか？

A. ダイヤモンドシートを研磨ヘッドに付けてモータで回している。

Q. ILC で今回と同じような経験はあるか？

A. 同じようなものはないが、途中でエミッションが始まって Q 値が落ちたというのはある。

コメント：STF の人にこのような経験があるか議論して、ERL 用に特有の現象がないか調べた方が良いのではないかと？

(4) ドライブレーザーの進捗状況（本田）

- ・ AR 南棟の電子銃試験用のレーザーシステムについて紹介する。
- ・ 200kV 電子銃の運転を始られるようになってきた。
- ・ 2010年3月から200kV電子銃の運転を開始予定。最大電流 1mA
- ・ 10mA を出すのは、2011年3月以降
- ・ QE=1.5%と仮定して、1mAなら150mW
- ・ 1.3GHz バーストモード運転

○レーザーを構成する機器

- ・ 1.3 GHz 発振器：数週間は安定。
- ・ パルス圧縮機：特注手作りバルクオプティクス。7.9 ps 2.4 pS に変更
- ・ 10 W ファイバ増幅器：カタログ品。10W 以上だと特注あるいは半自作になる。

Q. 効率はどれくらいか？

A. LD の電力がわからないので、わからない。

○増幅後の特性

- ・ 2.4 pS を入れた後、4p s くらいに伸びて出てくる。ファイバ中での自己位相変調の効果と思われる。
- ・ 2 倍波変換：LBO 血相を温度により位相整合を取る方式を使用。
- ・ 2 倍波の最大出力 80mW。

○2 倍波変換効率の改善に向けて

・ 悪化の原因：整合幅は 2.5nm 程度に対して、10W ファイバ増幅器でのスペクトルの拡がりがあるため、3/4 のパワーは素通りしてしまっている。

○考えられる対策

- ・ ファイバ増幅器を改良
- ・ 結晶を薄いものに交換
- ・ パルス圧縮は増幅後に行う
- ・ 増幅前にチャープを付けておく。

○フォトニック結晶ファイバ増幅器のテスト

- ・ 30W くらい出せる見込みで準備を進めている。

○バーストモード

- ・ IR 光をポッケルスセルで切り出す。立ち上がり・立下りは 5ns は容易に可能。

○輸送路の準備

- ・ レーザー室から電子銃まで輸送路を設置。現状は直入射。
- ・ 今は He-Ne レーザーを設置している。

○質疑

Q. レーザーの安全対策は？大電力になったときの対応は？

A. 基本的に光路は遮蔽している。またレーザー室は限られた人が入れるようになっている。

コメント：担当者以外に安全関係をチェックする人がいた方がよいのでは？

コメント：2 倍波の変換前にチャープを付けるのはそれほど小手先の技ではないのでは？

(5) 東カウンターホールの現状（芳賀）

- ・ 東カウンターホール改修工事完了。検査も終了した。
- ・ 作業の状況：本体は終了したが、内部の E R L 関係の設置工事が行われている。
- ・ 自販機は設置しない、避難経路の確保を行う。
- ・ 火気使用責任者：坂中さんに変更
- ・ 作業計画書の特別許可について：小林主幹、芳賀さん、坂中さん（芳賀さん、坂中さんは、加速器研究施設全体に対して許可できる）
- ・ シャッターの段差に注意、また解放しっぱなしにしないこと。
- ・ 外部にあるコンクリートの再利用

- ・ピットの養生が残っている。穴が開いている箇所があったりする。
- ・放射線区域の再放射線チェックを依頼

○放射線シールドの検討

- ・シールドの出入り口の検討案を作成した。
- ・ブロックで構造を作る方向
- ・今回報告した案件について皆様の意見をいただきたい。
- ・出入口をどのようにするか：シールド壁ブロックの一部を外す、あるいは天井を開ける

(6) E R L 推進室報告（河田）

- ・次年度予算に関する打ち合わせを行っている。まだ決まっていない。
 - ・ERL11(Japan, 10月)が ICFA Beam Dynamics の会議に正式認められた。
 - ・研究推進会議タスクフォースの資料：I S A C の報告をし、高い評価と激励を受けたと記した。
 - ・3月10日に「次世代光源用の直流電子銃で世界最高の 500kV の電圧を達成」のプレス発表がなされた。
-
- ・次回の日程については河田さんに取りまとめをお願いします。