



会議報告

FEL-2008

ICFA Compton WS

羽島

ERLビームダイナミクスWG

2008年9月24日

FEL-2008 概要



- 毎年開催の国際会議、今回が30回目。
- 韓国、慶州。PAL/KAERIの共催。
- 口頭発表約50件、ポスター約170件。
- <http://fel08.postech.ac.kr/>



SLAC LCLS

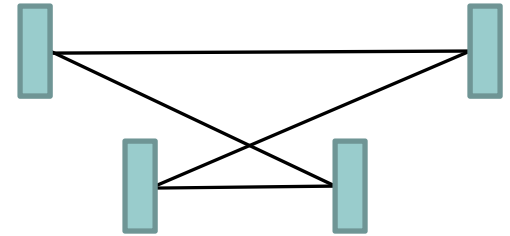
- 今年8月まで、BC-2を含む14GeVまでのコミッショニング
- CSR効果を抑えるために 0.25 nC バンチで実施。
- バンチ長30fs(rms)、投影エミッタンス 0.7-1.6mm-mrad(rms)
- バンチ長は偏向空洞、エミッタンスはワイアースキャナで測定。
- BC-2のR56を変えながらバンチ長とエミッタンスを測定、計算と合わせることでスライスエミッタンスを推定している。
- 電子銃レーザは8ヶ月の間、99%以上の稼働率。
- ビーム安定度:位置=ビームサイズの15%、エネルギー=0.03%、タイミング=50fs、ピーク電流=9%など。
- バンチ長フィードバックのためBC-1、BC-2からのCSRを測定。
- 今年中に laser heater を設置し、1 nC 運転を始める予定。
- 来年夏には “first light”

DESY FLASH

- 1GeV アップグレードを経て 6.5 nm まで発振している。
- フィードバック系の改良を行い、800 バンチが一様に発振。
- ユーザ実験は、24時間、週7日連続運転。
- アンジュレータギャップが固定のため、波長変更には平均2時間を要する。
- ダウンタイムは6%のみ。電子銃レーザに起因は0.1%。
- 光によるタイミング同期法で 20fs のジッターを実現。
- optical replica synthesizer によるバンチ長測定
- light field-driven streak camera
- 2009年4月から停止し、3.9GHz 空洞の設置(バンチ圧縮の線形化)とseeded FEL のラインを構築する。

X-FELO

- K-J. Kim の招待講演の他、共同研究者の R.Lindberg がシミュレーションで2件発表(ポスター)。
- 4枚ミラーの構成で波長変更が可能。
- ミラー姿勢の制御が4倍ほど楽になる。
- ミラーによる位相シフトは群遅延と等価なので共振器長の detuning で補償できると言っていた(私の計算と異なるので要チェック)



RF電子銃

○ FLASH、PITZの電子銃(L-band 常伝導)

- CsTeカソードのQE と寿命が大幅に向上。QE=5-9%、寿命=月のオーダー。
- フッ化物の種になるテフロン材料の除去
- dry-ice cleaning による空洞内壁の処理 → 暗電流の低減に成功
- レーザ波形整形、矩形波の立ち上がりを 7ps → 2 ps に改善、これにより下流でのエミッタンス増大を 30% → 1% に小さくできる見込み。

○ ELBE(FZR) のSC-RF電子銃

- 従来の熱電子銃と並行してRF電子銃を設置。CsTeカソード。
- QE~0.1%、1-10 pC で運転。
- 組み立て時に周波数がずれたため本格運用は2009年以降に。
- 新しいSC-RF gun を2台作る予算を確保している。

ERL high-power FELs

○ Budker Inst. の多重周回 ERL-FEL

- 常伝導加速のERL装置
- 12 MeVテラヘルツFEL(鉛直ループ)と直交する水平ループを構築中。
- 水平ループは4周回(4回加速、4回減速)で最大40MeVまで加速。
- これまでに2周目まで回っている。

○ JLAB ERL-FEL

- バンチ電荷を固定して繰り返しを増やすとFEL変換効率が低下する
- バンチタイミングジッター、エネルギージッターの測定を行ったが、これらは原因ではなさそう。今のところ、原因不明。

その他の計画

○ PAL-XFEL

- 新大統領が選挙公約に XFEL 建設を掲げて当選したので、3ヶ月の短期間で設計をまとめて予算申請した。
- 入射器は LCLS のコピー。電子エネルギーは 10 GeV。PLS とは独立に建設する(サイトは同じ)。
- PLS を見学したが、リングのアップグレードも必要と思われる。

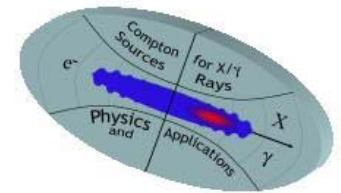
○ Test FEL at Max-lab

- リングの入射器用リニアック(400 MeV)を使って seeded FEL を建設中。
- 電子銃はフォトカソードRFに交換済。
- アンジュレータの設置も終わっている。

○ THz光源が提案、建設中

- Radboud Univ. (オランダ)、Linac FEL ユーザ利用施設(設計中)
- PAL (韓国)、Linac + コヒーレント放射(建設中)
- 京大、RF-gun + FEL (gunのみ完成)

ICFA Compton Workshop 概要



- Compton Sources for X/γ Rays: Physics and Applications, Alghero, Sardinia, Italy, Sep. 7-12, 2008.
- endorsed by ICFA Panel on advanced and novel accelerators
- Applications of high-brightness electron beams のシリーズとして4回目のWS(3年毎)。”Compton” を冠するのは初。
- 約70名が参加 (Italy 26, Japan 12, France 10, USA 10 など)
- 口頭発表39件、ポスター10件。
- ホテル内のひとつの会場(狭い)にまとまって議論。
- Proceedings を NIM-A で出版予定。(Panel の方針として査読論文を増やす)
- <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=367>

Compton X/ γ Rays の利用と光源技術

○ 光子エネルギーと利用分野

- keV = 医療用イメージング (屈折コントラスト、low-dose)
- MeV = 低速陽電子発生、偏極陽電子発生、nuclear material
- GeV = γ - γ collider

○ 光源技術

- 電子加速器 = リニアック、リング、ERL、、
- 高輝度電子源 = RF-gun \rightarrow multi-bunch化
- high-average power lasers
- laser super cavity \rightarrow intra-cavity power 10-100 kW
- small beam size at IP \rightarrow $\sim 10\mu\text{m}$

○ 計画中、建設中の光源を紹介する (加速器学会等で報告されている国内施設は除く、AIST x 2、早稲田、東大、KEK-ATFなど)

その他の光源

○ Lyncean Technologies (R. Ruth)

- 周長3mの小型リング、設計値= 10^{12} ph/s/2%BW（現時点で最高性能）
- 装置は完成し、設計値の1桁下の性能まで出ている。
- 光共振器は最近のトレンドの4枚ミラーに変更
- 30 Hz 入射で20 mA まで蓄積している
- バックグラウンドのない綺麗なX線スペクトル
- タルボ干渉計によるイメージングの他、タンパク結晶の回折像も取得

○ LAL (F. Zomer, A. Variola)

- 偏極揚電子源のためのsupercavity とレーザ開発。4枚ミラー共振器をKEK-ATF に持ち込む(球面収差のない3D 構成)
- SOLEIL他と協力して、Thomson X計画を開始。周長7m程度の小型リングとERLを設計している。

その他の光源

- LLNL T-Rex (C. Siders)
 - nuclear material を対象にした光源計画
 - 120 MeV 電子と266 nm レーザで 10^6 ph/shot @776 keVを発生した
 - RF電子銃、レーザは最新の装置だが、古いリニアックが足を引っ張る
 - X-band の新しいリニアックの導入を検討中
- Lebedev Inst. (Y. Maslova)
 - 周長3mの小型リングを提案中。

Compton WS 会議を通しての感想

○ 光源技術

- 電子源、レーザ、衝突技術のいずれも着実に進展している
- supercavity 蓄積パワー 100 kW の達成は間近
- 新しい提案(AOFEL、TT-XFEL、dense-sheet electronなど)を実現するには、もう一段階のブレークスルーが必要。

○ 利用分野

- 屈折コントラストイメージングと相性が良いが、マンモグラフィだけでは物足りない
- 放射光ユーザとの連携が必要。(ESRF、ELETTRA は連携している)
- 偏極陽電子、nuclear material も大きなモチベーション。

○ 装置構成

- 常伝導リニアックはマルチバンチ化が必須。それでも競争力は厳しいか。
- 超伝導リニアックはコスト削減が鍵。4K 運転は有効。
- リングは十分なフラックスが得られる。特許は大丈夫か？

○ 超高速現象

- ピコ秒、フェムト秒の時間分解実験の話が一切出なかった
- シングルショットでデータを取るには光子数が足りないので、繰り返しデータを取る必要がある(PF-ARの実験と同様)。
- 超伝導またはリングの構成に限られるが、100 MHz の supercavity では繰り返し早すぎるので何らかの工夫が必要。MIT の 10 MHz はOK？