

総合討論

—コンパクトERLが拓く世界—

コンパクトERLが目指すもの

現・東カウンタホール



コンパクトERL
60~200MeV
0.01~100mA

ERLの特徴:

高輝度、短パルス性、高い繰り返し周波数



1) レーザーコンプトンX線源

微小焦点X線光源

(病院に入る医学X線屈折イメージング光源)

短パルスX線源

(フェムト秒サイエンス)

2) テラヘルツ領域のCSRの利用研究

従来光源より7~8桁強い干渉性光源

第1段階: 低電流運転でも可能なレーザーコンプトンを用いたX線イメージング研究、フェムト秒サイエンスを展開。(レーザーのタイミング系の開発を含む)

第2段階: 数10mA電流の運転を実現し、テラヘルツ光源を用いたサイエンスを展開。

第3段階: エネルギー増強(~200MeV)により、高輝度短パルスVUV光源を用いたサイエンスを展開。



実機ERL(5GeVクラス)の要素技術の取得、実験測定技術の取得 ⇒ 実機の実現へ

本研究会の目的

- コンパクトERLの技術的な可能性(加速器技術として)は？
- THz領域のCSRで展開可能となる応用研究は？
- レーザー・コンプトン散乱によって展開可能となる応用研究は？
 - 1) X線イメージング(微小光源を利用した)
 - 2) サブピコ秒のX線パルスを用いた応用研究

コンパクトERLの技術的な可能性は？（加速器技術として）

• THZ光源（CSR）

原理的に可能ただし以下のような点を考慮する必要あり。

- 0.1 psのバンチ圧縮は400pC程度のチャージ量が現時点の最適化での限界。
- 加速エネルギーが高いほど良い。
- CSR取り出しのミラー等の真空ダクト内の設計は注意が必要。

• レーザー逆コンプトン散乱X線源

すでに多くの常伝導加速器を用いての実績があり、超伝導加速器での高繰り返しは実用強度を得る有力な手法。

- 電子ビーム（電子銃ドライブレーザー）と衝突レーザーの同期を確実に取ることが必須。
- 電子ビームの高品位化だけではなく。レーザーの高強度化（エンハンスメント・キャビティ）が有効。ただしこの技術は100MHz以上の繰り返しが必要でイメージングにのみ有効。
- サブピコ秒時間分解の場合には10kHz程度のパルス周波数が最適。この場合どうするか？

上記の加速器技術として高輝度性、短パルス性、高繰り返し性がどの程度必要か整理する必要あり。

THz領域のCSRで展開可能となる応用研究は？

- 情報通信、バイオサイエンスのプラットフォーム
- 励起光としての展開(ポンプ・プローブ実験としての励起光源)
- 半導体のプロセス技術光源(不純物拡散の制御)の可能性
- 分子振動、回転モードの測定による物質科学、材料化学の展開

新しいアイデアによる非線形光学を用いたチェレンコフ放射源($\sim 10\text{MW}/\text{cm}^2$)との競合は？

レーザー・コンプトン散乱による応用研究は？

1) X線イメージング(微小光源を利用した)

- 微小光源のため、屈折イメージング光源として十分な性能を有している。
- タルボ干渉計によって吸収率、屈折率の分離したイメージングを大強度で可能(良いマッチング)
- コンパクト化による一般臨床用として医学イメージング装置としての期待および実現性が高い。
- 時間分解イメージングの可能性(タービン等の産業応用)

強度の更なる増大の可能性⇒エンハンス・キャビティの導入(100MHz以上)

レーザー逆コンプトン散乱X線源の可能性

$$\text{Flux} = (N_L N_e / wh)(L_{\text{eff}} / L_b) \sigma_c$$

電荷量 (nC)	繰り返し周波数 (Hz)	電流 (mA)	レーザーパ ワー (mJ/pulse)	フラックス (光子/秒 /10%b.w.)	運転モード
0.1	1k	0.01	10	1×10^9	時間分解・モー ド
0.1	1G	100	1×10^{-5}	1×10^9	イメージング・モー ド
0.1	1G	100	1×10^{-2}	1×10^{12}	エンハンスメント・ キャビティ利 用
1	10	1×10^{-5}	200	$\sim 1 \times 10^7$	AIST

繰り返し周波数 × レーザーパワー（パルス） = 一定、として評価

レーザー・コンプトン散乱による応用研究は？ 2) サブピコ秒のX線パルスを用いた応用研究

- 100ピコ秒から100フェムト秒へ
 - コヒーレントフォノン
(THz光源の励起状態の計測)
 - 光誘起反応の初期過程の解明
強相関電子系物質材料
バイオマテリアル、溶液反応 etc.

レーザーコンプトン散乱の強度はどこまで上げられるか？
集光光学系は必須？

コンパクトERL実現に向けて

- コンパクトERLで展開できるサイエンスを提案し、加速器開発とサイエンスを両輪にして進める。

○ユーザー・コミュニティの形成の
スターティング・ポイント

○種々の予算獲得への原動力
(2008年度の学術創成等の外部資金獲得へ)

今後ともにご協力ください！