



全体趣旨説明

ERL Project
KEK/IMSS

Hiroshi Kawata
ERL Project Office, KEK

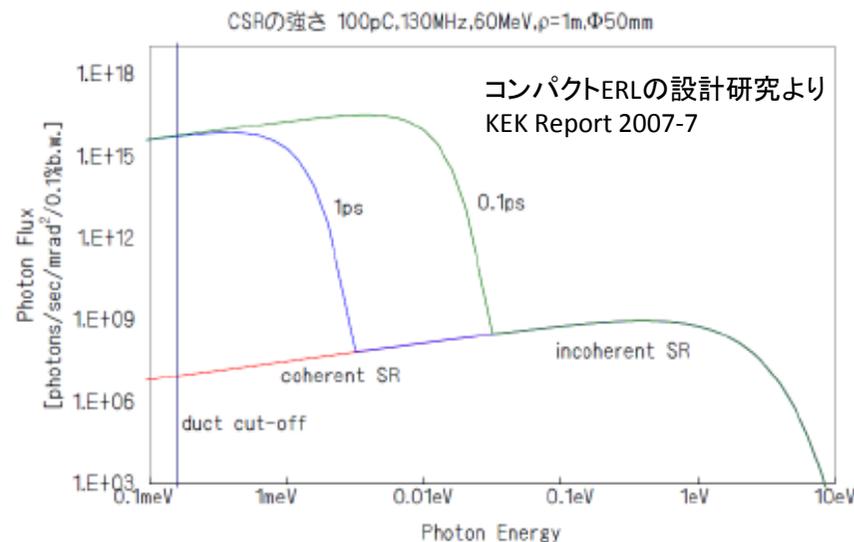
ワークショップの趣旨説明

- KEKでは、放射光施設の次期計画をエネルギー回収型ライナック (3GeV-ERL)と定めて進めています、その実現を目指してcERLの建設を進め、今年度末には電子ビーム運転を開始する予定
- 一方、cERLは加速器の実証器と言う位置付けだけではなく、テラヘルツ領域(meV)からX線領域(keV)に至る幅広いエネルギー領域に跨る新しい量子ビーム科学のプラットフォーム
- レーザー逆コンプトン散乱X線、コヒーレントテラヘルツ光、フェムト秒短パルスX線としての光源特性を、単一の加速器を用いて実現
- X線位相イメージング、医療用X線イメージング、テラヘルツ分光、テラヘルツイメージング、フェムト秒X線超高速ダイナミクス研究などを複合的に組み合わせた、新しい学術研究

THzビームライン

- CSRを用いた高強度コヒーレントTHz光源
 - meV領域における電子状態変化の観測
 - コヒーレント性を利用したイメージング
 - フォノン励起用フェムト秒光源

光源	バンド幅	パルス幅	繰り返し	平均パワー	パルスエネルギー	ピーク電場
Table-top lasers	5 THz	100 fs	1 kHz	nW to uW	nJ to uJ	10 kV/cm
cEERL (13mA)	5 THz	100 fs	260 MHz	1 kW	10 uJ	1 MV/cm

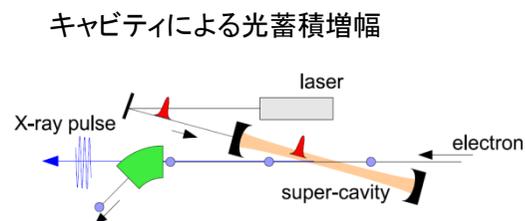
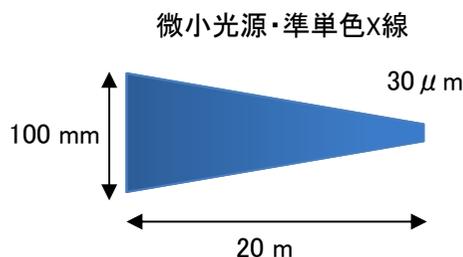


レーザー逆コンプトンX線ビームライン

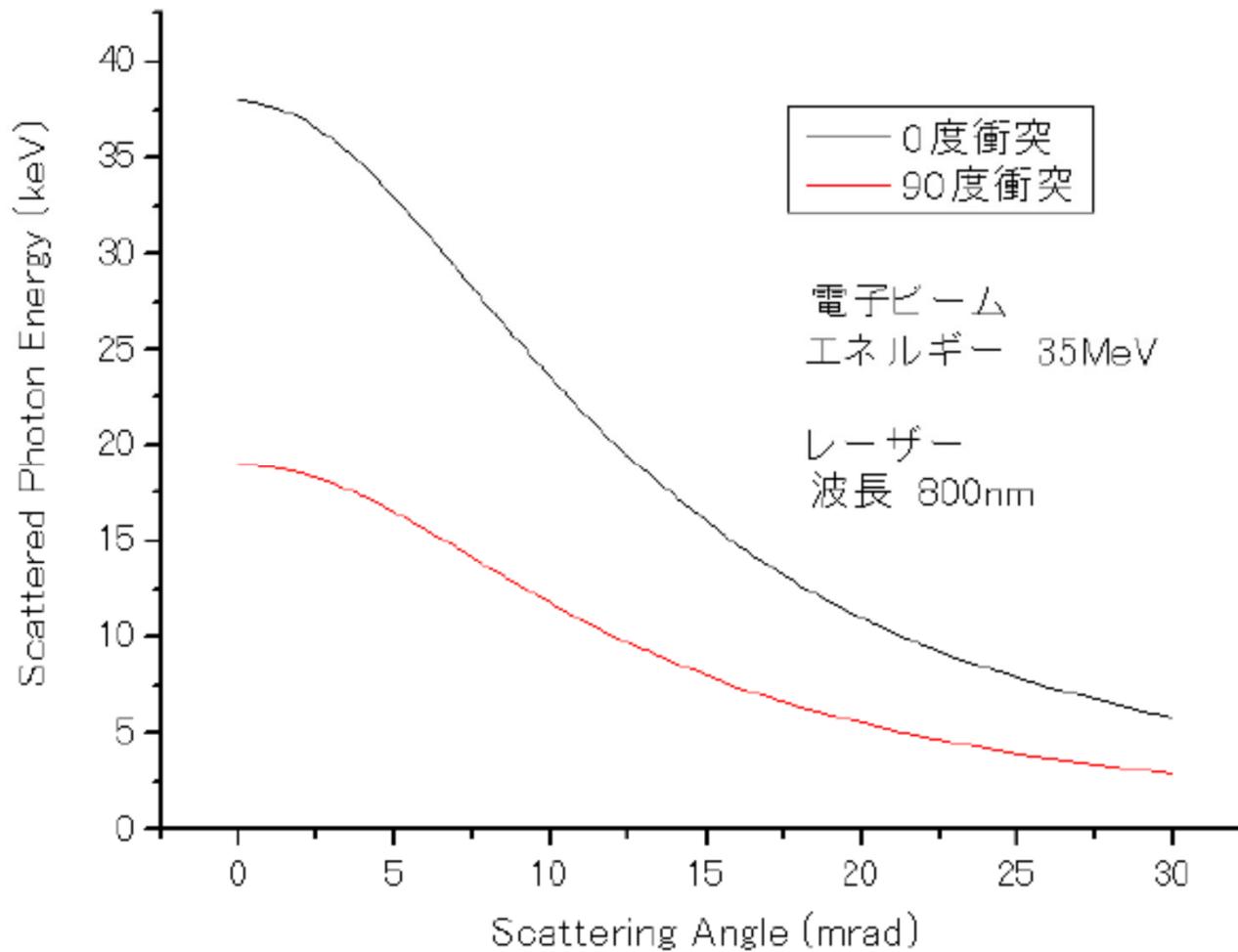
- 微小焦点イメージング
 - 空間分解能の向上, DEI等に比較して屈折効果の方向性がない, 輪郭強調
- タルボ干渉計等による位相イメージング
 - コーンビームX線でかつ1/10程度のバンド幅のX線に対しても機能
- 大きな照射面積、準単色X線、エネルギー可変
- 装置の小型化の可能性

電子ビーム		レーザー	
エネルギー	60 MeV	波長	1064 nm
電荷	0.01 nC	パワー	1.8 uJ/pls
繰り返し	130 MHz	繰り返し	130 MHz
バンチ長	3 ps	パルス長	1 ps
サイズ	30 um	サイズ	30 um
エミッタンス	1 mm-mrad	光蓄積増倍率	3000

レーザーコンプトンX線	
X線平均フラックス	2.7×10^{12} phs/s · 100% bw
X線パルス長	3ps
コリメーターサイズ	5mrad
エネルギー幅	$\Delta E/E = 10\%$



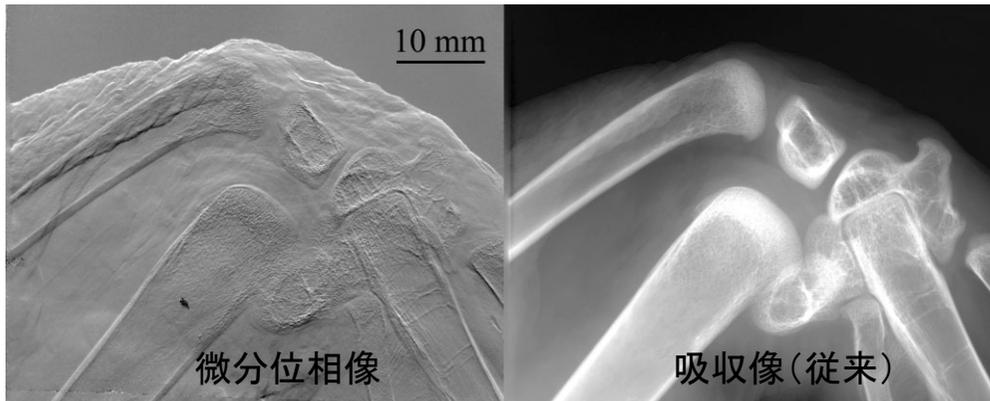
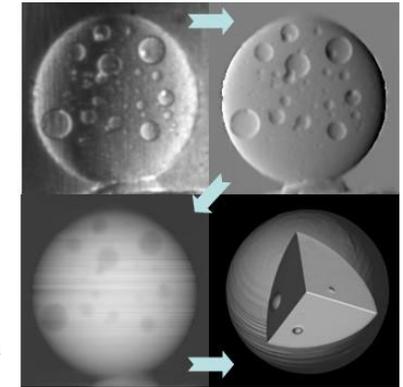
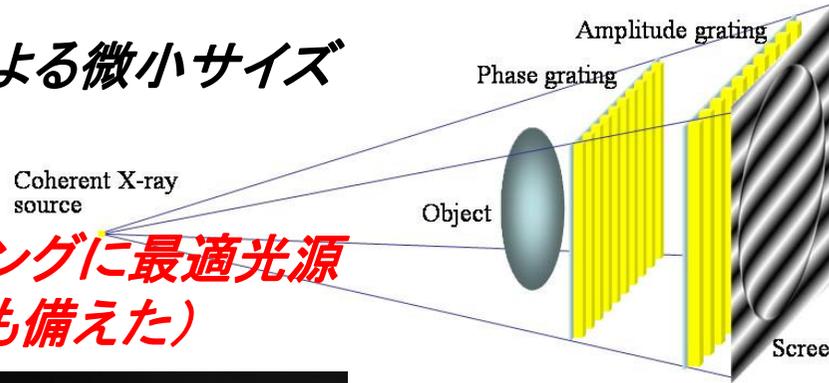
運転開始時(35MeV)での レーザー逆コンプトン散乱X線



cERL高輝度光源による高精細X線イメージング

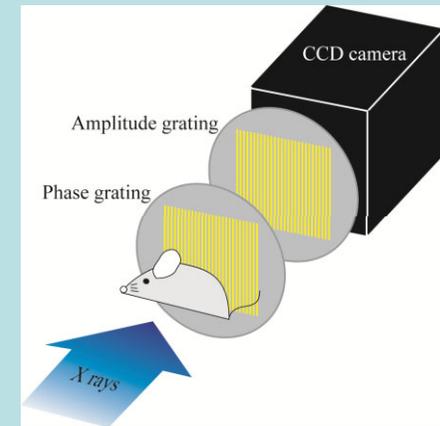
レーザー逆コンプトン散乱による微小サイズ
(数10ミクロン)のX線源

X線位相コントラストイメージングに最適光源
(コーンビームによる大視野も備えた)



<http://mml.k.u-tokyo.ac.jp/indexJP.html>

35MeV cERLで
小動物の全体撮
影技術の開発
(20keVのX線)
(百生班、盛班)



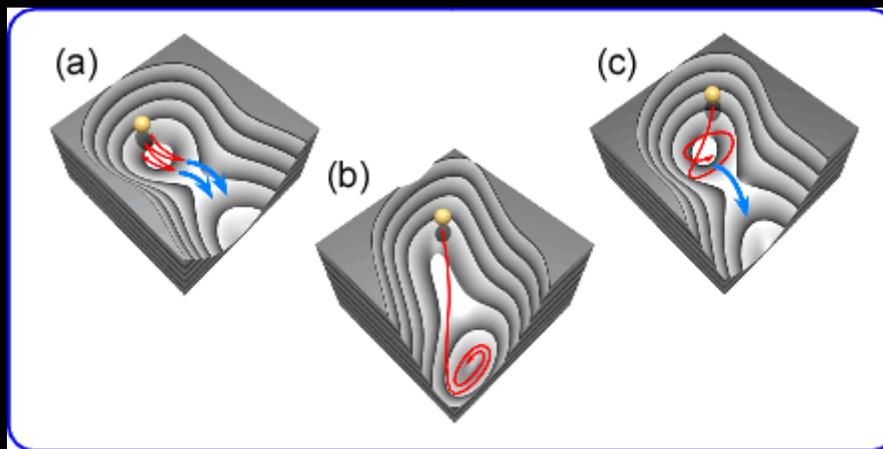
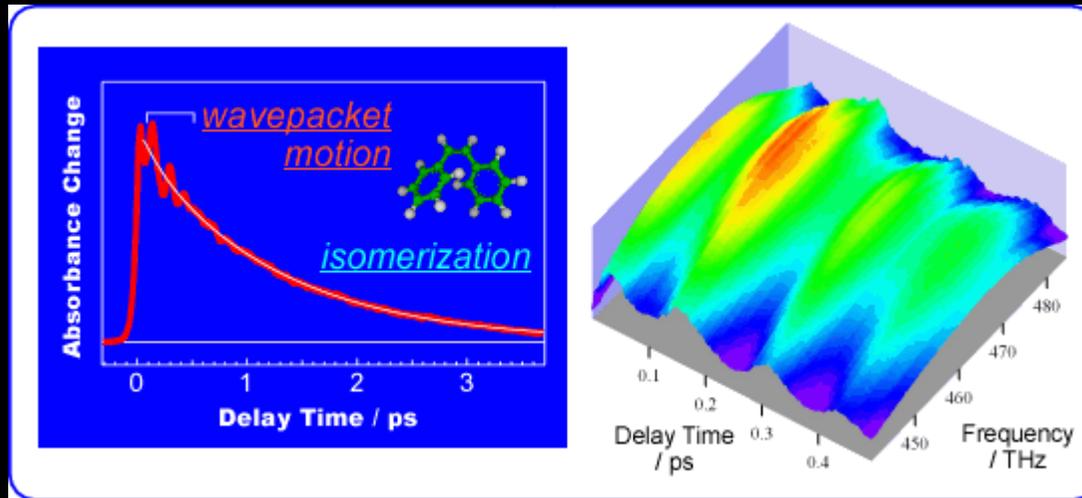
現在放射光を用いて得られているX線Talbot干渉計
で撮影した鶏手羽(@PF)

軟骨の描出能が認められる。しかし視野、および撮
影場所(放射光施設)は限られている。

cERLで15cm x 15cmの大視野、かつ高精細X線
イメージング技術の確立

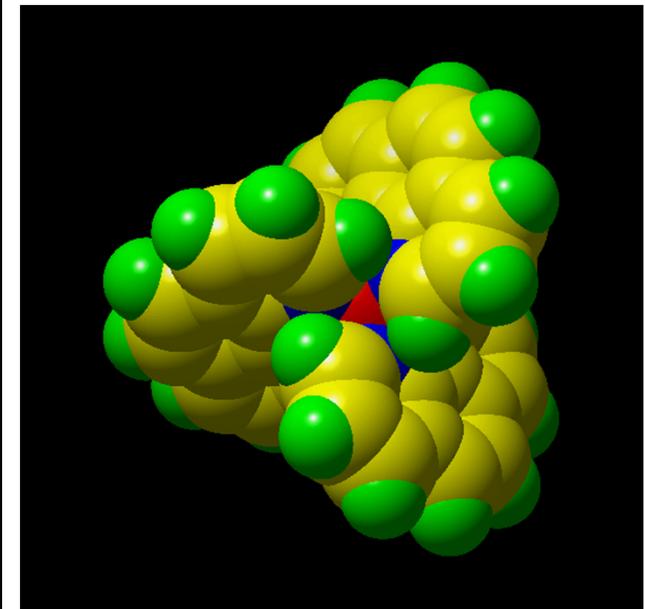
30~60keVの医学応用に展開
(盛研究班)

フェムト秒分子イメージング動画測定技術の確立



RIKEN Tahara Lab. HP

<http://www.riken.go.jp/lab-www/spectroscopy/en/coherence.html>



レーザー光が作る一瞬の磁石
News@KEK 2009.12.17

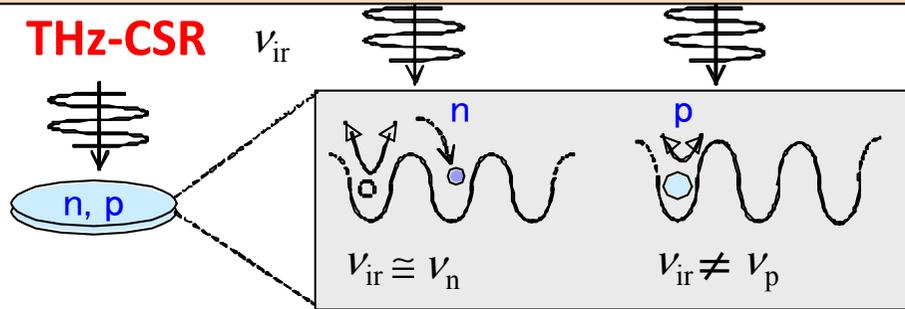
フェムト秒X線により
分子反応素過程の
構造変化を直接的に
観測できる。

分子科学の分野では、超短パルスレーザーを使ってフェムト秒分光が実現している。しかし直接的に分子構造を見ることができない。

cERLのテラヘルツCSRで行う研究

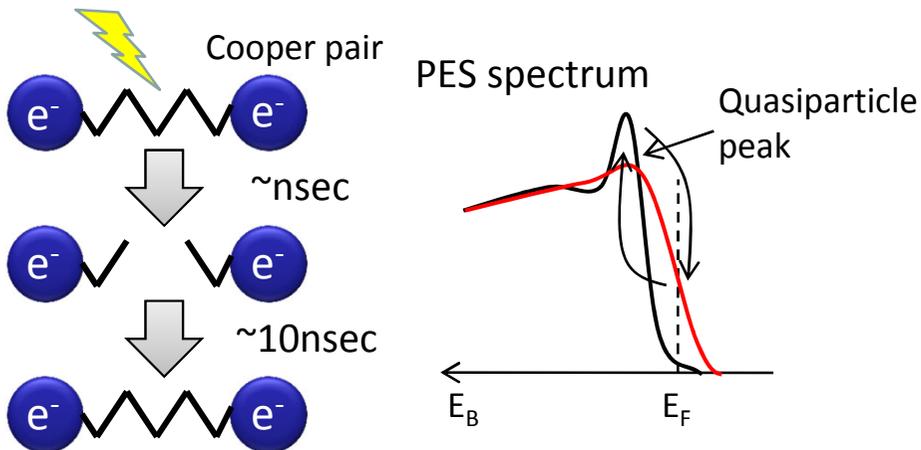
励起源としての新しい研究

原子種を選択した拡散現象の実証とその応用
-高密度CMOSデバイスの実現へ-



共鳴テラヘルツ励起による超伝導物質の
Cooper pair の崩壊と再結合

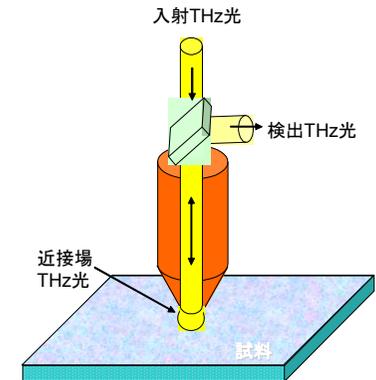
-THz ポンプ -レーザー光電子分光によるプローブ-



プローブ線源としての研究

THz 近接場顕微鏡

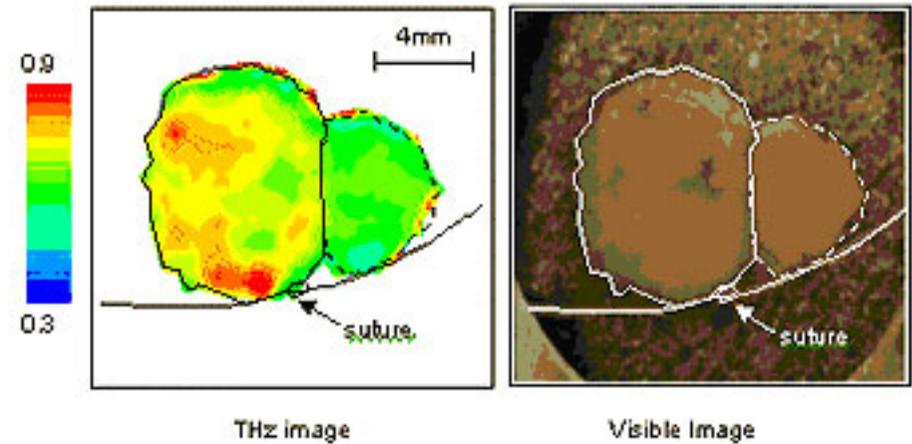
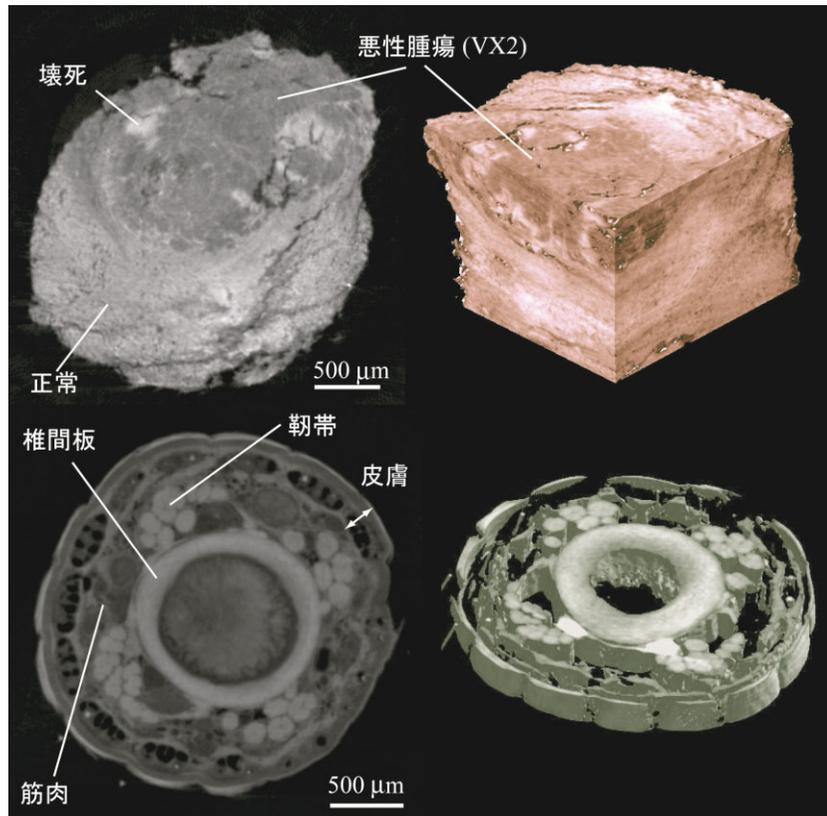
- サブmmから nmサイズの空間分解能
- $\Delta\lambda/\lambda = 10^{-3} \sim 10^{-5}$.
- 生きたままの細胞の THz イメージング



大視野のTHz イメージング

- cm^2 から m^2 : サイズの大視野イメージング: 人体のその場観察.
- 共鳴線を利用した種々のイメージング.

X線屈折イメージングとTHzイメージング の組み合わせ



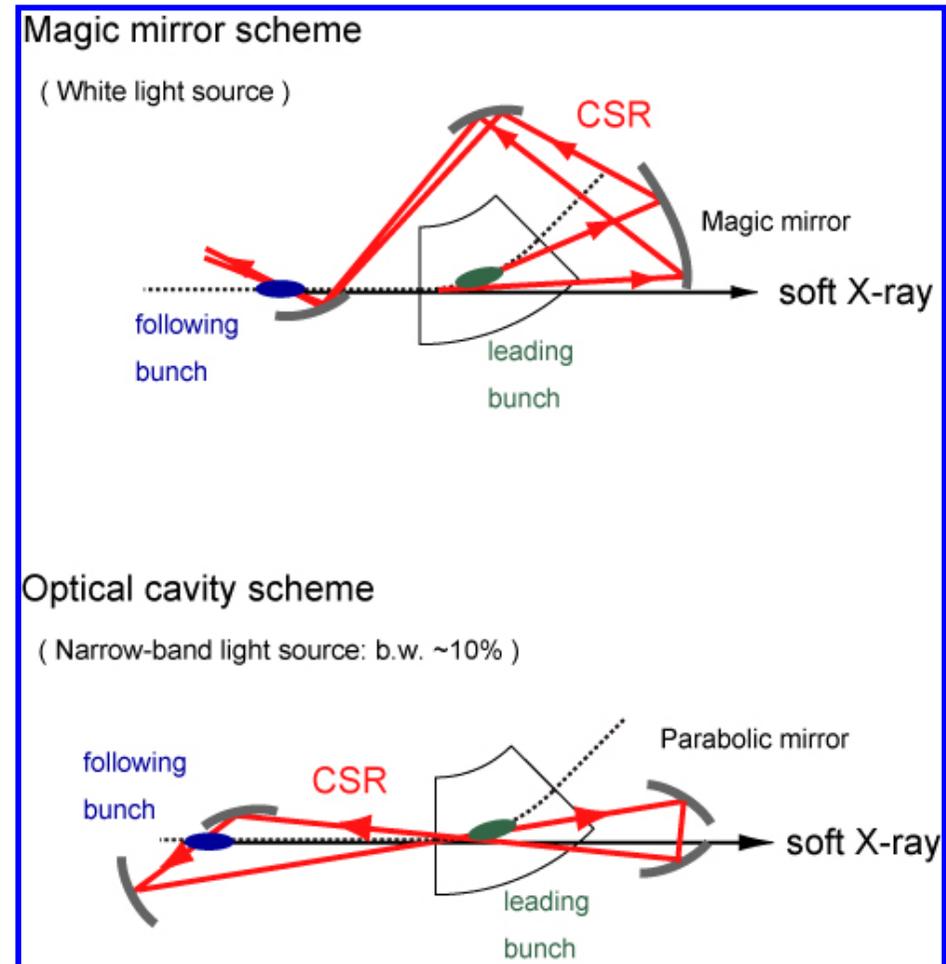
THzイメージングによる皮膚癌の観測例
<http://www.teraview.com/terahertz/id/33>

X線Talbot干渉計による位相トモグラフィで撮影したウサギ肝臓組織(上段)およびマウス尻尾(関節部)(下段)(@SP8)。
本線源を用いて生体個体の大視野三次元観察が期待される。

軟部組織の密度情報(X線イメージング)と化学状態情報(THzイメージング)。
ただし、系統的に測定が必要。

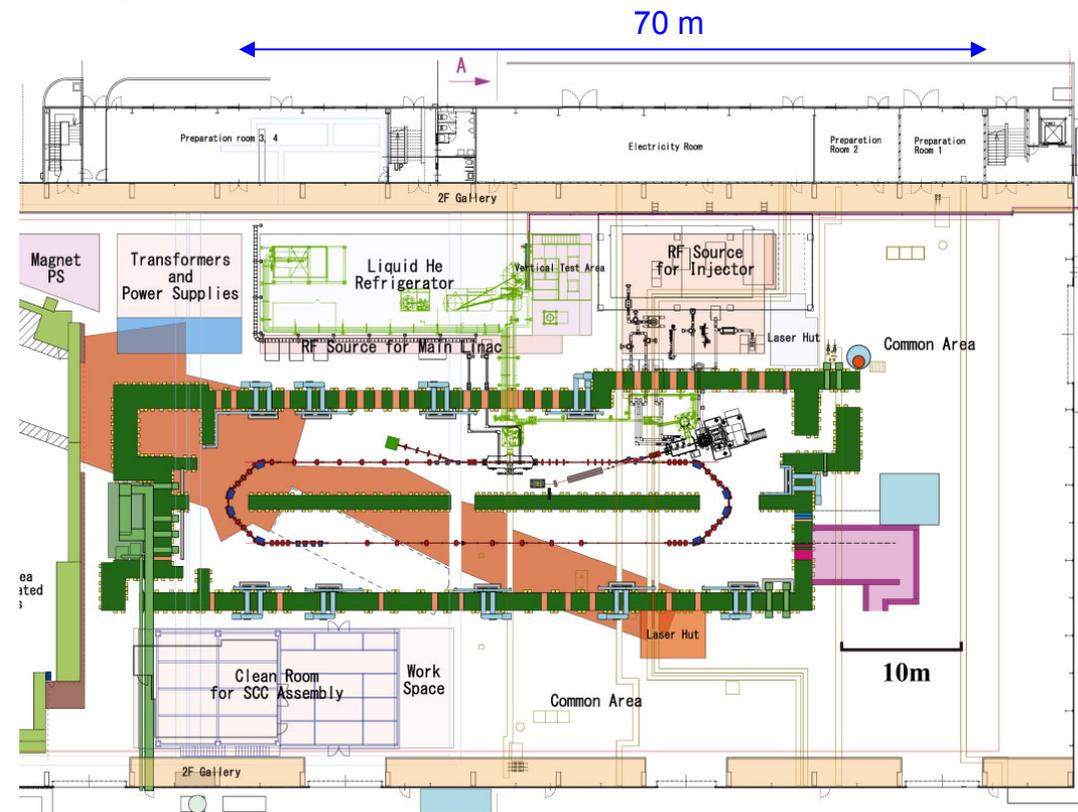
新光源に向けた開発項目

- 同期技術(10フェムト秒)
- フィードバックシステム開発
- レーザー蓄積技術
- 軟X線・X線源開発



Compact ERL (cERL)

- Demonstrating reliable operations of our ERL components (guns, SC-cavities, ...)
- Demonstrating generation and recirculation of ultra-low emittance beams at high currents
- 1st target : 1 mm·mrad for 10mA @ 35 MeV

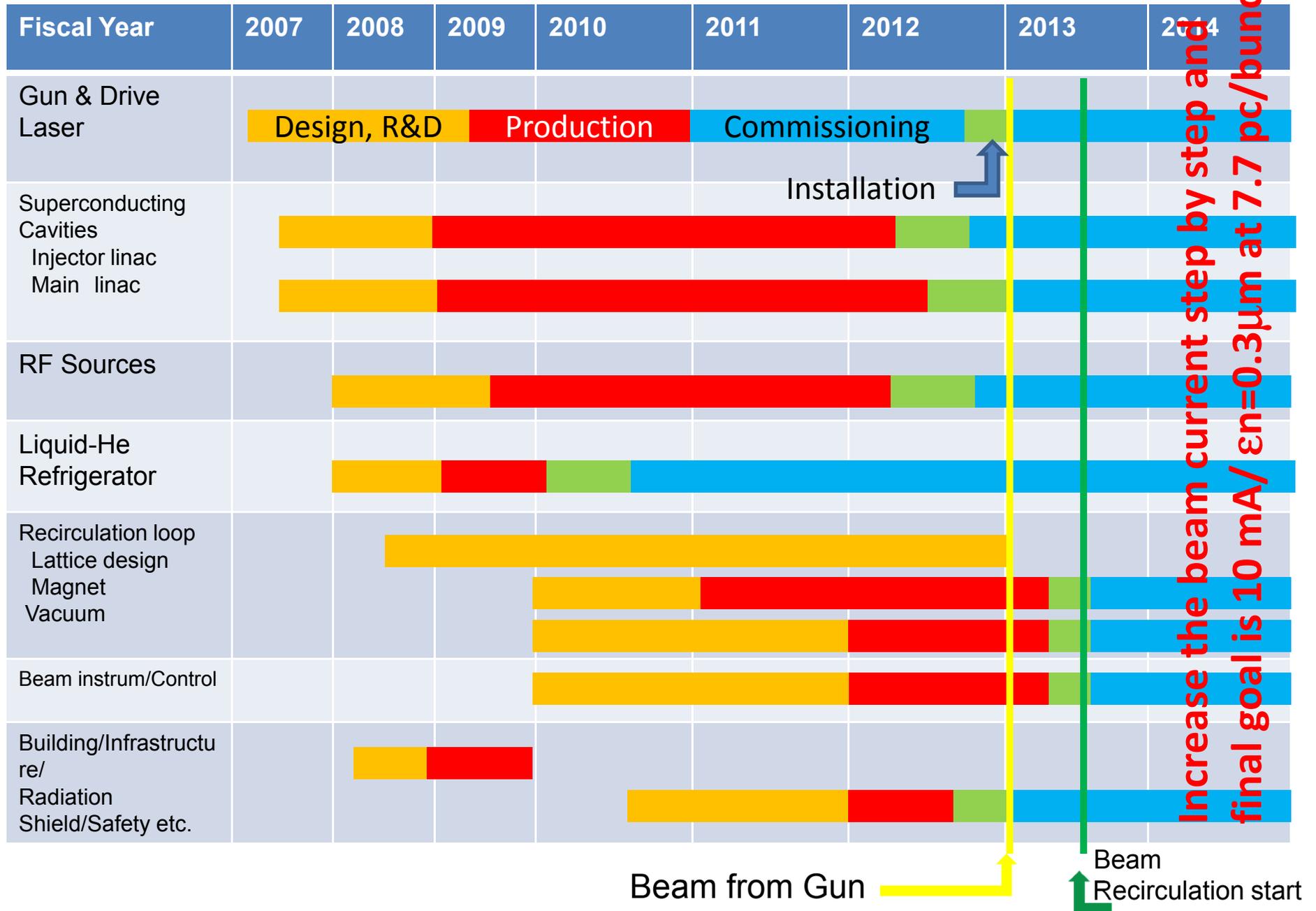


Radiation Shield for cERL



Construction of the radiation shield is on going and will be completed in the end of this September

Construction schedule of the Compact ERL



プログラム(1)

7月30日(月)

1. 光源について【13:00-15:00】

13:00-13:20	全体趣旨説明	河田 洋(KEK)
13:20-13:40	cERLの進捗状況	中村 典雄(KEK)
13:40-14:00	レーザー・コンプトン散乱	羽島 良一(JAEA)
14:00-14:20	THz-ICSによる軟X線発生	島田 美帆(KEK)
14:20-14:40	極短周期アンジュレータのERLへの応用	山本 樹(KEK)
14:40-15:00	利用研究ビームライン概要	野澤 俊介(KEK)

— 休憩・写真撮影 —【15:00-15:30】

2. フェムト秒時間分解、レーザー・電子ビーム相互作用 【15:30-】

15:30-15:50	X線回折・散乱を用いたダイナミクス研究	一柳 光平(東大新領域)
15:50-16:10	コヒーレントフォノンダイナミクス	中村 一隆(東工大応セラ研)
16:10-16:30	DXAFSを用いたfsダイナミクス研究	阿部 仁(KEK)
16:30-16:50	強レーザー場中の分子挙動の cERL による研究	足立 純一(KEK)
16:50-17:10	円偏光レーザーコンプトン散乱ガンマ線による動的スピン磁気計測	坂井 信彦(兵庫県大)
17:10-17:30	EEHGによるアト秒パルス放射光	大見 和史(KEK)
17:30-18:00	cERL見学 ERL開発棟	

—懇親会(小林ホール ラウンジ)—【18:00-20:00】

プログラム(2)

7月31日(火)

3. THz光【09:00-11:15】

09:00-09:20	THz光を用いた分光研究とcERLへの期待	木村 真一(分子研)
09:20-09:45	高強度テラヘルツパルスで誘起する非線形光学現象	廣理 英基(京大)
09:45-10:05	大強度THz光源の現状と応用展開	谷 正彦(福井大)
10:05-10:25	超伝導テラヘルツ波検出器の開発と応用	大谷 知行(理研)
10:25-10:45	理科大FELの利用実験と大強度THz光源への期待	築山 光一(東理大)
10:45-11:00	赤外領域における近接場分光実験	岡村 英一(神戸大)
11:00-11:15	THz光によるprotein folding研究	木原 裕(立命館大)

— 休憩 —【11:15-11:35】

4. X線イメージング【11:35-14:15】

11:35-11:45	cERLでのX線イメージングについて	兵藤 一行(KEK)
11:45-12:05	SOI Pixel検出器によるX線イメージング	新井 康夫(KEK)
12:05-12:30	射光の臨床応用の可能性について	鶴嶋 英夫(筑波大学)

— 昼食 —【12:30-13:30】

13:30-13:50	レーザーコンプトンX線へのタルボ干渉計の応用	百生 敦(東北大学)
13:50-14:15	次世代光源を用いた糖尿病性微小循環障害の 開発	低侵襲・早期診断法の 盛 英三(東海大学)

5. まとめ【14:15-14:35】

14:15-14:35	まとめ・今後に向けて	河田洋(KEK)
-------------	------------	----------

まとめ

- cERLは加速器の実証器と言う位置付けだけではなく、テラヘルツ領域(meV)からX線領域(keV)に至る幅広いエネルギー領域に跨る新しい量子ビーム科学のプラットフォーム
- レーザー逆コンプトン散乱X線、コヒーレントテラヘルツ光、フェムト秒短パルスX線としての光源特性を、単一の加速器を用いて実現
- X線位相イメージング、医療用X線イメージング、テラヘルツ分光、テラヘルツイメージング、フェムト秒X線超高速ダイナミクス研究などを複合的に組み合わせた、新しい学術研究

ぜひ、活発な議論をお願いします。