

T. Ishikawa *et al.*, *Nature Photonics* 6, 540 (2012)
 T. Hara *et al.*, *Nature Communications* 4, 2919 (2013)

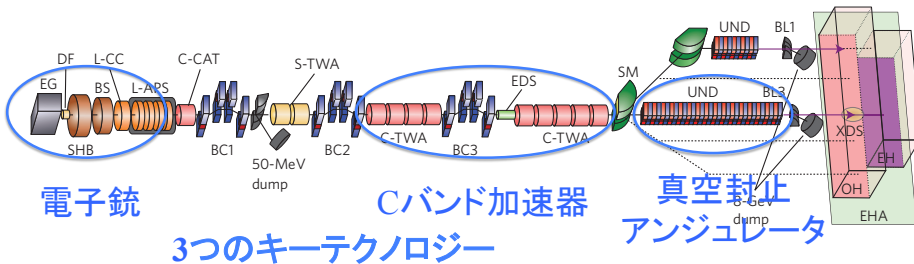
2012年6月24日
 2013年12月4日

X線のレーザーを作る

概要

- ・世界初のコンパクトX線自由電子レーザーを実現
- ・世界最短波長0.63Åのレーザーを達成
- ・2色の「X線+X線」のレーザーを実現。アト秒で制御し、高精度での時分割測定が可能に
 (1アト秒 = 100京分の1秒 = 10⁻¹⁵秒)

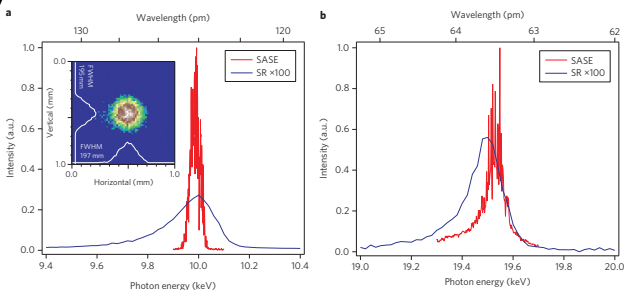
SACLAのシステム構成



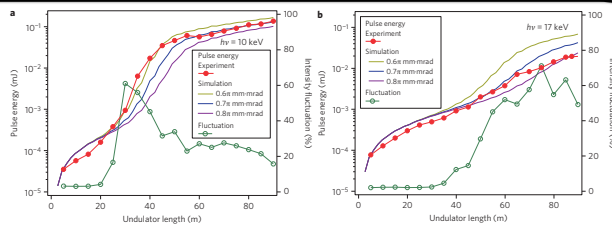
性能一覧 (2012年)

Parameter	Present value
Electron beam	
Beam energy	8.5 GeV (maximum)
Bunch charge	~0.2-0.3 nC
Peak current, I_p	>3 kA
Energy spread (projected)	<0.1%
Normalized emittance (projected)	1π mm mrad
Repetition rate	10 Hz (60 Hz maximum)
Undulator	
Periodic length, λ_U	18 mm
Number of undulator modules	18
Total number of periods	4986
Maximum K	2.2
Minimum gap	3.5 mm
Averaged betatron function, β_x/β_y	22 m/22 m

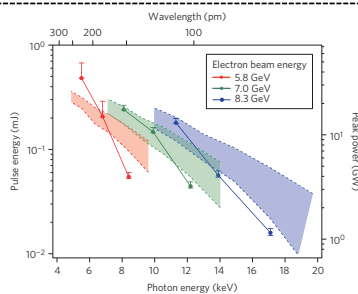
SACLAの光の特性



レーザー光と自発放射光(×100)のスペクトルとX線レーザーの空間プロファイル。
aは $E_B=7.0$ GeV, $K=1.8$ で、**b**は $E_B=8.3$ GeV, $K=1.3$
bで世界最短波長0.63Åのレーザーを達成。通常のアンジュレータ放射を100倍に拡大したものと比較しても、レーザー光の方がピーク値も大きく、ピーク幅も小さい

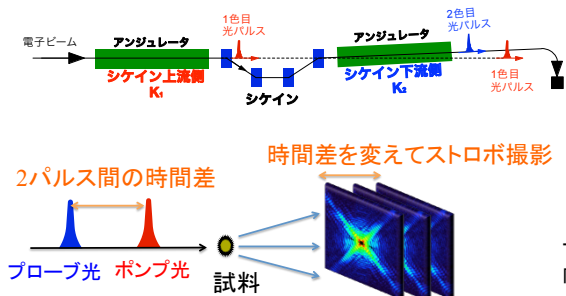


ビーム強度のアンジュレータ長λ依存性。aは $\lambda=124\mu\text{m}$, $E_B=7.0$ GeV, $K=1.8$ 、bは $\lambda=72.9\mu\text{m}$, $E_B=8.3$ GeV, $K=1.3$

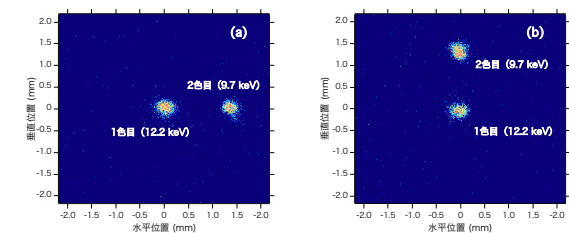


SACLAの光の強度の光子エネルギー依存性。破線で囲った領域は、ピーク電流を3.5kAとしたときのシミュレーションの結果で、上側と下側はそれぞれ $\epsilon_n=0.6\pi$, 0.8π mm rad

2色レーザーで現象や反応を動的に観察



2色パルスの空間分離



下流側アンジュレータライン全体を傾けることで、2つのX線パルスを異なる方向に放射させることも可能。(a)シケイン下流のアンジュレータラインを水平に10 μrad、(b)垂直に10 μrad、傾けた時の2色レーザーのプロファイル