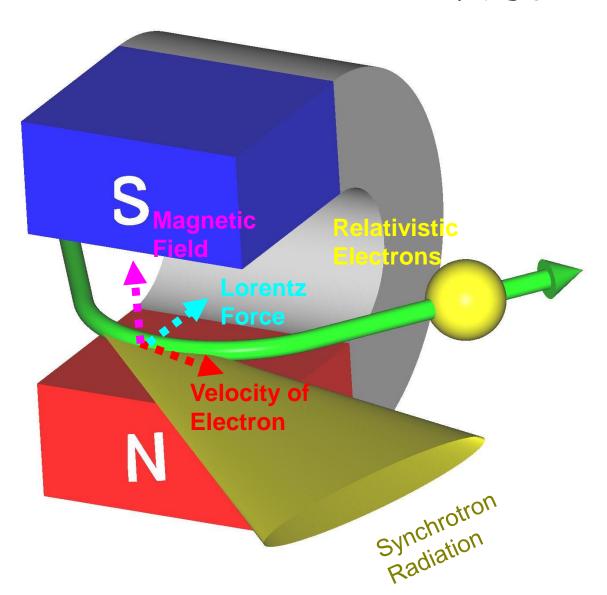
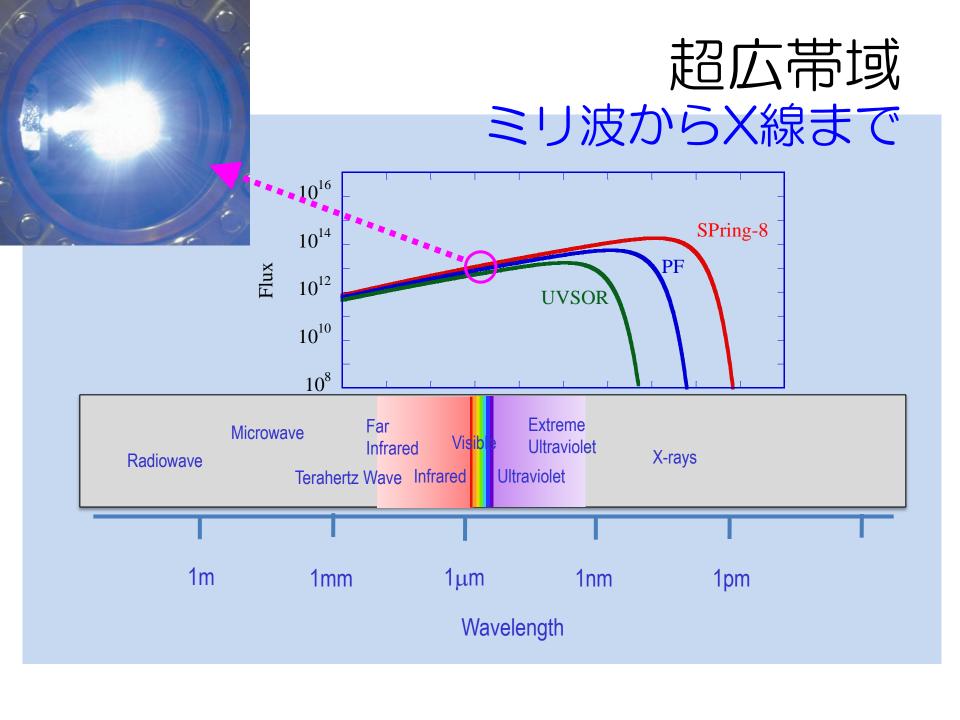
リング型光源とレーザーを用いた 光発生とその応用

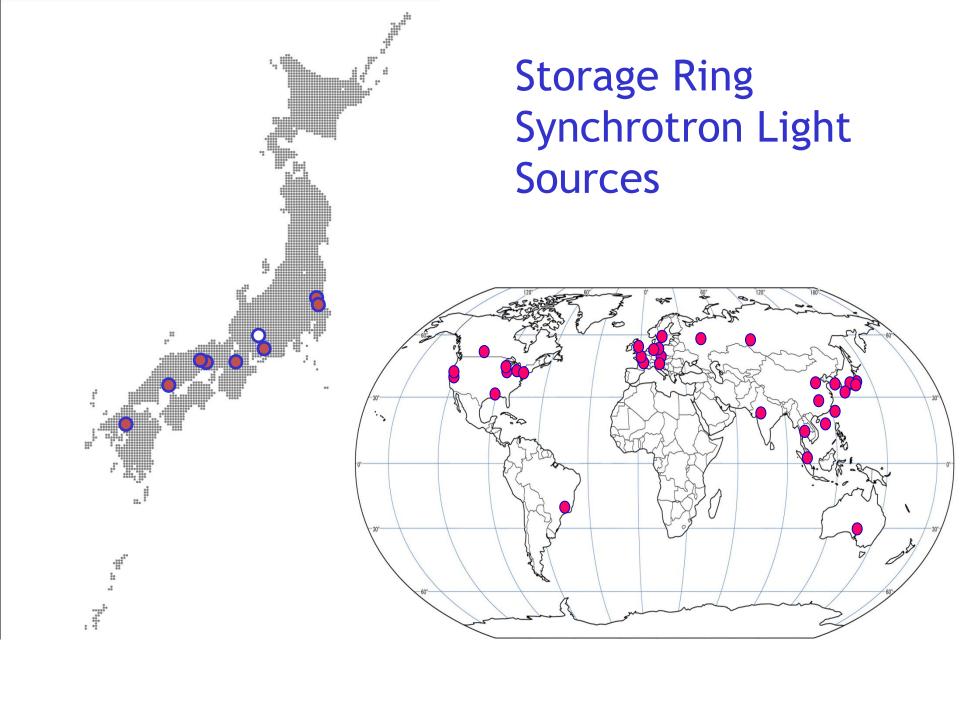
自然科学研究機構分子科学研究所 総合研究大学院大学物理科学研究科

加藤政博

シンクロトロン放射





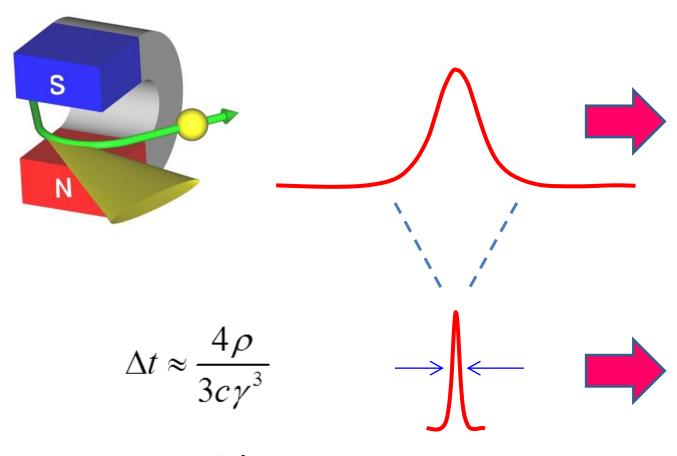


シンクロトロン放射とは

- ・磁場による電子の運動の制御
 - → 光の波形を制御

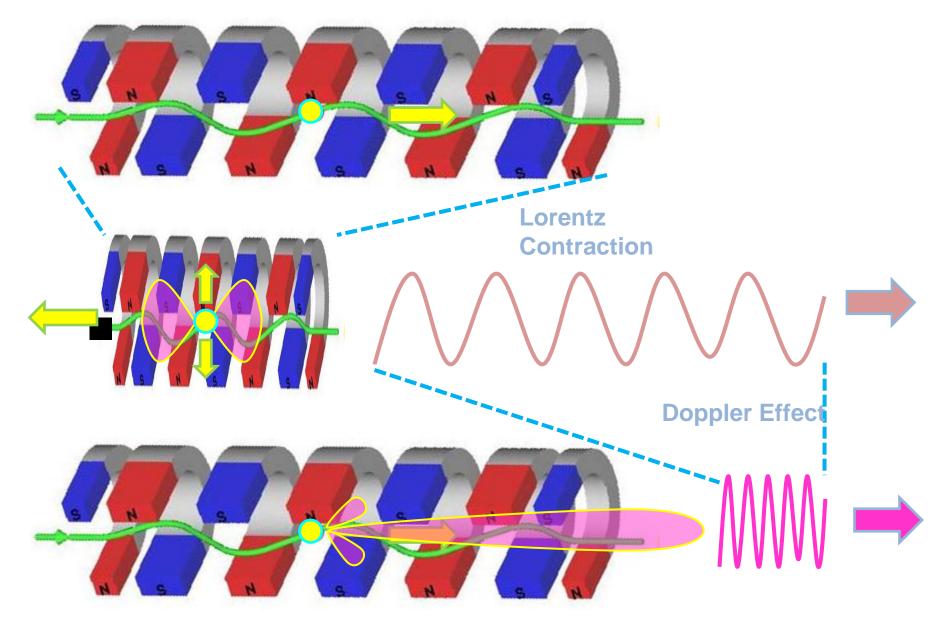
- 相対論的効果による圧縮
 - → 広帯域化・波長変換

偏向放射の時間構造



アト秒~ゼプト秒

アンジュレータ放射の時間構造



シンクロトロン放射

- ・ 磁場による電子の運動の制御
 - → 光の波形を制御
- 相対論的効果による圧縮
 - ⇒ 広帯域化・波長変換

原理的には、あらゆる波長域で任意の波形の光を作り出せるはずだが・・・

シンクロトロン放射

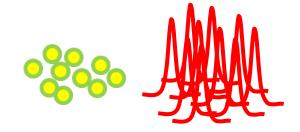
- 磁場による電子の運動の制御
 - → 光の波形を制御
- 相対論的効果による圧縮
 - ⇒ 広帯域化・波長変換

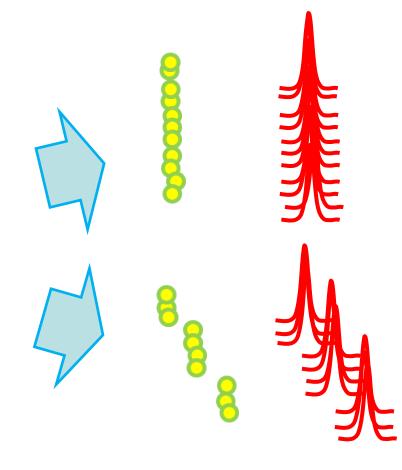
- 原理的には、あらゆる波長域で任意の波形の光を作り出せるはずだが・・・
- 一個の電子はそれほどたくさん光を出さない ⇒ 実用的な強度を得るには電子 群が必要

電子ビームからの偏向放射

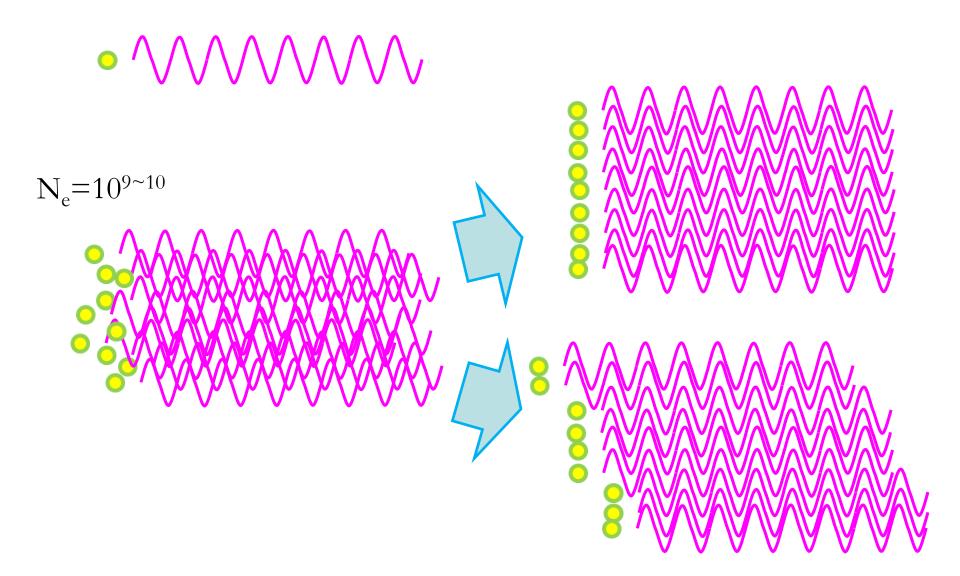


$$N_e = 10^{9 \sim 10}$$



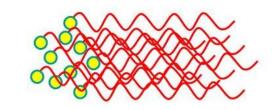


電子ビームからのアンジュレータ放射



コヒーレントシンクロトロン放射

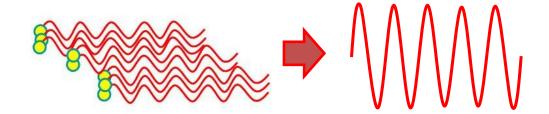
通常のシンクロトロン光 (非コヒーレント)



極短電子パルスからの コヒーレント シンクロトロン光



マイクロバンチした電子 パルスからのコヒーレント シンクロトロン光

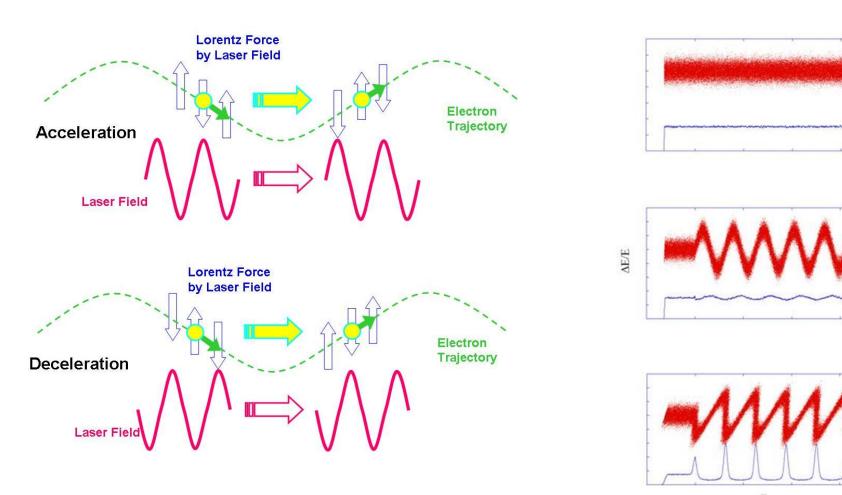


個々の電子からの放射場が同位相で重畳し、放射パワーは電子数の二乗に比例して増大する

シンクロトロン光の特長広帯域・高強度

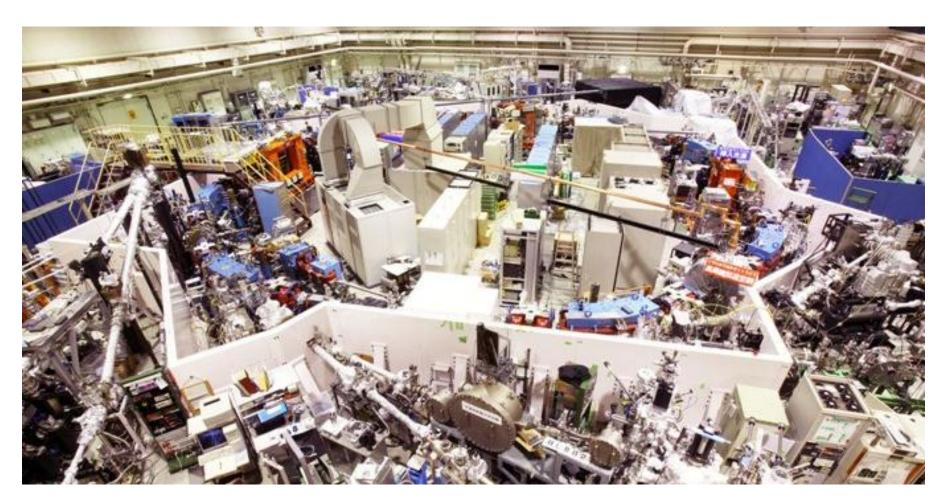
- レーザー光の特徴 コヒーレンス・高輝度

レーザーと電子ビームの相互作用 ⇒ 電子を整列



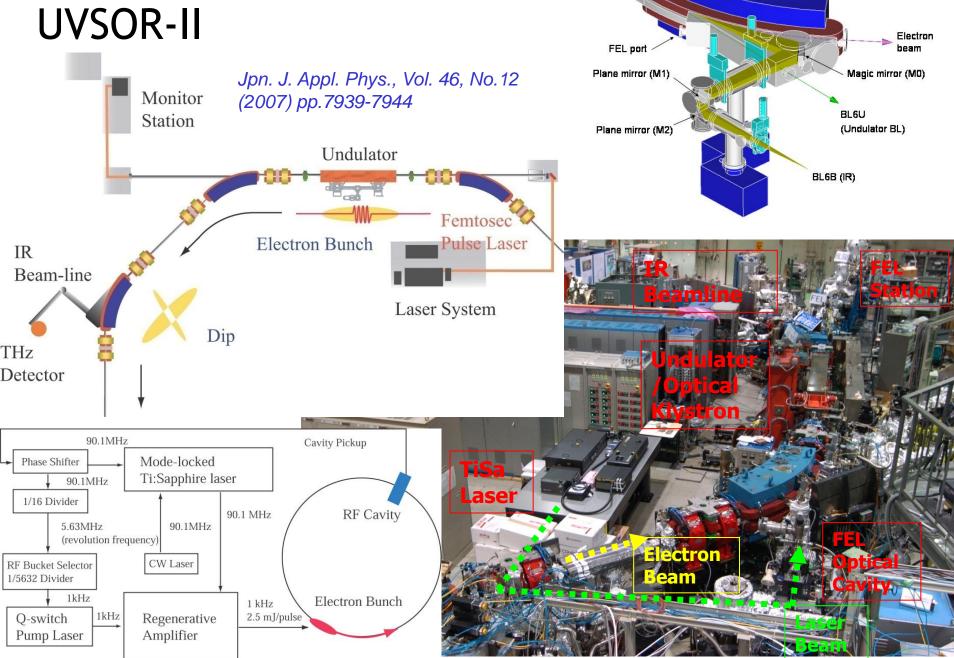
レーザー場により電子ビーム上にエネルギー変調を形成し、 飛行時間差を利用して密度変調に転換する。

UVSOR-II Storage Ring and SR Beam-lines



Electron Energy 750 MeV, Circumference 53 m

Laser Injection System at UVSOR-II

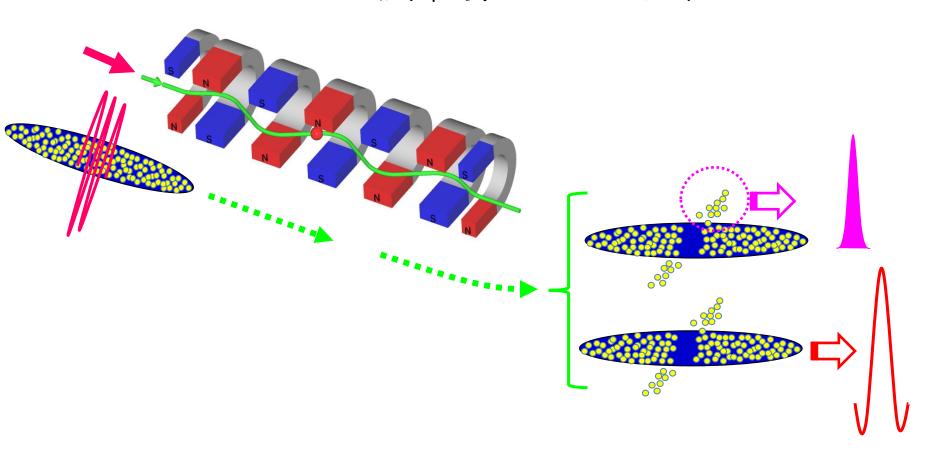


Bending magnet #6

レーザーと電子ビームを用いた光発生法(1)

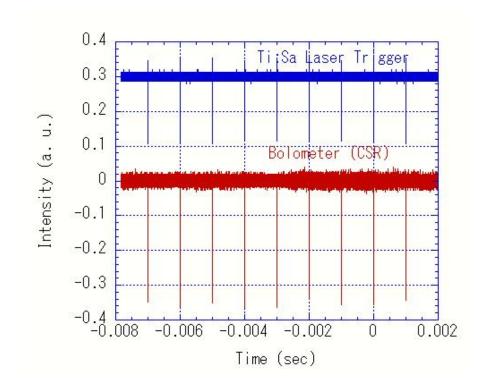
バンチスライス ⇒ 極端パルス放射光

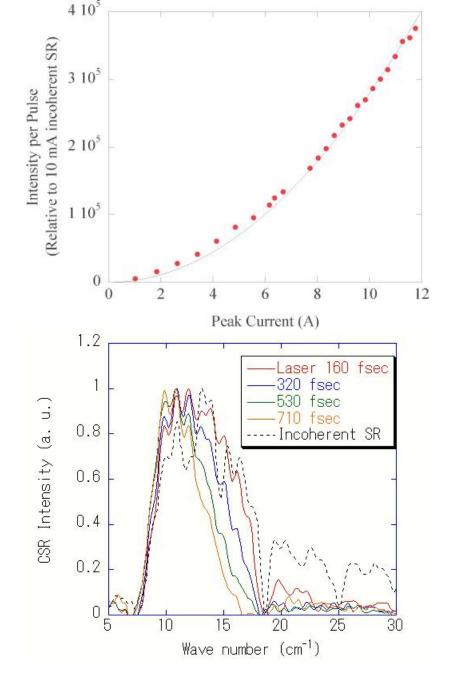
⇒ 広帯域コヒーレントTHzパルス



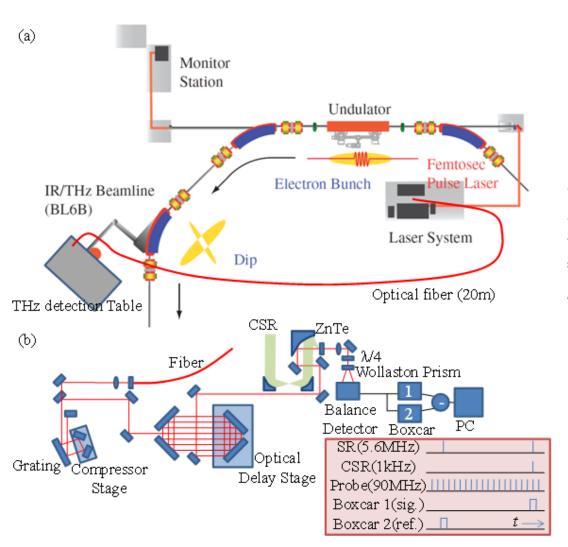
Terahertz CSR by Laser Bunch-Slicing at UVSOR-II

M. Shimada et al., Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No.12 (2007) pp.7939-7944

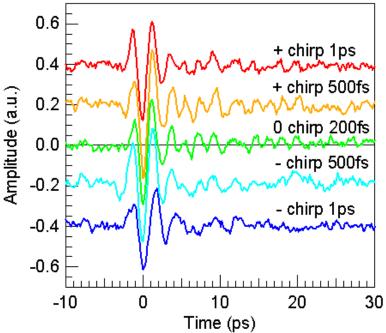




THz CSR Field Detection by EO Sampling Method at UVSOR-II

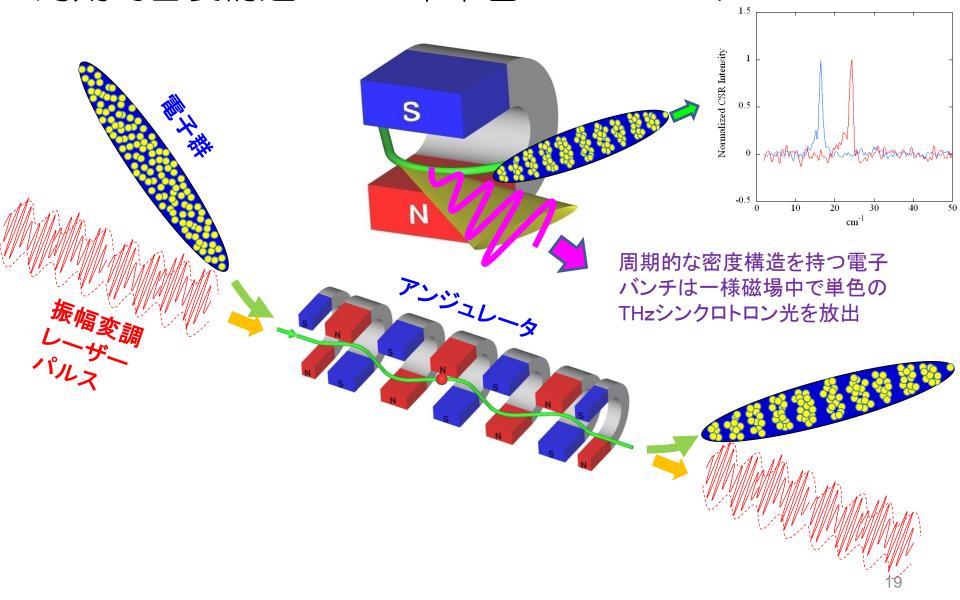


I. Katayama et. al., App. Phys. Lett. 100, 111112 (2012)

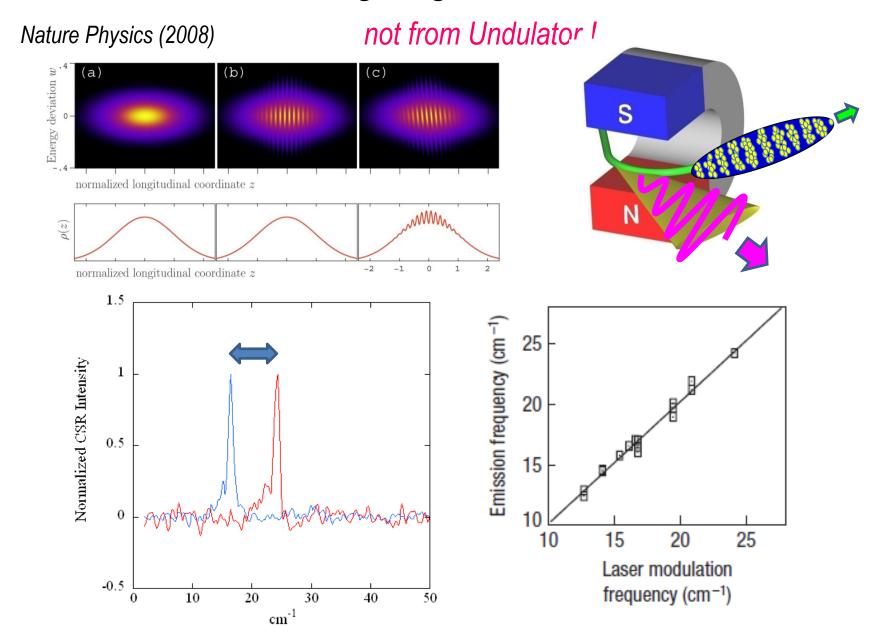


レーザーと電子ビームを用いた光発生(2)

周期的密度構造 ⇒ 準単色コヒーレントTHzパルス

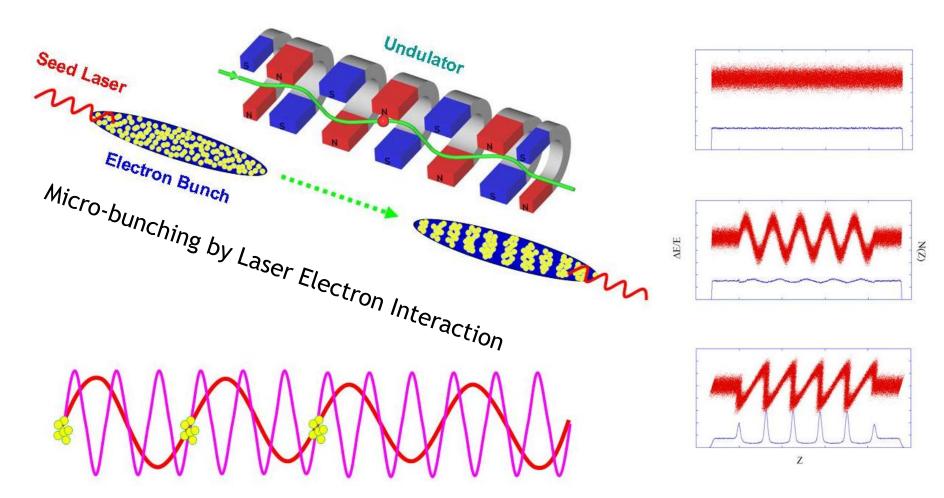


Quasi-monochromatic & Tunable THz CSR from Bending Magnet at UVSOR-II



レーザーと電子ビームを用いた光発生(3)

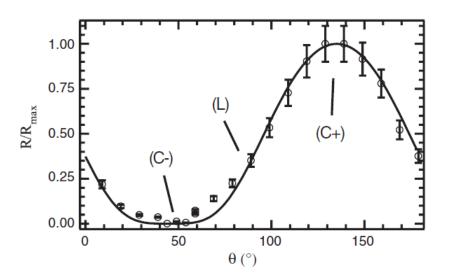
レーザー波長の微細密度構造 ⇒ コヒーレント高調波



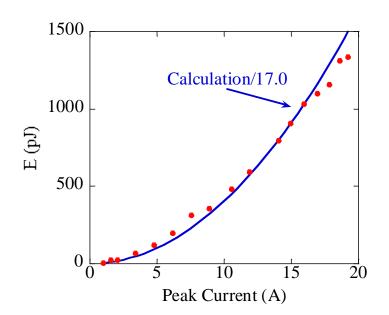
Coherent Harmonic Radiation from Micro-bunched Beam

Coherent Harmonic Generation at UVSOR-II

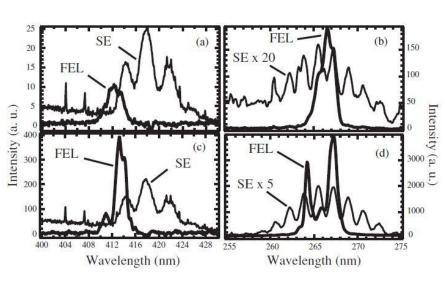
Eur. Phys. J. D., 44, 1 (2007) 187-200 Phys. Rev. Lett. 101, 164803 (2008) Phys. Rev. Lett. 102, 014801 (2009)



CHG in Helical Undulator

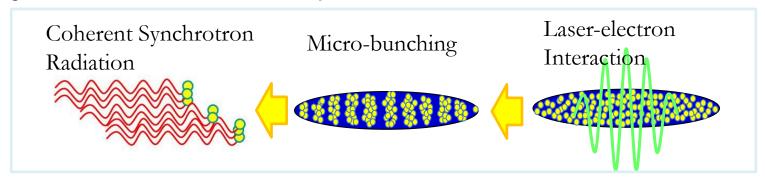


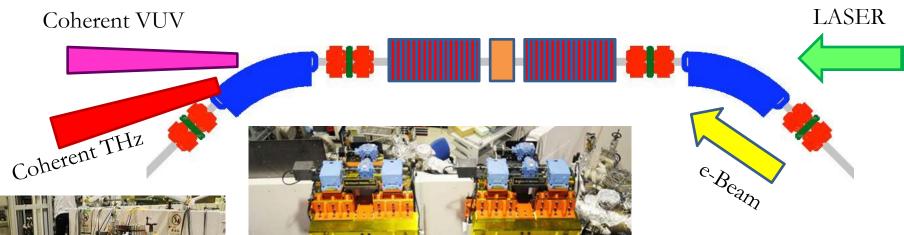
CHG (3rd Harmonics) by using femto-second laser

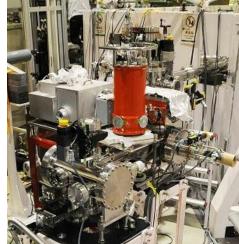


Effect of the seed laser focusing on CHG Spectra

New Configulation for Source Development Studies



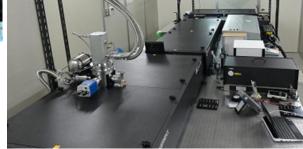




THz Beam-line

Modulator &

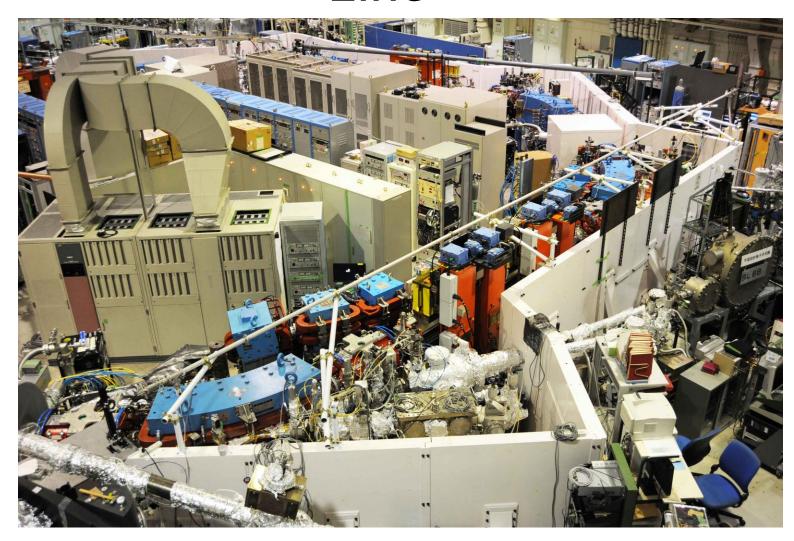
Modulator & Radiator



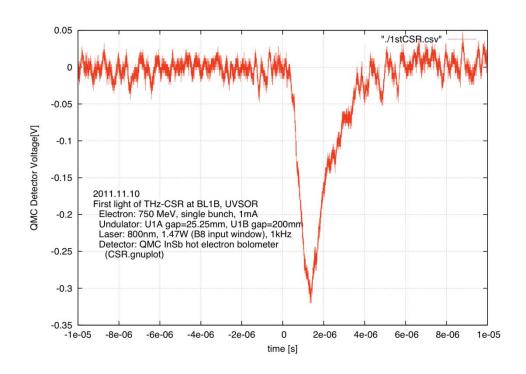
Buncher

Laser System

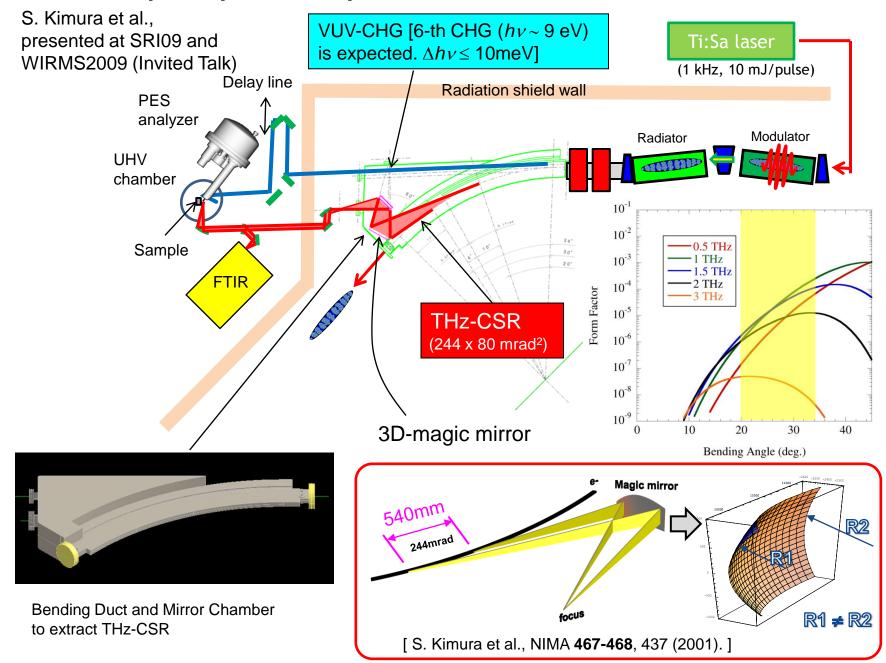
New Undulator and Laser Transport Line



1st THz CSR at New Station 2011.11.10



THz pump - PES probe beamline at UVSOR-II



展望

- 時間同期複合量子ビーム利用
 - THz-CSR、VUV-CHG、SR(THz-softX)、LCG、e-、 Laser...
 - 時間的に同期したテラヘルツ波〜ガンマ線光パルス 、電子線パルス等の複合利用による新しい研究分野 の開拓
- 新しい光源加速器(ERL、超電導ライナックFEL ...)への展開
 - 超高品質電子ビームとの組み合わせによる光源技術 の新たな展開





実施体制

分子科学研究所 極端紫外光研究施設(UVSOR)

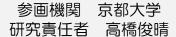
役割 技術支援(技術職員) 共同利用展開 (木村真一准教授、繁政英治准教授) 幹事機関 分子科学研究所 研究責任者 加藤政博

役割

研究総括、新光源開発、 人材育成(総研大生、ポスドク)、 研究会、国際共同等推進 分子科学研究所 分子制御レーザー開発研究センター

役割 技術支援(技術職員)





役割 研究開発・技術開発 (新光源の利用)



参画機関 名古屋大学 研究責任者 保坂将人

役割 研究開発(光源開発)、 人材育成(大学院生参加)



