

(理化学研究所・XFEL¹, 高輝度光科学研究センター²)○永園充¹, 東谷篤志¹, 矢橋牧名¹, 木村洋昭^{1,2}, 大橋治彦^{1,2}, 石川哲也¹

SPring-8 Compact SASE Source (SCSS)試験加速器は、現在 SPring-8 キャンパス内（兵庫県西播磨地区）に建設中の X 線自由電子レーザー（XFEL）施設の基本となる加速器システムの原理・検証を目的として設計され、2005 年に建設された。SCSS 試験加速器は、250MeV（XFEL 加速器の電子加速エネルギーの約 1/32）の直線加速器であり、最短波長が 50nm の極端紫外（EUV）領域のレーザー（EUV-FEL）を発振する。EUV-FEL は、高いパルスエネルギー（約 $30 \mu\text{J}/\text{pulse}$ ）、短いパルス幅（サブピコ秒）、2 次元空間コヒーレンスの特徴をもつ。EUV-FEL の発振周期は、現在 10Hz であり、近い将来 60Hz（1, 5, 10, 20, 30Hz も選択可）になる。2007 年 9 月、波長領域 50~60nm において、レーザーパワーの飽和が達成した[1]。同年 10 月よりユーザー利用研究が開始され、2008 年 5 月からは課題募集による一般利用研究も開始された。本討論会においても、ユーザー利用研究の成果が報告されている[2]。本発表では、EUV-FEL の光特性、実験施設整備（計画）および利用研究の現状について報告し、また分子科学分野における EUV-FEL の利用研究の可能性について議論したい。

EUV-FEL の光強度と光強度安定性の波長依存性を図 1 に示す。光強度が、波長範囲 30~50nm で指数関数的に増加し、50~60nm でほぼ一定値になる。この結果は、50~60nm 波長において、SCSS 試験加速器による EUV-FEL のパワーが飽和に達していることを示す。また、飽和に達すると光強度変動が~10%と安定化している。飽和の安定性は、加速器の調整をした後、運転停止まで持続する。

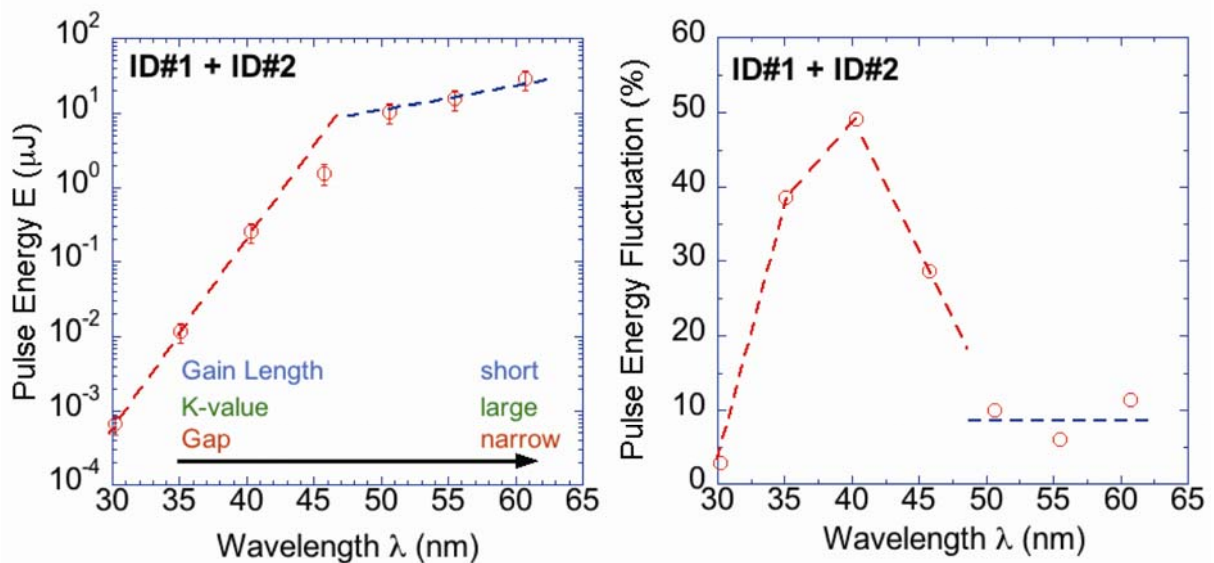


図 1 EUV-FEL の光強度（左図）と強度変動の波長依存性

EUV-FEL 波長 60nm のスペクトルを図 2 に示す。青線はシングルショット、赤線は 50 ショットの平均スペクトルである。自然放射自己増幅 (SASE) 型 FEL は、発生原理からショット毎に、設定波長を中心に、異なる波長スペクトラムの光を発振する。波長幅の平均は、約 0.6% (FWHM) である。

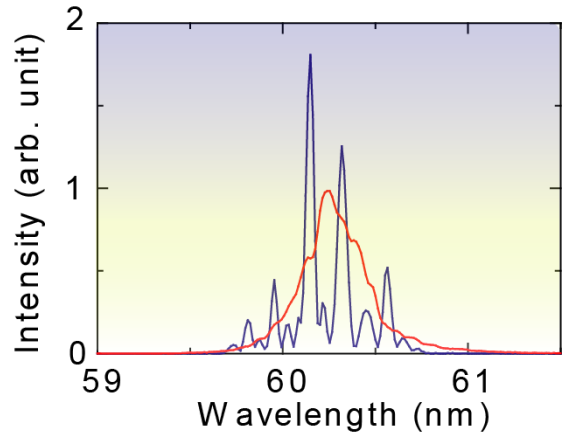


図 2 EUV-FEL 波長スペクトル

ユーザー利用実験は、EUV レーザー実験棟内で行う (図 3)。実験棟内のビームライン上流部は、アッテネーター (薄膜、ガス)、透過型光強度モニター、透過型光位置モニター、ブランチ切替用ミラーが整備されている。下流部はブランチ D,E,F,G が整備される。ブランチ D は施設 R&D 用であり、ブランチ E,F,G に、ユーザーの測定装置が接続できる。ここで、ブランチ E と F は、汎用集光ミラー (集光径 $30 \mu\text{m}$)、G は極限集光ミラー (集光径 <math>< 30 \mu\text{m}</math>) が利用可能 (予定) である。

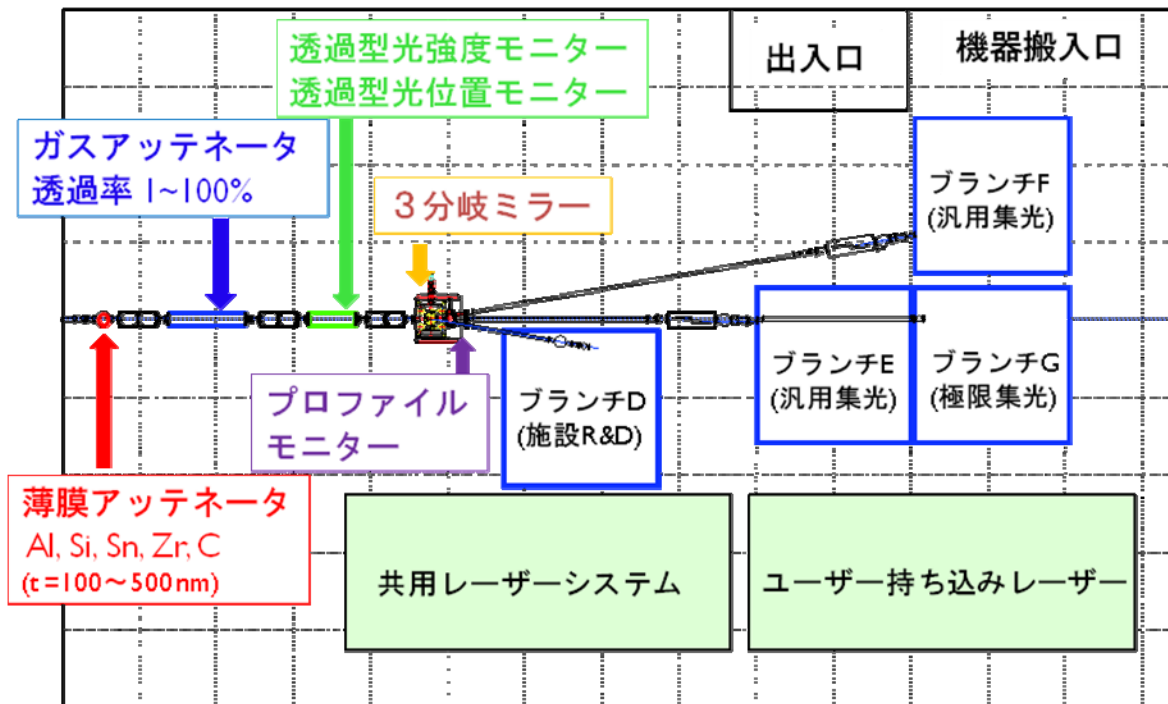


図 3 EUV レーザー実験棟のビームライン配置図

- [1] T. Shintake *et al.*, Nature Photonics (2008) 印刷中.
 [2] 演題番号 2B18、3P039、3P040、4C12