



2009

(LCLS)
LCLS

X

X

X

(FEL)

FEL

20

2005

X

FLASH

X

X

FEL

FEL

FEL

SASE FEL

2009

SLAC

LCLS

X

XFEL

LCLS

280 eV

10 keV

XFEL

2 4 fs 500 fs

3 mJ

X

(LCLS)

X

SACLA

FERMI@

X

Elettra

FLASH-II

XFEL

XFEL

European

PAL-XFEL

XFEL

SwissFEL

10^{20} W/cm^2

SASE-FEL

X

XFEL

X

X

10^9 10^{10}

XFEL

SASE

10^{12} 10^{14}

XFEL

1

XFEL

X

1971

John Madey

90

2.3

XFEL N₂ X XFEL
 1s
 XFEL
 He-4
 X
 100 nm
 2.1 XFEL
 LCLS C₆₀ XFEL

2.2
 Ne X
 10
 LCLS XFEL
 5

