

レーザーコンプトン散乱装置（産総研の装置）

酒井 文雄
住友重機械工業(株)

Apparatus of Laser-Compton X-ray generation

Fumio Sakai, Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

<Synopsis>

An apparatus of short X-ray pulse generation via 90-degree Laser-Compton scattering between a tightly focused relativistic electron beam and a femtosecond laser light had been developed under a national project. The generation of high brightness electron and laser pulse and the synchronization between electron and laser pulses are key technologies for stable x-ray generation and. A photocathode RF gun and a stable all-solid picosecond laser were developed for the stable generation of very low emittance electron bunches. The synchronization technique between laser pulses of mode-locked oscillator and RF (2856MHz) for electron acceleration was developed. After the national project, this apparatus moved to AIST from SHI two years ago. This is running for x-ray applications and developed to increase the x-ray intensity.

This x-ray generation system via 90-degree Laser-Compton scattering and the technologies applied for the system will be presented.

<本文>

レーザー光子の相対論的電子による散乱過程であるレーザーコンプトン散乱によるフェムト秒短パルス X 線の発生装置の開発を N E D O プロジェクトである「フェムト秒テクノロジーの研究開発」で行ってきた。開発した装置は、プロジェクト終了後の 2 0 0 5 年度に産業技術総合研究所に移設し、2 0 0 6 年度より X 線の利用実験に使用すると共に X 線強度増強のための装置開発を行っている。ここでは、主にプロジェクトの中で開発したレーザーコンプトン X 線発生装置に関して報告を行う。

発生装置の主要な技術開発項目は、低エミッタンスの電子パルスの生成、短パルスレーザー開発による高輝度化と、電子、レーザーの同期化を含む全体システムの安定化による X 線の安定発生技術である。

低エミッタンスの電子パルスの発生にはフォトカソード RF 電子銃を使用し、1.5m 長さの 2 本の加速管により、電荷量 1nC/pulse で 3ps 幅の電子パルスを 40MeV 程度まで加速し、triplet の 4 重極電磁石で 50 μ m 程度までに収束した。また、衝突用のレーザーは Ti:sapphire レーザ

ーでパルス幅 100fs、 $\sim 200\text{mJ/pulse}$ であり、レンズで $20\ \mu\text{m}$ 程度まで収束して電子と衝突した。衝突角度はフェムト秒パルス発生時には 90 度、発生収量を多くする場合にはほぼ正面 (165 度) で行った。電子とレーザーを同期する基準クロックとしては電子線加速周波数 2856MHz を用い、レーザーは高次の高調波を用いた位相ロック (Phase-Locked Loop :PLL) 技術で基準クロックに同期され、時間ジッターはフェムト秒領域で押さえられている。また、加速器においても方向性結合器の信号をフィードバックして位相を安定化しているなどして、X 線の安定発生を行った。

これにより、 90 度衝突で 150fs(rms) のパルス幅を持った最大 17keV のフェムト秒 X 線パルスが発生された。この時の X 線量は、全エネルギーの X 線換算で 10^5 photons/pulse 以上であった。また、この時の X 線強度の揺らぎは、 165 度衝突で 6% 、 90 度衝突でも 11% に抑えられており、 90 度衝突で 7 時間の連続運転も行った。