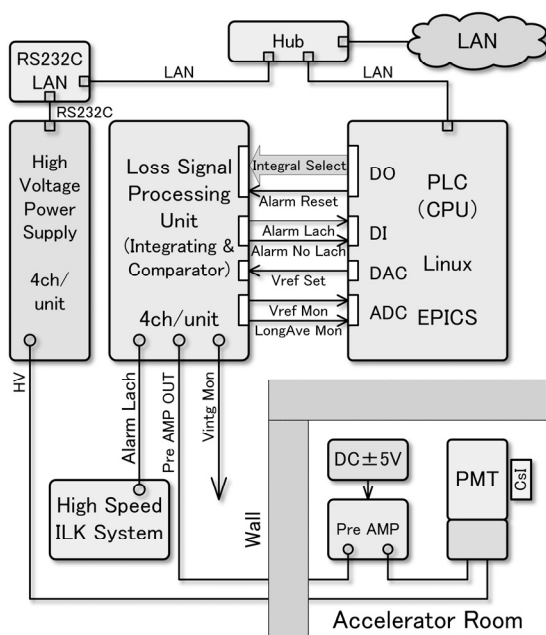


## cERL インターロック用高速ロスモニタシステムの開発 Development of the high-speed loss monitor system for interlocks at cERL

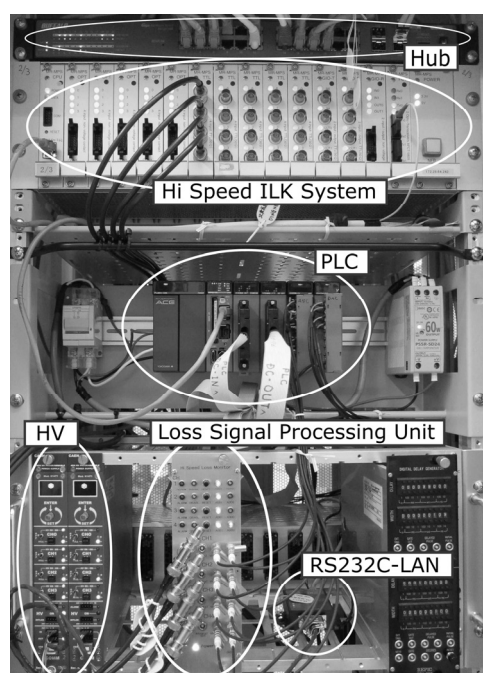
下ヶ橋秀典<sup>1</sup>、帯名崇<sup>1</sup>、多田野幹人<sup>1</sup>

<sup>1</sup> KEK-加速器第七研究系

高エネルギー加速器研究機構(KEK)では、次世代の放射光光源である ERL (Energy Recovery Linac) の研究を行っている。現在、KEK では ERL の技術検証のために建設されたコンパクト ERL (cERL) で、様々な研究および技術開発が行われている。その中で機器保護用インターロックの一つとして、インターロック用高速ロスモニタの開発を行っている。このロスモニタは高強度(高電流)ビーム運転下で、多量のビームロス発生時に高速でビームを停止させるためのものである。今回は、センサ、シンチレータを実際の cERL 加速器室内に入れてテストを行い、高速ロスモニタとしての実現性を検討した。この結果を踏まえ、1  $\mu$ s 程度の動作速度を目指して本システムの開発を行った。本システムは、シンチレータと光電子増倍管(PMT)を遮光ケースに納めたセンサ部、センサ出力増幅用プリアンプ部、ロス信号処理部、各種設定モニタ用 PLC 部、高圧電源部で構成されている。なお、警報出力信号は既存の高速インターロックシステムを経由して各装置に配分される。また、PLC の OS には Linux が搭載されており、システムの各種設定モニタは EPICS・CSS により操作可能となっている。本発表ではシステムを構成する各要素の説明と試験運用の結果報告を行う。



システム図



計測ラック

# 赤外自由電子レーザーによるアト秒・zepto秒 X 線発生

## Generation of atto- and zepto-second X-ray pulses from Infrared Free Electron Lasers

羽島良一<sup>1,2</sup>

1 JAEA, 2 KEK

GeV 級の電子ビームに基づく X 線自由電子レーザー(XFEL)は、フェムト秒の硬 X 線をユーザに供給し、多くの成果を上げつつあり、XFEL の光パルスをアト秒領域に短縮するためのアイデアが議論されている[1]。一方で、超短パルスレーザーをガス中に集光することで発生する高次高調波 (High Harmonics Generation; HHG) は、VUV から軟 X 線領域における超短パルス発生技術として研究が進んでおり、すでに、アト秒パルスの生成が実現している。HHG の効率的な発生には、ターゲットガス中における入射レーザーと高調波の位相速度を合わせることが必要であるが、高調波の次数が大きくなるにつれて、位相整合が難しくなることが、HHG の短波長化の限界となっている[2]。位相整合条件で決まる HHG 短波長化の限界は、入射レーザー波長の 1.7 乗に比例することがわかっており、もし、波長 12  $\mu\text{m}$  で数サイクルのレーザーが実現すれば、HHG により 10 keV の硬 X 線の発生が可能となり、X 線パルスはzepto秒の領域となる。

本発表では、10 keV の HHG を発生するための FEL として、波長 12  $\mu\text{m}$ 、パルスエネルギー 1mJ、サイクル数 1.6 を実現する装置の設計例を示し、これを実現するための加速器の構成、FEL 光パルスのシミュレーション結果を紹介する。

[1] T. Tanaka, PRL 114, 044801 (2015)

[2] T. Popmintchev et al., Science 336, 1287 (2012)

[3] R. Hajima and R. Nagai, PRL 91, 024801 (2003)

**共振器型 X 線自由電子レーザーによる  
狭帯域 GeV 光子の発生**  
**Narrow-band GeV photons generated  
from an x-ray free electron laser oscillator**

羽島良一<sup>1</sup>, 藤原守<sup>1,2</sup>

1 JAEA, 2 大阪大学

UV 領域で動作する共振器型自由電子レーザー(FEL Oscillator; FELO)では、電子ビームと FEL パルス共振器内で衝突させることで、レーザーコンプトン散乱による MeV 領域のガンマ線ビームを発生できる。米国 Duke 大学では、1.2-GeV 電子蓄積リングに組み込まれた UV-FELO から 1-100 MeV のガンマ線を発生し、このガンマ線ビームを原子核物理などの実験に供している。

完全結晶のダイヤモンド、サファイアなどは、直入射に近い角度で入射する硬 X 線に対して高い反射率を示す。このような結晶 (Bragg mirror) で共振器を構成することで、硬 X 線領域の自由電子レーザーを共振させるアイデアが提案されている[1]。

本発表では、UV-FELO からの MeV ガンマ線の発生と同様に、電子ビームと FEL パルスのコンプトン散乱によって、XFEL から GeV ガンマ線が発生できることを示す。XFEL におけるコンプトン散乱では、電子の静止系におけるレーザー光子のエネルギーが電子の静止質量よりもはるかに大きくなる。このため、散乱光子のエネルギーは電子のエネルギーと等しくなり、エネルギースペクトルは狭帯域 (~0.1% FWHM) となる。このようなガンマ線ビームはハドロン物理の研究に有用なプローブとなる[2]。

[1] K-J. Kim et al. Phys. Rev. Lett. 100, 244802 (2008).

[2] R. Hajima and M. Fujiwara, Phys. Rev. Accel. Beams (accepted)

## 産総研の低速陽電子ビーム施設による材料評価 Materials characterization at the AIST slow positron beam facility

オローク ブライアン、小林慶規、大島永康、鈴木良一  
産業技術総合研究所

At AIST the high-intensity, slow-positron facility is an electron accelerator based facility for measurement of positron lifetimes with intense, energy-variable, slow-positron beams. There are two main beamlines, each of which has a capability to perform positron annihilation lifetime spectroscopy (PALS) with a standard large diameter ( $\sim 10$  mm) beam, or with a focused microbeam. The microbeam device is called ‘positron probe micro-analyzer’ (PPMA) and has a lateral resolution of around  $50 \mu\text{m}$ . For both PALS and PPMA the energy of the positron beam can be varied from around  $0.5 - 30$  keV, corresponding to typical implantation depths of several nm to several  $\mu\text{m}$ .

Positrons injected into conducting materials such as metals and semiconductors thermalize rapidly ( $\sim 1\text{ps}$ ) and then diffuse through the lattice before annihilating with an electron. If a positron finds a defect during this diffusion it may be trapped and the lifetime before annihilation is increased. In insulating materials such as polymers, ortho-positronium (a bound electron-positron state with both spins parallel) may be formed, which, if found in a free volume (inter-molecular space) region, has a lifetime component which is related to the size of the free volume. Therefore PALS is a sensitive measure of the lattice defects in metals and semi-conductors and free volume in polymers.

At AIST we are using PALS with slow positron beams to characterize defects and free volume in a range of functional and structural materials. The AIST facility is open to external users through the “Nanotechnology Platform Japan” program [1,2]. In the present contribution we will give an overview of the AIST slow positron facility and give some examples of typical measurements.

[1] <https://unit.aist.go.jp/rima/nanotech/>

[2] <http://nanonet.mext.go.jp/>