

円偏光レーザーコンプトン散乱ガンマ線による 動的スピン磁気計測

坂井 信彦

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所

レーザーコンプトン散乱(LCS)=レーザー誘起コンプトン散乱
=逆コンプトン散乱

レーザーコンプトン散乱 (LCS) ガンマ線の円偏光の確認実験

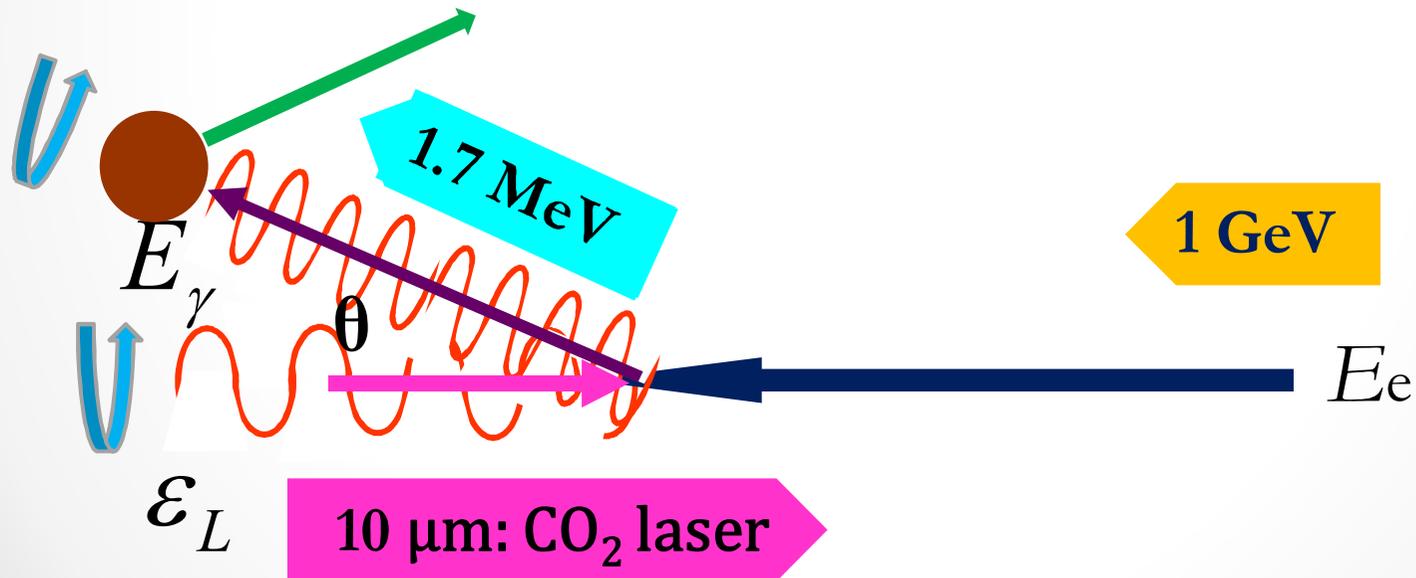
共同研究者：宮本修治、小泉昭久、堀川賢

1. $\lambda/4$ 板により **CO₂ レーザー** を円偏光にする.
2. ニューズバル蓄積リングの **1-GeV 電子線により** LCS ガンマ線を放射させる.
3. Fe試料での磁気コンプトン散乱測定によりLCS ガンマ線の円偏光の確認をする.
4. 将来展望

Laser Compton Scattered (LCS) γ rays

$$E_\gamma = \frac{4\gamma^2 \varepsilon_L}{1 + (\gamma\theta)^2 + 4\gamma\varepsilon_L (mc^2)}, \quad \gamma = \frac{E_e}{mc^2}$$

Spin Dependent Compton Scattering



コンプトン散乱断面積の偏光依存性

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{e^2}{mc^2}\right)^2 \frac{mc}{\hbar K} (\phi_0 + \phi_{spin})$$

$$\phi_0 = 1 + \cos^2\theta + P_1 \sin^2\theta + \frac{E_0 - E}{mc^2} (1 - \cos\theta)$$

$$\phi_{spin} = -(1 - \cos\theta) P_3 \frac{\hbar}{mc} [\vec{n} \cdot (\vec{k}_0 \cos\theta + \vec{k})]$$

$$K = |\vec{k}_0 - \vec{k}|$$

Stokes parameters

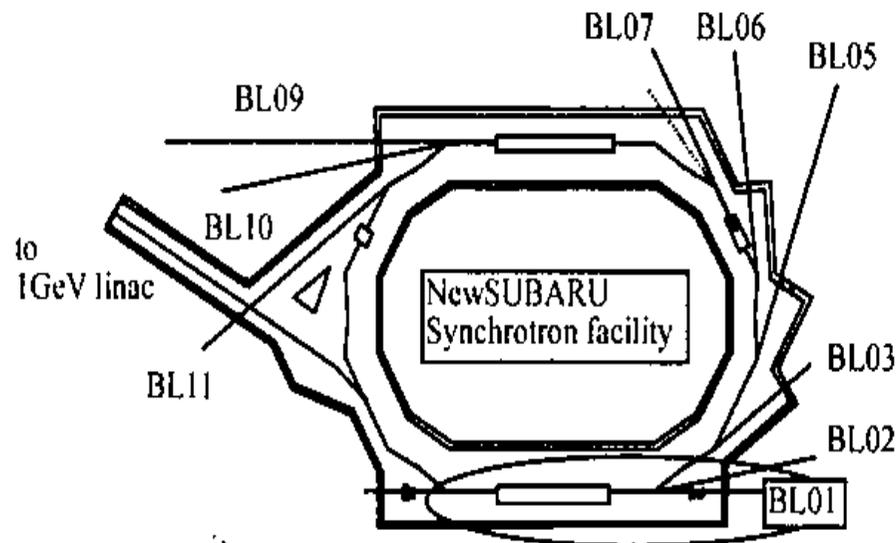
P_1 : relating to linear polarization of photons

P_3 : circular polarization of photons

n : unit vector denoting spin direction

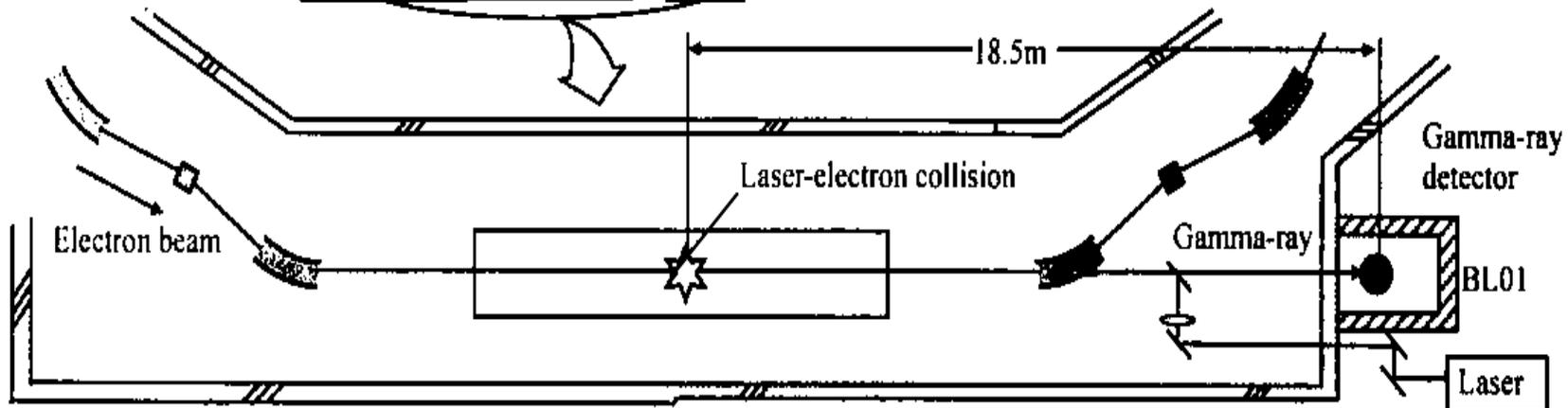
RIKEN SPRing-8 Center





Laser Compton Scattering γ -ray Beam-line BL01

Energy	1- 1.5 GeV
Current	500 mA (max), 220 mA (top-up)
Circumference	118.7 m
Harmonic Number	198
Emittance	$\sigma_x=40$ nm, $\sigma_y=4$ nm (1 GeV)
Laser	1064 nm, 532 nm, 10.6 μ m

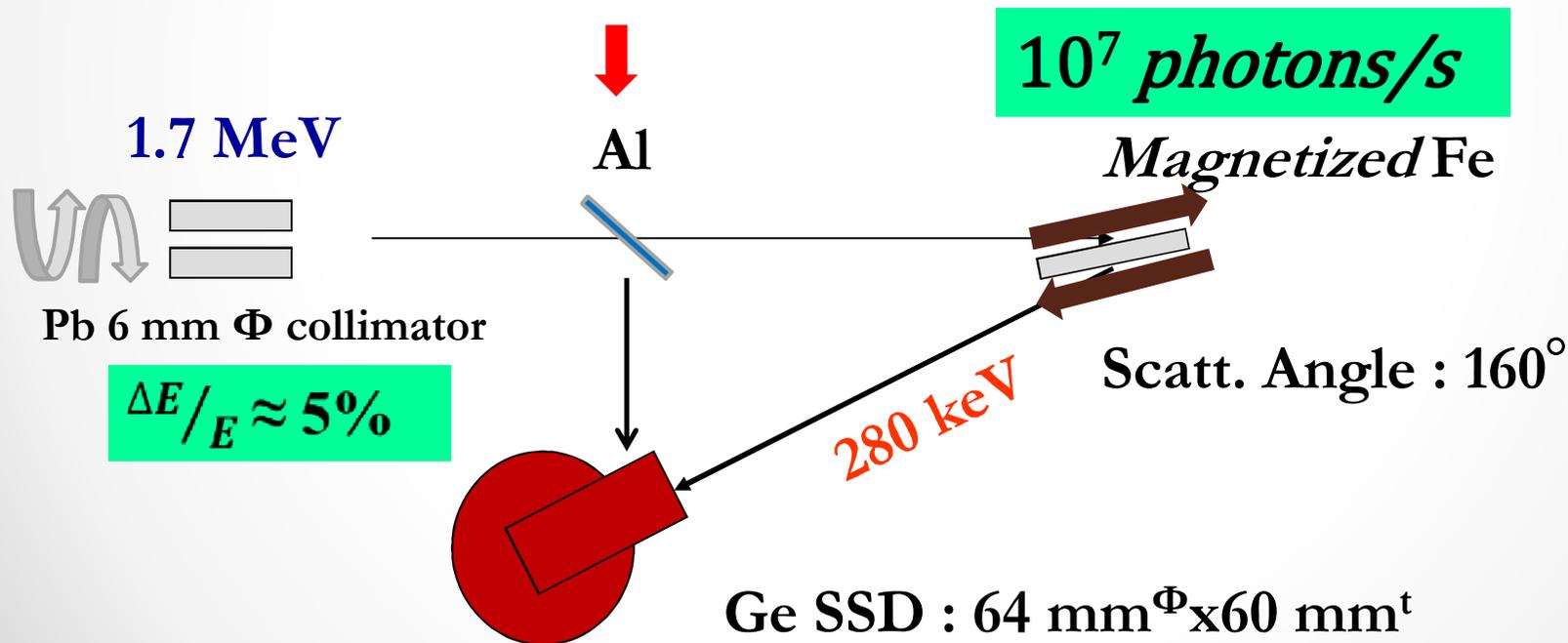


Photons at *New SUBARU BL-1B* in *SPring-8*

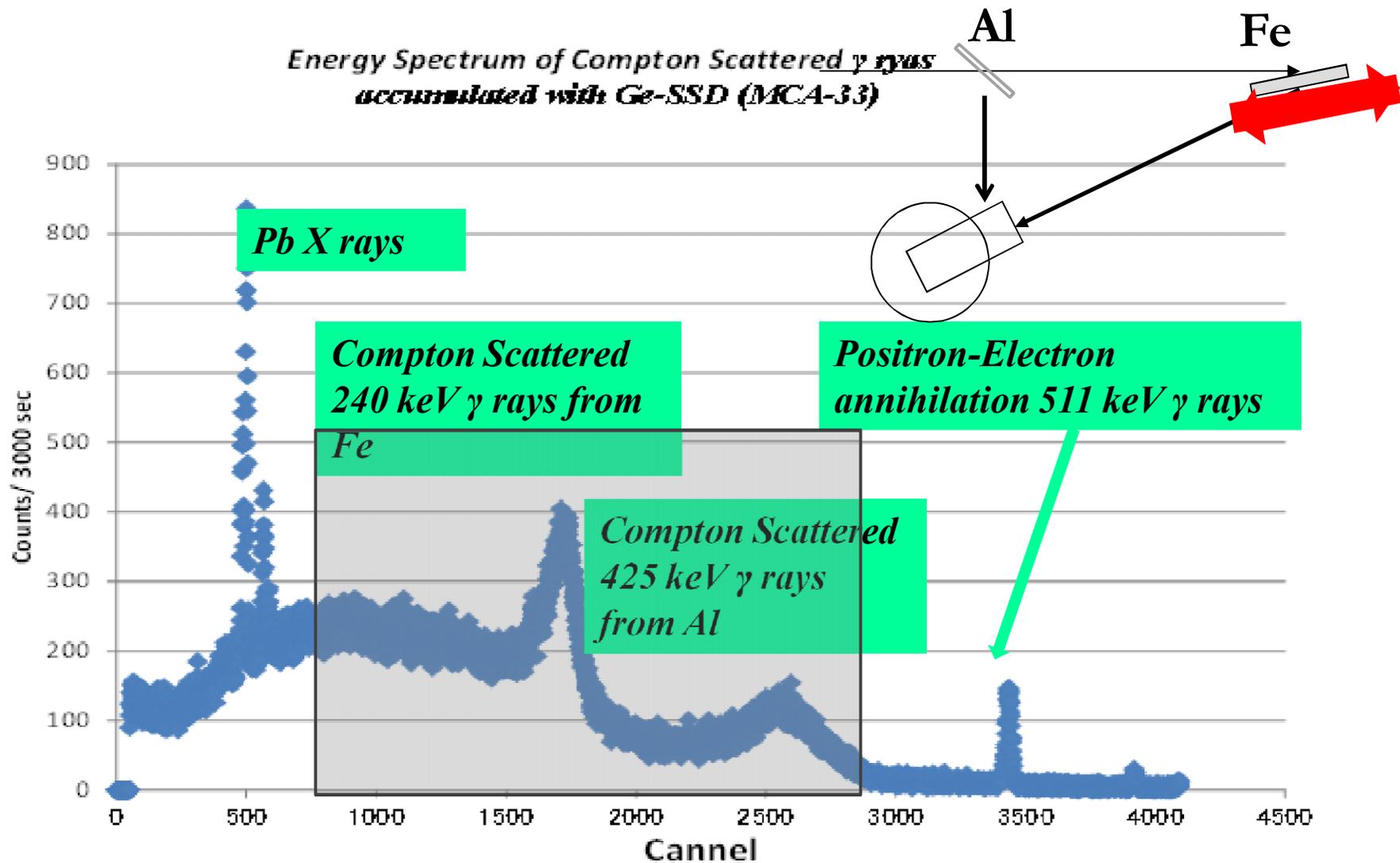
$$E_e = 974 \text{ MeV} , 200 \text{ mA}$$

$$\varepsilon_L = 10 \text{ } \mu\text{m} \text{ (CO}_2\text{- CW laser) } \quad 4\text{W}$$

$$E_\gamma \approx 1.7 \text{ MeV (for } \theta = 0 \text{)}$$

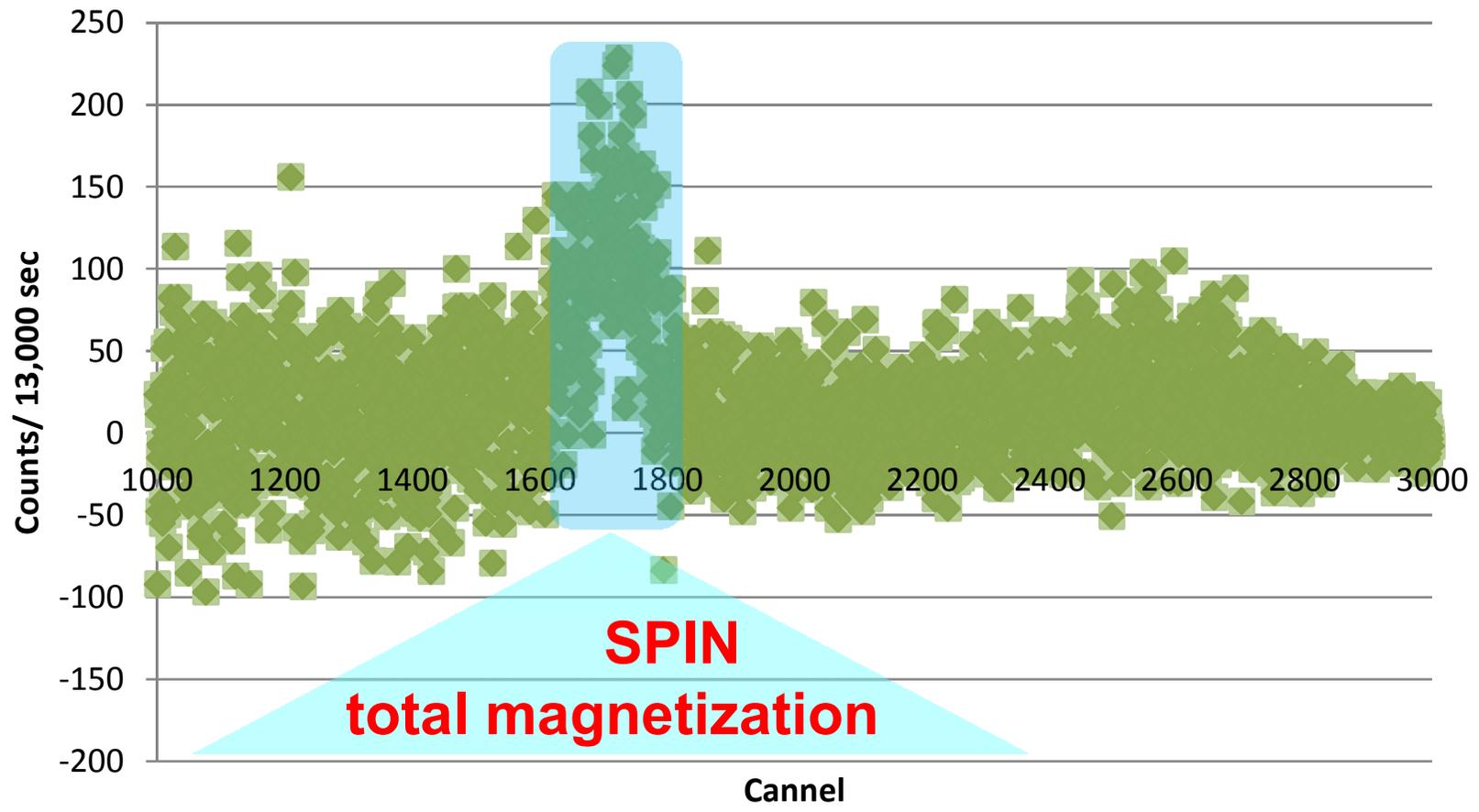


Energy Spectrum of Compton Scattered γ rays accumulated with Ge-SSD (MCA-33)



*MCP of Fe observed by
circularly polarized 1.7 MeV LCS γ rays*

(Mag. Rev.) MCA(33,35)-MCP(39,41)





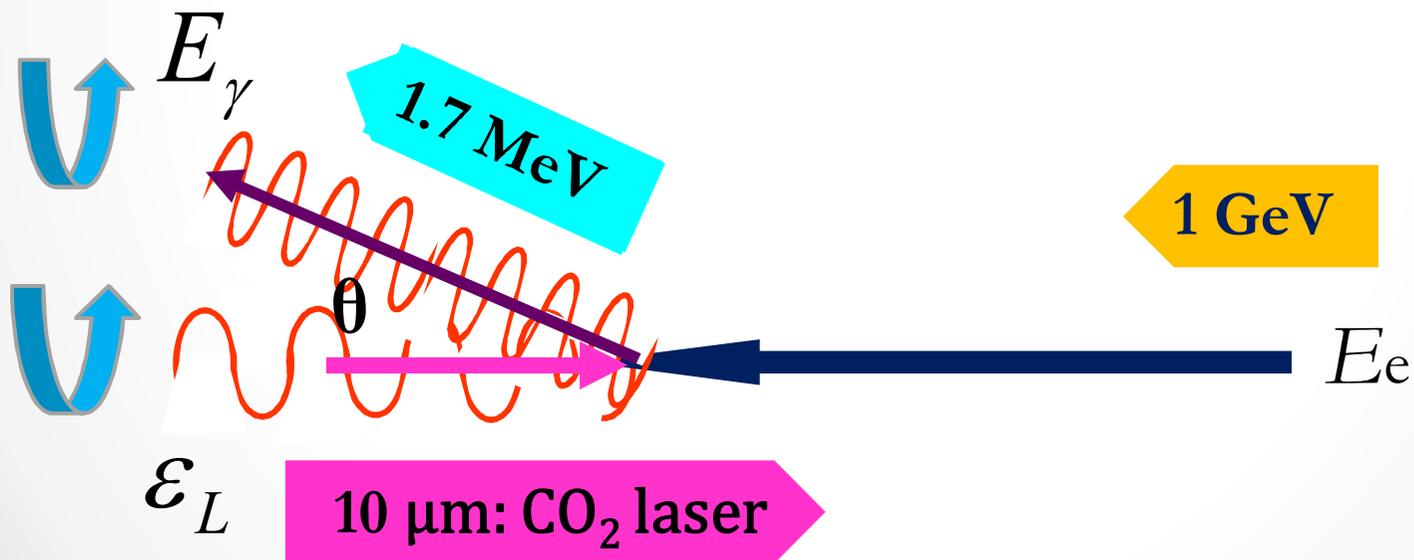
LCS ガンマ線の利点

- 確立したレーザー光技術が容易に利用可能
- (a) ガンマ線の**偏光切替えが迅速**に行える
現状の放射光では極めて困難
100 kHz (Pockels Cell) 利用
- (b) 短パルスガンマ線の発生

時間に依存する動的現象の研究に有効であろう。

Laser Compton Scattered (LCS) γ rays

$$E_\gamma = \frac{4\gamma^2 \varepsilon_L}{1 + (\gamma\theta)^2 + 4\gamma\varepsilon_L (mc^2)}, \quad \gamma = \frac{E_e}{mc^2}$$



Pockels Cell



CdTe Pockels Cell for CO₂ laser

- 製造元例：米国 II-VI Japan Co.
- CdTe結晶：3 x3 mm
- 入力仕様：直線/円偏光ビーム up to 10W
- 偏光切替： 1,500V for $\lambda/4$ wave shift.
Up to 100 kHz
(rectangle wave form acceptable)

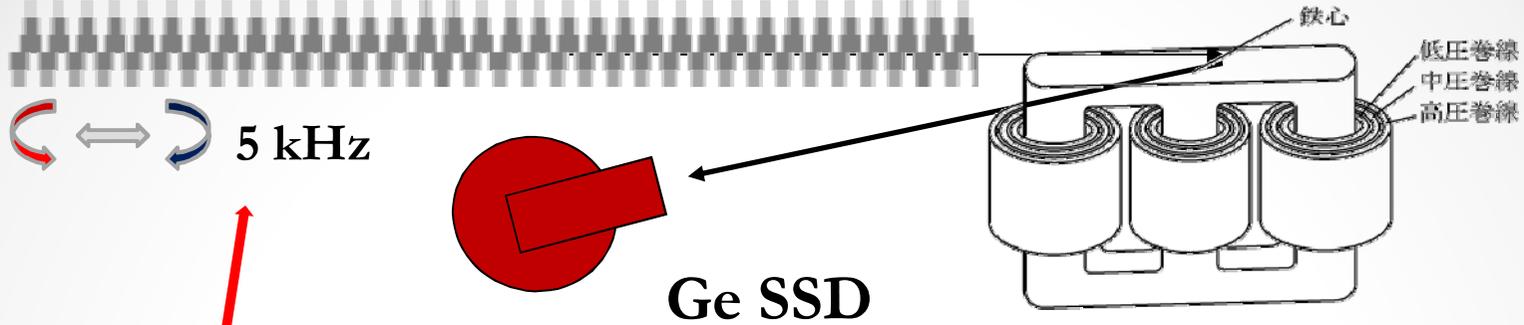
応用実験（案）

産業利用：

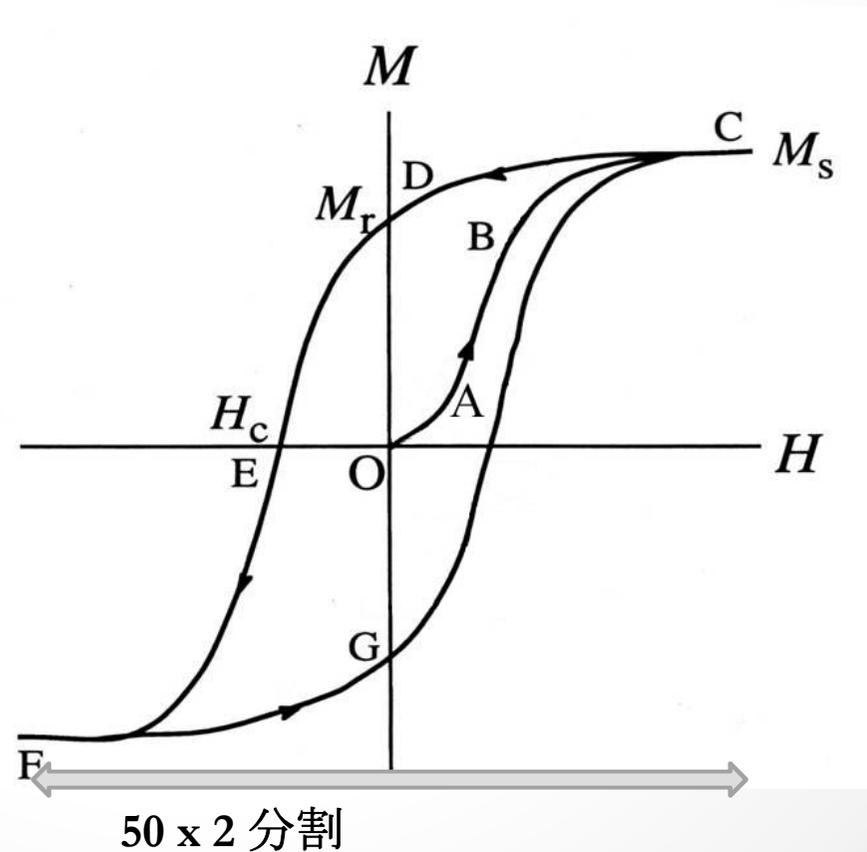
磁気コンプトン散乱実験による、交流電源変圧トランスの
実機の磁気ヒステリシス曲線の直接測定

L/R Circularly Pol. LCS γ rays

50 Hz transformer

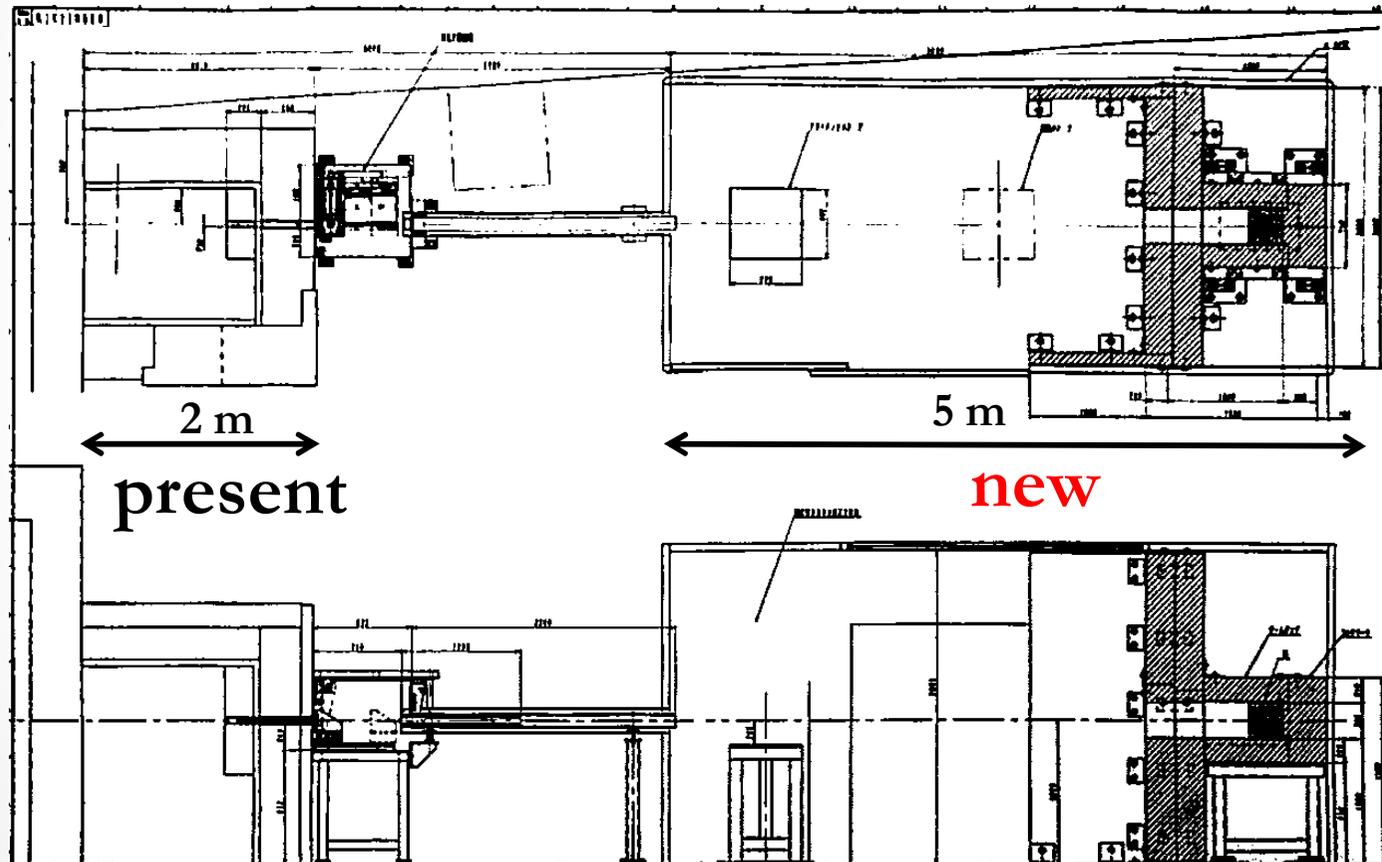


100 channels/cycle
Compton 散乱强度计测



Planning Experiment

A new experimental station at BL01B of New SUBARU.



THE END