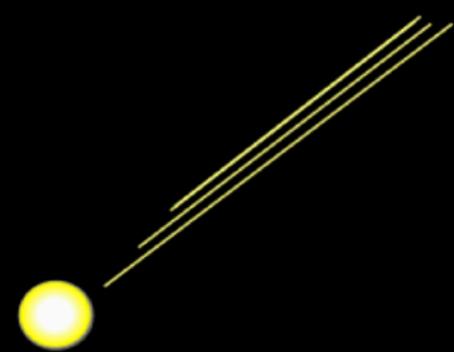
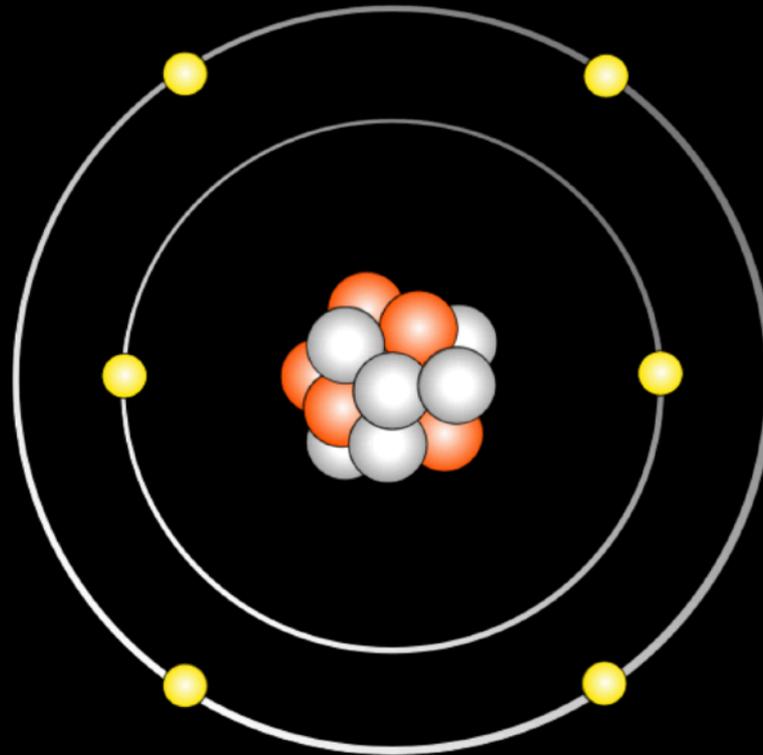
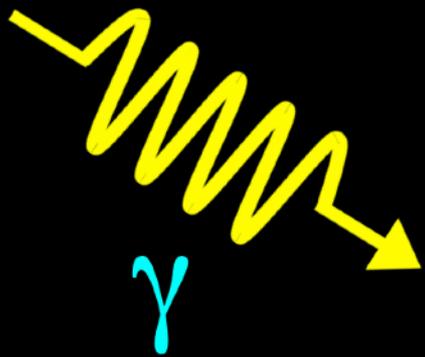


# 光子モンテカルロシミュレーション

波戸、平山 (KEK), A.F.Bielajew (UM)

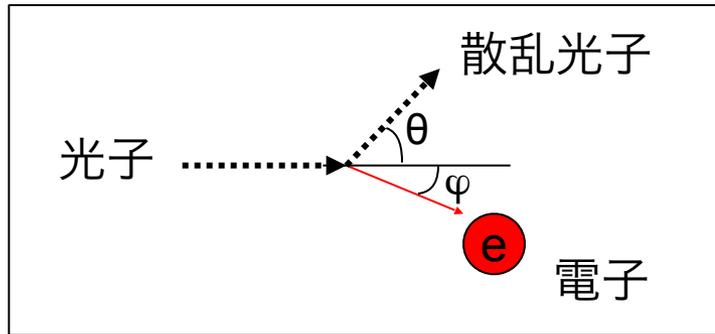
Last modified on 2021.7.26



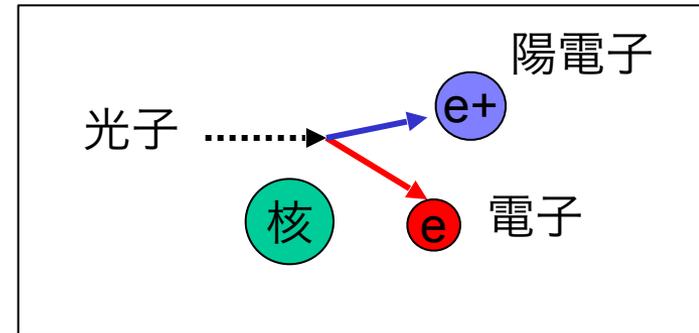
Electron

光子および電子と相互作用するものは何か？  
単一の原子？電子？原子核？

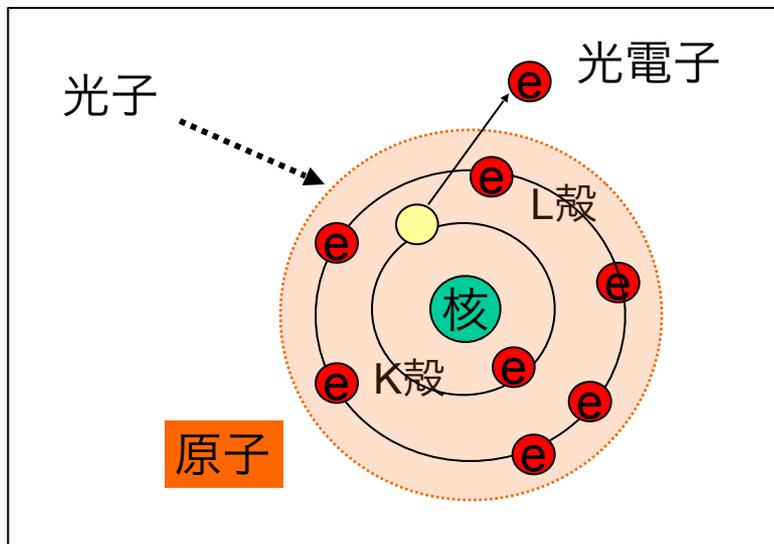
# 光子と電子・原子核・原子との反応



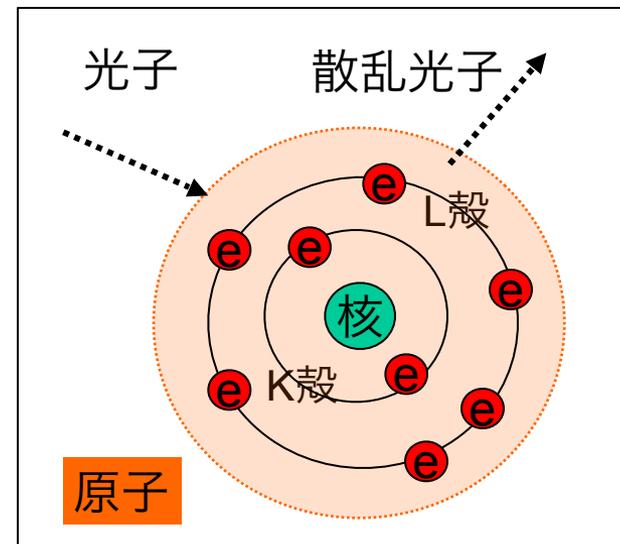
1. コンプトン散乱



2. (電子・陽電子) 対生成

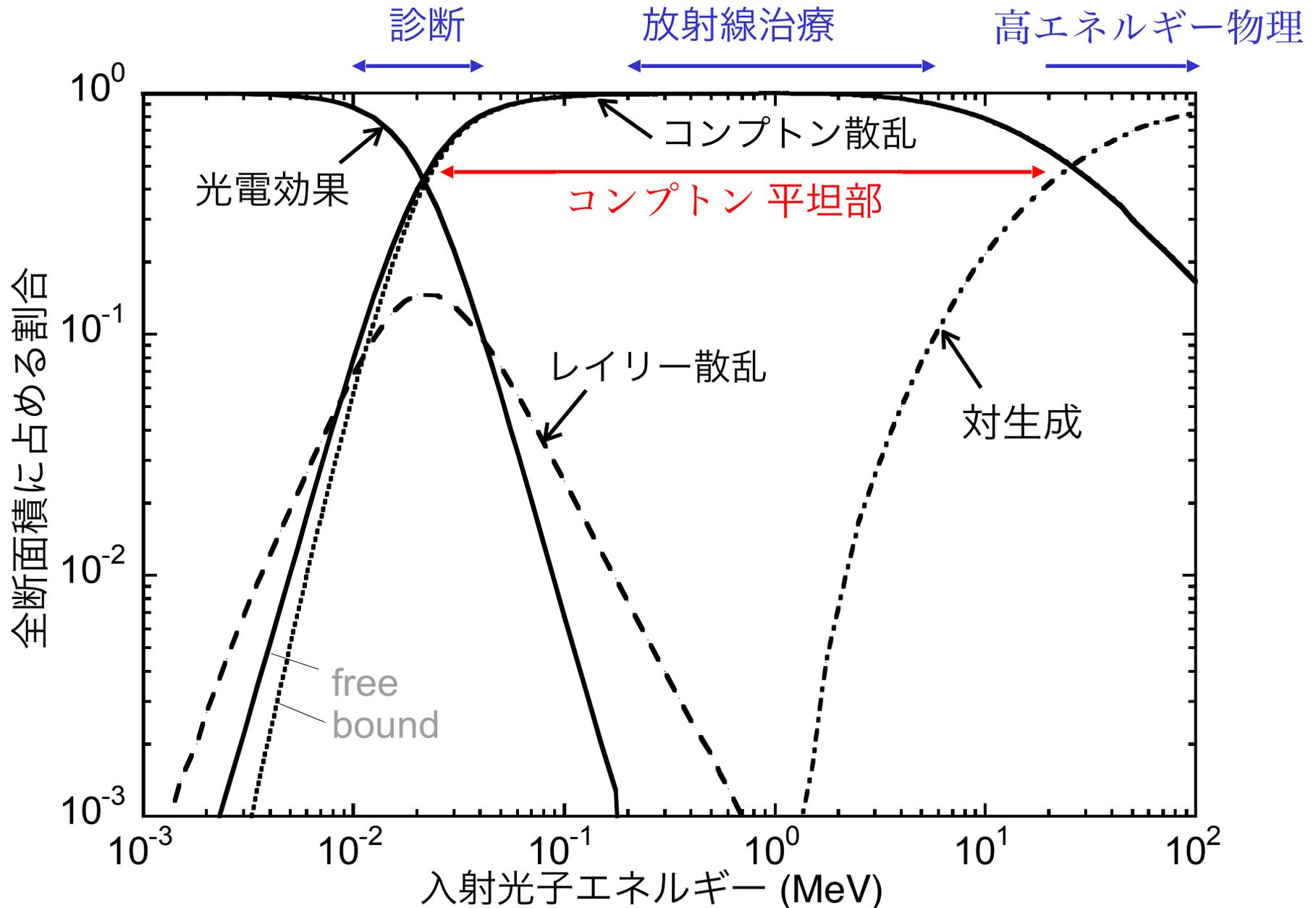


3. 光電効果

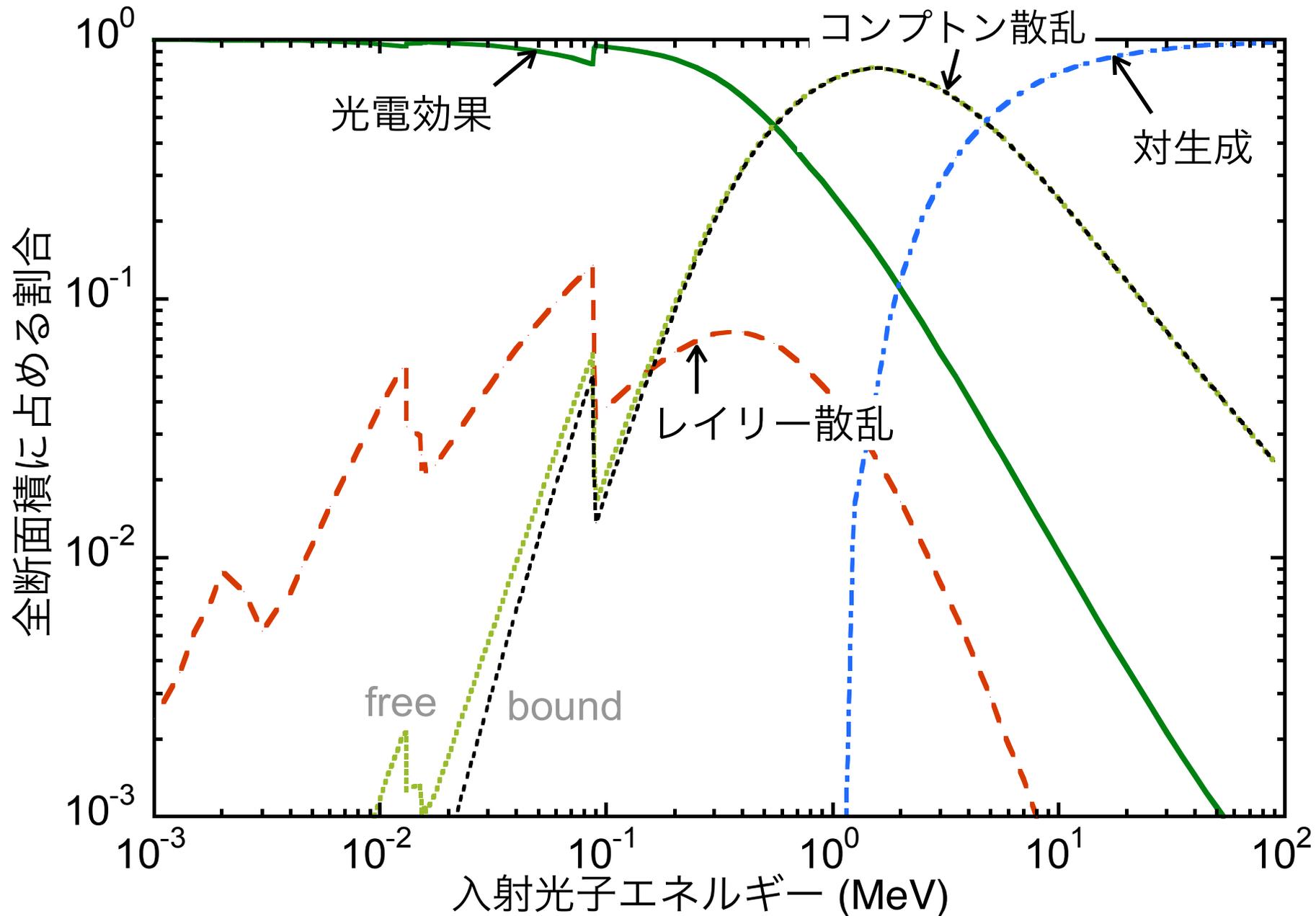


4. レイリー散乱

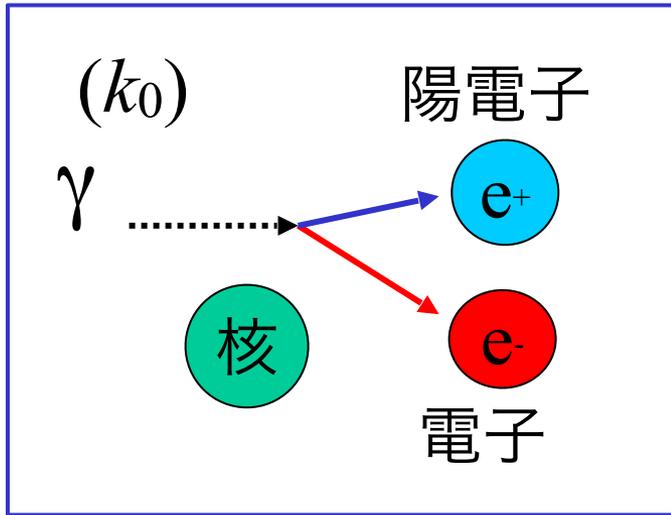
# C (Z=6) の全断面積の各要素



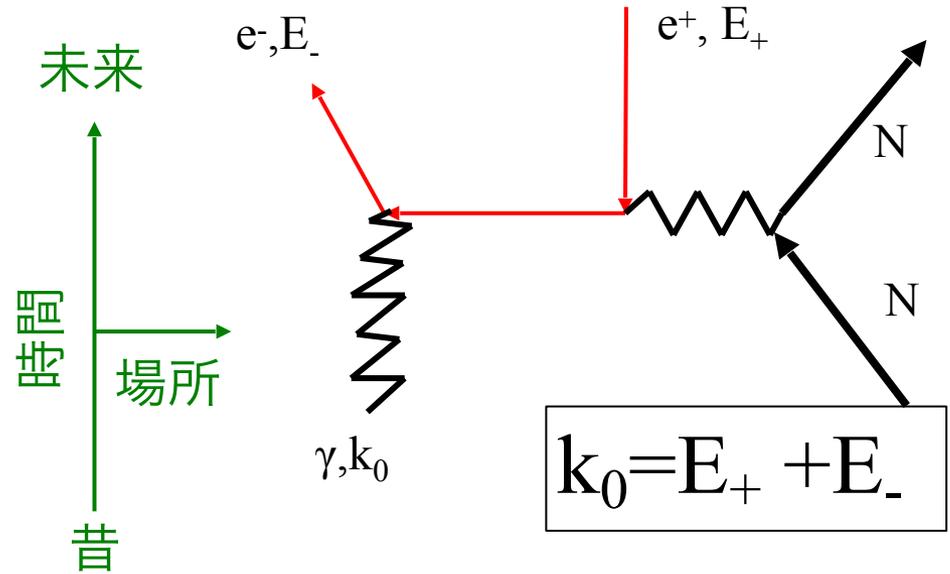
# Pb (Z=82) の全断面積の各要素



# 対生成



略図



$$k_0 = E_+ + E_-$$

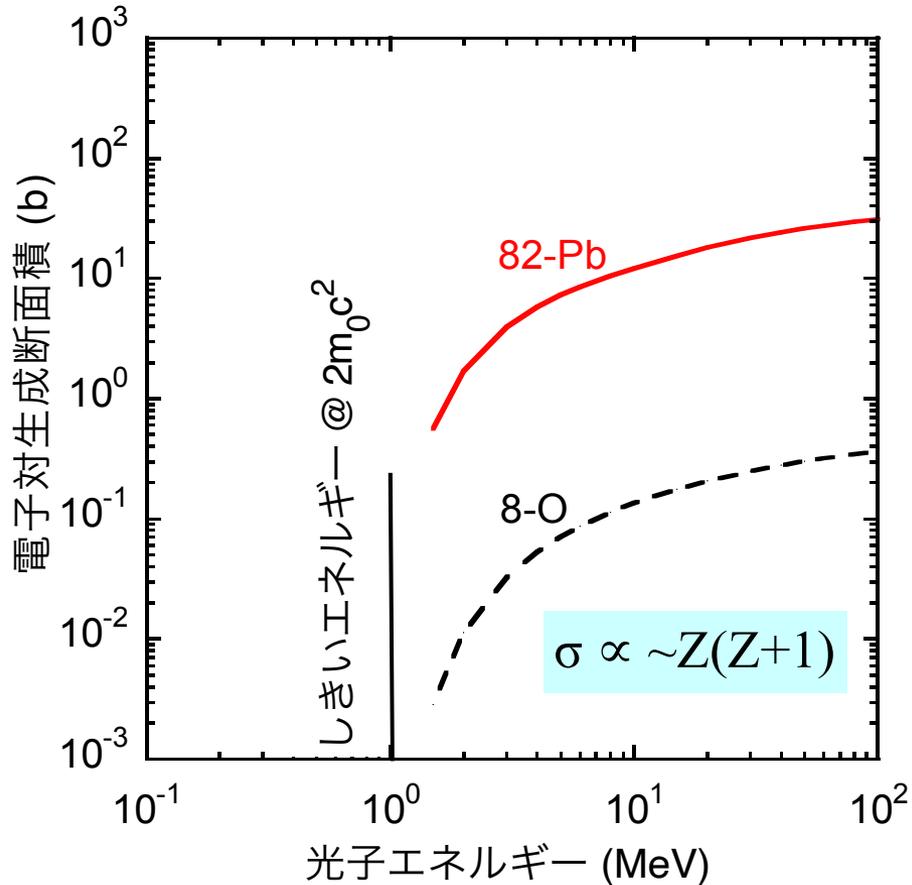
## ファインマン図

- 消滅と  $e^+e^-$  対の生成
- 主に原子核との電磁相互作用
- 軌道電子との相互作用も考慮 (3体分布は無視)

- 生成角度
  - ➔ デフォルト :  $\theta = m_e c^2 / k_0$
  - ➔ オプション : 理論計算に基づく分布
- ライブラリ → PHOTX CS

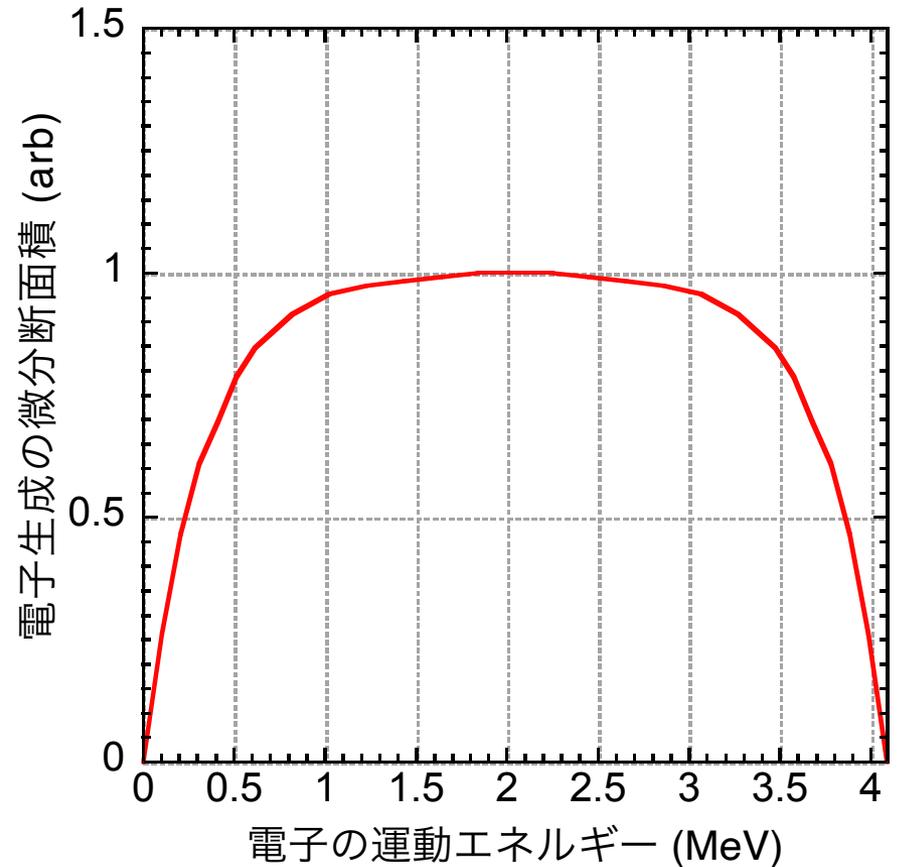
# 対生成 (続き)

全断面積



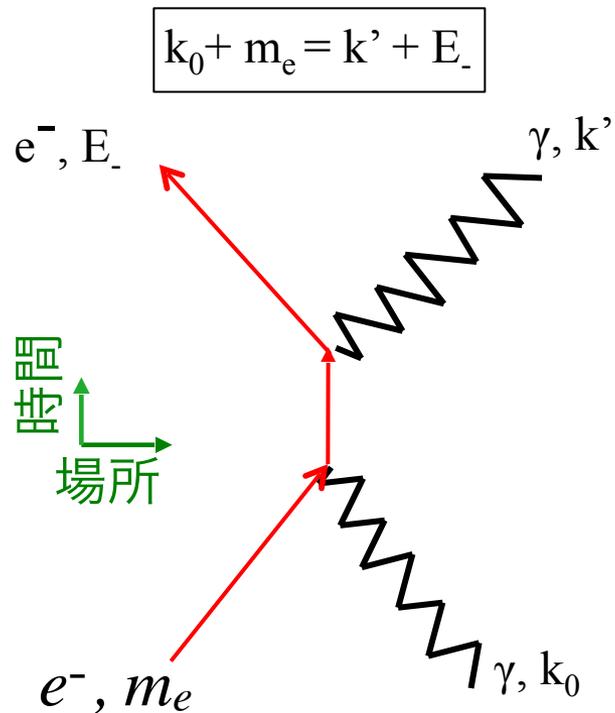
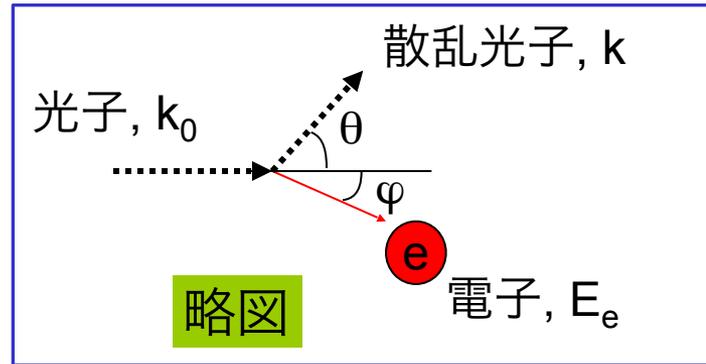
生成電子のエネルギー分布

( $E_\gamma = 5.11$  MeV)

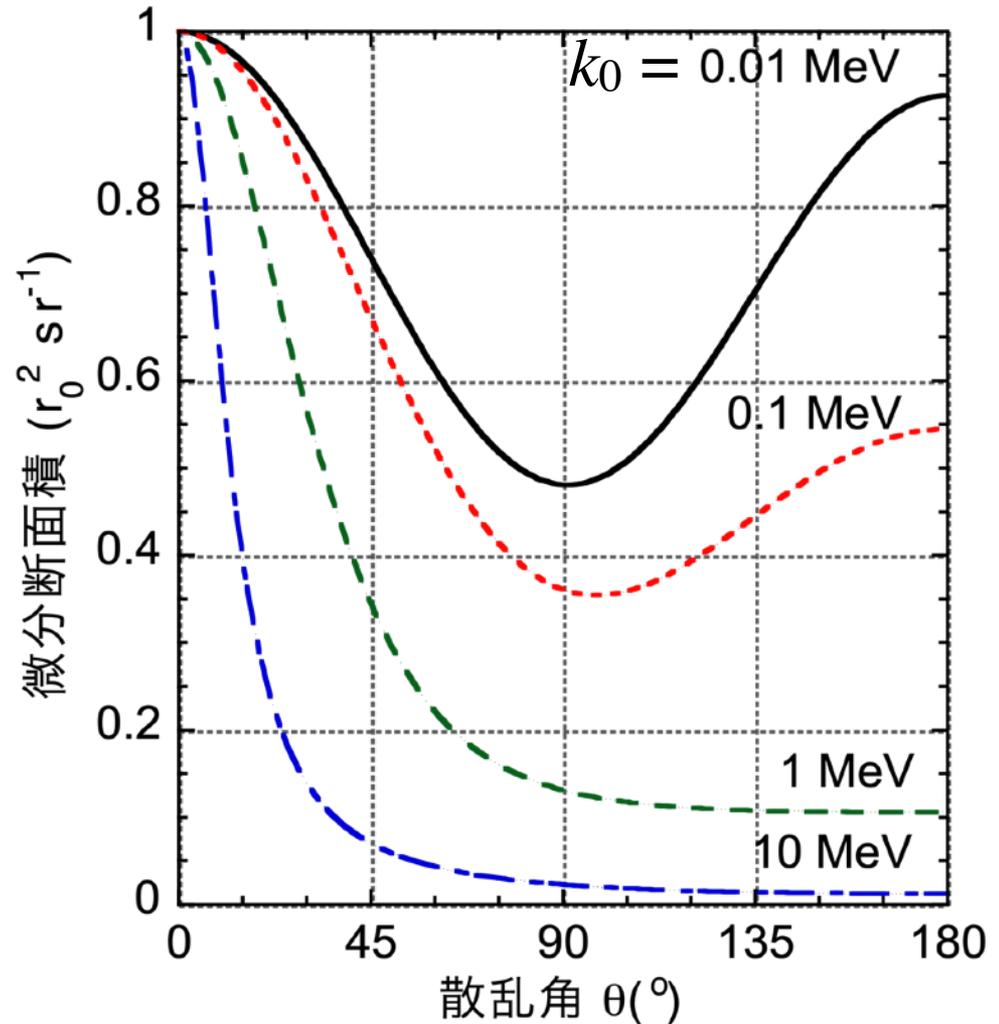


# コンプトン散乱

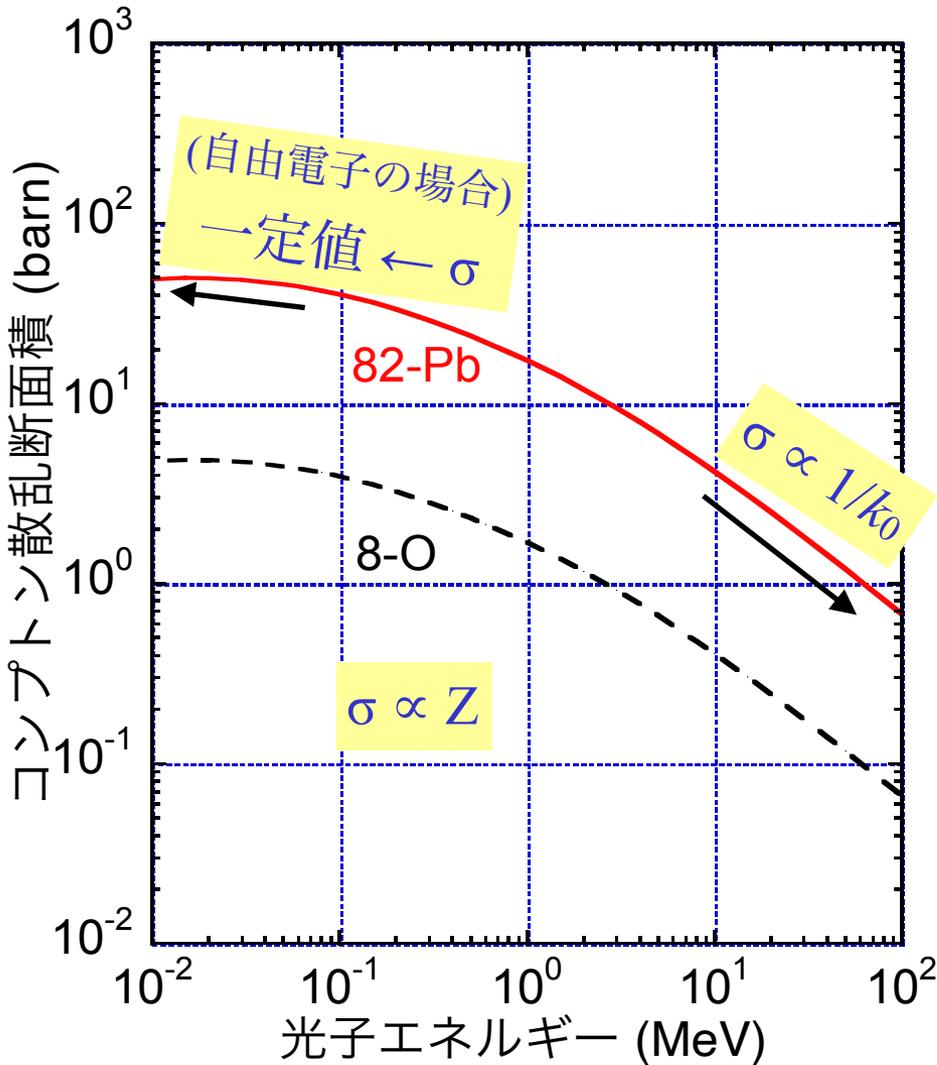
## クライン-仁科 微分断面積



## ファインマン図



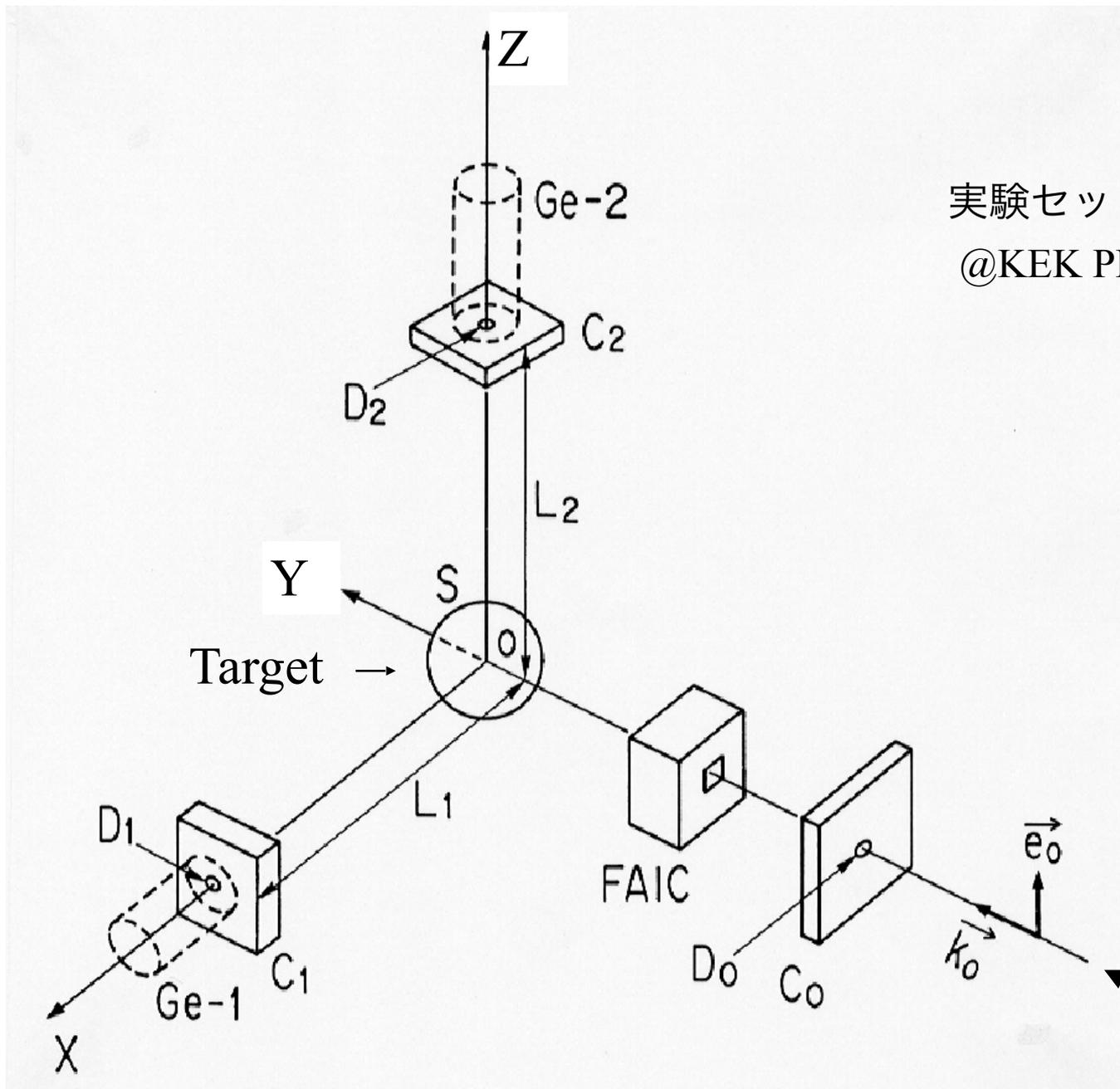
# コンプトン散乱(続き')



## EGS5での詳しい扱い (option)

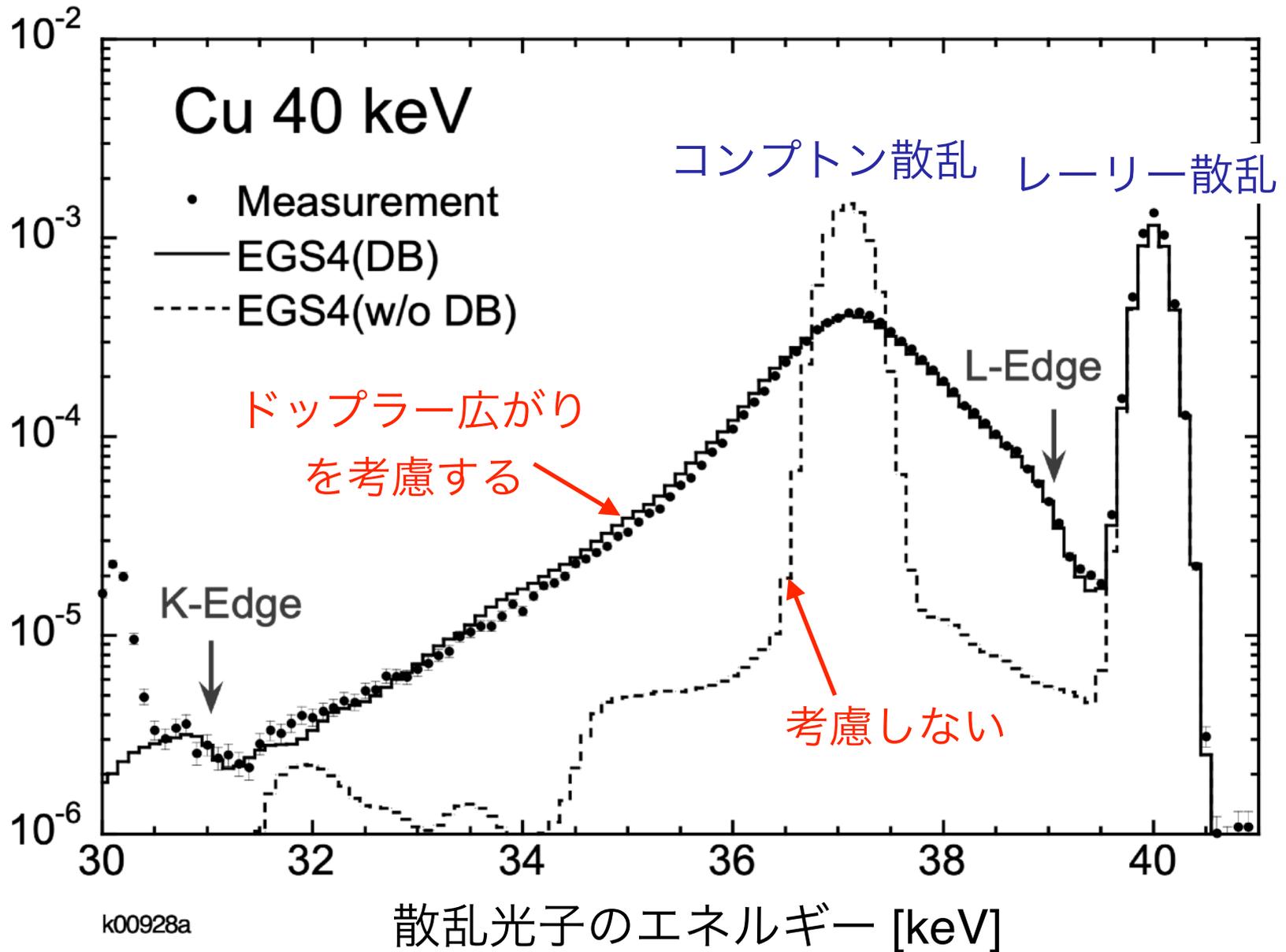
- 束縛効果 (0 @  $k \rightarrow 0$ )
- 直線偏光光子散乱
- ドップラー広がり  
e<sup>-</sup> の衝突前の運動に起因

実験セットアップ  
@KEK PF BL14c

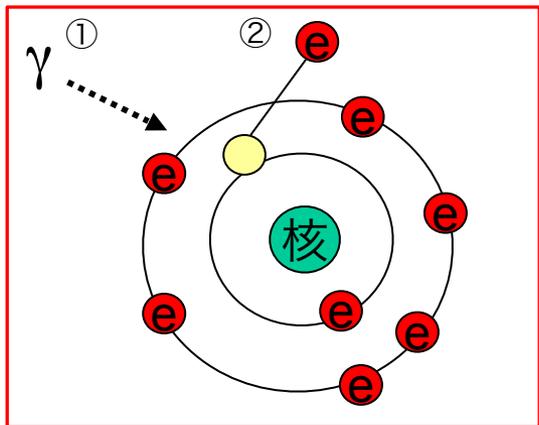


40 keV 光子

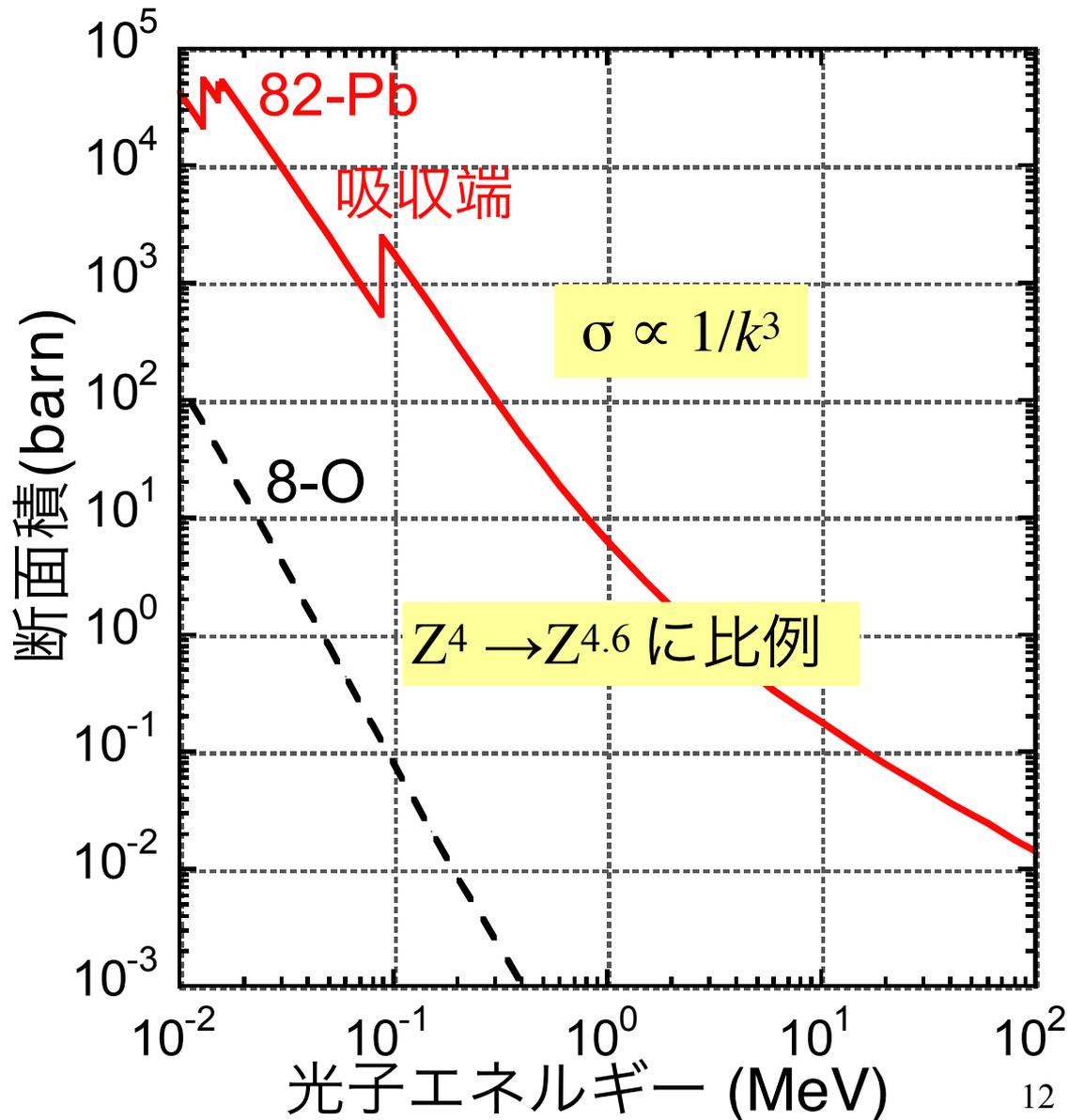
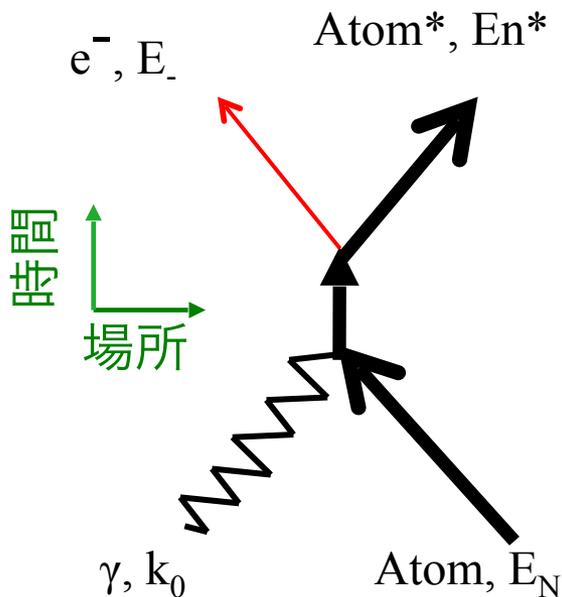
# Cu, 40 keV (EGS4+LP+DB=EGS5)



# 光電効果



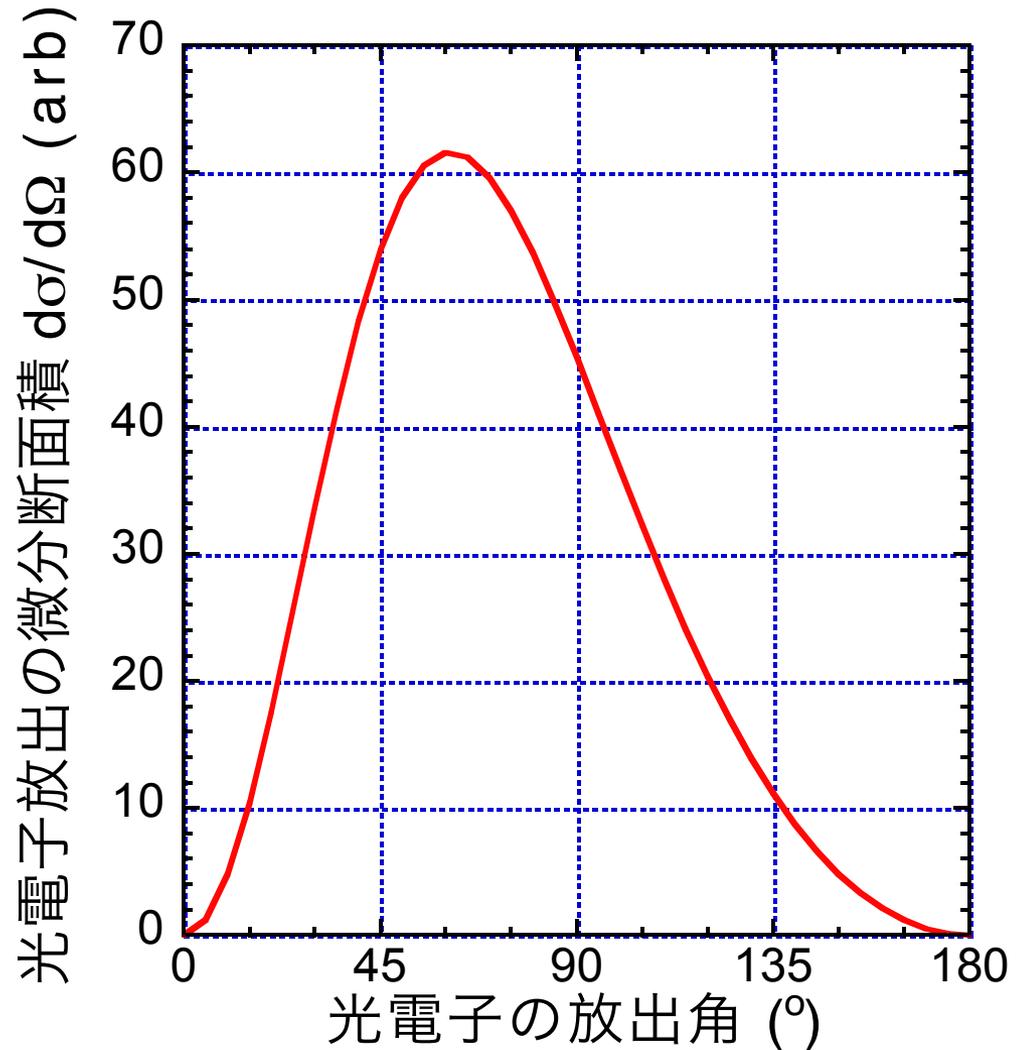
$$k_0 + E_N = E_- + E_N^*$$



# 光電子の放出角

デフォルト： $\theta=0$

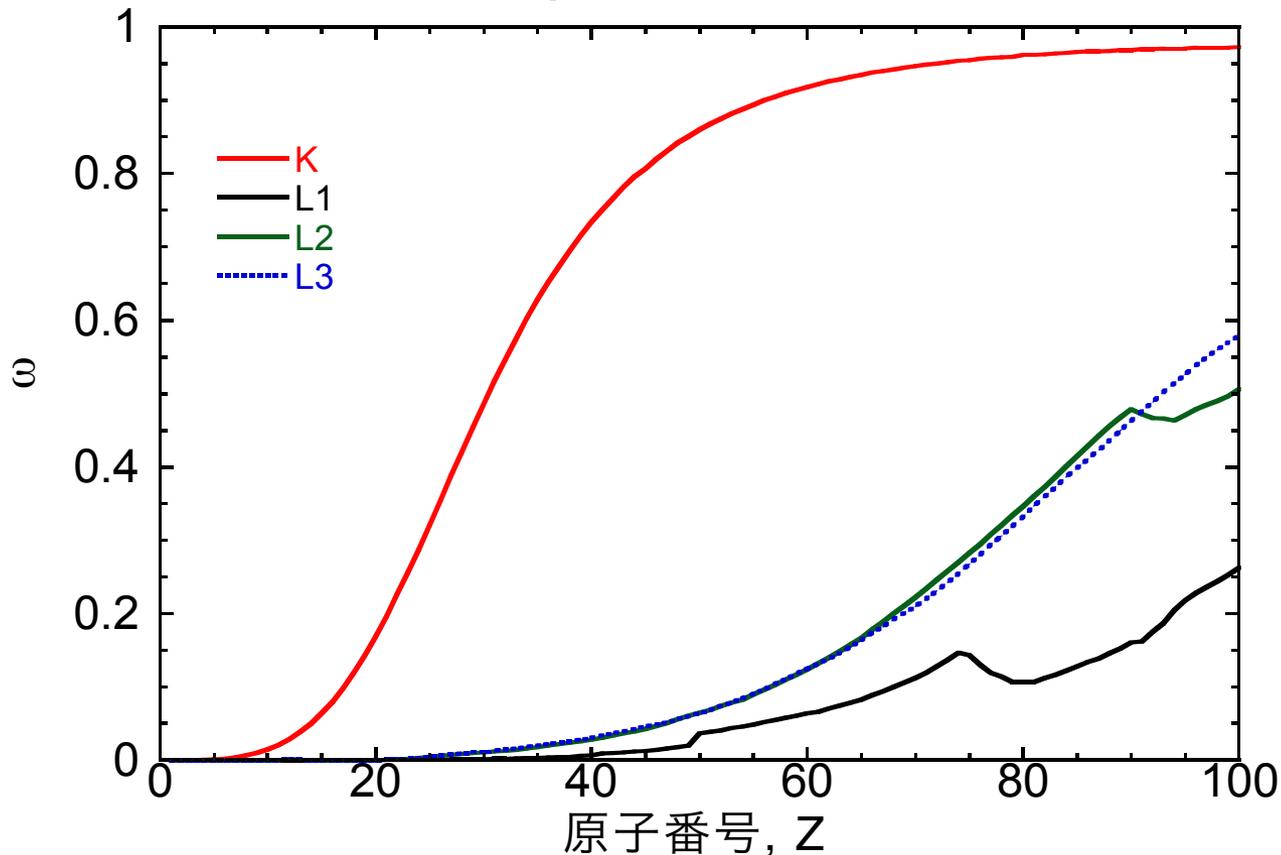
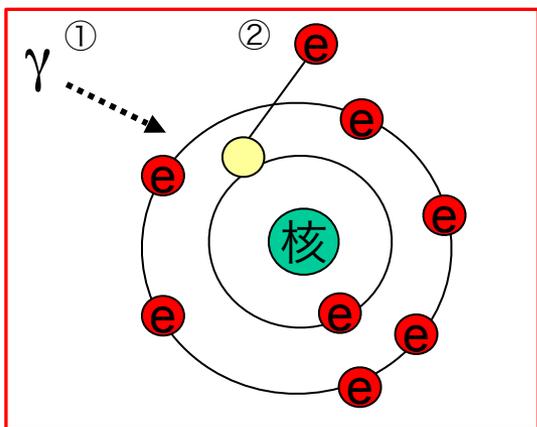
オプション：詳しい角度分布



# 電離した原子の緩和（遷移）

K殻とL殻からの「特性X線」と「オージェ電子」（オプション）

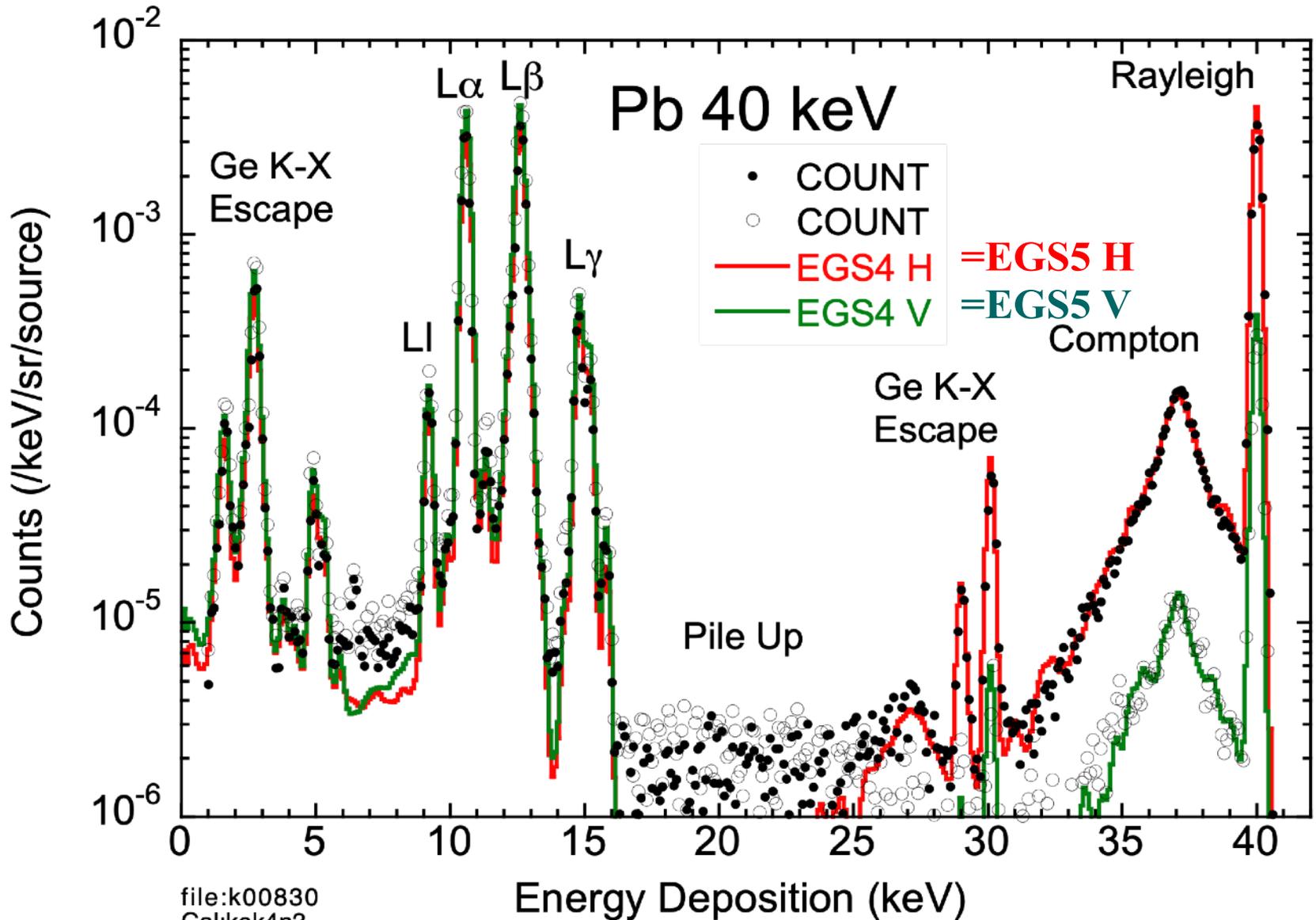
$\omega$ : 蛍光収率（特性X線が放出される確率）



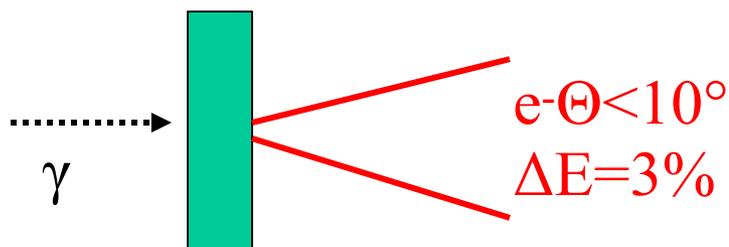
Data from *Table of Isotopes* (TOI)-8th (96)

# Pb ターゲット からの光子スペクトル

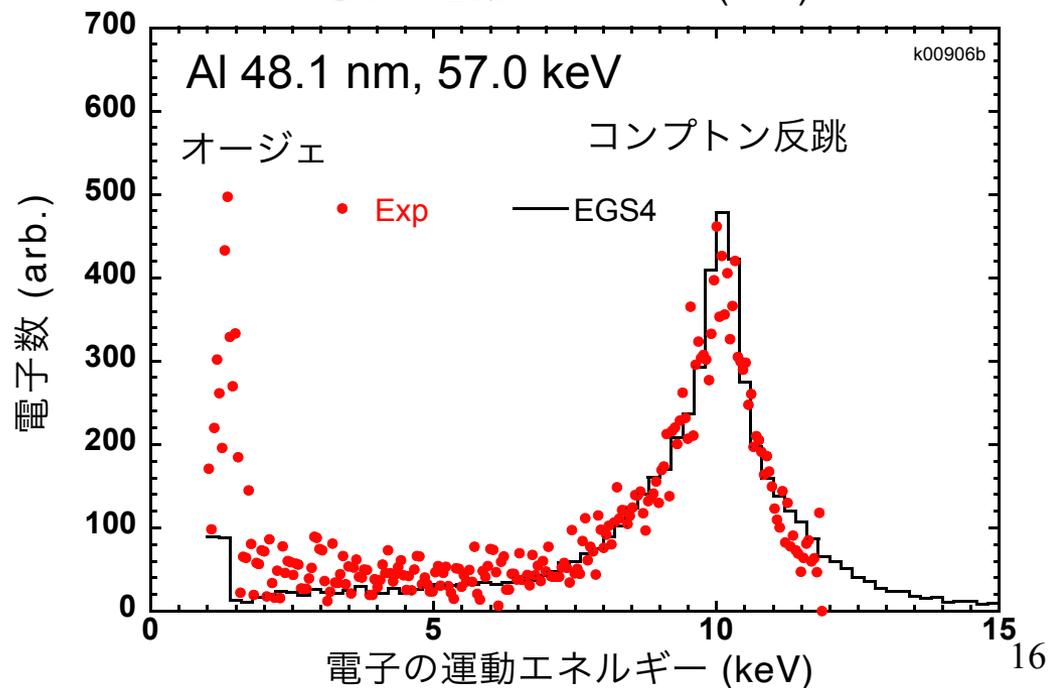
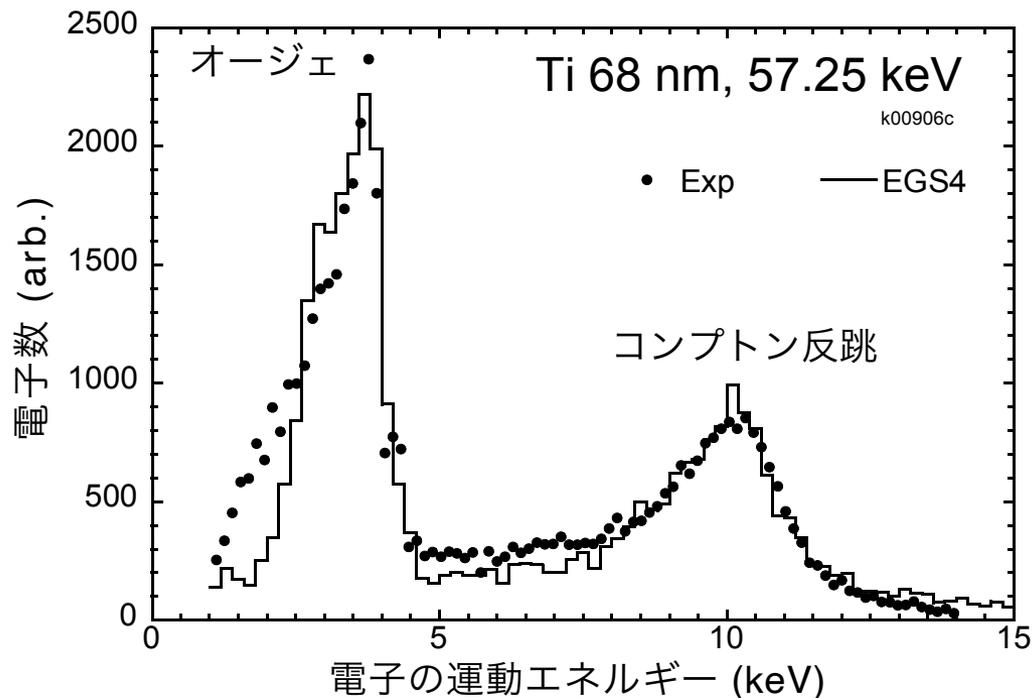
EGS4 (光電効果改良版) = EGS5



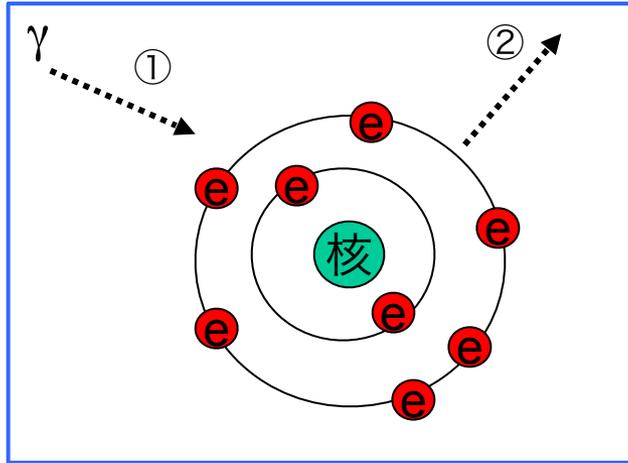
# オージェ電子 (スペクトルの例)



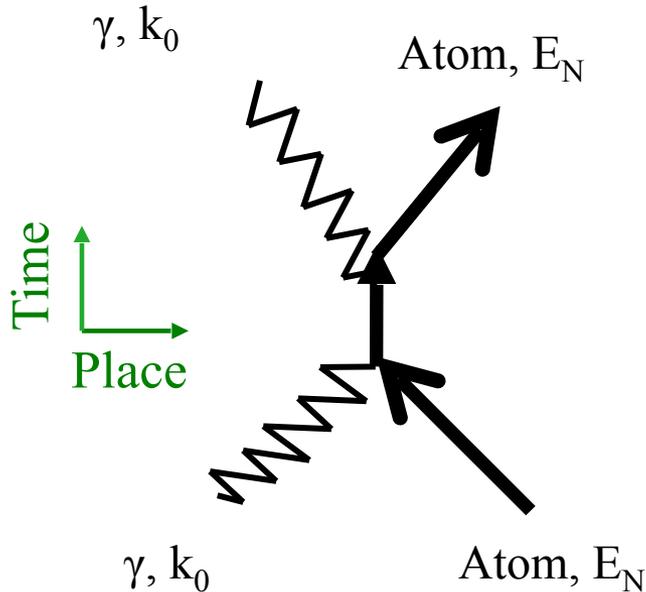
Guadala, Land&Price's exp



# レイリー散乱

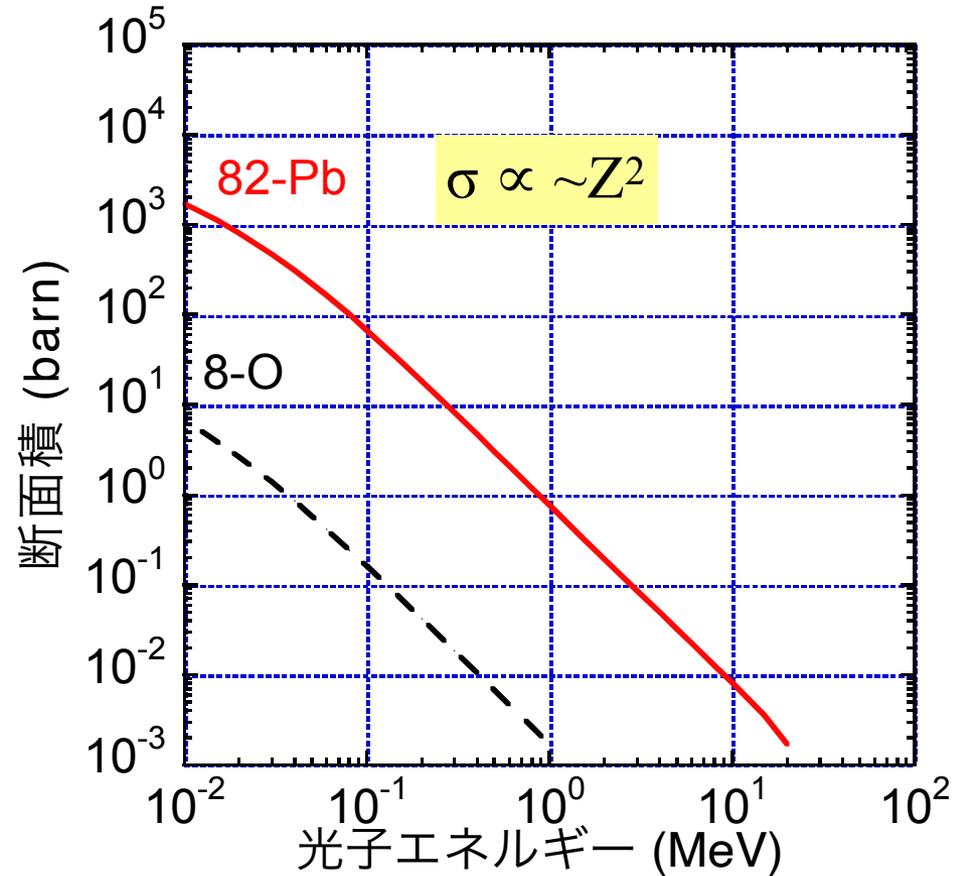


$$k_0 + E_N = k_0 + E_N$$



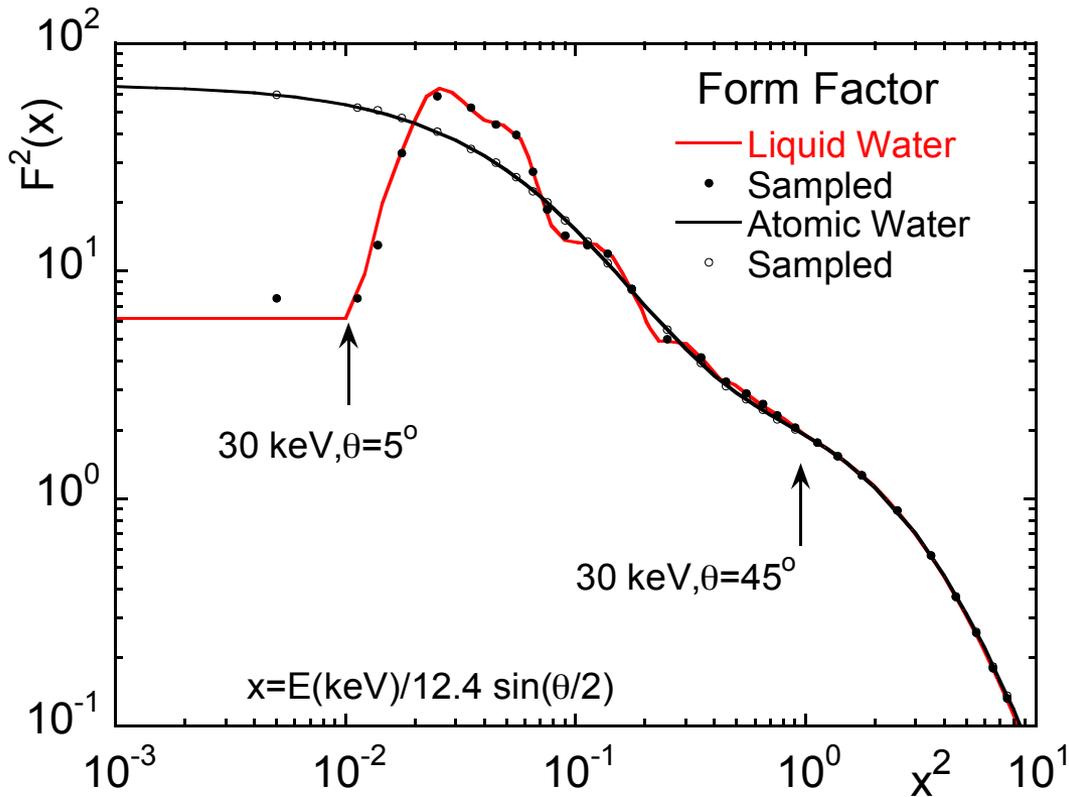
弾性散乱

独立原子近似 (隣近所の原子は無関係)

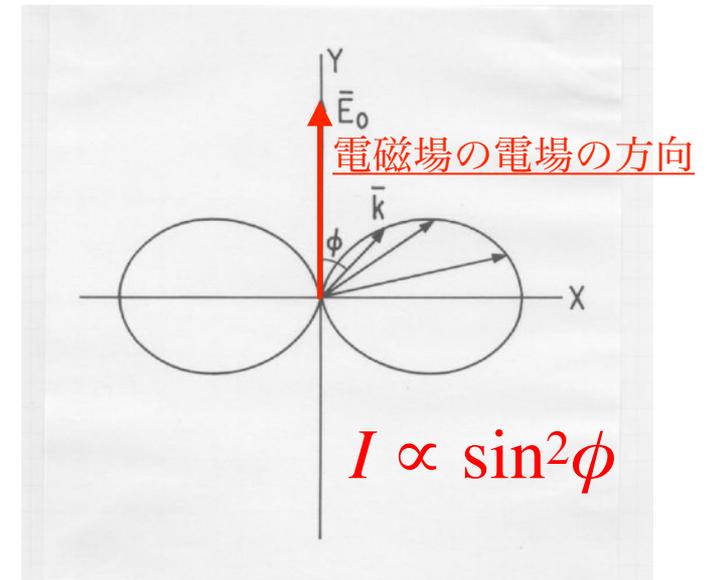


# レイリー散乱の詳しい扱い

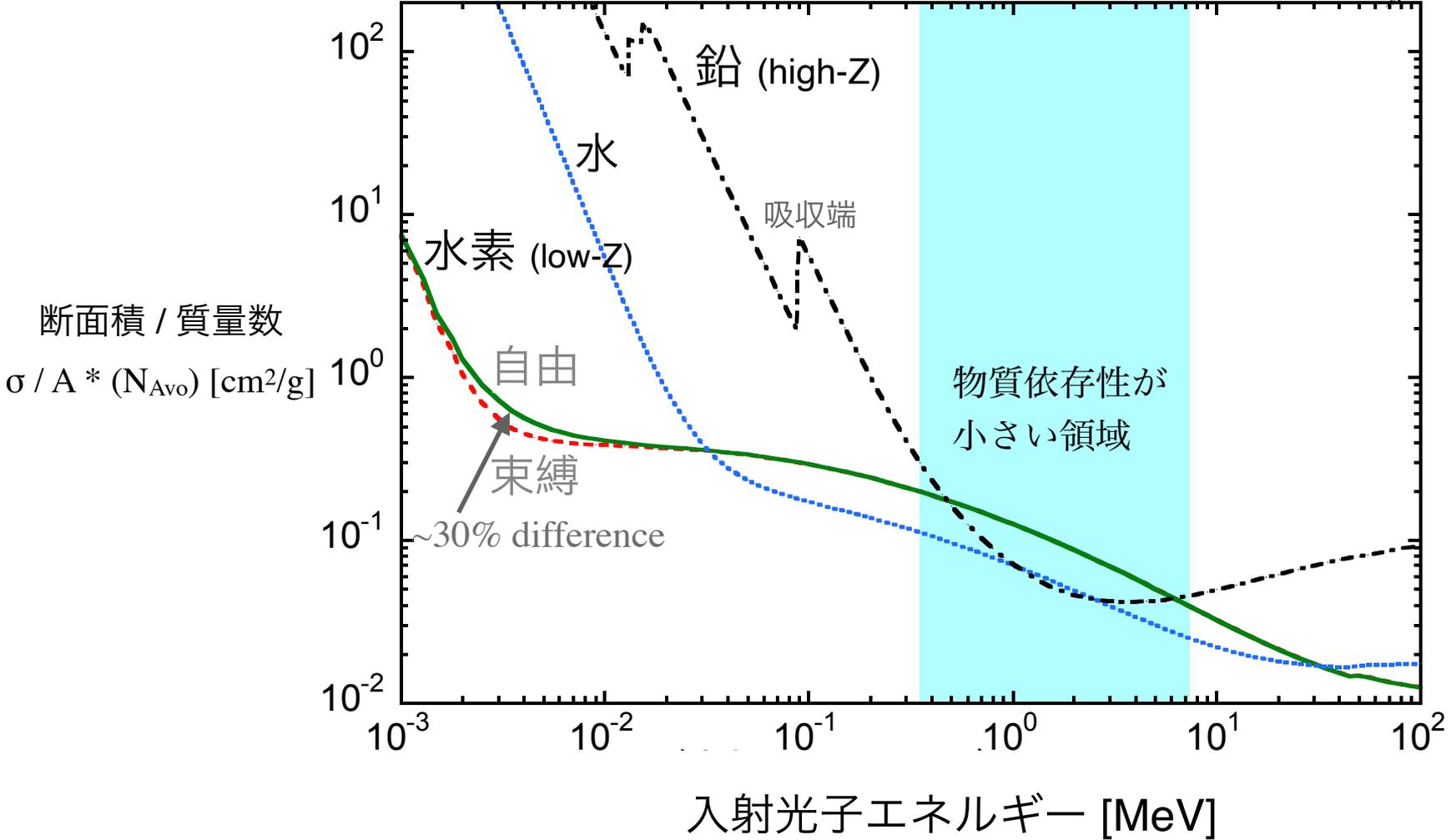
## 近在原子間の干渉効果 (オプション)



## 直線偏光光子散乱 (オプション)

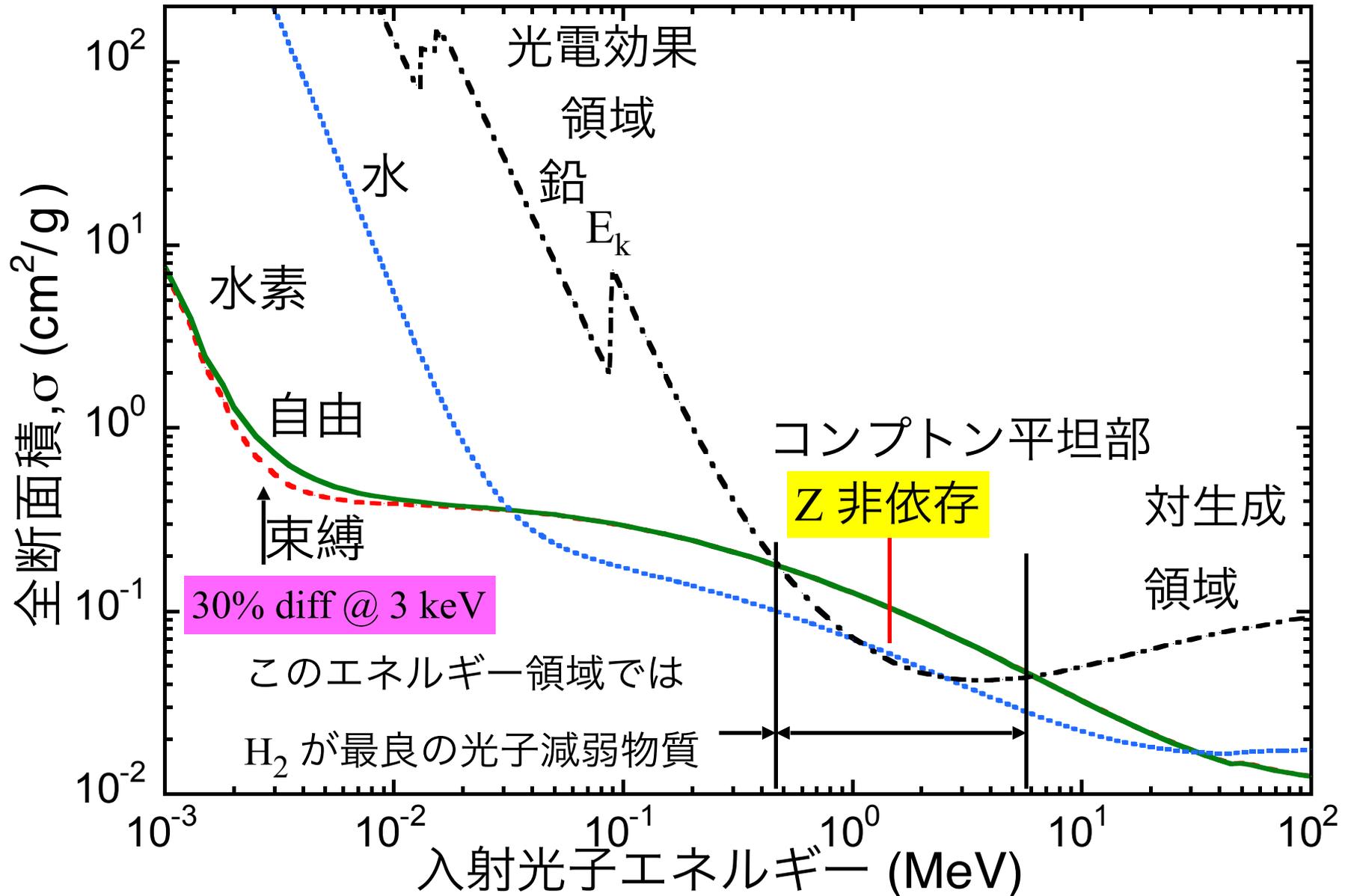


# 光子による全断面積のまとめ

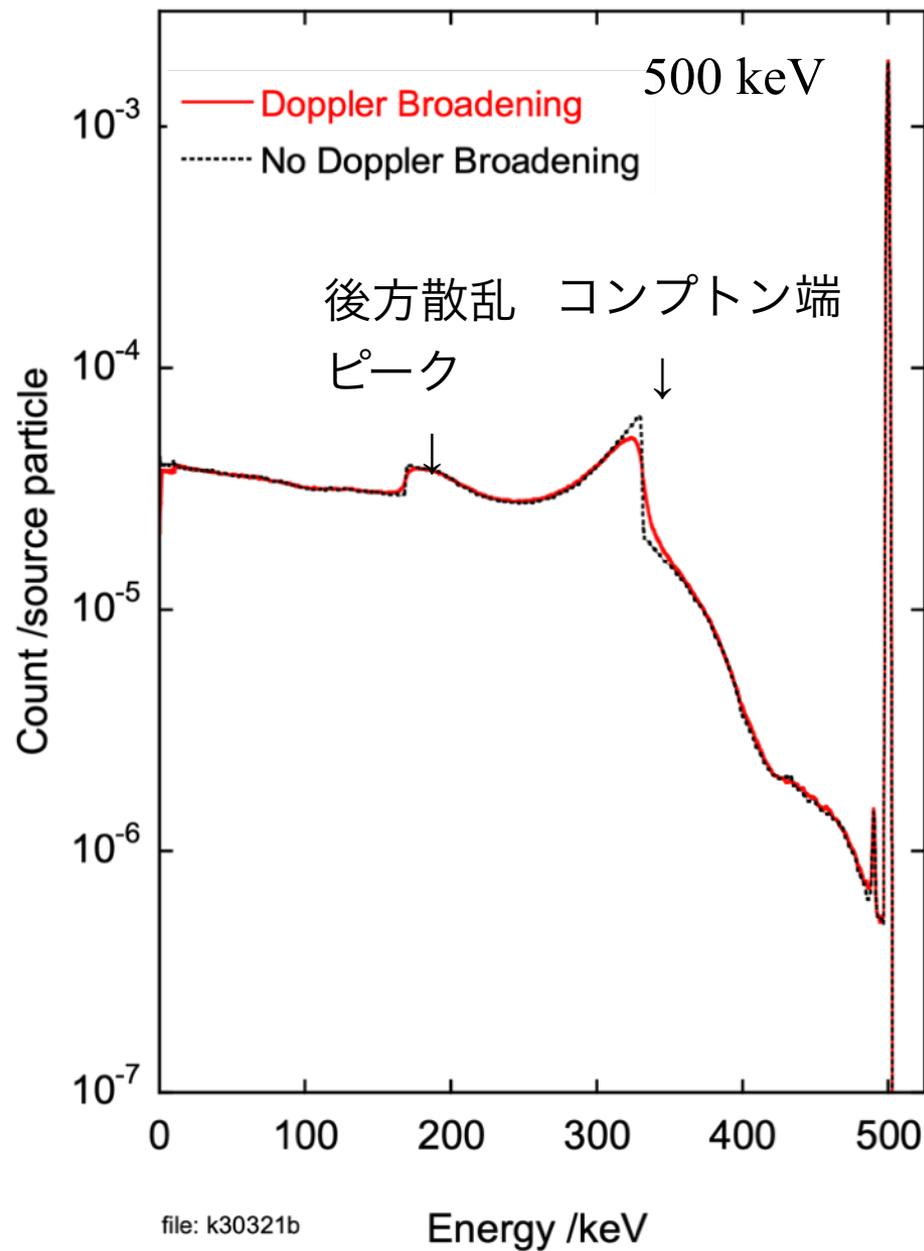
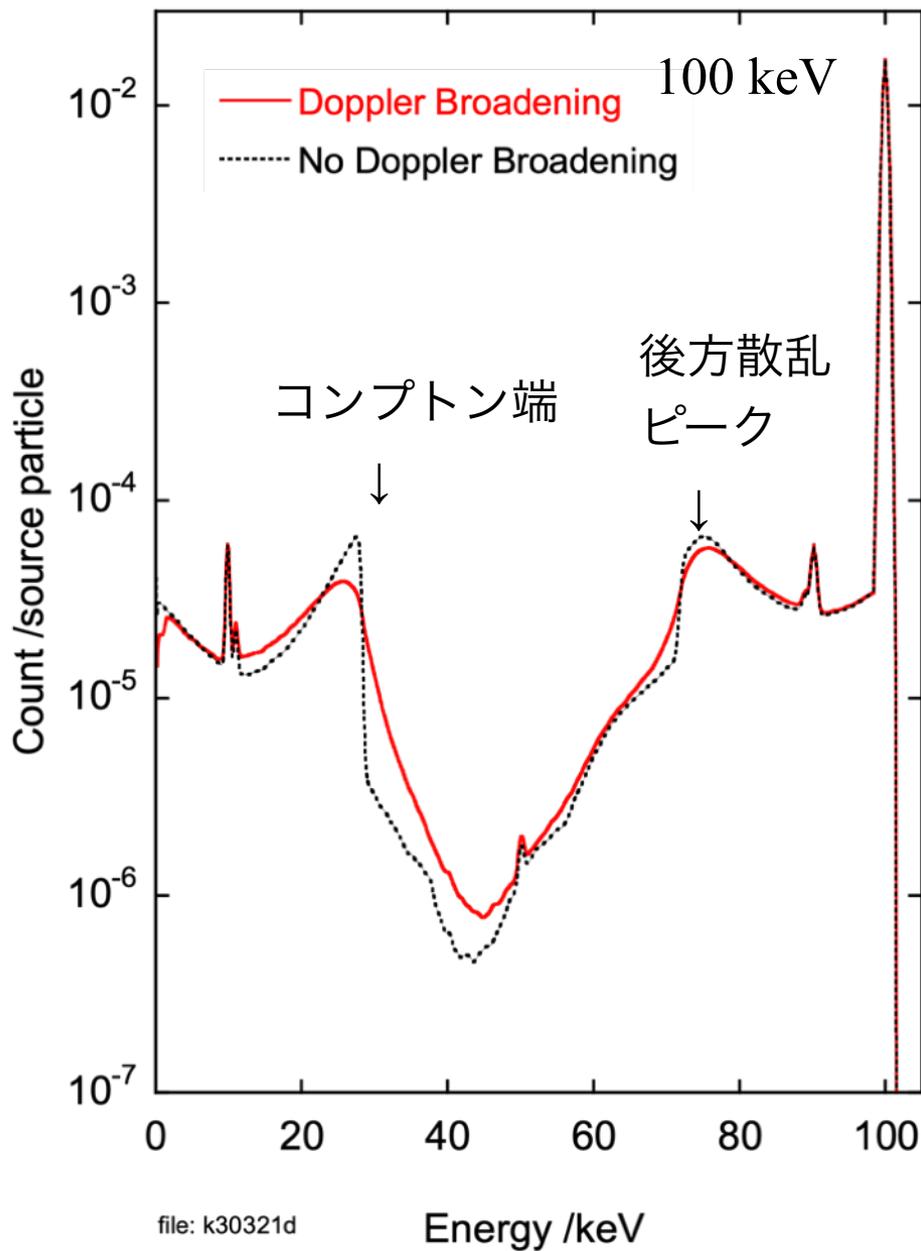


End of Photon Monte Carlo Simulation

# 全光子断面積のまとめ



# Ge 検出器の応答関数へのドップラーの影響



# 二重微分コンプトン散乱断面積

