

V_p/Q discrimination 法による DOI-PET 検出器の実現可能性の検討

Feasibility Study on Novel DOI-PET Detector Based on the V_p/Q Discrimination

○小川原 亮、石川 正純(北海道大)

°Ryo Ogawara, Masayori Ishikawa (Hokkaido Univ.)

E-mail: ryo.ogawara@gmail.com

LaBr₃:Ce シンチレータは、光電子増倍管の出力波形において α 線と γ 線でピーク付近に差が存在するという報告がある。そこで我々はピーク電圧 V_p と積分電荷 Q の比から α 線と γ 線の識別を可能とする V_p/Q discrimination 法を開発した。その研究成果は第 62 回応用物理学会春季学術講演会(2015.3.13, 13a-A19-5)で報告済みである。一方、無機シンチレータにおいては、電離密度によって発光時定数が変化するという報告があり、LaBr₃:Ce シンチレータにおける α 線と γ 線の V_p/Q 値の差も時定数変化に起因していると考えられる。我々は時定数の差が V_p/Q 値の差を表していることを示すため、Geant4 Monte Carlo code によってシンチレーション過程と可視光輸送計算、また光電子増倍管の応答関数を計算体系に組み込み光電子増倍管出力波形の再現を試みた。その結果シミュレーション波形は実測波形を非常に良く再現し、時定数を変化させることで α 線と γ 線の V_p/Q 値の差の再現に成功した。これらの結果より V_p/Q 値は時定数と等価な量であり、また高い時定数分解能を持つことが明らかになった。

V_p/Q discrimination は単一の読み出しにおいて複数の時定数識別が可能であり、それは近年開発が進んでいる Depth-of-Interaction (DOI) PET などに応用できる。GSO:Ce や LuAG:Pr シンチレータなどは、ドープ濃度を変化させることで時定数が変化するので、我々は Geant4 Monte Carlo code によって V_p/Q 値を利用した DOI 検出器の基礎検討を行った。その結果、GSO:Ce と LuAG:Pr を組み合わせることで 10 段の DOI 検出器を単一の読み出しで識別することに成功した。また、クロストークイベントは波形が交じり合い V_p/Q 値が逸脱した値になるため、本解析方法を用いる事でクロストーク除去が容易に可能であるということが明らかになった。

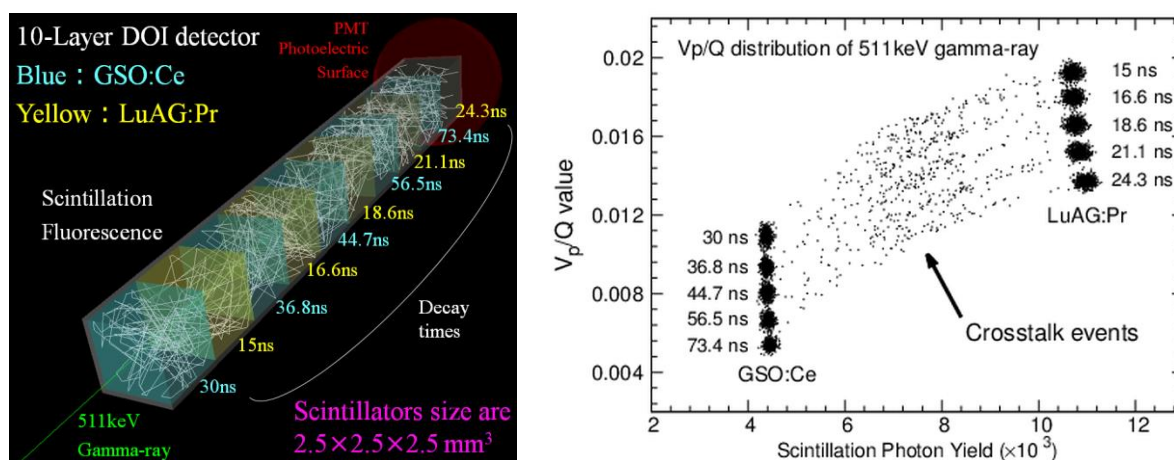


Figure 1. (Left) Geometry of the 10-Layer DOI detector using Geant4 Monte Carlo code. (Right) The V_p/Q distribution of total absorption events of 511 keV gamma-ray.