

# 演題番号. Proposal for Dosimetry System Using $e^+e^-$ Pair Production Events

Shota KIMURA, Yusaku EMOTO, Kento FUJIHARA, Hiroshi ITO, Naomi KANEKO,  
Hideyuki KAWAI, Atsushi KOBAYASHI, and Takahiro MIZUNO  
Graduate School of Science, Chiba University, JAPAN

## 1. 背景・目的

炭素線や陽子線といった粒子線は、止まる直前に大きなエネルギーを落とし、被曝線量はブラッグピークと呼ばれる曲線を描く。よってがん細胞を殺す能力が高いが、逆に少しでも位置がずれれば正常細胞だけが殺されてしまう。故に、粒子線治療においてブラッグピーク位置をモニターすることは非常に重要である。

## 2. 方法

今回提案する装置の概要をFig.1に示す。この装置は10 mm間隔に並んだ検出器20層、シンチレータブロックおよびビームモニターから成る。各層はLa-GPS板状シンチレータが波長変換ファイバー (WLSF) シートに挟まれた構造をしている。WLSFシートとは、直径0.2 mmのWLSF1500本を並べてシート状にしたものであり、シンチレータ板の前後でx,y方向に直交している。WLSFの端にはMPPCまたはPMTがついていて、エネルギー消費が起きたx,y座標を読むことができる。

La-GPS結晶では、入射ガンマ線のエネルギーが7 MeVのとき相互作用のおよそ半数が対生成事象であり、20 MeV以上ではほとんどが対生成事象である。荷電粒子がシンチレータ板を貫通するとおよそ0.7 MeVのエネルギーを消費する。対生成が起きた層でのエネルギー消費は不定だが、続く層では陽電子と電子が貫通するので、平均1.4 MeVのエネルギー消費が起きる。したがって、数層続けて1.1-2.1 MeVのエネルギー消費があった場合、その事象を対生成事象と判定できる。対生成事象では、発生した電子陽電子ペアはガンマ線の進行方向へ進むので、ペアの進行方向がわかればガンマ線の進行方向が決定できる。

## 3. 結果・考察

Geant4モンテカルロシミュレーションで陽子線、炭素線についてそれぞれ10 MeV以上、20 MeV以上のガンマ線がビームラインに沿って発生することを確認した。陽子線についてFig.2に陽子線の進行方向に沿った10 MeV以上および0.420-0.602 MeVのガンマ線の発生頻度を示す。この結果より、0.511 MeVガンマ線ではなく、10 MeV以上のガンマ線を利用するほうがブラッグピークを明瞭に確認できることがわかる。

また、Fig.3に示すとおり、今回示した方法で10 MeV, 20 MeV, 40 MeVのガンマ線についてそれぞれ33%, 85%, 97%以上の正答率で電子陽電子対生成事象と判定できることをGeant4モンテカルロシミュレーションで確認した。これは判定条件を工夫すれば更に向上できる。

## 4. 結論

ブラッグピーク位置では高いエネルギーのガンマ線が多く発生していることがわかった。また、高エネルギーのガンマ線について、対生成事象を用いることで入射位置と進行方向を高精度に決定できる可能性がある。

### 参考文献

- 1) Berger M J; et al.: NIST XCOM: Photon Cross Section Database  
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/html/xcom1.html>  
(retrieved on the 1st of December 2016)

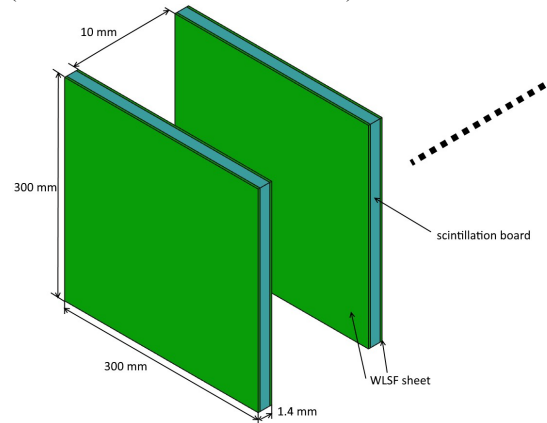


Fig. 1 A simple illustration of the system.

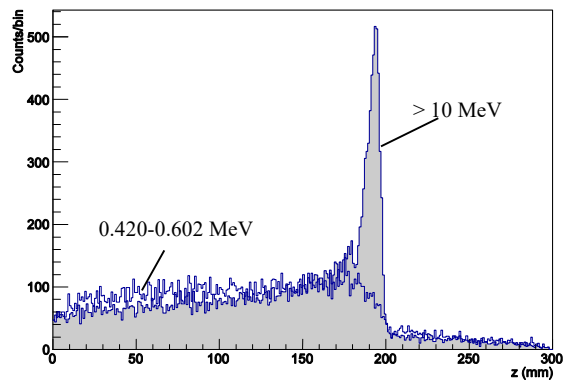


Fig. 2 Distribution of generated positions of gamma rays per  $10^6$  protons along the proton's travelling direction. Gamma rays' energy is over 10 MeV for gray and 0.420-0.602 for white.

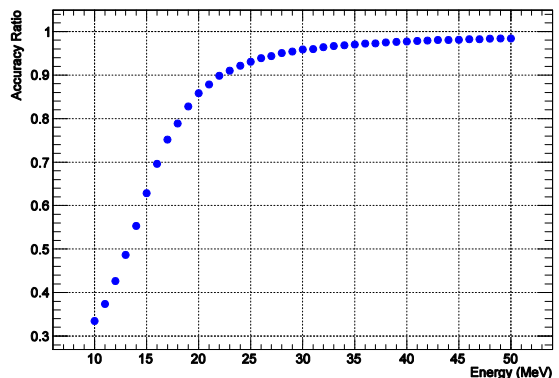


Fig. 3 Energy dependency of our system's accuracy ratio that is the ratio of well-judged events to events that are judged as pair production events. When gamma-rays' energy is 20 MeV, over 85% of judges are collect.

演題名：電子陽電子対生成事象を利用した生体内被ばく線量分布測定器の提案

所属：千葉大学理学研究科

代表著者 [連絡先住所]・e-mail：

木村翔太 [〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 理学部1号館317A]・shota\_kimura@hepburn.s.chiba-u.ac.jp