

近赤外光シングルフォトンカウンティング方式による 陽子線ブラッグカーブ測定

Bragg Curve Measurement in Near-Infrared Single Photon Counting Mode

日立研開¹, 北大医², 北大工³ ○上野 克宜¹, 田所 孝広¹, 高柳 泰介¹, 梅澤 真澄¹,

山田 貴啓², 藤井 祐介², 梅垣 菊男³

Hitachi, Ltd.¹, Med., Hokkaido Univ.², Eng., Hokkaido Univ.³ ○Katsunori Ueno¹, Takahiro Tadokoro¹,

Taisuke Takayanagi¹, Masumi Umezawa¹, Takahiro Yamada², Yusuke Fujii² and Kikuo Umegaki³

E-mail: katsunori.ueno.pa@hitachi.com

1. 目的

陽子線治療中に患者への照射線量をリアルタイムに計測することを実現するため、光ファイバ型オンライン線量計の開発に着手した。本線量計の特徴は、Nd:YAG から放射される 1064 nm ($^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{11/2}$) の近赤外光を利用することで、光ファイバを使用しても 6 MGy を越える耐放射線性が得られる点である⁽¹⁾。今回、Nd:YAG の陽子線に対する応答を評価するため、陽子線照射で生じた近赤外光をシングルフォトンカウンティング方式で計数し、水への付与エネルギーと Nd:YAG の計数値との関係を調査した。目標性能を、陽子線照射時の水中深度における出力分布(ブラッグカーブ)の飛程(出力 90 %位置)の測定精度 ± 1 mm 以下(基準：電離箱測定値)と設定した。

2. 試験及び評価

陽子線照射を北大・陽子線治療センターで実施した。図 1 に試作センサ設置状況を示す。 $\phi 0.7$ mm $\times$ 4 mm の Nd:YAG を石英光ファイバ(コア径 114 μ m)に取り付け、Al 製センサヘッド内に固定した。センサヘッドをシリコンガasketで水封し、水槽内に設置した。石英光ファイバのもう一端を、光バンドパスフィルタ(1060 nm $\pm$ 50 nm)を備えた光電子増倍管(浜松ホトニクス製 H10330B)に接続した。出力パルス(パルス時間幅 3 ns)をマルチチャンネルスケアラで計数した。

図 2 に 220 MeV 陽子線照射によるブラッグカーブを示す。飛程は電離箱測定値に対して +0.02 mm (設置誤差 ± 0.2 mm) となり目標を達成した。ピーク部分で試作センサの計数値が 7 % 減少したが、プラトー領域では電離箱測定値と良く一致した。陽子線照射による水への付与エネルギーと計数値がほぼ比例関係であることから、本線量計を相対線量計として適用できる見通しを得た。

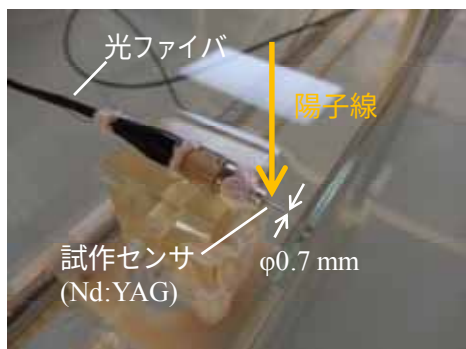


図 1 試作センサの設置状況(水面設置時)

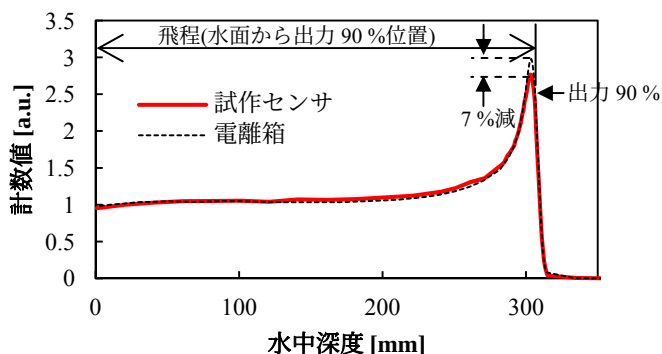


図 2 ブラッグカーブ測定結果(220 MeV)

(1)田所他 7 名、過酷事故用計装システムの研究開発の現状と展望 1. 光ファイバ型放射線モニタシステム、日本原子力学会 2015 年春の年会