



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	波高積分電荷比を用いた3次元シンチレータ発光位置弁別システムの開発〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	宮田, 賢人
Description	配架番号 :
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医理工学)
Dissertation Number	甲第15656号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90966
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Miyata_Kento_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（医理工学） 氏 名 宮田 賢人

	主査	教 授	石川 正純
審査担当者	副査	教 授	加藤 千恵次
	副査	教 授	合川 正幸

学 位 論 文 題 名

波高積分電荷比を用いた 3 次元シンチレータ発光位置弁別システムの開発
(Development of a data acquisition system for 3-dimensional position detection of scintillation using a Peak-to-Charge discrimination method)

陽電子放出核種を用いた断層撮像法である PET (Positron Emission Tomography) 装置では、視野辺縁部での空間分解能を向上させるために DOI (Depth of Interaction) 検出器が用いられてきたが、DOI 検出器では層状に積み上げられた複数のシンチレータからの信号を弁別する必要がある。これまでに多数の DOI 検出器が提案され、一部は実用化されているが、Peak-to-Charge Discrimination 法（以下 VpQ 法）というシンチレータ発光信号のピーク値と積分電荷量の比から信号波形の違いによる信号弁別法を使用することにより、さらなる性能向上が期待されている。VpQ 法を用いた DOI 検出器に応用する研究はシミュレーションベースで行われ、実測ではオシロスコープなどの班用計測機器による検証が行われていたが、本研究では、PET 装置に実装可能な計測装置を開発することにより、より現実的な性能評価が行われた。DOI 検出器による空間分解能の向上は特に小口径の PET 装置において特に有効であることから、頭部専用 PET 装置や小動物用 PET 装置などにおいて大幅な性能の向上が期待される。

合川教授より、シンチレータに賦活されているセリウム濃度の違いによって、減衰時定数が著しく変わり、同じセリウム濃度のシンチレータでも上部と下部で減衰時定数が異なるとのことであるが、セリウム濃度によって上部と下部での減衰時定数の差が大きく異なるのは何故かとの質問があり、セリウム濃度が高くなるほど上部と下部での減衰時定数の差が小さくなるためであるとの回答があった。また、製造時にセリウム濃度の制御は可能であるのかという質問に対し、結晶の生成過程に詳しくないが、濃度勾配を強く付けるのは現実的ではない、しかし特注であれば可能かもしれないとの回答がなされた。さらに、今後の改良に対して数値的な目標値はあるのかとの質問に対して、商用機の性能について説明したうえで、処理能力を 1.5 倍向上させることで現行の商用機と同等の処理能力となる旨の回答がなされた。

続いて加藤教授より、時間分解能 5×10^6 events/sec は現行の製品よりも遅いと思われるが、これよりも性能を向上させることは可能かという質問があり、現行機の時間分解能を決定している背景要因について詳細な説明を行ったうえで、タイミング信号を使用することで時間分解能を向上させることが可能であるという回答がなされた。

最後に石川より、計測装置システム一式を開発するにあたり最も苦勞した点について質問したところ、FPGA 内におけるデータ処理回路の設計が最も苦勞した部分であるとの回答がなされた。FPGA 回路の構築においては、2 万行を超えるコードを記載する必要があり、市販の PC のようにすでに準備されているものを使用するのではなく、処理回路をすべて自身が記述する必要があるため、開発項目およびコーディング・デバッグに相当な時間を要したことも説明された。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が博士（医理工学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。