

卒業論文概要書

2022年2月提出

所属学科	物理学科	氏名	岡崎優	学籍番号	1Y18A009-5
研究題目	陽子線治療と増感剤の治療効果可視化に向けた水ルミネセンスイメージング			指導教員	片岡 淳

【研究背景】

がんの治療法には大きく分けて放射線治療、手術、化学療法の3種類あるが、近年では化学放射線療法という、化学療法と放射線治療を組み合わせた治療法が注目されている。体内の薬剤が放射線の照射を受けて様々な反応を起こし相乗効果でさらなる治療効果が期待できる治療法であるが、化学放射線療法での効果が確認されている薬剤の中には、生体適合性や治療効果のメカニズムが明確に分かっておらず、実用化に至っていないものもある。本研究では、放射線治療の効果の増大と体への負担の低減のための新たな薬剤の実用化に繋げるべく、そのメカニズムと治療効果の増大のモニタリングに向けたルミネセンスイメージングの検証を行った。ルミネセンスイメージングとは Yamamoto *et al.*により提案されたチェレンコフ光閾値以下のエネルギーの放射線でも生じる新たな発光現象を撮影する手法で、その発光量の分布は放射線の線量分布と一致し、新たな線量モニタとしての応用の可能性が期待される。その発光機序を解明することで薬剤の治療効果のモニタに応用することが本研究の目的である。

【CCDカメラによるルミネセンス分光分布測定】

陽子線照射中の水のルミネセンスは分光器で検出できないほど微量であるため、特定波長以上の光のみ透過するフィルター(ハイパスフィルター)を取り付けた CCD カメラで撮影し、各フィルターでの発光量を比較することによりルミネセンスの分光分布を得た。その結果は図1の通りである。

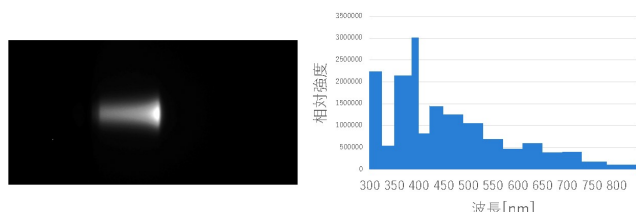


図1 発光画像とルミネセンスの分光分布

発光分布は実際に線量分布と一致し、ルミネセンスは325~350nmと400~422nmに谷が見られ、全体としては短波長ほど大きく長波長に向けて小さくなっていくといった形状のスペクトルを示すことが分かった。また、380nm~400nmは特に発光量が大きく、特徴的な構造を示している。

【CCDカメラによるルミネセンス深度分布測定】

陽子線照射中の水のルミネセンスの、各波長帯での深度分布を比較することにより発光成分の分離を試みた。深度分布はブラッグピークまでの深度を五等分し各領域での発光量を求めた。

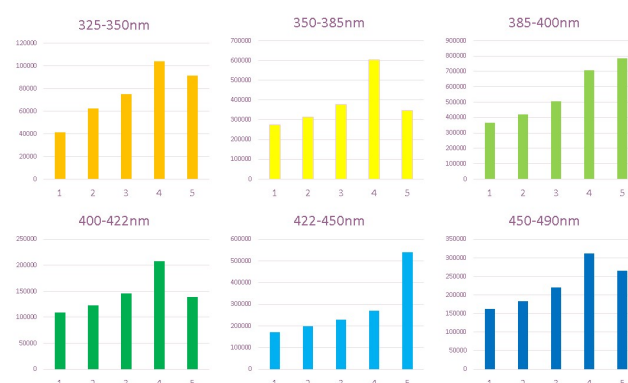


図2 325~490 nm での発光量深度分布

図2に325~350nm, 350~385nm, 385~400nm, 400~422nm, 422~450nm, 450~490nmの結果のみ示す。各波長帯の発光量の深度分布は、ほとんどがブラッグピークの手前で最大値をとったのに対し、385~400nmと422~450nmはブラッグピークの位置で最大となるといった違いが見られた。

【まとめと今後の展望】

以上の結果から、ルミネセンスは単一の起源から発光するものではなく、複数の起源からの発光が組み合わさり観測されているということが分かった。

今後は1nm単位でのより精密なスペクトルの取得を目指す所存である。さらに、今回の実験の信頼性を評価するため、同じ条件での再現実験も行いたい。また、分光分布の測定や深度分布の解析により見つかった特徴的な波長成分の起源の検証のため、より化学的なアプローチでの実験も織り交ぜながら放射線による物理現象の解明に努めていく。

さらに、深度方向の解析で見られたブラッグピークより手前で最大値をとるという特徴は、陽子線照射時の即発ガンマ線の分布と近い特徴である。陽子線のエネルギーがチェレンコフ光閾値以下であっても、発生する即発ガンマ線はわずかながらチェレンコフ光を発生させるため、いかにそれ以外の発光と分離するかが特に今後の課題である。