



放射線照射によるチェレンコフしきい値以下での水の発光現象

平野祥之¹, 小森雅孝¹, 北尾洋平¹, 小野田大地²

1 名古屋大学大学院医学系研究科医用量子科学講座

2 名古屋大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

キーワード：放射線による水の発光, 低エネルギーX線, チェレンコフ光

1. 背景と研究目的

放射線治療において、水ファントムの電離箱による線量分布測定は、照射装置の品質保証の一環として定期的に行われている。新しい線量分布測定として、短時間で測定できる放射線照射における水の発光（可視光）を CCD カメラで撮影する方法が提案されている。これらの発光現象はチェレンコフ光以外にもチェレンコフしきい値以下（電子の水におけるしきい値は約 260 keV）の領域における発光が確認された¹⁾。本研究では、前回取得した水の発光スペクトルの再現性を確認し、発光分布と線量分布を比較することを目的とし、水の発光に関する基礎データを取得する。

2. 実験内容

ポンプによる純水の循環システムを用いて直径約 8 mm の水柱をつくり、11 keV(1.12 Å)の低エネルギーX線を照射し、5つの短波長カットフィルタを高感度 CCD カメラの前において、その発光強度からピン幅が 100 nm のスペクトルを取得した。前回用いた CCD カメラより紫外域に感度が高い CCD カメラ (BU-54UV)と紫外用レンズを用いて測定し、前回の結果を再現するか確認した。解析には CCD カメラの量子効率とレンズの透過率を考慮してスペクトルを算出した。また発光分布をモンテカルロシミュレーションにより得られる線量分布と比較した。

3. 結果および考察

Fig.1(a)は、X線照射による水の発光画像である。またそのプロジェクションとシミュレーションの線量分布の結果を Fig.1(b)に示す。指数関数でフィッティングしたところ、実験から得られる減衰係数は 0.38 mm^{-1} であり、シミュレーションでは 0.37 mm^{-1} であった。また文献から得られる線減弱係数は 0.40 mm^{-1} である。以上のことから発光分布は線量に比例していると考えられる。

Fig.1(c,d)はフィルタを用いた測定から得られたスペクトル（前回 c と本実験 d）である。感度が異なるカメラを用いたが同程度のスペクトルが得られ、スペクトル測定の実験結果の再現性を確認できた。

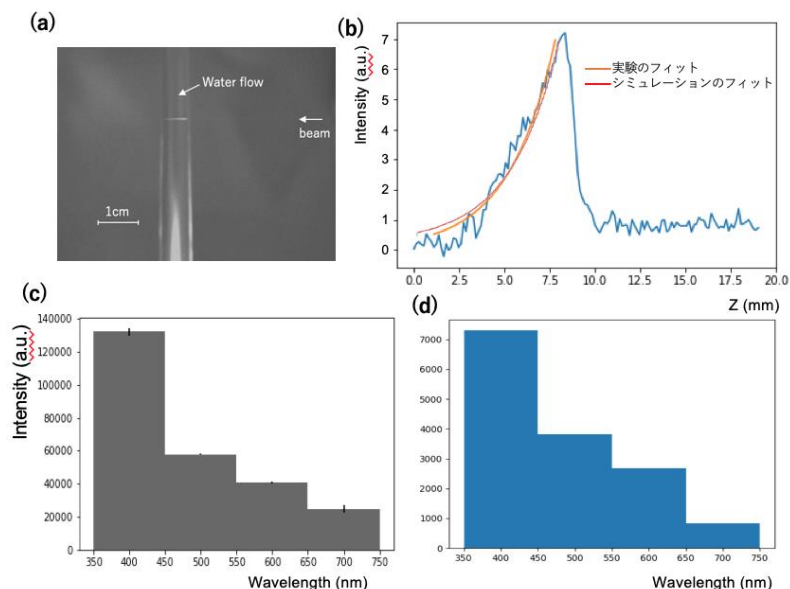


Fig1 水柱の光学画像と発光分布の重ね合わせ(a)。発光分布およびシミュレーションのプロジェクションと指数関数でのフィッティングの結果(b) 発光スペクトル（前回 c と本実験結果 d）

4. 参考文献

1. Yamamoto S, Toshito T, Okumura S and Komori M 2015 Luminescence imaging of water during proton-beam irradiation for range estimation Med. Phys. 42 6498–506