

3.3 ガン治療のための微小平行平板ビーム生成

現在医療の分野においてガン治療のために放射線治療が用いられている。ガン細胞に放射線を照射することによって腫瘍組織を破壊することを目的としており、この放射線を生成する治療装置として電子線形加速器などが用いられている。この放射線治療の際に微小平板状のビーム、数十 μm 幅の放射線ビームを用いることで正常細胞への影響を小さくし、ガン細胞を選択的に破壊できることが報告されている。^[7] 一回の線量 625Gy でも皮膚にはほとんど放射線障害が残らず担癌動物に延命効果が見られるという報告もある。^[8]

このような微小平板ビームは指向性の良い放射光のような装置を用いてのみ効率的に生成することができるため、これまでの研究は主に放射光施設において行われてきた。しかしながら実際に現場でこのような治療を考えた場合には、これまで用いられているような小型な装置で微小平板ビームを生成する必要がある。そこで我々はマルチバンチビームの生成によって大強度な電子ビームを得られたため、このような微小平板ビーム生成試験を始めている。これによってまずは低線量でも微小平板ビームを生成し、放射光で生成したものと同様の特徴・指向性があるかを確認することを目的としている。

まずは電子ビームによって治療用放射線である制動放射光を生成し、線量を測定することから着手した。ターゲットとしては、シミュレーションによって厚さを最適化したタンタル板 (厚さ 2mm) を用いた。電子ビームの電流量に対する線量の測定結果を図 10 に、ターゲットから 120mm 下流での制動放射線のプロファイルを図 11 に示す。線量の測定には電離箱を用い、カソードへの

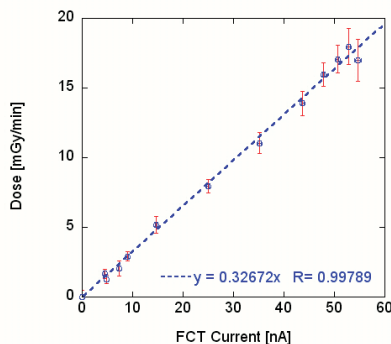


図 10: 電子ビーム電流量に対する制動放射光線量測定結果

入射レーザー強度を変えることによってビーム電流量を調整した。実際にビーム電流に比例した線量が生成されていることがわかる。また、図 11 より制動放射光の発散角が算出できる。予想していた通りではあるが、発散角は 365mrad と大きく、微小平板で切り出した場合には効率が非常に低いことが予想される。

現在、微小平板切り出し用のスリットシステムは製作中であり、まずは太い幅から平板ビームを生成し、その評価を行っていく予定である。

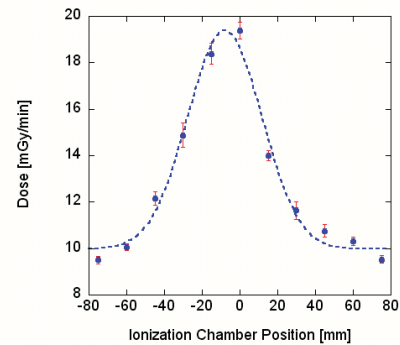


図 11: 120mm 下流での制動放射光のプロファイル

4. まとめと今後の課題

我々は早稲田大学喜久井町キャンパスに設置しているレーザーフォトカソード RF 電子銃を用いて様々な応用研究を行っている。RF 電子銃空洞・フォトカソード材料を改善したことによって応用研究に対しても様々な展開が可能となっており、新たな試みや新たな応用実験も始めているところである。レーザーコンプトン散乱としては、ナノバンチ生成を利用したコヒーレント X 線生成の検討を始めており、Slit & Kick 法という新たな手法を提案した。パルスラジオリシス研究としては、プローブ光として新しい材料である PCF を用いたシステム構築を開始しており、すでに一定の成果を挙げるとともに今後の展開が期待できる。新たに始めた応用研究として、ガン治療を目指した微小平板ビーム生成に関しても言及した。正常細胞と癌細胞を選択する手法として放射線の形状のみを用いる非常にユニークな手法であり、電子銃のみで生成した電子ビームによってこのような微小平板ビームが生成できれば非常に大きなインパクトを与える研究になりうる。今後、これらの応用研究を推進するとともに、いまだ十分でないマルチバンチビーム生成システムの改善やビームの性能評価など行っていく予定である。

参考文献

- [1] K. Sakaue et al., Proc. of Parti. Accel. Soc. Meeting 2009, 592 (2009).
- [2] Y. Kato et al., Proc. of LINAC Conference 2008, 624 (2008).
- [3] Y. Yokoyama et al., Proc. of this conference, WEPS092.
- [4] K. Sakaue et al., Rad. Phys. Chem., 77, 1136 (2008).
- [5] A. Fujita et al., Proc. of PAC '09, TU6PFP027 (2009).
- [6] H. Nagai et al., Nucl. Instrum. Meth. B, 265, 82 (2007).
- [7] Slatkin, et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 92, 8783 (1995).
- [8] Laissue JA, et al., Int. J. Cancer 78, 654 (1998).