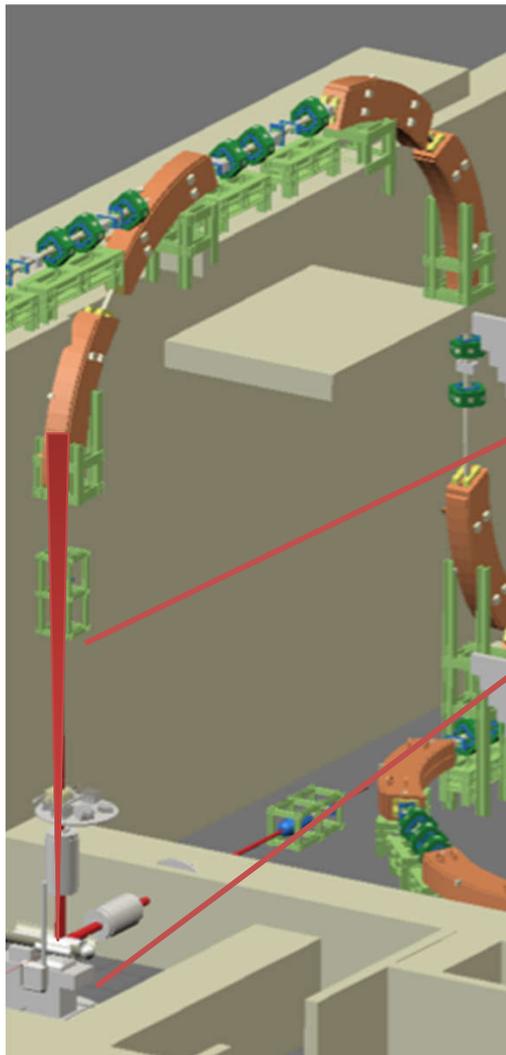


# 重粒子線マイクロサージェリー技術開発研究

微小な病巣を精度良く狙い、精度を担保しながら微小なビームで切れ良く短時間で照射する。照射後、実際の照射領域を確認し治療の精度を保証する。



技術の新規性：ビームを病変に向けて収束させると共に、コリメータで横への広がりを抑制する

高精細FPDで微小病変を捉え、Lock-on信号を出す

A

重粒子線マイクロサージェリー  
(直径1mm以下の細いビームで  
小さな病巣を治療)

B

炭素線と同時にX線の照射  
を行い、小さな病巣の位置  
を連続的に精密に確認

C

重粒子線を照射した位置  
を可視化して確認

治療後すぐに可視化し、照射部位を  
計画と照合する



# 重粒子線による治療対象の拡大

- 聴神経腫瘍などの頭蓋底腫瘍では、手術や定位放射線手術で神経症状を出さずに治療することが困難である。
- ふるえ・てんかん・難治性疼痛・精神疾患などでは、神経核レベルへの精緻な高線量照射の成否が結果を大きく左右する。
- シャープで微細な炭素線ビームを用いれば、脳腫瘍に対して神経麻痺のない治療、機能性脳疾患の短期間で症状改善が期待できる。

大きな「がん」  
治療を得意と  
して適用拡大

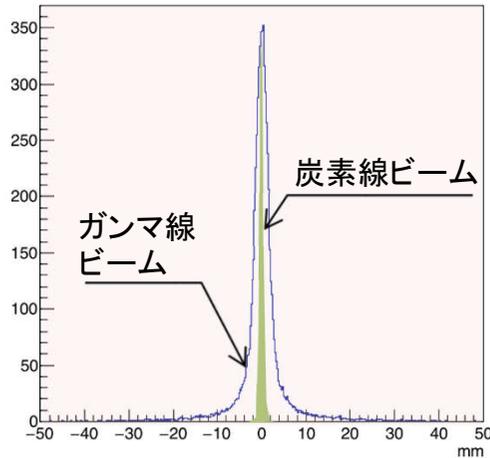


「非がん」疾患に  
まで適用を拡大  
群馬大学発

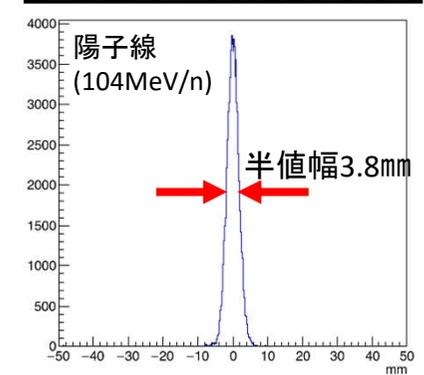
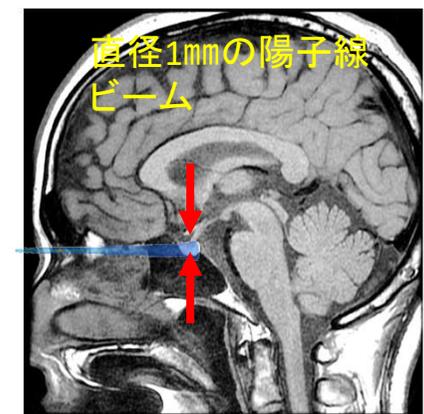
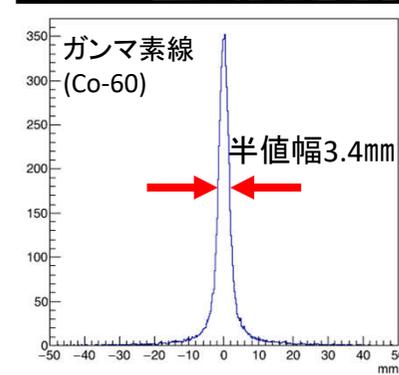
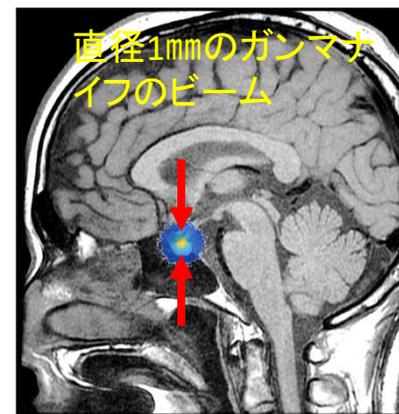
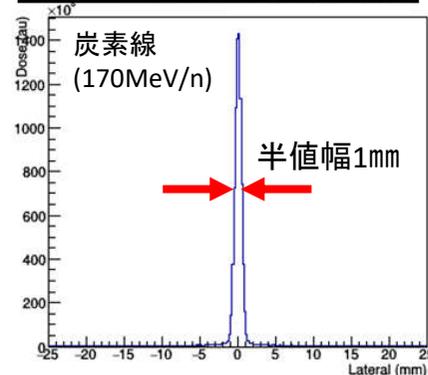
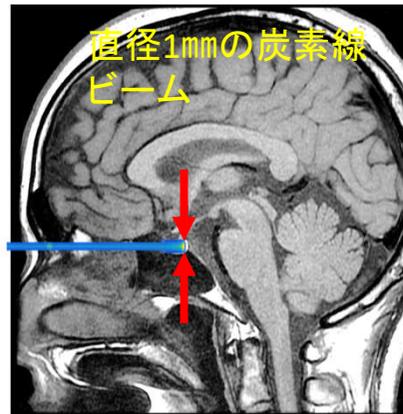
# 重粒子線マイクロサージェリー技術

がんなどの局所性疾患の微小病巣を、超高精度でごく短時間に、切らずに放射線治療する技術

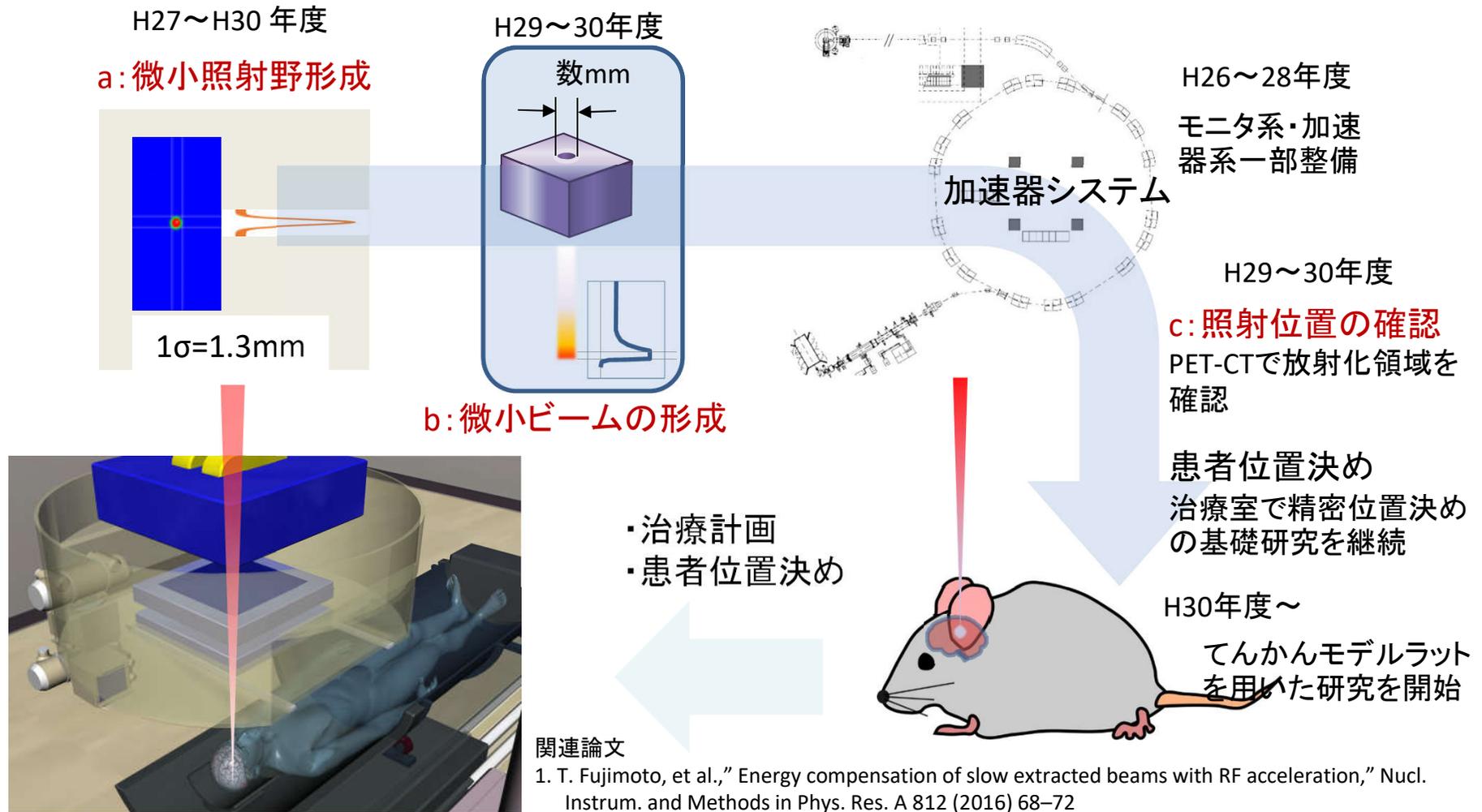
計算で比べる炭素線・ $\gamma$ 線と陽子線のビームのサイズ



炭素線ではビームの裾野が大幅に小さくなっていることが分かる



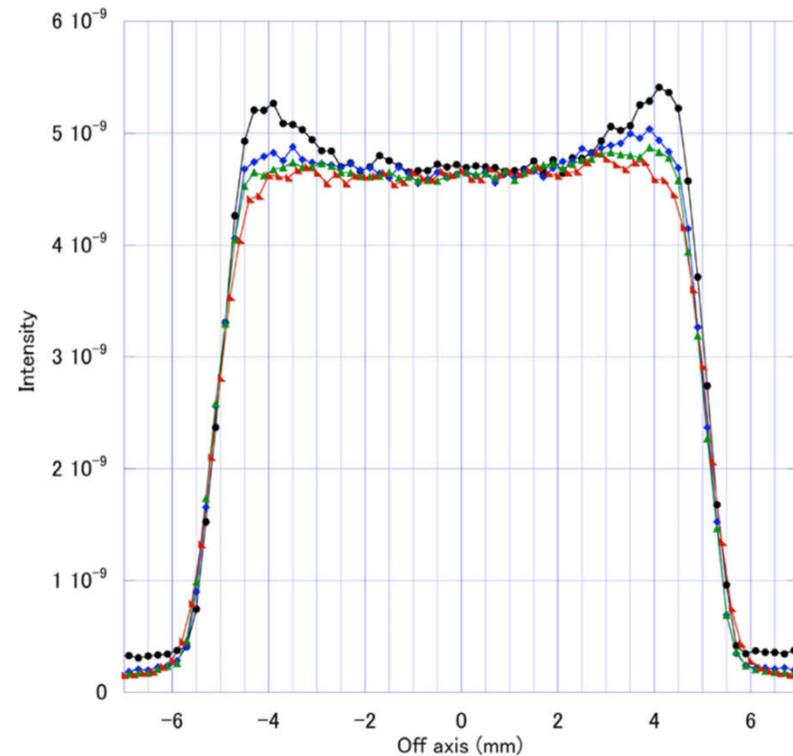
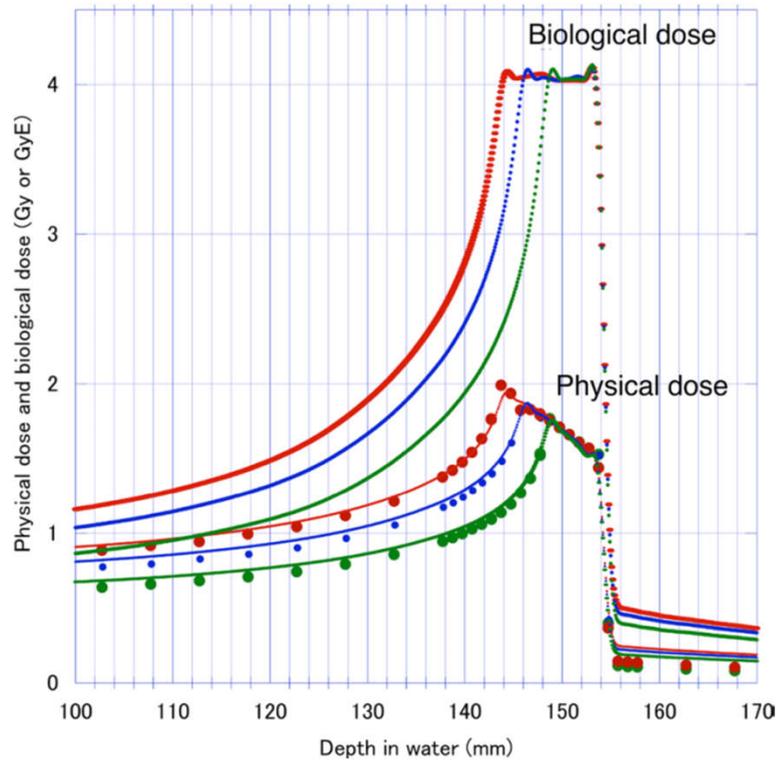
# 重粒子線マイクロサージェリー 研究開発の進展



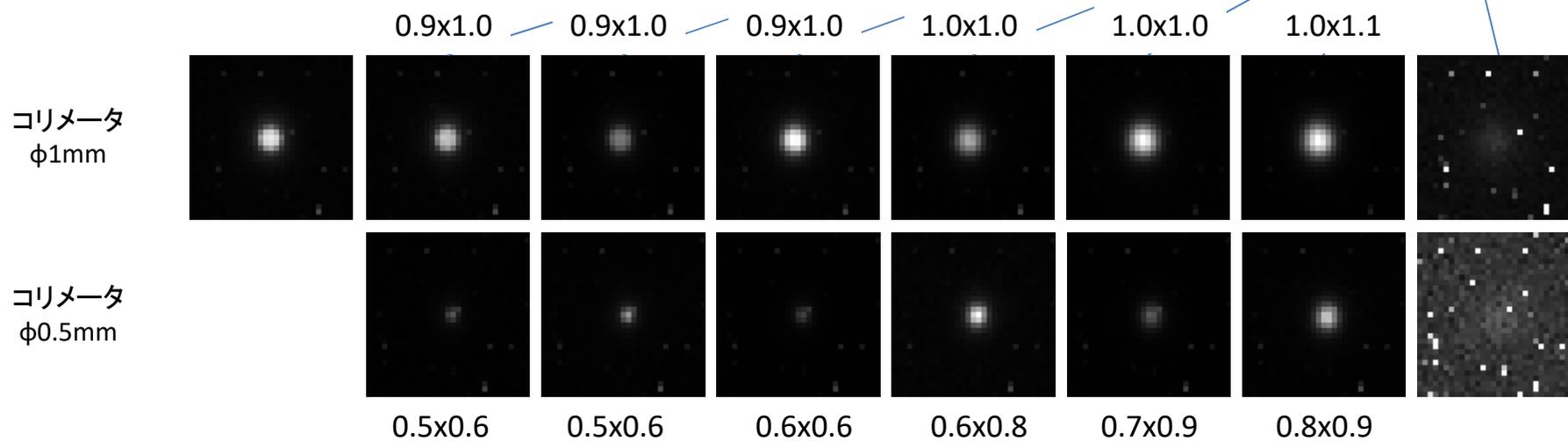
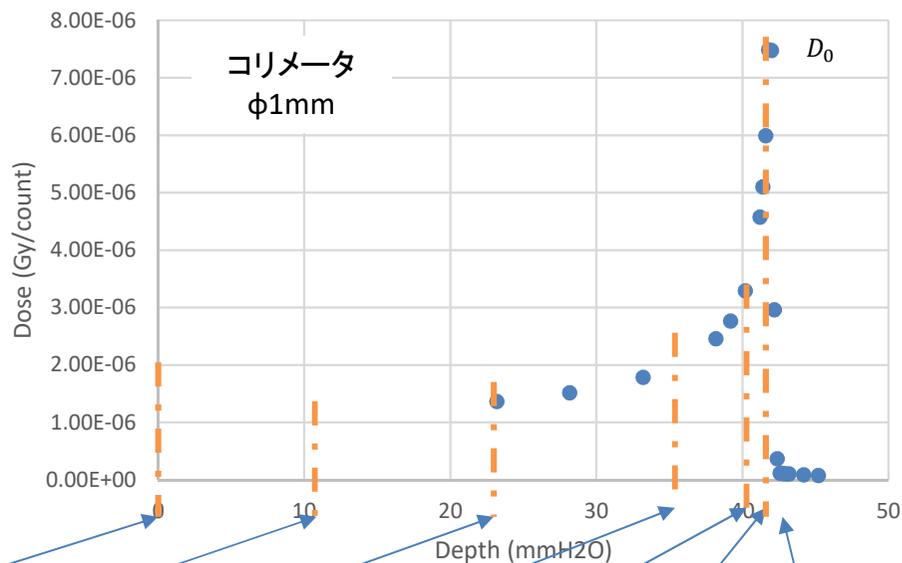
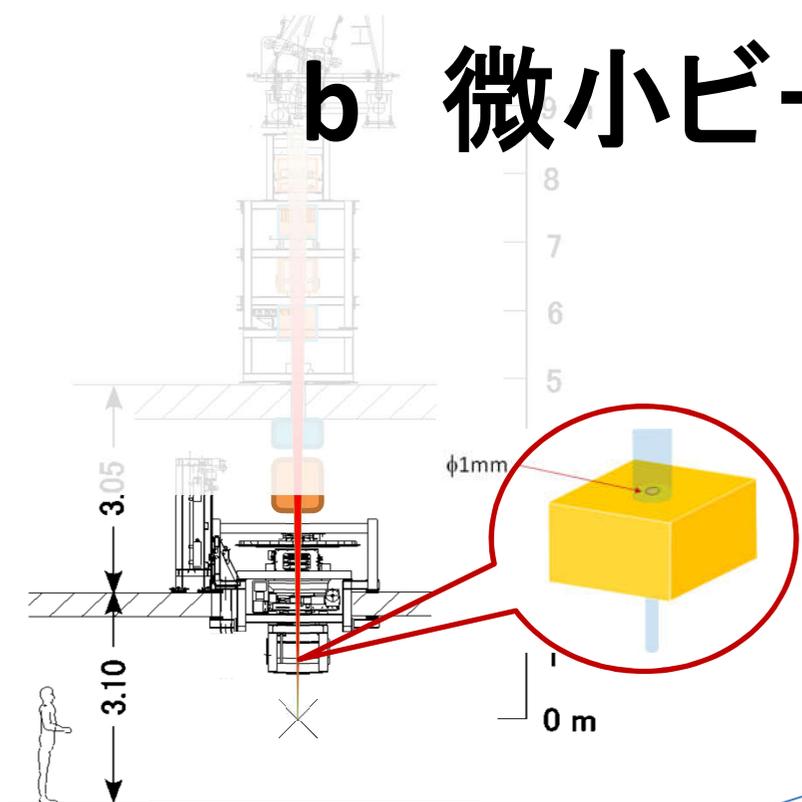
1. T. Fujimoto, et al., "Energy compensation of slow extracted beams with RF acceleration," Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res. A 812 (2016) 68–72
2. H. Souda, et al., "Improvement of Scanning Irradiation in Gunma university Heavy Ion Medical Center", Proc. of 7<sup>th</sup> Int.I Particle Acc. Conf., 1914-1916 (2016)
3. Mintra Keawsamur, et al., "Development of stereotactic radiosurgery using carbon beams (carbon-knife)," *Phys. Med. Biol.* **63** (2018) 045024 (12pp)
4. M. Tashiro, et al., "Dose distribution reconstruction of carbon-ion beams for carbon-knife," 57<sup>th</sup> Annual. Conf, of the Particle Therapy Co-Operative Group

# a: 微小照射野形成

- ビームスキャンニング方式を活用して、 $2\text{mm} \times 2\text{mm} \sim 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ の小さい照射を形成
- 学位論文のテーマとして研究開発
  - ◆ H30年6月(3年修了)に学位授与された

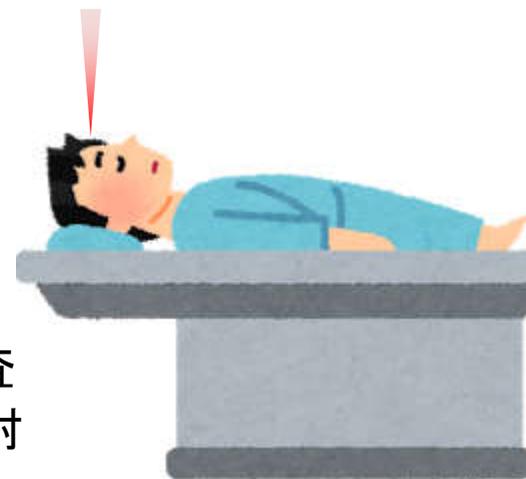
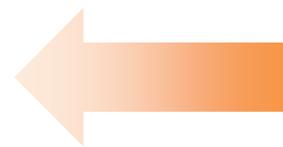


# b 微小ビームの生成試験



Central Dose Rate  $\dot{D}_p$  51.9 Gy/s

# c 照射領域の確認 PET-CTの活用



治療照射終了後、  
すぐにPET-CTで検査  
照射領域が強く放射  
化されて、PET撮影  
が可能

## 微小ビーム照射によるAA-PET

