

# 炭素線飛程測定手法の開発

## ☆ 背景

重粒子線は飛程終端で高い殺細胞効果を示す。そのため、飛程終端と腫瘍位置を合わせることによって副作用を低減しつつ高い治療効果を得ることができる。しかし、治療中に体内での重粒子線の飛程を測定する手法は確立されておらず、現在は計算に頼っている。治療中の体内での炭素線の飛程を測定できれば、より正確に腫瘍に照射することができるため、治療効果を高めることができる。

群馬大学は量研機構との共同研究において、制動X線を用いることで炭素線の飛程を測定できる可能性を示してきた。本年度は群馬大学重粒子線センターの治療装置を用いた実証実験を行った。

## ☆ 実験方法

ビーム条件

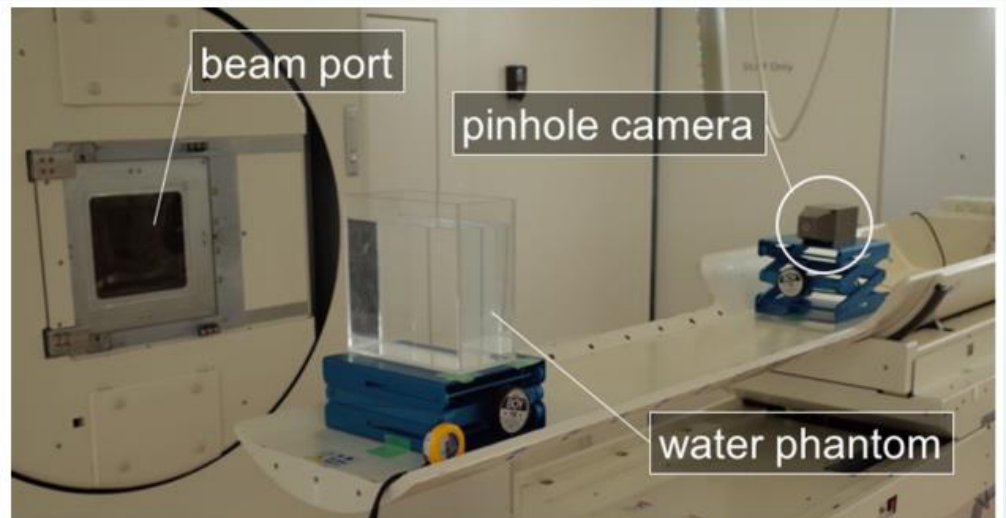
- ・ 290MeV/u
- ・ ペンシルビーム
- ・  $4.7 \times 10^{11}$  carbons

Phantom

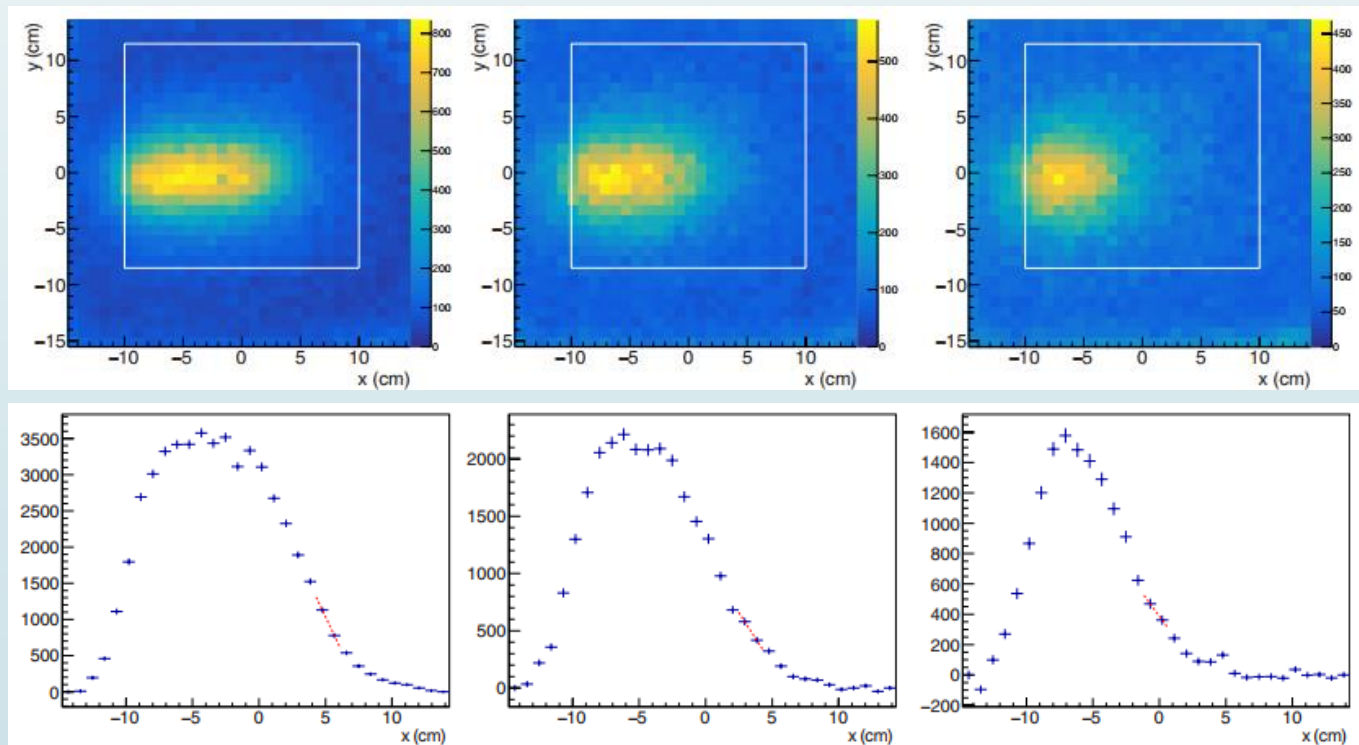
- ・  $10 \times 20 \times 10$  cm<sup>3</sup> の水槽

検出器

- ・  $2 \times 2 \times 0.1$  cm<sup>3</sup> GAGGシンチレータ
- ・ タングステン ピンホール (0.15 cm $\phi$ )
- ・ ファントムからの距離 98 cm



## ☆ 実験結果



レンジシフター厚： 0 [cm]

2.5 [cm]

5.0 [cm]

ピンホールカメラで得られた画像（上段）におけるビーム軸上の画素値プロファイル（下段）を用いて飛程位置を計算した（右表）。

その結果、計算によって求められた飛程位置と実験から推定された飛程位置が良く一致した。

レンジシフター厚	0 [cmWEL]	2.5 [cmWEL]	5 [cmWEL]
計算値	4.87	2.35	-0.16
実測値	5.54 (±0.12)	3.01 (±0.24)	-0.55 (±0.31)
誤差	0.67	0.66	-0.39

- ・ Yamaguchi et al., "Imaging of monochromatic beams by measuring secondary electronbremsstrahlung for carbon-ion therapy using a pinhole x-ray camera", PMB, 2017
- ・ Yamaguchi et al., "Imaging of a monochromatic beam by measuring secondary electron bremsstrahlung for carbon-ion therapy", IEEE NSS/MIC abstract, 2017
- ・ Yamaguchi et al., "FEASIBILITY STUDY ON IMAGING OF A MONOCHROMATIC CARBON BEAM BY MEASURING SECONDARY ELECTRON BREMSSTRAHLUNG, MMND-ITRO2018