

## PVA-KI ゲル線量計への He イオン照射効果の検討

Examination of Helium-ion irradiation effect on PVA-KI Gel dosimeter

\*青木 祐太郎<sup>1</sup>, Glenn Harvel<sup>2</sup>, 久米 恭<sup>3</sup>, 畑下 昌範<sup>3</sup>, 佐倉 俊治<sup>4</sup>, 砂川 武義<sup>1</sup>

<sup>1</sup>福井工大, <sup>2</sup>オンタリオ工科大, <sup>3</sup>若狭湾エネ研, <sup>4</sup>ニュークリアテクノロジー

放射線がん治療において、放射線の可視化および評価技術としてゲル線量計が注目されており、本研究室では PVA と KI を使用し、PVA のヨード反応を利用した PVA-KI ゲル線量計を開発した。粒子・重粒子線治療においては、高 LET 粒子線のブラッグ曲線を形成する特性を正確に反映させ評価することは重要である。本研究では、He イオン照射した PVA-KI ゲルのブラッグ曲線およびブラッグピークの測定を行い、また、モンテカルロシミュレータによる計算から、PVA-KI ゲルへの照射効果の検討を行った。

**キーワード**：ゲル線量計、放射線治療、He イオン照射、PHITS

### 1. 緒言

放射線がん治療において、正確な線量分布の評価のために可視化技術としてゲル線量計が注目され、研究・開発が行われている。粒子・重粒子線治療はブラッグピークを持つ特性から、正常組織への影響を軽減することができ、より高い治療効果と副作用の軽減が期待できる。そのため、ブラッグピークの特性を正確に反映し、評価ができるゲル線量計が求められる。本研究室において、PVA 水溶液と KI を使用し、PVA-KI ゲル線量計(PVA-KI ゲル)を開発した<sup>[1]</sup>。本研究では、PVA-KI ゲルに対し He イオン照射を行い、光学的にブラッグ曲線およびブラッグピークの測定を行った。測定結果とモンテカルロシミュレータによる計算結果との比較、解析を行い PVA-KI ゲルの粒子線による効果の検討を行った。

### 2. 実験

若狭湾エネルギー研究センターの所有する多目的シンクロトロン・タンデム加速器を使用し、220 MeV の He イオン照射を行った。PVA-KI ゲルは吸光度測定用 PMMA 製ディスポセルに封入して実験試料とし、ビームラインに沿って 3 本並べて設置して積算線量で 20 Gy の照射を行った。紫外可視分光光度計による吸光度測定と、画像解析による RGB 値測定を組み合わせ、線量評価手法を用いた<sup>[2]</sup>。モンテカルロ計算は PHITS(ver. 3.16)を使用し、照射実験の体系におけるブラッグピークの計算を行った。

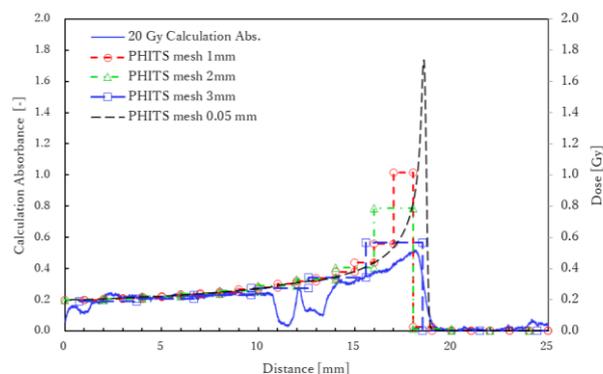


図1 測定結果と PHITS の計算結果

### 3. 結果および考察

図1に実験測定結果より算出した吸光度と PHITS の計算結果の比較を示す。ここで、0~0.1 cm、1.1~1.4 cm における吸光度の急増減は、2本のディスポセルの壁の部分を反映していることによる。メッシュ幅が最小設定のときブラッグピークの位置は実験測定結果のブラッグピークに相当する位置と一致している。また、メッシュ幅を広くするとブラッグピークの情報鈍化し、吸収線量は実験測定結果の吸光度に近づくことが分かり、メッシュ幅が 3 mm のとき本実験測定結果を再現することができた。これらの結果から PVA-KI ゲルはブラッグピークの特性をよく反映できていると考える。詳細は講演時に報告する。

**参考文献** [1] T. Sunagawa, G. Harvel, Y. Aoki et al.: Memoirs of Fukui University of Technology, vol.47 pp.105-110 (2017).

[2] 柴岡, 青木ら, “PVA-KI ゲル線量計を用いた線量評価技術研究②”, 日本原子力学会 2019 年春の年会, 1H02.

\*Yutaro Aoki<sup>1</sup>, Glenn Harvel<sup>2</sup>, Kyo Kume<sup>3</sup>, Masanori Hatashita<sup>3</sup>, Toshiharu Sakura<sup>4</sup> and Takeyoshi Sunagawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fukui Univ. of Tech., <sup>2</sup>Ontario Tech Univ., <sup>3</sup>WERC, <sup>4</sup>Nuclear Technology Inc.