

がん FLASH 陽子線治療の安全性の向上に寄与 ～ 超高線量率陽子線による水の発光の可視化に成功 ～

【本研究のポイント】

- ・FLASH 陽子線治療は、がん周辺の正常組織の障害軽減を可能にする新たな治療法として注目されている。
- ・FLASH 陽子線によって照射された水からの発光を撮影することに成功し、線量分布を測定することができた。
- ・この方法は、迅速で簡単な品質保証に適し、FLASH 陽子線治療の安全性の向上に役立つと期待される。

【研究概要】

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学大学院医学系研究科総合保健学専攻の余語 克紀 助教らの研究グループは、量子科学技術研究開発機構、名古屋市立大学、日立製作所などとの共同研究で、超高線量率(FLASH)陽子線^{注1)}の可視化に成功し、新たな品質保証ツールを開発しました。

FLASH 陽子線治療は、がん周辺の正常組織の障害軽減を可能にする新たな治療法として注目されています。ただ、この治療法は非常に高い線量率の陽子線を照射するため、治療を安全に実施する上で必要な品質保証(QA)が求められる一方、従来の方法は煩雑になるという課題がありました。

本研究では、FLASH 陽子線によって照射された水からの発光を CCD カメラで撮影し、発光画像を得ることに成功しました。これにより、1枚の投影画像を使用して、線量分布を簡単に測定することが可能となりました。

この方法は、線量分布のリアルタイムな測定を可能にし、迅速で簡単な QA につながると考えられ、陽子線 FLASH 治療のさらなる安全性の向上に役立つと期待されます。

本研究成果は、2023 年 7 月 10 日付国際医学物理学専門雑誌『Physics in Medicine & Biology』オンライン版に掲載されました。

【研究背景と内容】

がん放射線治療では、いかに治療に十分な放射線をがん標的に照射しながら、周囲の正常組織の放射線被ばくを避けるかがポイントとなります。FLASH 陽子線治療は、がん周辺の正常組織の障害軽減を可能にする新たな照射方法として注目されています(図1)。

一方で、従来よりも極端に高い線量率で陽子線を照射するため、治療を安全に実施するための品質保証(QA)の重要性が高まっているものの、従来の方は線量率の影響を受けて煩雑になってしまう課題がありました。

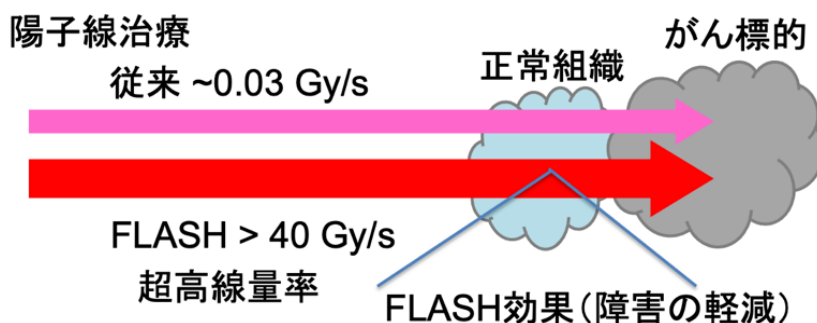


図 1. FLASH 陽子線治療によるがん放射線治療の概念図

本研究では、目に見えない陽子線を可視化するため、人体に組成が近く、身近な水の発光に着目しました。FLASH 陽子線を照射された水からの発光を、CCD カメラを使用し撮影することで(図 2)、投影画像を得ることができました(図3)。FLASH 照射の発光は、従来ビームを照射したときの発光と変わりませんでした。

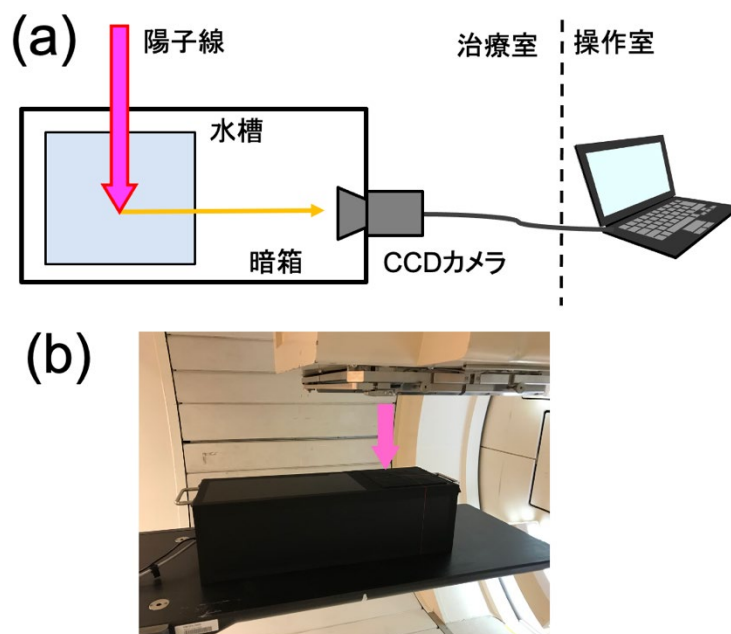


図2. 測定装置の概念図(a)と写真 (b)

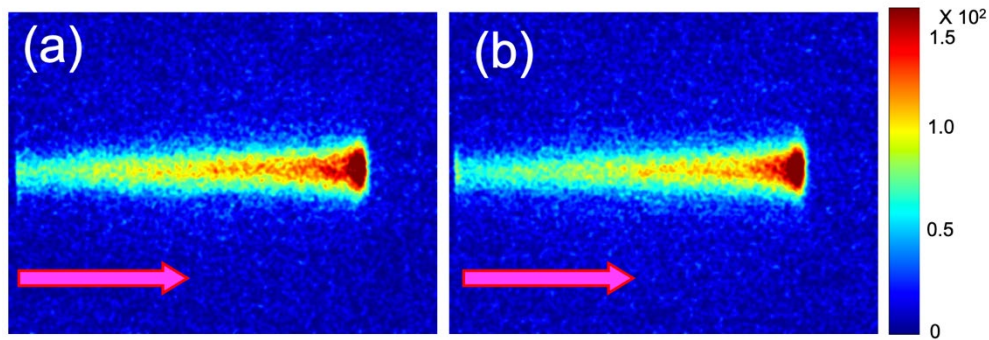


図3. 陽子線を照射した際に水に生じる発光の画像. (a) FLASHビーム (b) 従来ビーム 矢印(マジエンダ): 陽子線の照射方向 画像は 16-bit の輝度(疑似カラー)で示されている(カラーバー(右)).

【成果の意義】

FLASH 陽子線治療の実現に向け、治療を安全に実施するための品質保証(QA)の重要性が高まっている一方、従来の方は煩雑でした。

新たな方法は、線量率の大小によらず1枚の投影画像を使用することで、線量分布を簡単に測定できる利点があります。この方法により線量分布のリアルタイムな測定が可能となり、迅速で簡単な QA につながると考えられ、陽子線 FLASH 治療のさらなる安全性の向上に役立つと考えられます。

本研究は、2021 年度から始まった文部科学省『科学研究費補助金(21K07699:代表;余語克紀)』の支援のもとで行われたものです。

【用語説明】

注1)超高線量率(FLASH)陽子線治療:

従来の治療よりも 1,000 倍以上高い線量率(> 40Gy/s)で陽子線を照射することで、がん周辺の正常組織の障害軽減を可能にする新たな治療法として注目されている。

【論文情報】

雑誌名: Physics in Medicine & Biology

論文タイトル: Luminescence imaging of water irradiated by protons under FLASH radiation therapy conditions

著者: Katsunori Yogo, Satoshi Kodaira, Tamon Kusumoto, Hisashi Kitamura, Toshiyuki Toshito, Hiromitsu Iwata, Masumi Umezawa, Masashi Yamada, Takuto Miyoshi, Masataka Komori, Hiroshi Yasuda, Jun Kataoka and Seiichi Yamamoto (本学関係教員; 余語克紀, 小森 雅孝)

DOI: 10.1088/1361-6560/ace60b

URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6560/ace60b>