

子宮頸がん放射線治療のさらなる安全性向上へ ～治療チューブ内の放射線源による発光の可視化に成功～

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、小口 宏 准教授、山本 誠一 教授らの研究グループは、名古屋大学医学部附属病院、北里大学、国立がん研究センター中央病院、広島大学との共同研究で、子宮頸がん治療用チューブ内にある高線量率小線源治療^{注1)}の線源を外側から可視化することに成功し、新たな品質保証ツールを開発しました。

高線量率小線源治療は副作用が少なく、子宮頸がんなどに集中して高い線量を投与できる優れたがん治療法です。この治療では、放射線を出す米粒大の微小な線源を専用のチューブ等を通して、がん近くまで運び、体内から γ 線を当てます。治療の安全な実施のため、治療前の検証で、治療チューブ内での線源位置を目で見ても分かりやすい品質保証ツールが切望されていましたが、従来の方は煩雑でした。

本研究では、¹⁹²Ir γ 線源によって照射された治療チューブ（プラスチック製）の発光（チェレンコフ光^{注2)}）を CCD カメラを使用して撮影し、発光画像を得ることに成功しました。この方法では、一枚の発光画像を使用して、治療時と同じ線源位置をチューブの外側から簡単に測定することができます。これにより、事前に医師の指示した線量が正確に処方できるかが確認できるようになりました。

この研究成果は、線源動作エラーを未然に発見することで、さらに安全ながん放射線治療に寄与すると期待されます。また、治療器具そのものからの発光を、広くがん放射線治療の簡便な品質保証法に適用できる可能性を示すことができるため、さらなる応用が期待されます。

この研究成果は、2020年12月7日付米国医学物理学専門誌「Medical Physics」オンライン版に掲載されました。

【ポイント】

- ・高線量率小線源治療に用いる γ 線の線源（米粒大）を見るために、治療用チューブからの微弱なチェレンコフ光を可視化することに成功した。
- ・この方法は、一枚の発光画像を使用して、治療チューブの外側から治療時と同じ線源位置を測定できるため、がん治療前の迅速かつ簡単な品質保証法に適している。
- ・線源動作エラーを未然に発見することで、さらに安全ながん放射線治療の実施に寄与すると期待される。
- ・治療器具そのものからの発光を、広ながん放射線治療の簡便な品質保証法に適用できる可能性を示すことができるため、さらなる応用が期待できる。

【研究背景】

20~30歳代女性の子宮頸がんの発症率が増加している中、高線量率小線源治療は副作用が少なく、集中して高い線量を投与できる優れたがん治療法です。治療では、米粒大の小さな γ 線源をがんへ運び、線源の止まる位置と止まる時間を制御して線量を投与します（図1）。しかし、高い線量率のため、線源動作のエラーの見逃しがあると、誤照射事故が起きる可能性があります。そのため、治療前の検証で、治療チューブ内の線源動作のエラーを目で見て分かりやすい品質保証ツールがあれば、事故を未然に防ぐのに有用と考えられます。しかし、従来の品質保証法では時間がかかり、煩雑でした。

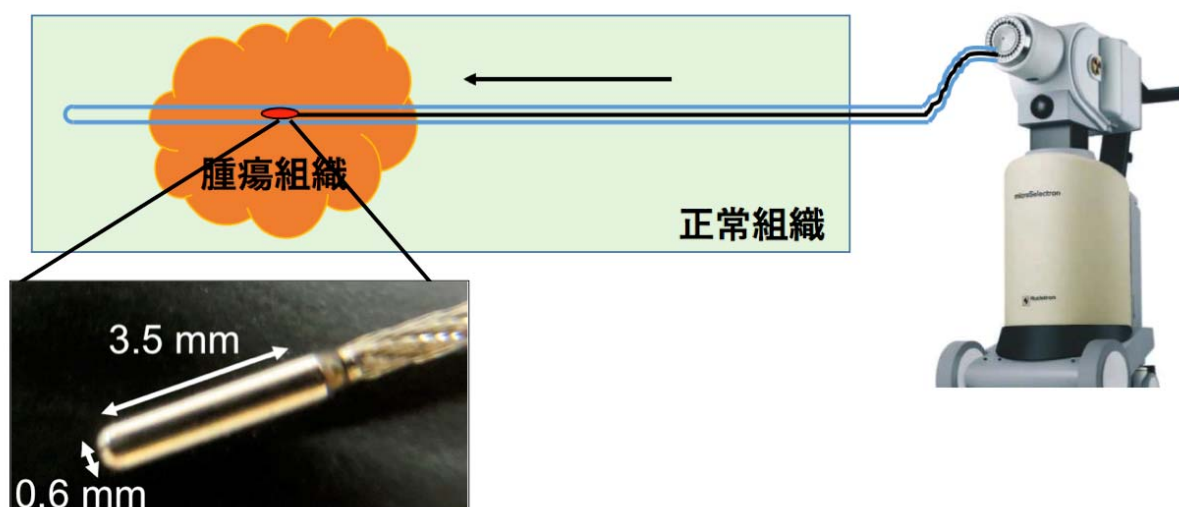


図1. 高線量率小線源治療 γ 線源によるがん放射線治療の概念図

【内容】

本研究では、目に見えない γ 線を可視化するため、プラスチック製の治療チューブからの発光（チェレンコフ光）に着目しました。 ^{192}Ir γ 線源によって照射された治療チューブからの発光を、CCDカメラを使用して撮影し（図2）、発光画像を得ました（図3）。発光画像から線源の止まる位置を測定したところ、従来の測定法と同程度の空間分解能で測定できました。また治療によっては金属製チューブを用いることもあります。その場合は、プラスチックテープを金属製チューブに貼って測定する方法を提案し、

線源位置の測定が可能であることを示しました。これらの方法は、一枚の発光画像を使用して、治療チューブの外側から、中にある線源の位置を測定できるため、高線量率小線源治療の迅速かつ簡単な品質保証法に適していると考えられます。

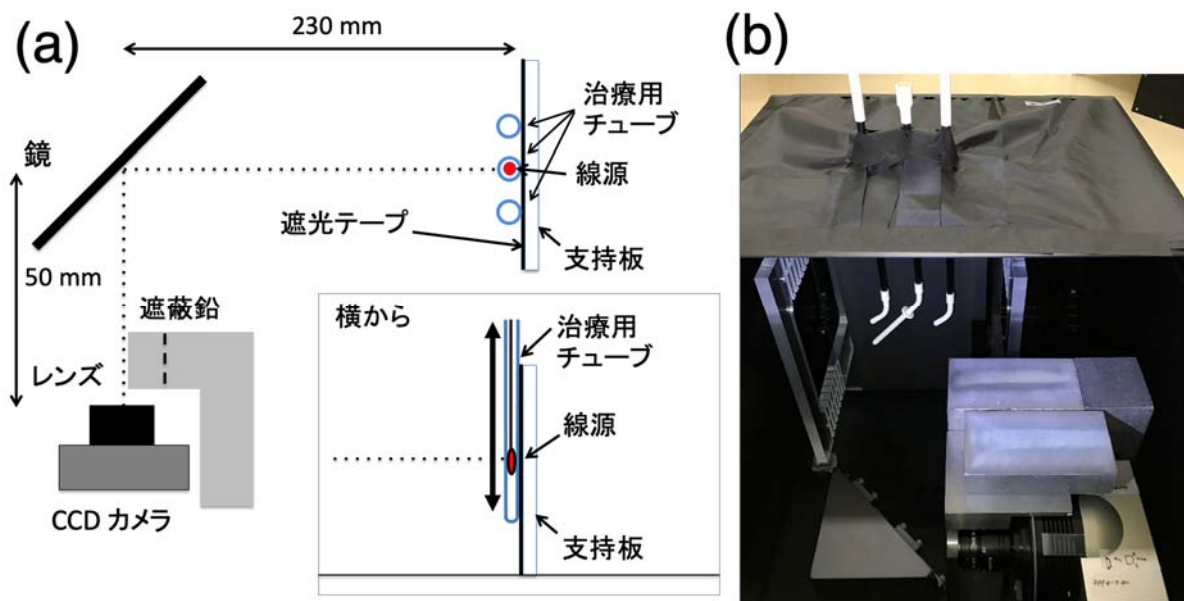


図2. 測定装置の概念図(a)と写真 (b)

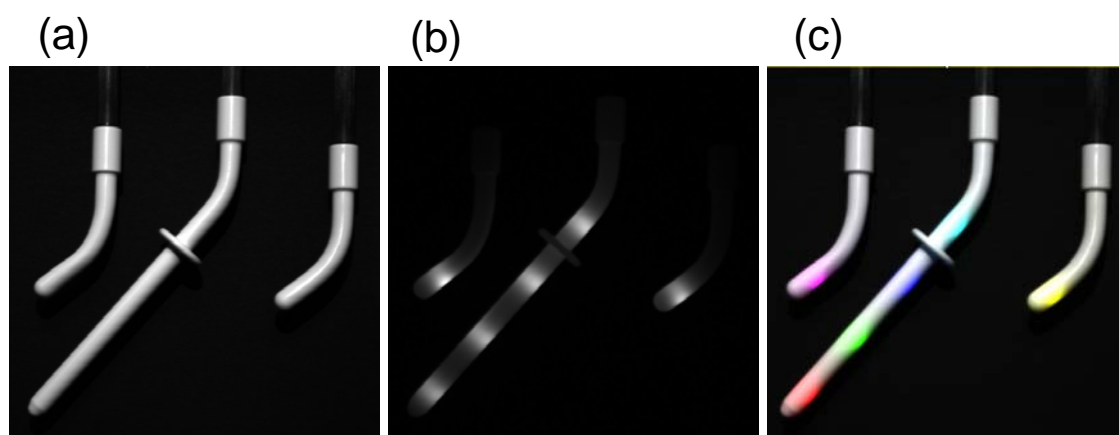


図3. ^{192}Ir 線源を照射した際に子宮頸がん治療用チューブに生じる発光の画像. (a)治療用チューブの画像(明室下) (b)線源によるチューブの発光画像(暗室下) (c)治療チューブと発光画像の合成画像。撮影時間30秒。発光画像は擬似カラーで示されている。

【成果の意義】

高線量率小線源治療の品質保証は、従来、時間がかかり、煩雑であったが、この方法により、迅速かつ簡便に行うことが可能になりました。線源動作エラーを未然に発見することで、さらに、安全ながん放射線治療に寄与すると期待されます。放射線による治療器具の発光を、広くがん放射線治療の品質保証法に適用できる可能性を示すことができるため、さらなる応用が期待されます。

【用語説明】

注1) 高線量率小線源治療； がん放射線治療法の一つ。20～30 歳代女性の発症率が増加している子宮頸がんへの適応が多い。高線量率小線源治療は副作用が少なく、集中して高い線量を投与できる優れたがん治療法である。治療では、米粒大の小さな γ 線源をがんへ運び、線源の止まる位置と止まる時間を制御し線量を投与する。

注2) チェレンコフ光； 荷電粒子が物質中の光速を越えて運動するとき生じる光。本研究では、高線量率小線源治療の γ 線から生じた電子が、治療用チューブのプラスチック内の光速を越えた際に光が生じる。

【論文情報】

雑誌名：Medical Physics（米国医学物理学専門誌）

論文タイトル：Source position measurement by Cherenkov emission imaging from applicators for high-dose-rate brachytherapy

著者：Katsunori Yogo, Yumiko Noguchi, Kuniyasu Okudaira, Marika Nozawa, Hiromichi Ishiyama, Hiroyuki Okamoto, Hiroshi Yasuda, Hiroshi Oguchi, Seiichi Yamamoto
(本学関係教員；余語克紀、野口由美子、奥平訓康、小口宏、山本誠一)

DOI：10.1002/MP.14606