

放射線治療の安全を支える計量標準



齋藤 則生

さいとう のりお
norio.saito@aist.go.jp
産業技術総合研究所
計量標準総合センター
分析計測標準研究部門
副研究部門長

1984年3月に早稲田大学修士課程を修了し、同年4月に電子技術総合研究所に入所。理学博士。2001年に組織再編により産業技術総合研究所主任研究員、2015年4月より現職。専門は放射線計測、原子分子物理。放射線治療の他にマンモグラフィX線、環境放射線、加工レベルγ線などの線量標準、X線自由電子レーザー計測技術の開発などに従事。

共同研究者
黒澤忠弘、森下雄一郎、加藤昌弘、田中隆宏、清水森人、柚木 彰、佐藤 泰、海野泰裕
(産総研)

放射線は、医療、非破壊検査、滅菌、先端科学技術などさまざまな分野で利用されています。その中で放射線を用いたがんの治療は、新しい治療技術の開発などにより、近年著しく発展しています。放射線治療は、放射線の量を正確に測定することで、安全な治療を提供し、治療の効果を確実にし、不要な副作用を防止することが期待されます。そのため、放射線計測の中で最も小さい不確かさが要求されています。最近開発した、放射線治療の安全を支える放射線・放射能の計量標準について紹介します。

放射線治療を受けた患者数は2011年に約25万人と推定され、2015年には約35万人に達すると予測されています¹⁾。一方、がんの全患者数は2011年に約85万人²⁾であり、放射線治療を受けた割合はおよそ3割といえます。この割合は欧米が5割を超えていることから、今後も増加すると思われます。

放射線治療における放射線の量(線量：放射線が物質に与えるエネルギー)の不確かさが治療に与える影響は、咽頭がんを例にすると、線量が5%不足すると再発率がおよそ15%増加し、逆に線量が5%過剰であると副作用がおよそ5%程度増加する、と報告されています³⁾。そのため、線量評価の不確かさは、2%程度にすることが推奨されています⁴⁾。そこで筆者らは、放射線治療に対応する標準を開発し、小さい不確かさで線量の評価ができるように放射線治療に貢献しています。

放射線を用いたがんの治療は、主として次の3つの方法があります。

- (1) 体の外部から放射線を照射(外部放射線治療)
 - (2) 放射線源をがんに隣接(小線源療法)
 - (3) 放射性医薬品を接種(内用療法)
- これらの放射線治療に対応した計量標準について以下に紹介します。

(1) 外部放射線治療

外部放射線治療は、高エネルギーのX線や粒子線などの放射線を体の外側からがんのある位置に照射することによって、がんの治療を行います。人体は水を主成分としているため、外部放射線治療では、水吸収線量の単位(単位質量の水に吸収される放射線のエネルギー)で線量を評価します。水吸収線量を測定するために、グラフィットカロリメータという熱量測定装置を利用して国家標準を実現しています⁵⁾。

図1にグラフィットカロリメータの概略図を示します。熱量測定部となるコアと、その周りを覆うジャケット、シールドから構成されています。コア、ジャケット、シールドとも温度測定用サーミスター、温度調整用ヒータが内蔵されています。外部からの熱雑音を小さくするために、各領域の間には真空層を設けています。放射線を照射するとコアの温度が上昇し、この温度上昇から吸収線量を評価します。放射線による温度上昇は、1分の照射で約1mKと非常に小さいため、サーミスターの微小な抵抗の変化を測定する必要があります。本システムでは、交流ブリッジ回路による変化量の測定を行っています。このカロリメータは、材質がグラフィットで製作されているため、

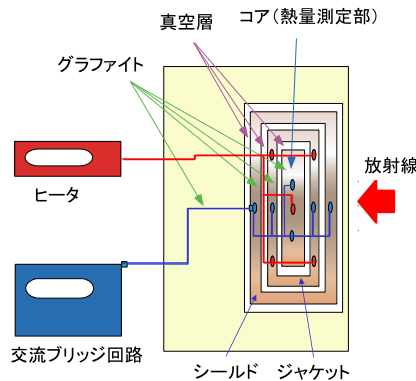


図1 グラフィットカロリメータ概略図

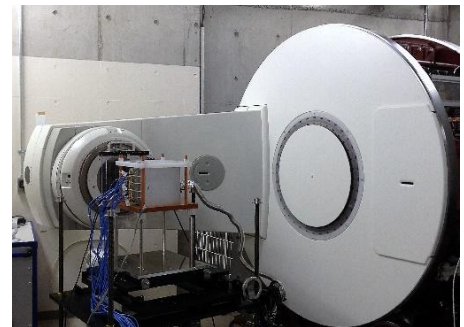


図2 医療用リニアックとグラフィットカロリメータ