

校正等の実施について 空気カーマ率（イリジウム 192）

1. 背景

近年、イリジウム 192 密封小線源を患部に挿入してがん組織に照射するがん治療（遠隔操作密封小線源治療：RALS）が広く行われている。機能温存に優れた治療で患者への負担も小さいことから、特に子宮頸がんや舌がんの治療法の 1 つとして活用されている。RALS は、1990 年代後半から増加し、2014 年には 163 施設と報告されている。線源は、直径 2 mm、長さ 5 mm 程度のカプセルの中に充填されている（図 1）。線源の強さは約 2 か月半で半分に減衰するため、1 年に 2～4 回程度新しいものに交換されるが、線源交換時はもちろん、日々の線量評価が必要である。評価した線量（ガンマ線基準空気カーマ率）を基に照射時間や照射位置の治療計画を立てるため、線量の不確かさが治療時の線量、ひいては治療の成果に影響を及ぼす可能性がある。線源の線量評価は、通常、井戸形電離箱を用いて行われる。しかし、これまでは井戸形電離箱の校正は国外の標準に頼らざるを得ず、海外へ線量計を輸送するコストや時間（約二か月）がかかることが大きな問題となっていた。また国内では、メーカーによる不確かさの大きい性能試験が行われているのみであった。これらの問題を解決するために、国家標準につながるトレーサビリティ体系を構築することが求められていた。

産業技術総合研究所では、特定標準器であるグラフィット壁空洞電離箱を用いて、Ir-192 のガンマ線基準空気カーマ率の評価を行い標準供給が可能となった。



図 1 RALS で用いられている線源と同じ形状のダミー線源

2. 特定標準器

グラフィット壁空洞電離箱（既存）

3. 特定標準器の概要

(1) 特定標準器の構造

グラファイトの中心電極の周りに、3 mm 厚の円筒型のグラファイトのキャップがはめ込まれている構造になっている(図 2)。ガンマ線によって生成された電子が、この空洞中の空気を通過する際に、電子・イオン対を生成する。この電荷量を測定することによって、ガンマ線基準空気カーマ率を評価する。

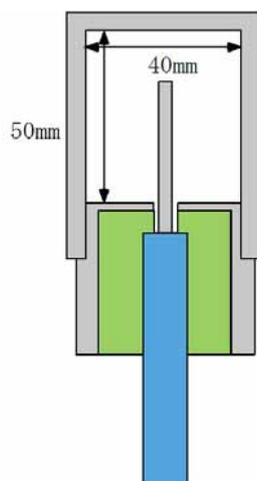


図 2 グラファイト壁空洞電離箱の概略図

(2) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法

RALS 装置を用いてイリジウム 192 線源を照射装置内の基準位置に設置し、そこから 1m 離れた位置に設置した特定標準器(図 3)を用いて、ガンマ線基準空気カーマ率を評価する。この線源を、特定二次標準器である井戸型電離箱式線量計(図 4)の中に固定具を用いて挿入する。井戸型電離箱内で、線源の位置を移動させ出力が最大となる位置を同定する。この位置に線源を固定して線量計の出力を読み取り、その出力に対して校正定数を付与する。

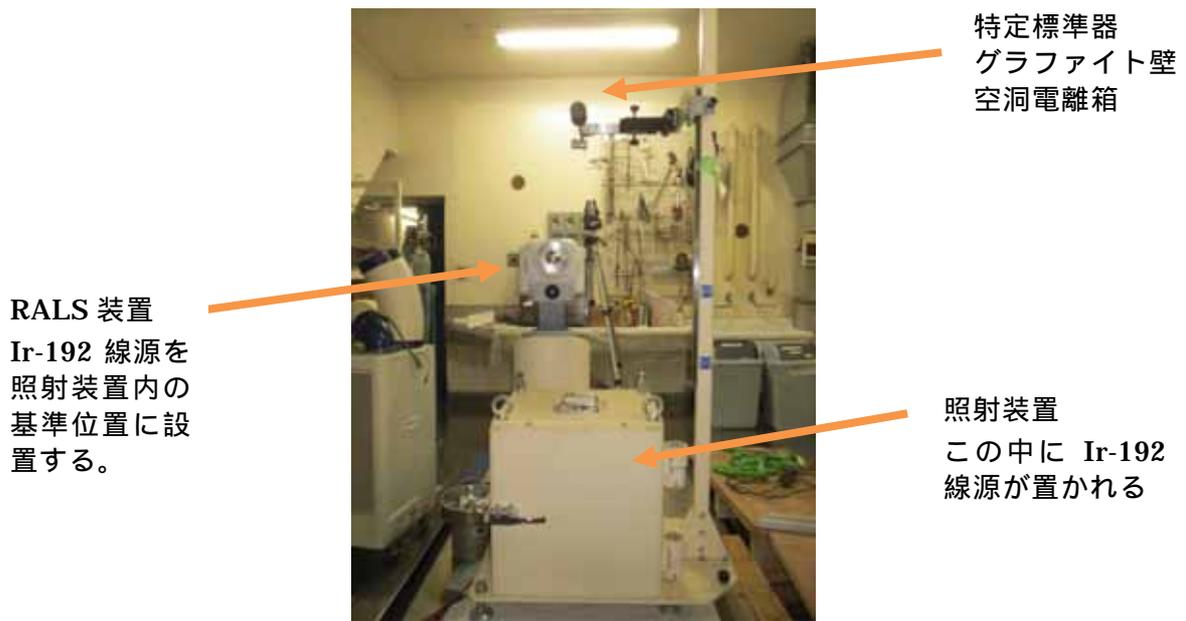


図 3 基準空気カーマ率評価時における特定標準器の配置



図 4 特定二次標準器となる井戸型電離箱線量計

4. 計量法第 135 条第 1 項に基づく校正実施機関

国立研究開発法人産業技術総合研究所

5. 特定二次標準器

- (1) 井戸型電離箱式線量計
- (2) 特定二次標準器の具備条件
 - (a) 仲介器とする線源の固定具を有すること

(b) 線量計の指示部が 3.5 桁以上のデジタル表示であること

(c) 線量計の電離箱出力を直接読み出せること

(d) 線量計のレスポンスの再現性が 1.0 %以内であること

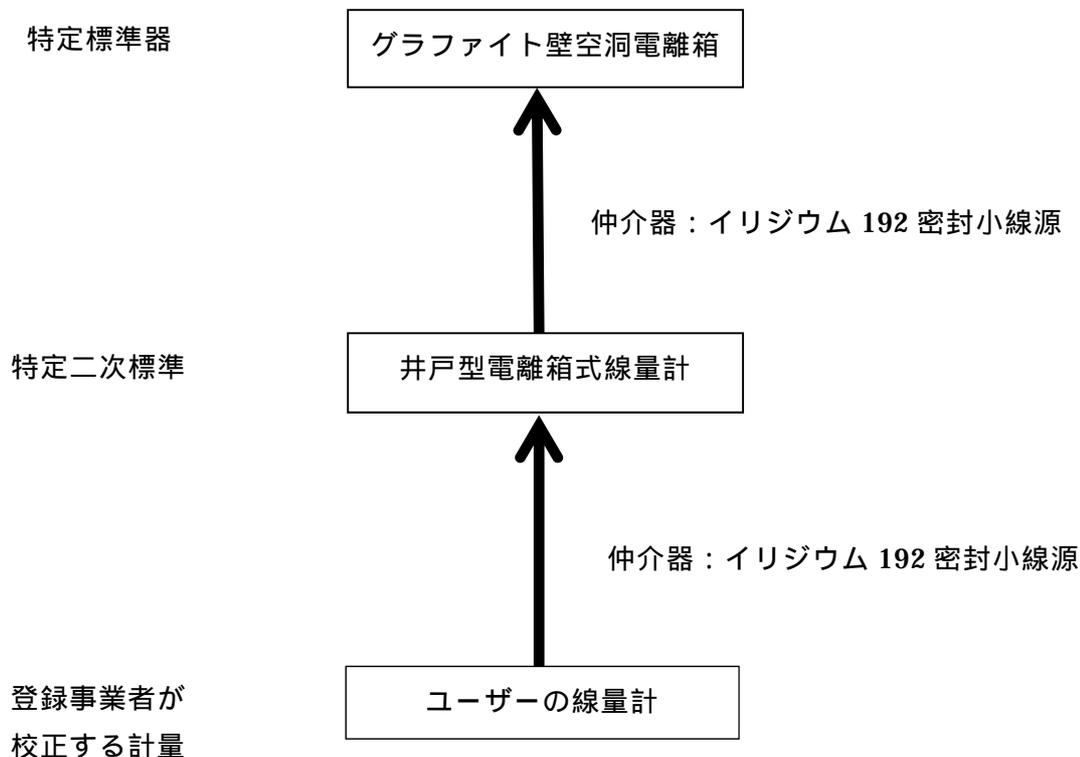
拡大範囲は、原則として、供給された空気カーマ率範囲の上 1 桁、下 1 桁を目安に設定することを想定。

(3) 特定標準器による校正等の期間 (校正等の周期)

2 年

6. トレーサビリティの体系図及び測定の不確かさ

(1) トレーサビリティの体系図



(2) 測定の不確かさ

特定標準器による校正等における測定の相対拡張不確かさ（校正測定能力、 $k = 2$ ）は、1.2%である。

登録事業者が行う校正における測定の相対拡張不確かさ（ $k = 2$ ）は、2%程度と想定している。