



年次大会ポスター発表紹介 優秀ポスター賞 3D プリンタを用いた放射線測定器校正用治具の作製



赤石 泰一 (右上写真), 永田 恭子

1. はじめに

令和5年10月より施行された放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則第20条に係る測定の信頼性確保のため、放射線測定器の点検及び校正を適切に組み合わせて行う必要がある。当施設は小規模なRI施設であり、すべての点検及び校正を外部機関に依頼して運用していくことは予算的に困難な状況であるが、外部機関によって以前実施された校正が現在も有効であることを確認するための確認校正（以下、機能確認）を併用することで、外注する頻度を減らし予算的負担を軽減することができる。しかし、自施設で機能確認を実施していくためには、幾何学的配置の再現性を保つことが重要であり、各線量計に対して適切な治具を備えておかなければ、測定精度を担保することは困難であると考えられた。この課題を解決するため、当施設では3Dプリンタを用いて治具を作製することを検討した。3Dプリンタは造形誤差が小さく、耐久性が高い治具を各線量計に最適な形状、距離となるように造形することができるため、幾何学的配置の再現性が高く、作業効率の良い機能確認を確立することが可能と考えられる。本研究では、NaIシンチレーション式サーベイメータ（以下、NaI）とGM式サーベイメータ（以下、GM）の機能確認を自施設で実施するために、3Dプリンタを用いて治具を作製したことを報告する。

2. 方法

2-1 3Dプリンタの造形条件等

治具の設計においては、Autodesk社製の無料3D-CADソフトTinkercad（図1）を用いて、STLファイル形式の設計図を作製した。3Dプリンタの造形条件を設定し、設計図を3Dプリンタで造形するために必要なgxファイル形式に変換する際は、FLASHFORGE社製の無料スライサーソフト

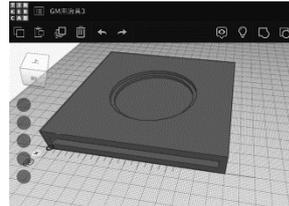


図1 Tinkercad

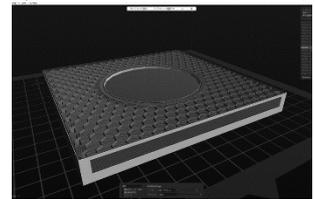


図2 FlashPrint5



図3 Adventurer4



図4 フィラメント

FlashPrint5（図2）を用いた。3DプリンタはFLASHFORGE社製の熱溶解積層方式3DプリンタAdventurer4（図3）を用いて造形を行った。主な造形条件として、積層ピッチを0.2mm、充填パターンを六角形、プリント速度を50mm/sに設定し、充填密度は耐久性とコストのバランスを考慮して15%とした。フィラメント（図4）の材質は、ABS樹脂と比較して造形誤差が小さく寸法安定性に優れていることからPLA樹脂を採用した。

2-2 NaI用治具

γ 線源は ^{137}Cs 標準線源（243kBq）、NaIはTCS-171（アロカ社）を用いた。3種類の線源-測定器間距離（5, 10, 20cm）を選択可能な治具（図5）を作製し、3種類の測定レンジ（10, 3, $1\mu\text{Sv/h}$ ）において、JIS Z4511を参考とした機能確認を実施した（図6）。線源-測定器間距離をM型標準ノギスで測定し、設定距離との誤差を算出すると共に、線源と測定器を治具に設置する際の作業時間（以下、設置作業時間）を測定した。また、実験台からの散乱線を低減するため、線源と測定器を高さ20cmの

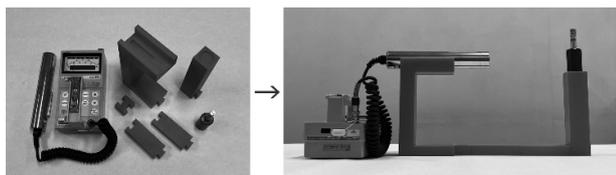


図5 NaI 用治具のパーツと組立例

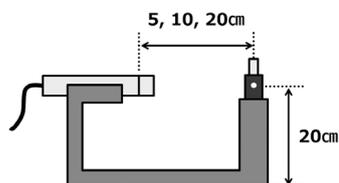


図6 NaI 用治具の幾何学的配置

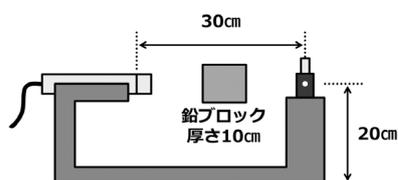


図7 シャドーシールド法

位置に設置するよう治具の高さを設定しており、その効果をシャドーシールド法により確認した(図7)。

2-3 GM 用治具

β 線源は ^{204}Tl 標準面線源(9.9 kBq)、GMはTGS-146B(アロカ社)を用いた。線源-測定器間距離が5 mmとなる治具(図8)を作製し、JIS Z4329に準じたGMの校正を実施すると共に設置作業時間を測定した(図9)。

3. 結果・考察

3-1 NaI 用治具

各測定レンジにおいて機能確認を問題なく実施することができた。線源-測定器間距離の誤差は0.5%未満、設置作業時間は線源-測定器間距離5 cmで12.0秒、10 cmで11.8秒、20 cmで12.3秒となった。シャドーシールド法における平均値は $0.094 \mu\text{Sv/h}$ であり、線源を置かないBG値は $0.093 \mu\text{Sv/h}$ とほぼ差はないことから、実験台からの散乱線が無視できるレベルまで低減できていることが分かった。

3-2 GM 用治具

治具を用いてGMの校正を実施し、機器効率は50.1%となった。設置作業時間は6.9秒となった。

3-3 3Dプリンタの利点と課題

[利点]

発泡スチロール等を加工して治具を自作する場合

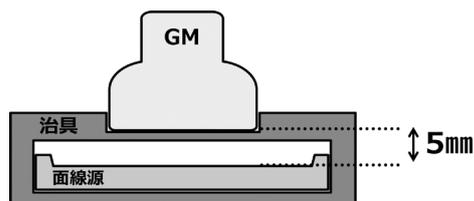


図8 GM 用治具の幾何学的配置

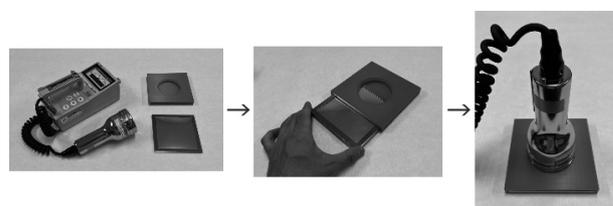


図9 GM 用治具の使用例

は造形誤差や耐久性が課題となるが、3Dプリンタを用いた場合は造形誤差が小さく、耐久性の高い治具を作製することが可能であり、幾何学的配置の再現性を高めることができると考えられる。更に、線源-測定器間距離を適宜選択可能な治具を作製することで、線源と線量計の配置や距離を微調整する手間を省くことができ、作業効率の向上が期待できる。治具が破損した際に全く同じ治具を再造形できる点や、設計の微調整が容易な点も利点である。また、本研究の治具に使用したフィラメント費用は2200円程度であり、自施設で3Dプリンタを所有している場合は、外部の切削加工業者等に依頼するより金銭的負担を軽減できる可能性がある。

[課題]

自施設で3Dプリンタ本体を所有していない場合は、本体購入費として10万円程度の初期費用が必要であり予算的に負担となる。造形サイズについても限界があり、本研究で使用したAdventurer4の場合、25 cm以上の造形物は製作できない。このため、造形限界を超える大きな治具を造形する場合は、いくつかの部品に分けて造形し、組み立てて使用する等の工夫が必要となる。

4. 結語

3Dプリンタを用いて、NaIとGMの機能確認時に有用な治具を作製することができた。今後、この治具を用いることによって、幾何学的配置の再現性や作業効率の改善につながることを期待する。

(青山学院大学アイソトープ実験センター)