

# サンプル容器ホルダー付放射線照射用恒温槽の製作

小林浩三、沼尻久

筑波大学人間総合科学等支援室（医学支援室）

〒305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

筑波大学臨床医学系脳外科学教室からの依頼によって開発した、放射線照射装置で使用するサンプル容器ホルダーのついた恒温槽について報告する。

ホルダーは複数のサンプル容器に同条件下で、均一な放射線の照射が可能で、大きさは照射台上で使用出来るサイズとなる様に考案した。

## 1. 背景

これまでサンプル容器のホルダーは、必要とする容器の数を固定できても均一な放射線の照射が出来ない。一方、均一な放射線を複数のサンプルに照射することが可能であっても必要とする容器の数を固定できない。といった問題があった。しかも、放射線の照射時に一定温度に保つ適当な恒温槽が無かった。そこで報告者らはこれらの問題を解決し、複数のサンプルに放射線照射を行い、照射後のサンプルの比較が容易で、容器の着脱が簡単な装置の開発を試み、これまでにないものを完成したので報告する。

## 2. 設計

### 2.1 条件

設計は、以下の条件下で行なった。ポンプによる強制給水（37℃）・重力による自然排水で水位調節が可能である。放射線照射装置の照射部で使用が可能である。容器ホルダーは容器中のサンプルに均一

な放射線の照射が可能である。流水中、一定の位置で照射範囲に16本以上を放射状に固定が可能である。材料として主にアクリル材を使用する。

### 2.2 仕様

恒温槽は、恒温効果を失わない範囲で、給水量の調節と高さの違う排水口を数カ所設けたことにより要求された水位の調節を可能にした。また、給水路はそれぞれの容器の近くに給水口を設けて、一本一本に給水される構造とした。恒温槽の大きさは線量の関係と取り扱いを考慮し高さは90mmとし、幅は300mm、奥行きは250mmとした。蓋は蒸気が装置に与える影響を極力避け、線量の減衰を極力抑えるため厚さ1mmのアクリル板を使用した。

サンプルを入れる容器は遠心機用の一般的な1.5cc容器で、スクリーキャップマイクロチューブ（バイオマシナリー製カタログNo.2230-00）とキャップ（バイオマシナリー製カタログNo.2001-00）を使用する。形状は上部が円柱状、下部は底に向かって円錐状である。サンプルが少量の場合、中央部

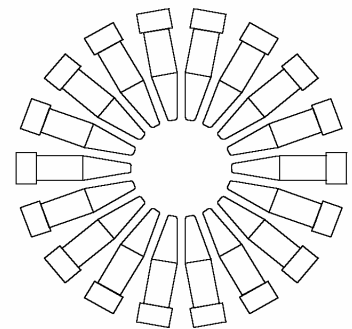


図2 サンプル容器配置図

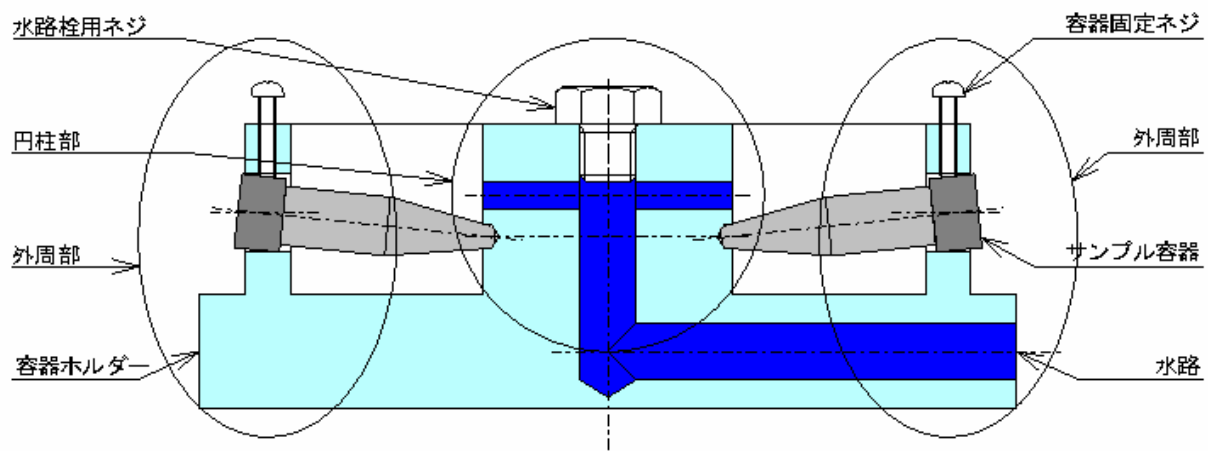


図1 容器ホルダーの断面図を示す。青色が水路で、水色がアクリル製ホルダーである。この図よりサンプル容器が6度で傾き、温水が容器に直接注がれる位置に水路があることがわかる。

の角度のついた部分が最下部になるように、容器を横にした状態から蓋の方をやや上向きに傾けると、サンプルは容器の中で中央付近に集まる。この角度で、固定に使用する部分を容器の上端から 10mm の肉厚の厚い部分、下端から 2.5mm の肉厚の部分とすることで、容器中のサンプル全体に照射することが可能となる。容器の固定方法を工夫することで、スムーズなチャッキングは容器の着脱時間の短縮に繋がった。また、容器の配置は、同条件の恒温効果を得るため給水ポイントから短く等しい間隔とし、図 2 に示す様に容器の下部を中心に向ける向きで、放射状に固定すると効率よく固定できた。容器数は容器同士の干渉がなく、固定部の強度を考慮して 18 本とした。

## 2.3 設計図の作成

容器ホルダーの断面は図 1 の通りである。容器は水平状態から蓋の方が底より高くなる様に、6度の角度で傾けた姿勢で固定出来るように設計した。容器ホルダーの中心にある円柱に、ドリルでわずかにつ

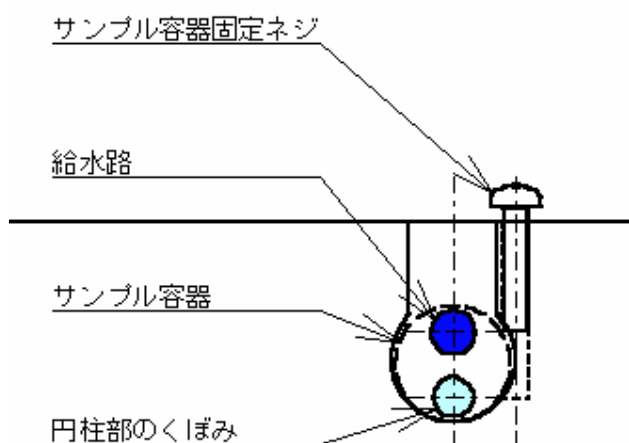


図 3 円柱部のくぼみは外周部の穴より低い位置とした



図 4 バネを利用して容器の着脱を容易にした蓋押え部品

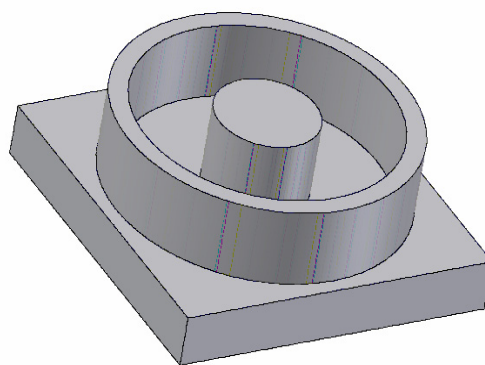


図 5 サンプルホルダー外観図

けたくぼみは容器の底部が収まる深さにした。外周部に開けた穴は、容器を固定した時に容器にむりな力がかからない大きさの  $\phi 14$  とした。この時、外周部に開ける穴は円柱部のくぼみより、4mm 高い位置にすることで容器の角度は 6度となる。

外周部に開けた穴の上部は、容器の内径 ( $\phi 8.2\text{mm}$ ) より大きくするため、10mm 幅の溝とした。容器は溝近くの固定ネジにより蓋の部分で押さえることができ、容器内全てに、放射線の照射が可能となった (図 3)。サンプル量が少ない場合には、図 4 に示した様に蓋部分を押さえる部品にバネを利用することにより容器の取付・取り外し作業がスムーズに行える。

容器ホルダーの給水路は、図 1 に示す様にホルダーの下部に中心まで達する穴を開けた。この穴は円柱の中心部を開けた穴と繋がっている。円柱の容器の底が収まるくぼみのすぐ上を開けた穴は、円柱の中心まで達するようにし、容器の数だけ準備した。この穴から容器の 1 本 1 本に給水することで、全ての容器を一定温度に保つことが出来た。

給水は恒温槽の低い位置の外側に取り付けたジョイントから入り、内側のジョイントを通して容器ホルダーへ繋がれたチューブにより給水される。排水は水位を低くした時は、低い位置の排水口からチューブを介して、水位を高くした時は、低い位置・高い位置に両方の排水口から排水される。

サンプルホルダーの最終的な外観は、図 5 の様に上半分が円柱状、下半分が四角柱の形状である。一般的に、機械工作で丸い形状を切削する時は旋盤を使用する。当初の設計では完成品は円柱であったが、加工方法を熟慮した結果、立フライス盤にロータリーテーブルを使用する加工法を採用した。加工中や完成後に追加工時に位置の割り出しがスムーズであり、加工時間の短縮にも繋がった。

## 3. 加工

### 3.1 材料の切り出し

材料の亚克力板は 20mm 厚と 30mm 厚の板を使用した。下部の四角形の板は 20mm 厚で切り出し、円テーブルの T 溝を使用して固定できる穴を開けた。この時、加工時に切削工具とロータリーテーブルへ

材料を固定するボルトが干渉しないよう考慮した。上部の 30mm 厚の板は円形に切り出した。2 枚の板は気泡が残らないように接着した。



図6 エアブローによる溝加工



図7 外周部の穴と円柱部のサンプル容器の底が入るくぼみと、水路となる穴を加工しているところを示す。



図8 完成したサンプルホルダー中心部は、それぞれの容器への給水口となる穴が円柱部に開いているのが見える。

### 3.2 立フライス盤での加工

ロータリーテーブルは、立フライス盤に主軸と中心が一致する様に位置を割り出し、取り付けた。接着が完了した材料はロータリーテーブルと中心がほぼ一致する様に固定する。立フライス盤でアクリル材料への溝加工は、切粉の処理を怠ると切削工具によって巻き込まれた材料との間に摩擦熱が発生し、仕上げ面精度の悪化に繋がるほか、材料の一部が溶け出して規程の寸法が得られない場合がある。対策としてこれまでの経験からエアブローを使用する方法が有効である。圧縮空気は切粉を吹き飛ばすとともに、冷却効果も期待できる。この加工では溝と同時に外周部・下部の四角形の加工も行う。

外周部の肉厚は 8mm で、図 3 の形状に加工する。アクリル材料は見た目は美しいが、割れやすい材質なので、仕上げよりも小さい工具で複数回に分けて切削していった。仕上げしろが残ったところで、外周部の穴の上部は幅 10mm の溝に仕上げた。

これまでは、ロータリーテーブル面が水平の状態加工を進めてきた。外周部の穴と円柱部のくぼみ・穴加工は垂直に立てて加工する(図7)。各部品はそれぞれ必要に応じて接着・ネジ止めした。

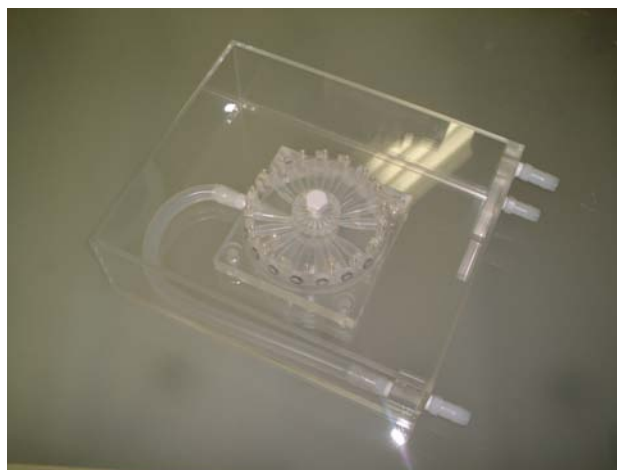


図9 完成した恒温槽の左下のジョイントはポンプからのチューブを繋ぐ。内側のジョイントから容器ホルダーにチューブが繋がっているのが見える。右上のジョイントは排水用である。

### 謝辞

本装置を開発する機会を与えていただいた筑波大学臨床医学系脳外科学坪井康次先生、盛武敬先生に感謝いたします。