

放射線治療の品質管理支援プログラム

－IMRT 訪問測定－

【放射線治療品質管理推進室の活動内容】

放射線治療品質管理推進室では、国立がん研究センターがん対策情報センターのがん診療支援機能として活動しています。活動内容はがん診療連携拠点病院等における第三者評価プログラムを確立することで放射線治療の質を保証し、がん医療の均てん化に向けた放射線治療の品質管理支援を目標に放射線治療機器の出力測定と放射線治療計画の内容確認を行っています。出力測定とは物理技術に関する品質管理・品質保証（QA・QC）を推進するもので、具体的には以下の4つが挙げられます。

1. 第三者評価として、正しい線量が出力されていることを確認します。
2. 異常があった場合、施設の修正作業を支援します。
3. 訪問測定活動を通して、物理技術担当者の技能向上を図ります。
4. 訪問測定活動を通して、安全管理体制の確立を支援します。

【目的】

強度変調放射線治療（IMRT : intensity modulated radiotherapy）に対し、各施設で使用している治療用放射線照射装置や放射線治療計画装置等により生じる施設間での照射線量の相違について検討します。具体的には、各施設において IMRT 用ファントムの吸収線量検証および線量勾配が急峻な位置での相違を確認し、許容範囲内での整合性を図ります。

- ・ IMRT 用ファントムを用いて疑似ターゲット内及びリスク臓器内の絶対線量を確認
- ・ IMRT 用ファントムに挿入した Gafchromic Film（EBT2）により Axial 面、Sagittal 面、Coronal 面での位置のズレを確認

【測定方法】

○測定機材：

- ・ IMRT ファントム
 筐体＋モジュール・・・高エネルギービーム（Prostate）
 モジュールのみ・・・低エネルギービーム（Head & Neck）
- ・ フィルム・・・Gafchromic Film（EBT3）
- ・ 電離箱・・・PTW30013

- ・ 電位計 . . . PC Electrometer
- ・ フィルム解析 . . . DD System
- ・ 各施設所有の CT、治療照射装置及び治療計画装置

○IMRT ファントムの特徴

第三者評価用に作成したファントムはターゲット（PTV）およびリスク臓器（OAR）を CT 撮影時に取得できるように設計しており、通常 IMRT 施行時に行われる患者に対する治療計画と同等の計画に対して、ファントム内の絶対線量及び線量分布を用いた位置の相違を確認します。

1. Delineation の統一化（Planning の習熟度評価）
2. 電離箱による線量評価
3. 線量分布を用いた位置ズレの評価



Figure 1 IMRT ファントムと各種内部挿入用モジュール

○測定手順

1. 原則として、本プログラムは訪問測定者が実測いたしますが、CT 撮影から治療計画の立案までを施設の担当責任者に実施していただきます。また、測定機材に関しましては、測定日の一週間前までに施設へ送付しますので、到着後、「測定機器 CT 撮影用」と書かれたジュラルミンのケースの中に、Figure 2 で示した CT 撮影用の筐体とモジュールがあることをご確認ください。

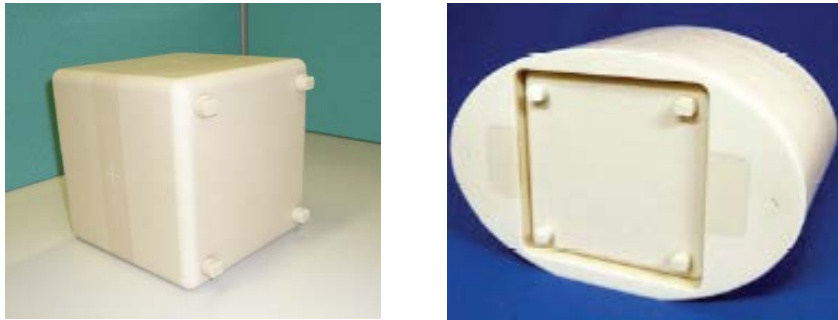


Figure 2 CT 撮影用モジュール。(左) モジュール、(右) モジュール+筐体

2. 撮影条件は、通常 IMRT 施行時に行われる条件において、Figure 2 に示した CT 撮影用のモジュールおよび筐体+モジュールの2つのファントムについて行います。また、セットアップについては、各ファントムの幾何学的中心が I.C.に来るように各ファントムの十字印をレーザー等で合わせてください。
3. IMRT ファントムを治療計画装置にデータ転送し、OAR や PTV の輪郭を抽出します。ファントム内は全て水等価とし、以下の計画線量条件で IMRT の最適化による治療計画を照射方向や門数等も含めて施設側で立案していただきます。その際、I.C.が各ファントムの幾何学的中心に来るように計画の立案をお願い致します。

計画線量条件：

- ・ D95 線量処方 (PTV) . . . 処方線量 2Gy
- ・ PTV 最大線量
 $D_{max} (PTV) < 110\% \text{ 処方線量}$
- ・ OAR 最大線量
 $D_{max} (OAR) < 60\% \text{ 処方線量}$



Figure 3 内部中央のリスク臓器とそれを囲むような馬蹄形のターゲット
 Axial 像(中央)、Coronal 像 (右上)、Sagittal 像 (右下)

4. Figure 4 に示してある測定位置の全問合計の線量を 0.6 cm^3 の電離箱線量計で実測し、その容積の平均値で比較しますので治療計画上も半径 0.3 cm 、長さ約 2.1 cm の円柱（体積が 0.6 cm^3 になるように）を C1、C2、OAR の中心に作成して治療計画を立案してください。上記計画線量条件における治療計画の線量の相違を計算値と実測値で比較します。

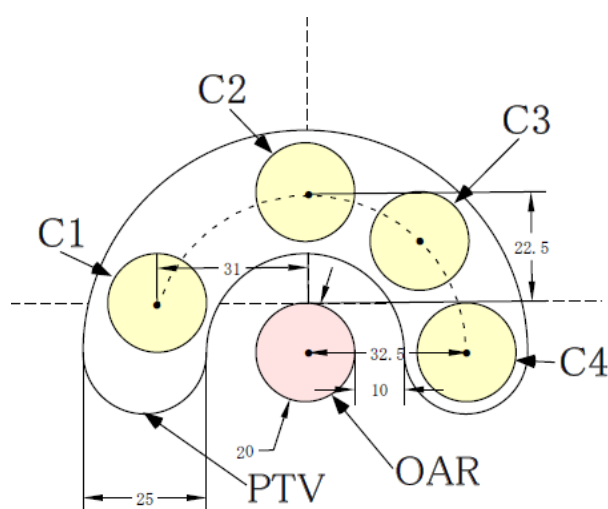


Figure 4 電離箱による測定位置は C1, C2, OAR の 3 点

5. 線量分布検証は Gafchromic film (EBT II) を用いて全問合計の線量分布を用いた位置ズレの相違について検証を行います。また、照射フィルムの読み込み、および解析は当センターに持ち帰った後に行います。
- ・ 検証ファントム・・・(1) 筐体+モジュール
(2) モジュールのみ
 - ・ 検証面・・・Axial 面、Sagittal 面、Coronal 面
 - ・ 黒化度特性曲線・・・25~300MU までを 25MU 間隔で照射し、
テーブルを作成
 - ・ 線量分布解析・・・DD-System (R-tech)
6. その他（施設のデータ確認）
- MLC 動作確認・・・Fence test
 - Gantry 動作確認・・・Star shot

○測定時間

- ・ 治療計画 : CT 撮影を含め 2 時間

- 線量計校正 : 測定準備も含め 1 時間
 - 電離箱測定 : 測定準備も含め 1.5 時間
 - フィルム測定 : 測定準備も含め 1.5 時間
- 合計約 6 時間