

ガフクロミックフィルムによる 線量分布検証のフィルム解析サービス

～試験運用のご報告～

RTQMシステム株式会社
小澤 修一



RTQMシステム株式会社
<https://www.rtqm.net> Copyright© 2013 RTQM system Inc. All Rights Reserved.



背景 1: 強度変調放射線治療における物理技術ガイドライン2023 (略称: IMRT物理技術ガイドライン2023)

表 8.1. IMRT 線量検証の推奨項目

(a) IMRT 臨床導入前のコミッショニング, 臨床導入直後, プロセスの変更時, など

※点線量検証と線量分布検証の両方を実施する

・電離箱と配列型検出器による全門検証

・電離箱とフィルムによる全門検証



EBT4もしくはEBT-XDでの線量分布検証

(b) IMRT の安定期

※上記(a)からの簡略化を許容する

・測定による線量分布検証



EPIDでのQAが許容された

・独立計算による線量分布検証 + 治療装置の検証

- IMRT臨床導入前の治療計画装置や治療装置のコミッショニングでは、第5章を参考にして臨床を模擬したテストプランを作成し、エネルギーごとに5例以上の測定による全門検証を実施する。
- このとき、複数の測定器を使用して測定結果に偏りがないことを確認する必要があるため、表8.1(a)に示す通り、「電離箱と配列型検出器」または「電離箱とフィルム」で全門検証を実施する。
- 臨床導入後においても、患者に照射するすべてのIMRT治療計画について線量検証を実施する。
- 特に臨床の開始直後から安定期に至るまでは、表8.1(a)の線量検証をエネルギーごとに10例以上は実施する。
- IMRTの安定期においては、表8.1(a)の線量検証を継続するほかに、表8.1(b)を参考にして検証作業の効率化を図っても良い。
- 表8.1(b)の「測定による線量分布検証」の代表例は配列型検出器またはEPID等による線量検証である。また、「独立計算による線量分布検証」では8.5節を参考にして「治療装置の検証」も実施する。ただし、EPID等や独立計算は導入前に表8.1(a)と比較するなどのコミッショニングを実施する。

背景 2 :

IMRT QAツールとして今後EPIDが一般化する予感

- 適応放射線治療 (ART) の普及に伴い、EPIDを使ったQAツールが増増加
- リニアックメーカーもオプションで販売している
- 多次元検出器アレイの代わりにEPIDツールを検討する施設も増加している

TABLE 1 Summary of current EPID technology and dosimetry products.

Software	Version	Compatible linac	Characteristics	Comparison calculation	Reference (derived from EPID images)	
Portal Dosimetry (Varian)	1.7	Varian	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Image
		Elekta	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Image
Adaptivo (Standard Imaging)	1.5	Varian	Transit	2D	Vendor algorithm	Image
		Elekta	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Image (non-dosimetric)
SOFTDISO (Best Medical)	1.0	Varian	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Image (non-dosimetric)
		Elekta	Transit	0D	TPS	Dose in patient (at isocenter)
		Varian	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Image (non-dosimetric)
Epiqa (EPI-dos)	5.0	Varian	Pre-treatment	2D	TPS	Dose in water slab
		Elekta	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Dose in water slab
EPIbeam and EpiGray (DOSIsoft)	1.0.6 and 2.0.10	Varian	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Dose in water slab
		Elekta	Transit	0D	TPS	Dose in patient
EPIDose (Sun Nuclear)	8.4 (SNC patient)	Varian	Pre-treatment	2D	TPS	Dose in water slab
		Elekta	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Dose in water slab
PerFRACTION SunCHECK Patient (Sun Nuclear)	2.11.0	Varian	Pre-treatment	2D	Vendor algorithm	Dose in water slab
		Elekta	Pre-treatment	3D	TPS	Dose in patient (non-dosimetric)
		Varian	Transit	2D	Vendor algorithm	Dose in water slab
		Elekta	Transit	3D	TPS	Dose in patient (non-dosimetric)
RadCalc EPID (LAP)	7.2	Varian	Pre-treatment	3D	TPS	Dose in patient
		Elekta	Transit	3D	TPS	Dose in patient
3DVH (Sun Nuclear)	3.3	Varian	Pre-treatment	3D	TPS	Dose in patient
		Elekta	Pre-treatment	3D	TPS	Dose in patient
iViewDose (Elekta)	1.0.1	Elekta	Transit	3D	TPS	Dose in patient

0D, zero dimensional; 2D, two dimensional; 3D, three dimensional; EPID, electronic portal imaging device; TPS, treatment planning system.

Received: 3 August 2022 | Revised: 23 April 2023 | Accepted: 15 May 2023

DOI: 10.1002/mp.16536

AAPM SCIENTIFIC REPORT

MEDICAL PHYSICS

AAPM Task Group Report 307: Use of EPIDs for Patient-Specific IMRT and VMAT QA

Nesrin Dogan¹ | Ben J. Mijnheer² | Kyle Padgett¹ | Adrian Nalichowski³ |
Chuan Wu⁴ | Matthew J. Nyflot⁵ | Arthur J. Olch⁶ | Niko Papanikolaou⁷ |
Jie Shi⁸ | Shannon M. Holmes⁹ | Jean Moran¹⁰ | Peter B. Greer^{11,12}

線量分布検証のフィルム解析サービスについて

- ・ EBT4/EBT-XDフィルムによるIMRT線量分布検証のフィルム解析代行サービス
- ・ スムーズなEPID他による簡便なIMRT患者QAへの移行をサポート
- ・ リニアック更新時での導入コストの削減が期待できる

サービスの手順

1. QAプラン作成
2. フィルム照射（電離箱の検証はご施設でお願いします）
 1. プランの照射フィルム
 2. 基準線量を照射した小片フィルム2つ
（例）0 Gy（無照射）、2Gy
3. 照射後フィルムの郵送
4. QAプランのファントム内での線量分布データ送付（E-mail他でDICOM RT Doseの送付）
5. 解析（～2日）
6. 報告書をE-mailで返送

試験運用のご報告



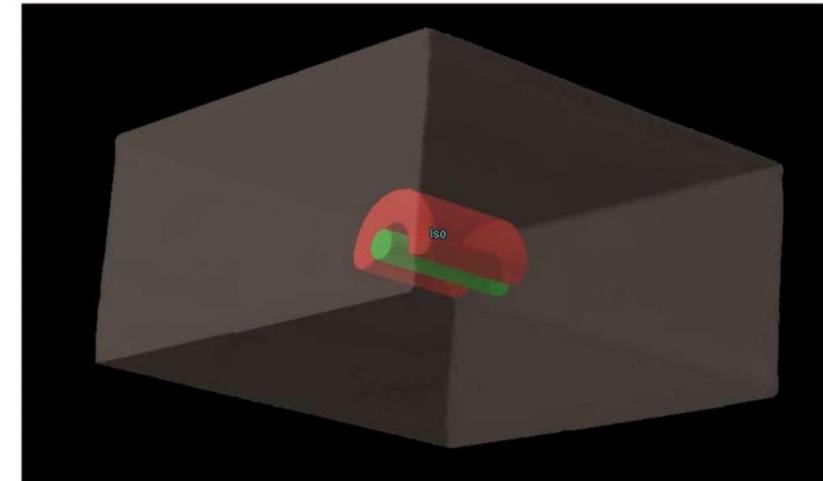
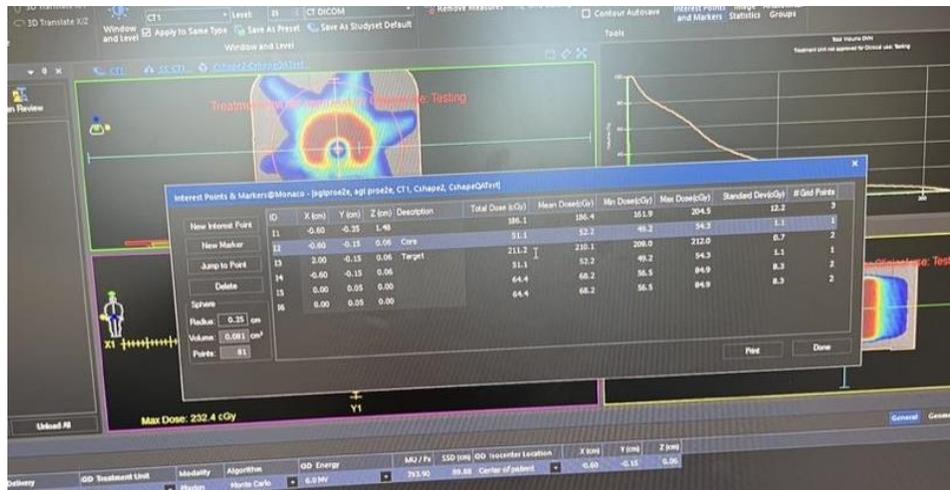
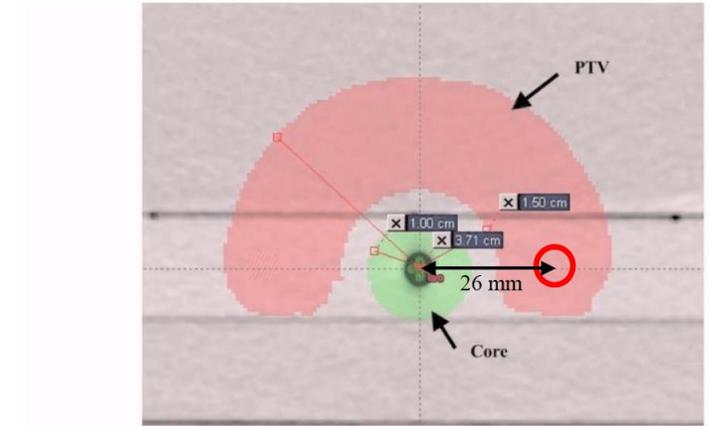
RTQMシステム株式会社

<https://www.rtqm.net> Copyright© 2013 RTQM system Inc. All Rights Reserved.



QAプラン作成

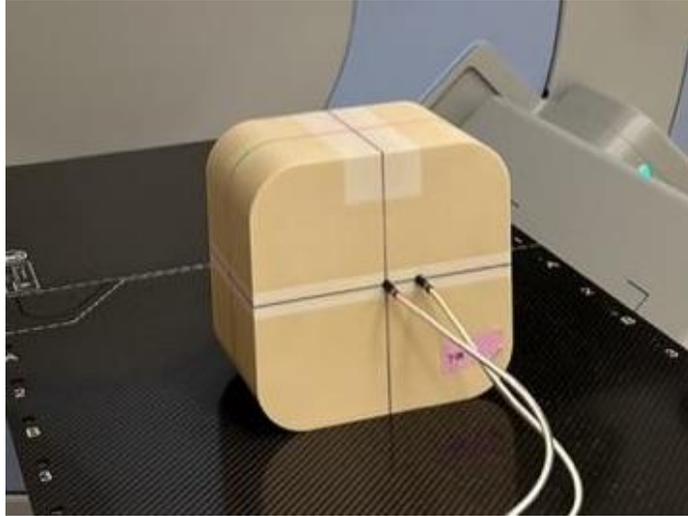
- 撮影したサジコロファントムのCT画像とAAPM TG-119のC-shapeのStrucureデータをMonacoに取り込み、AAPM TG-119の線量制約にて6XでVMATプラン（Elekta Synergy）を作成
- IC はCore(OAR)中心
- 線量計算アルゴリズムはMC
- Grid Spacing: 0.2cm、 Statistical Uncertainty: 1%(Per Calc)
- 電離箱検証用に、Core中心とC-Shape中の赤丸のポイント（ICから右へ26 mm）の絶対線量を算出(57.00 cGy, 206 cGy)



協力：エレクタ株式会社

照射

試験運用ではアールテック社製JUT-1ファントムを使用しているが、任意のファントムで対応可能



ガフクロミック
EBT4フィルム

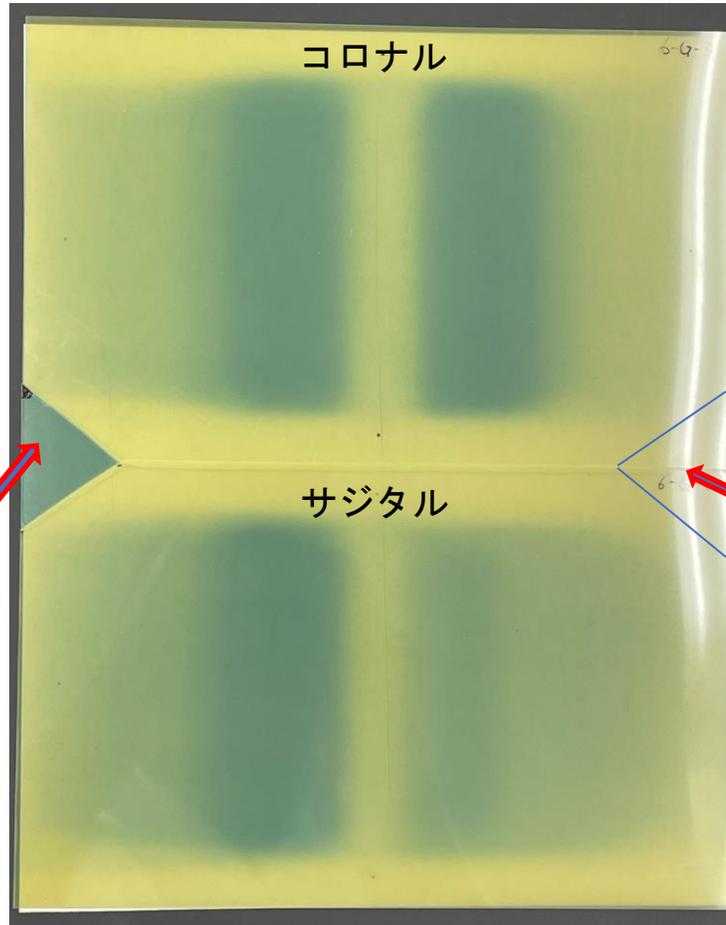


フィルム照射を実施
(コロナル面およびサジタル面)

電離箱測定は別途ユーザーで実施いただく
図では、C-Shapeターゲット内とCore(OAR)の
ポイント線量を小型電離箱で測定（施設の基準
で合否判定いただく）



300MU フィルムを照射



300 MU =
235.08 cGy

0 Gy
(無照射)

上半分はコロナル、下半分はサジタル、その他、
2Gyおよび0Gyのフィルム小片をカット

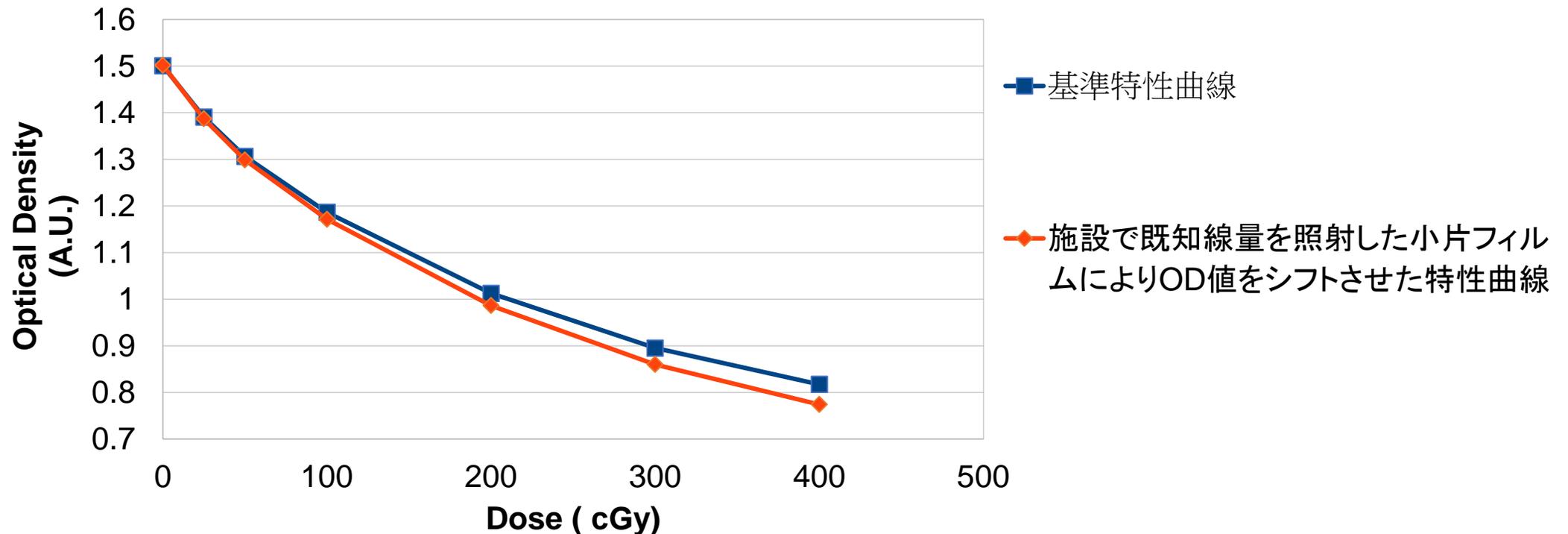


レターパックで郵送

協力：エレクト株式会社

解析1:特性曲線のシフト量を決定する

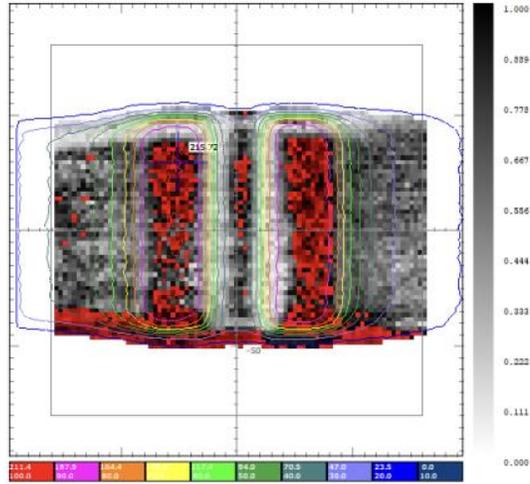
- 同タイプ・別ロットのフィルムにより基準特性曲線を取得
- ユーザーの検証フィルムで既知の線量を照射したフィルム（2点で実施：例0 Gy, 2 Gy）の線量とOD値を使い、線量を基準にOD値をシフトさせる。
- この手法により、ロットの異なるフィルムでも特性曲線を再取得せず線量へ変換できる。



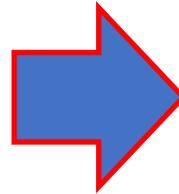
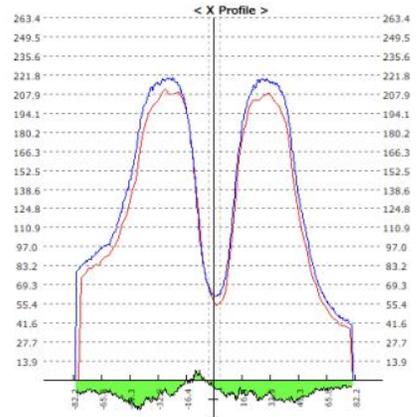
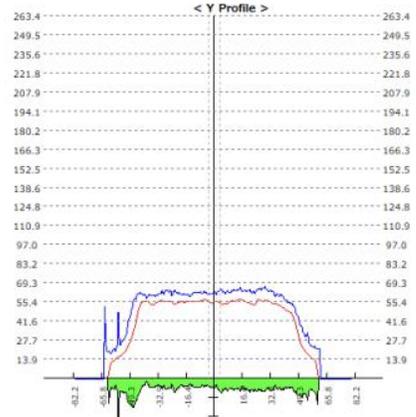
解析：計画（DICOM RT Dose） との coronal 面での比較結果

R-TECH.INC DD-Systemを使用
 アールテック株式会社

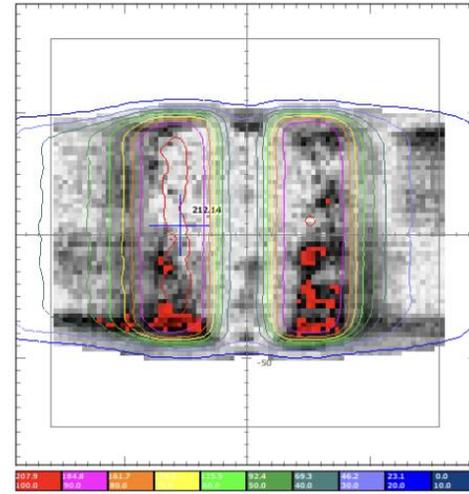
Gamma analysis ** Max dose **
 Search DTA radius(mm) and threshold (%): 3.0: 3.0
 Dose threshold gamma analysis : 10.0 ... 100.0
 Total counts , Pass counts : 4292 ... 3376
 Ave : Min: Max Value Info : 0.731: 0.017: 3.770
 %Passing : **78.658**



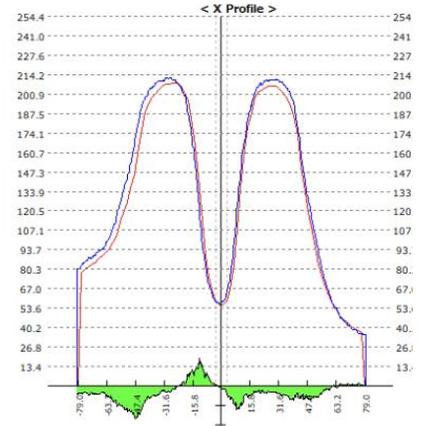
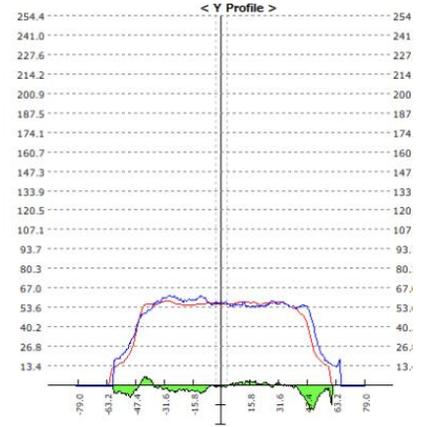
Gamma analysis



Gamma analysis ** Max dose **
 Search DTA radius(mm) and threshold (%): 3.0: 3.0
 Dose threshold gamma analysis : 10.0 ... 100.0
 Total counts , Pass counts : 4258 ... 4149
 Ave : Min: Max Value Info : 0.394: 0.015: 1.722
 %Passing : **97.440**



Gamma analysis



パスレート78.7%

パスレート97.4%

基準特性曲線でそのままガンマ解析
 3%/3mm 閾値10% 絶対線量 (計画のMax Doseを基準としたGlobal比較)

シフトした基準特性曲線でガンマ解析
 3%/3mm 閾値10% 絶対線量比較 (計画のMax Doseを基準としたGlobal比較)

フィルム解析サービスの試験運用まとめ

- ・ 基準特性曲線のシフトにより、異なるロットでも良好な結果が得られた。
- ・ 現状ではレターパックによる郵送としているが、スキャナを所持している施設向けにフィルムのスキャンデータをウェブ上でアップロードできる自動解析オプションを整備予定
 - ・ 複数施設の異なるスキャナでも特性曲線シフトが適応可能かどうか検証が必要。
- ・ 2024年度からのサービス提供開始を目指して準備中。

試験運用施設を募集していますので、ご参加いただけるご施設はぜひご連絡ください。

本日はご参加いただきありがとうございました。



RTQMシステム株式会社

<https://www.rtqm.net> Copyright© 2013 RTQM system Inc. All Rights Reserved.

