

解像度の異なる2種類の EPID ポータルドジメトリによる ガンマ解析値の比較

○山田 誠一、近藤 和人、中桐 正人、清川 文秋、山下 大輔、平田 祐希、園田 泰章、
小見山 郁子
倉敷中央病院 放射線センター

【背景】IMRT 線量分布検証を効率的におこなうための検出器として electronic portal imaging device (EPID) が注目されている。当院では2台のライナックで異なる EPID (aS1000, aS500 varian 社) を使用しているが、付属の解析装置 (portal dosimetry ver.8.8: 以下 PD) を用いた両者のガンマ解析値を比較すると aS1000の方が優れる印象がある。結果に差が生じる要因として各 EPID に装備された flat panel detector (FPD) の解像度の違いが考えられた。

【目的】上述した「解像度の違いにより両 EPID のパス率に差が生じる」と仮定して、補間により解像度を揃えることが可能な他の市販解析ツールも含めたパス率の再評価を行った

【使用機器および方法】IMRT 計画を各ライナック (Clinac-iX Clinac-21EX-S, varian 社) 共通エネルギー 10MV (6症例55フィールド) で再計算を行い、各装置に対応した予測画像と実照射による取得画像を得た。このフィールド毎に収集されたペア画像 (予測画像、取得画像) を以下の3種類の解析ソフトに転送してパス率 (ガンマ値 < 1 の割合) を算出した。(1) PD による通常解析、(2) 市販解析ソフト (DD-IMRT ver.10.12) にテキスト転送して解析、(3) MapCHECK 解析ソフト (Patient ver.6.1 SNC 社) に DICOM 転送して解析。なお解析は全て同一条件: 3 mm/3%、閾値 10% にて行った。3法の解像度を表1に示す。

表1 各解析装置における補間後の解像度

	aS1000	aS500
	計画画像/収集画像	計画画像/収集画像
1. Portal dosimetry	0.78mm/0.39mm	0.78mm/0.78mm
2. DD-IMRT	0.78mm/0.78mm	0.78mm/0.78mm
3. MapCHECK2	1.00mm/1.00mm	1.00mm/1.00mm

【結果】方法1において両 portal dosimetry のパス率と線量差を比較するとパス率は大きく異なるが、線量差に有意差は認められなかった (図1)。2種類の EPID (aS1000 : aS500) の平均パス率 % は、(1) 96.24 : 89.36 (2) 91.27 : 90.05 (3) 97.39 : 95.41 であった。また aS1000 のパス率は方法 (1) と (3) で類似しており、aS500 では方法 (1) と (2) で類似した (図2)。

フィールド毎の aS1000 と aS500 のパス率の差を比較すると解像度の等しい方法 (2)、(3) は、ほぼ同様の分布を示したが、解像度の異なる方法 (1) では両者の差は大きくなった (図3)。

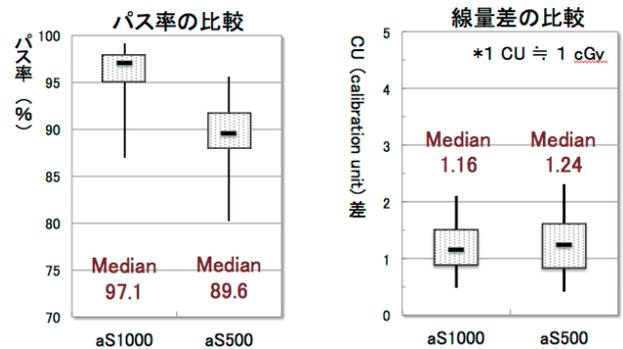


図1 両 Portal dosimetry のパス率と線量差の比較

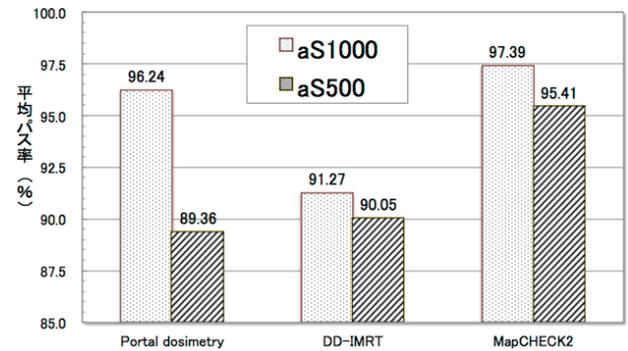


図2 各解析法による平均パス率

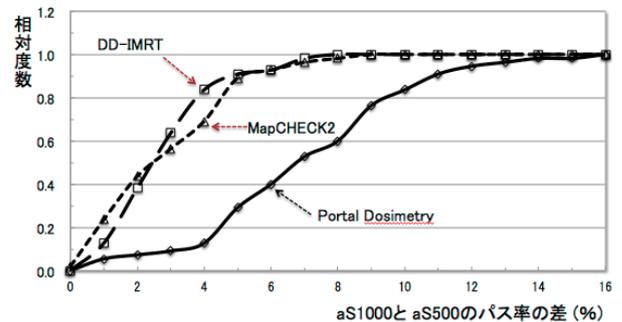


図3 フィールド毎のパス率の差を比較

【結語】解像度が異なる (1) では、aS1000 のパス率が aS500 に比べて 6% 以上高くなったが、他法では 2% 以内であった。IMRT 解析ソフトやデバイスを移行する際、計画画像や取得画像が異なれば比較検証が複雑になる。今回の検証では同一データを用いた事により解析ソフトの違いに絞った比較が可能であった。

三次元検出器システムに関する検討 ～再現性・ γ 解析～

○鎌田 真奈¹⁾、富永 正英²⁾、佐々木 幹治³⁾、廣田 充宏¹⁾、田中 義浩⁴⁾、原 康男³⁾、板東 良太³⁾、生島 仁史¹⁾

1) 徳島大学医学部 保健学科、2) 徳島大学大学院 ヘルスバイオサイエンス研究部、3) 徳島大学病院、4) 京都第一赤十字病院

【背景・目的】放射線治療技術の進歩により、多くの治療部位でIMRTが行われるようになってきた。IMRTでは治療計画ごとに線量分布を検証する必要がある。一般的にFilmを用いた線量分布検証を行うが、煩雑であり多くの時間を要する。そこで、われわれは検証方法の1つである三次元検出器システム(Arc CHECK)を用いて諸特性を検証した。

【方法】Arc CHECK(以下AC)をCT装置で撮影し、その画像を治療計画装置に転送した。治療計画装置で固定多門照射、回転照射を含む8種類の治療計画を作成した(表1)。治療計画した照射条件でNovaris TXを用いてACに照射した。再現性の評価は固定多門照射(7_Jaw_Col45)と回転照射(Arc_10cm)を各20回照射し、各検出器の線量から線量計算ソフトウェアのSNC Patientを用いて評価点の線量を算出し、変動計数で評価を行った。治療計画装置の線量分布との比較は絶対線量の γ 解析(3mm, 3%, threshold10%)を用いて評価した。

治療計画名	照射門数	照射野成形方法	照射野サイズ	コリメータの角度	1門あたりのMU
7_Jaw_Col45	7門	Jaw	10×10cm ²	45°	43
7_Jaw+MLC_Col45	7門	Jaw,MLC	10×10cm ²	45°	43
7_Jaw_Col0	7門	Jaw	10×10cm ²	0°	43
9_Jaw_Col45	9門	Jaw	10×10cm ²	45°	33
Diamond	-	MLC	10×10cm ²	0°	294
Arc_3cm	-	Jaw	3×3cm ²	0°	379
Arc_5cm	-	Jaw	5×5cm ²	0°	346
Arc_10cm	-	Jaw	10×10cm ²	0°	299

表1 治療計画

【結果】再現性の評価は回転照射の場合は固定多門照射の場合と比較して変動係数が小さくなった。固定多門照射、回転照射共に変動計数が高い値を示した位置があった。(図1(a), (b))

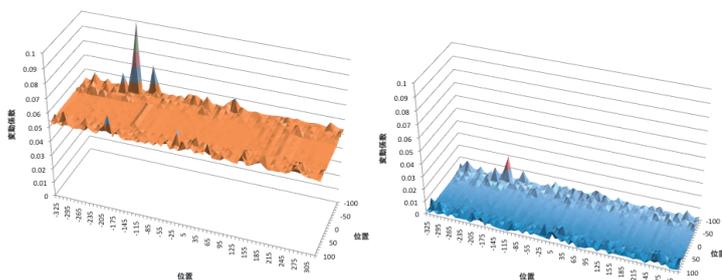


図1 (a): 固定多門照射の標準偏差 (b): 回転照射の標準偏差

γ 解析の結果より、コリメータを回転させない場合のpass率が高くなった。また、照射野成形方法はJawとマルチリーフコリメータの両方を用いた場合のpass率がJawのみより高くなった。回転照射では照射野サイズが大きいほどpass率が上がった。(表2)

	7_Jaw_Col45	7_Jaw+MLC_Col45	7_Jaw_Col0	9_Jaw_Col45	
Van Dykの補正	なし	81.9	82.8	96.2	80.7
	あり	99.7	96.3	98.7	98.2

	Arc_3cm	Arc_5cm	Arc_10cm	Diamond	
Van Dykの補正	なし	64.5	70.2	89.4	100.0
	あり	65.6	71.9	99.9	100.0

表2 γ 解析の結果

【考察】三次元検出器システムの諸特性として検出器の再現性と治療計画との線量分布を比較評価した。

再現性は変動係数が高い値を示した位置があった。これはACの検出器のキャリブレーション不良が原因の可能性がある。照射野辺縁や照射野外に位置する検出器の変動係数が高い値を示したのは、照射野中心に比べて線量が低いためにS/Nが悪くなったことが原因である。

γ 解析では照射野成形方法やコリメータ角度の違いによりpass率の違いが見られた。照射野成形方法についてpass率の違いは、照射野外でpassしなかった検出器が多く存在するため、JawのみよりもJawとマルチリーフコリメータの両方を用いた場合の方が照射野外の検出器に照射された線量が低いたためである。

コリメータ角度の違いはコリメータを回転させない場合に回転させた時よりも低線量域にある検出器が少なくなり、低線量域でのズレがないことからpass率が上がったと考えられる。

回転照射では、照射野の大きさが大きくなるほどpass率が上がった。照射野が大きくなると多くの検出器に同じ線量が照射され、pass率が上がったと考えられる。

【結論】治療計画で決定した照射条件によって、線量検証に違いが生じる可能性が示唆された。

三次元検出器システムに関する検討 ～ DVH 解析～

○廣田 充宏¹⁾、富永 正英²⁾、佐々木 幹治²⁾、鎌田 真奈¹⁾、田中 義浩⁴⁾、原 康男³⁾、坂東 良太³⁾、生島 仁史²⁾

1) 徳島大学医学部保健学科、2) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部、3) 徳島大学大学病院、4) 京都第一赤十字病院

【背景・目的】放射線治療技術の進歩により、多くの治療部位でIMRTが施行されるようになってきた。IMRTでは治療計画を行う際に線量分布を確認するためにDVHを利用する。DVHは治療計画装置で計算された結果であり、実測による検証は困難であった。近年、三次元検出器とソフトウェアによって、DVHによる検証が可能となった。

今回われわれは三次元検出器システムを用いて諸特性を評価した。

【方法】固定多門照射、回転照射を含む種々の治療計画を治療計画装置(Eclipse ver. 8.9.17)で作成した(表1)。Novaris TX(Varian Medical Systems)を用いて作成した治療計画の照射条件でSun Nuclear社製のArcCHECK(以下AC)に照射した。対象となるVolumeは直径3cmごとにROIを作成し、体軸方向の厚さは2cmのドーナツ型とした(図1)。ACの検出器で得られた線量から3DVH(Sun Nuclear)を用いてDVHを算出し、3回の平均値(以下3D_DVH)と治療計画装置が計算したDVH(以下RTP_DVH)と差を比較評価した。

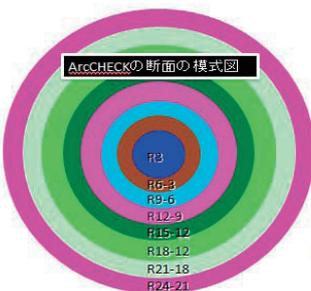
表1 治療計画

固定多門照射 (X線エネルギー6MV, アインセンタ処方2Gy, カウチモデリング有り)

治療計画名	照射門数	照射野成形方法	照射野サイズ	コリメータの角度	1門あたりのMU
7_Jaw_Col45	7門	Jaw	10×10cm ²	45°	43
7_Jaw_MLC_Col45	7門	Jaw, MLC	10×10cm ²	45°	43
7_Jaw_Col0	7門	Jaw	10×10cm ²	0°	43
9_Jaw_Col45	9門	Jaw	10×10cm ²	45°	33

回転照射(X線エネルギー6MV, コリメータ角度0°, アインセンタ処方2Gy, カウチモデリング有り)

治療計画名	照射野成形方法	照射野サイズ	MU
Diamond	MLC	10×10cm ²	294
Arc_3cm	Jaw	3×3cm ²	379
Arc_5cm	Jaw	5×5cm ²	346
Arc_10cm	Jaw	10×10cm ²	299



- R3 : ring3cmの内側
- R6-3 : ring6cmとring3cmの間
- R9-6 : ring9cmとring6cmの間
- R12-9 : ring12cmとring9cmの間
- R15-12 : ring15cmとring12cmの間
- R18-15 : ring18cmとring15cmの間
- R21-18 : ring21cmとring18cmの間
- R24-21 : ring24cmとring21cmの間

図1 DVH解析に使用したVolume

【結果】RTP_DVHと3D_DVHに違いが生じた。

固定多門照射は約120cGy以下になるとRTP_DVHよりも、3D_DVHが大きくなった(図2)。

回転照射ではDiamondとArc_10cmはほぼRTP_DVHと3D_DVHはよく似たDVHとなった。Arc_3cmとArc_5cmは中心のR3の部分で大きく異なった(図3)。

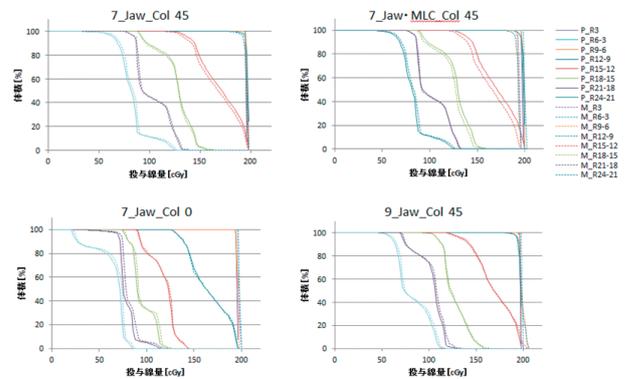


図2 固定多門照射の結果

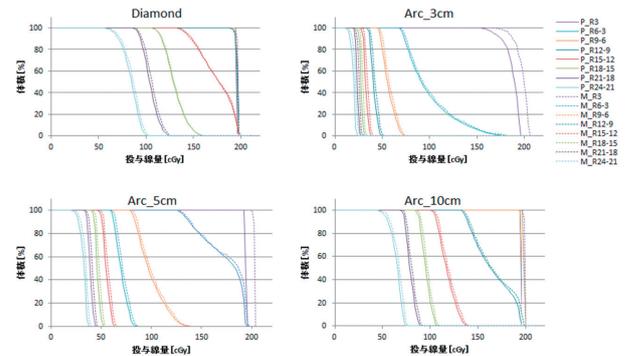


図3 回転照射の結果

【考察】RTP_DVHと3D_DVHに差が生じた原因は、治療計画装置と3DVHの計算マトリックスサイズや補間計算の違い、また、ビームデータ測定時の検出器とACの検出器との間に感度差があるためだと考えられる。

【結論】RTP_DVHと3D_DVHを比較評価した。その結果、照射野方法や、照射野成形方法・大きさにより、両者のDVHに差が生じた。臨床使用においてはこれらの特性を認識した上で用いる必要がある。

○中桐 正人、山田 誠一、小見山 郁子、堀田 優子、園田 泰章、平田 祐希、山下 大輔、
近藤 和人、清川 文秋
倉敷中央病院 放射線センター

【背景】 二次元検出器 MapCHECK2の機能である3DVHは、MapCHECK2各門検証から得られたゆらぎ(PDP ファイル)を元の計画線量に上掛けて実際の患者線量を見積もることができる。

【目的】 簡単な治療計画を行い、3DVHソフトから算出された3次元線量分布の正確性の検証を行う。

【使用機器】 治療計画装置：Eclipse ver.8.9.15, 直線加速器：Clinac21EX-s, 医療用フィルム：EDR2, フィルム全門検証用 ABS ファントム：タイセイメディカル, MapCHECK2 (1177型) 及び3DVHソフト

【方法】 治療計画装置にて、フィルム全門検証用 ABS ファントムに照射野10×10 cmの4門照射プラン(各50MU)を作成した。そして、ガントリ0°にてMapCHECK2による各門検証データを取得した。その際、4門のうち1門を、わざと誤差を起すようビームデータを取得した。今回は誤差データとしてダイナミックウェッジ15°, 30°, 45°, 60°を使用した。その後、検証①②を行った。

検証①：3DVHソフトにて、フィルム全門検証用 ABS ファントムの3DVH線量分布を算出した。次に治療計画装置でも誤差なし及びダイナミックウェッジ15°, 30°, 45°, 60°を入力し治療計画装置の線量分布を算出した。その後、この2つの分布検証を行った。

検証②：フィルム全門検証用 ABS ファントムにてフィルム全門分布検証を行い、3DVH線量分布、治療計画装置の線量分布との比較をそれぞれ行い、検討した。(図1)

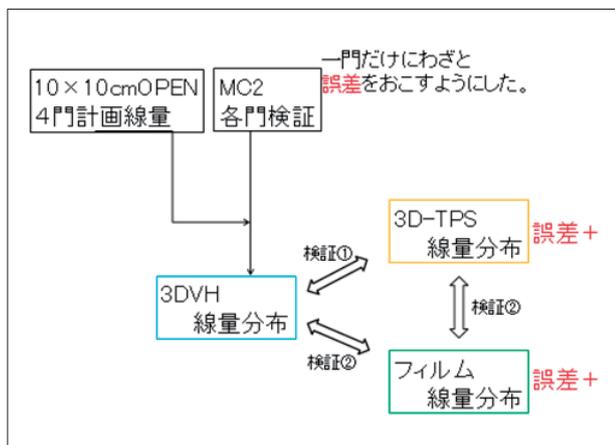


図1 方法の略図

検証①②どちらも解析はMapCHECK2解析ソフトにて、相対線量評価2mm 2% ガンマ解析(normalize point : isocenter, threshold : 10%)とした。

【結果】

検証①：3DVH線量分布と計画線量の比較では、2つの線量分布は、バグにより解析できなかった一部を除き全て100%と非常に高いパス率であった。

検証②：3Dフィルムと3DVH線量分布、治療計画装置の線量分布との比較では、正規性およびt検定の結果、2つのパス率に有意差はなかった。(図2)

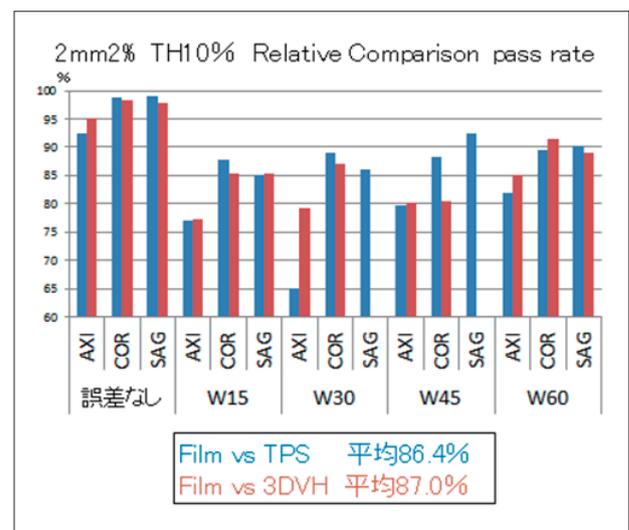


図2 フィルムとTPS、3DVHとの比較

【考察】

- 今回の検証において3DVH線量分布と計画線量とのパス率は非常に高かった。
- フィルム線量分布の結果が計画線量と、または3DVHと直接比較したときの統計的有意差は見られなかった。
- 検証②にて、ウェッジ30° AXI、45° COR面が大きくパス率に差があるのは、フィルム検証でのセットアップ精度も要因の一つと考えられるが、その他大きな要因はわからなかった。

【結語】 3DVHの線量分布は簡単な線量増減であれば計画線量はよく反映することを示した。