

フラットベットスキャナーを用いた EBT3フィルム平坦度補正法

1) 日本医科大学付属病院

2) アールテック株式会社

○ 谷越雅幸¹⁾ 宮沢正則²⁾

はじめに

フィルムを使用した線量分布解析では、フィルムの濃度を正確に読み取る必要がある。

フラットベッドスキャナーを使用した場合、読み取り精度を低下させる位置依存性と濃度依存性の補正が必要である。

改善する試みはいくつかの報告があるが、従来の方法はスキヤンの主走査方向のみの補正であった。

今回、副走査方向についても補正を行う手法を考案したので発表する。

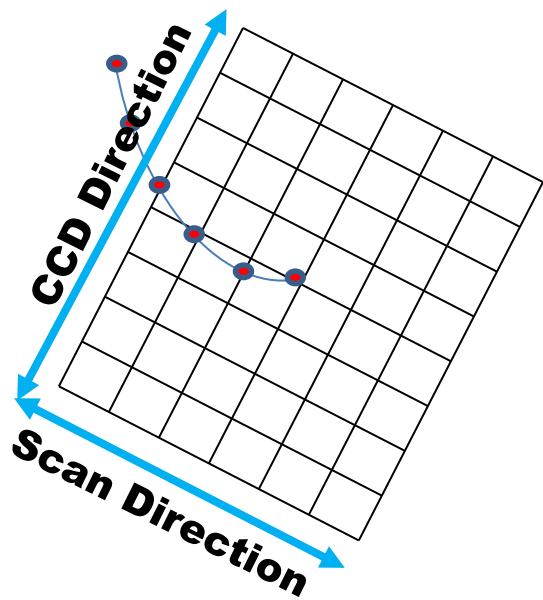
3次元補方法の原理

各ピクセル位置に、既知の線量でえられた濃度を読み取る。

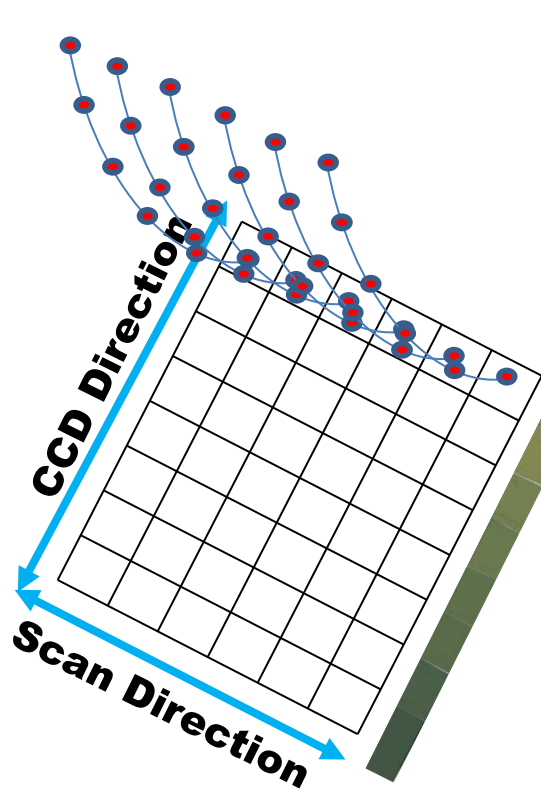
さらに異なる濃度の情報を加え、ピクセル位置ごとの濃度-線量変換テーブルを作成する。

平坦度補正を行う解析用フィルムは、読み込まれたピクセル位置ごとに、濃度-線量変換テーブルをルックアップし、濃度プロファイルが線量プロファイルに変換される。

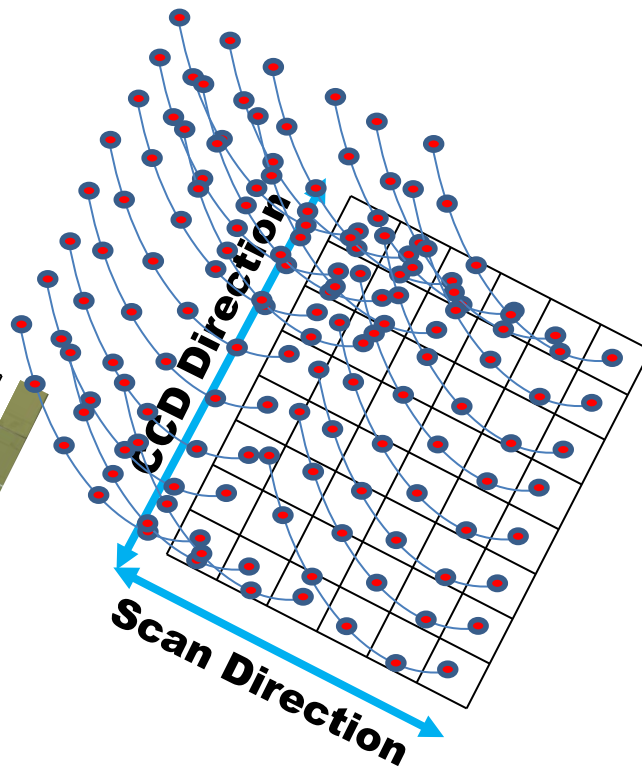
3次元補方法の原理



1D Calibration

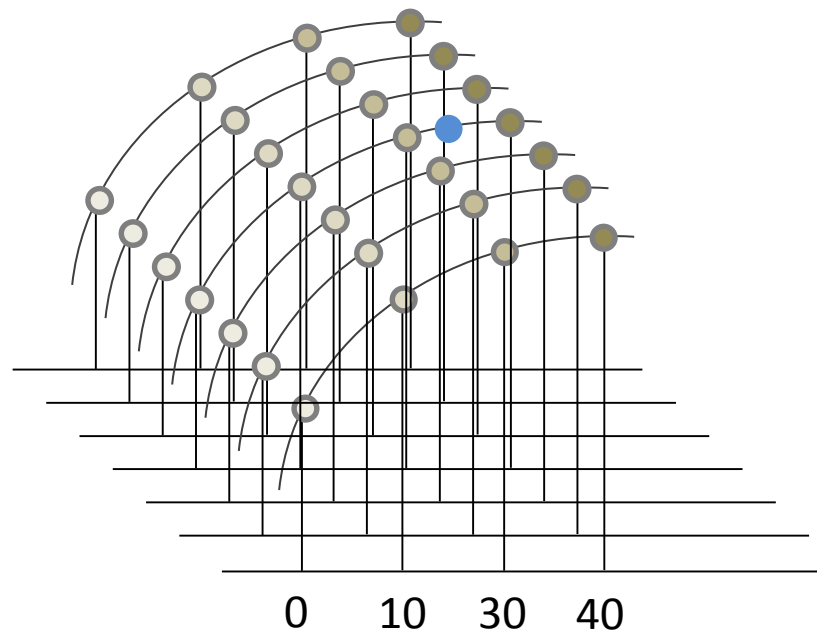
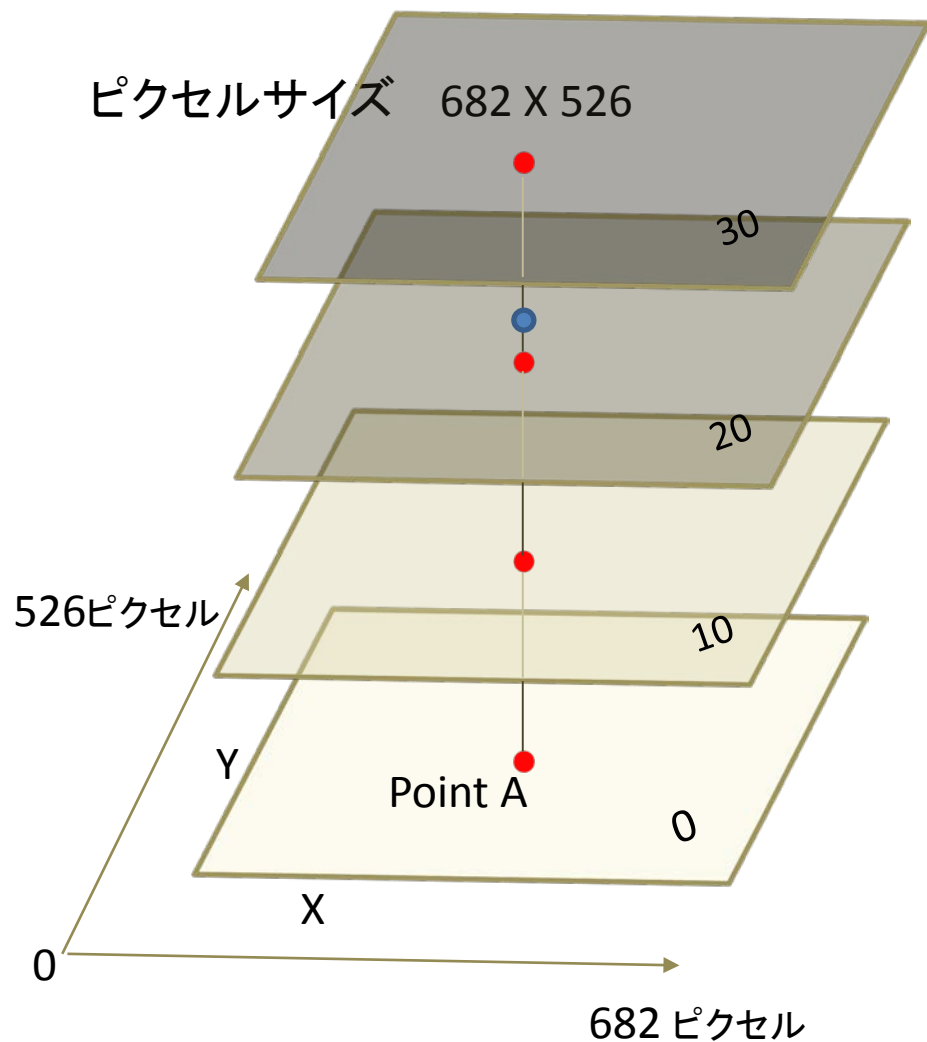


2D Calibration



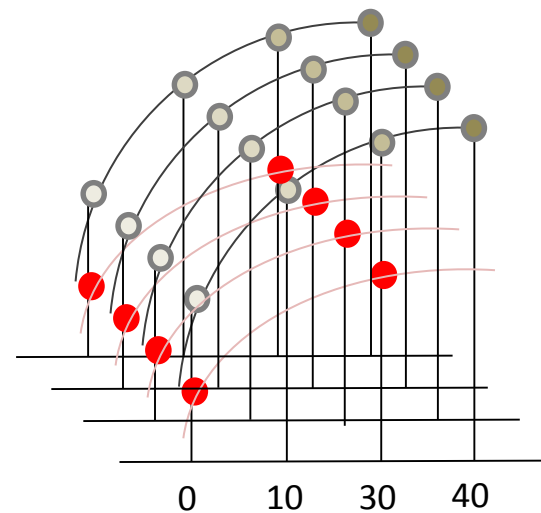
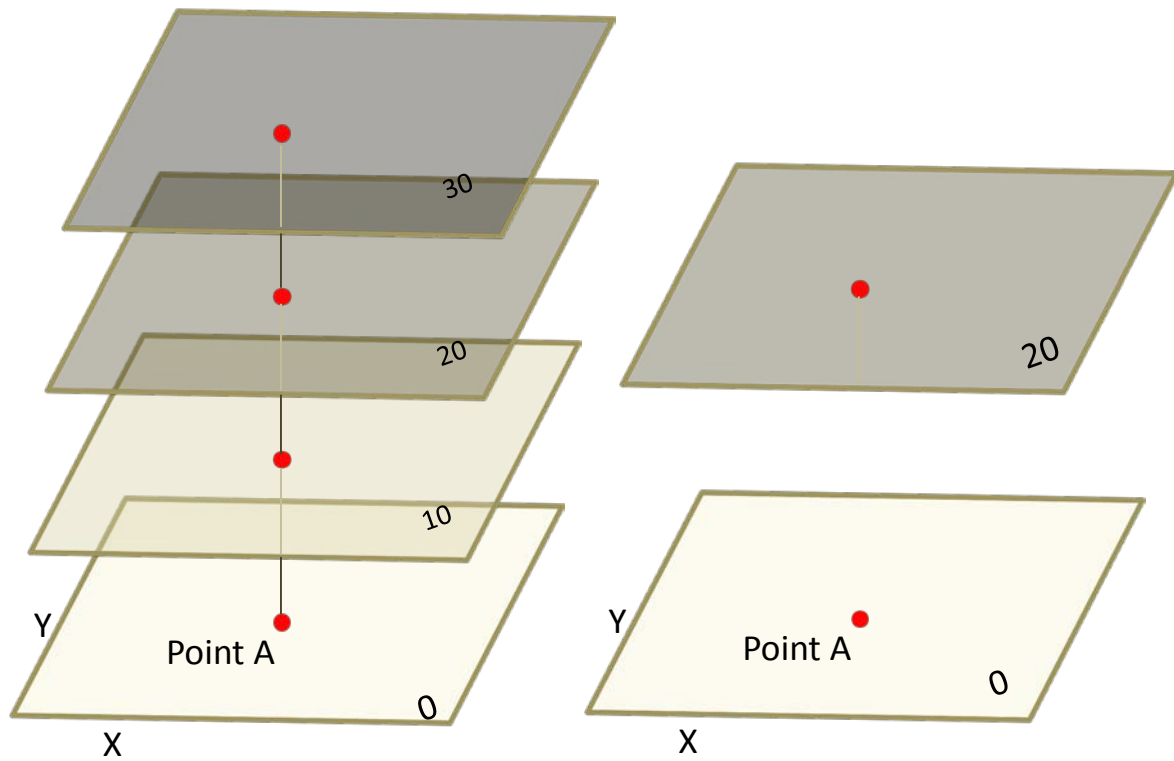
3D Calibration

3次元補方法の原理



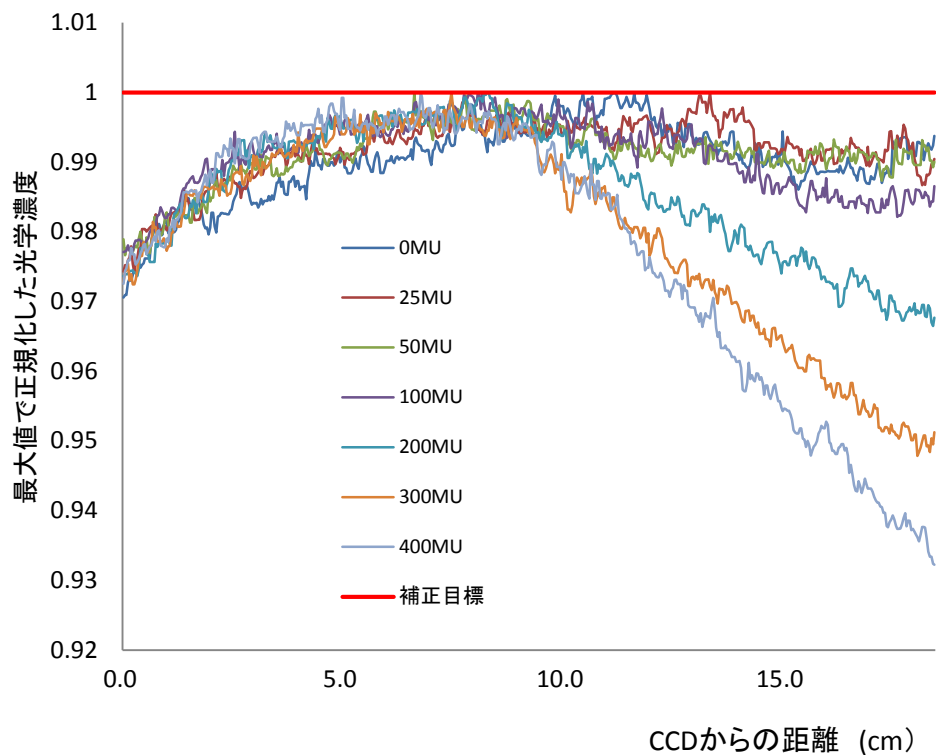
ピクセルサイズ 682 X 526 の濃度テーブルを作成する

3次元補方法の原理と2点校正法

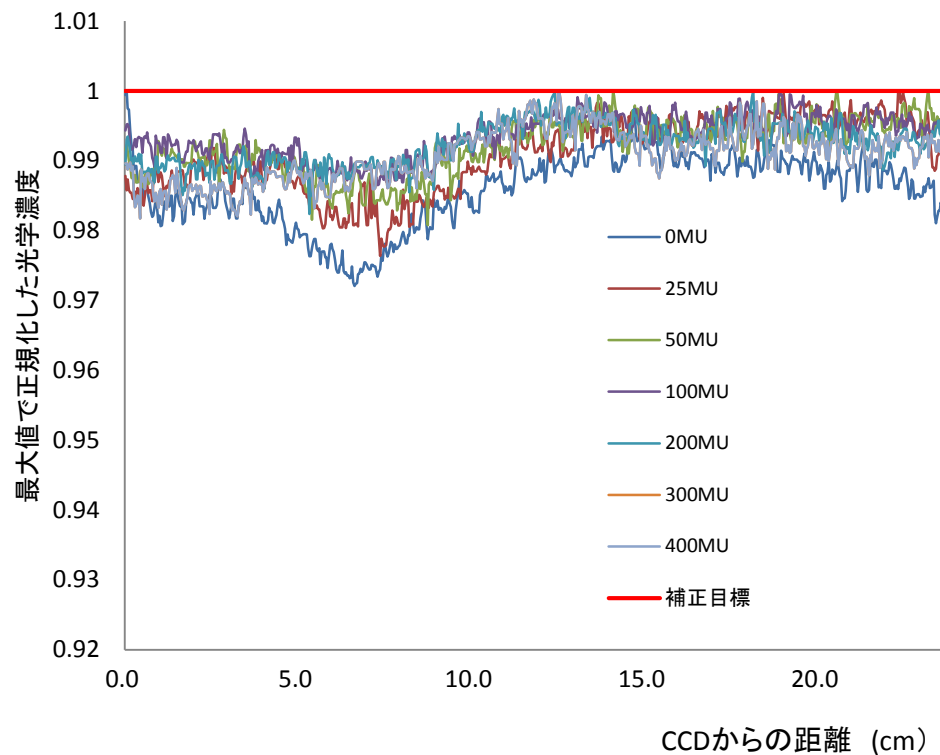


フラットベッドスキャナー ES-G11000でEBT3フィルムをスキャンしたプロファイル

主走査方向の光学濃度



副走査方向の光学濃度



平坦度補正用キャリブレーション試料作成

焦点-フィルム間距離 100cm
深度 固体ファントーム 10cm
照射野サイズ 30cm × 30cm
照射MU 25, 50, 100, 200, 300, 400 MU

読み取り (無照射フィルムを含め 7 枚)

照射後 3 時間後

解像度 72 DPI 48 bit 3 チャンネル

補正 Red/Blue

読み取りサイズ 682 X 526 ピクセル

読み取り方向 横置き

濃度線量変換用キャリブレーション試料

焦点-フィルム間距離 100cm
深度 固体ファントーム 10cm
照射野サイズ 30cm × 30cm
照射MU 200 MU

読み取り (無照射フィルムを含め 2 枚)

照射後 : 3 時間後

解像度 72 DPI 48 bit 3 チャンネル

補正 Red/Blue

読み取りサイズ 682 X 526 ピクセル

読み取り方向 横置き

目的

3次元補正法と、平坦度補正を行わない場合の
線量分布の解析結果から、新法の有効性を実証する。

使用機器

フィルム	Gafchromic EBT3	(ASHLAND)
スキャナ	ESG-11000G	(Epson)
フィルム解析ソフト	DD-IMRT Ver.12.32	(R-TECH)
フィルム読み取りソフト	R-Scan-3D Ver3.2	(R-TECH)
2次元半導体検出器	MapCHECK2	(SunNuclear)
ファントム	Tough water WD-type	(京都科学)
	Quasar Verification	Phantom II
		(Modus)
医療用直線加速器	Synergy Agility	(Elekta)
治療計画装置	Pinnacle Ver9.10	(Philips)

方法

比較用テストパターン

長方形

20cm × 16cm

逆ピラミッド型

5 ステップパターン

線量分布の比較

1. 治療計画装置で計算させた線量分布

γ 解析

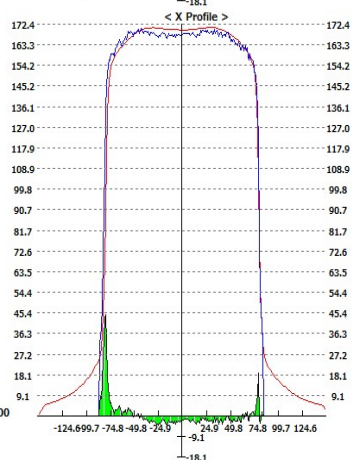
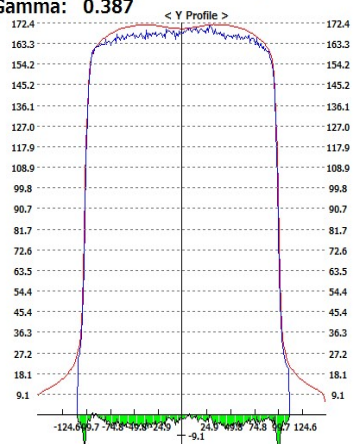
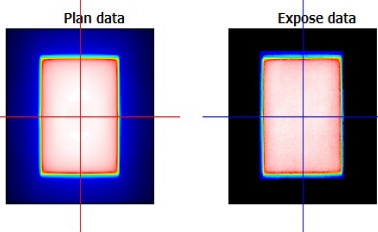
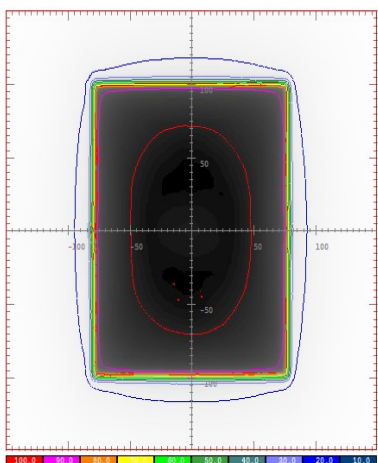
- 2 2次元半導体検出器で測定した線量分布

Dose Differenceの比較

RTPSとの比較 長方形

補正あり

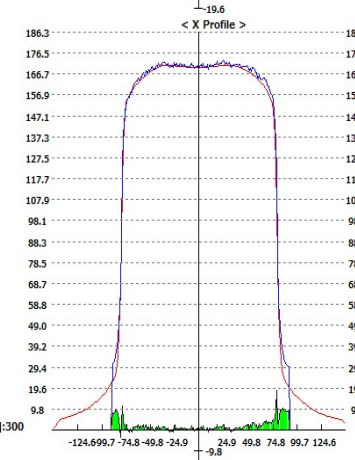
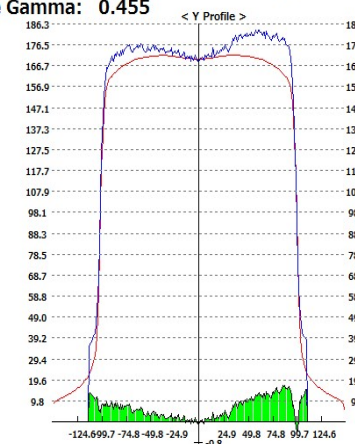
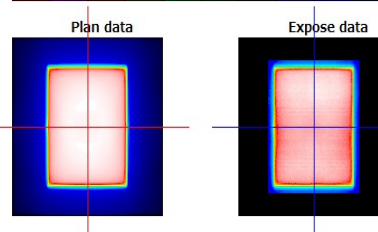
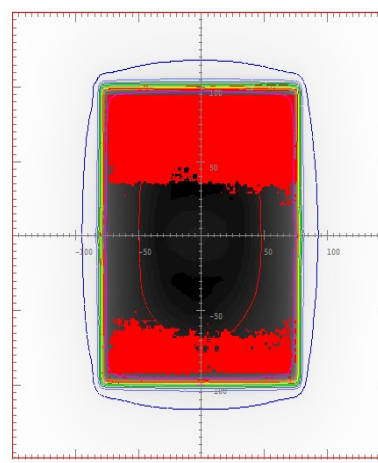
Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:30659 / Error count:1100 / Passing :96.54 %
Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.387



Patient Name:
Patient ID:
TPS Matrix Size[X]:300 TPS Matrix Size[Y]:300 IMG Matrix Size[X]:300 IMG Matrix Size[Y]:300
TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:171.71 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:172.37
TPS Width :299.00 IMG Width:299.00
TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
Non normalize Normalize Value : 0.00 / Dose table name: /Kind fitting:
TPS File Name:20X16.header / IMG File Name:20x16 correction.CSV [2016/11/07] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし

Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:17709 / Error count:14049 / Passing :55.76 %
Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.455



Patient Name:
Patient ID:
TPS Matrix Size[X]:300 TPS Matrix Size[Y]:300 IMG Matrix Size[X]:300 IMG Matrix Size[Y]:300
TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:171.71 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:186.34
TPS Width :299.00 IMG Width:299.00
TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
Non normalize Normalize Value : 0.00 / Dose table name:C:\Users\DD\Documents\YDD density_cal\2015_10_17_6MV\50min.TBL /Kind fitting:
TPS File Name:20X16.header / IMG File Name:20X16 old method.BMG [2016/11/07] Software: DD IMRT Ver 12.32

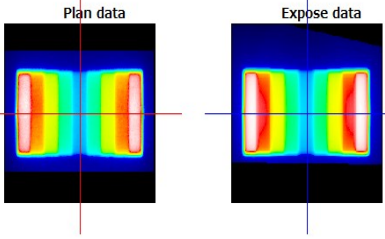
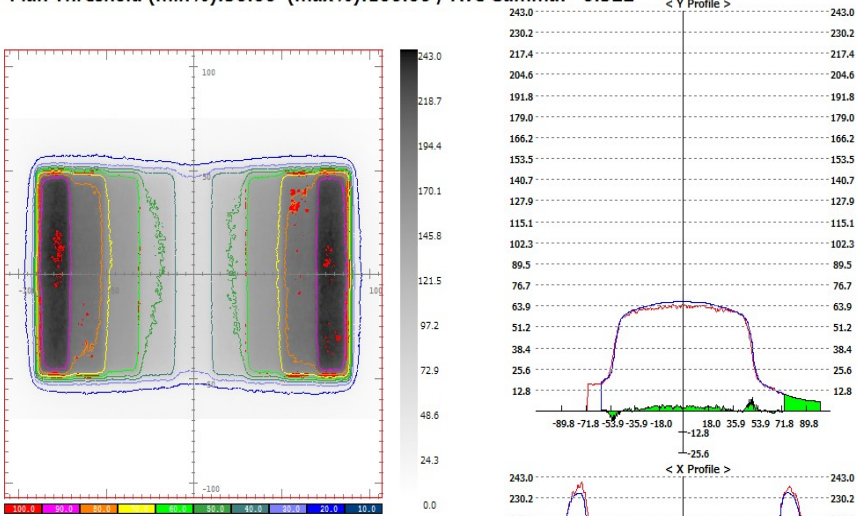
赤線 RTPS プロファイル

青線 EBT3 プロファイル

RTPSとの比較 逆ピラミッド

補正あり

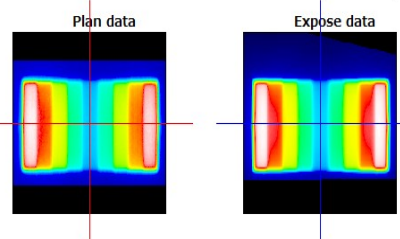
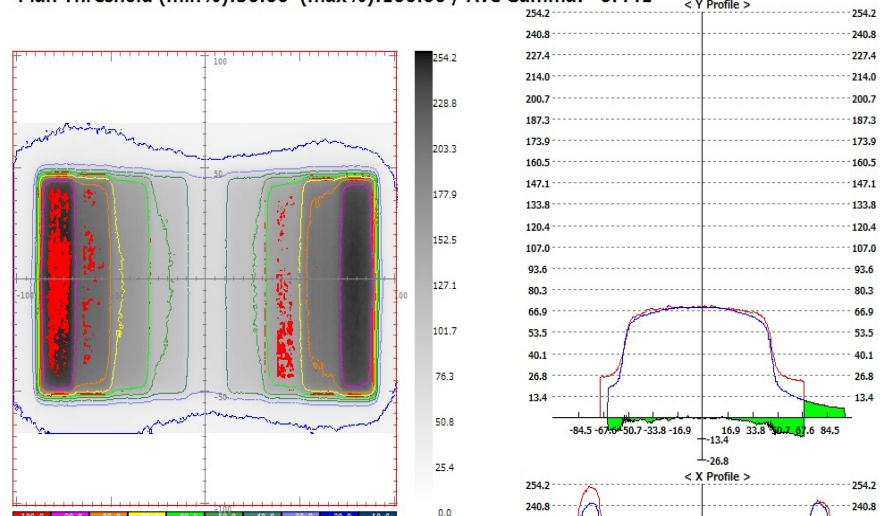
Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:90563 / Error count:3796 / Passing :95.98 %
Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.322



Patient Name:
Patient ID:
TPS Matrix Size[X]:611 TPS Matrix Size[Y]:611 IMG Matrix Size[X]:611 IMG Matrix Size[Y]:611
TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:242.97 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:233.24
TPS Width :215.55 IMG Width:215.55
TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 125 IMG Isoy: 125
Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name: /Kind fitting:
TPS File Name:inverse pyramid correction.CSV / IMG File Name:inverse_pyramid.header [2016/11/07] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし

Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:82771 / Error count:10296 / Passing :88.94 %
Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.441



Patient Name:
Patient ID:
TPS Matrix Size[X]:576 TPS Matrix Size[Y]:576 IMG Matrix Size[X]:576 IMG Matrix Size[Y]:576
TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:254.17 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:242.59
TPS Width :202.85 IMG Width:202.85
TPS Isox: 288 TPS Isoy: 288 IMG Isox: 125 IMG Isoy: 125
On center value normalized Normalize Value : 0.95 / Dose table name: /Kind fitting:
TPS File Name:inverse pyramid old method.BMG / IMG File Name:inverse_pyramid.header [2016/11/07] Software: DD IMRT Ver 12.32

赤線 EBT3 プロファイル

青線 RTPS プロファイル

2次元半導体検出器との比較 長方形

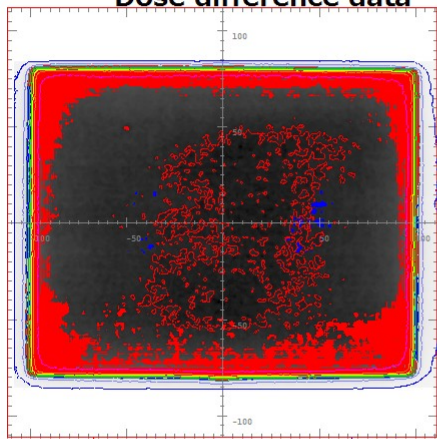
補正あり

Image high Position

RTPS high Position

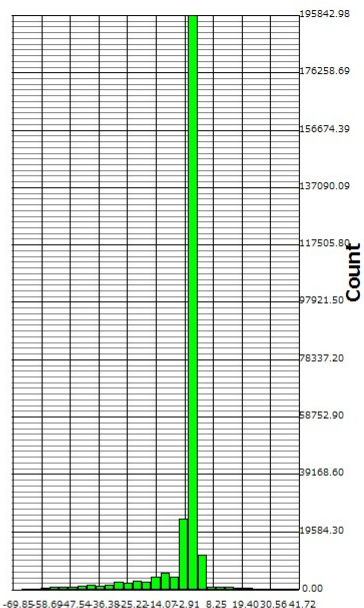
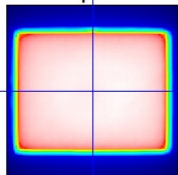
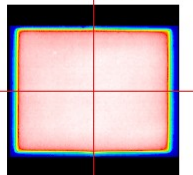
Calc Low Value :30 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:2 %
 P_Count :265636 Pass_Count:190927 Pass_Ratio:71.875 %
 Max Value: 41.718 MaMin Value: -69.849
 Ave Value: -3.270

Dose difference data



Plan data

Expose data



Dose Difference:2 %
 Pass count:190927 / Passing :71.88 %
 Plan Threshold (min%):30 (max%):100
 Max value: 41.718 Min value : -69.849
 Ave value: -3.270

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:634 TPS Matrix Size[Y]:634 IMG Matrix Size[X]:634 IMG Matrix Size[Y]:634
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:171.18 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:171.18
 TPS Width :225.66 IMG Width:223.66
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DD\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:20x16 correction.CSV / IMG File Name:20x16 correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

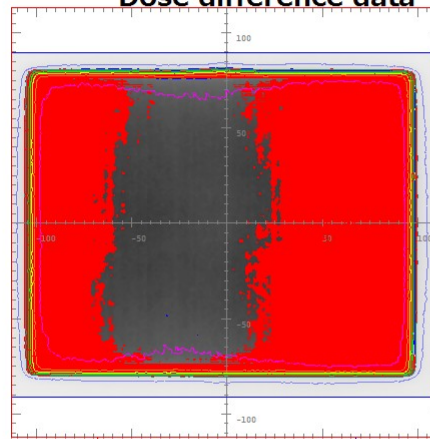
補正なし

Image high Position

RTPS high Position

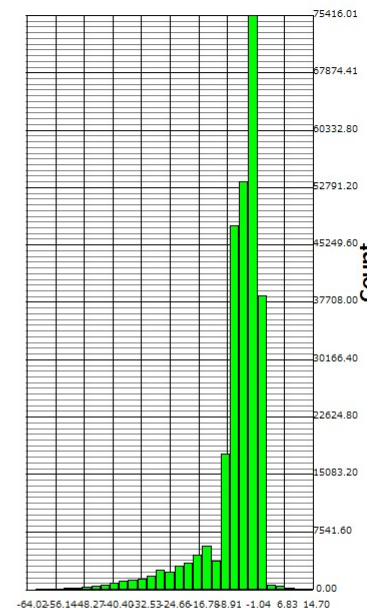
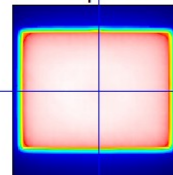
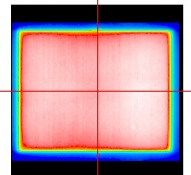
Calc Low Value :30 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:2 %
 P_Count :266769 Pass_Count:91626 Pass_Ratio:34.347 %
 Max Value: 14.704 MaMin Value: -64.015
 Ave Value: -5.970

Dose difference data



Plan data

Expose data



Dose Difference:2 %
 Pass count:91626 / Passing :34.35 %
 Plan Threshold (min%):30 (max%):100
 Max value: 14.704 Min value : -64.015
 Ave value: -5.970

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:640 TPS Matrix Size[Y]:640 IMG Matrix Size[X]:640 IMG Matrix Size[Y]:640
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:182.41 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:170.71
 TPS Width :225.43 IMG Width:225.43
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:/Kind fitting:
 TPS File Name:20X16 old method.BMG / IMG File Name:20x16 correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

赤線 EBT3 プロファイル

青線 半導体検出器 プロファイル

2次元半導体検出器との比較 逆ピラミッド

補正あり

Image high Position

RTPS high Position

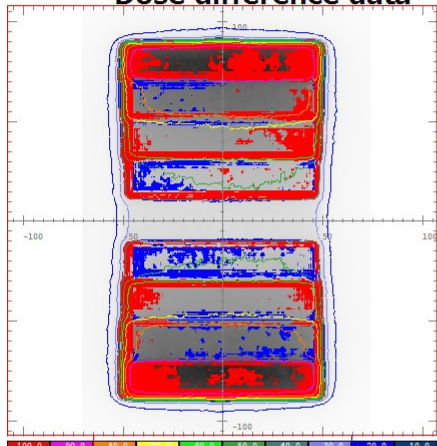
Calc Low Value :30 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:2 %

P_Count :132225 Pass_Count:67505 Pass_Ratio:51.053 %

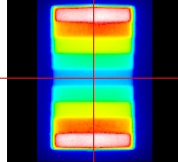
Max Value: 40.746 MaMin Value: -60.122

Ave Value: -3.291

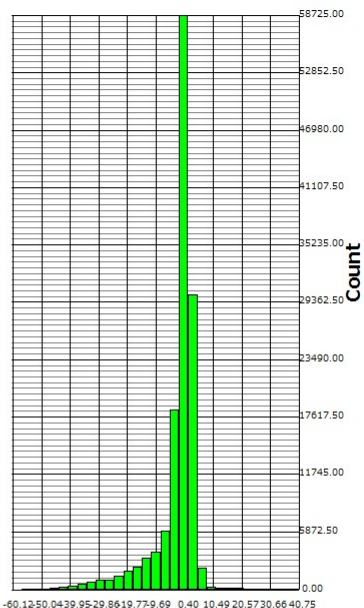
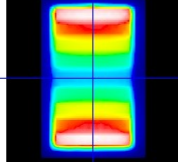
Dose difference data



Plan data



Expose data



Dose Difference:2 %
 Pass count:67505 / Passing :51.05 %
 Plan Threshold (min%):30 (max%):100
 Max value: 40.746 Min value : -60.122
 Ave value: -3.291

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:611 TPS Matrix Size[Y]:611 IMG Matrix Size[X]:611 IMG Matrix Size[Y]:611
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:241.26 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:232.68
 TPS Width :215.55 IMG Width:215.55
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 0.00 / Dose table name:C:\Users\DD\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:inverse pyramid correction.CSV / IMG File Name:inverse pyramid correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし

Image high Position

RTPS high Position

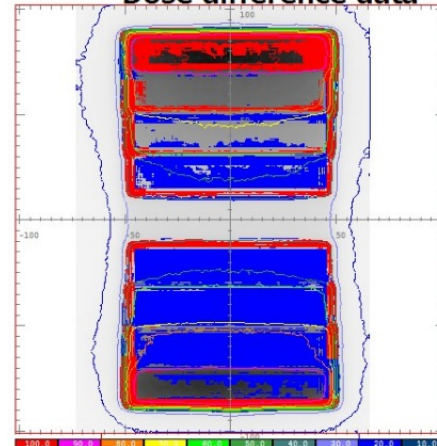
Calc Low Value :30 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:2 %

P_Count :132509 Pass_Count:42335 Pass_Ratio:31.949 %

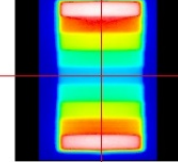
Max Value: 44.738 MaMin Value: -62.694

Ave Value: -0.423

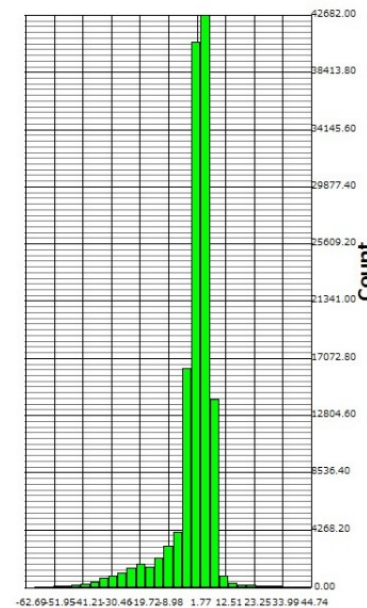
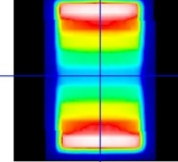
Dose difference data



Plan data



Expose data



Dose Difference:2 %
 Pass count:42335 / Passing :31.95 %
 Plan Threshold (min%):30 (max%):100
 Max value: 44.738 Min value : -62.694
 Ave value: -0.423

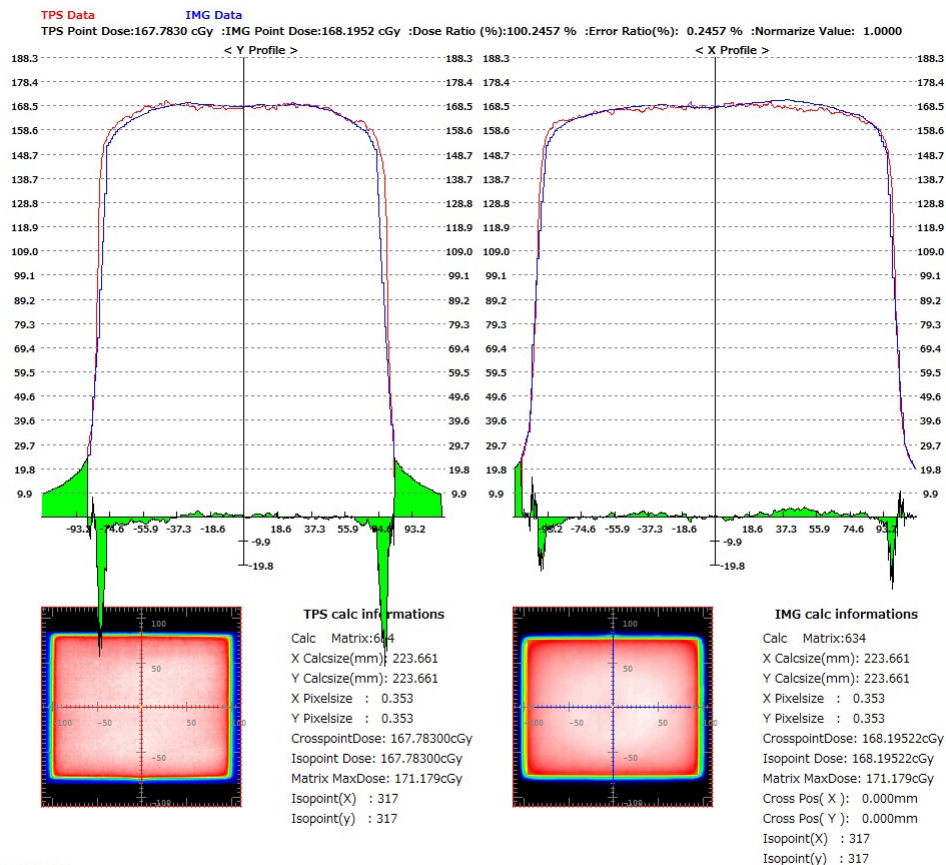
Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:576 TPS Matrix Size[Y]:576 IMG Matrix Size[X]:576 IMG Matrix Size[Y]:576
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:253.23 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:249.73
 TPS Width :202.85 IMG Width:202.85
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DD\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:inverse pyramid old method.BMG / IMG File Name:inverse pyramid old method.BMG [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

赤線 EBT3 プロファイル

青線 半導体検出器 プロファイル

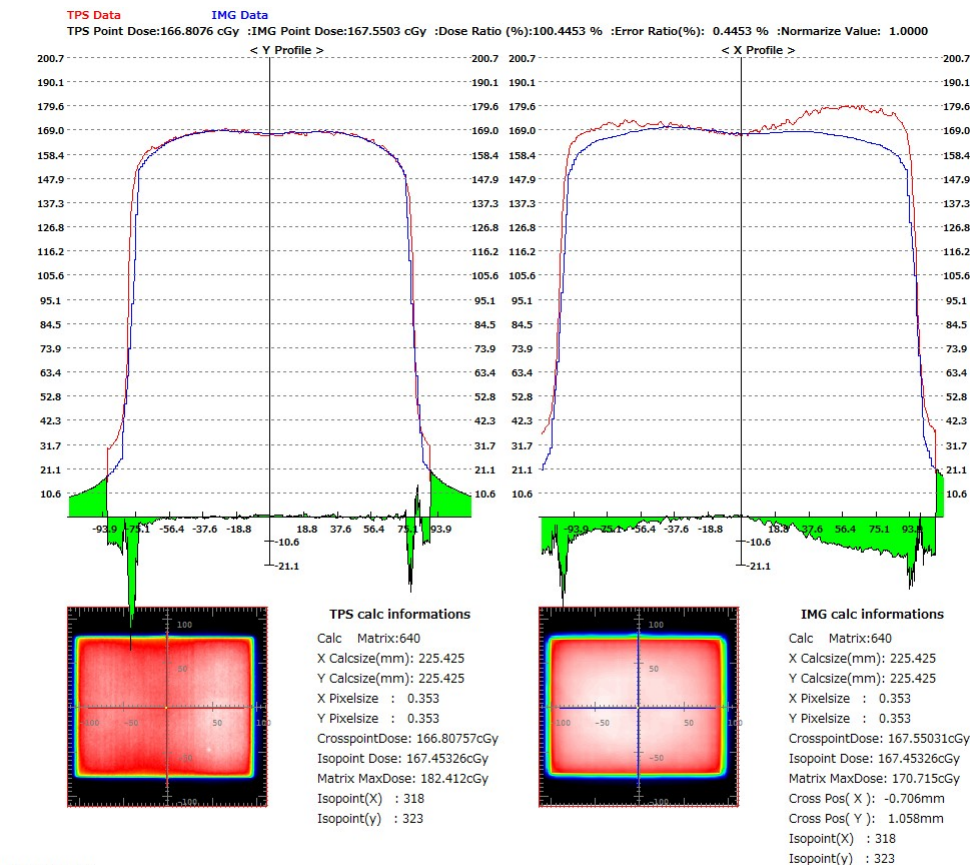
2次元半導体検出器との比較 長方形

補正あり



Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:634 TPS Matrix Size[Y]:634 IMG Matrix Size[X]:634 IMG Matrix Size[Y]:634
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:171.18 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:171.18
 TPS Width :223.66 IMG Width:223.66
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DD#Documents\DD density_cal#2015_10_17_6MV#2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:20x16 correction.CSV / IMG File Name:20x16 correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし



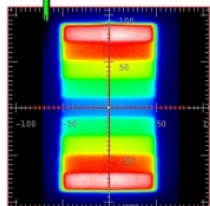
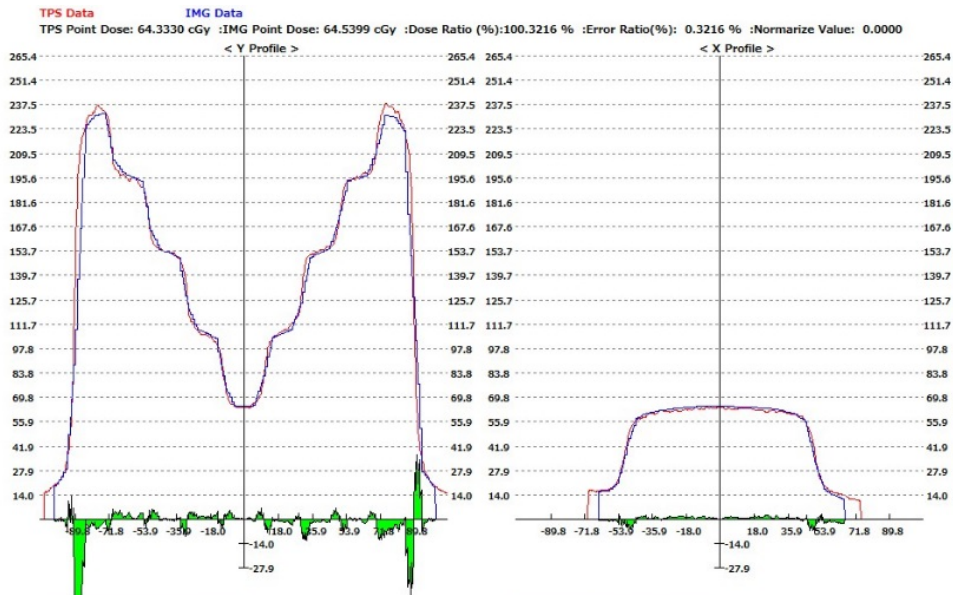
Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:640 TPS Matrix Size[Y]:640 IMG Matrix Size[X]:640 IMG Matrix Size[Y]:640
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:182.41 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:170.71
 TPS Width :225.43 IMG Width:225.43
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:/Kind fitting:
 TPS File Name:20X16 old method.BMG / IMG File Name:20x16 correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

赤線 EBT3 プロファイル

青線 半導体検出器 プロファイル

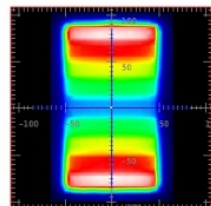
2次元半導体検出器との比較 逆ピラミッド

補正あり



TPS calc informations

Calc Matrix:611
 X Calcsz(mm): 215.547
 Y Calcsz(mm): 215.547
 X Pixelsize : 0.353
 Y Pixelsize : 0.353
 CrosspointDose: 64.33300cGy
 Isopoint Dose: 64.48100cGy
 Matrix MaxDose: 241.263cGy
 Isopoint(X) : 306
 Isopoint(Y) : 306

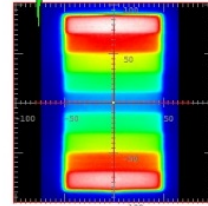
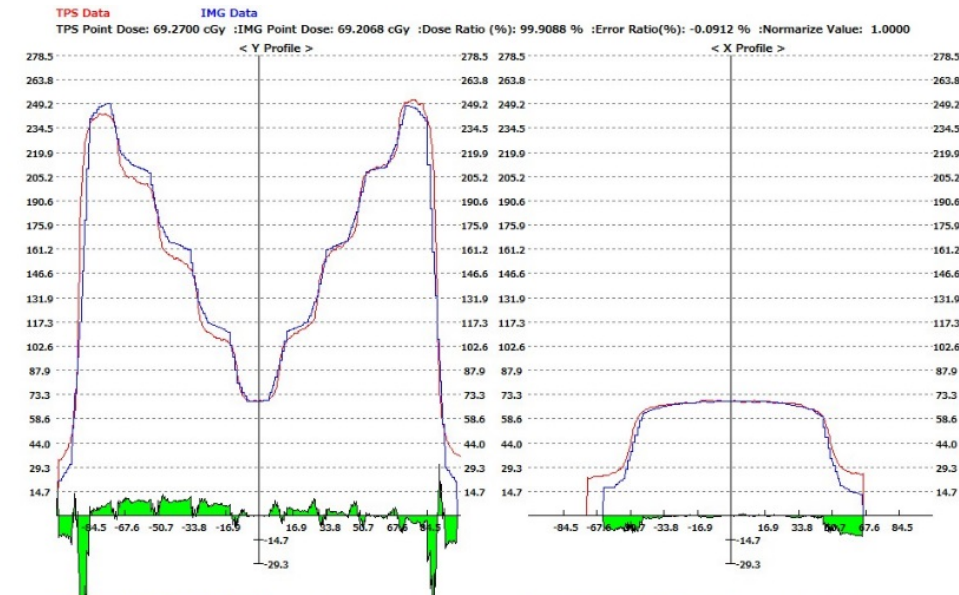


IMG calc informations

Calc Matrix:611
 X Calcsz(mm): 215.547
 Y Calcsz(mm): 215.547
 X Pixelsize : 0.353
 Y Pixelsize : 0.353
 CrosspointDose: 64.53988cGy
 Isopoint Dose: 64.51126cGy
 Matrix MaxDose: 232.681cGy
 Cross Pos (X) : 0.353mm
 Cross Pos (Y) : 0.353mm
 Isopoint(X) : 306
 Isopoint(Y) : 306

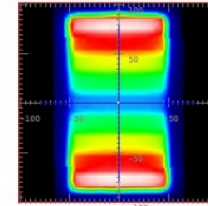
Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:611 TPS Matrix Size[Y]:611 IMG Matrix Size[X]:611 IMG Matrix Size[Y]:611
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:241.26 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:232.68
 TPS Width :215.55 IMG Width:215.55
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 0.00 / Dose table name:C:\Users\DDY\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL / Kind fitting:
 TPS File Name:inverse pyramid correction.CSV / IMG File Name:inverse pyramid correction.CSV [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし



TPS calc informations

Calc Matrix:576
 X Calcsz(mm): 202.847
 Y Calcsz(mm): 202.847
 X Pixelsize : 0.353
 Y Pixelsize : 0.353
 CrosspointDose: 69.26998cGy
 Isopoint Dose: 69.26998cGy
 Matrix MaxDose: 253.227cGy
 Isopoint(X) : 288
 Isopoint(Y) : 288



IMG calc informations

Calc Matrix:576
 X Calcsz(mm): 202.847
 Y Calcsz(mm): 202.847
 X Pixelsize : 0.353
 Y Pixelsize : 0.353
 CrosspointDose: 69.20679cGy
 Isopoint Dose: 69.20679cGy
 Matrix MaxDose: 249.734cGy
 Cross Pos (X) : 0.000mm
 Cross Pos (Y) : 0.000mm
 Isopoint(X) : 288
 Isopoint(Y) : 288

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:576 TPS Matrix Size[Y]:576 IMG Matrix Size[X]:576 IMG Matrix Size[Y]:576
 TPS Pixel Size: 0.35 TPS MaxDose:253.23 IMG Pixel Size: 0.35 IMG MaxDose:249.73
 TPS Width :202.85 IMG Width:202.85
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DDY\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL / Kind fitting:
 TPS File Name:inverse pyramid old method.BMG / IMG File Name:inverse pyramid old method.BMG [2016/11/14] Software: DD IMRT Ver 12.32

赤線 EBT3 プロファイル

青線 半導体検出器 プロファイル

結果

RTPS VS EBT3 γ 3%, 3mm < 1% 閾値 50 - 100 %

長方形	補正あり	96.54 %	補正なし	55.7 %
逆ピラミッド	補正あり	95.98 %	補正なし	88.9 %

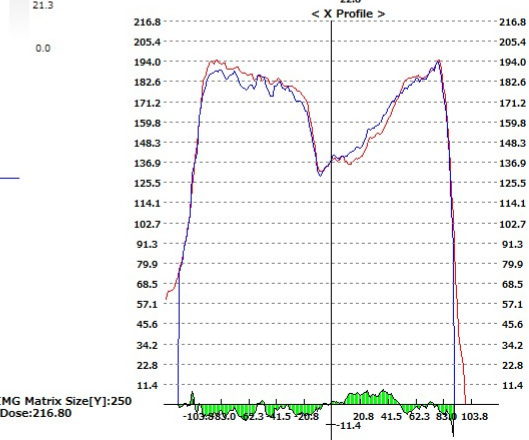
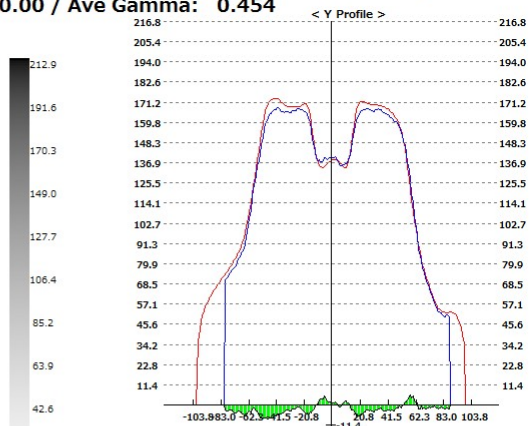
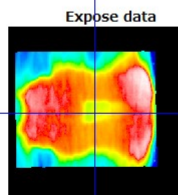
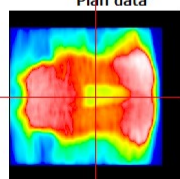
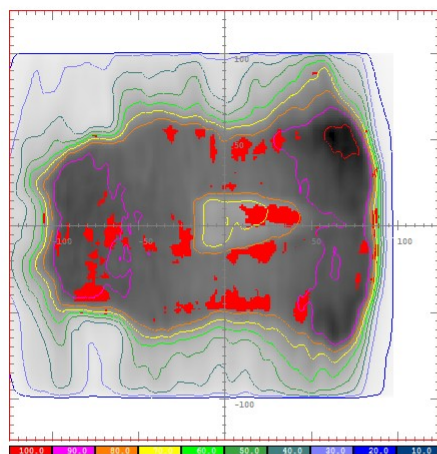
半導体検出器 VS EBT3 Dose Difference < 2% 閾値 30 - 100 %

長方形	補正あり	71.8 %	補正なし	34.3 %
逆ピラミッド	補正あり	51.0 %	補正なし	31.9 %

RTPSとの比較 全頸部プラン

補正あり

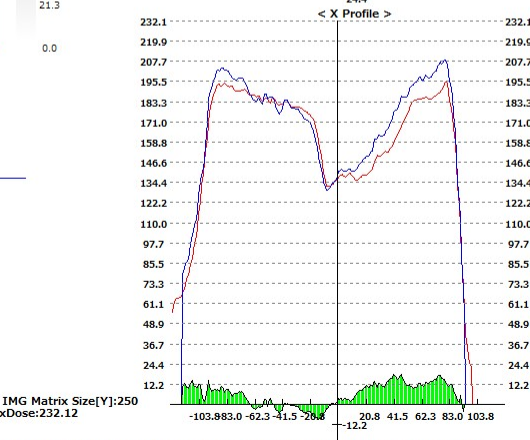
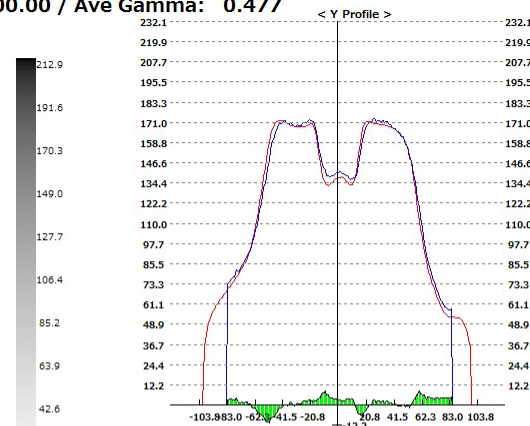
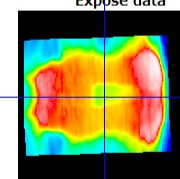
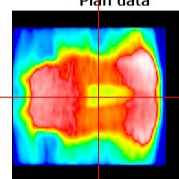
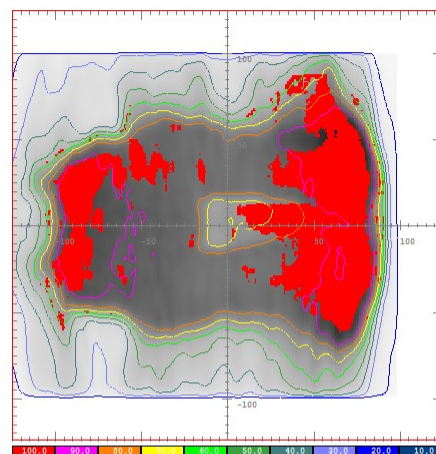
Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:24045 / Error count:2241 / Passing :91.47 %
 Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.454



Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:216.80
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name: /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:A_ESG11000_3h_rot3.CSV [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし

Gamma analysis: 3.00 mm 3.00 % / Pass count:18300 / Error count:8077 / Passing :69.38 %
 Plan Threshold (min%):50.00 (max%):100.00 / Ave Gamma: 0.477



Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:232.12
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 330 IMG Isoy: 330
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DDY\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:上頸部プラン_old.BMG [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

RTPSとの比較 全頸部プラン

補正あり

補正なし

Image high Position

RTPS high Position

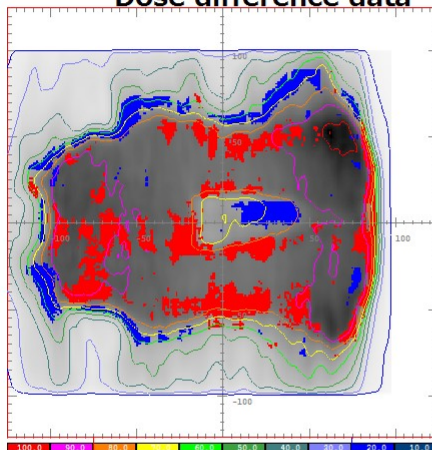
Calc Low Value :50 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:3.0 %

P_Count :26286 Pass_Count:18908 Pass_Ratio:71.932 %

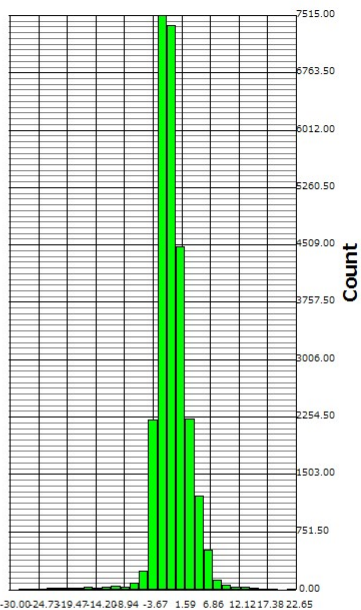
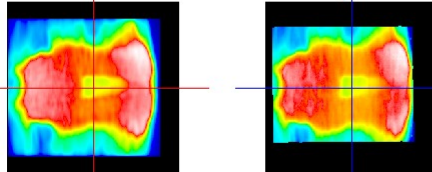
Max Value: 22.649 MaMin Value: -29.998

Ave Value: -0.829

Dose difference data



Plan data Expse data



Dose Difference:3.0 %
 Pass count:18908 / Passing :71.93 %
 Plan Threshold (min%):50 (max%):100
 Max value: 22.649 Min value : -29.998
 Ave value: -0.829

Image high Position

RTPS high Position

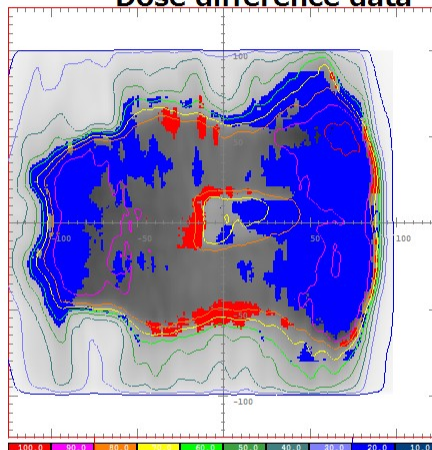
Calc Low Value :50 % Calc high Value:100 % Error Ratio Value:3.0 %

P_Count :26377 Pass_Count:12132 Pass_Ratio:45.995 %

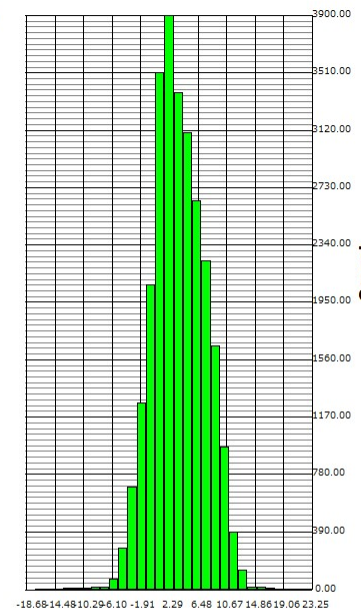
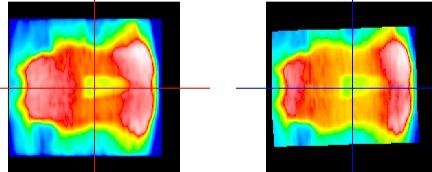
Max Value: 23.249 MaMin Value: -18.675

Ave Value: 3.110

Dose difference data



Plan data Expse data



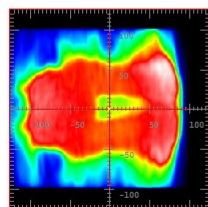
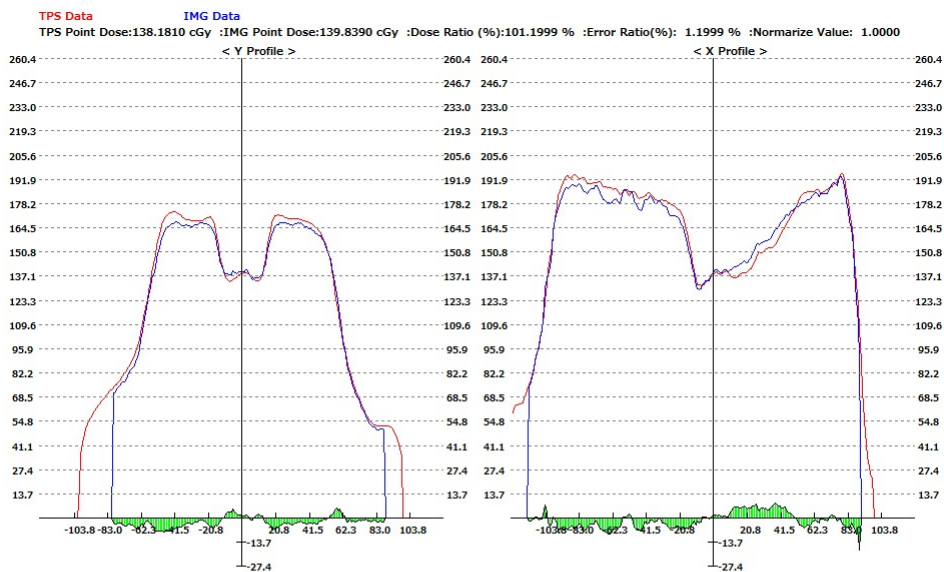
Dose Difference:3.0 %
 Pass count:12132 / Passing :45.99 %
 Plan Threshold (min%):50 (max%):100
 Max value: 23.249 Min value : -18.675
 Ave value: 3.110

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size:1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size:1.00 IMG MaxDose:216.80
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name: /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:A_ESG11000_3h_rot3.CSV [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size:1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size:1.00 IMG MaxDose:232.12
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 330 IMG Isoy: 330
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DDY\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:上頸部プラン_old.BMG [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

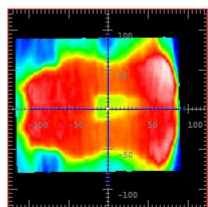
RTPSとの比較 全頸部プラン

補正あり



TPS calc informations

Calc Matrix:250
 X Calcsz(mm): 249.000
 Y Calcsz(mm): 249.000
 X Pixelsize : 1.000
 Y Pixelsize : 1.000
 CrosspointDose: 138.18100cGy
 Isopoint Dose: 138.18100cGy
 Matrix MaxDose: 212.897cGy
 Isopoint(X) : 125
 Isopoint(y) : 125

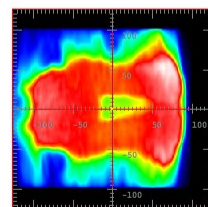
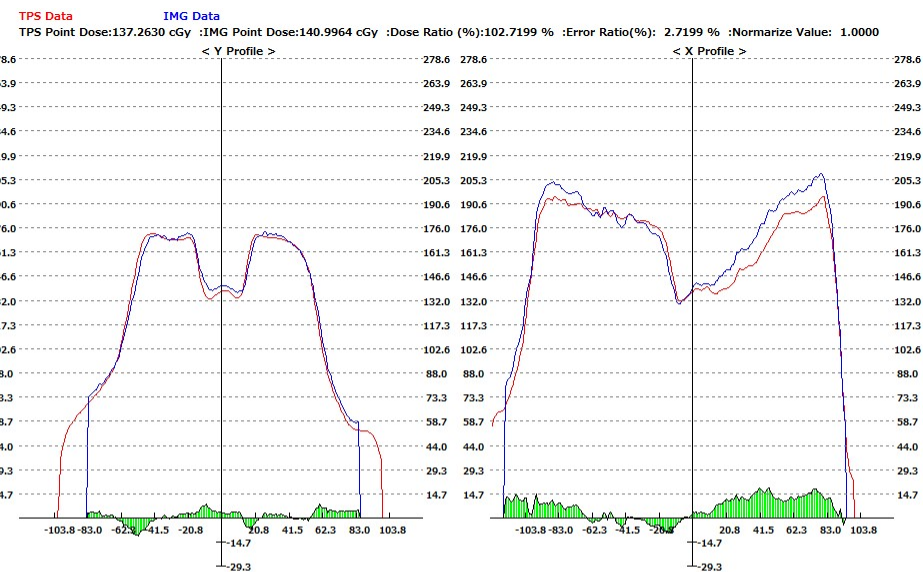


IMG calc informations

Calc Matrix:250
 X Calcsz(mm): 249.000
 Y Calcsz(mm): 249.000
 X Pixelsize : 1.000
 Y Pixelsize : 1.000
 CrosspointDose: 139.83900cGy
 Isopoint Dose: 139.83900cGy
 Matrix MaxDose: 216.804cGy
 Cross Pos(X) : 0.000mm
 Cross Pos(Y) : 0.000mm
 Isopoint(X) : 125
 Isopoint(y) : 125

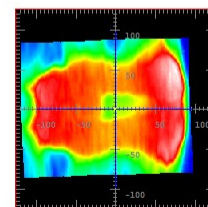
Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:216.80
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 0 IMG Isoy: 0
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name: /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:A_ESG11000_3h_rot3.CSV [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

補正なし



TPS calc informations

Calc Matrix:250
 X Calcsz(mm): 249.000
 Y Calcsz(mm): 249.000
 X Pixelsize : 1.000
 Y Pixelsize : 1.000
 CrosspointDose: 137.26300cGy
 Isopoint Dose: 137.26300cGy
 Matrix MaxDose: 212.897cGy
 Isopoint(X) : 125
 Isopoint(y) : 125



IMG calc informations

Calc Matrix:250
 X Calcsz(mm): 249.000
 Y Calcsz(mm): 249.000
 X Pixelsize : 1.000
 Y Pixelsize : 1.000
 CrosspointDose: 140.99638cGy
 Isopoint Dose: 140.99638cGy
 Matrix MaxDose: 232.124cGy
 Cross Pos(X) : 0.000mm
 Cross Pos(Y) : 0.000mm
 Isopoint(X) : 125
 Isopoint(y) : 125

Patient Name:
 Patient ID:
 TPS Matrix Size[X]:250 TPS Matrix Size[Y]:250 IMG Matrix Size[X]:250 IMG Matrix Size[Y]:250
 TPS Pixel Size: 1.00 TPS MaxDose:212.90 IMG Pixel Size: 1.00 IMG MaxDose:232.12
 TPS Width :249.00 IMG Width:249.00
 TPS Isox: 0 TPS Isoy: 0 IMG Isox: 330 IMG Isoy: 330
 Non normalize Normalize Value : 1.00 / Dose table name:C:\Users\DDV\Documents\DD density_cal\2015_10_17_6MV\2015_10_17_6MV_3H.TBL /Kind fitting:
 TPS File Name:AOKInaso.header / IMG File Name:上頸部プラン_bld Bergamo [2016/11/21] Software: DD IMRT Ver 12.32

頸部プラン検証	補正あり	補正なし
γ 3%, 3mm < 1%	91.47 %	69.38 %
Average γ	0.454 %	0.477 %
Dose Difference < 2 %	71.93 %	45.99 %

考察

照射野辺縁部の濃度が高い傾向があったが、キャリブレーションフィルム取得時のSFDが、100 cmと短く、ビームプロファイルの平坦な領域が狭かったため、平坦度補正に影響が出たと思われる。

フラットベットスキャナーは、副走査方向にも濃度依存性がある為、主走査方向のみの補正と比較し、副走査方向補正ぶんの精度は向上するものと考えられる。

3次元補正では、各ピクセルの濃度曲線に対してB-spline補間している為、近似多項式から補正係数を求めている2次元補正法と比較し、ノイズによる影響により精度がやや低下する可能性がある。

EBT3フィルムによる線量解析の精度を向上させるために

ユーザが工夫できること

平坦度補正用試料 SFDをできる限り大きくとり平坦なビームで照射

R-Scanの平坦度補正の設定は、補正用試料の読み取り濃度を完全な平坦に変換

補正用試料作成の際には、平坦な領域での照射が、フィルム辺縁部の精度を向上

過剰なデータは、ノイズの要因とならないか

RTPS 2 mm グリッド

Planer Dose 1 mm

スキャナー読み取りサイズ 72 DPI (0.35 mm) or 50 DPI (0.508 mm)

解析に必要な空間分解を維持しつつノイズの低下する組み合わせを選択

ソフトの機能にもとめられること

補正用試料の読み取り

1. 補正用の基準のプロファイルデータを取得する。
完全な平坦なプロファイルを得ることは不可能
2. 読み取り時のトレンドを正確に抽出できる、Lowpassフィルタの使用

検証用フィルムの読み取り

試料読み取り時の 急峻な線量分布解析にも対応できるよう、
ノイズ成分のみを除去するフィルタが必要。

今後の展開

パワースペクトルからノイズ成分を分析し、フィルターの周波数設定を最適化できれば、さらに解析精度が向上するのではないか。

結論

フィルム全面の濃度補正が可能となり、平坦度補正しない場合に比較し、良好な結果が得られた。