

# IMRT検証における フィルム解析ソフト間での比較 ～FilmQA Pro v.s. 他社ソフトウェア～

林 直樹

藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科

2013年10月18日 JASTRO in Aomori

# 本日の流れ

1. FilmQA™ Proとは
2. フィルム法とMulti channel correction
3. Triple channel correctionの効果
4. 商用フィルム解析ソフト間での比較
5. まとめ

---

# 本日の流れ

## 1. FilmQA™ Proとは

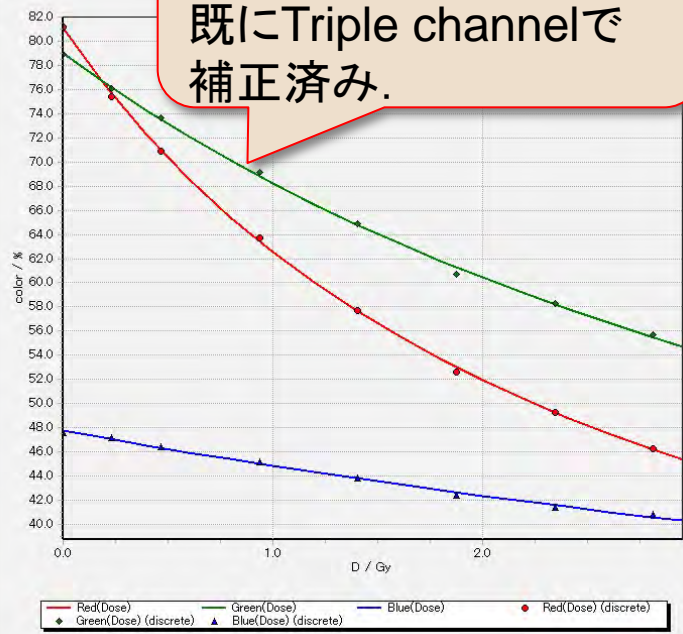
# FilmQA™ Pro とは

- Ashland社が開発したフィルム分布検証用ソフトウェア.
- EBTシリーズを用いた解析に特化している.
- **Triple channel correction(TCA)**法を利用した解析が可能.
- 線量分布検証結果のレポートを作成できる(ただし英語).

Windows上で動作可能なアプリケーション(Macではダメ)  
Net Framework 4.0以上のインストールが必要  
(OSによってはC++ redistributableの導入も必要)  
数学者によって作られたアプリケーション

# FilmQA™ Pro での線量濃度曲線作成

線量濃度曲線はRGB  
全ての表示が可能。  
既にTriple channelで  
補正済み。

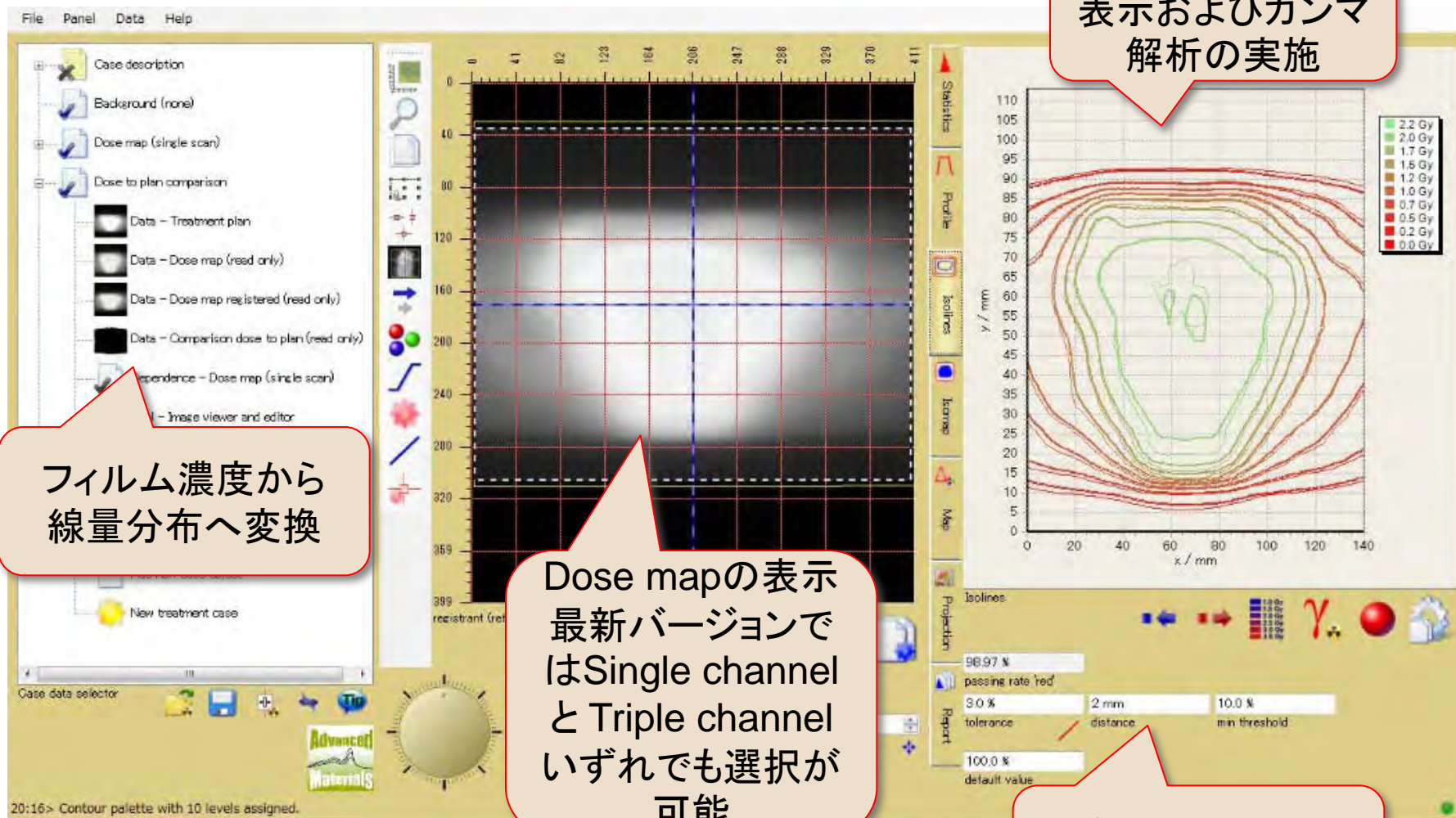


動作はツリー形式  
の表示から実施

フィルムの読み  
込み1枚ずつでも  
全てを一挙に読  
んでも良い

フィット関数は数  
種類から選ぶこ  
とが可能。

# FilmQA™Pro での解析画面



フィルム濃度から  
線量分布へ変換

Dose mapの表示  
最新バージョンで  
はSingle channel  
とTriple channel  
いずれでも選択が  
可能

ガンマ解析設定  
画面

線量分布比較の  
表示およびガンマ  
解析の実施

# レポート機能

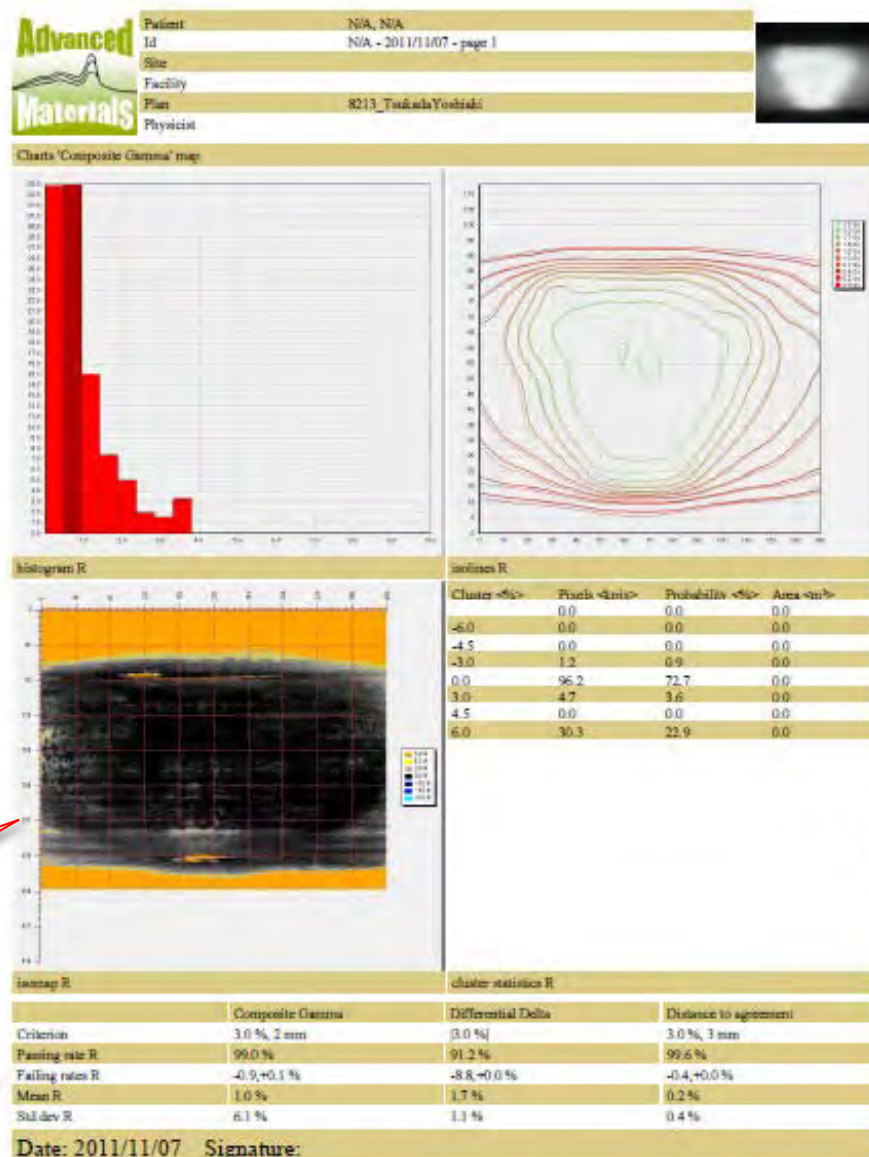
基本的なQA報告書の作成は可能(PDF形式).

結果の配置はユーザーによって決めることができる.

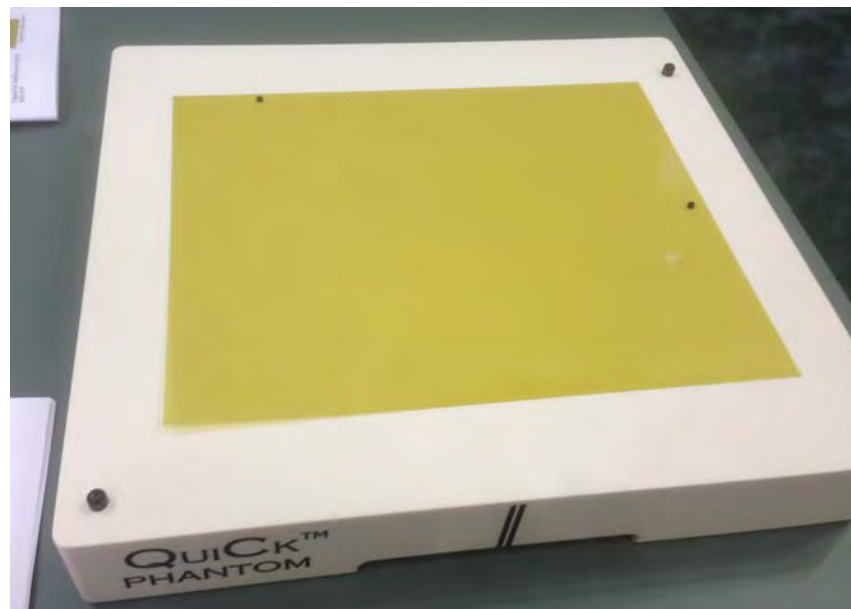
しかし、英語。。。

ガンマ解析の結果

結果のサマリーと署名欄



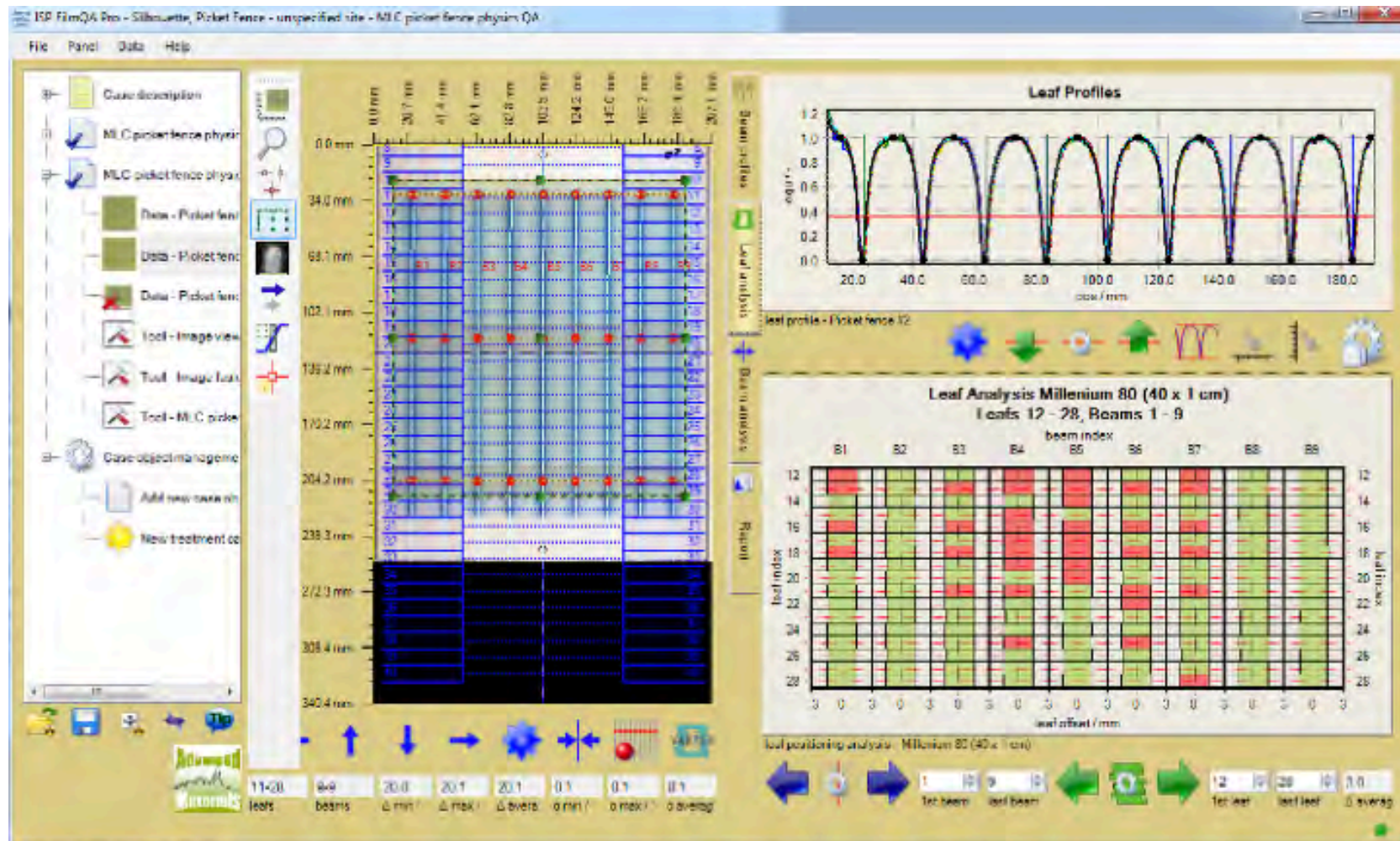
# Ashland社製のフィルム挿入ファントム




Triple Channel Correction法が実行できるアプリケーション(FilmQA pro)に特化したファントム



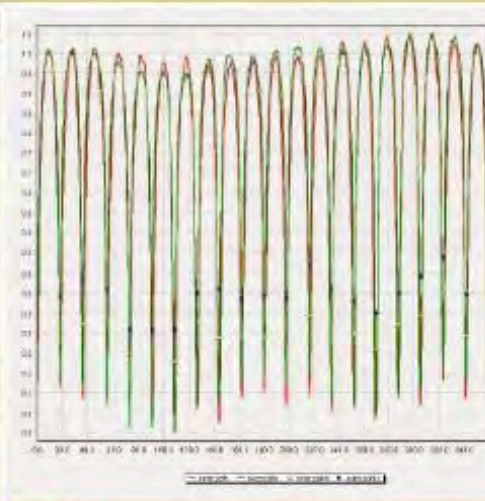
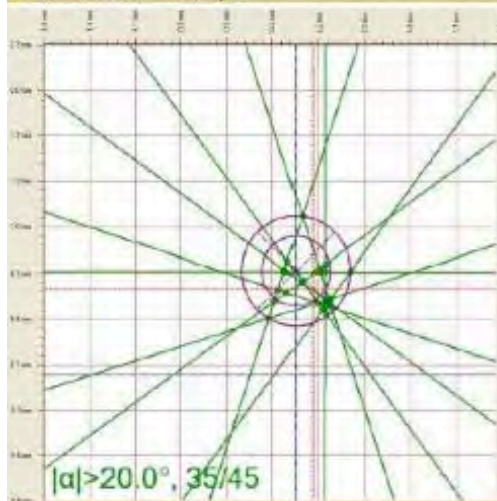
# Physics QAモード



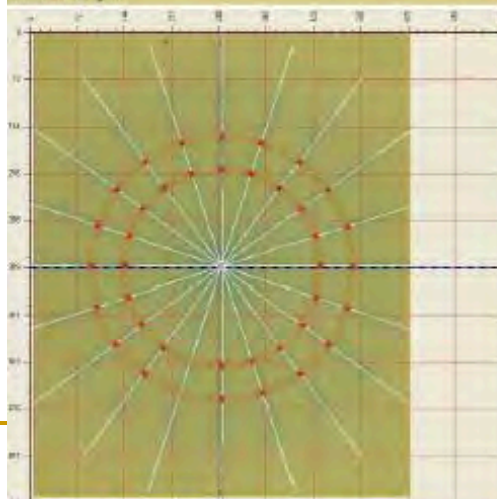
# Physics QAモード

	Image	Start shot #1
	Source	EPSON Expression 10000NL
	Size	(W= 586, H= 719) pix = (W= 206.7, H= 253.6) mm
	Resolution	72 dpi
	Origin	RDGG/hohe 6-11-2012 14:48:21
	Analysis color	Red (beam darker)

Charts: Dose film' star shot analysis



star shot analysis



profiles red

isocenter (centroid, 35 of (X=103.5, Y=126.1) mm (X=293, Y=358) pix	
dist from machine isocen 0.7 mm	2 pix
center of outer circle, 35 of (X=103.4, Y=126.1) mm (X=293, Y=357) pix	
radius outer circle, 35 of 0.4 mm	1 pix
offset circle center, 35 of 0.7 mm	2 pix
ave dist to circle center, 0.2 mm	1 pix
angles 1-	144.2 °
angles 1+	162.4 °
angles 3-	180.1 °
angles 3+	198.1 °
angles 5-	216.0 °
angles 5+	233.7 °
angles 7-	252.0 °
angles 7+	270.1 °
angles 9-	288.1 °
angles 9+	306.4 °

star shot image 'Start shot #1'

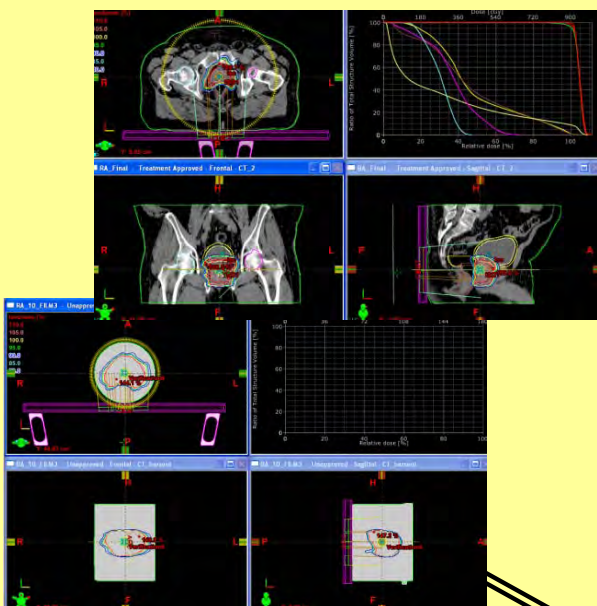
star shot statistics (red)

---

# 本日の流れ

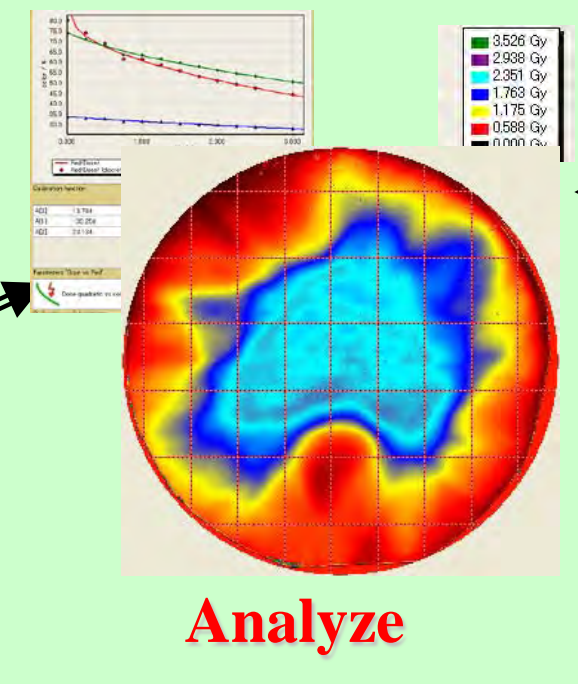
## 2. フィルム法とMulti channel correction

# フィルムを用いたIMRT検証の流れ



Phantom mapping  
Specific QA plan

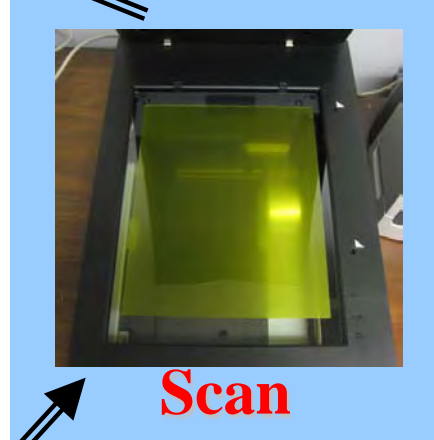
This block shows a software interface for phantom mapping and QA plan creation. It features several panels: a top-left panel with a 3D anatomical model of a pelvis and target areas; a top-right panel with a graph showing dose distribution curves; a middle-left panel with a 2D cross-sectional view of the phantom; a middle-right panel with a 2D cross-sectional view of the target area; a bottom-left panel with a 2D cross-sectional view of the phantom; and a bottom-right panel with a 2D cross-sectional view of the target area. The interface includes various toolbars and data fields.



Analyze

Film QA pro (ISP)を利用

This block displays the analysis interface for the film QA pro (ISP) system. It features a large circular color map representing the dose distribution on the film. The color map is overlaid with a grid. Above the color map is a graph showing dose distribution curves. To the right of the graph is a legend with color-coded dose values: 3.526 Gy (green), 2.938 Gy (purple), 2.351 Gy (blue), 1.763 Gy (cyan), 1.175 Gy (yellow), 0.588 Gy (red), and 0.000 Gy (black). Below the graph is a table with columns for 'Color', 'Dose (Gy)', and 'Dose (Gy)'. The table contains three rows of data: (402, 3.754), (401, 30.254), and (402, 32.104). The word 'Analyze' is written in red below the color map.



Scan

This block shows the scan interface for the film QA pro (ISP) system. It features a large rectangular area representing the film being scanned. The film is shown in a dark frame. The word 'Scan' is written in red below the scan area.



Delivery

This block shows the delivery interface for the film QA pro (ISP) system. It features a photograph of two people in a clinical setting. One person is standing next to a large piece of equipment, and the other person is standing next to a smaller piece of equipment. The word 'Delivery' is written in red below the photograph.

# フィルム測定での不確かさの原因

## <フィルム由来の不確かさ>

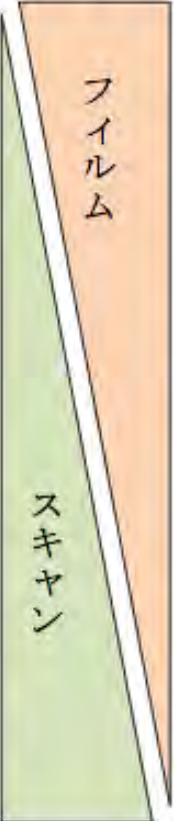
- フィルムの不均質
- 線量対濃度曲線の精度
- Batch内/間での違い
- スキャン方向依存性
- モアレの影響(構造所以)
- 切断断端の階層剥離
- 照射後の濃度上昇の影響 など

## <スキャナ由来の不確かさ>

- スキャナタイプの違い
- スキャン回数依存性
- スキャン位置依存性
- スキャン温度依存性
- モアレの影響(設定所以)
- スキャン解像度依存性 など

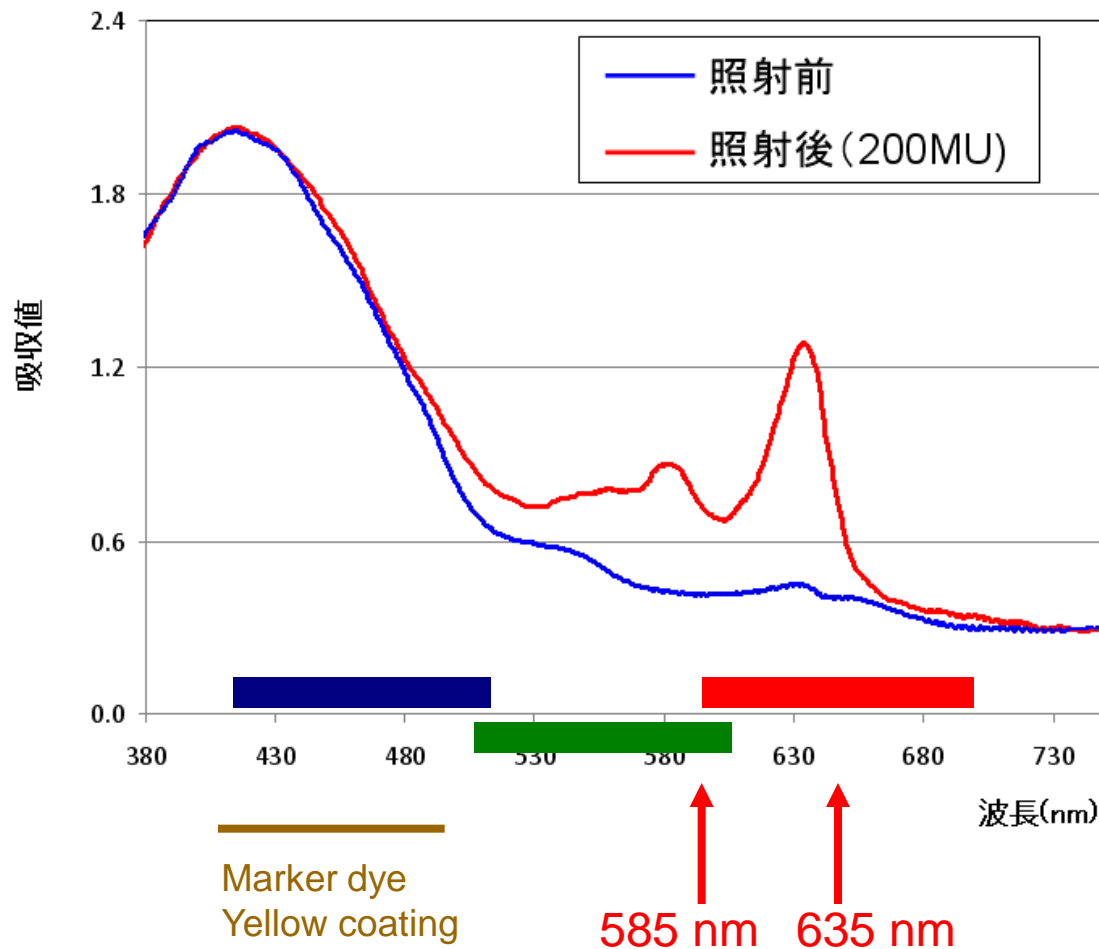
# フィルム取扱時の不確定要素の対処法

表 2 不確定要素と対処法

依存度	不確定要素	対処法の例
	フィルムの不均質	不均質領域を避ける
	ロット番号での濃度の違い	色成分補正法, Double exposure 法
	照射後の濃度上昇	ロット番号ごとに特性曲線取得
	切断端からの階層剥離	照射後スキャンまでの待機時間の統一
	モアレの発生	切断端から 1cm は使用しない
	スキャン方向による違い	凹凸面からのスキャンを防ぐ, 適度な圧着
	スキャン位置での違い	フィルム面への油脂・指紋の防止
	スキャナ設定での違い	縦置きか横置きかを統一する
	スキャナの状態での違い	フィルムをスキャンする位置を統一する
		電源スタンバイ時間, プレスキャン回数を統一

注)対処法はあくまで一例である。各施設によって影響に差はある。

# GAFCHROMIC filmでの吸収スペクトル



線量に応じた**吸収値の差**が線量差に反映する。  
特徴は特性曲線に現れる。

赤色領域での吸収値の変化が顕著である。

→ **赤色チャンネル**を選択

青色領域での吸収値の変化が少ない

→ **R/B法**への応用

各色の反応は線量に比例

→ **Triple channel correction**

【使用機器】分光光度計 (日本分光 V-520SR), Varian 23EX 6 MV photon

# 吸収スペクトルの特性を利用した補正法

## 1.Red/Blue channel法

$$I_{red:blue,density} = \frac{I_{red,density}}{I_{blue,density}}$$

シングルチャンネルのため、  
不均質によるアーチファクトを  
除外できない

## 2.Triple channel correction法

$$C_{scan} = C(dose) + \Delta C$$

モデルベースの考え方。  
最小二乗法を用いて解を出す

$$\left| C(dose) - C_{scan} - \Delta C \right| = \min \Delta D$$

$$\phi(\Delta d) = (D_R - D_B)^2 + (D_B - D_G)^2 + (D_G - D_R)^2 \rightarrow \min \Delta d$$

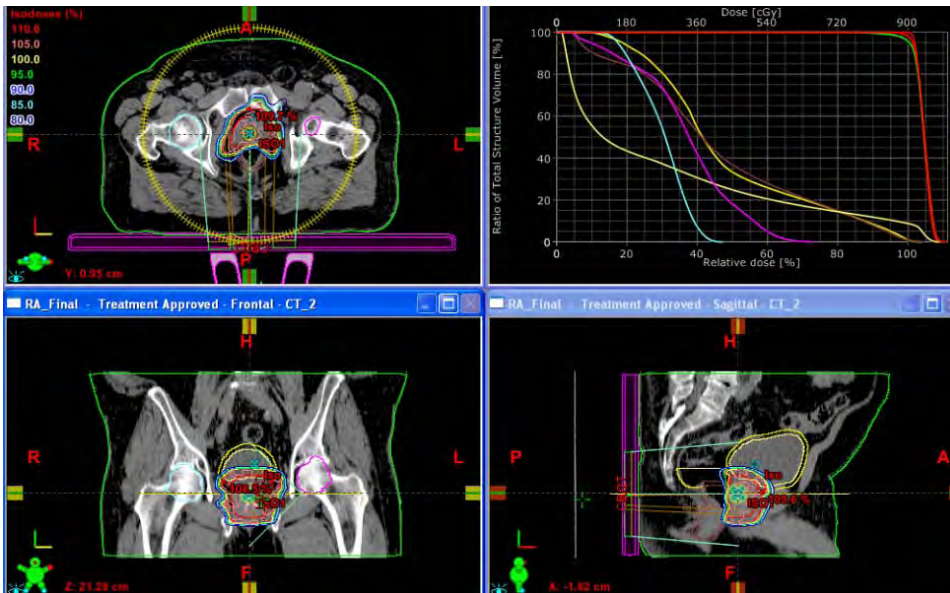


---

# 本日の流れ

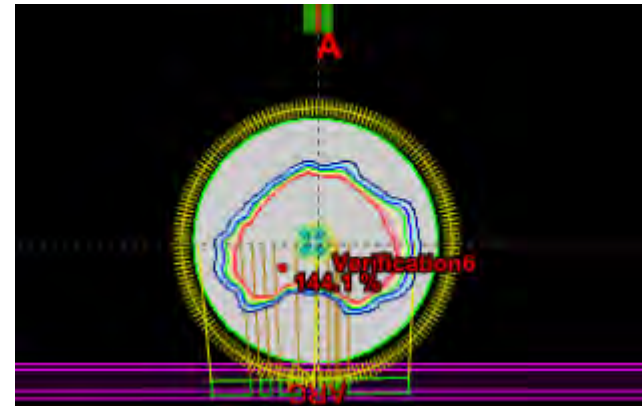
## 3. Triple channel correctionの効果

# Triple channel correction法の有用性

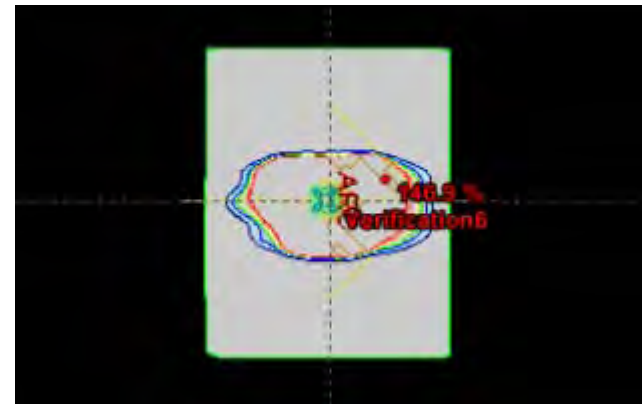


対象とするプランの治療計画  
前立腺 Rapid Arc  
10MV, Single arc

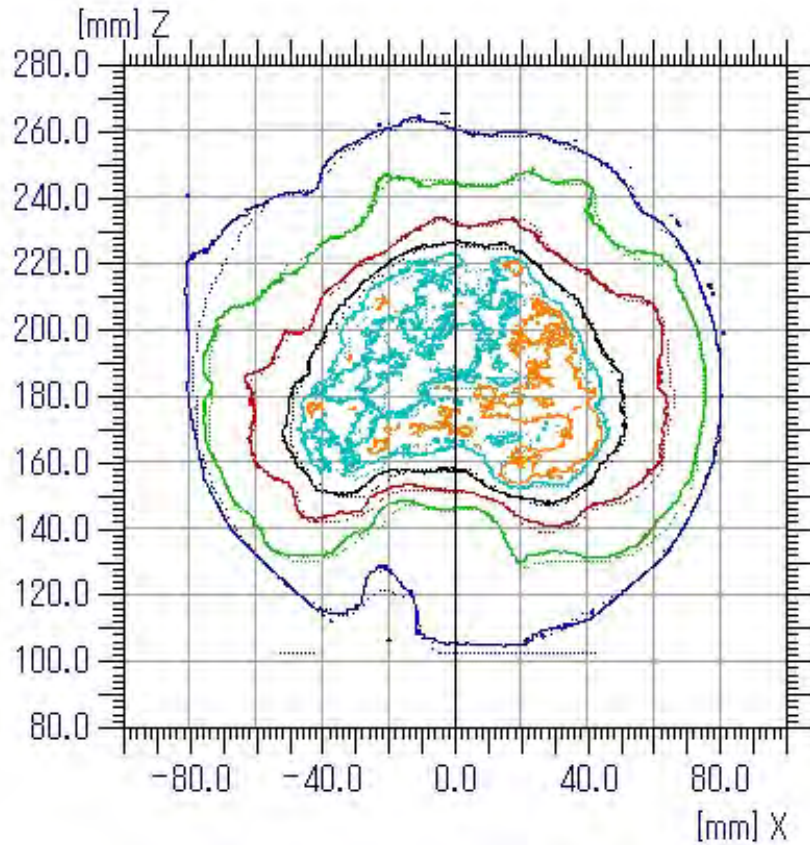
Single channel acquisition(赤色成分)と  
Triple channel correctionでの検証結果を  
比較した.



検証プランの作成



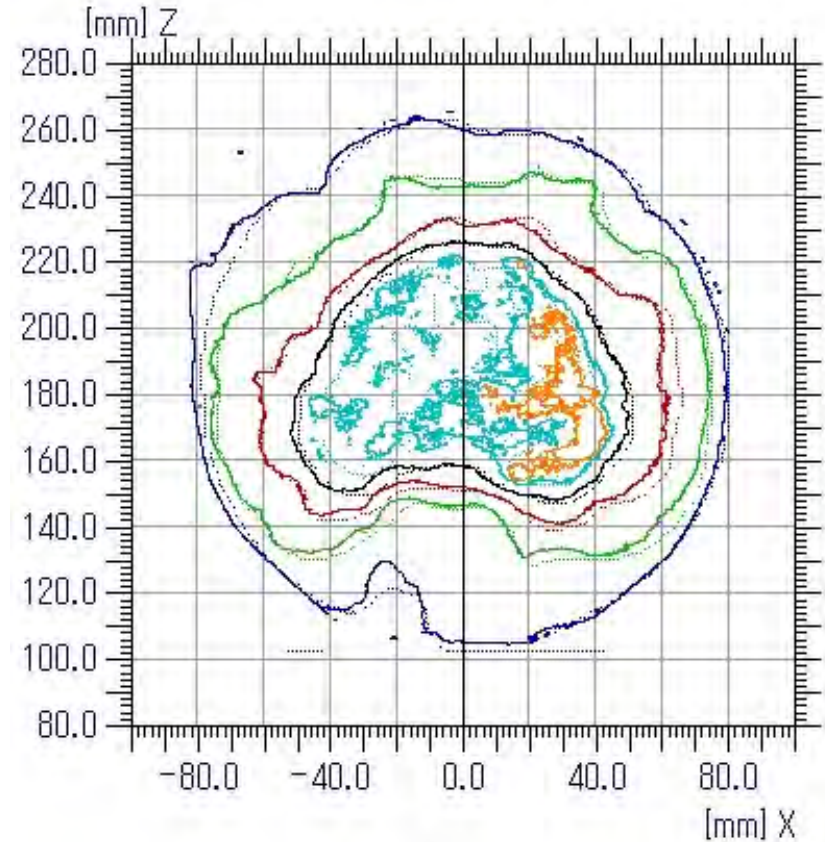
# Triple channel correction法の有用性



Single channel  
(Red)

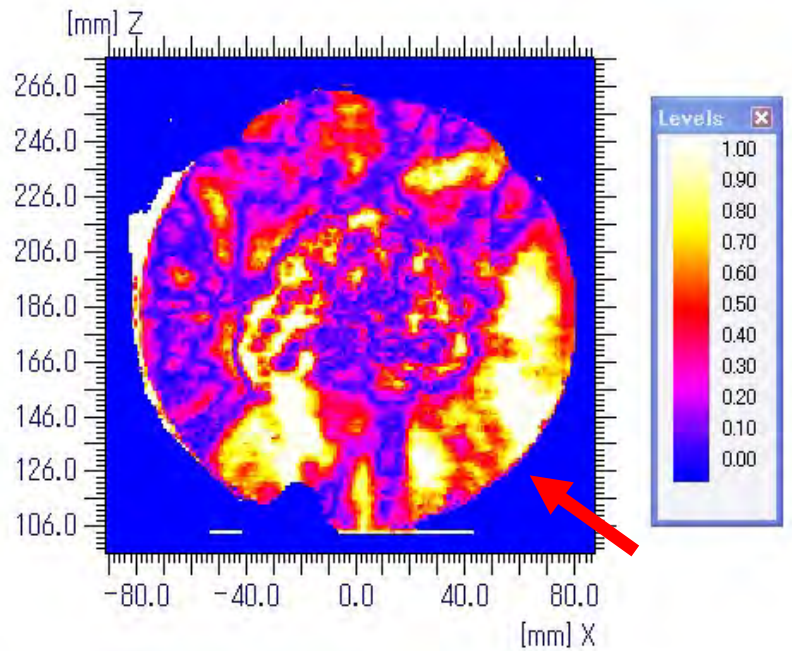
TPS vs Film

Solid: TPS  
Dash: Film



Triple channel

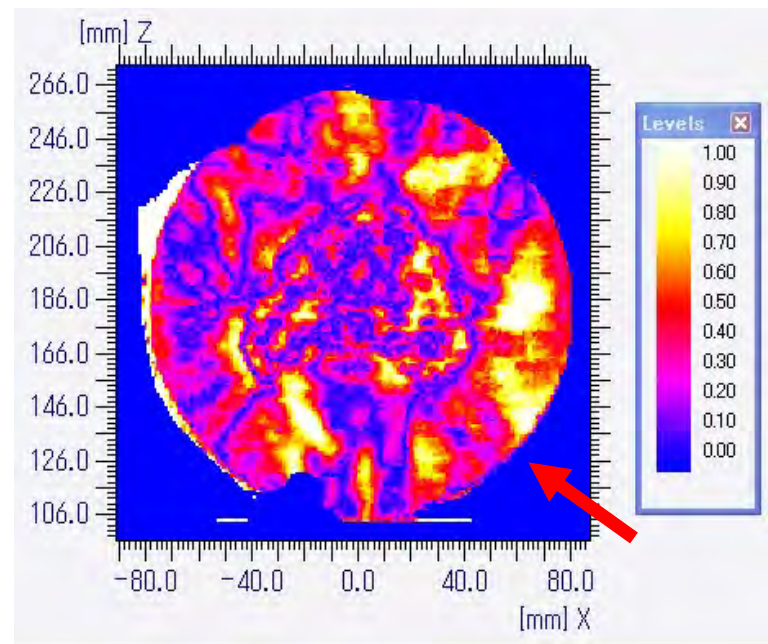
# Triple channel correction法の有用性



Single channel  
(Red)

TPS vs Film

Solid: TPS  
Dash: Film



Triple channel

(2mm, 3%), threshold 10%

Triple channel correction法を利用することで低線量での特性曲線の不変性を担保でき、低線量領域の線量分布の誤差は低減された。

# フィルム測定での不確かさの原因

## <フィルム由来の不確かさ>

- フィルムの不均質
- Batch内/間での違い
- モアレの影響(構造所以)
- 照射後の濃度上昇の影響
- 線量対濃度曲線の精度
- スキャン方向依存性
- 切断断端の階層剥離
- など

TCAで改善

## <スキャナ由来の不確かさ>

- スキャナタイプの違い
- スキャン位置依存性
- モアレの影響(設定所以)
- スキャン回数依存性
- スキャン温度依存性
- スキャン解像度依存性
- など

# フィルム測定での不確かさの原因

## <フィルム由来の不確かさ>

- フィルムの不均質
- Batch内/間での違い
- モアレの影響(構造所以)
- 照射後の濃度上昇の影響
- 線量対濃度曲線の精度
- スキャン方向依存性
- 切断断端の階層剥離
- など

TCAで改善

EBT3で改善

## <スキャナ由来の不確かさ>

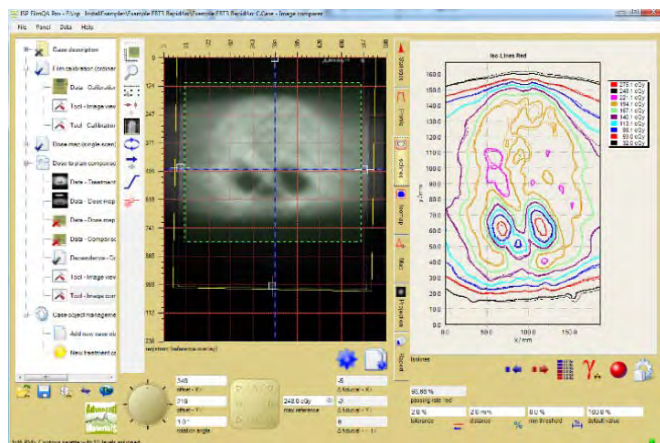
- スキャナタイプの違い
- スキャン位置依存性
- モアレの影響(設定所以)
- スキャン回数依存性
- スキャン温度依存性
- スキャン解像度依存性
- など

---

# 本日の流れ

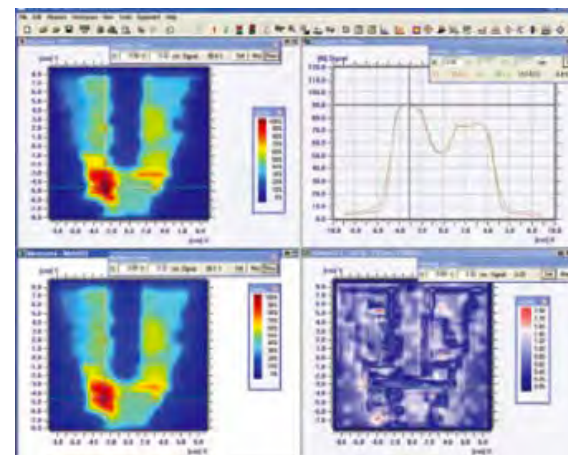
## 4. 商用フィルム解析ソフト間での比較

# 比較対象と方法



FilmQA Pro

V.S.



他社ソフトウェア

対象症例： 前立腺6例，頭頸部4例  
解析Criteria： 3%/3 mm，Threshold 30%



# フィルム設置、スキャン方法

フィルムスキャナ:

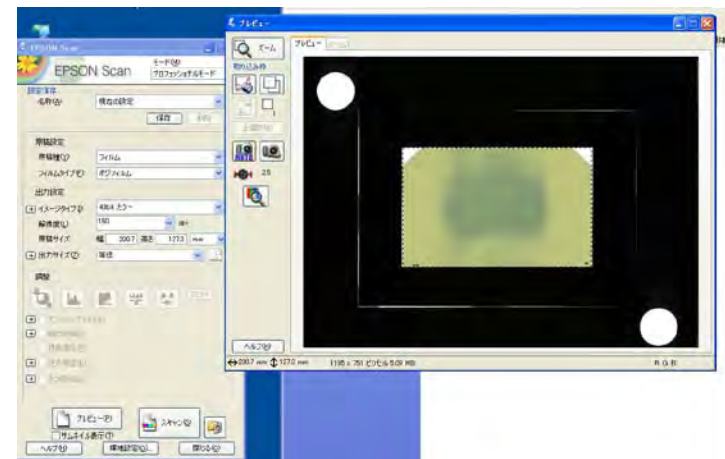
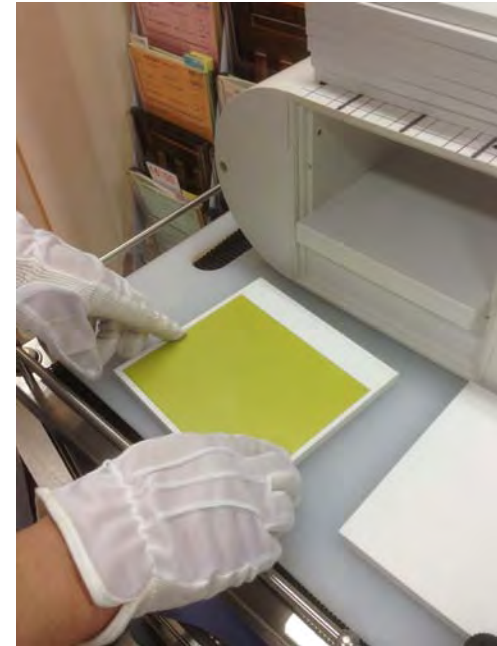
Epson 10000G (Seiko-Epson)

スキャン条件:

解像度 150 dpi,

階調性 48bit/3colors,

スキャン方向 Landscape



# 結果

比較項目	他社ソフトウェア	FilmQA Pro
Prostate (VMAT)	92.6%	96.2%
Prostate (VMAT)	92.9%	96.8%
Prostate (VMAT)	94.4%	94.8%
Prostate (7 beams IMRT)	93.6%	97.9%
Prostate (7 beams IMRT)	92.4%	97.3%
Prostate (7 beams IMRT)	93.3%	94.1%
H&N (VMAT)	94.7%	95.1%
H&N (VMAT)	95.0%	94.8%
H&N (5 beams IMRT)	95.2%	95.4%
H&N (7 beams IMRT)	89.3%	95.1%

Hayashi N et al. Journal of Radiation Research (2012) and additional data.

# 検証症例 両者の比較

比較項目	他社ソフトウェア	FilmQA Pro
プロファイルの一致	低線量領域で誤差大	低線量領域でも一致
最大DD (Local dose)	9.8% (35% dose area)	3.2% (35% dose area)
ガンマ解析パス率 (2 mm/3%, Threshold 30%)	89.3%	95.1%
フィルムの不均質の影響	大きい	小さい
T&G effect	検出している	検出できない場合あり

# 本日の流れ

## 5. まとめ

# 結論

FilmQA™ Proの特長と当ソフトを用いたIMRT検証について述べた. TCAとOne time scan法により, 効率的なIMRT線量検証が可能.

TCAの使用によって低線量領域での線量分布の乖離を低減することが出来る. しかし, 微弱な濃度変化は排除してしまうのではないか!?

(例: Tongue&Groove効果による線状の濃度変化)



ご清聴有難うございました。

詳細をご希望の際は [nahayashi-rad@umin.net](mailto:nahayashi-rad@umin.net) まで

