

2014年12月11日(木)

第6回ガフクロミックフィルム研究会

FilmQA proを用いた Single-scanプロトコルの評価

熊本大学医学部附属病院 医療技術部

診療放射線技術部門

下東 吉信

背景

- ラジオクロミックフィルムは、高分解能、水等価、自己現像性等の物理特性を有し、IMRTやVMATの線量検証に使用されている¹⁾。 1) J. Appl. Clin. Med. Phys. 2013; 14: 158-171.
- 絶対線量検証では、特性曲線に使用するフィルムと検証に使用するフィルムは、同じ照射後の時間に合わせてスキャンし、測定される。
- EBT2の時間経過におけるフィルムレスポンスは、照射後45分と24時間で約6%の変化がある²⁾。

2) Med. Phys. 2010; 37: 6271-6278.

背景 (cont.)

- 一般的に使用される測定プロトコルは、フィルムレスpondsが安定する照射後24時間にスキャンし、測定される（24-hプロトコル）³⁾.

3) Phys. Med. Biol. 2010; 55: 2601-2617.

- しかしながら、効率的な測定プロトコルは、治療計画装置の多くのコミッショニング、IMRTやVMATにおける患者QAの増加に伴い、必要とされる。

- 近年、Lewisら⁴⁾より測定プロトコルが提案された。これは、校正と測定フィルムを同時スキャンし、短時間で測定可能なプロトコルである（single-scanプロトコル）。

4) Med. Phys. 2012; 39: 6339-6350.

目的

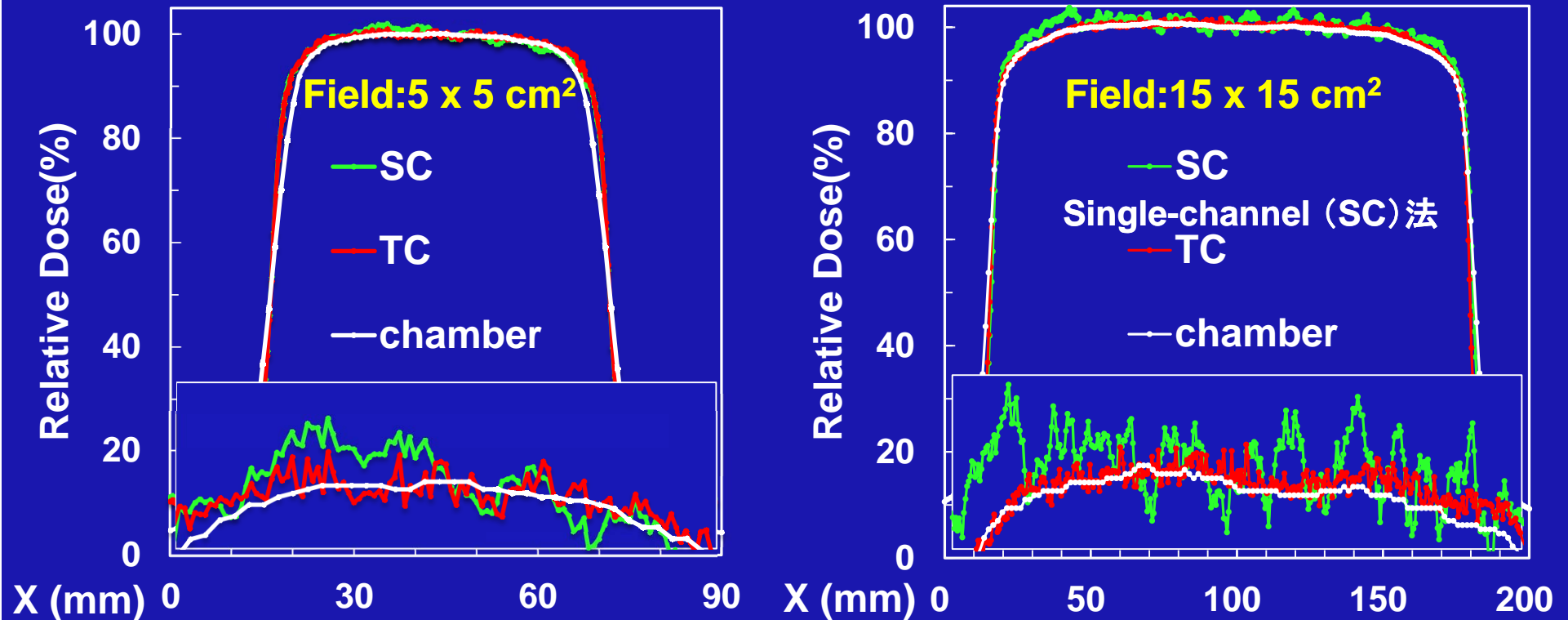
- IMRT線量検証におけるEBT3を用いたsingle-scanプロトコルを24-hプロトコルと比較し、評価する.
- 本測定は、FilmQA proで使用可能なMickeら⁵⁾による線量測定法 (Triple-channel法) とLewisらによるプロトコルに従って実施した.

5) Med. Phys. 2011; 38: 2523-2534.

Triple-channel (TC) 法

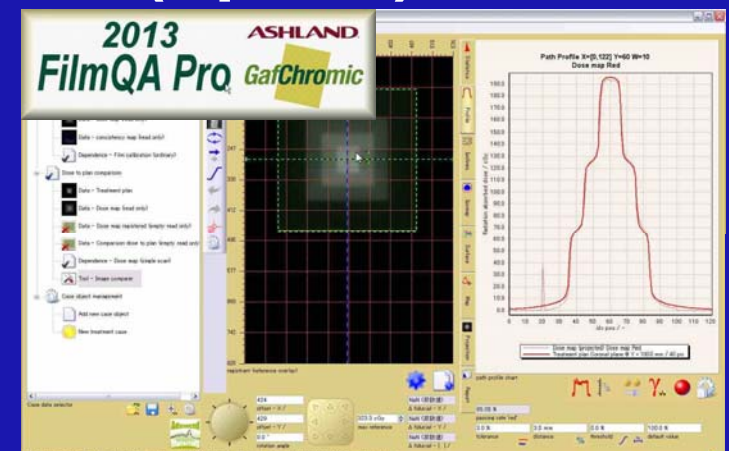
- TC法は、スキャンされたフィルムの三色成分(赤, 青, 緑)を利用する. 線量に依存する部分と依存しない部分に分離し, 空間的な均一性の改善を示す^{6, 7)}.

6) J. Radiat. Res. 2012; 53: 930-935. 7) Phys. Med. Biol. 2012; 57: 4353-4368.



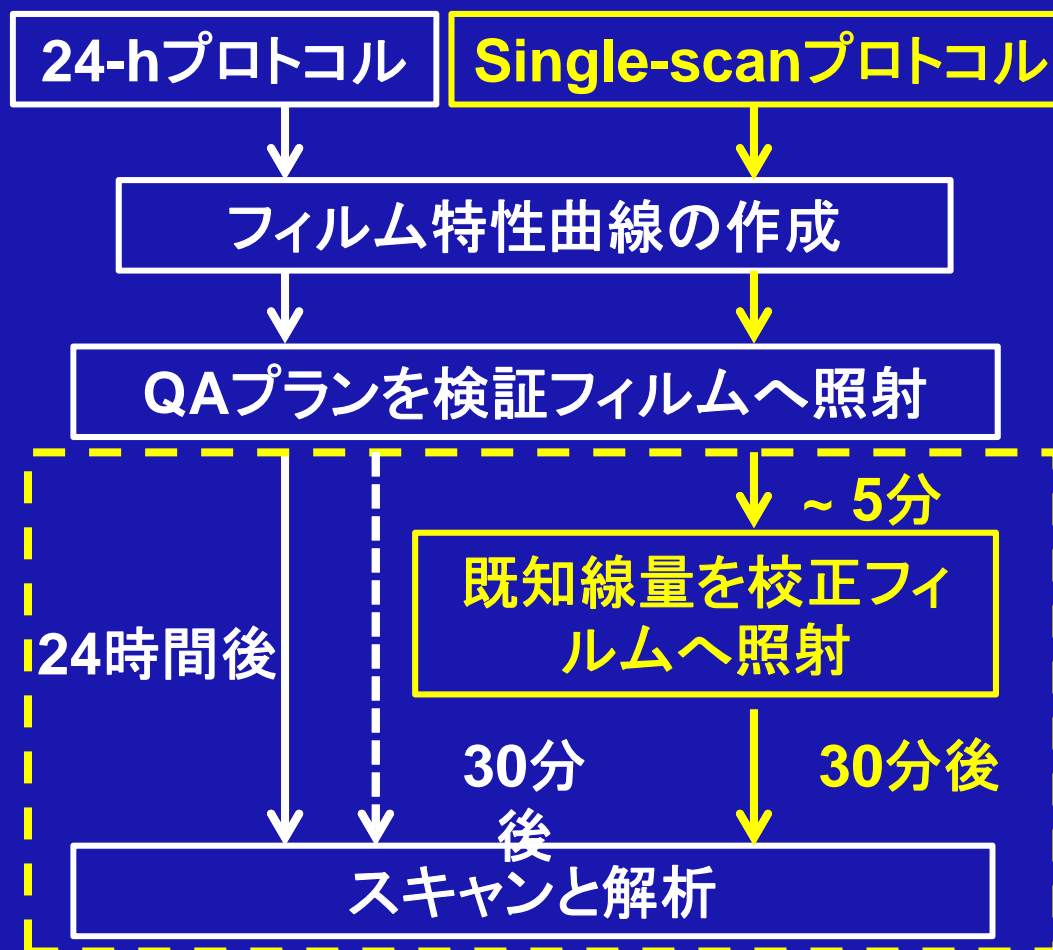
使用機器

- リニアック装置: Clinac iX (Varian)
- 治療計画装置: Eclipse Ver10 (Varian)
- ファントム: Solid water (Gammex)
- 電離箱: Farmer N30013 (PTW)
- 電位計: RAMTEC 1000 plus (TOYO MEDIC)
- フィルム: **GAFCHROMIC EBT3** (Ashland)
- フラットベットスキャナー: **ES-10000G** (Epson)
透過モード / 48bit RGB / 72dpi
- 解析ソフトウェア:
FilmQApro 2013 (Ashland)
Triple-channel法



方法

■ 24-h, Single-scan測定プロトコル.



方法 (cont.)

■ EBT3フィルム特性曲線の作成.

水等価ファントムの深さ:10 cm, SAD:100 cm.
X線エネルギー:6-MV, 照射野:10 × 10 cm².
線量範囲:0 - 4 Gy (0.25 Gy ステップ).

■ IMRTの線量検証.

テストパターンと臨床IMRTプラン(頭部, 頸部, 骨盤部, 前立腺).

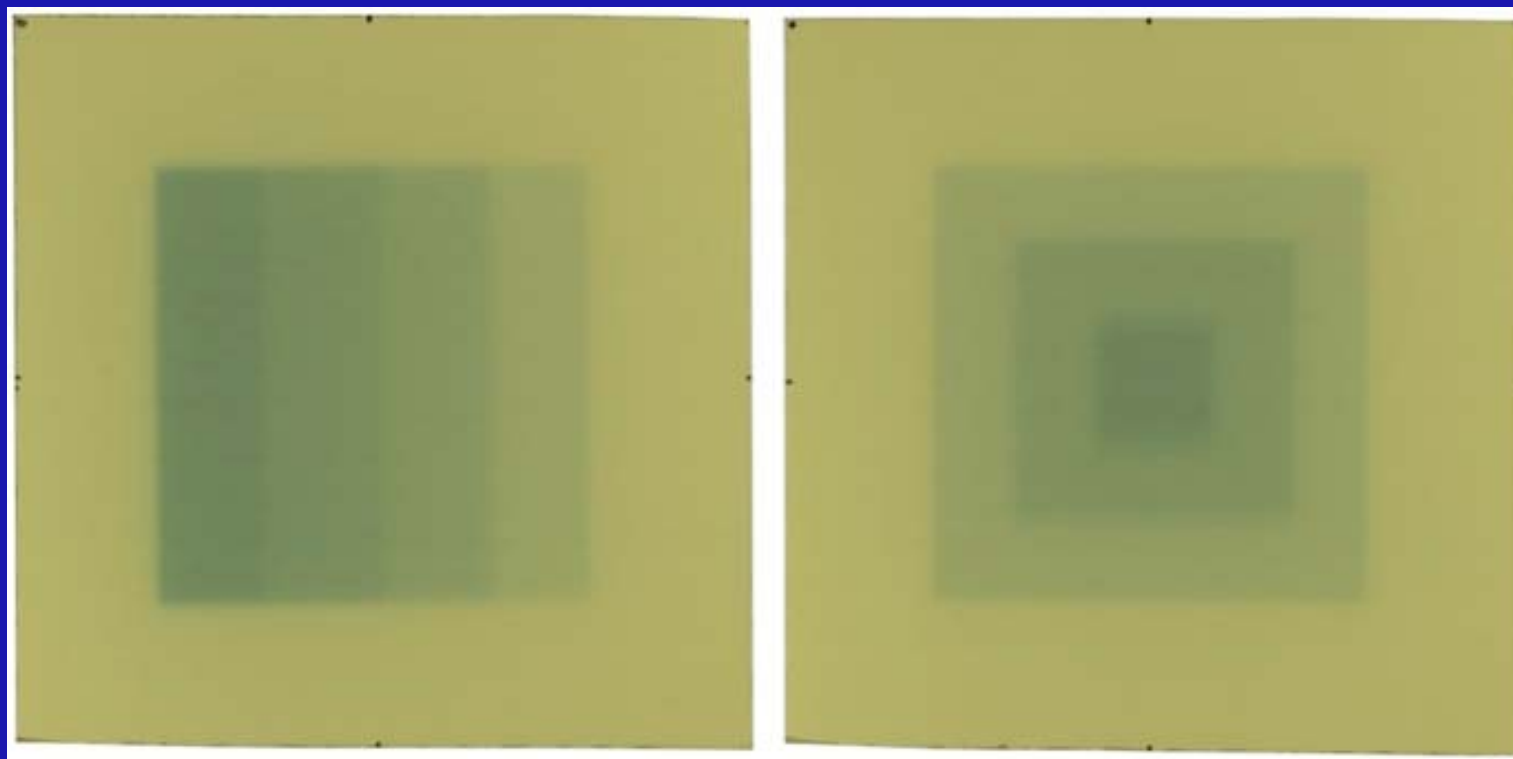
■ 線量分布評価.

各測定プロトコルによる線量分布(冠状面)は, 治療計画装置(TPS)と比較し, ガンマ法(3%, 3 mm, TH:30%)で評価した.

■ TPSの検証. テストパターンのモンテカルロ(MC)シミュレーション. EGSnrc/BEAMnrc, DOSXYZnrc.

方法 (cont.)

- テストパターン(ステップとピラミッドパターン).

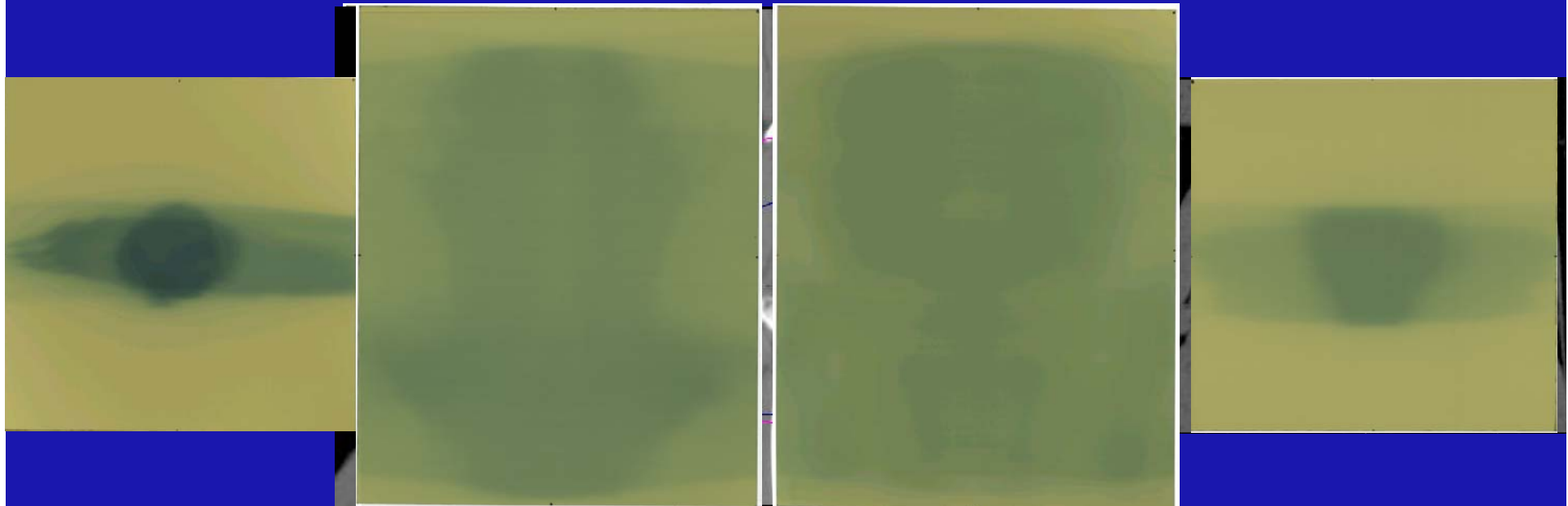


Step pattern

Pyramid pattern

方法 (cont.)

- 臨床IMRTプラン(頭部, 頸部, 骨盤部, 前立腺).



6MV / 6Field
Head

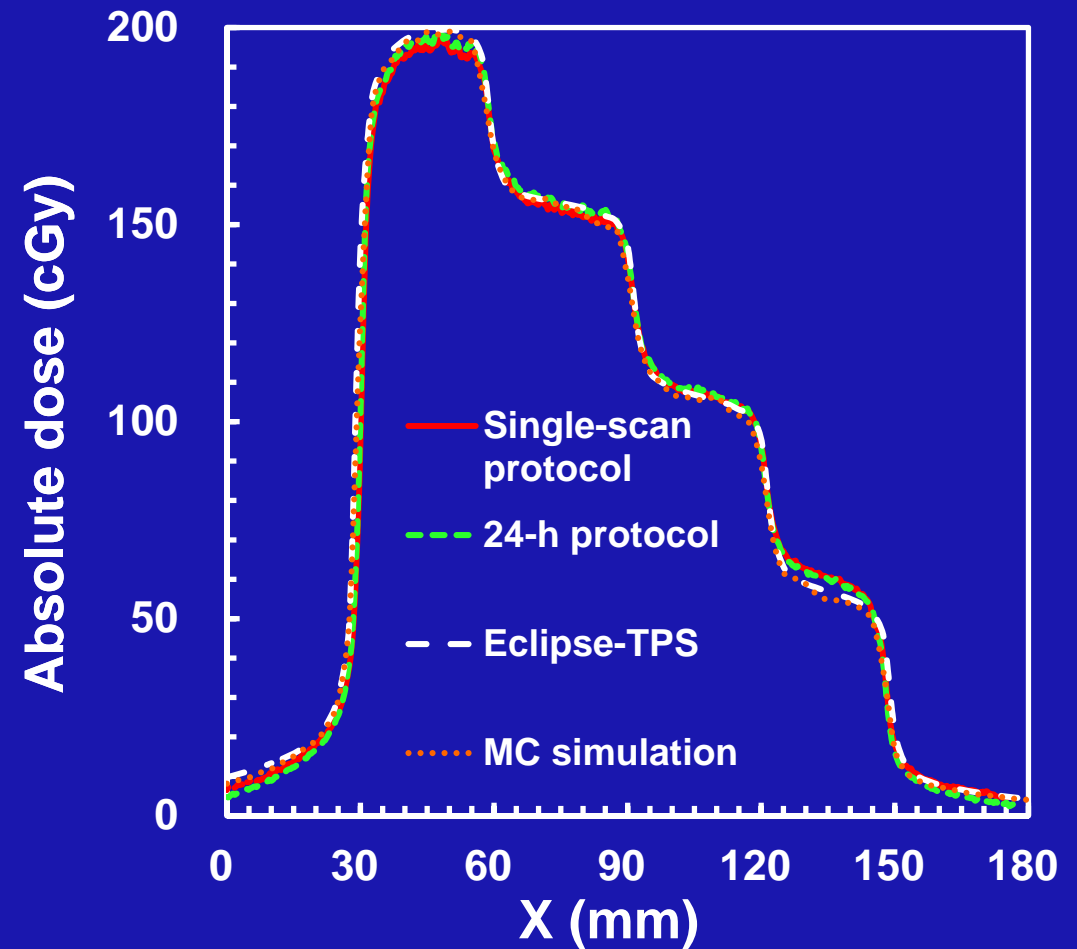
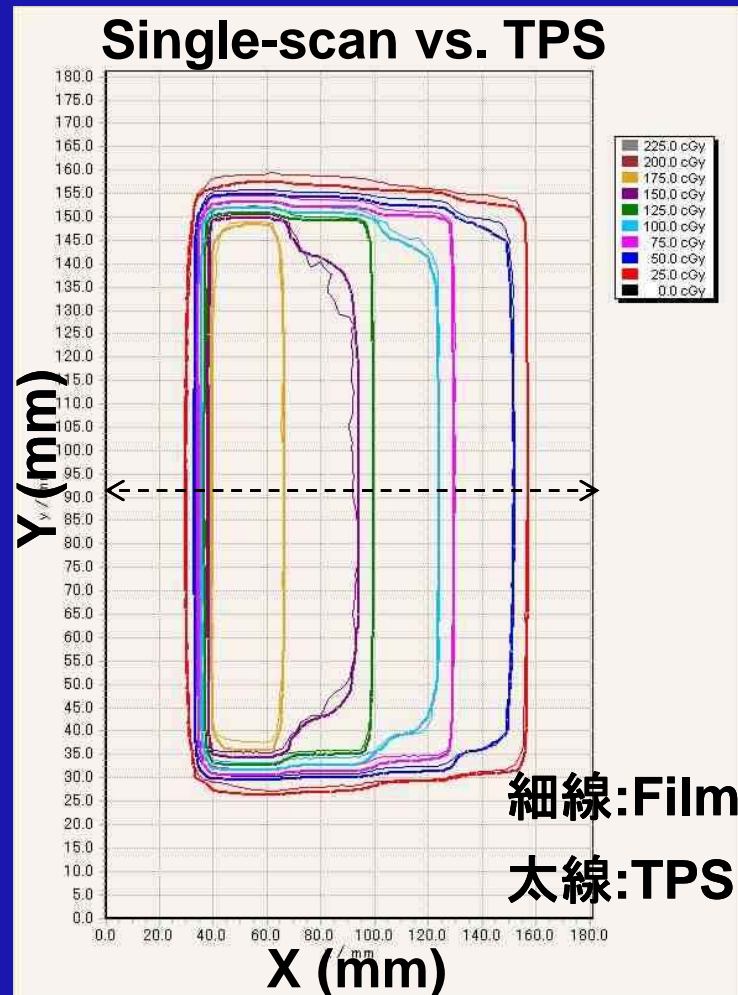
6MV / 7Field
Neck

6MV / 7Field
Pelvis

15MV / 5Field
Prostate

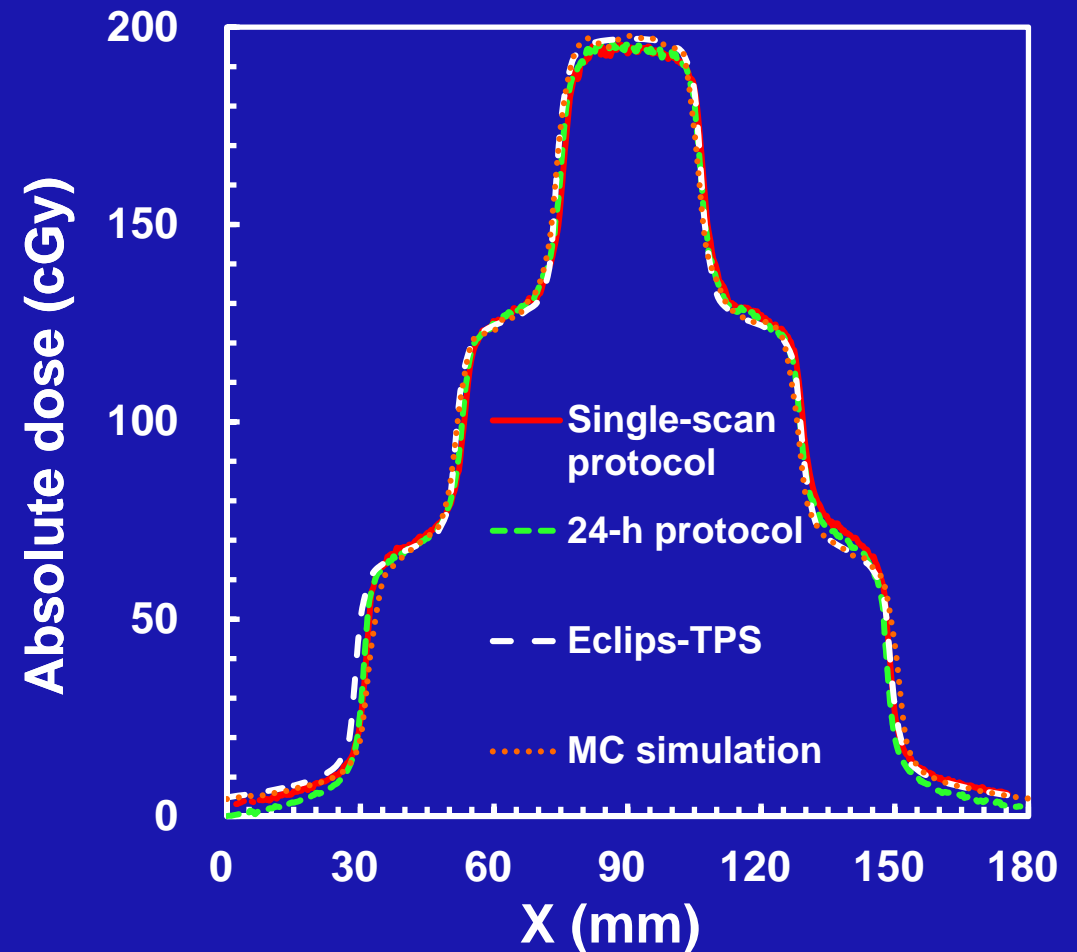
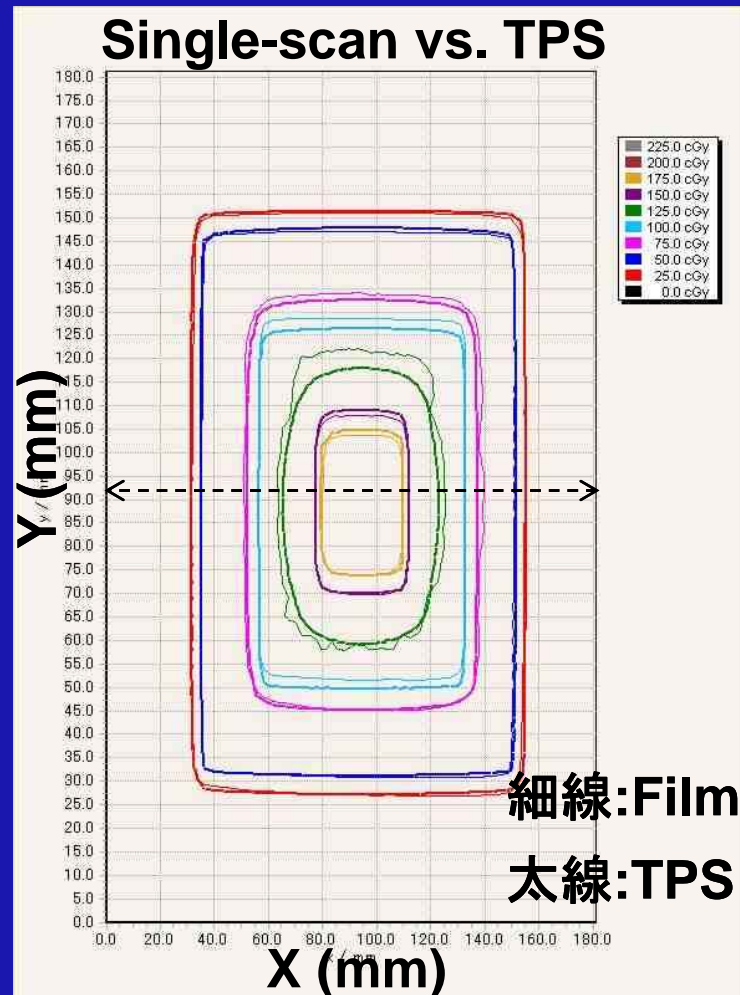
結果

■ ステップパターンの線量分布と線量プロファイル.



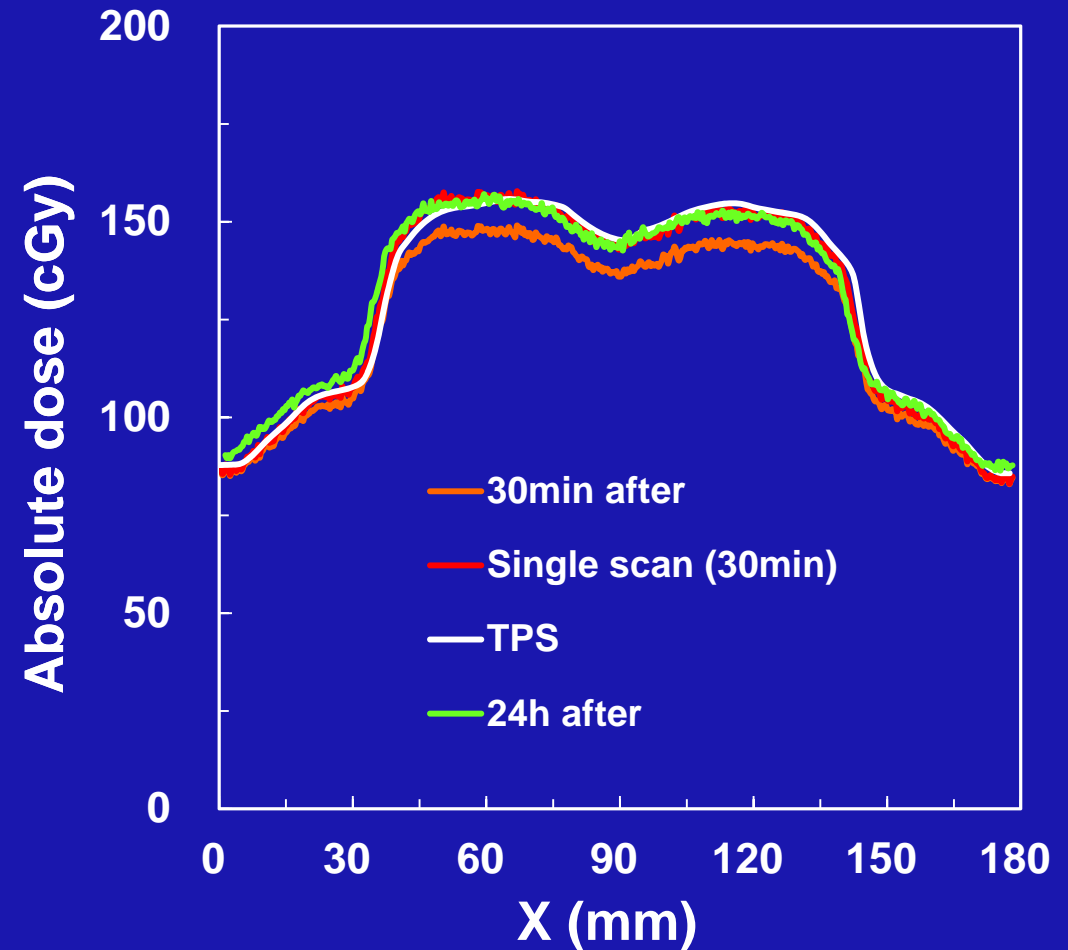
結果 (cont.)

■ ピラミッドパターンの線量分布と線量プロファイル.



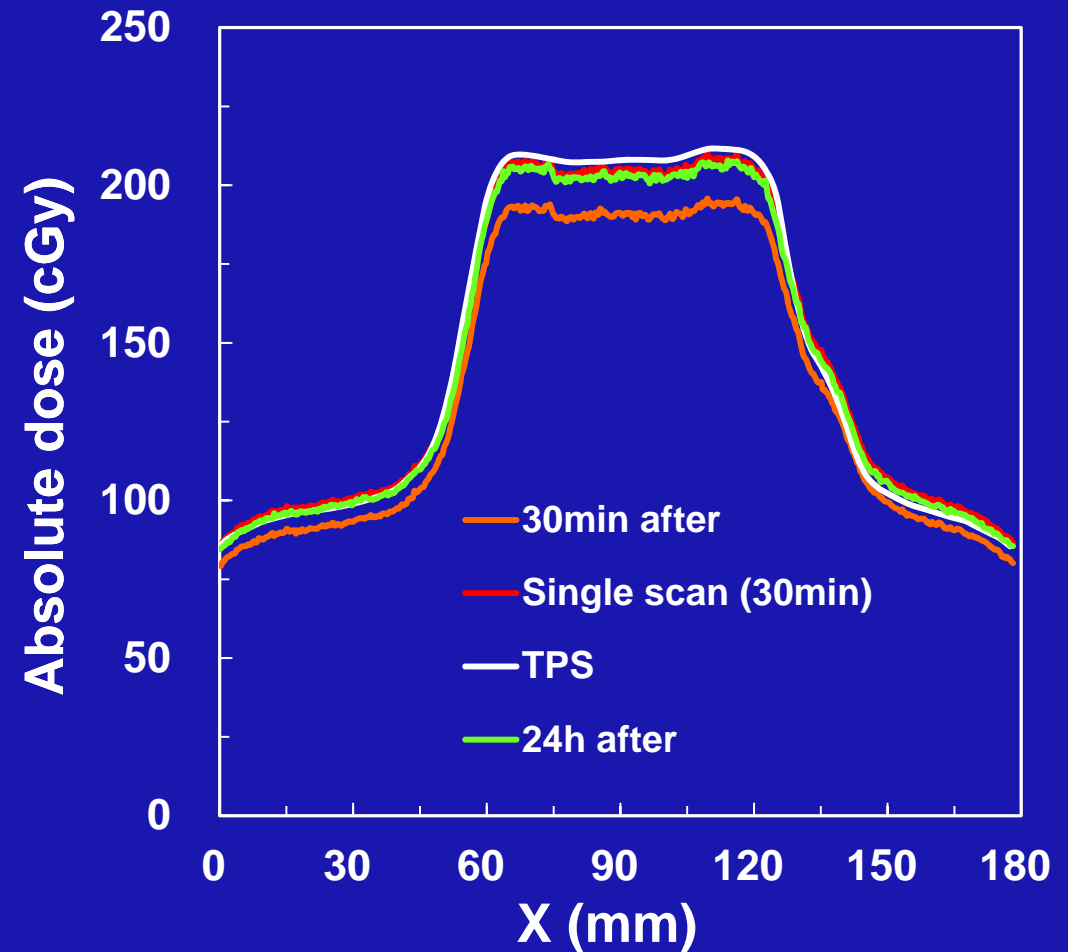
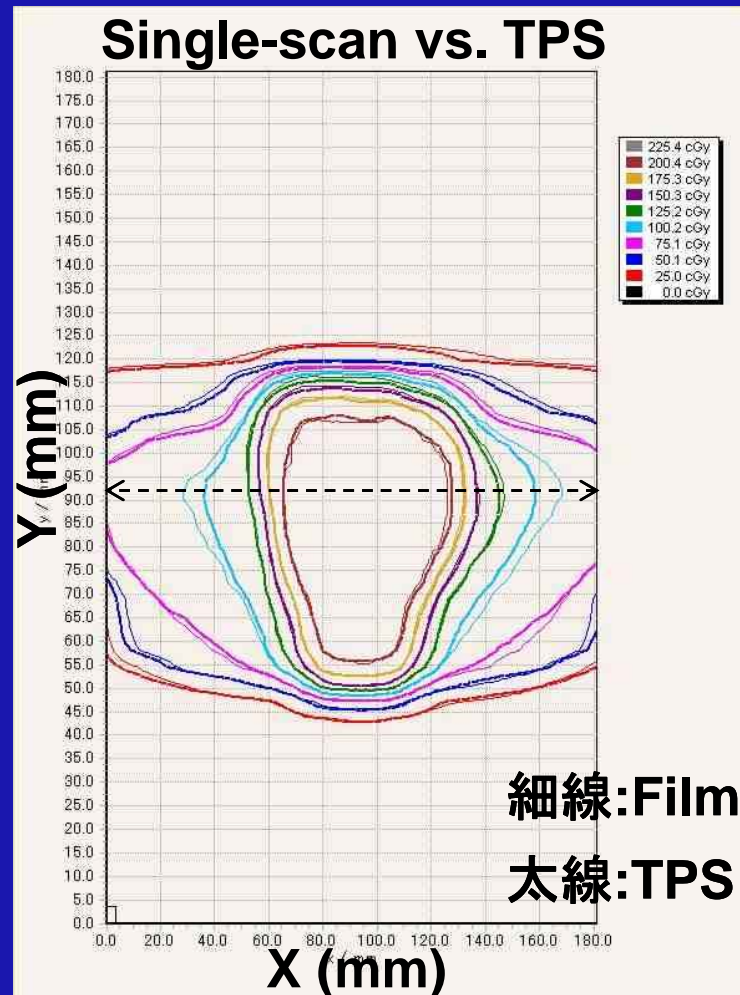
結果 (cont.)

■ 頸部IMRTプランの線量分布と線量プロファイル.



結果 (cont.)

■ 前立腺IMRTプランの線量分布と線量プロファイル.



結果 (cont.)

■ ガンマ法 (3%, 3 mm) による線量分布評価.

Passing rate (%)		30min	24-h	Single-scan
TH:30%			protocol	protocol
Plan	Step	81.2	95.9	96.0
	Pyramid	86.6	96.4	95.3
	Head	86.8	98.5	99.0
	Neck	85.7	97.4	95.5
	Pelvis	89.9	95.3	95.3
	prostate	77.8	97.8	97.8

考察

- Single-scanプロトコルによる線量分布とガンマパス率は、24-hプロトコルと同等であった。これは、校正フィルムがフィルム特性曲線を正確にリスケールできたためである。但し、全ての検証フィルムに加えて校正フィルムは、必要である。
- リスケールのない30分後の線量分布は、TPSと約5-8%の過少評価であった。これは、照射後の時間経過に伴うフィルムレスポンスの違いである。相対線量の検証では問題とならないが、絶対線量の検証では重要である。

考察 (cont.)

- 効率的な測定法は、いくつか報告されている⁸⁻¹⁰⁾。目的が相対か絶対線量で実施するかで選択する必要がある

8) Med. Phys. 2010; 37: 2207-2214. 9) Med. Phys. 2012; 39: 4850-4857.

10) Med. Phys. 2014; 41: 021726-1-8.

- 本検討におけるSingle-scanプロトコルは、30分後の測定を可能とした。しかし、Lewisらは、何時でも(20分以降)測定可能と報告している。

- その上、フィルムロット間の違いや多断面の検証及びVMATプランでの評価を行っていない。この点に関して、今後検討する必要がある。

結語

- FilmQA proを用いたSingle-scanプロトコルは、一般的に使用される24-hプロトコルと同等な測定精度を示し、効率的なIMRT線量検証の実施において、臨床上有用である。