

EPIgray 計算アルゴリズムに関して

エレクトラ株式会社 アプリケーションフィジックス

DOSisoft 社の EPIgray の計算アルゴリズムについてご紹介します。

EPIgray の計算方法は以下の通りです。

- (1) EPID で得られた線量を媒体の存在しない状態に変換する (①→②)
- (2) 距離の逆二乗を使用して STD100 cm の d_{max} の高さに変換する (②→③)
- (3) 媒質の TMR を考慮し、媒質内の評価点に変換する (③→④)

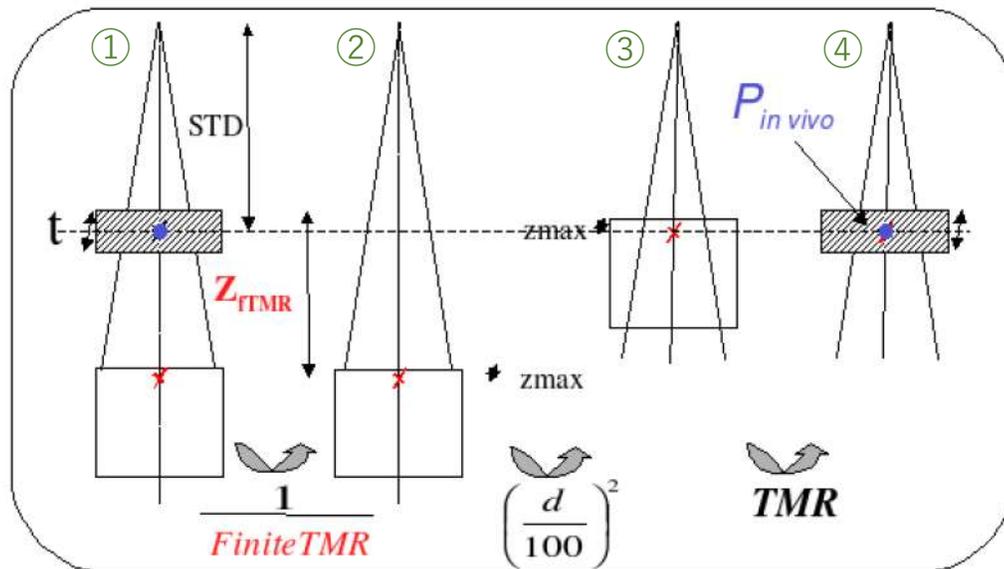


図 1. EPIgray 計算の概略図

ここで、再構成された線量は次のように計算されます。

$$\text{再構成された線量}[\text{cGy}] = \text{Formalism Factor} \times \text{Used EPID Image}$$

(1) Formalism Factor とは

$$\text{Formalism Factor} = (1/\text{Finite TMR}) \times \text{TMR} \times \text{Calibration Factor [cGy / i.u.]}$$

i.u. : Pixel Value

- ・ Calibration Factor : Pixel Value と cGy を紐づけるための係数です。
- ・ Finite TMR (FTMR) : 線源と EPID との間に存在する媒体（患者もしくはファントム）の X 線減衰と散乱放射線生成を定量化した数値です。カウチ有り・ファントム無しの測定値を 1 として正規化しています。FTMR の詳細は(3)をご覧ください。
- ・ TMR : 放射線治療に一般的に使用される Tissue Maximum Ratio です。

(2) Used EPID Image とは

$$\text{Used EPID Image} = \text{Raw EPID image[i.u.]} \times \text{aSi Water Conversion factor}$$

- ・ Raw EPID image : 媒体を透過したビームを EPID で検出した Pixel Value です。
- ・ aSi Water Conversion factor : EPID 応答の変動を補正する変換係数です。これは照射野サイズや媒体の厚みを考慮しています。

FTMR、TMR、aSi Water Conversion factor は CT および RT Plan を使用して計算されます。

Formalism Factor は TPS を使用して計算されるためプラン変更しなければ変化しません。日々の EPIgray の誤差 (%) は Used EPID Image に起因します。患者様の移動や体内構造の変化などで、EPIgray の誤差が検出されます。

なお、計算に使用されるすべての深度は、患者様の形状と密度を考慮した radiological depth (effective water depth) にて定義されます。

CT 画像は TPS から EPIgray に送信されます。また TPS で使用される CT-ED 曲線は EPIgray に登録されています。それらより radiological depth を求めています。

以上より、EPIgray は radiological depth を FTMR と TMR に適応した、クラークソン相当のシンプルなアルゴリズムであると言えます。

TPS で用いられるような密度を考慮した散乱線のモデル化、または電子を追跡するような計算は行っておりません。

(3) FiniteTMR とは

Finite TMR(FTMR)は図 1 における①から②への変換に用いられます。すなわち、媒体の厚さとカウチの高さを考慮し、媒体が存在しなかったときの線量を計算します。

ビームの減弱と散乱成分はファントムのポジションで変わります。ファントムの表面から測定点までの距離を d_{mes} とすると、FTMR テーブルは 3 つの特徴的なポジションに基づいて確立されます。

ポジション 1 : ファントムの表面が SAD, $d_{mes1} = SDD - SAD$

ポジション 2 : ファントムの中心が SAD, $d_{mes2} = (t/2) + (SDD - SAD)$

ポジション 3 : ファントムの底が SAD, $d_{mes3} = (t) + (SDD - SAD)$

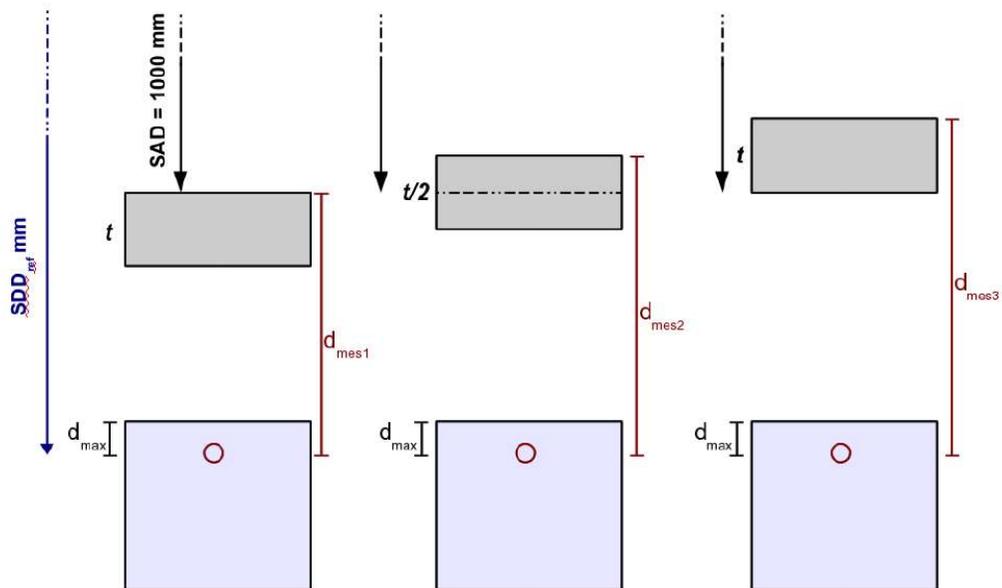


図 2. FTMR 測定における 3 つのポジション

該当の照射野のファントム厚 0 (カウチ有) の数値で正規化したものが FTMR テーブルになります。

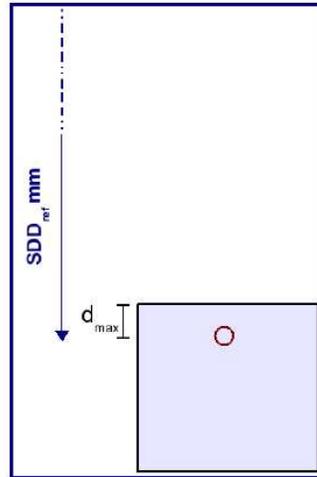


図 3. 各照射野における FTMR 正規化の測定条件

ファントムの厚さと照射野が同じ場合、 d_{mes} が大きくなるほど FTMR の値は減少します。散乱線の空中での減衰や、距離が離れることで EPID に入射する散乱線が減少するためです。

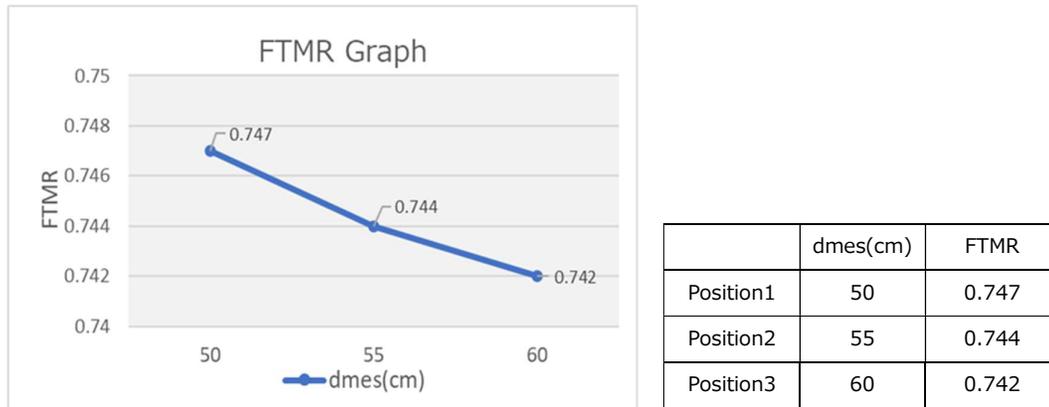


図 4. FTMR と d_{mes} の関係