

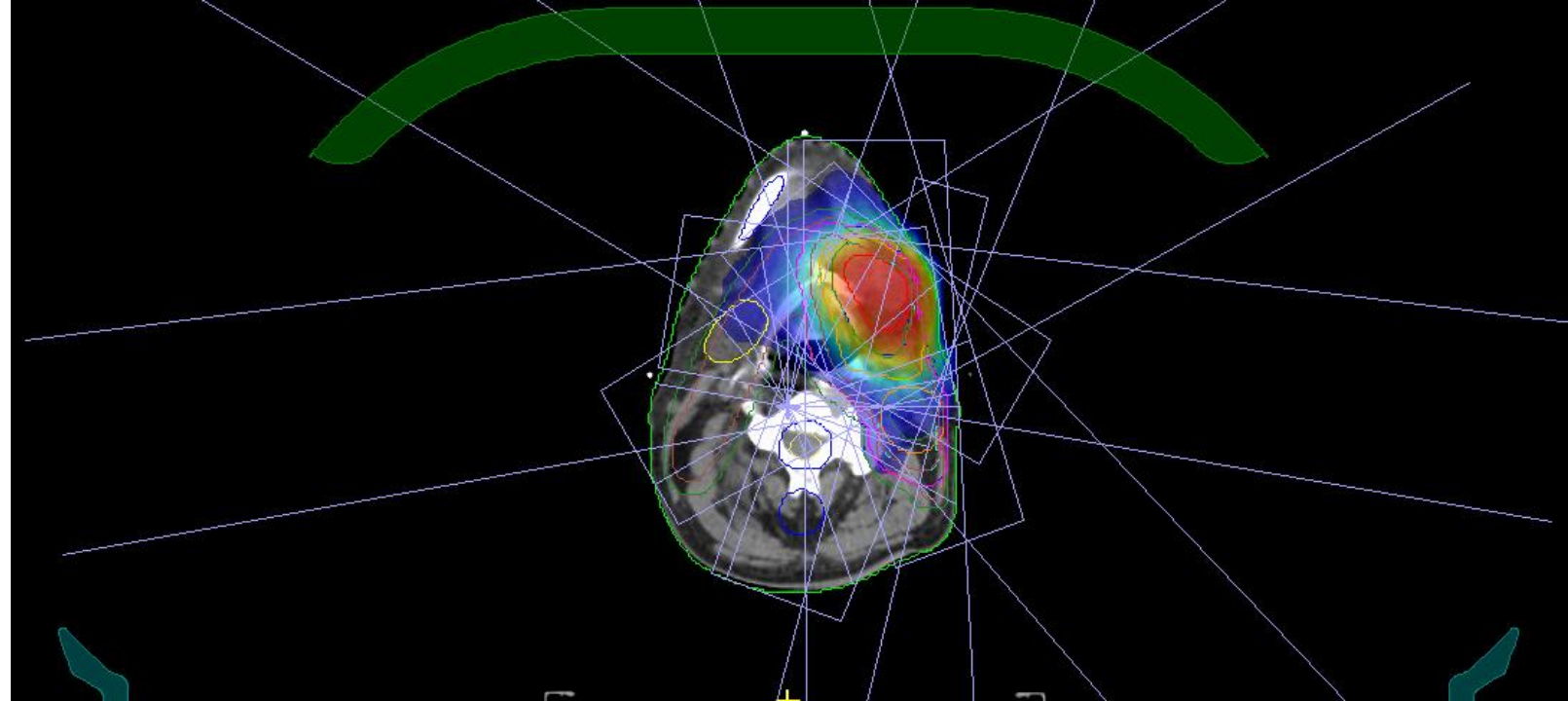
# Unity Physics Training

## GPUMCD Dose Deposition



# Objectives

1. Dose to MediumとDose to Waterを  
計算時の違いについて



GPUMCD Dose  
Deposition

# Dose Deposition

## Dose Deposition Calculation

モンテカルロ計算中に計算されたエネルギー付与の結果の合計は、物理密度とともに使用され、単一のシミュレートされたバッチからの線量付与を決定する。

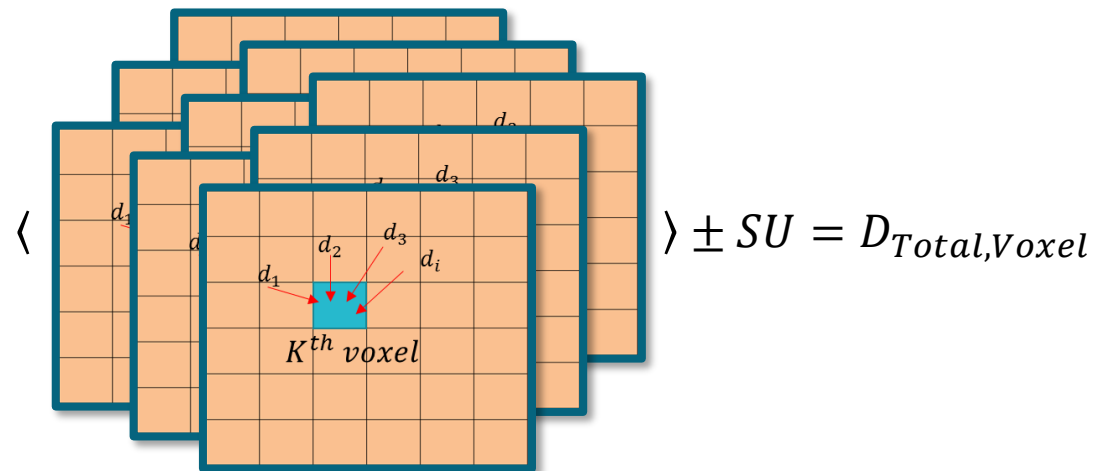
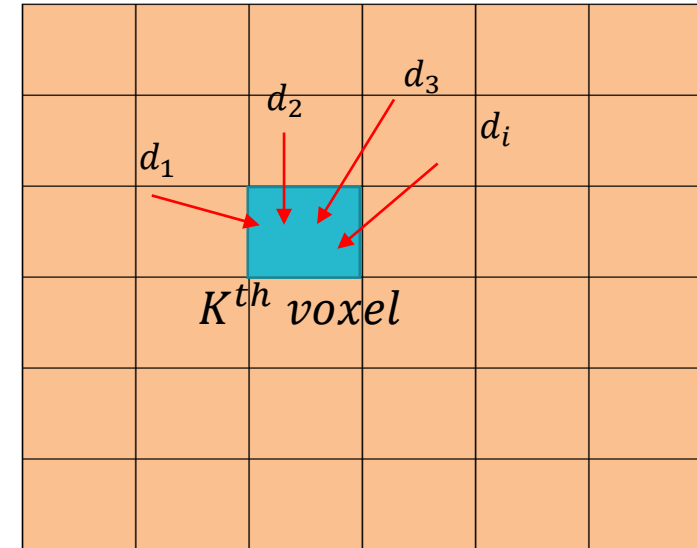
$$D_k = \sum_{i=1}^N d_{i,k} \pm SU$$

個々のバッチからのボクセルの線量を表す。ここで、SUは計算の結果の統計的不確かさである。

シミュレーションの実行中に、いくつかのバッチが計算される場合がある。

$$D_{Total,Voxel} = \langle D_k \rangle \pm SU$$

シミュレートされたすべてのバッチで平均された単一のボクセルの線量を表す。



# Dose Deposition

## Dose to Medium

デフォルトでは、GPUMCDはDose to Mediumで計算する。

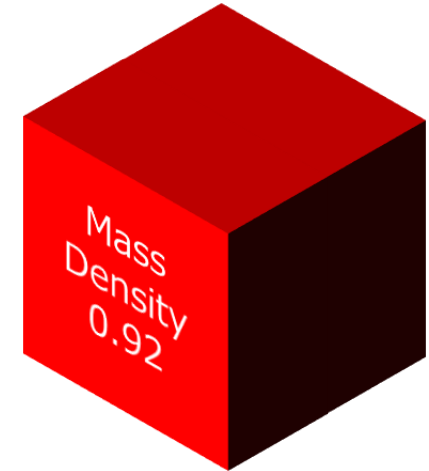
・物理密度に基づいて、Monacoは異なる媒体の阻止能と断面積を備えたルックアップテーブルを使用する。

- 電子からのエネルギー付与は、決定された物質の各元素の質量衝突阻止能に基づいて決定される。

- 減衰係数は、その物質の光子断面積に基づいて決定される。  
この情報は、GPUMCD.estarおよび.xcomファイルに保存される。

Monacoには、組織、カウチ構造、ファントム構造のさまざまなテーブルがある。

P



Atomic Number	1	6	7	8	11
Atomic Mass	1.008	12.011	14.007	15.99	22.989
Proportions	0.119477	0.63724	0.00797	0.232333	0.0005

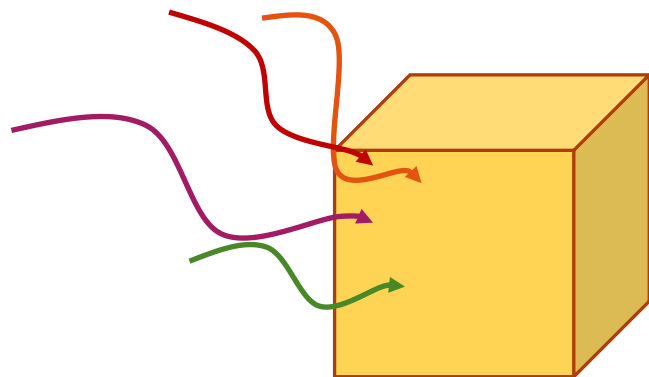
# Dose Deposition

## Dose to Water

線量付与の一部として、水から組織への質量衝突阻止能が患者の媒体で大幅に変化しないと仮定すると、ブラッググレイ空洞理論を適用して水への線量付与を計算できる。

水への線量の計算は、選択したルックアップテーブルによって割り当てられた、組織の阻止能に対する水の阻止能の比率を使用して、エネルギーが蓄積されたときに行われる。

その結果、ボクセルの密度は変化せず、電子の阻止能のみが変化する。

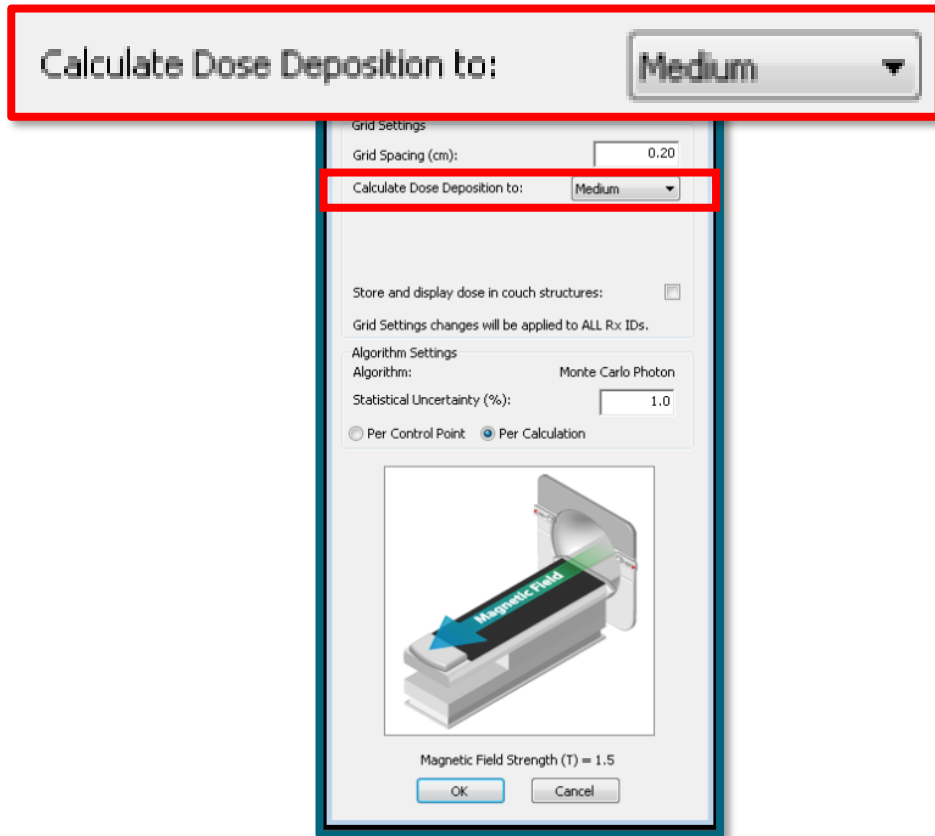


$$D_w = D_m S^{w,m}$$

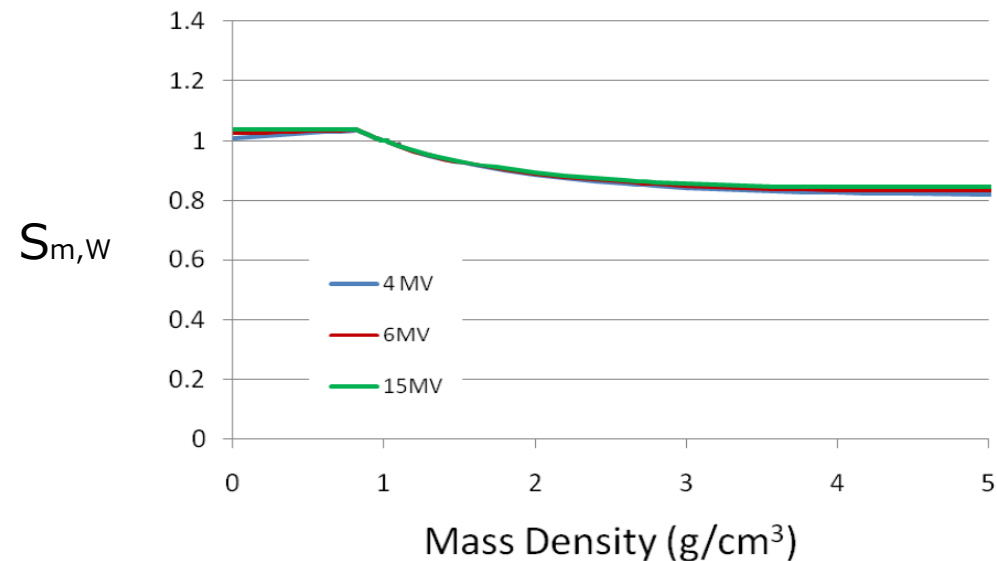
$$S^{w,m} = \frac{\int_E \Phi_e \frac{S^W}{\rho} dE}{\int_E \Phi_e \frac{S^M}{\rho} dE}$$

# Dose Deposition

## Dose to Water



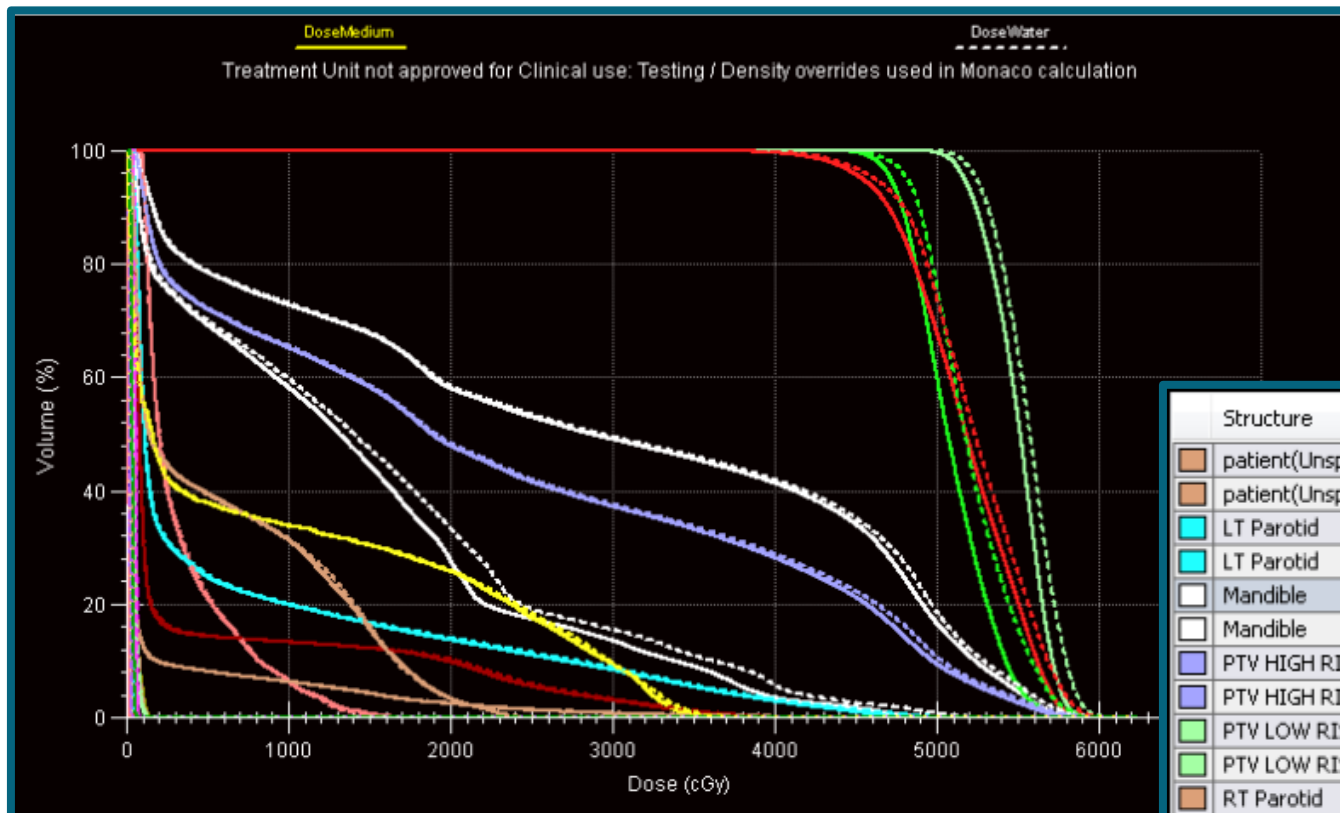
線量付与の計算オプションを設定して、水への線量を計算できる。



# Dose Deposition

## Considerations for QA

密度が $1.0\text{g} / \text{cm}^3$ に近い組織の場合、MV光子ビームの水への線量と組織への線量の差はわずかである（1%~2%）。しかし、皮質骨などの高密度の物質の場合、水の阻止能とこれらの高密度の物質はより大きく異なるため、15%の差に可能性がある。



Structure	Volume (cm <sup>3</sup> )	Plan	Min. Dose (cGy)	Max. Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)
patient(Unsp. Tiss.)	8072.780	DoseMedium	0.0	5001.0	165.2
patient(Unsp. Tiss.)	8072.780	DoseWater	0.0	5145.5	168.0
LT Parotid	38.022	DoseMedium	23.7	5027.5	664.0
LT Parotid	38.022	DoseWater	30.7	5144.3	682.5
Mandible	53.530	DoseMedium	27.0	5079.2	1436.5
Mandible	53.530	DoseWater	33.6	5415.7	1547.2
PTV HIGH RISK	536.944	DoseMedium	33.4	6088.6	2310.3
PTV HIGH RISK	536.944	DoseWater	34.0	6226.2	2341.9
PTV LOW RISK	187.590	DoseMedium	12.4	155.6	46.8
PTV LOW RISK	187.590	DoseWater	12.2	156.1	47.0
RT Parotid	38.350	DoseMedium	19.1	2535.0	606.3
RT Parotid	38.350	DoseWater	21.1	2475.0	607.6
Spinal Cord	18.326	DoseMedium	2.6	3679.6	921.8
Spinal Cord	18.326	DoseWater	3.1	3892.8	933.2

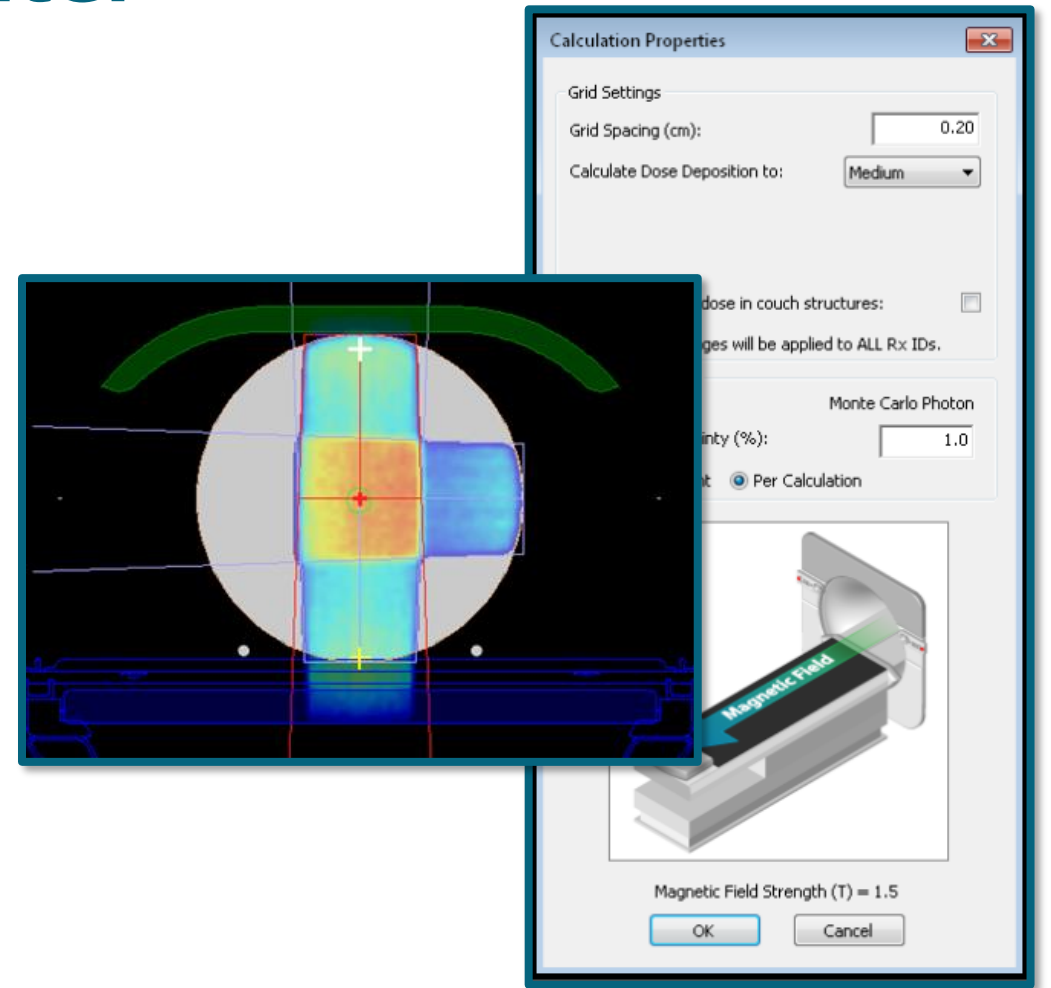
# Dose to Medium/Dose to Water

## Considerations for QA

QAファントム/デバイスの場合、リファレンスセットアップのMonaco計算に基づいて、QAデバイスのDose キャリブレーション/確認を行うことを推奨する。

QAプロセスに一貫性があれば、Dose to MediumとDose to Waterの選択は重要ではない。

QAデバイス全体を水で計算したい場合は、Monacoでも水で計算するように設定する必要がある。





# Thank you

お疲れ様でした。  
ご不明点等ございましたらご遠慮なくお問い合わせください。

---

エレクタ株式会社  
プロジェクト統括部 アプリケーションフィジックス  
〒108-0023 東京都港区芝浦3-9-1 芝浦ルネサイトタワー7F  
ヘルプデスクTEL：0120-659-043  
Mail：SoftwareService-Japan@elekta.com  
URL：https://www.elekta.co.jp/

