

治療計画の検証(線量検証)

鳥取市立病院 坂本博昭

プラン検証の目的

エクセルの独立検証シート

- ・治療計画の計算精度の検証
- ・プランの整合性の検証

実測検証

- ・治療計画の計算精度の検証
- ・寝台や固定具の吸収
- ・照合装置・リニアックが正しく稼働しているか
- ・M LCが正しく動いているか (I M RTの場合)

何を目的として行う
か明確な目的意識
を持って行う

プラン検証の方法

線量検証

- ・通常照射であればMLCが数mmずれていても評価点線量は変わらず、評価点一点のみで十分

ただし、Wedgeを用いた照射野や、つなぎ目のあるプランの場合は過(大or小)線量になっていないか確認したいところ…
だが実際は困難

- ・IMRTの場合はMLCが数mmずれるとターゲットの線量が変化する→(分布が均一な個所を)数点評価

プラン検証手技の習得の必要性

高精度治療のコミッショニング (RTPのパラメータ調整) は実測値を正として各種調整を行うため、正確に線量を評価できるスキルを習得することが大事

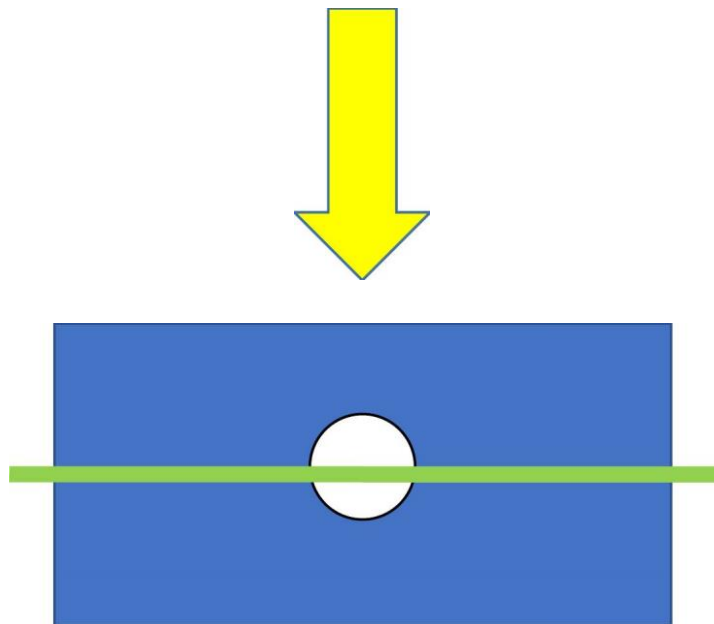
プラン検証の方法

分布検証

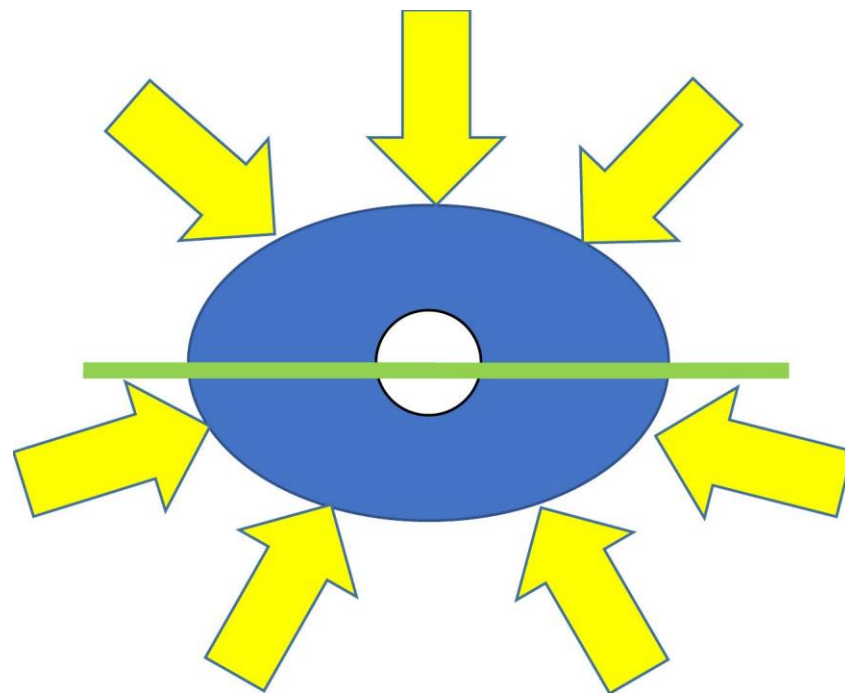
- ・線量計で分布の急峻な箇所を測定するのは困難で、測定箇所が限られるため、線量検証で均一な箇所の線量を押さえた前提でそれ以外の箇所の線量を確認

線量検証と分布検証で相補的に行うのが現状

プラン検証の方法



各門検証 (Each beam)



全門検証 (Composite beam)

検証プランの作成方法

検証に用いるStudysset (RTPでのファントム) ・non

i ・non mage

・image

検証プランの作成方法

検証に用いるStudysset

- non image

相対電子密度は1.0

キー入力で任意の形状を作成可能

作成方法は実習にて…

検証プランの作成方法

検証に用いるStudysset

- image

CTのイメージデータを使用

ファントムのCT相対電子密度の取り扱いに注意

水透過ファントムと言っても…

X線エネルギーにより主たる反応が異なることに注意

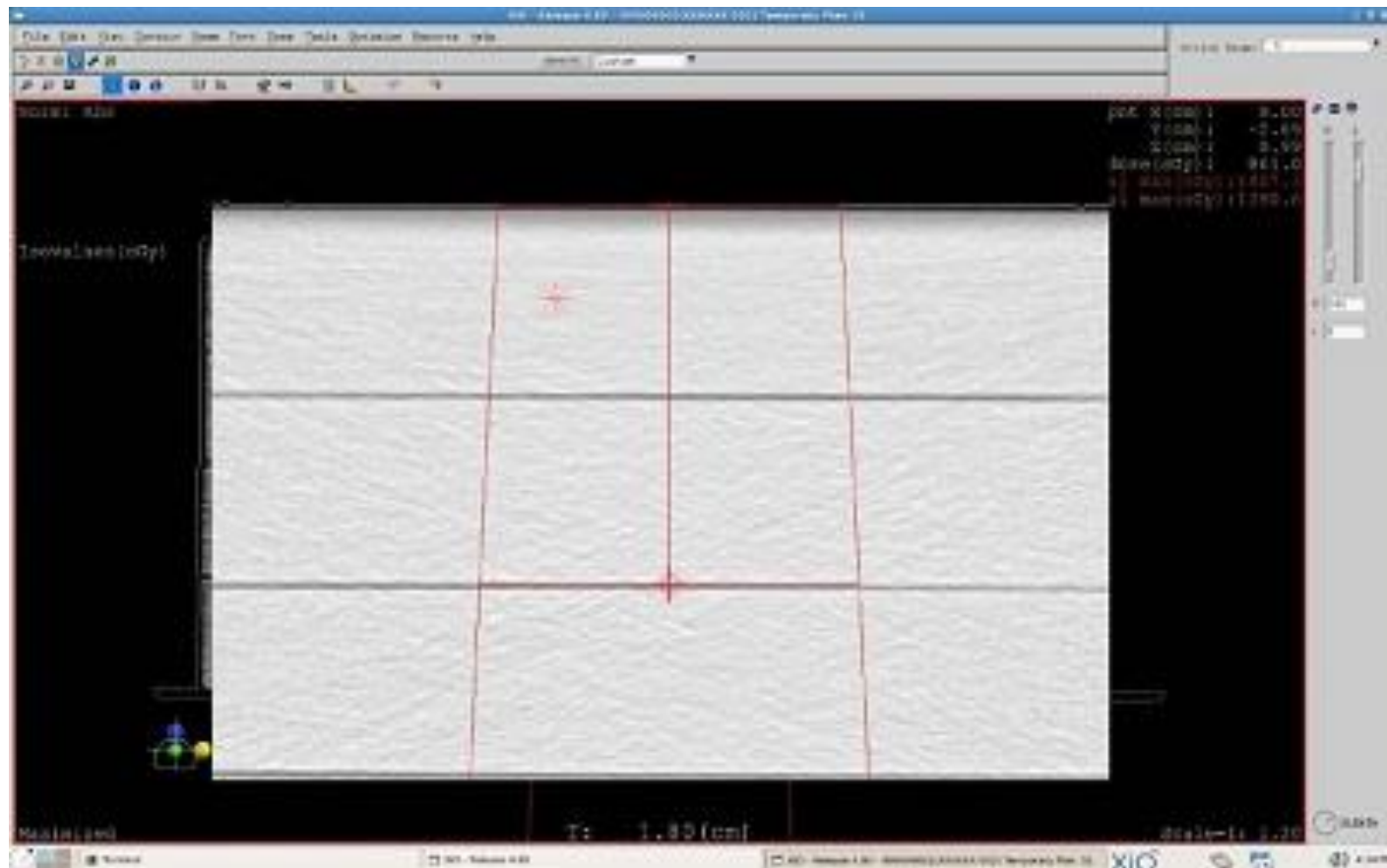
アーチファクトの対応が必要なことがある

体輪郭内の組成を水として置き換える場合、体輪郭の形状に注意

検証プランの作成方法

検証に用いるStudyset

- image

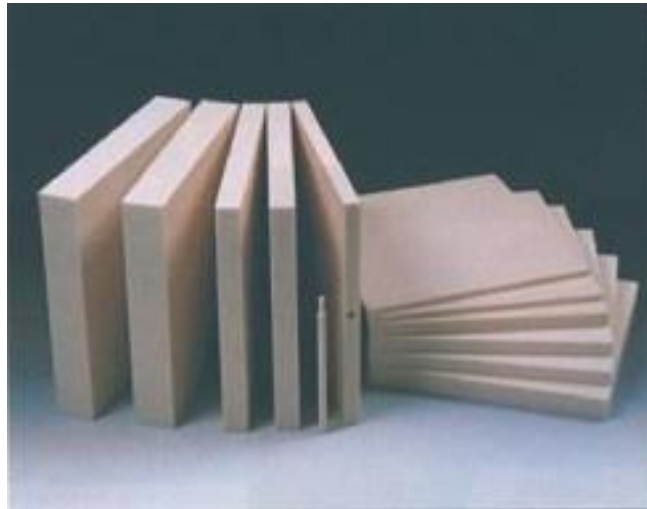


当院保有の水(等価)ファントム

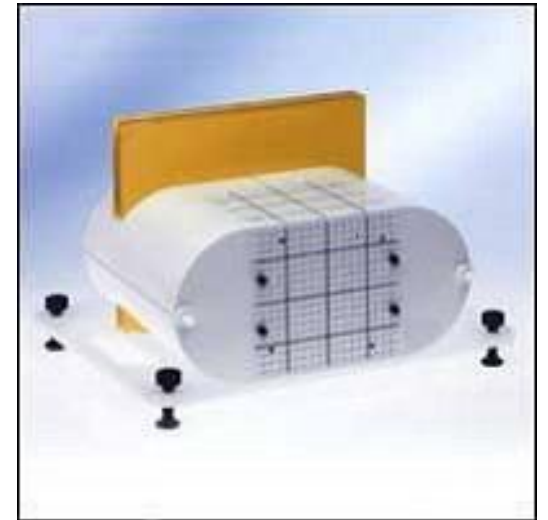
水



タフウォーター



ImRT



水(等価ファントム)の使用前検証

kVならびにMV X線に対する水等価性の確認が必須

だけではなく…

ファントムの実寸の確認、CTを撮影し均一材質であること
の確認(ファントムのコミッショニング)が必須

検証プランの作成の前に…

～kVエネルギー領域での水等価性の確認～

ファントムによる計算結果の相違

10X 6cm×6cm1000MUのX線を入射したときの
10cm深の線量で評価

Description	Virtual Water	TW	ImRT phantom
Machine ID	Siemens10X	Siemens10X	Siemens10X
Collimator	Sym	Sym	Sym
Setup/Dist (cm)	SAD/100.0	SAD/100.0	SAD/100.0
SSD/Wt fan SSD (cm)	90.0/90.0	90.0/90.0	90.1/90.2
Field Size at Isocenter			
Field Size (cm)	Width 6.0	Width 6.0	Width 6.0
Field Size (cm)	Length 6.0	Length 6.0	Length 6.0
Coll. Eq. Square (cm)	6.00	6.00	6.00
Gantry/Coll angle (deg)	0.0/0.0	0.0/0.0	0.0/0.0
Couch (deg)	0.0	0.0	0.0
Isocenter/Beam entry	Iso	Iso	Iso
X, Y, Z(cm)	0.00/0.00/0.00	0.00/1.80/1.20	0.00/1.00/-1.00
Calc algorithm	Convolution	Convolution	Convolution
Weight (cGy)/No. fractions	791.0/1	788.9/1	791.8/1
X, Y, Z (cm)	0.00/0.00/0.00	0.00/1.80/1.20	0.00/1.00/-1.00
Defined at	Arb.point	Arb.point	Arb.point
Depth; skin (cm)	10.0	10.0	9.8
Effective; skin (cm)	10.0	10.0	10.0
TAR/TPR/PDD	TPRxPSCF/PSCF (0)	TPRxPSCF/PSCF (0)	TPRxPSCF/PSCF (0)
At depth	1.370	1.368	1.380
At effective	1.381	1.377	1.383
PSCF(0)/PSCF(ec)	0.700/0.966	0.700/0.966	0.700/0.966
Dose Output	0.790(cGy/MU)	0.790(cGy/MU)	0.790(cGy/MU)
SCD/SWD (cm)	100.0/100.0	100.0/100.0	100.0/100.0
Ref. Depth or Dmax(cm)	10.0	10.0	10.0
Tray Factor(composite)	1.000	1.000	1.000
Min or MU(open/wdg)	1000.00 (MU)	1000.00 (MU)	1000.00 (MU)
Integer MU(open/wdg)	1000	1000.00 (MU)	1000.00 (MU)

検証プランの作成の前に…

～MVエネルギー領域での水等価性の確認～

10X 6cm×6cm 1000MUのX線を入射したときの

10cm深の線量を比較

	Water	Taff Water	ImRT
Measurement Dose (Gy)	7.928	7.874	7.813
水ファントム システムとの相違	0.00%	-0.68%	-1.45%



計画線量(7.910Gy)との相違-
0.23%

検証プランの作成の前に…

～MVエネルギー領域での水等価性の確認～

実測による深さスケーリング係数

深さスケーリング係数の求め方(10X)

水							タフウォーター						
	M1	M2	M3	平均値	変動係数	TPR _w (10,10)		M1	M2	M3	平均値	変動係数	TPR _w (10,10)
10 cm	16.417	16.416	16.416	16.416	0.004	1.000	10 cm	16.117	16.106	16.118	16.114	0.041	1.000
12 cm	15.481	15.496	15.484	15.487	0.051	0.943	12 cm	15.231	15.228	15.232	15.230	0.014	0.945
14 cm	14.628	14.618	14.624	14.623	0.034	0.891	14 cm	14.39	14.38	14.376	14.382	0.050	0.893
16 cm	13.77	13.762	13.769	13.767	0.032	0.839	16 cm	13.545	13.533	13.547	13.542	0.056	0.840
18 cm	12.948	12.95	12.951	12.950	0.012	0.789	18 cm	12.753	12.753	12.756	12.754	0.014	0.792
20 cm	12.162	12.157	12.161	12.160	0.022	0.741	20 cm	11.993	11.99	11.994	11.992	0.017	0.744

5cmまたは10cmから20cmの間で6点以上測定が望ましい

TPR_w(10,10)

$y = 1.352077E+00e-2.996802E-02x$

平均線減弱係数 2.99680E-02

TPRTW(10,10)

$y = 1.347083E+00e-2.956485E-02x$

平均線減弱係数 2.95649E-02

C_{pl} 0.9865

C_{pl} = μ_{pl} / μ_w

d_w = C_{pl} × d_{pl}

タフウォーター10cmと等価な水深は

水10cmと等価なタフウォーター深は

9.87
10.14

深さスケーリング / フルインスケーリング / 10MV_水 / 10MV_TW補正有 / 10MV_TW補正無

検証プランの作成の前に…

～MVエネルギー領域での水等価性の確認～

実測によるフルエンススケーリング係数

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	フルエンススケーリングの算出								
2									
3	10X 10x10								
4									
5		タフウォーター	Water						
6	depth(cm)	10cm	9.87						
7	温度(°C)	24.5	24.5						
8	気圧	1025.5	1025.5						
9	大気補正係数	0.99647	0.99647						
10									
11	M1	16.403	16.439						
12	M2	16.403	16.441						
13	M3	16.386	16.429						
14	平均値	16.397	16.436						
15	変動係数	0.060	0.039						
16	真の電離量	16.339	16.378						
17									
18									
19	h_{pl}	1.00238							
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									

タフウォーター：10cm
→水：9.87cm

水：10cm
→タフウォーター：10.14cm

h_{pl} 1.00238

深さスケーリング フルエンススケーリング 10MV水 10MV.TW補正有 10MV.TW補正無

検証プランの作成の前に…

～MVエネルギー領域での水等価性の確認～

固体(水等価)ファントムはSetupしやすく幾何学的な再現性が優れるも製造過程における材質の再現性の不確かさ、水等価といえども、全く水等価ではない(構成元素の組成等)こと、また経年変化があるため、使用に際してはファントムのコミッショニングが必要

水との等価性の担保には深さスケーリング係数・フルエンススケーリング係数の把握が必要

検証プランの作成の前に…

～MVエネルギー領域での水等価性の確認～

実測によるスケーリング係数の導出は煩雑

計算過程が複雑で逆に誤差要因となってしまうかねない。当院での検証では、毎回水ファントムで測定日のリニアックの出力変動を把握して、さらにファントムの水等価性を変換係数に丸め込み実測線量を導き出す手法をとっている。

検証プランの作成

～検証の仕込み作業～

注意点

実測に用いる検出器の決定

Farmer or PinPointチェンバー→測定対象の線量勾配

Farmerの利点↔PinPointの欠点

通常計測のプロトコルが使用できる

電離容積が大きく安定した計測結果が得られる

Farmerの欠点↔PinPointの利点

線量勾配の急峻なところは苦手

検証プランができれば♪

実測結果の比較対象となる計画線量を読み取りましょう

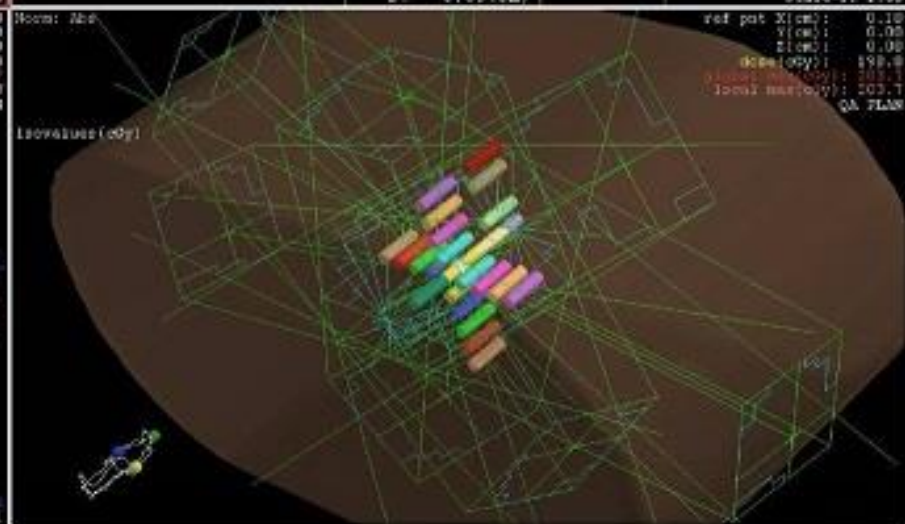
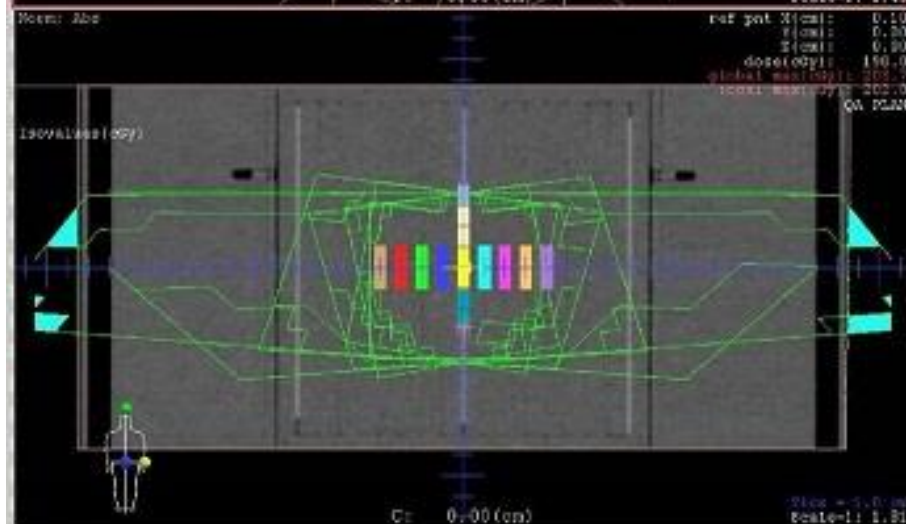
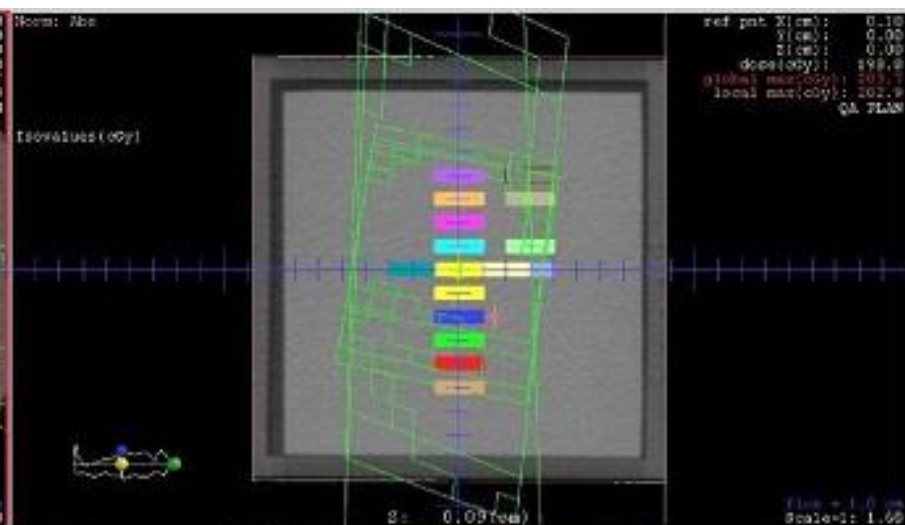
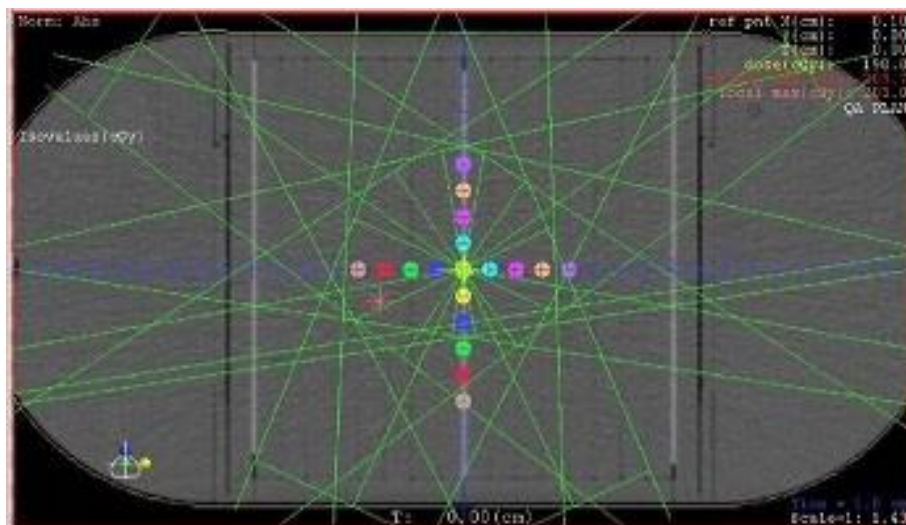
注意点

計画線量を何処から読み取ろう？

通常のコベンショナルなプランの検証であれば線量評価点のポイント線量で大丈夫だが、IMRTの場合のように線量分布が急峻なプランをFarmerで測定する場合は検出器の電離空洞に相当するストラクチャーを予め描画しておき、そのDVHの平均線量を読み取る

ただし、IMRTであってもPinPointで測定する場合はポイント線量でよい

★エクセルのシートへの入力時の間違いに注意★



実際にやってみましょう♪