

IMRT Commissioning “AAPM TG 119”

エレクタ株式会社

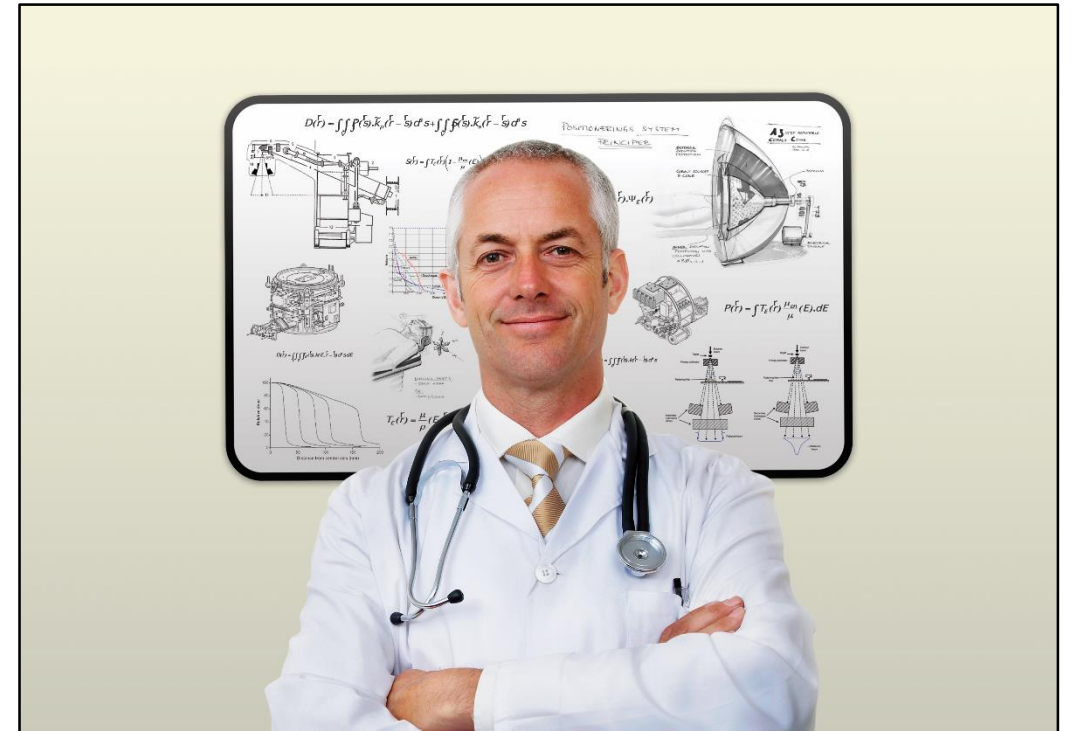
プロジェクト統括部 アプリケーションフィジックス

2020.08.01

< 本資料の構成 >

1. TG119とは？
2. CT画像を取り込みましょう
3. 治療計画を作成しましょう
4. 患者QA用ファントムを登録しましょう
5. QAプランを作成しましょう
6. 実測検証しましょう
7. まとめ

1. TG119とは？



「AAPM Task Group 119」 とは？

- IMRTの治療計画と実測検証に限って、多施設でコミッショニング試験を行った報告（米国10施設）
 - IMRTのコミッショニング全般が書かれているわけではない
 - 例えばフェンステストなどのQAは含まれていない
- 治療計画パート、線量検証パートと、2段階の試験
- 多施設試験の報告であるが、これをガイドラインと見なして実行することは可能
- 他施設との比較によって大幅なエラーが生じていないか確認できる（比較する場合は同様の手法で行わなければならない）

実施する時期は？

以下の項目が終了している必要がある

- 治療装置のコミッショニング
- ビームモデルのコミッショニング
- カウチモデリング

参考資料：「カウチモデリング」 ※弊社HPよりダウンロード可能

https://forms.elekta.co.jp/software/download/res_monaco.html

- QA機器の取扱説明、特性の理解

TG-119 Reportを構成するデータ

- レポート本体
- ファントムのCT画像（1個）と輪郭（4個）
- 結果を記入するためのExcelシート

TG-119レポート

IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119

Gary A. Ezzell

Department of Radiation Oncology, Mayo Clinic Scottsdale, 5777 East Mayo Boulevard, MCSB Concourse, Phoenix, Arizona 89054

Jay W. Burmeister

Wayne State University School of Medicine, Karmanos Cancer Center, 4100 John R Street, Detroit, Michigan 48201

Nesrin Dogan

Department of Radiation Oncology, Virginia Commonwealth University, 401 College Street B-129, Richmond, Virginia 23298

Thomas J. LoSasso and James G. Mechalakos

Department of Medical Physics, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, 1275 York Avenue, New York, New York 10065

Dimitris Mihailidis

Department of Radiation Oncology and Medical Physics, Charleston Radiation Therapy Cons, 3100 MacCorkle Avenue Southeast, Charleston, West Virginia 25304

Andrea Molineu

RPC, UT MD Anderson Cancer Center, 1515 Holcombe Boulevard, Houston, Texas 77030

Jatinder R. Palta

Department of Radiation Oncology, University of Florida Health Science Center, 2000 Archer Road, Gainesville, Florida 32610-0385

Chester R. Ramsey

Thompson Cancer Survival Center, 1915 White Avenue, Knoxville, Tennessee 37916

Bill J. Salter

Department of Radiation Oncology, University of Utah, 1950 Circle of Hope Drive, Salt Lake City, Utah 84112

Jie Shi

Sun Nuclear Corp., 425-A Pineda Court, Melbourne, Florida 32940

Ping Xia

Department of Radiation Oncology, University of California, San Francisco, California 94143-1708

Ning J. Yue

Department of Radiation Oncology, The Cancer Institute of New Jersey, 195 Little Albany Street, New Brunswick, New Jersey 08901

Ying Xiao^{a)}

Department of Radiation Oncology, Thomas Jefferson University Hospital, 111 South 11th Street, Philadelphia, Pennsylvania 19107

(Received 15 May 2009; revised 4 September 2009; accepted for publication 5 September 2009; published 27 October 2009)

TG-119 IMRT Commissioning Tests Instructions for Planning, Measurement, and Analysis Version 10/21/2009

DISCLAIMER:

This publication and associated spreadsheets and digital files are based on sources and information believed to be reliable, but the AAPM, the authors, and the editors disclaim any warranty or liability based on or relating to the contents of this publication.

The AAPM does not endorse any products, manufacturers, or suppliers. Nothing in this publication should be interpreted as implying such endorsement.

< 本体 >

< 簡易版 >

TG-119 Reportのファントム画像と輪郭



TG119_CT_Structures

2018/05/16 17:14 圧縮 (zip 形式) ... 13,836 KB

- 画像はどれも同一だが、4通りの輪郭が用意されている
- MonacoはCT画像1つにつき1通りの輪郭しか持てない。
従ってインポート時に分けて処理する必要がある。


TG-119 Excelシート

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Chamber type		Chamber volume					
2	Planned dose should be an average over the chamber volume							
3								
4	Chamber measurements							
5	Test	Location	Prescribed			High dose region	Lower dose region	
6			Dose/Fraction	Measured dose	Planned dose	(measured - plan)/prescribed	(measured - plan)/prescribed	
7	MultiTarget	Isocenter						
8		4 cm superior						
9		4 cm inferior						
10	Prostate	Isocenter						
11		2.5 cm posterior						
12	Head/Neck	Isocenter						
13		4.0 cm posterior						
14	CShape (easy)	Isocenter						
15		2.5 cm anterior						
16	CShape (hard)	Isocenter						
17		2.5 cm anterior						
18								
19					Mean	#DIV/0!	#DIV/0!	
20					Standard deviation	#DIV/0!	#DIV/0!	
21								
22					Confidence Limit	#DIV/0!	#DIV/0!	
23					CL = mean + 1.96 σ			

結果を入力すると、MeanやConfidence Limitが自動算出される。
これらが、TG119と比較する数値となる。






データをダウンロード

<https://aapm.org/pubs/tg119/default.asp>



AMERICAN ASSOCIATION
of PHYSICISTS IN MEDICINE

Home | Directory | Career Services |
Continuing Education | BBS | Contact



Improving Health
Through Medical Physics

Login

AAPM

Public & Media

International

Medical Physicist

Members

Students

Meetings

Education

Quality & Safety

Government Affairs

► Publications

▪ Medical Physics
Journal

▪ Journal of Applied
Clinical Medical
Physics

PUBLICATIONS

Test Suite by Task Group 119

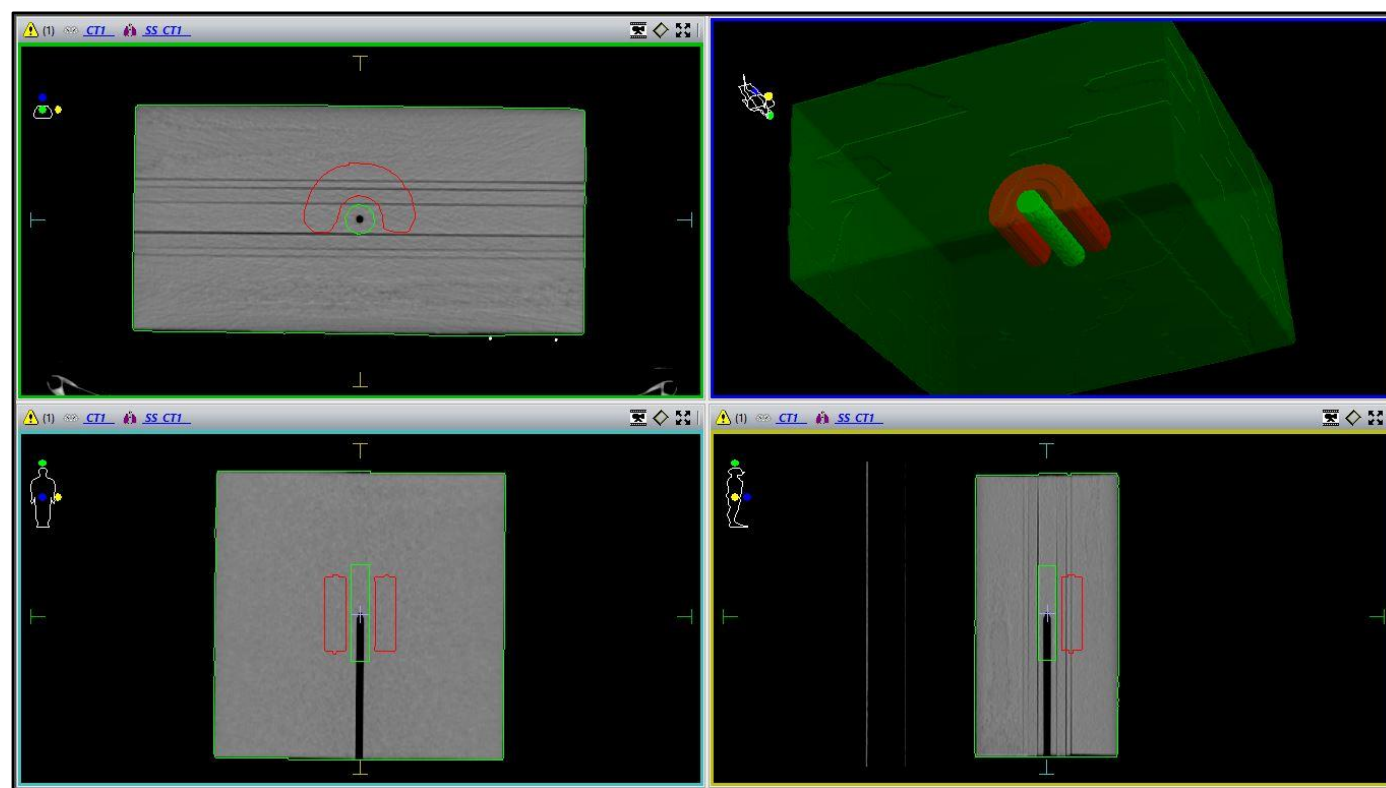
The material was prepared by TG119 to assist with IMRT commissioning process. It is a test suite of mock clinical cases for IMRT planning and QA measurements.

AAPM grants permission to equipment manufacturers to use the dataset, with the use of the following disclaimer:

DISCLAIMER: This publication is based on sources and information believed to be reliable, but AAPM and the editors disclaim any warranty or liability based on or relating to the contents of this publication. AAPM does not endorse any products, manufacturers, vendors, or suppliers. Nothing in this publication should be interpreted as implying such endorsement. AAPM is not responsible for the use or results of any testing done in reliance on this publication.

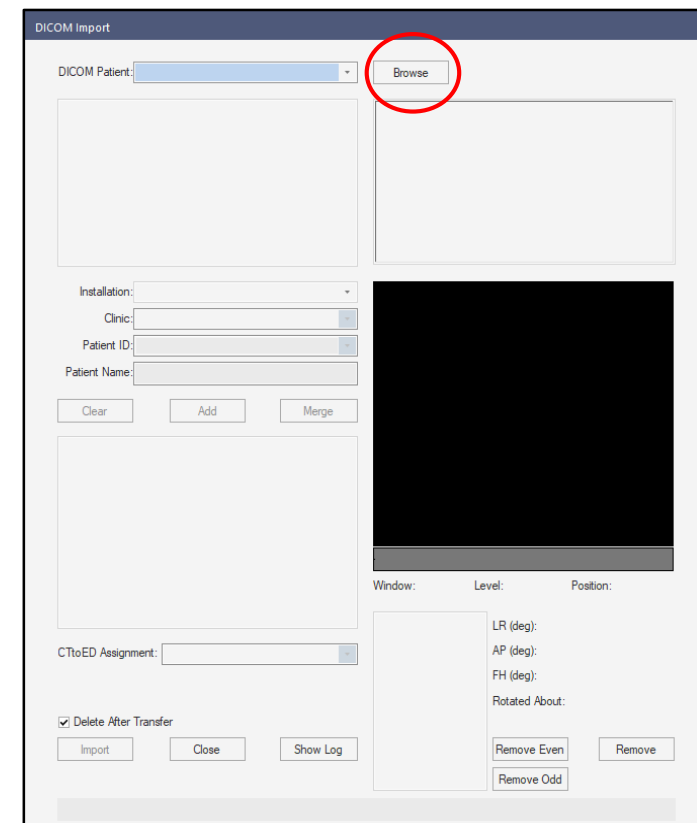
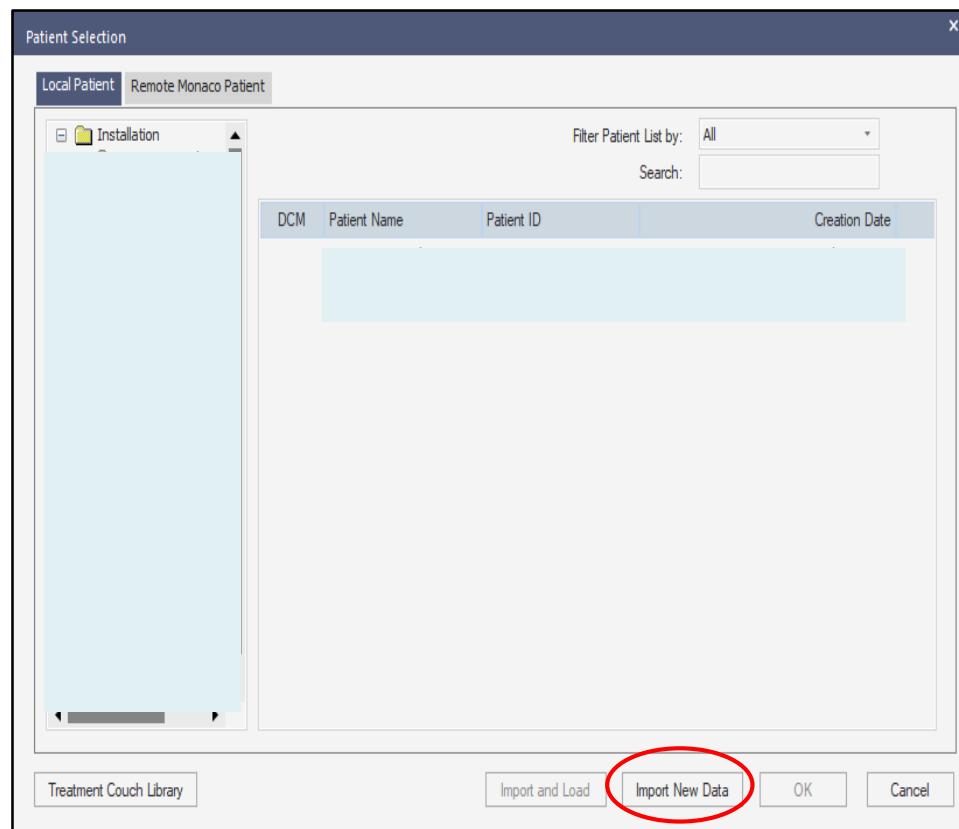
- The instructions for planning, measurement, and analysis are included in the [following PDF](#).
- Download the [excel data report form](#).
- The CT and structure package in DICOM format is in [this zip file](#).
- [IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119](#)

2. CT画像を取り込みましょう！



実習1. DICOMファイルのインポート

- ① [Open Patient] → [Import New Data] → [Browse] デスクトップより、TG119_CT_Structuresを選択



実習1. DICOMファイルのインポート

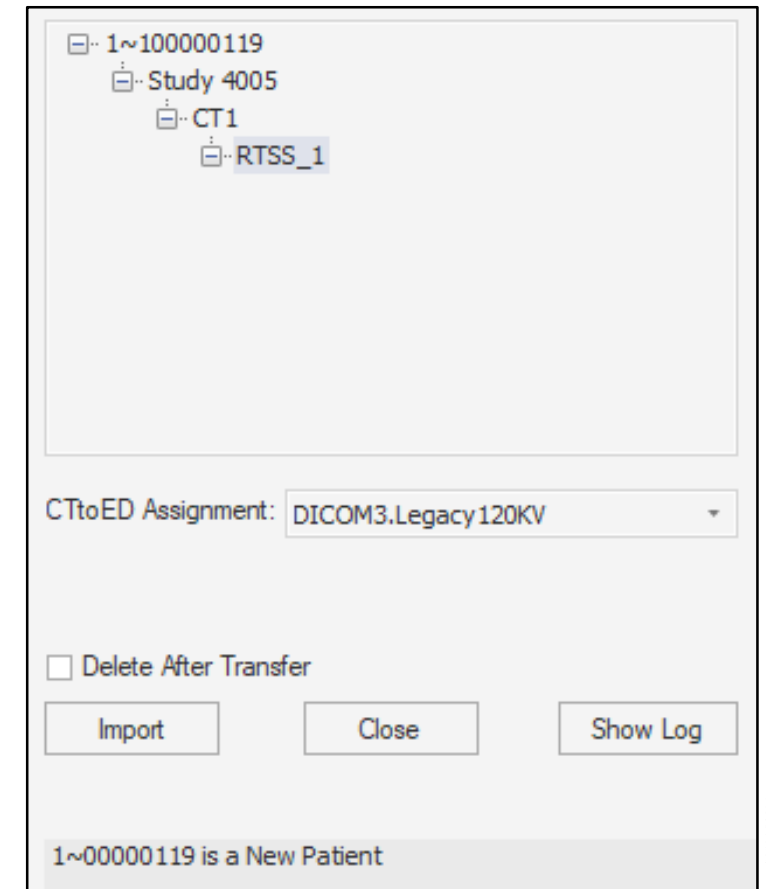
②

- DICOM Patient “000-007” を選択
- CT1 & RTSS_1のペアを選択
- Local Installation : Installation
- Local Clinic : 0~Clinic
- Patient IDを任意の数字に変更
(0~Clinicに存在しないIDにすること)
- Patient NameをEclipse IMRT RadからTG119Physicsへ変更
- Addをクリック

The screenshot shows a software interface for importing DICOM data. At the top, a dropdown menu is set to "DICOM Patient: 000-007". Below this is a tree view showing a hierarchy: "000-007" (expanded) contains "Study 4005", which contains "CT1", which in turn contains "RTSS_1", "RTSS_2", "RTSS_3", and "RTSS_4". The "CT1" node is highlighted. Below the tree view are four input fields: "Installation:" with a dropdown set to "Installation", "Clinic:" with a dropdown set to "0~Clinic", "Patient ID:" with a dropdown set to "1~00000119", and "Patient Name:" with a text box containing "TG119Physics". At the bottom are three buttons: "Clear", "Add", and "Merge".

実習1. DICOMファイルのインポート

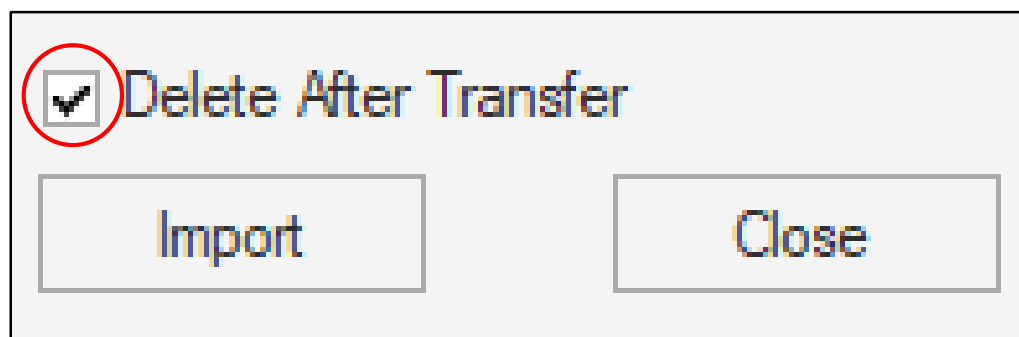
- ③
- CTtoEDはご施設で使用しているものを選択
（トレーニングでは「DICOM3.Legacy120kV」を使用）
 - Delete After Transfer の☐を外す
 - Importをクリック



実習1. DICOMファイルのインポート

④

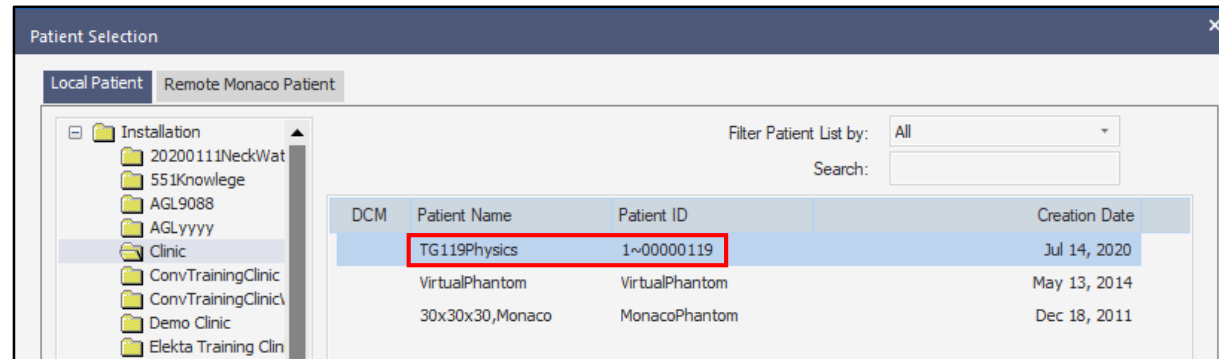
- RTSS_2 , 3 , 4 も同様の手順でインポートする
(手順②,③を繰り返す)
- 最後のストラクチャー(RTSS_4)をインポートする際には
Delete After Transfer の☑を入れておく



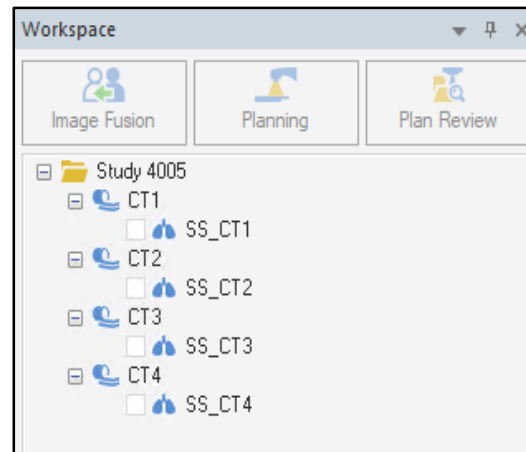
実習1. DICOMファイルのインポート

⑤ インポートしたデータの確認

- [Open Patient]より[TG119Physics]を展開する

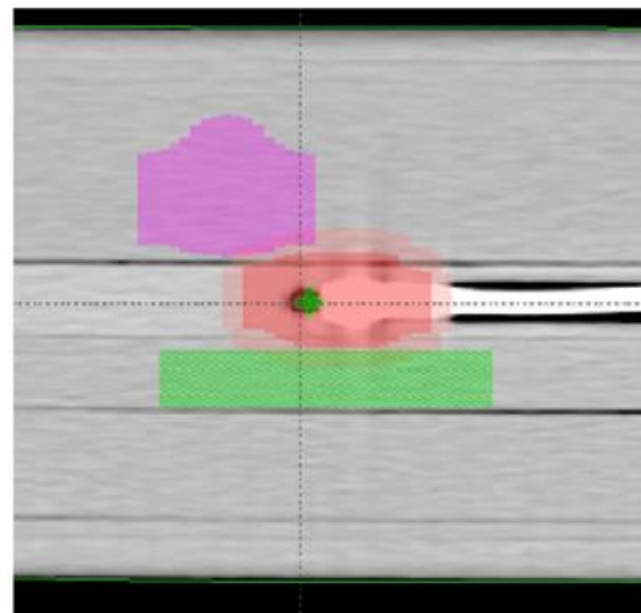
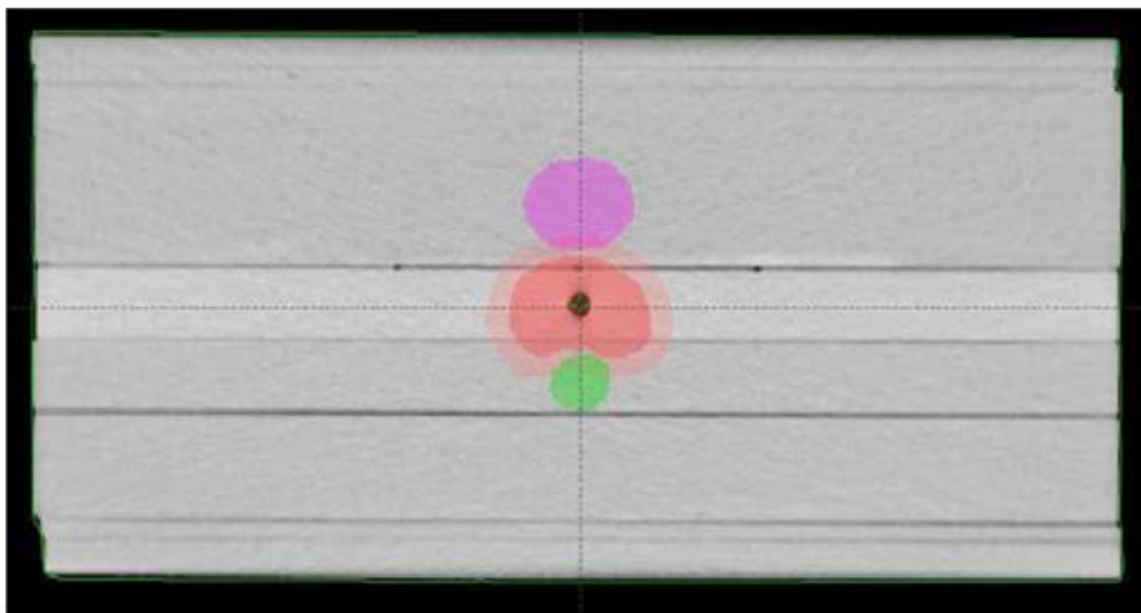


- 4つのCT画像、ストラクチャーがあることを確認する

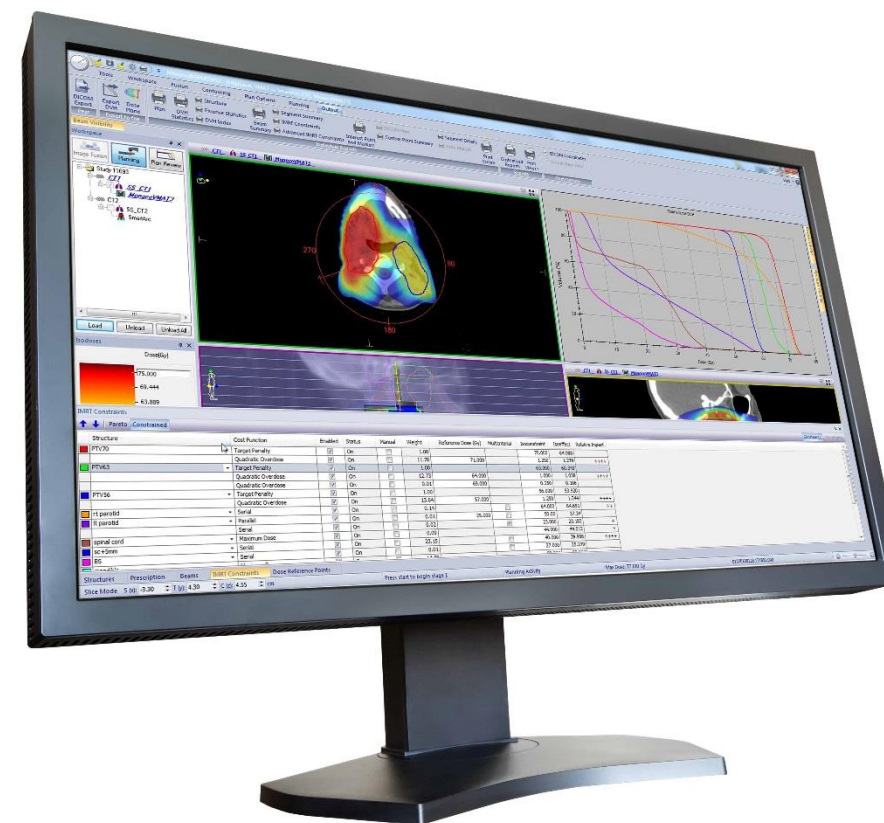


CT画像と輪郭をどう使うか

- 治療計画パートではこのCT画像を使用し、治療計画を作成する
- 実測検証パートではQAプラン機能を使って、ご施設の固体ファントムに治療計画を移しこむ



3. 治療計画を作成しましょう！



TG-119 Reportの治療計画パート

ダウンロードしたファントムデータに対して、
IMRT治療計画を作成する

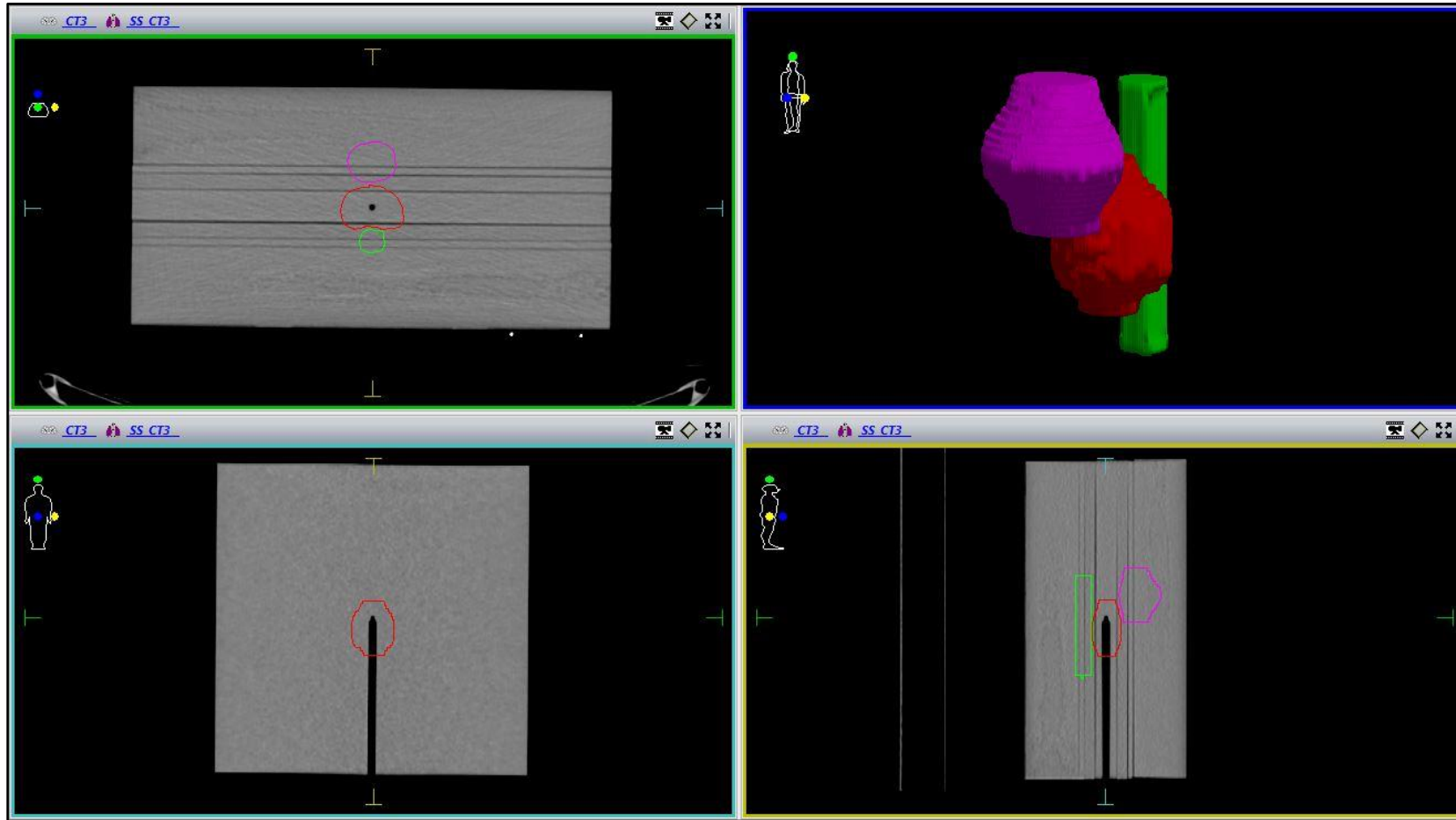


- 自施設での最適化手法を確認
- 治療計画の評価方法を確認

7つの治療計画

- ①AP-PA：基準ファクター (Gy/nC) の算出
- ②Bands：MLCモデルが正しいことの初期確認
詳細は「MLC Geometry」にてご説明
- ③Mock Prostate
- ④Mock Head/Neck
- ⑤MultiTarget
- ⑥C-Shape(easy)
- ⑦C-Shape(hard)

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate



実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

○ゴール

- Prostate $D_{95\%} > 7560 \text{ cGy}$, $D_{5\%} < 8300 \text{ cGy}$
- Rectum $D_{30\%} < 7000 \text{ cGy}$, $D_{10\%} < 7500 \text{ cGy}$
- Bladder $D_{30\%} < 7000 \text{ cGy}$, $D_{10\%} < 7500 \text{ cGy}$

○ビーム構成

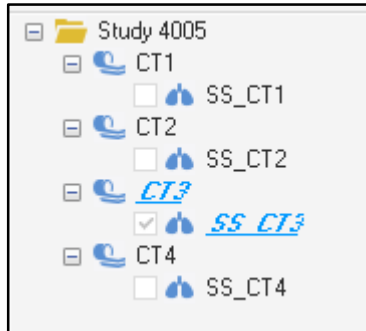
- 6MV, 7門, 0度から50度間隔, Isocenter-PTV中心

○処方線量

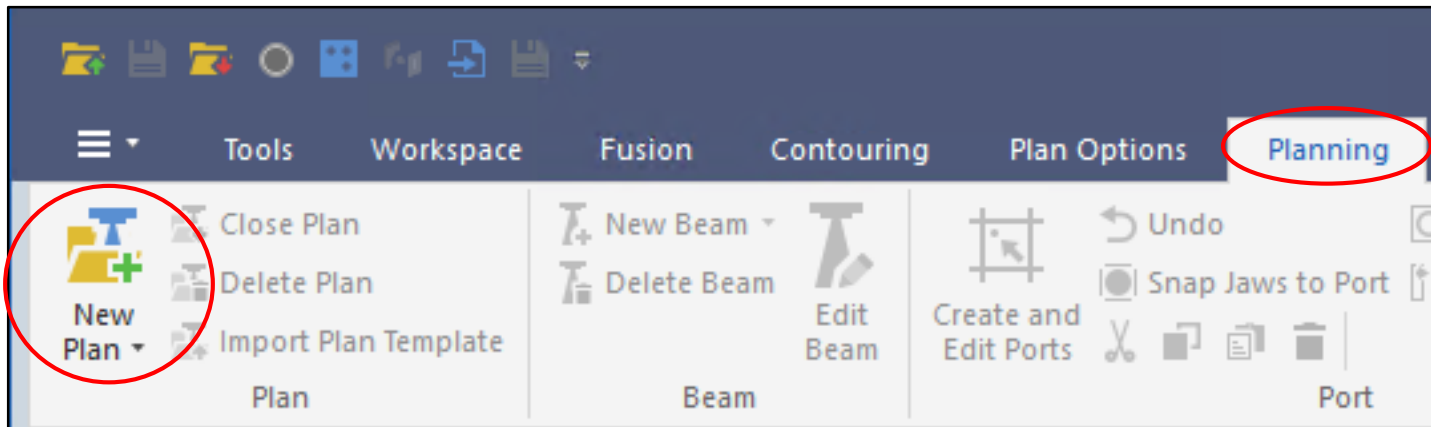
- 7560 cGy/42 fr (1回線量180 cGy)

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

① SS_CT3を展開



② [Planningタブ]から[New Plan]を選択



実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

- ③ Delivery : Step&Shoot IMRT
- ④ Anatomical Site : All
- ⑤ Template [TG119ProstateNew]を選択
- ⑥ Treatment Orientation : Head First

New Monaco Plan

New Plan

Name: NewTpltPlan Description:

③ Delivery Step & Shoot IMRT

④ Anatomical Site All

Scan Orientation (CT3): Head First Supine

⑥ Treatment Orientation

- ☒ Head First
- ☐ Feet First

Select template to import

- ☐ Template: DemoLTBreastSnS (Rx Site: Breast, Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 5)
- ☐ Template: RTOG0022Oropharynx (Rx Site: Oropharynx, Rx Dose: 6600.0 cGy, Total Beams: 7)
- ☐ Template: RTOG0848Pancreas (Rx Site: Pancreas, Rx Dose: 5040.0 cGy, Total Beams: 7)
- ☐ Template: RTOG1005Breast (Rx Site: , Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 4)
- ☐ Template: TG119CShapeEasyNew (Rx Site: , Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 7)
- ☐ Template: TG119CshapeHardNew (Rx Site: , Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 7)
- ☐ Template: TG119MultitargetNew (Rx Site: , Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 7)
- ☐ Template: TG119NeckNew (Rx Site: , Rx Dose: 5000.0 cGy, Total Beams: 9)
- ⑤ ☒ Template: TG119ProstateNew (Rx Site: , Rx Dose: 7560.0 cGy, Total Beams: 7)
 - ☒ StepAndShoot (Number of Beams: 7)
- ☐ Template: demoPancreasIMRT (Rx Site: Pancreas, Rx Dose: 5040.0 cGy, Total Beams: 7)

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

- ⑦ Treatment Unit : ご施設のものを使用（今回は「AGL」）
- ⑧ Energy : 6MV
- ⑨ Isocenter Location : Center of PTV

Beam	Treatment Unit	Map Machine	Modality	Algorithm	Energy	Isocenter Location	X(cm)	Y(cm)	Z(cm)
⑦ 1	AGL		Photon	Monte Carlo	6.0 MV	Center of PTV	-0.09	-1.13	0.15
2	AGL		Photon	Monte Carlo	6.0 MV	Center of PTV	-0.09	-1.13	0.15
3	AGL		Photon	Monte Carlo	6.0 MV	Center of PTV	-0.09	-1.13	0.15
4	AGL		Photon	Monte Carlo	6.0 MV	Center of PTV	-0.09	-1.13	0.15
5	AGL		Photon	Monte Carlo	6.0 MV	Center of PTV	-0.09	-1.13	0.15

Port Options

☒ Import Beams Only
☐ Retain Template Beam Shapes
☐ Auto-conform Ports

Conform to: Margin(cm): ☒ MLC

OK Cancel

実習2. 治療計画の作成－1. Mock Prostate

⑩ Prescription : テンプレートで設定済み

Prescription

Prescription Segments

Add Rx Delete Rx

	Rx ID	Rx Site	Prescribe To	Rx Dose (cGy)	Number of Fractions	Fractional Dose (cGy)
▼ Physician's Intent	A ▼	▼	Plan Isocenter ▼ X -0.09 Y -1.13 Z 0.15	7560.0	42	180.0

Structures Prescription Beams IMRT Constraints Dose Reference Points

Prescribe To : Plan Isocenter

Rx Dose(cGy) : 7560 cGy

Number of Fractions : 42

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑪ IMRT Constraints : テンプレートで設定済み (変更可)

IMRT Constraints														
<div><div>↑</div><div>↓</div></div>		Pareto	Constrained	IMRT Parameters										
	Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
<div></div>	Prostate	Target Penalty	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					7560.0	0.0	
		Quadratic Overdose	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.23	7700.0				100.0	0.0	
<div></div>	Rectum	Parallel	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.14	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00	
		Serial	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.67		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0	
<div></div>	Urinary bladder	Parallel	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00	
		Serial	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.05		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0	
<div></div>	BODY	Quadratic Overdose	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7560.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	0.0	

IMRT Constraints		
		Pareto
		Constrained
		IMRT Parameters
Structure	Cost Function	
Prostate	Target Penalty	
	Quadratic Overdose	
Rectum	Parallel	
	Serial	
Urinary bladder	Parallel	
	Serial	
BODY	Quadratic Overdose	

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑪ IMRT Constraints : テンプレートで設定済み (変更可)

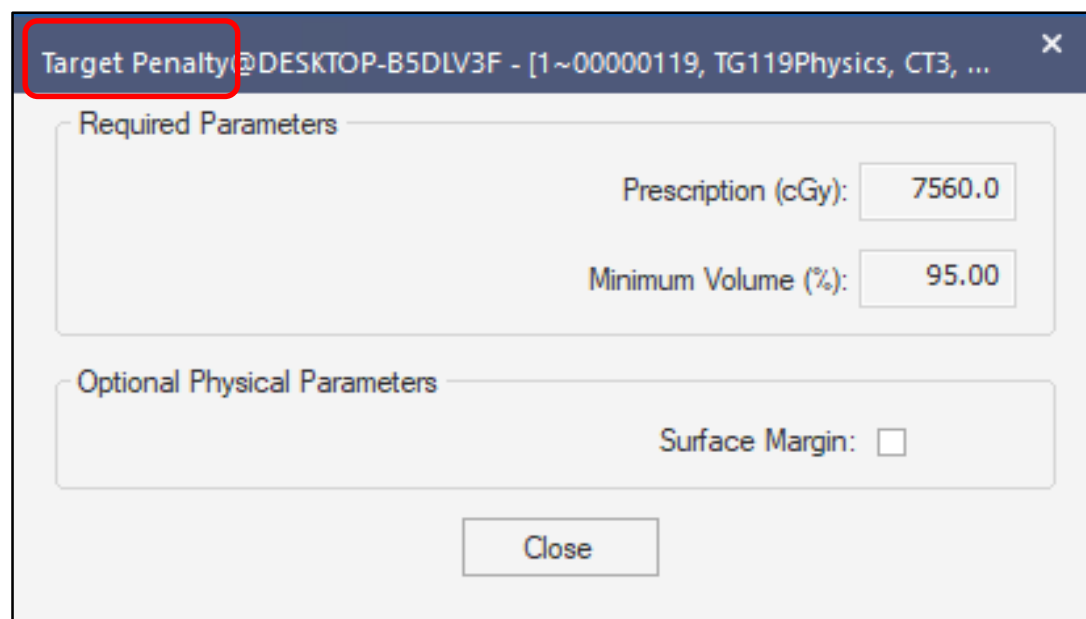
IMRT Constraints														
<div><div>↑</div><div>↓</div></div>		Pareto	Constrained	IMRT Parameters										
	Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
<div></div>	Prostate	Target Penalty	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					7560.0	0.0	
		Quadratic Overdose	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.23	7700.0				100.0	0.0	
<div></div>	Rectum	Parallel	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.14	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00	
		Serial	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.67		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0	
<div></div>	Urinary bladder	Parallel	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00	
		Serial	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.05		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0	
<div></div>	BODY	Quadratic Overdose	<div></div>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7560.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	0.0	

Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					7560.0	0.0
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.23	7700.0				100.0	0.0
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.14	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.67		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	2000.0	<input type="checkbox"/>	3.00	0.40	50.00	0.00
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.05		<input type="checkbox"/>	10.00	0.40	4000.0	0.0
	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7560.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	0.0

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑪ IMRT Constraints : テンプレートで設定済み **(変更可)**

- Prostate



Target Penalty@DESKTOP-B5DLV3F - [1~00000119, TG119Physics, CT3, ...]

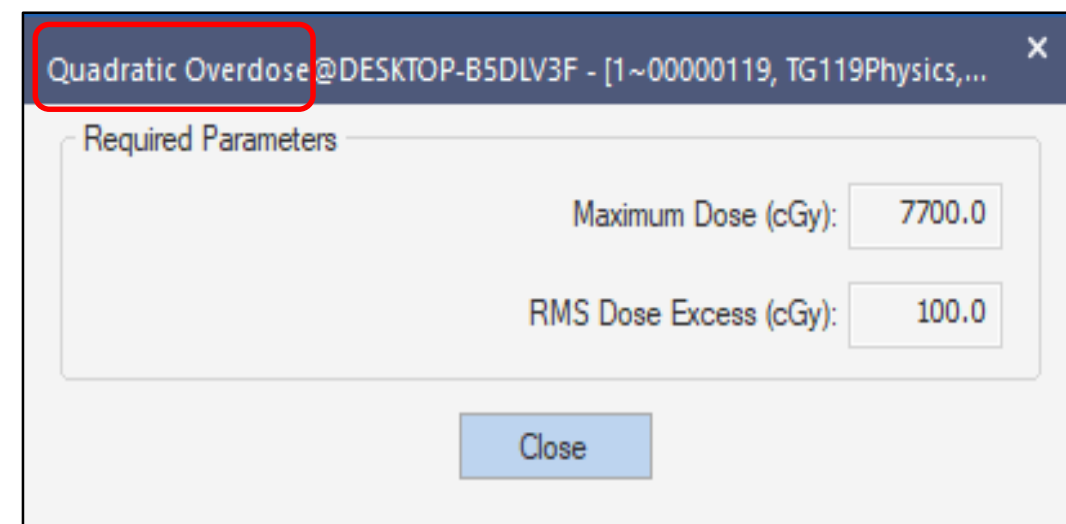
Required Parameters

Prescription (cGy):	7560.0
Minimum Volume (%):	95.00

Optional Physical Parameters

Surface Margin:	<input type="checkbox"/>
-----------------	--------------------------

Close



Quadratic Overdose@DESKTOP-B5DLV3F - [1~00000119, TG119Physics, ...]

Required Parameters

Maximum Dose (cGy):	7700.0
RMS Dose Excess (cGy):	100.0

Close

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑪ IMRT Constraints : テンプレートで設定済み (変更可)

- Rectum & Urinary bladder

Parallel@DESKTOP-B5DLV3F - [1~00000119, TG119Physics, CT3, NewTm...]

Required Parameters

Reference Dose (cGy): 2000.0

Mean Organ Damage (%): 50.00

Power Law Exponent: 3.00

Optional Physical Parameters

Multicriterial: ☐

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
Prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40

Close

Serial@DESKTOP-B5DLV3F - [1~00000119, TG119Physics, CT3, NewTmpl...]

Required Parameters

Equivalent Uniform Dose (cGy): 4000.0

Power Law Exponent: 10.00

Optional Physical Parameters

Multicriterial: ☐

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
Prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40

Close

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑪ IMRT Constraints : テンプレートで設定済み **(変更可)**

• BODY

Quadratic Overdose@DESKTOP-B5DLV3F - [1~00000119, TG119Physics,...]

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7560.0

RMS Dose Excess (cGy): 10.0

Optional Physical Parameters

Multicriterial: ☐

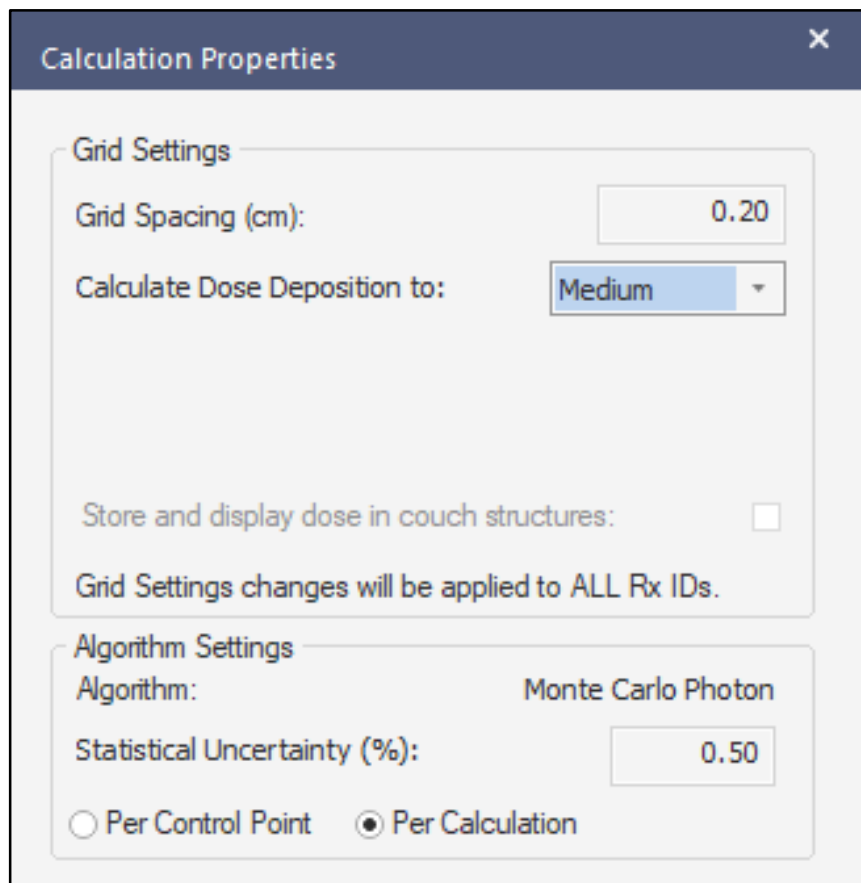
Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
Prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
Higher-Priority OARs	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

Close

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑫ Calculate Properties : 下図の通り設定



Calculation Properties

Grid Settings

Grid Spacing (cm): 0.20

Calculate Dose Deposition to: Medium

Store and display dose in couch structures: ☐

Grid Settings changes will be applied to ALL Rx IDs.

Algorithm Settings

Algorithm: Monte Carlo Photon

Statistical Uncertainty (%): 0.50

☐ Per Control Point ☒ Per Calculation

Grid Spacing(cm)

計算グリッドの大きさを入力。0.2～0.3 cmを推奨。

Calculate Dose Deposition to(Medium or Water)

物質線量として算出するか、水吸収線量として算出するかの選択を行う。詳細は「Dose to Water/Medium」にてご説明。

Algorithm

IMRTの場合はモンテカルロのみ使用可能

Statistical Uncertainty(%)

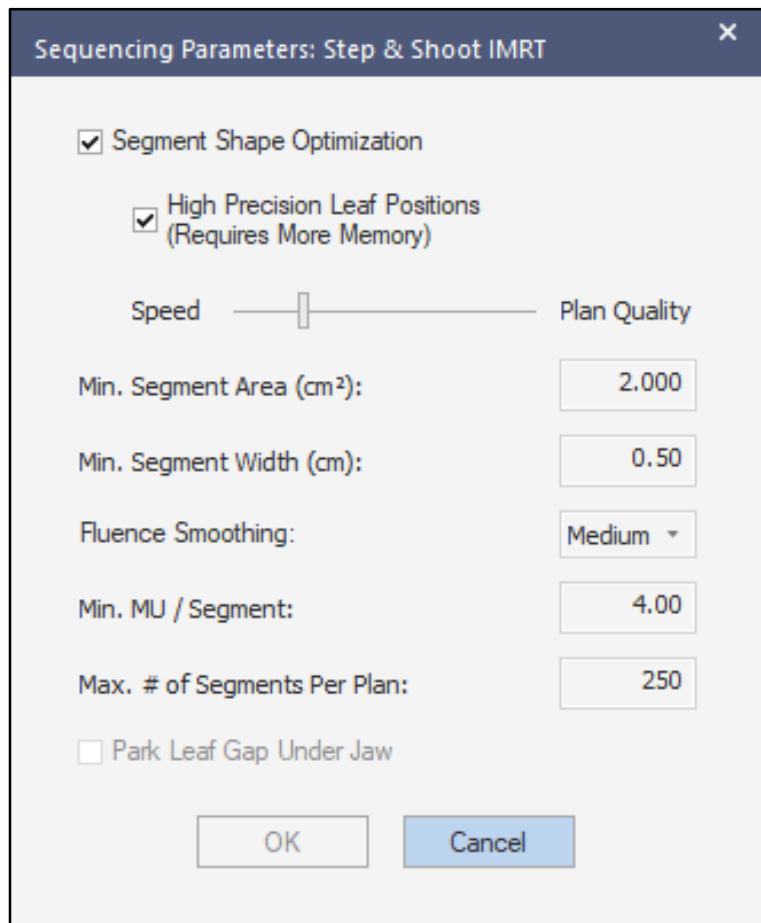
不確かさが何%程度になるまで計算を行うかの設定

Per Calculationでは1.5 %以上にしない。

臨床では1.0 %推奨だが、QAではより細かい0.5 %とする。

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑬ Sequencing Parameters : Step & Shoot IMRT 下図の通り設定



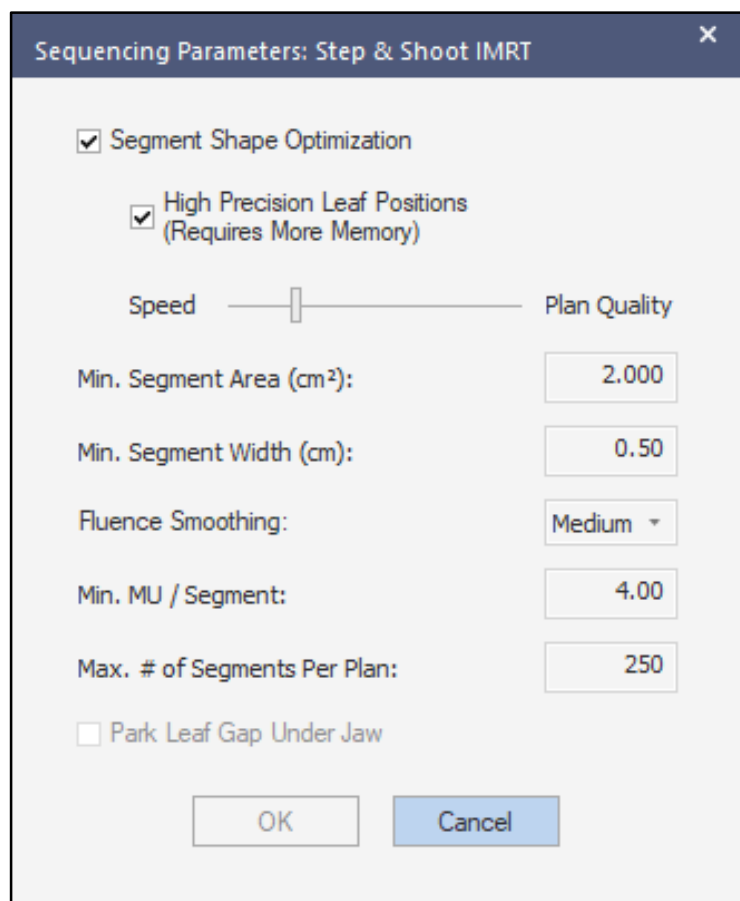
Segment Shape Optimization

最終線量計算前にビームウェイト調整、セグメント形状のスミージング、シーケンシング、最適化が実行される。
トレーニングでは5回に設定する。

SSOの特徴	
最適化時間	増加(最大20回繰り返し)
計画の品質	向上
照射時間	減少
セグメント数	減少
MU	増加する可能性あり

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑬ Sequencing Parameters : Step & Shoot IMRT 下図の通り設定



Sequencing Parameters: Step & Shoot IMRT

☒ Segment Shape Optimization

☒ High Precision Leaf Positions
(Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Min. Segment Area (cm²): 2.000

Min. Segment Width (cm): 0.50

Fluence Smoothing: Medium ▾

Min. MU / Segment: 4.00

Max. # of Segments Per Plan: 250

☐ Park Leaf Gap Under Jaw

OK Cancel

Min segment Area

計画で許容される最小セグメント照射野

Min segment Width(cm)

許容可能な最少セグメント幅

0.5を推奨

Fluence Smoothing

最適化の第一段階において、フルエンスのスモーディング処理を制御
Off/ Lowを選択→過剰な数のセグメントが作成される可能性あり
Highを選択→計画の質が低下する可能性あり

Min MU/segment

セグメントに対して許容される最小MU値

Max # of Segment Per Plan

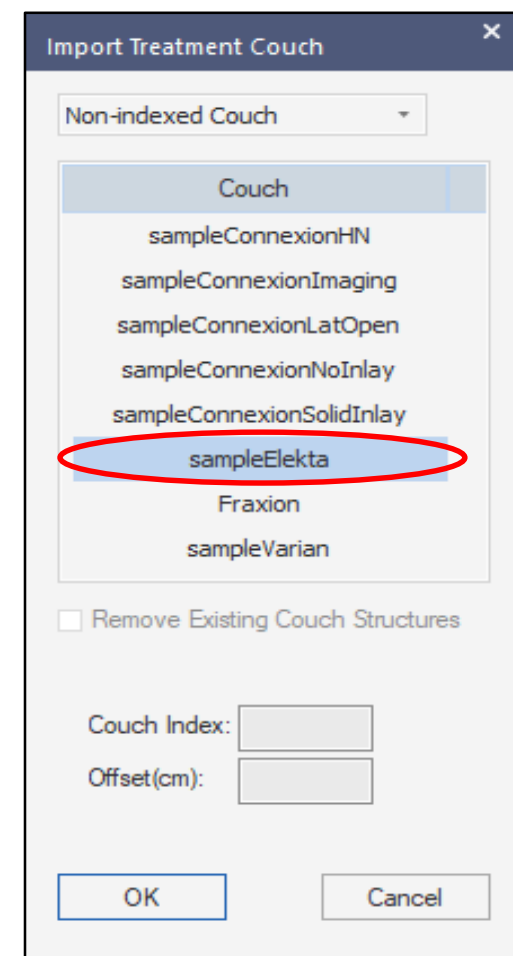
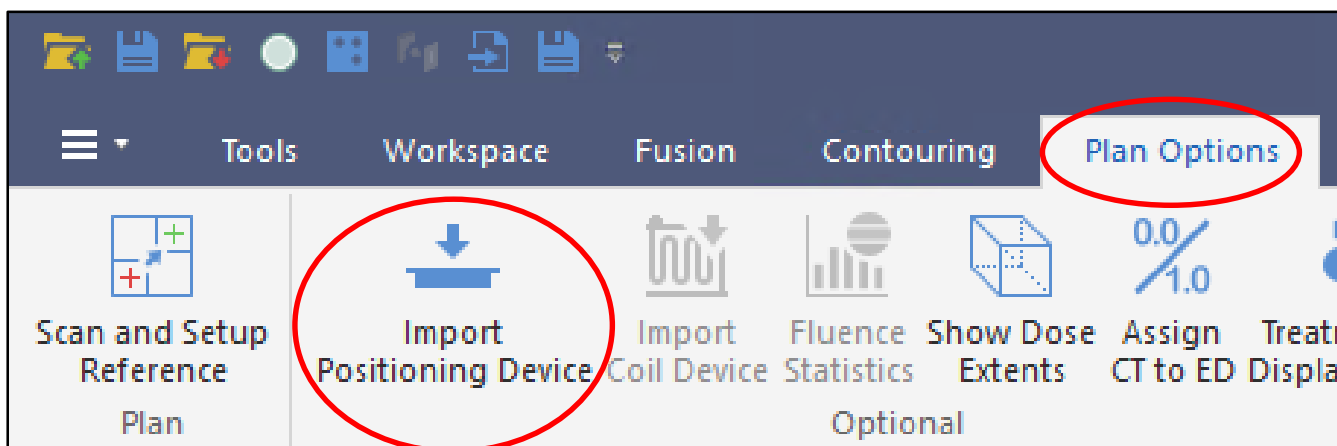
プランに対して許容される最大セグメント数

150 から 250を推奨。

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑭ ヴァーチャルカウチを挿入

Plan Optionsタブ → Import Positioning Deviceをクリック
Import Treatment CouchよりsampleElektaを選択



実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑭ ヴァーチャルカウチを挿入

Treatment Couch Positionにてカウチの位置を合わせる
Structuresにカウチ情報が追加された

Treatment Couch Position@DESKT...




Shift (cm):

S(x): 0.00

T(y): 0.00

C(z): 0.00

Done

Name	Color	Visible	Volume (cm ³)	Type	Force ED	Fill ED	Relative ED
BODY		<input checked="" type="checkbox"/>	13523.599	External ▾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water
Carbon Fiber		<input checked="" type="checkbox"/>	7396.746	Couch ▾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.500
Foam Core		<input checked="" type="checkbox"/>	6099.409	Couch ▾	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.030

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑭ ヴァーチャルカウチを挿入

カウチモデリングが終了していればRelative EDに数値が入力されている
予めカウチモデリングを行っている必要がある
(Treatment Couch Libraryへ値が登録されている)

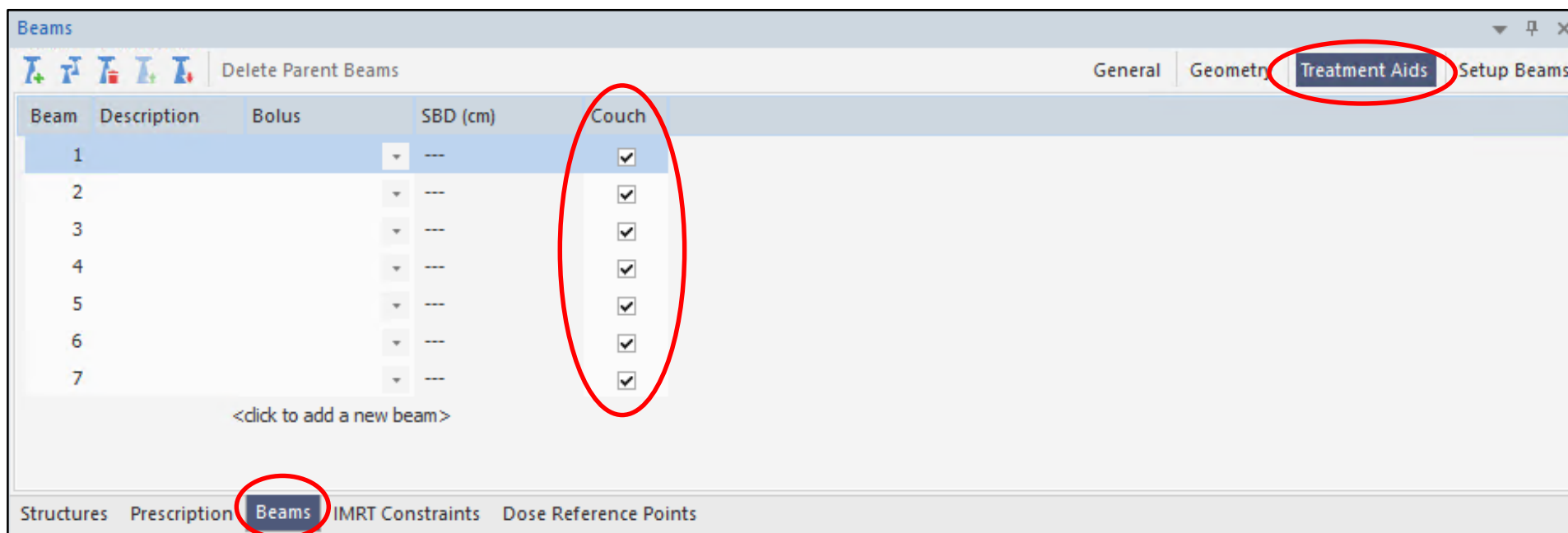
Structures											
View: Contoured All Layers Adapt Setup											
Name	Color	Visible	Volume (cm ³)	Type	Force ED	Fill ED	Relative ED	Show 2D Outlin...	2D Transparency	3D/BEV Transparency	
BODY		<input checked="" type="checkbox"/>	13523.599	External	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water	<input checked="" type="checkbox"/>			
Carbon Fiber		<input checked="" type="checkbox"/>	7396.746	Couch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>			
Foam Core		<input checked="" type="checkbox"/>	6099.409	Couch	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.030	<input checked="" type="checkbox"/>			
Prostate		<input checked="" type="checkbox"/>	36.529	Internal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water	<input checked="" type="checkbox"/>			
PTV		<input checked="" type="checkbox"/>	81.434	Internal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water	<input checked="" type="checkbox"/>			
Rectum		<input checked="" type="checkbox"/>	17.619	Internal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water	<input checked="" type="checkbox"/>			
Urinary bladder		<input checked="" type="checkbox"/>	49.356	Internal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Water	<input checked="" type="checkbox"/>			

Relative ED
Water
0.500
0.030

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑭ ヴァーチャルカウチを挿入

画面下部のBeamsタブ → Treatment Aids をクリックCouchに☑を入れる

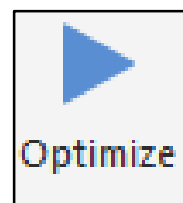
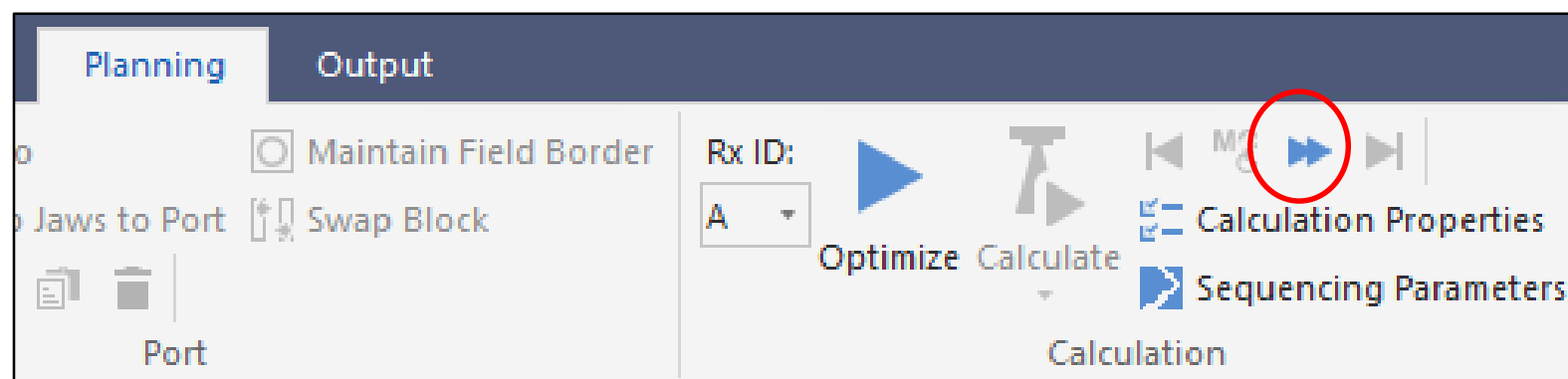


※ ビーム作成の前にカウチを挿入していれば、この作業は不要です

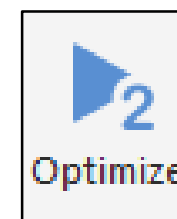
実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑮ 線量計算

Batch Optimizationをクリック



第1段階



第2段階

※ Batch Optimizationは第1、第2段階を続けて計算します
※ 計算終了までお時間がかかります

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑯ リスケール

画面下部のPrescriptionタブ → Rescale[7560 cGy],[to cover],
[95 %],[Prostate]をそれぞれ入力する

Prescription

Prescription Segments

Add Rx Delete Rx

	Rx ID	Rx Site	Prescribe To
▼ Physician's Intent	A ▼	▼	Plan Isocenter ▼ X -0.09 Y -1.13 Z

Actual Dose = 7662.2 cGy

Rescale 7560.0 cGy to cover ▼ 95.00 % of Prostate ▼




Weight beams by: ☒ Dose ☐ MU Equal Weights

Structures Prescription Beams IMRT Constraints Dose Reference Points

実習2. 治療計画の作成 – 1. Mock Prostate

⑰ 評価

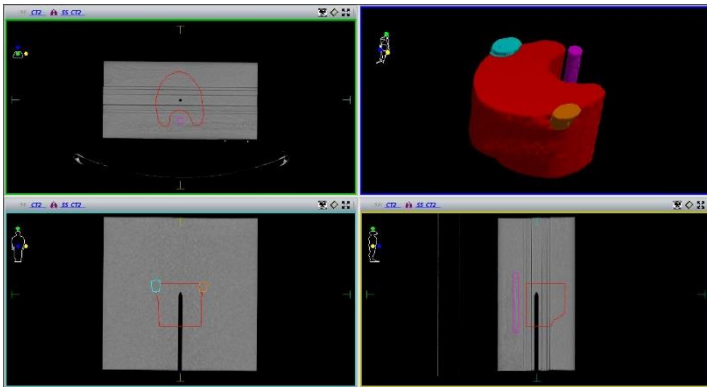
DVH StatisticsのDosimetric Criteriaよりゴール達成の有無を評価する
※ 評価に必要な項目はTemplateより登録済み

DVH Statistics				
Dosimetric Criteria		Statistics	Display	
	Structure	Dosimetric Criterion	Actual Value	
	Prostate	D5% < 8300 cGy	7808.1 cGy	✓
		D95% > 7560 cGy	7560.0 cGy	✓
	Rectum	D10% < 7500 cGy	5165.4 cGy	✓
		D30% < 7000 cGy	3293.0 cGy	✓
	Urinary bladder	D10% < 7500 cGy	3978.3 cGy	✓
		D30% < 7000 cGy	2457.9 cGy	✓

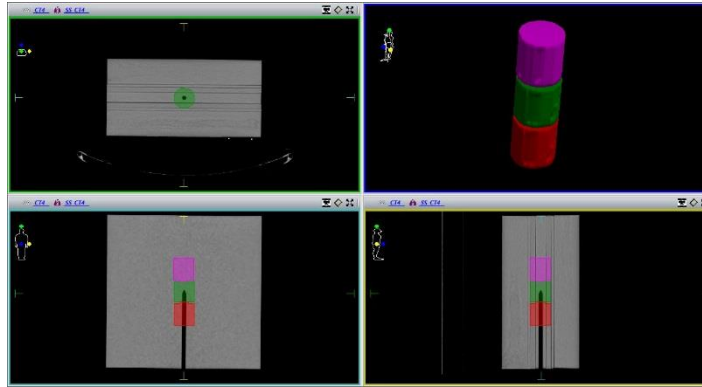
緑のチェックマークが表示
されていれば達成している

残りの計画も行ってみましょう

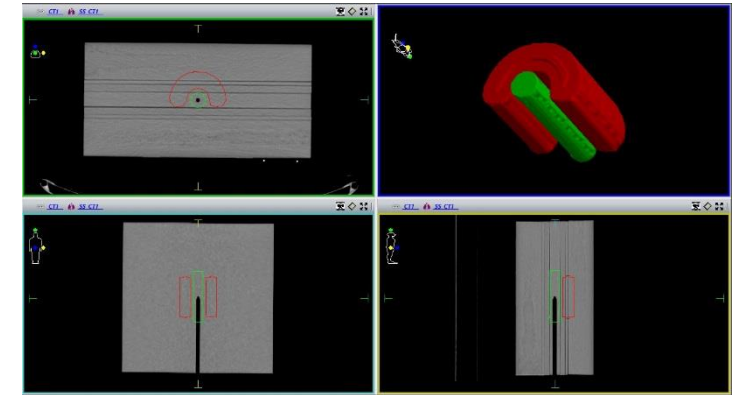
- Mock Head/Neck



- MultiTarget



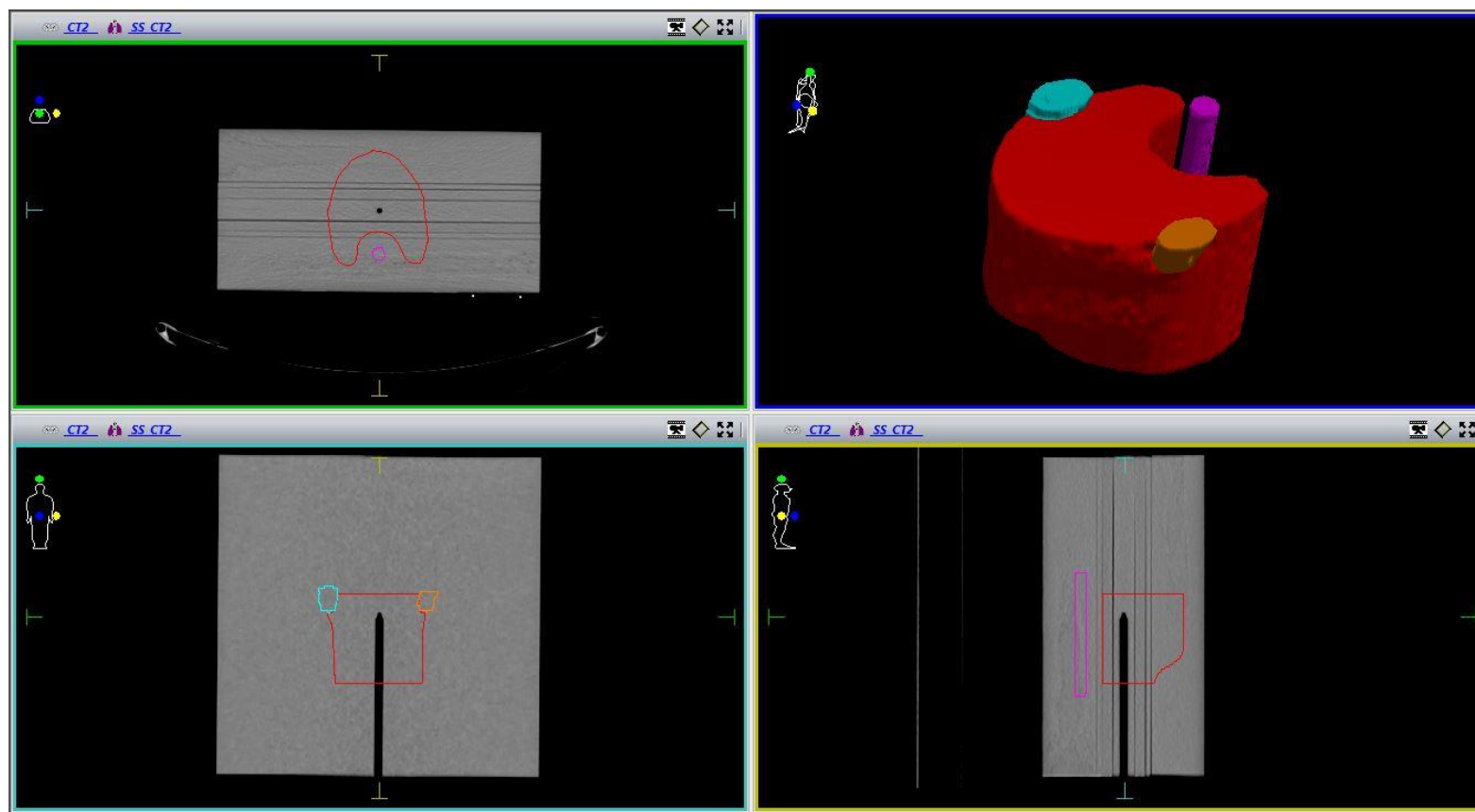
- C-Shape(easy&hard)



実習2. 治療計画の作成 – 2. Mock Head/Neck

CT画像 : SS_CT2

Plan Template : TG119NeckNew



実習2. 治療計画の作成 – 2. Mock Head/Neck

○ゴール

- PTV $D_{90\%} = 5000 \text{ cGy}$, $D_{99\%} > 4650 \text{ cGy}$, $D_{20\%} < 5500 \text{ cGy}$
- Cord Maximum $< 4000 \text{ cGy}$
- Parotid $D_{50\%} < 2000 \text{ cGy}$

○ビーム構成

- 6 MV, 9門, 0度から40度間隔, Isocenter-PTV中心

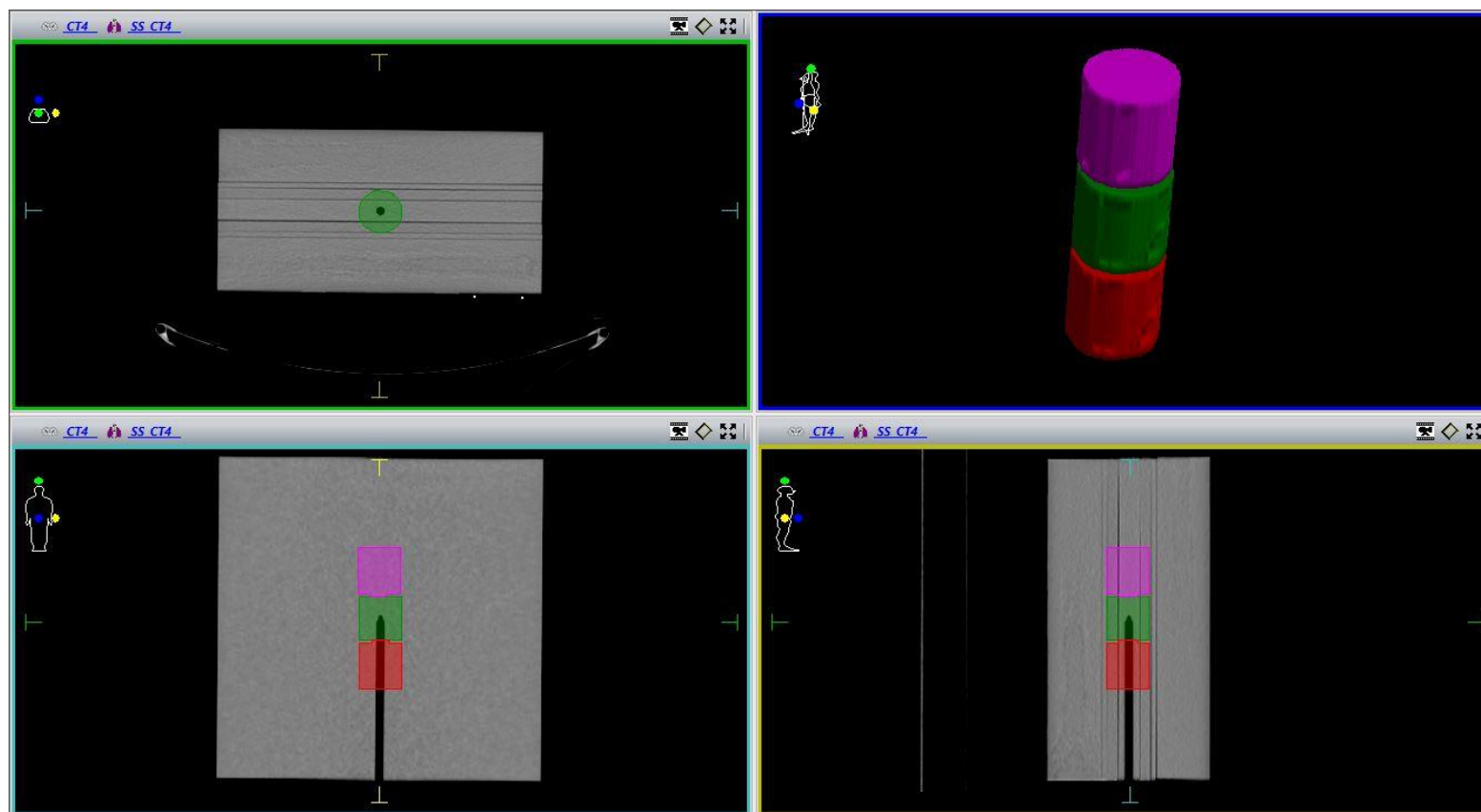
○処方線量

- 5000 cGy/25 fr (1回線量200 cGy)

実習2. 治療計画の作成 – 3. MultiTarget

CT画像 : SS_CT4

Plan Template : TG119MultiTargetNew



実習2. 治療計画の作成 – 3. MultiTarget

○ゴール

- Central target $D_{99\%} > 5000 \text{ cGy}$, $D_{10\%} < 5300 \text{ cGy}$
- Superior target $D_{99\%} > 2500 \text{ cGy}$, $D_{10\%} < 3500 \text{ cGy}$
- Inferior target $D_{99\%} > 1250 \text{ cGy}$, $D_{10\%} < 2500 \text{ cGy}$

○ビーム構成

- 6 MV, 7門, 0度から50度間隔, Isocenter-Center Target中心

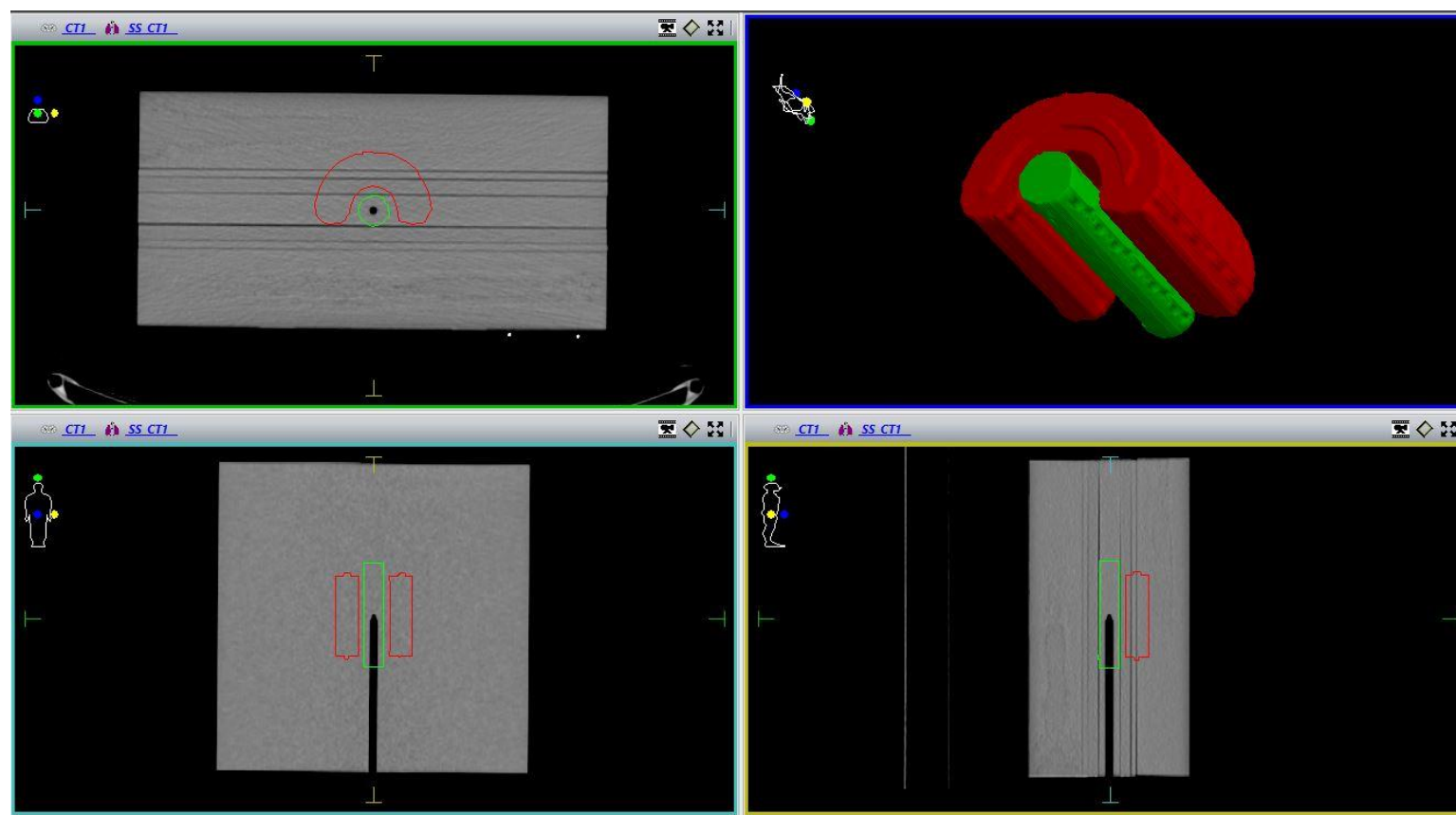
○処方線量

- 5000 cGy/25 fr (1回線量200 cGy)

実習2. 治療計画の作成 – 4. C-Shape (easy & hard)

CT画像 : SS_CT1

Plan Template : TG119CshapeEasyNew、TG119CshapeHardNew



実習2. 治療計画の作成 – 4. C-Shape (easy & hard)

○ゴール

- PTV $D_{95\%} = 5000 \text{ cGy}, D_{10\%} < 5500 \text{ cGy}$
- Core(easy) $D_{10\%} < 2500 \text{ cGy}$
- Core(hard) $D_{10\%} < 1000 \text{ cGy}$

○ビーム構成

- 6 MV, 9門, 0度から40度間隔, Isocenter(-0.15 , 0 , 0.15)

○処方線量

- 5000 cGy/25 fr (1回線量200 cGy)

実習2. 治療計画の作成 – 4. C-Shape (easy & hard)

C-Shape(hard)Core の達成は困難
レポート本文でも以下の記載あり

Two versions of the problem are given. In the easier, the central core is to be kept to 50% of the target dose. In the harder, the central core is to be kept to 20% of the target dose. This latter goal is probably not achievable and tests a system that is being pushed very hard.

おそらく達成可能ではない。
どこまで抑えられるかをテストするため。

※ TG119の結果 ～治療計画～

TABLE II. Treatment plan statistics for multitarget.

Planning parameter	Plan goal (cGy)	Mean (cGy)	Standard deviation (cGy)	Coefficient of variation
Central target D99	>5000	4955	162	0.033
Central target D10	<5300	5455	173	0.032
Superior target D99	>2500	2516	85	0.034
Superior target D10	<3500	3412	304	0.089
Inferior target D99	>1250	1407	185	0.132
Inferior target D10	<2500	2418	272	0.112

TABLE III. Treatment plan statistics for mock prostate.

Planning parameter	Plan goal (cGy)	Mean (cGy)	Standard deviation (cGy)	Coefficient of variation
Prostate D95	>7560	7566	21	0.003
Prostate D5	<8300	8143	156	0.019
Rectum D30	<7000	6536	297	0.045
Rectum D10	<7500	7303	150	0.020
Bladder D30	<7000	4394	878	0.200
Bladder D10	<7500	6269	815	0.130

TABLE IV. Treatment plan statistics for mock head and neck.

Planning parameter	Plan goal (cGy)	Mean (cGy)	Standard deviation (cGy)	Coefficient of variation
PTV D90	5000	5028	58	0.013
PTV D99	>4650	4704	52	0.011
PTV D20	<5500	5299	93	0.018
Cord maximum	<4000	3741	250	0.067
Parotid D50	<2000	1798	184	0.102

TABLE V. Treatment plan statistics for CShape (easier).

Planning parameter	Plan goal (cGy)	Mean (cGy)	Standard deviation (cGy)	Coefficient of variation
PTV D95	5000	5010	17	0.003
PTV D10	<5500	5440	52	0.010
Core D10	<2500	2200	314	0.141

TABLE VI. Treatment plan statistics for CShape (harder).

Planning Parameter	Plan goal (cGy)	Mean (cGy)	Standard deviation (cGy)	Coefficient of variation
PTV D95	5000	5011	16.5	0.003
PTV D10	<5500	5702	220	0.039
Core D10	<1000	1630	307	0.188

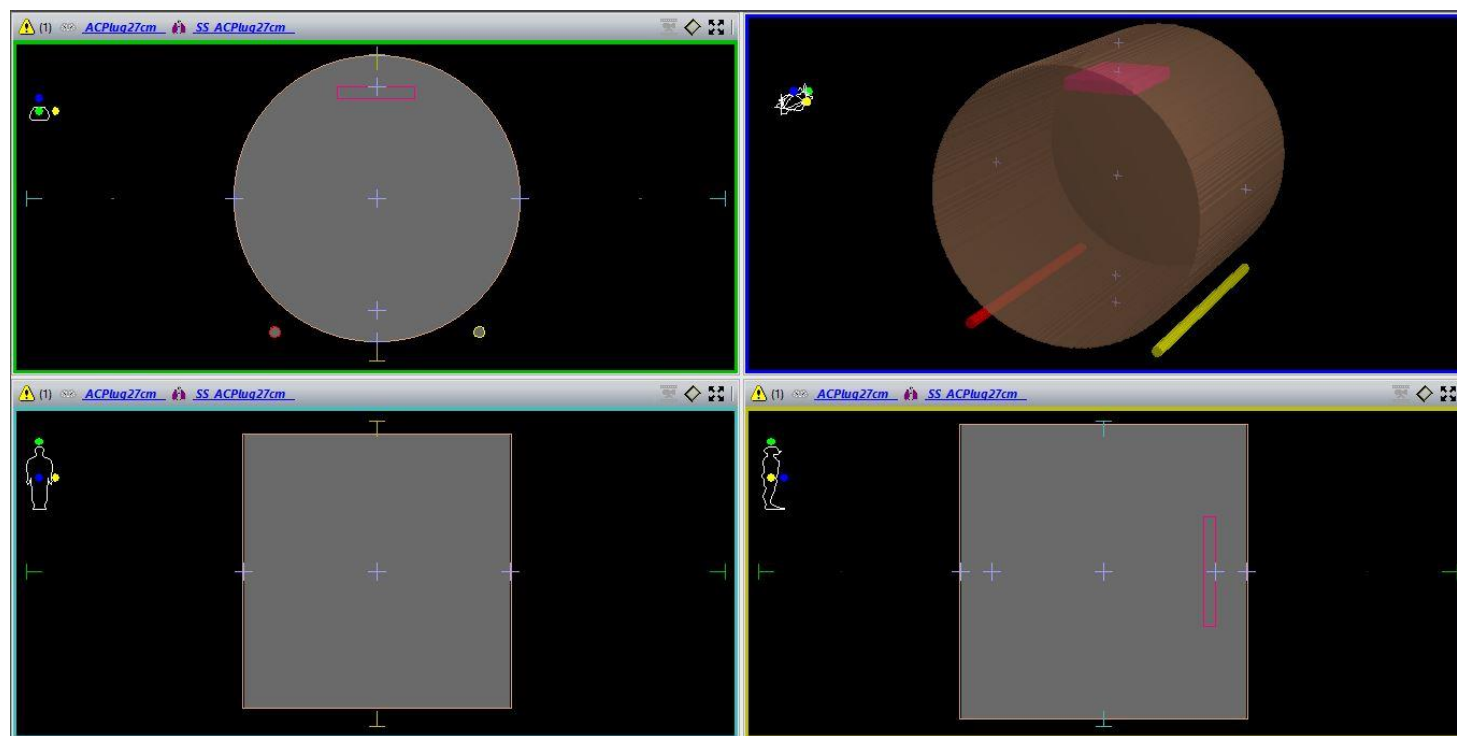
※ レポートでもC-Shape(hard)のPTV D10とCore D10が達成できていない

※ エレクタでも行いました ～治療計画～

Prostate			Neck			MultiTarget			Cshape(Easy)			Cshape(Hard)		
Parameter	Goal	Achieved	Parameter	Goal	Achieved	Parameter	Goal	Achieved	Parameter	Goal	Achieved	Parameter	Goal	Achieved
Prostate D95	>7560	7560	PTV D90	5000	5000	CentralTarget D99	5000	5000	PTV D95	5000	5000	PTV D95	5000	5000
Prostate D5	<8300	7815	PTV D99	>4650	4706	CentralTarget D10	<5300	5140	PTV D10	<5500	5373	PTV D10	<5500	5455
Rectum D30	<7000	3579	PTV D20	<5500	5153	Sup Target D99	>2500	2602	Core D10	<2500	1954	Core D10	<1000	1486
RectumD10	<7500	5509	Cord Max	<4000	3514	Sup Target D10	<3500	3369						
Bladder D30	<7000	2426	Parotid D50	<2000	1877	Inf Target D99	>1250	1299						
Bladder D10	<7500	3968	R Parotid D50	<2000	1806	Inf Target D10	<2500	2267						
			L Parotid D50	<2000	1893									
# beams		7	# beams		9	# beams		7	# beams		9	# beams		9
cGy/fraction		7560/42	cGy/fraction		5000/25	cGy/fraction		5000/25	cGy/fraction		5000/25	cGy/fraction		5000/25
Total MU		414.24	Total MU		898.19	Total MU		351.67	Total MU		973.12	Total MU		1052.12

※ やはりC-Shape(Hard)のCore D10のみ達成できず

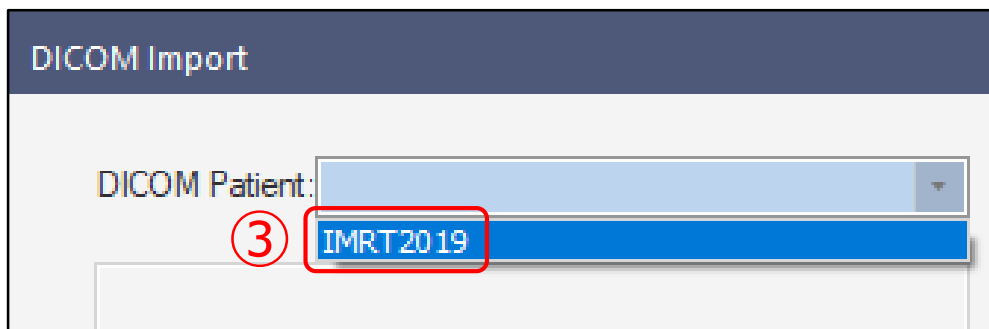
4. 患者QA用ファントムを登録しましょう！



実習3. ファントムの登録

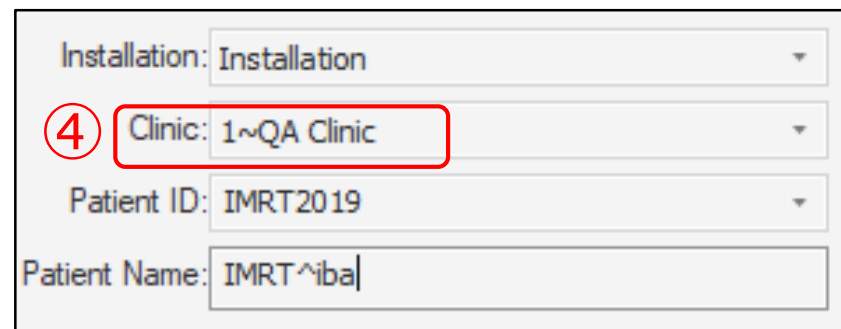
検証で使用する自施設のファントムを登録する(実習1の内容とほぼ同様)

- ① CT装置より撮影データをMonacoへ送信
- ② [Open Patient] → [Import New Data] よりDICOM Importウィンドウを表示させる
- ③ DICOM Patientより送信したデータを選択する(今回はIMRT2019を使用)
- ④ Local Clinicを1~QA Clinicとする。ID,Nameは任意。
- ⑤ 以降は実習1と同様



DICOM Import

DICOM Patient: ③ IMRT2019



Installation: Installation

④ Clinic: 1~QA Clinic

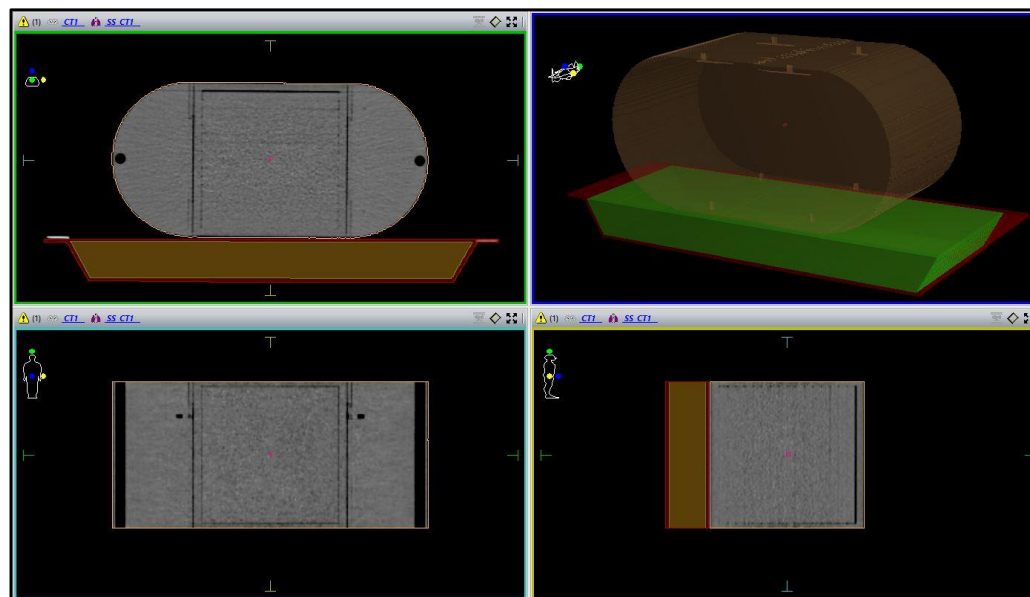
Patient ID: IMRT2019

Patient Name: IMRT^iba|

実習3. ファントムの登録



Monacoへの取り込みが終了した後、登録されたファントムの確認と、必要に応じてストラクチャーを追加する

- ⑥ [Open Patient] → [QA Clinic]より追加したファントムを選択する
(トレーニングではIMRT2019を選択し練習する)
- ⑦ 体輪郭、検出器輪郭、カウチ、関心ポイントなどを必要に応じて追加する



実習3. ファントムの登録

- ⑧ 検出器の輪郭を描いた後は、実際の検出器の体積と大きな誤差がないか確認する

Structures						
View:	Contoured	All	Layers	Adapt Setup		
Name	Color	Visible	Volume (cm ³)	Type		
CC04		<input checked="" type="checkbox"/>	0.041	Internal		
CC13		<input checked="" type="checkbox"/>	0.133	Internal		

※ TG119ではファーマよりも小さな検出器、具体的には
0.125 cc相当の検出器を使用するよう記載してある


→ 確認後、Saveすれば登録される







※ 参考資料 ファントム検証

患者QAなどで絶対線量検証を行う場合は、ファントム密度検証を予め行っておく必要がある。検証後、体輪郭のRelative EDに反映する
(※ 入力されている数値はサンプルです)

StructuresよりForce EDをチェックし、Relative EDに入力する

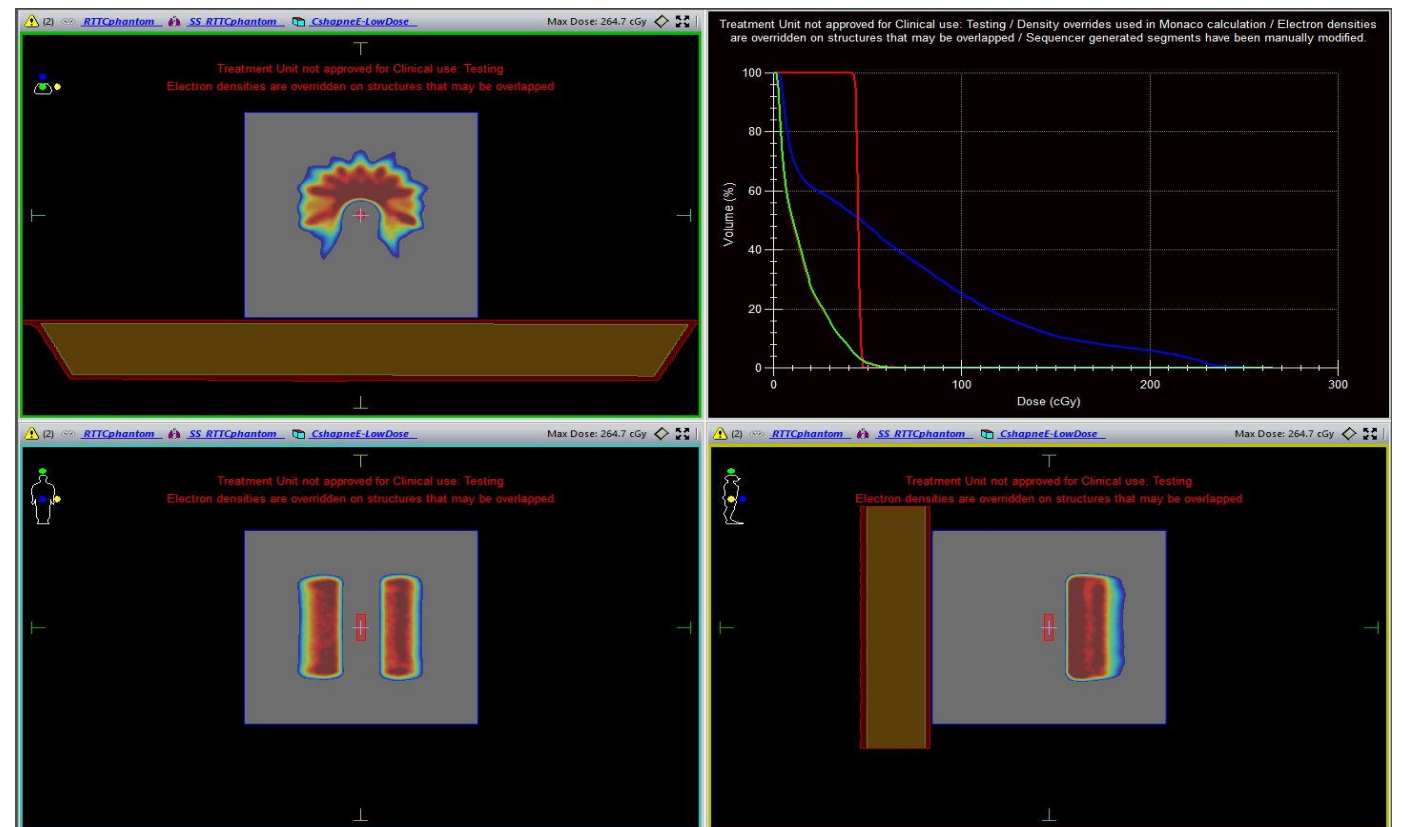
Structures

View: Contoured All Layers  Adapt Setup

Name	Color	Visible	Volume (cm ³)	Type	Force ED	Fill ED	Relative ED	Show 2D Outlin...
Carbon Fiber		<input checked="" type="checkbox"/>	3900.156	Couch 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.500	<input checked="" type="checkbox"/>
Foam Core		<input checked="" type="checkbox"/>	3216.004	Couch 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.030	<input checked="" type="checkbox"/>
patient		<input checked="" type="checkbox"/>	10117.471	External 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.010	<input checked="" type="checkbox"/>

※ 使用するファントムが水等価であると判断した場合は、1.000と入力する

5. QAプランを作成しましょう！



QAプランの内容

(1) 予備テスト

- ①AP-PA：基準ファクターの算出に使用
：評価点線量検証と線量分布検証を行う

- ②Bands：MLCパラメータの初期確認
：フィルム応答を確認する
：評価点線量検証と線量分布検証を行う

QAプランの内容

(2) コミッショニングテスト

それぞれのプランで以下の検証を行う（測定箇所は後述）

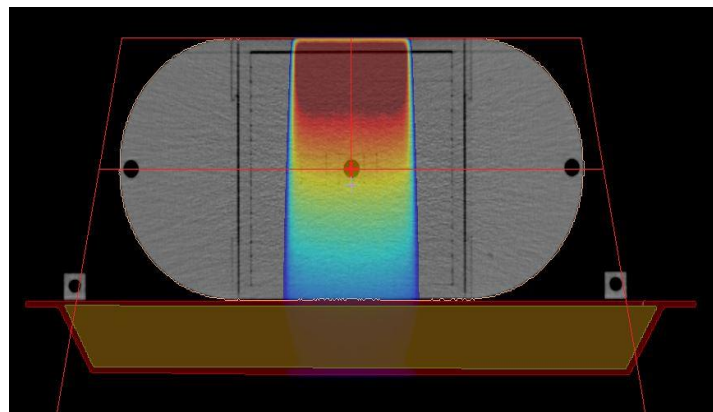
- ①評価点線量検証
- ②線量分布検証＜全門＞
- ③線量分布検証＜各門＞

QAプランを作成する前に、どの検証で何の機器（検出器やファントムなど）を使用するか明確に決めておく必要がある

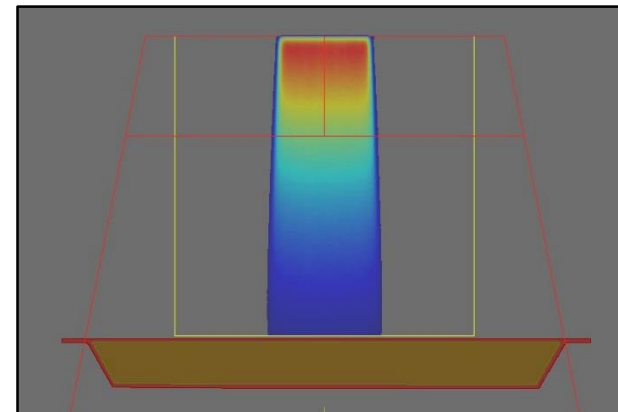
予備テストの作成

○ AP-PA

- ・ エレクタはAP のみで作成（照射野サイズ10 x 10）
- ・ ご施設で実測するファントムを使用する
- ・ 評価点の吸収線量を記録し、線量分布評価用のDose Planeを取得する（後述）



< 評価点線量検証 >

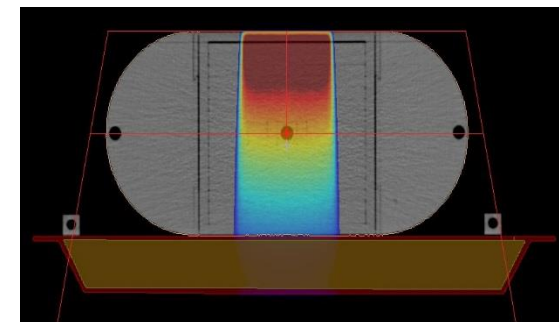


< 線量分布検証 >

予備テストの作成

○ AP-PA

- ・ 評価点の吸収線量を記録



< 評価点線量検証 >

DVH Statisticsタブ → Statisticsをクリック

Statisticsウィンドウより検出器輪郭のMean Doseを読む

DVH Statistics					
Dosimetric Criteria		Statistics	Display		
	Structure	Volume (cm ³)	Min. Dose (cGy)	Max. Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)
	CC04	0.040	81.0	82.4	81.7
	Carbon Fiber	3886.752	0.0	0.0	0.0
	Foam Core	3226.396	0.0	0.0	0.0
	patient(Unsp.Tiss.)	10124.610	0.1	119.7	16.6

→ 81.7cGy

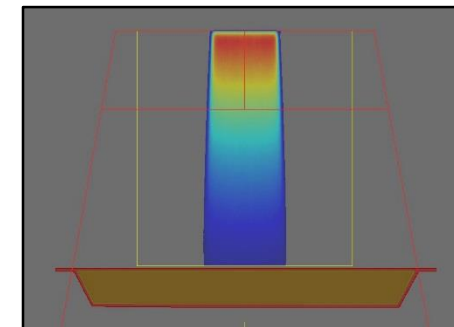
(※ 参考値)

予備テストの作成

○ AP-PA

- ・線量分布評価用のDose Planeを取得

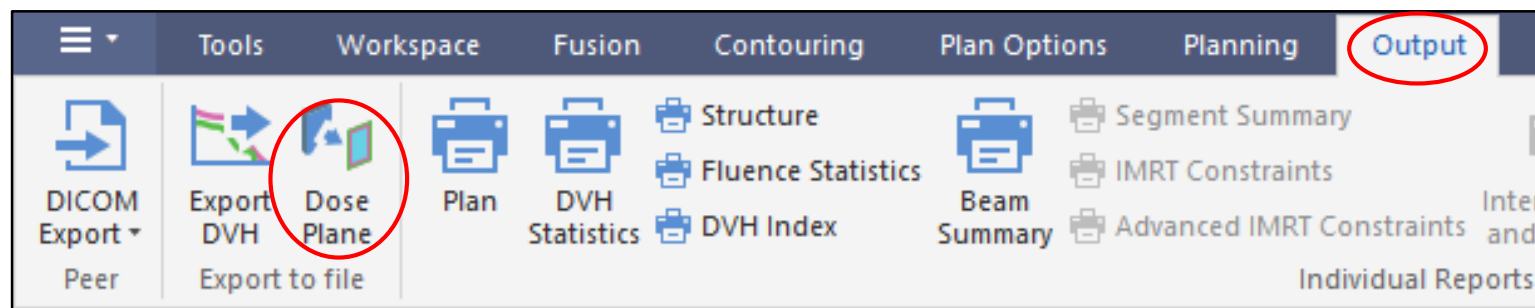
左下の座標入力欄へ取得したい断面の座標を入力する
(Isocenter面のCoronal画像となる)



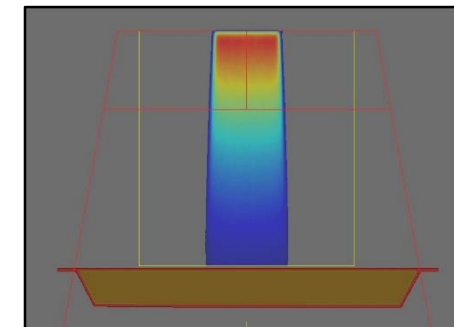
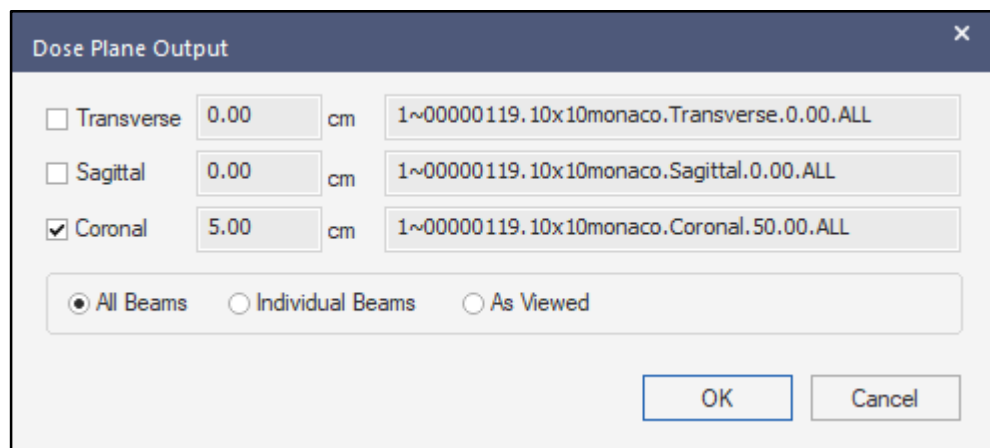
< 線量分布検証 >

Slice Mode S (x): 0.00 T (y): 0.00 C (z): 5.00 cm

OutputタブのDose Planeをクリック

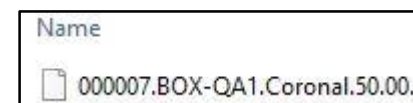
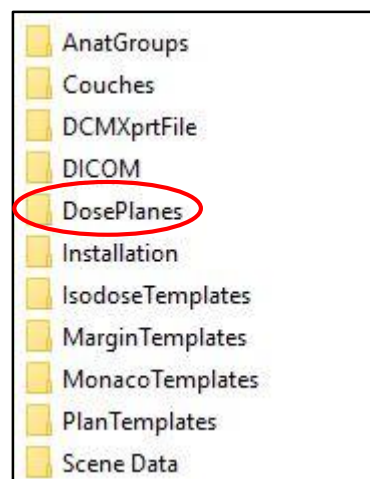


Coronal、Individual Beamを選択し、OKをクリックする



< 線量分布検証 >

データはデスクトップ上のFocalData→DosePlanesに格納されている
このファイルは多次元検出器やフィルム解析ソフトで読み込むことができる

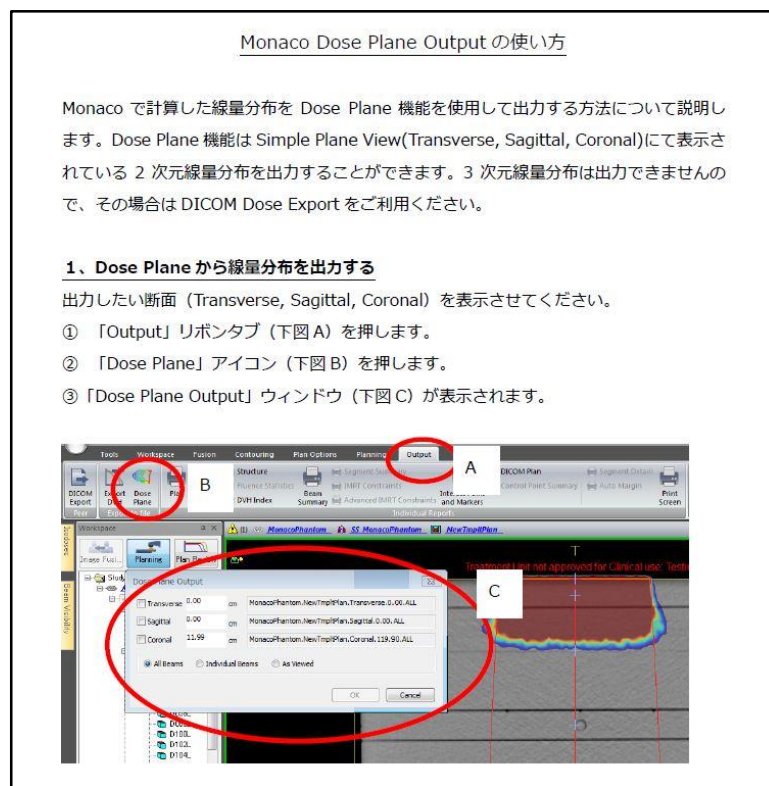


参考資料

Dose Planeの詳細情報は弊社HPに資料がございますので、ダウンロードして頂き、ご確認ください。

「Monaco Dose Plane Outputの使い方」

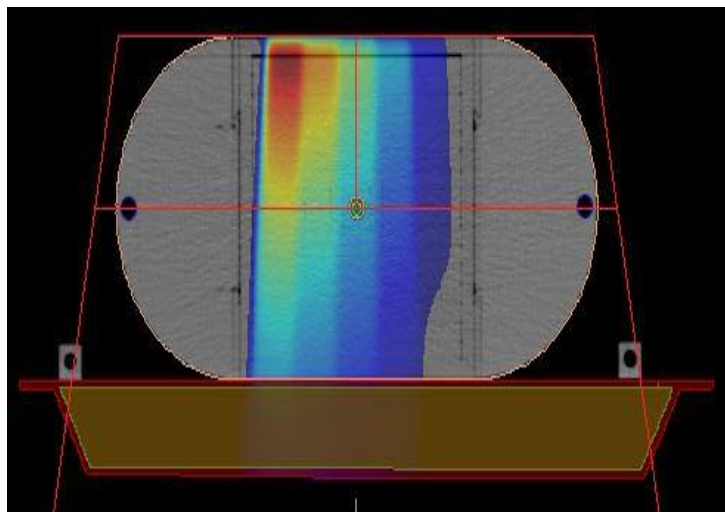
https://forms.elekta.co.jp/software/download/res_monaco.html



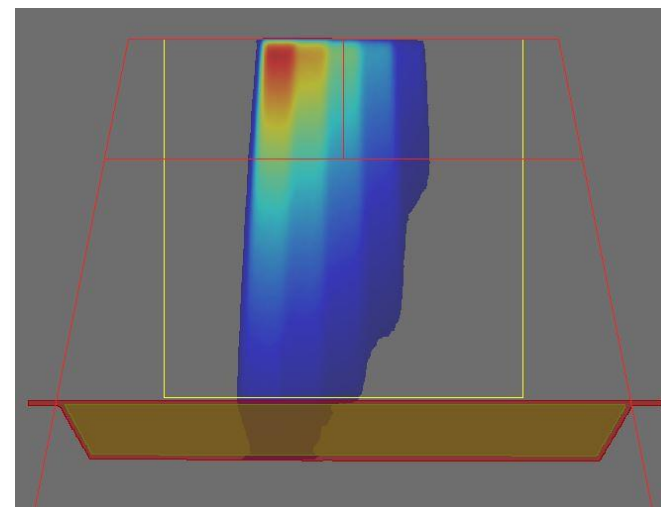
予備テストの作成

○ Bands

- ・ 作成方法は次項より記載
- ・ その他の説明や評価方法は前項のAP-PAと同様



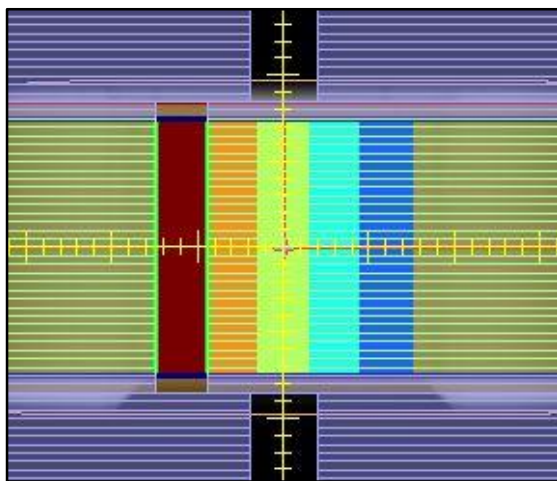
< 評価点線量検証 >



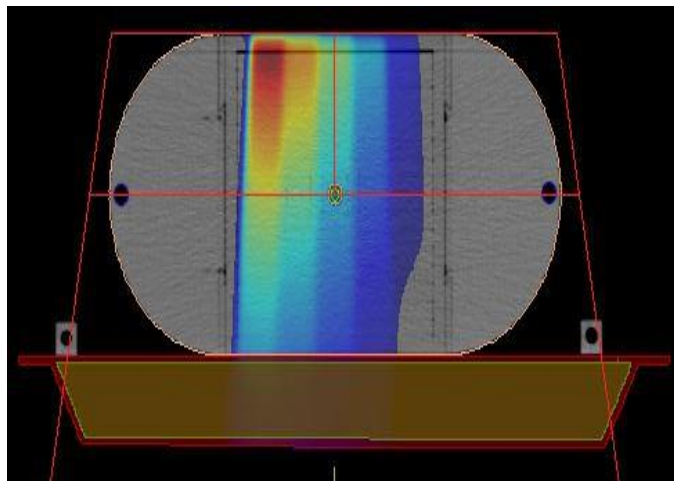
< 線量分布検証 >

Bands照射野の作成方法

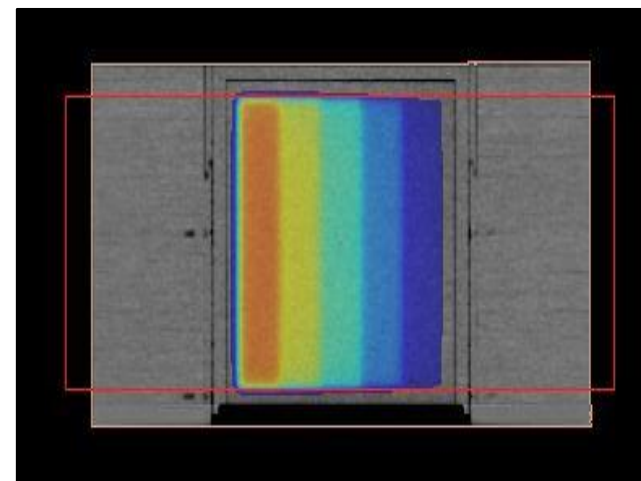
- MLCモデルが正しいことの初期確認用の照射野である
- 5セグメントであり、非対称3×15から3 cmずつ開いていく
- 1セグメントあたり25 MU
- TG119ではAP-PAで作成しているがエレクタではAPのみで作成
- エレクタではMLCパラメータを調整してモデルを納品しているため、基本的には不要と考えるが、確認のため行ってもよい



< BEV >

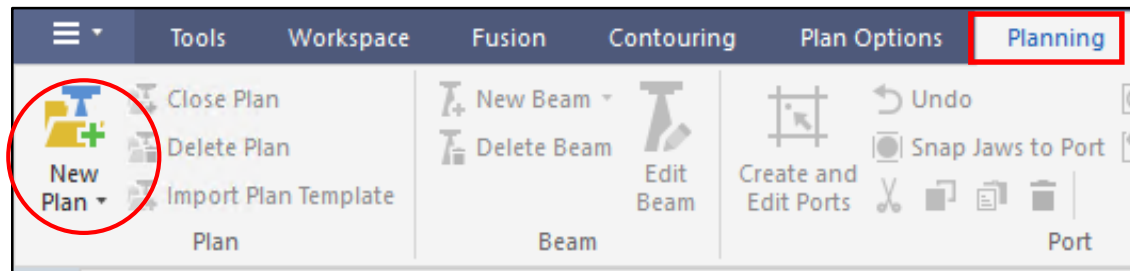


< Axial面 >

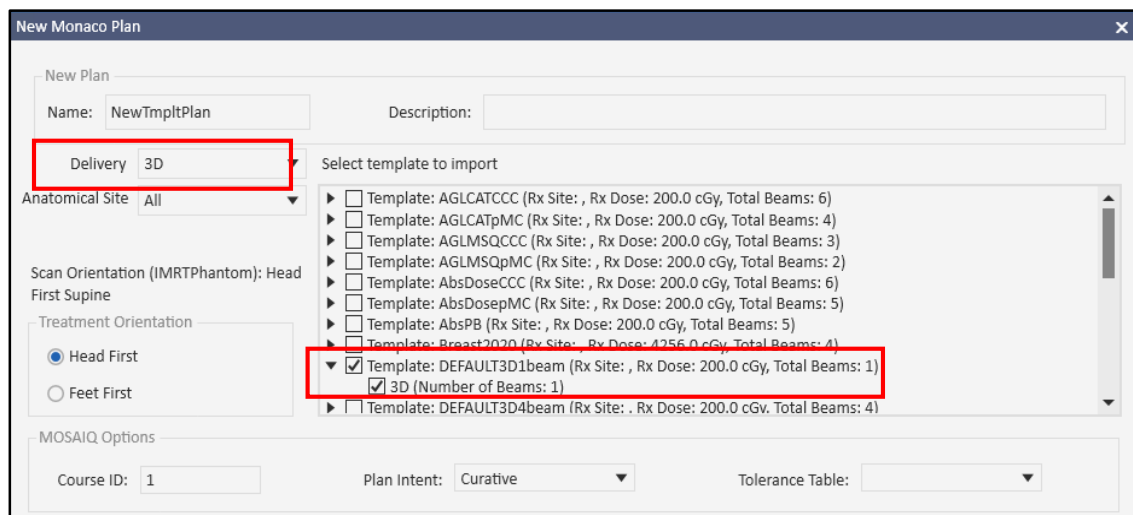


< Coronal面 >

Bands照射野の作成方法



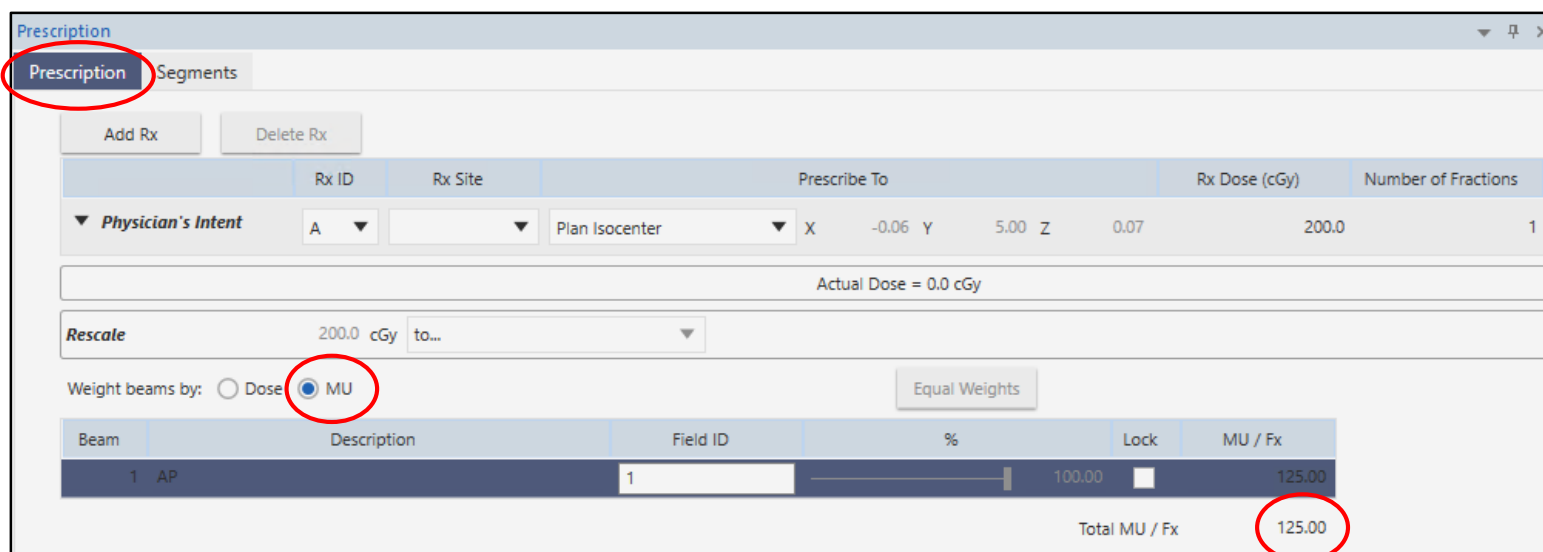
検証したいファントムを開き
Planningタブ→New Planをクリックする



Deliveryは3DとしTemplateはDEFAULT3D1beam
を選択する。エネルギーは6 MVとする。

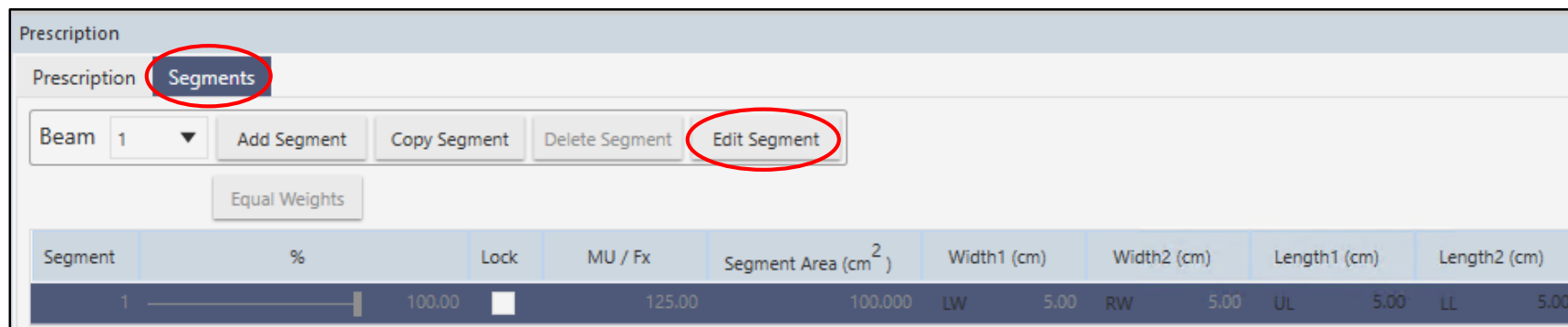
Bands照射野の作成方法

画面左下Prescriptionタブを選択する

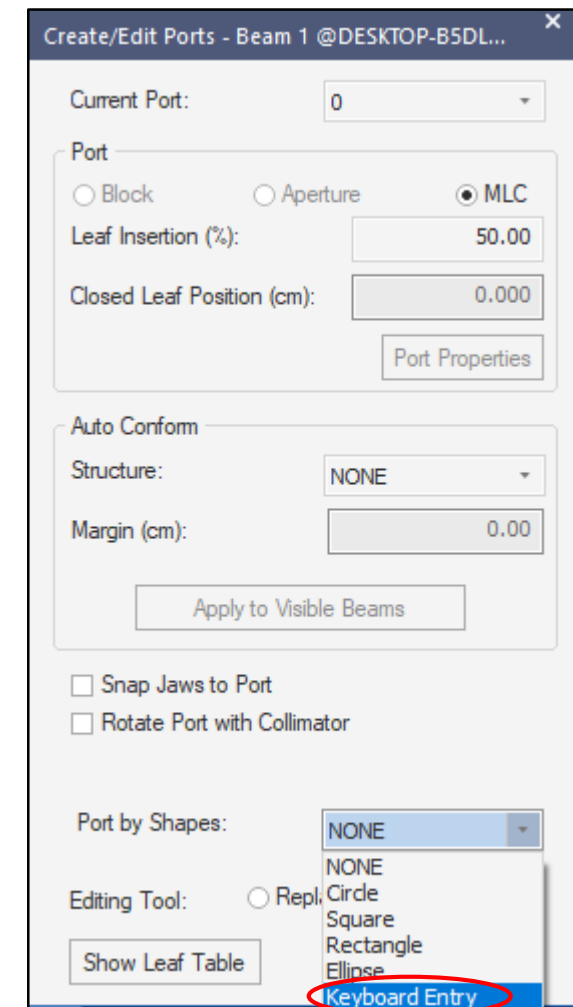


Weight beams by をMUに設定し、
右下のTotal MU/Fxに125を入力する

Bands照射野の作成方法



- 5つのセグメントを作成するが、1セグメント毎に照射野を作成する
- Segmentsタブ→Edit Segmentをクリックする
Create/Edit Portsウィンドウが現れる
- Port by Shapesを「Keyboard Entry」にする



Bands照射野の作成方法

Enter Port Using the Keyboardのウィンドウが表示される

Enter Port Using the Keyboard

Port Number: 0

Type: MLC

Coordinates are defined at isocenter:

Center X(cm): Y(cm):

Width(cm): Length(cm):

Use Rectangular Setup

X(cm)	Y(cm)
<click to add a new row>	

Click to add a new rowをクリック

Invalid data. Please check your input.

ClearAll Create Close



X(cm)	Y(cm)
0.00	0.00
<click to add a new row>	



座標を入力する。
Click to add a new rowを
クリックして追加していく

Enter Port Using the Keyboard

Port Number: 0

Type: MLC

Coordinates are defined at isocenter:

Center X(cm): Y(cm):

Width(cm): Length(cm):

Use Rectangular Setup

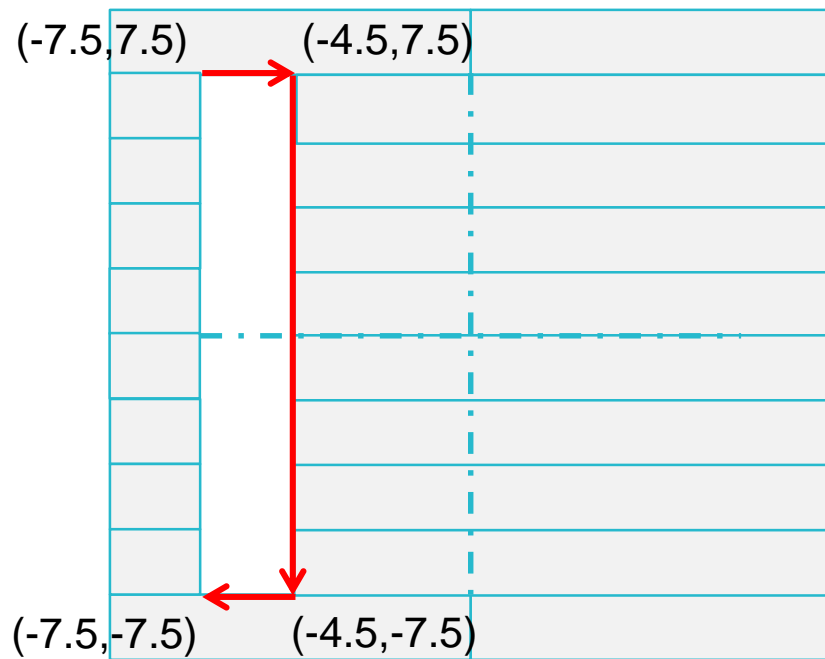
X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
-4.50	7.50
-4.50	-7.50
-7.50	-7.50
<click to add a new row>	

ClearAll Create Close

入力したらCreateをクリック
具体的な座標は次項に記載

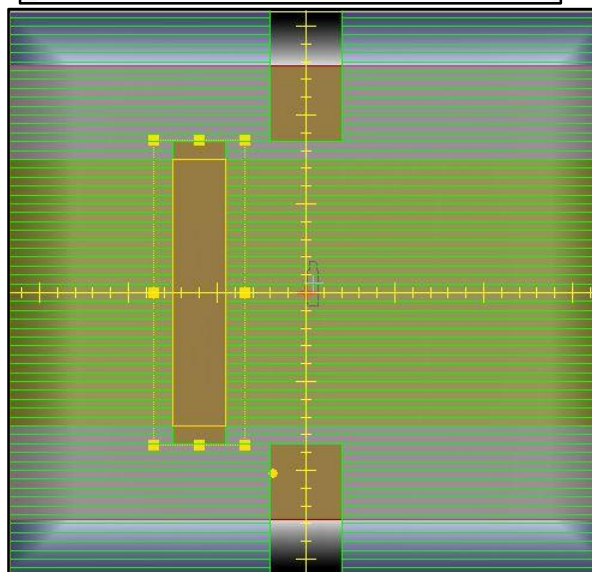
Bands照射野の作成方法

Enter Port Using the Keyboardの考え方

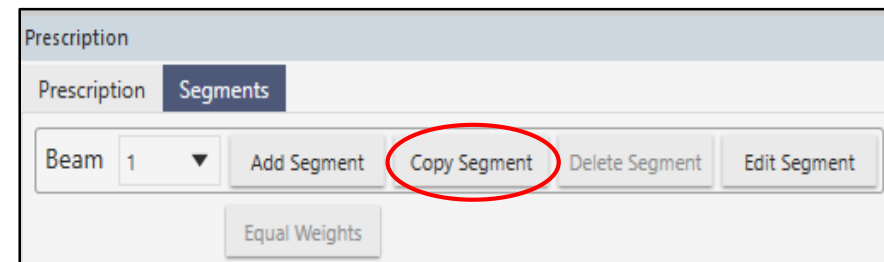


注意!! Keyboard Entryは
“一筆書き”で作成される。
座標を全て打ち込めば良い
というわけではない。
入力する順番に注意。

X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
-4.50	7.50
-4.50	-7.50
-7.50	-7.50



1セグメント目が完成

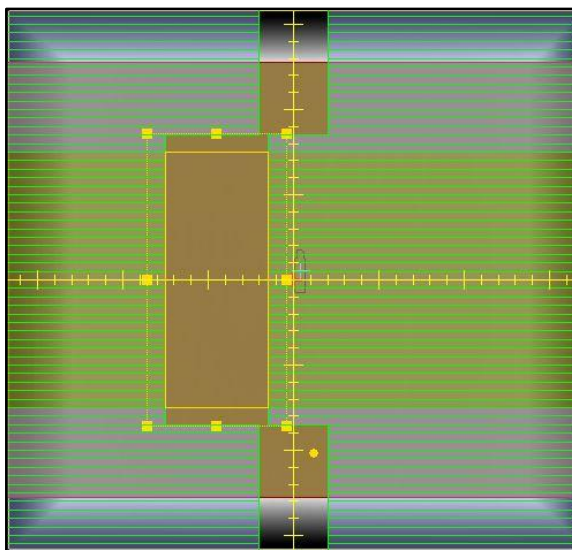


1セグメント目作成終了後、
Copy Segmentで追加していく

Bands照射野の作成方法

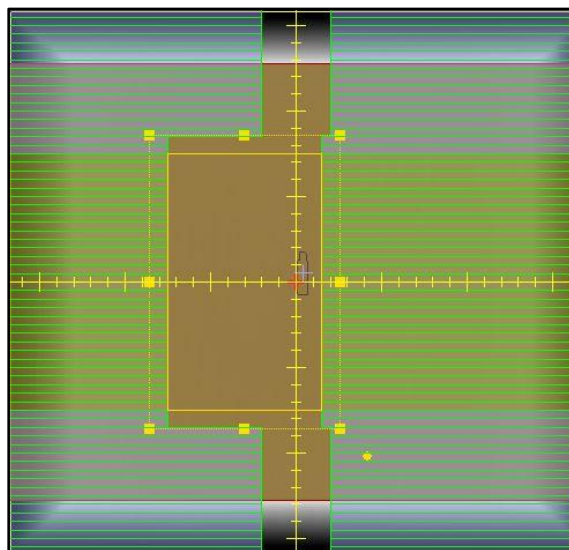
2セグメント

X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
-1.50	7.50
-1.50	-7.50
-7.50	-7.50



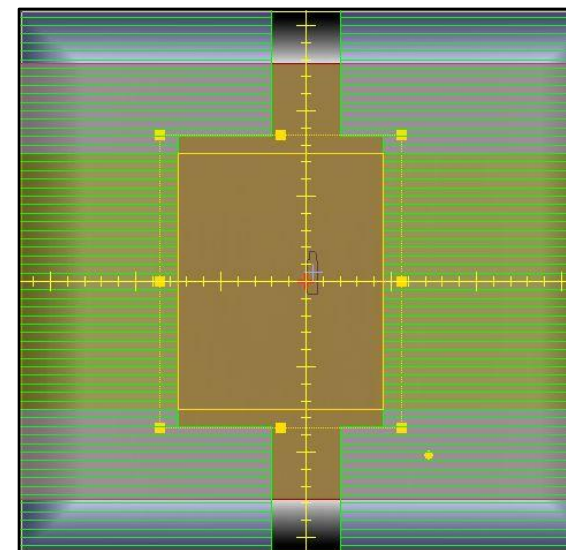
3セグメント

X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
1.50	7.50
1.50	-7.50
-7.50	-7.50



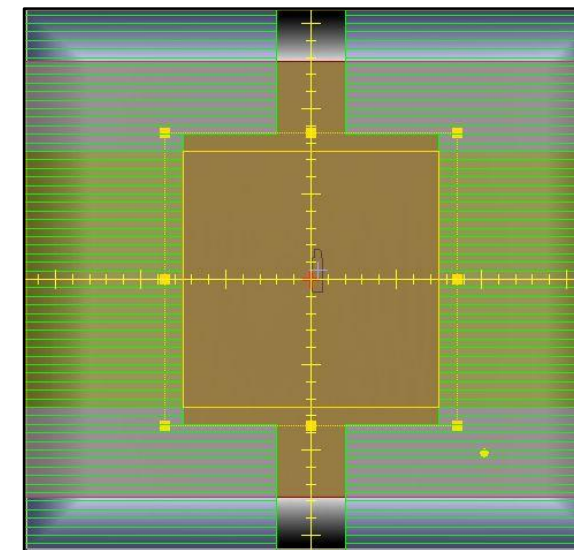
4セグメント

X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
4.50	7.50
4.50	-7.50
-7.50	-7.50



5セグメント

X(cm)	Y(cm)
-7.50	7.50
7.50	7.50
7.50	-7.50
-7.50	-7.50



Bands照射野の作成方法

5つのセグメントが完成した
Equal Weightsをクリックし25 MUずつに設定する

Prescription

Prescription Segments

Beam 1 ▼ Add Segment Copy Segment Delete Segment Edit Segment

Equal Weights

Segment	%	Lock	MU / Fx	Segment Area (cm ²)	Width1 (cm)	Width2 (cm)	Length1 (cm)	Length2 (cm)
1	<input type="text" value="20.00"/>	<input type="checkbox"/>	25.00	45.000	LW	20.00	20.00	7.50
2	<input type="text" value="20.00"/>	<input type="checkbox"/>	25.00	90.000	LW	20.00	20.00	7.50
3	<input type="text" value="20.00"/>	<input type="checkbox"/>	25.00	135.000	LW	20.00	20.00	7.50
4	<input type="text" value="20.00"/>	<input type="checkbox"/>	25.00	180.000	LW	20.00	20.00	7.50
5	<input type="text" value="20.00"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	25.00	225.000	LW	20.00	20.00	7.50

Calculation Properties

Grid Settings

Grid Spacing (cm): 0.20

Calculate Dose Deposition to: Medium

Store and display dose in couch structures: ☐

Grid Settings changes will be applied to ALL Rx IDs.

Algorithm Settings

Algorithm: Monte Carlo Photon

Statistical Uncertainty (%): 0.50

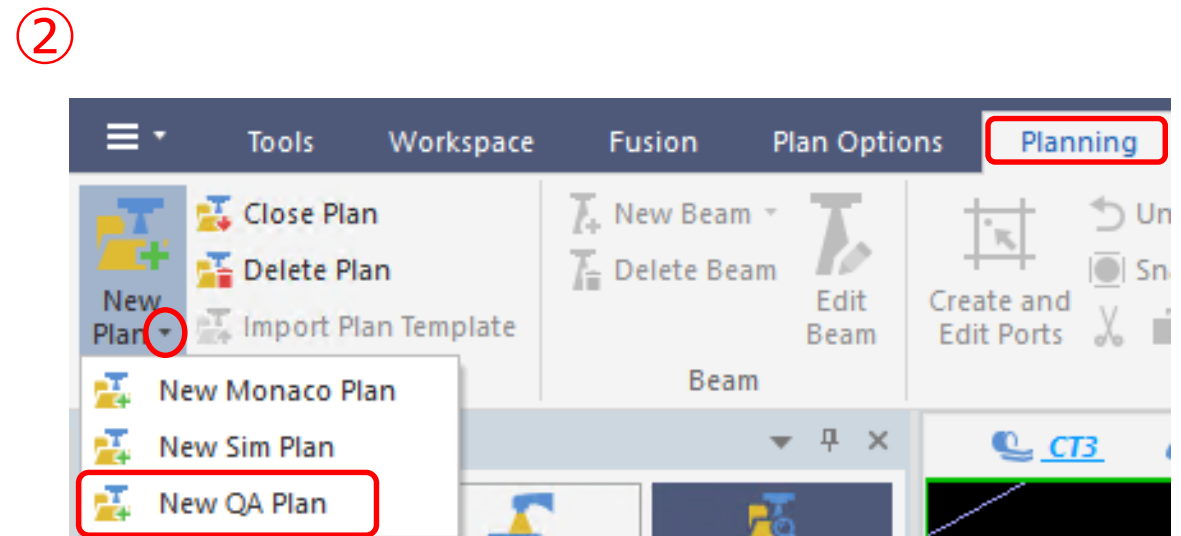
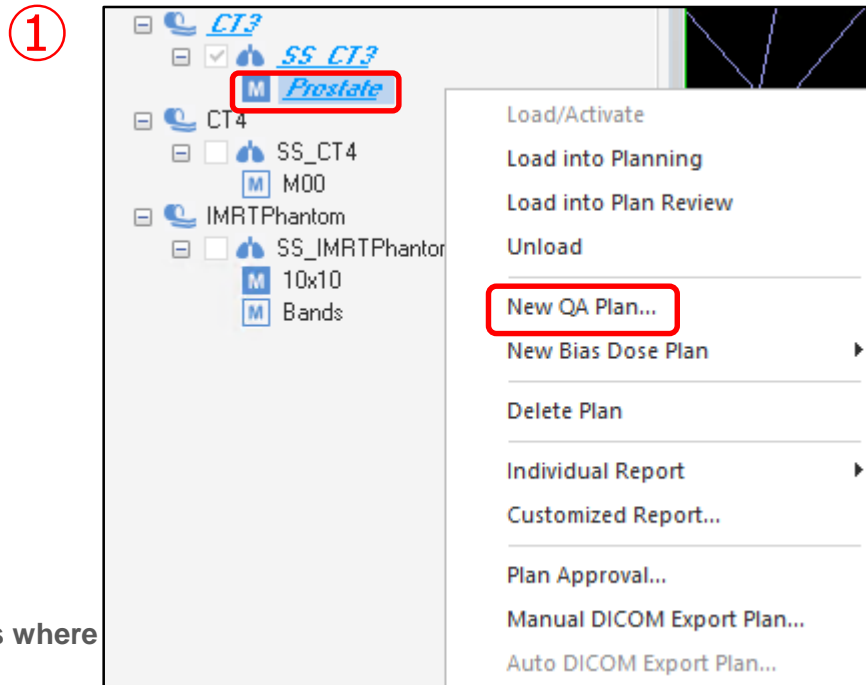
☒ Per Control Point ☐ Per Calculation

計算条件は右図のように設定してください

コミッショニングテストの作成

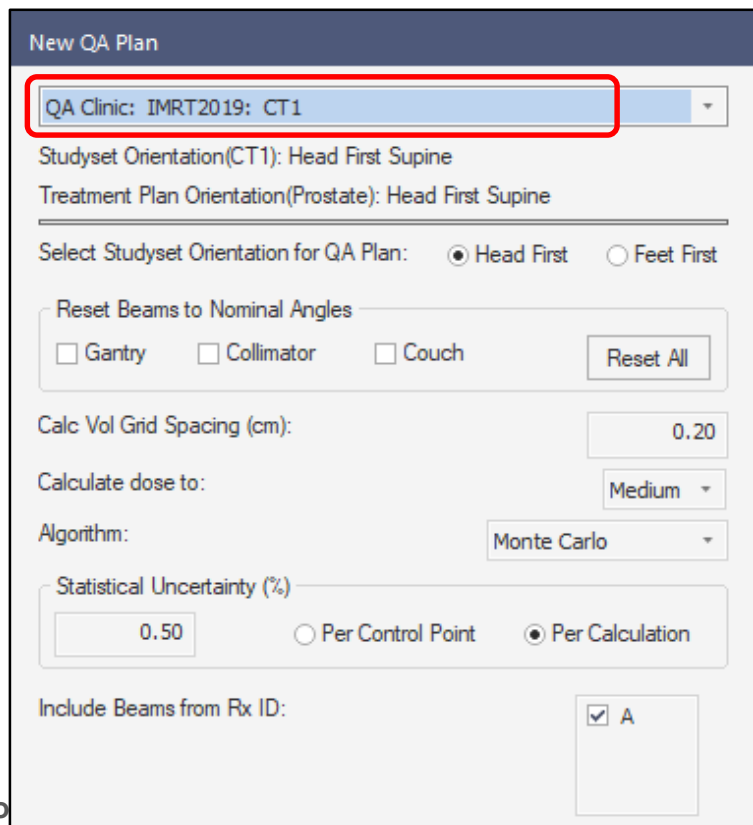
実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ① プラン名の上で右クリック → New QA Plan を選択
もしくは
- ② Planningタブ → New Planの下矢印 → New QA Plan を選択



実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ③ New QA Planウィンドウの上部（赤印）をクリックし、QA計画に使用すご施設のファントムを選択する（トレーニングではIMRT2019を選択）



New QA Plan

QA Clinic: IMRT2019: CT1

Studyset Orientation(CT1): Head First Supine

Treatment Plan Orientation(Prostate): Head First Supine

Select Studyset Orientation for QA Plan: ☒ Head First ☐ Feet First

Reset Beams to Nominal Angles

☐ Gantry ☐ Collimator ☐ Couch

Calc Vol Grid Spacing (cm): 0.20

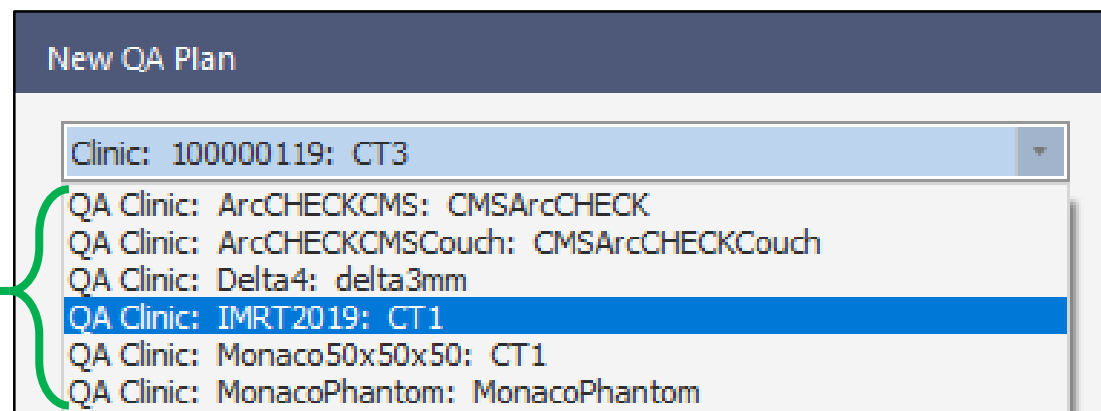
Calculate dose to: Medium

Algorithm: Monte Carlo

Statistical Uncertainty (%)

0.50 ☐ Per Control Point ☒ Per Calculation

Include Beams from Rx ID: ☒ A



New QA Plan

Clinic: 100000119: CT3

- QA Clinic: ArcCHECKCMS: CMSArcCHECK
- QA Clinic: ArcCHECKCMSCouch: CMSArcCHECKCouch
- QA Clinic: Delta4: delta3mm
- QA Clinic: IMRT2019: CT1
- QA Clinic: Monaco50x50x50: CT1
- QA Clinic: MonacoPhantom: MonacoPhantom

QA Clinicに格納されているファントムが選択できる

実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

④ その他の項目は左図のように設定

New QA Plan

QA Clinic: IMRT2019: CT1

Studysset Orientation(CT1): Head First Supine

Treatment Plan Orientation(Prostate): Head First Supine

Select Studysset Orientation for QA Plan: ☒ Head First ☐ Feet First

Reset Beams to Nominal Angles

☐ Gantry ☐ Collimator ☐ Couch

Calc Vol Grid Spacing (cm): 0.20

Calculate dose to: Medium

Algorithm: Monte Carlo

Statistical Uncertainty (%)

0.50 ☐ Per Control Point ☒ Per Calculation

Include Beams from Rx ID: ☒ A

ファントムのorientationと、プランのorientationを表示して、QAプランのorientationをどうするか、を訪ねている。
通常、患者がどちらの配置であろうと、ファントムは常に同じ配置であるはず。

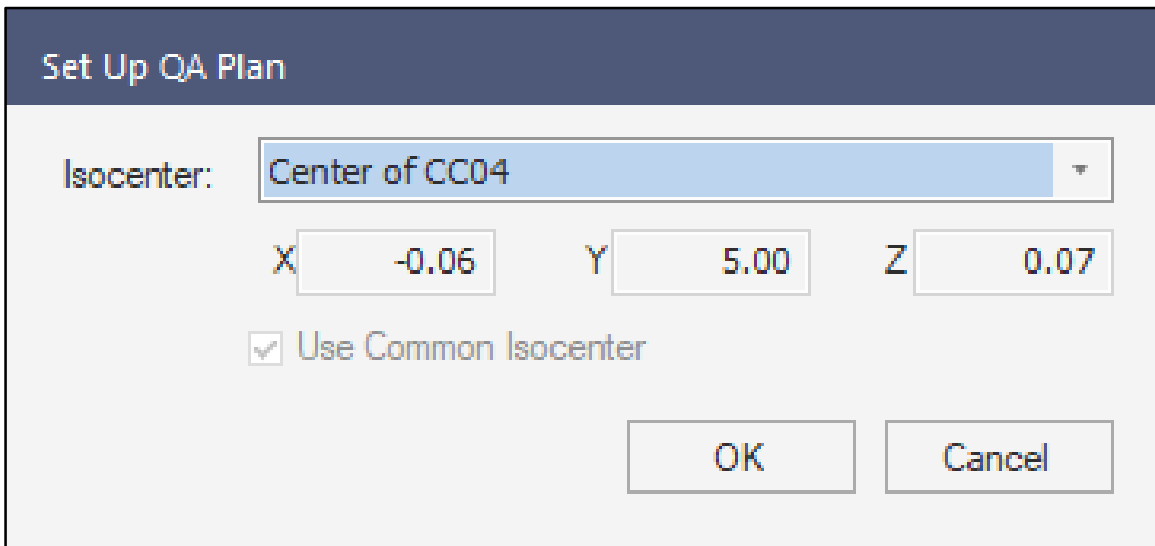
ガントリーやカウチを0度で実測検証したいときはチェックを入れる

計算設定
トレーニングでは Grid Spacing 0.20cm
Statistical Uncertainty 0.50%
(Per Calculation)
Calculate dose to Medium にて行う

複数アイソセンターの場合、どのアイソセンターに属するビームを取り込むか

実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ⑤ ファントムのどの点をIsocenterにするか決定する
(後から移動することも可能)
トレーニングではCenter of CC04 とする



Set Up QA Plan

Isocenter: Center of CC04

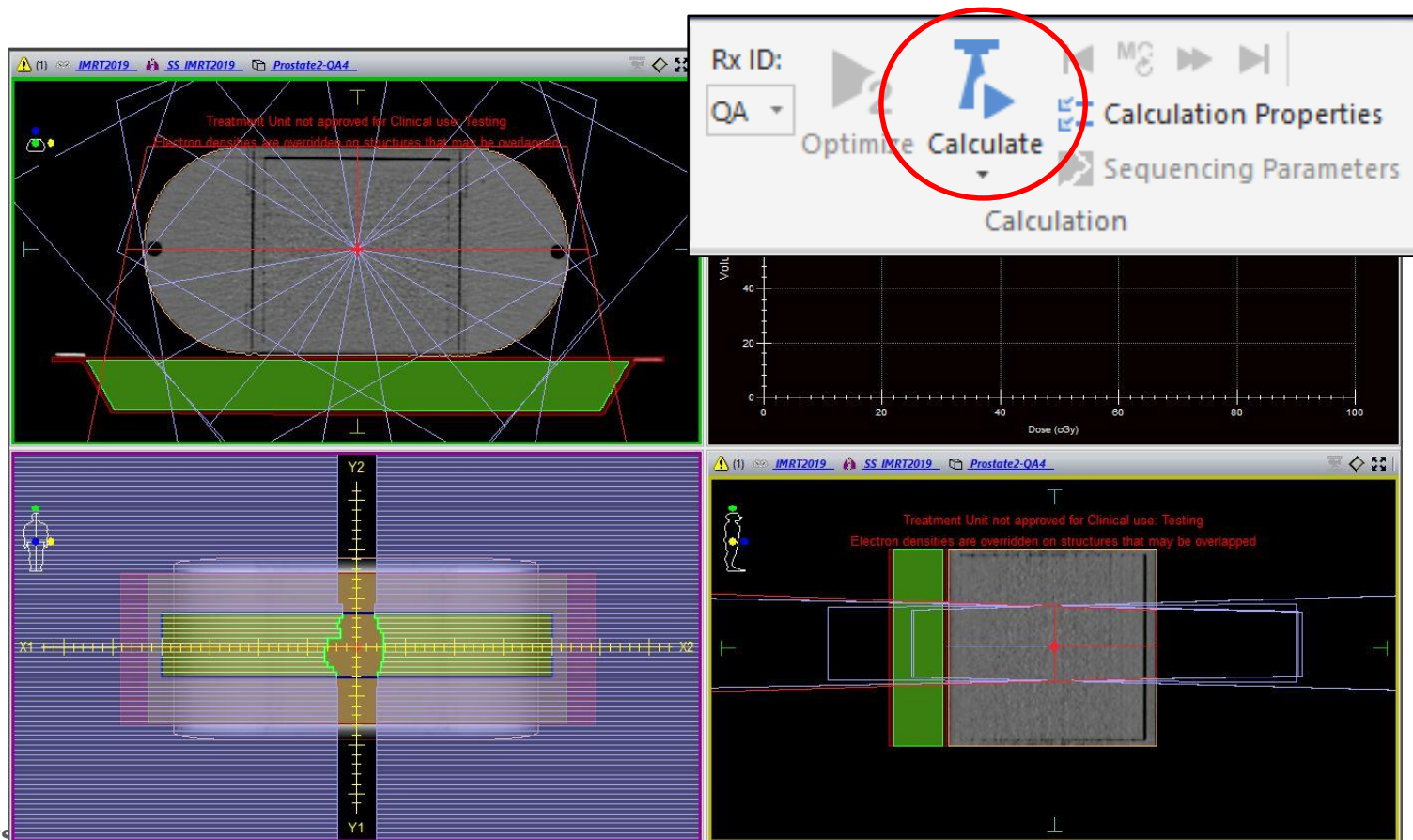
X -0.06 Y 5.00 Z 0.07

☒ Use Common Isocenter

OK Cancel

実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ⑥ 自施設のプロントムに計画を移すことができた
- ⑦ PlanningタブのCalculateをクリックすると計算が始まる

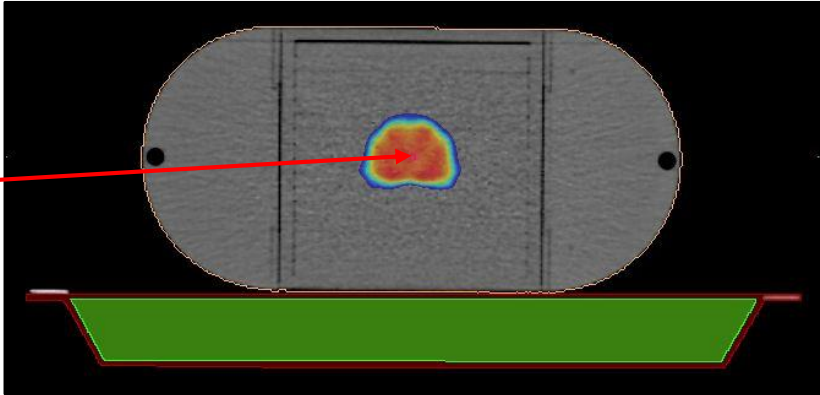


実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ⑧ DVH Statisticsタブ → Statisticsをクリック
Statisticsウィンドウより検出器輪郭のMean Doseを読む

DVH Statistics					
Dosimetric Criteria		Statistics	Display		
Structure	Volume (cm ³)	Min. Dose (cGy)	Max. Dose (cGy)	Mean Dose (cGy)	
CC04	0.040	167.0	174.8	170.8	
Carbon Fiber	3886.752	0.0	0.0	0.0	
Foam Core	3226.396	0.0	0.0	0.0	
patient(Unsp.Tiss.)	10124.610	0.0	188.4	15.1	

値はサンプルです！

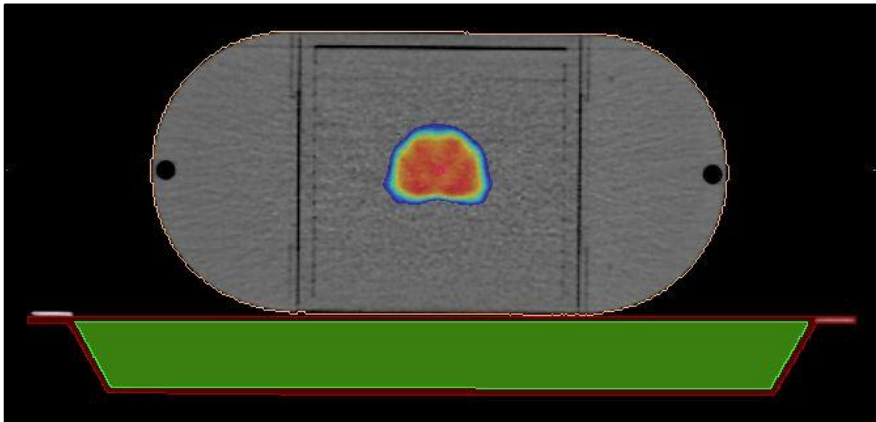


※ 上記の例では、Isocenterの線量評価である。(前立腺線量を想定)
このプラン(Mock Prostate)ではその他に2.5 cm背側のポイントも評価する。
これは直腸線量を想定している。
→ 方法は次項に記載

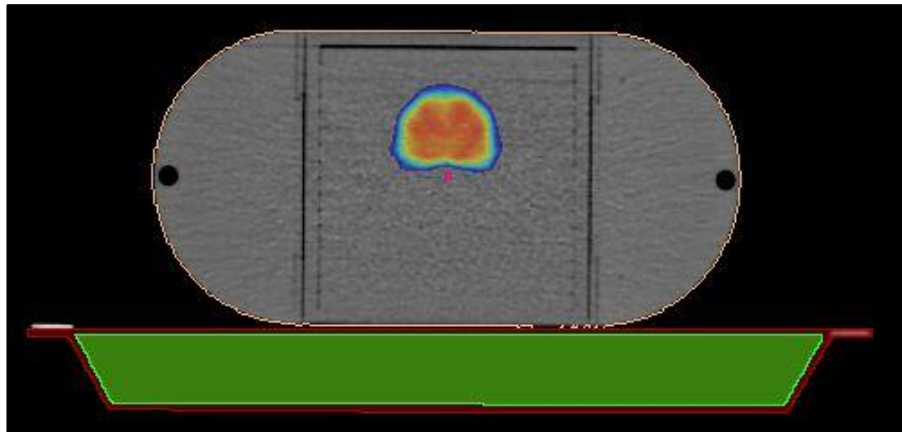
実習4. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (評価点線量検証)

- ※ 2.5 cm背側ポイントの評価方法
先ほど設定したIsocenter座標から、Z軸を2.5 cm足した座標に変更し計算
これにより、2.5 cm背側に検出器輪郭が移動する。この線量を読む。
＜ 実測時はカウチを2.5 cm下げること注意到意 ＞

X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
-0.06	5.00	0.07



X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
-0.06	5.00	2.57



実習5. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (線量分布検証 各門)

使用するファントムを選択するまでは、「評価点線量検証」と同様

New QA Plan

Clinic: 100000119: IMRTPhantom

Studysset Orientation(IMRTPhantom): Head First Supine

Treatment Plan Orientation(Prostate): Head First Supine

Select Studysset Orientation for QA Plan: ☒ Head First ☐ Feet First

Reset Beams to Nominal Angles

☒ Gantry ☒ Collimator ☒ Couch

Calc Vol Grid Spacing (cm): 0.20

Calculate dose to: Medium

Algorithm: Monte Carlo

Statistical Uncertainty (%)

2.00 ☒ Per Control Point ☐ Per Calculation

Include Beams from Rx ID: ☒ A

ガントリー、コリメータ、カウチを全て0°で検証するため、チェックを入れる

計算設定

トレーニングでは Grid Spacing 0.20 cm

Statistical Uncertainty 2.00 %

(Per Control Point)

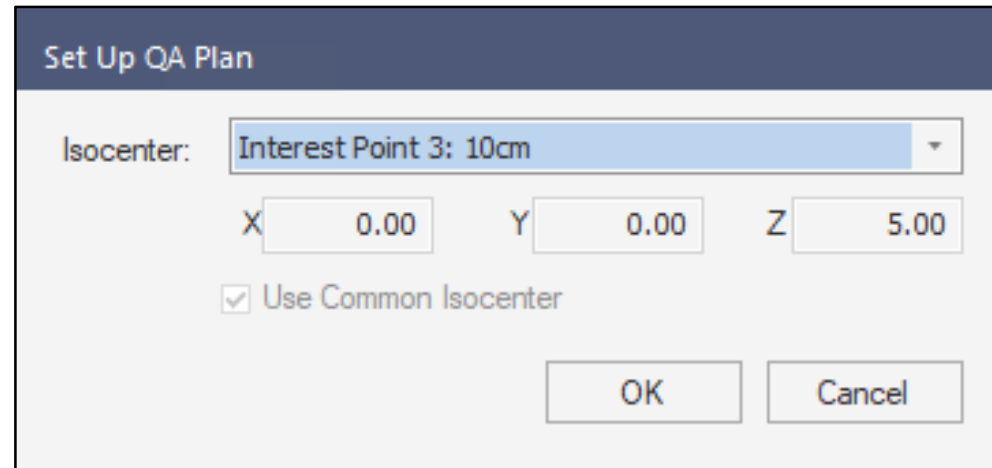
Calculate dose to Medium

にて実施する

実習5. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (線量分布検証 各門)

ファントムのどの点をIsocenterにするか決定する
(後から移動することも可能)

TG119では特に指定はないが、トレーニングでは10 cm深とする



Set Up QA Plan

Isocenter: Interest Point 3: 10cm

X 0.00 Y 0.00 Z 5.00

☒ Use Common Isocenter

OK Cancel

Calculateをクリックすると計算が始まる

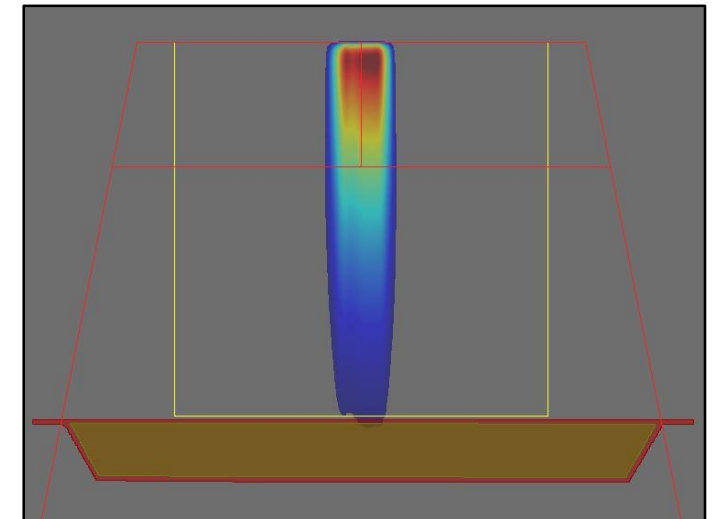
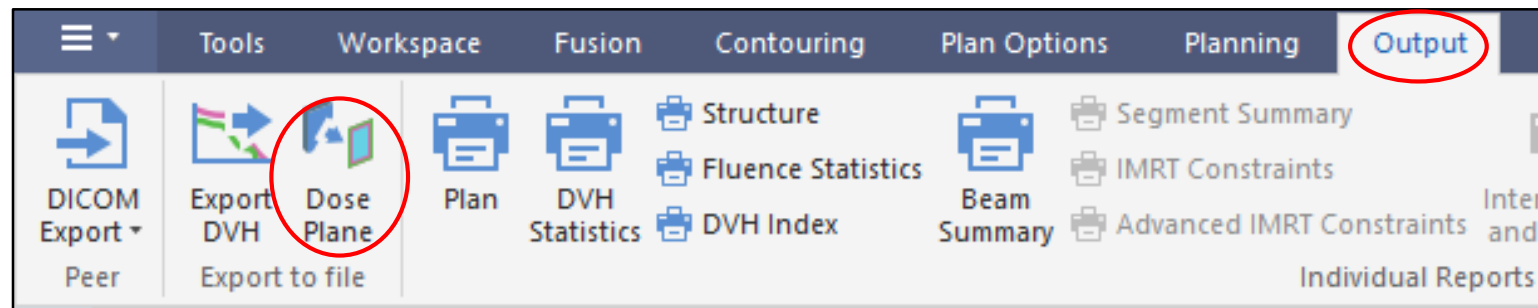
実習5. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (線量分布検証 各門)

- 線量分布評価用のDose Planeを取得

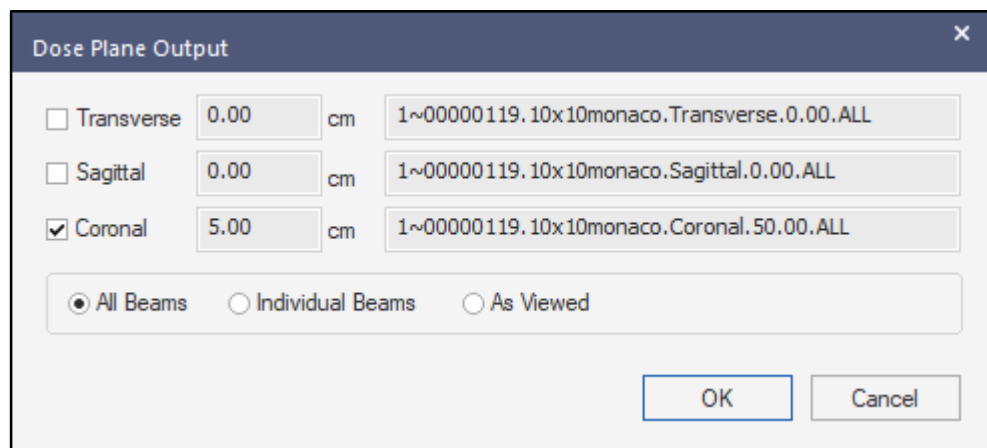
左下の座標入力欄へ取得したい断面の座標を入力する
Isocenter面のCoronal画像となる（今回は10 cm深）



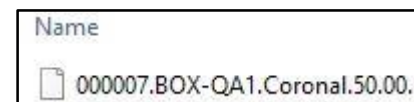
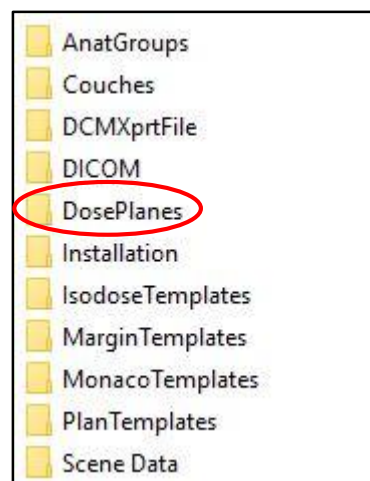
OutputタブのDose Planeをクリック



Coronal、Individual Beamを選択し、OKをクリックする



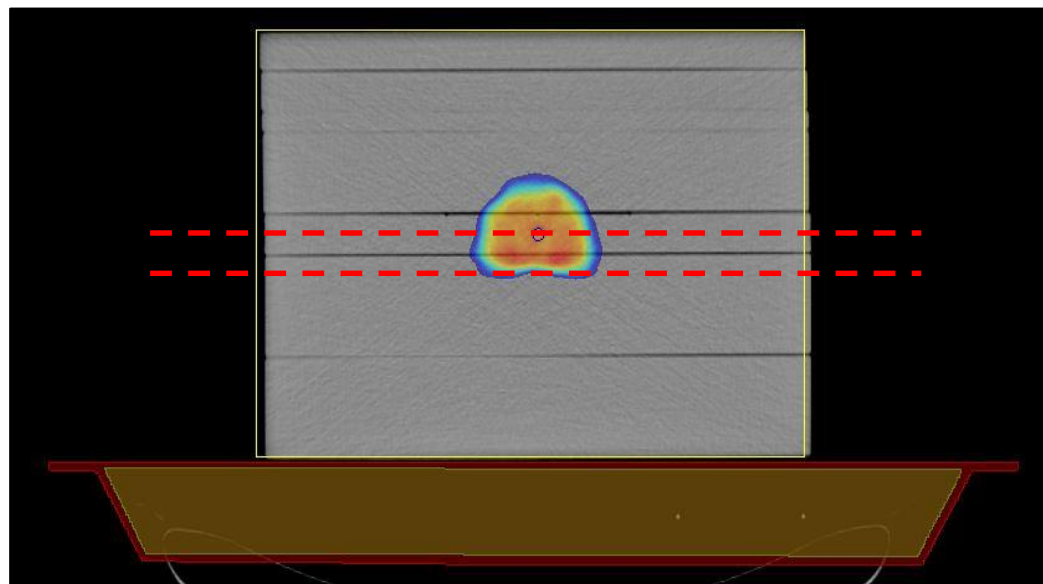
データはデスクトップ上のFocalData→DosePlanesに格納されている
このファイルは多次元検出器やフィルム解析ソフトで読み込むことができる



門数と同じ数のファイルがある

実習6. QAプランの作成 – 1. Mock Prostate (線量分布検証 全門)

基本的な作成方法は前項までの「評価点線量検証」と同様
Dose Planeで評価するが、Isocenter面とその2.5 cm背側面を取得する



※ この検証では前項の評価点線量検証のように、Isocenterを変更する必要はない
ただし、予めフィルムを挟む位置を考慮してCTを撮影しなければならない

6. 実測検証しましょう！



TG-119 Reportの線量検証パート

○ 一般論では

- 線量計算が十分な精度を持っていること
- 測定器系（ファントム含む）が正しく扱われていること
- 動的（IMRT/VMATの）照射においてリニアックが十分正しく動作していること

○ TG-119では

- 他施設との比べて大きな誤差が無いか確認できる

TG-119 Reportの線量検証パート

- 電離箱線量計とフィルムの使用が推奨されているが、これはTG-119発表時(2009年)の時代的な物であり、現在では多次元検出器の利用も検討すべきである
- 問題は、フィルムにせよ、多次元検出器にせよ、それ自体のコミッショニングが必要、ということ

※ エレクタでもやってみました ～線量検証～

以下の項目を実施

(1) 予備テストの検証

AP(10x10)：評価点線量検証、線量分布検証

Bands：線量分布検証

(2) コミッショニングテスト(それぞれの症例で実施)

評価点線量検証

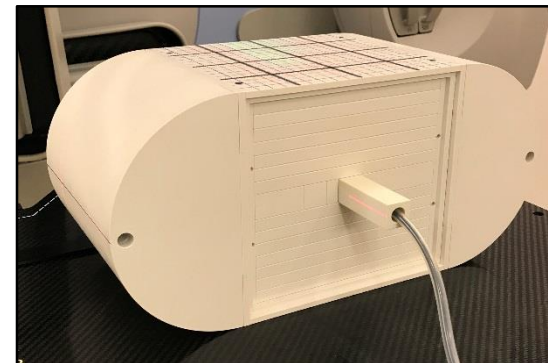
線量分布検証 <各門>

エレクタではフィルム解析装置を保有していないため、線量分布検証 <全門> は行っていない

使用機器

○ 評価点線量検証

- ・ファントム：I'mRT Phantom(IBA Dosimetry)
- ・電離箱：CC04(IBA Dosimetry)



○ 線量分布検証 <各門>

- ・検出器：MapCHECK2(Sun Nuclear)
- ・ファントム：MapPHAN 10cm(Sun Nuclear)



AP(10×10) 評価点線量検証

照射条件

- ・ ガントリー、コリメータ、カウチ全て0°の1門照射
- ・ 照射野サイズ10×10
- ・ 100 MU
- ・ Isocenterはファントム中心（QAプランでの計画通り行う）



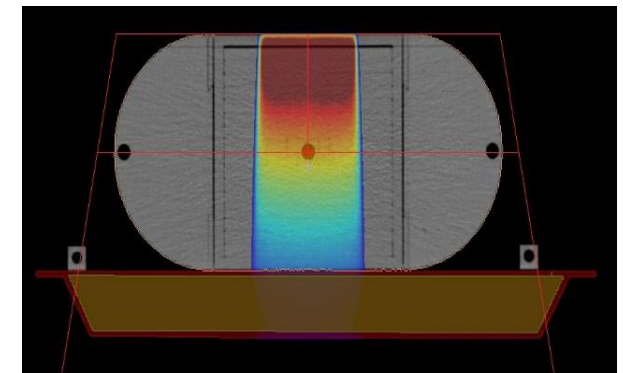
0.814 nC

AP(10×10) 評価点線量検証

TG-119ではAP-PAで基準ファクターを求めて、線量に換算するよう指示している (エレクタではAPのみで実施)

- ① QAプランでのMean doseが81.1 cGyであった (スライド67ページ参照)
- ② 同様のセットアップで照射した値は0.814 nCであった
- ③ $81.1 / 0.814 = 99.63 (\text{cGy} / \text{nC})$ を得る
- ④ これにより1 nCあたりの1 cGyが換算可能となる
この数値が基準ファクターとなる

基準ファクター : **99.63(cGy/nC)**



< 評価点線量検証 >

参考資料

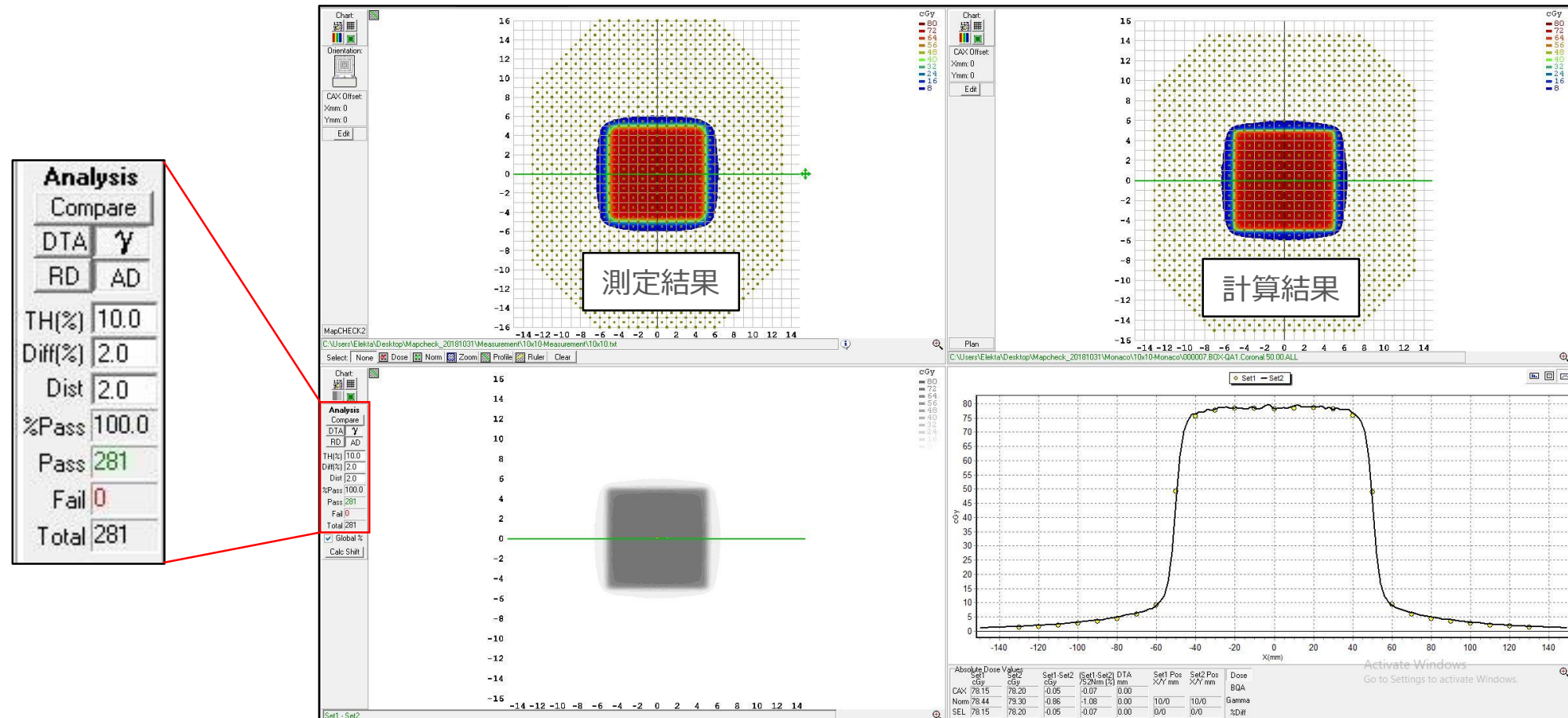
TG119のテスト結果と比較する場合は、前項の基準ファクターを用いて線量を算出しなければならない。
これを行うことにより、以下のメリットがある。

- ・ 治療装置の出力変動を軽減
- ・ 各種補正係数の不確かさにおける影響の軽減

※ 評価点線量検証は全て同日に行う
(別日で行う際は基準ファクターを再測定する)

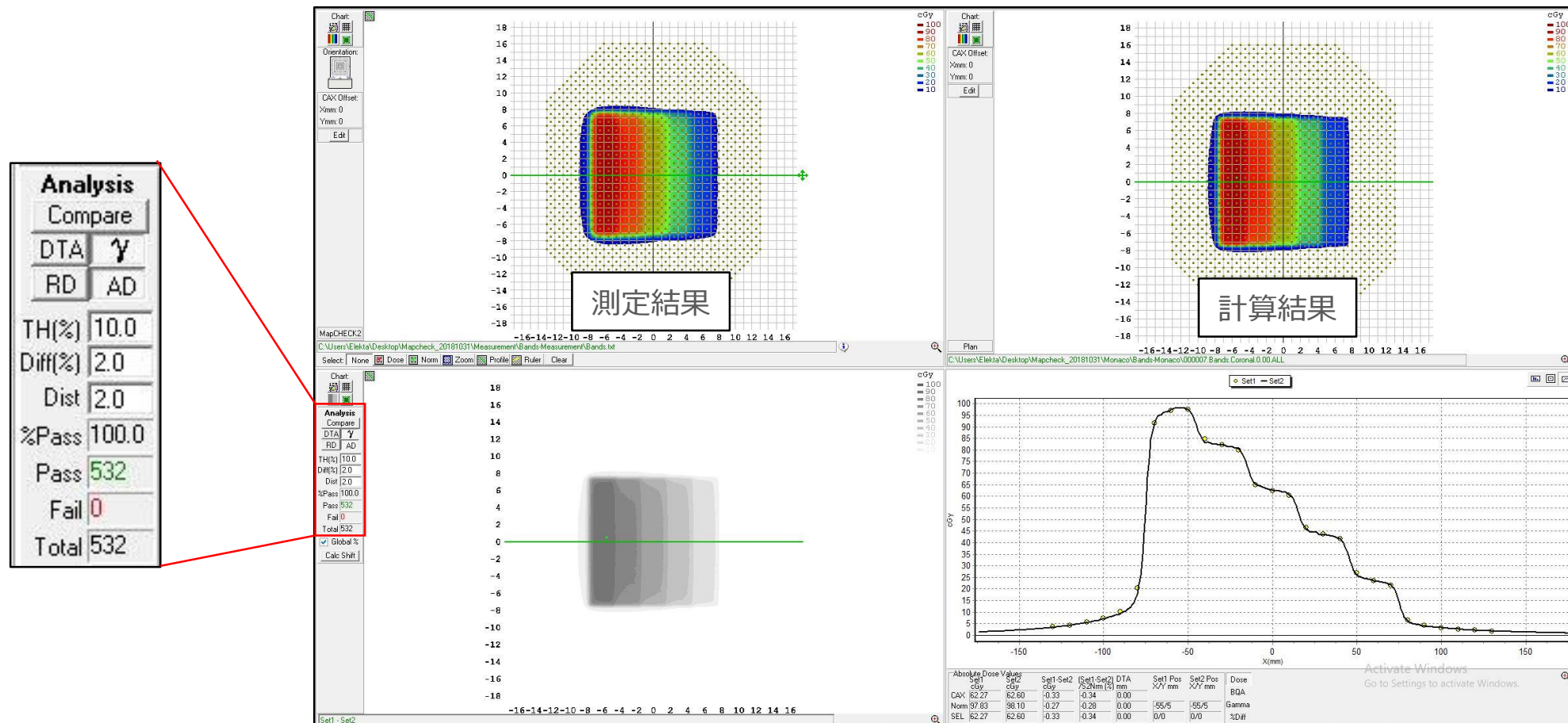
AP(10×10) 線量分布検証

単純な照射野で線量分布に問題がないか確認する



Bands 線量分布検証

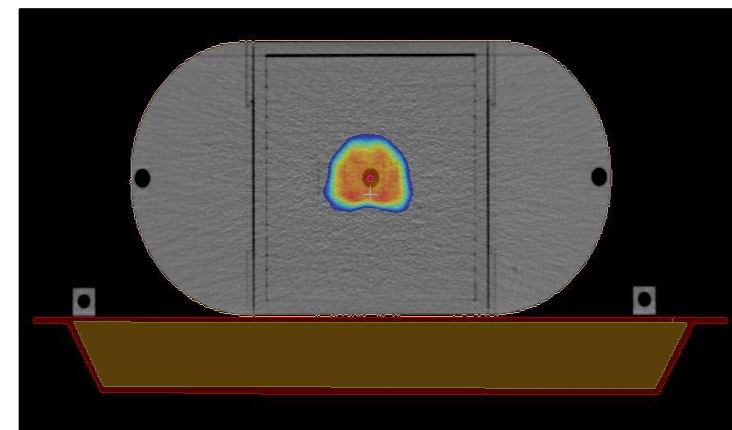
MLCモデルが正しいことの初期確認用の照射野である



コミッショニングテスト 評価点線量検証

TG-119では吸収線量(cGy)で評価していない
"Mean"という数値を使用している

- ① 実測で得られたnCに基準ファクターをかけてMeasured doseを算出する
- ② 下記の式に代入してMeanを求める
Plan doseはMonacoでの線量、
Prescription doseは1回線量となる

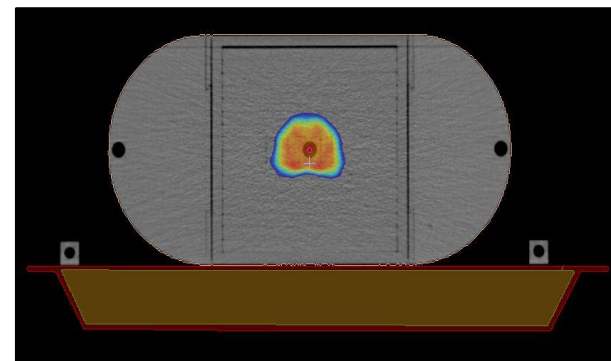


$$\text{Mean} = \frac{[(\text{Measured dose}) - (\text{Plan dose})]}{(\text{Prescription dose})}$$

MockProstate 評価点線量検証(Isocenter)

実測値1.698 nCであった。これに基準ファクターを掛けMeasured doseを求める
 $1.698(\text{nC}) \times 99.63(\text{cGy/nC}) = 169.17 \text{ cGy}$

Measured dose : 169.17 cGy
Plan dose : 166.3 cGy
Prescription dose : 180 cGy



$$\text{Mean} = \frac{[(\text{Measured dose}) - (\text{Plan dose})]}{(\text{Prescription dose})} = \frac{169.17 - 166.3}{180} = 0.016$$

コミッショニングテスト 評価点線量検証

全てのMeanをエクセルシートに入力すると、自動計算でConfidence Limit が算出され、TG-119の結果と比較することができる。

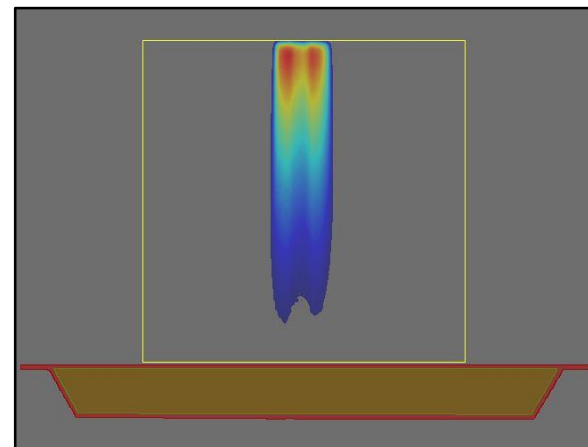
Chamber type		Chamber volume				
Planned dose should be an average over the chamber volume						
Chamber measurements						
Test	Location	Prescribed			High dose region	Lower dose region
		Dose/Fraction	Measured dose	Planned dose	(measured - plan)/prescribed	(measured - plan)/prescribed
MultiTarget	Isocenter					
	4 cm superior					
	4 cm inferior					
Prostate	Isocenter					
	2.5 cm posterior					
Head/Neck	Isocenter					
	4.0 cm posterior					
CShape (easy)	Isocenter					
	2.5 cm anterior					
CShape (hard)	Isocenter					
	2.5 cm anterior					
				Mean	#DIV/0!	#DIV/0!
				Standard deviation	#DIV/0!	#DIV/0!
				Confidence Limit	#DIV/0!	#DIV/0!
CL = mean + 1.96 σ						

※ エレクタでの結果 ～評価点線量検証～

Chamber measurements						
Test	Location	Prescribed Dose/Fraction (cGy)	Measured dose (cGy)	Planned dose (cGy)	High dose region (measured - plan)/prescribed	Lower dose region (measured - plan)/prescribed
MultiTarget	Isocenter	200	187.33	186.0	0.007	
	4 cm superior		107.96	106.1		0.009
	4 cm inferior		57.46	54.1		0.017
Prostate	Isocenter	180	169.1	166.3	0.016	
	2.5 cm posterior		77.08	74.8		0.013
Head/Neck	Isocenter	200	197.79	197.4	0.002	
	4.0 cm posterior		125.88	119.2		0.033
CShape (easy)	Isocenter	200	45.3	42		0.017
	2.5 cm anterior		198.3	196.3	0.010	
CShape (hard)	Isocenter	200	39.9	37.6		0.012
	2.5 cm anterior		197	190.9	0.031	
				Mean	0.013	0.017
				Standard deviation	0.011	0.009
				Confidence Limit	0.034	0.034
				CL = mean + 1.96 σ		

コミッショニングテスト 線量分布検証<各門>

TG-119では、この検証において検出器や測定深の指示はない。
TG119での10施設のうち、7施設が実施した。そのうち5施設がMapCHECKで、EPIDとFilmが1施設ずつであった。
エレクトラではMapCHECK2を用い、水等価10 cm深にて実施した。



γ Pass rateをエクセルシートに入力しMeanを求める。全てのMeanを入力すると、自動計算でConfidence Limit が算出され、TG-119の結果と比較することができる。

※ エレクタでの結果 ～線量分布検証<各門>～

TG119では γ Pass rate を3mm/3%で解析しており、比較するためエレクタでも同様の条件で行った

Measurement tool		MapCHECK2			
Software version		SNC Patient Ver8.0			
Analysis parameters		TH10% Diff 3% Dist 3mm			
Field-by-Field					
% Gamma Pass					
Field	Multi Target	Prostate	Head/Neck	CShape (easy)	CShape (hard)
1	100	98.8	100	100	100
2	97.4	100	100	99.5	100
3	99.5	100	98.9	100	100
4	98.9	97.5	99.6	100	99.2
5	98.9	98.7	100	100	100
6	100	100	100	100	100
7	100	100	98.3	100	100
8			100	100	99.3
9			100	100	100
mean	99.2	99.3	99.6	99.9	99.8
	Overall Mean	99.6			
	Overall Sigma	0.682			
	Confidence Limit	1.71			
	CL = (100-mean) + 1.96 σ				

コミッショニングテスト 線量分布検証<全門>

症例ごとに測定面が異なる。測定面の詳細はレポートもしくは下図の表を参照。
エレクタではフィルム解析装置を保有していないため、未実施である。

Film measurements in phantom		
Test	Plane	%Gamma Pass
MultiTarget	Isocenter	
Prostate	Isocenter	
	2.5 cm posterior	
Head/Neck	Isocenter	
	4.0 cm posterior	
CShape (easy)	Isocenter	
	2.5 cm anterior	
CShape (hard)	Isocenter	
	2.5 cm anterior	
	Mean	#DIV/0!
	Sigma	#DIV/0!
	Confidence Limit	#DIV/0!
	CL = (100-mean) + 1.96 σ	

γ Pass rateをエクセルシートに入力しMeanを求める。
全てのMeanを入力すると、自動計算でConfidence Limit が
算出され、TG-119の結果と比較することができる。

○ TG119の結果 ～評価点線量検証 高線量～

全体の結果

TABLE VII. High dose point in the PTV measured with ion chamber: [(measured dose) – (plan dose)]/prescription dose, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	Isocenter	0.001	0.017	0.030	–0.020
Prostate	Isocenter	–0.001	0.016	0.022	–0.026
Head and neck	Isocenter	–0.010	0.013	0.011	–0.036
CShape (easier)	2.5 cm anterior to isocenter	–0.001	0.028	0.038	–0.059
CShape (harder)	2.5 cm anterior to isocenter	–0.001	0.036	0.054	–0.061
Overall combined		–0.002	0.022		
Confidence limit = ($ \text{mean} + 1.96\sigma$)				0.045	

施設毎の結果

TABLE VIII. High dose point in the PTV measured with ion chamber: [(measured dose) – (plan dose)]/prescription dose, averaged over all the test plans measured at each institution, with associated confidence limits.

	Institution									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Mean	–0.004	–0.012	–0.006	–0.007	0.017	0.002	–0.013	–0.014	–0.009	0.008
Standard deviation (σ)	0.023	0.021	0.011	0.004	0.014	0.012	0.044	0.004	0.030	0.019
Local confidence limit ($ \text{mean} + 1.96\sigma$)	0.049	0.053	0.028	0.015	0.044	0.026	0.098	0.022	0.068	0.044
Number of measurements	6	6	5	6	5	3	5	6	6	5

エレクタの結果 : 0.034

○ TG119の結果 ～評価点線量検証 低線量～

全体の結果

TABLE IX. Low dose point in the avoidance structure measured with ion chamber: [(measured dose) – (plan dose)]/prescription dose, averaged over the institutions, with associated confidence limits.					
Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	4 cm inferior to isocenter	–0.008	0.019	0.014	–0.050
Prostate	2.5 cm posterior to isocenter	0.000	0.018	0.030	–0.025
Head and neck	4 cm posterior to isocenter	0.004	0.024	0.061	–0.017
CShape (easier)	Isocenter	0.010	0.024	0.050	–0.037
CShape (harder)	Isocenter	0.009	0.025	0.055	–0.021
Overall combined		0.003	0.022		
Confidence limit ($ \text{mean} + 1.96\sigma$)				0.047	

施設毎の結果

TABLE X. Low dose point in the avoidance structure measured with ion chamber: [(measured dose) – (plan dose)]/prescription dose, averaged over all the test plans measured at each institution, with associated confidence limits.										
	Institution									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Mean	–0.006	–0.010	0.006	0.013	–0.005	n/a	–0.005	0.008	–0.008	0.045
Standard deviation (σ)	0.007	0.018	0.034	0.006	0.013	n/a	0.005	0.024	0.014	0.021
Local confidence limit ($ \text{mean} + 1.96\sigma$)	0.020	0.045	0.072	0.024	0.030	n/a	0.014	0.056	0.036	0.086
Number of measurements	5	5	5	5	5	1	5	5	5	4

エレクタの結果 : 0.034

○ TG119の結果 ～線量分布検証<各門>～

TABLE XIII. Per-field measurements: Average percentage of points passing the gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the institutions, with associated confidence limits.				
Test	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum
Multitarget	97.8	3.5	99.8	90.8
Prostate	98.6	2.4	100	93.3
Head and neck	98.1	2.0	100	94.2
CShape (easier)	97.4	2.8	99.8	93.0
CShape (harder)	97.5	2.6	99.9	94.0
Overall combined	97.9	2.5		
Confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$		7.0 (i.e., 93.0% passing)		

TABLE XIV. Per-field measurements: Average percentage of points passing the gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the test plans, with associated confidence limits.							
	Institution						
	A	B	C	D	E	F	H
Measurement device	Diode array	Diode array	EPID	Diode array	Diode array	Film	Diode array
Mean	98.9	93.3	99.4	99.2	98.6	99.6	96.8
Standard deviation(σ)	1.5	1.5	0.4	1.3	1.5	0.3	2.5
Local confidence limit $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$	3.9 (96.1%)	9.5 (90.5%)	1.3 (98.7%)	3.4 (96.6%)	4.3 (95.7%)	1.0 (99.0%)	8.1 (91.9%)
Number of studies	5	5	5	5	4	4	5

エレクタの結果：1.71

○ TG119の結果 ～線量分布検証<全門>～

TABLE XI. Composite film: Percentage of points passing gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the institutions, with associated confidence limits.

Test	Location	Mean	Standard deviation (σ)	Maximum	Minimum	Number of submissions
Multitarget	Isocenter	99.1	0.9	100	97.5	8
Prostate	Isocenter	98.0	2.24	99.8	94.2	7
	2.5 cm posterior	93.2	7.6	99.9	85	3
Head and neck	Isocenter	96.2	3.0	100	92.4	8
	4 cm posterior	97.6	1.5	98.9	95.6	4
CShape (easier)	Isocenter	97.6	3.9	100	88.9	7
	2.5 cm anterior to isocenter	93.9	5.0	99.6	87.9	5
CShape (harder)	Isocenter	94.4	6.0	99.4	86.2	5
	2.5 cm anterior to isocenter	93.0	7.2	99.9	81.3	5
Overall combined		96.3	4.4			
Confidence limit = $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$				12.4 (i.e., 87.6% passing)		

TABLE XII. Composite film: Percentage of points passing gamma criteria of 3%/3 mm, averaged over the test plans, with associated confidence limits.

	Institution							
	A	B	D	E	F	G	I	J
Number of film planes	9	9	4	7	4	9	5	5
Mean	99.5	92.6	99.9	97.6	98.0	93.0	95.8	97.5
Standard deviation (σ)	0.4	4.3	0.3	2.3	1.1	6.5	3.6	2.9
Local confidence limit $(100 - \text{mean}) + 1.96\sigma$	1.2(98.8%)	15.7(84.3%)	0.6(99.4%)	6.9(93.1%)	4.5(95.5%)	19.7(80.3%)	11.2(88.8%)	8.2(91.8%)

7. まとめ



まとめ ①

- 本ガイドラインは患者個々の品質保証試験ではなく、IMRTのコミッショニングに焦点を当てている。参加した米国各施設のデータは、その妥当性を判断するために役立つConfidence Limitを求めるために使用された。自施設で得られたConfidence LimitはTG119グループのものと同じかそれ以下でなければならない。
- TG119では評価点線量検証の高線量領域のConfidence Limitは4.5 %、低線量領域では4.7 %であった。この結果はPaltaらの勧告¹と一致している。彼らは高線量低勾配領域で5 %、低線量低勾配領域で7 %のAction Levelを推奨した。

まとめ ②

- TG119の輪郭は広いターゲットを有するわけではなく、エネルギーも6 MVのみのため、汎用性があるとは言えない。IMRTを開始する前はTG119のみではなく、他のエネルギーの確認を含め、合理的な模擬臨床症例でのテストが必要である。

Thank you

エレクトラ株式会社
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
エレクトラケアサポートセンター：0120-911-477
Mail：SoftwareService-Japan@elekta.com
URL：http://www.elekta.co.jp

