

# Unity Kickoff

## Part 2

Physics Service and Training



# 臨床に向けて

## 目的

治療開始までのトレーニングプログラムについてご説明し、臨床開始までの日程をお客様と調整します。

## 内容

- ・ DAT後の流れのご説明
- ・ Unityトレーニングのご紹介
- ・ 検討事項のご紹介
  - 事前トレーニング日程
  - 線量校正方法

## 対象者

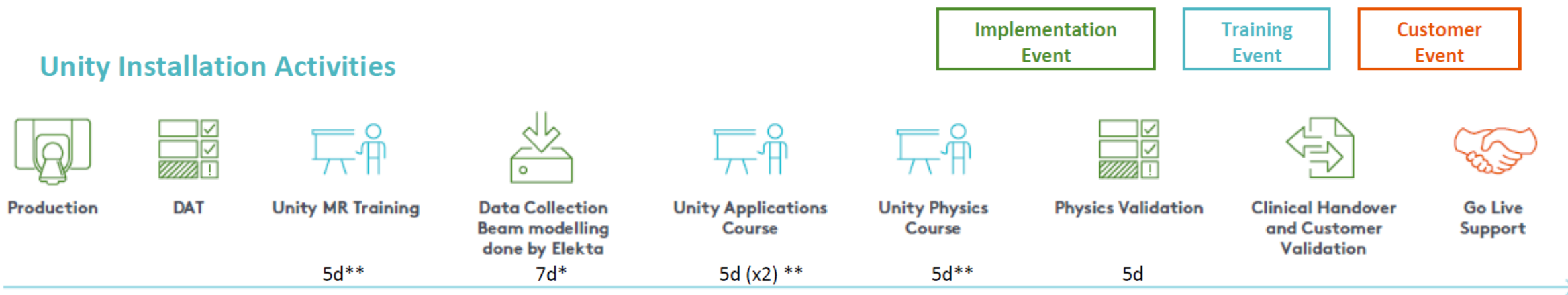
ご施設のUnity機器管理担当者

- ・ 技師
- ・ 物理士

内容	担当	時間
最初に DAT後の流れ	エレクタ株式会社 Unity アプリケーション スペシャリスト	5分
Data Collection		20分
Physics Training		
Absolute Dosimetry		
最終確認（機器構成含む）	15分	

# After DAT

## Unity Installation Activities



## Implementation events

### Production 据付

Unity の据付期間になります。この段階でキックオフを実施し、DAT 後のトレーニング内容や日程をご施設の希望を確認しながら設定します。

### Device Acceptance Test (DAT) 機器受け入れ試験

DAT では、エレクタインストーラーによって以下のテストが実施されます。

- ・仕様通りに製造されたか
- ・正常に動作するよう設定されたか (**Set To Work**～STW)

### Beam Data Collection / Beam Modeling ビームデータ収集 / ビームモデリング

ビームデータは、エレクタの物理士が持参した装置を使用して収集します。スキャンデータはガントリー0°および 270°で収集し、ノンスキャンデータは出力係数およびクライオスタートによる透過を特徴付けるためのデータを取得します。取得したデータを使用して、エレクタにてビームモデリングを実施します。

### Unity Physics Validation 受入試験

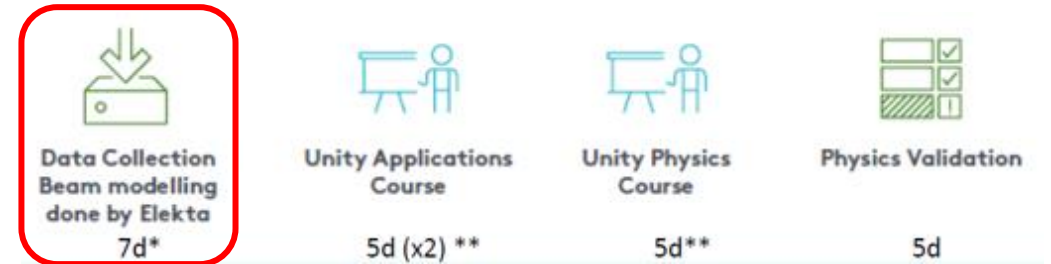
Unity Physics Validation は、ご施設の物理士立会いのもと実施される受入試験となります。Monaco ビームモデル、QA プランを含む Unity 一連の流れを確認します。

### Clinical Handover 引き渡し

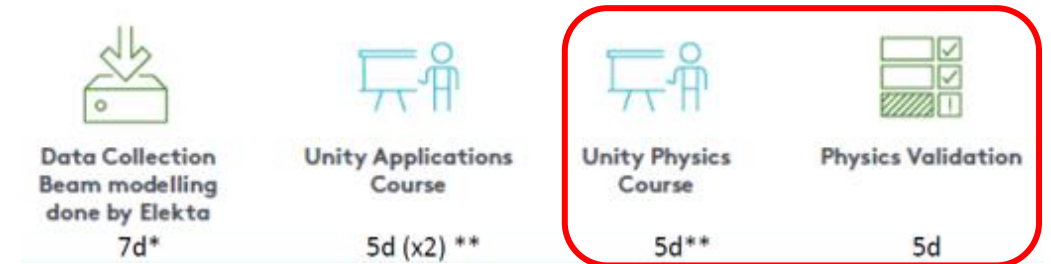
トレーニングと Physics Validation がすべて終了した時点で、エレクタは正式にシステムをご施設に引き渡します。ご施設にて検証活動を開始し、新規患者の治療に向けて準備を進めます。

# Summary

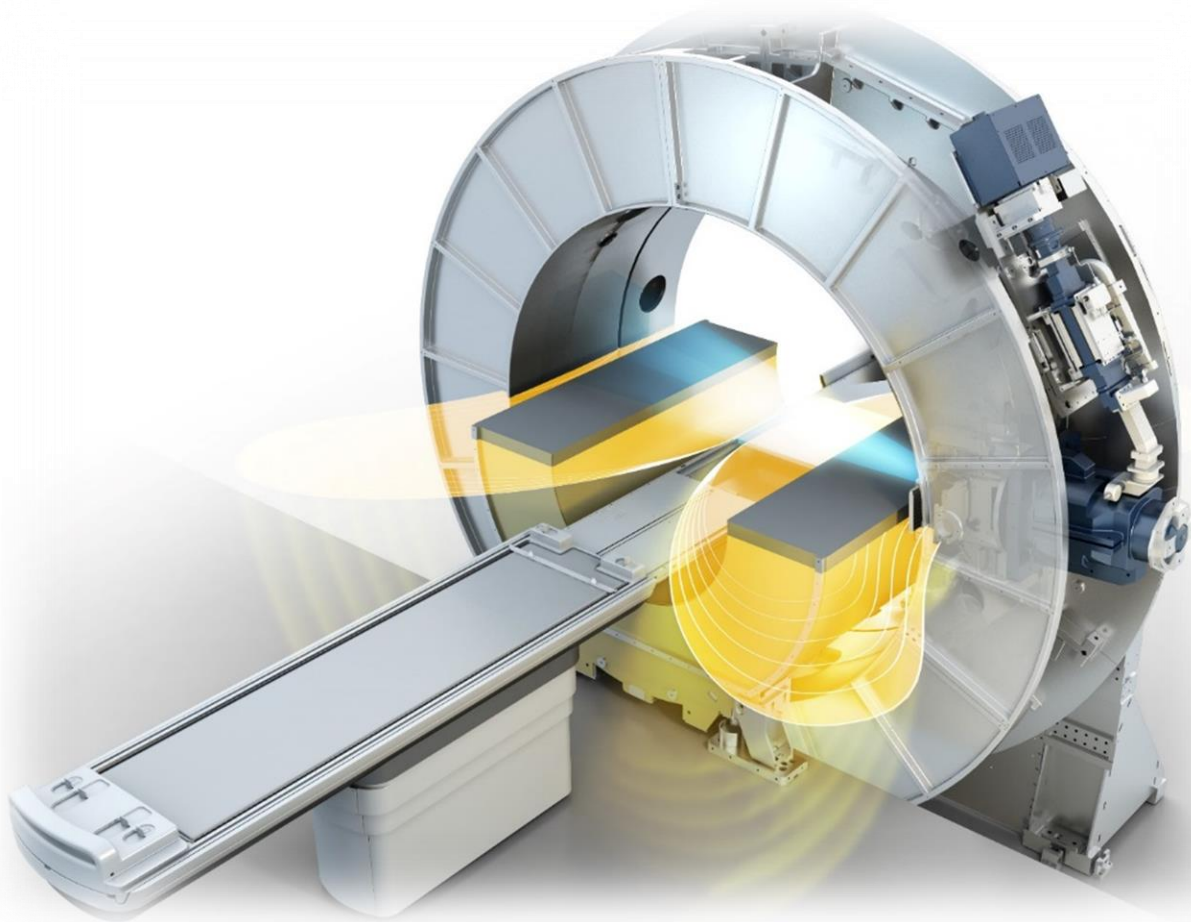
1. Beam Data Collection  
Beam Modeling



2. Physics Training  
- Physics Onsite Testing  
- Physics Validation



3. Absolute Dosimetry



# Beam Data Collection Beam Modeling

# Beam Data Collection

- Beam Modelingのための測定
- 測定はエレクタが実施する
- エレクタ保有の測定機材を使用する

- ◇ Scanning data:

- Gantry 0
- Gantry 270

- ◇ Non-Scanning data:

- Output factors (10cm depth)  
MicroDiamond と SemiFlex 3D を使用
- Cryostat Transmission  
Cryostat Transmission Tool Kit を使用  
Farmer Chamber で測定

- 測定期間: 7日間



Data Collection  
Beam modelling  
done by Elekta  
7d\*

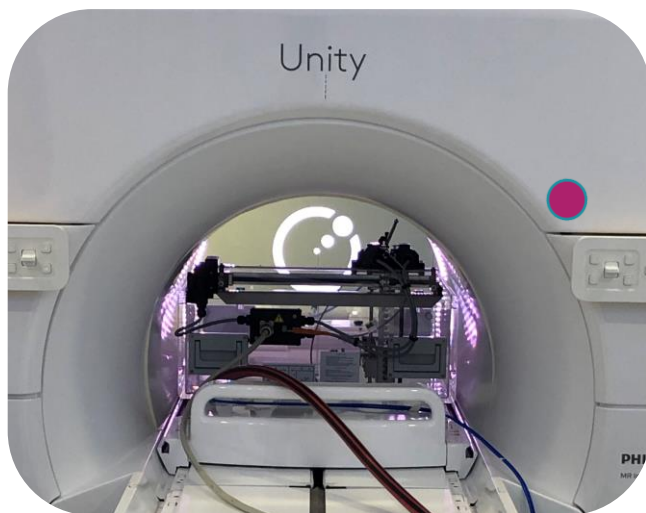
Unity Applications  
Course  
5d (x2) \*\*

Unity Physics  
Course  
5d\*\*

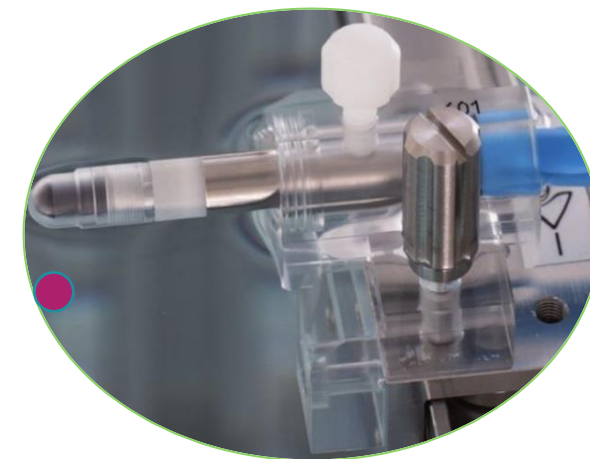
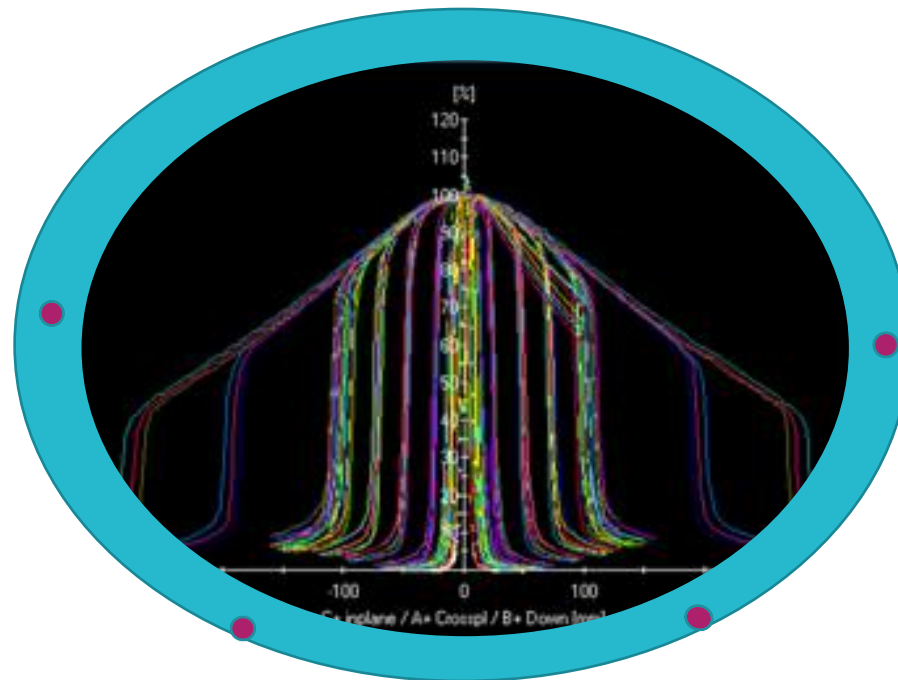
Physics Validation  
5d

# Beam Data Collection

## Beam Data Collection tools



**3D Water Phantom**



### **MR compatible Detector**

- *Semi flex 3D*
- *Microdiamond Detector*

### **Other Dosimetric tools**

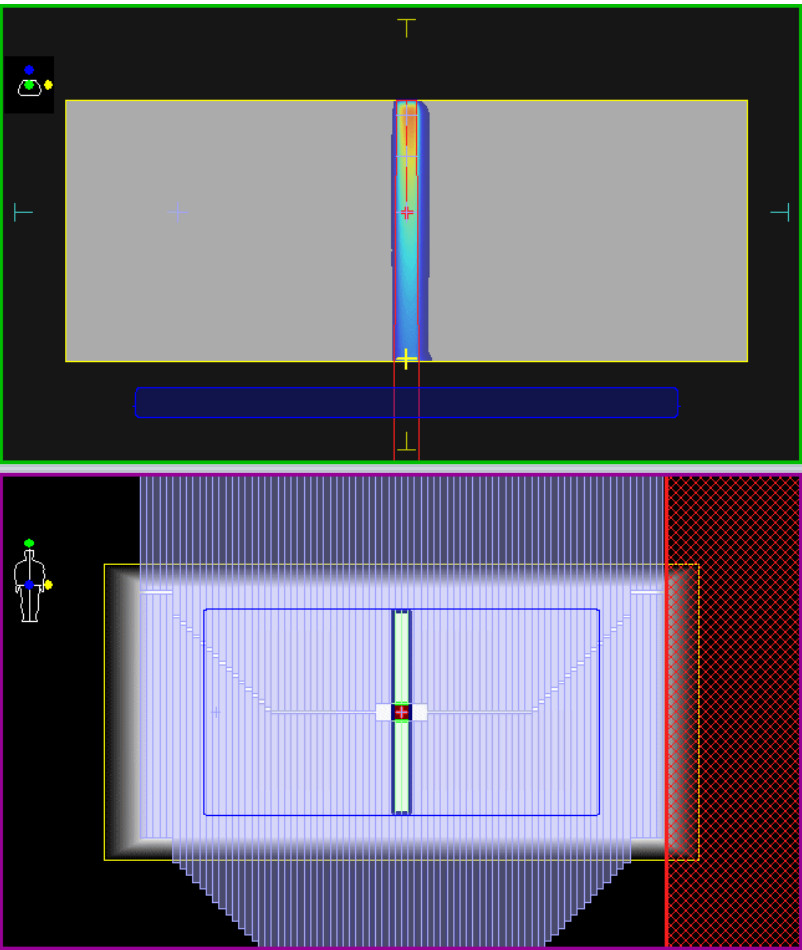
- *Cryostat characterization tool (CCT)*
- *Buildup cap for CCT*
- *Farmer Chamber*

### **Accessories**

- *Long extension cable*
- *Calibrated MR spirit level*
- *Plastic ruler*
- *Pencil*

# Data to be acquired

- Gantry 0 degree, SSD 133.5cm
  - 2x2 cm
  - 3x3 cm
  - 5x5 cm
  - 10x10 cm
  - 15x15 cm
  - 22x22 cm
  - 40x22 cm
  - 57x22 cm
- PDD depth
  - 0~13.0 cm
- Profiles depth
  - 1.3 cm
  - 5.0 cm
  - 10.0 cm

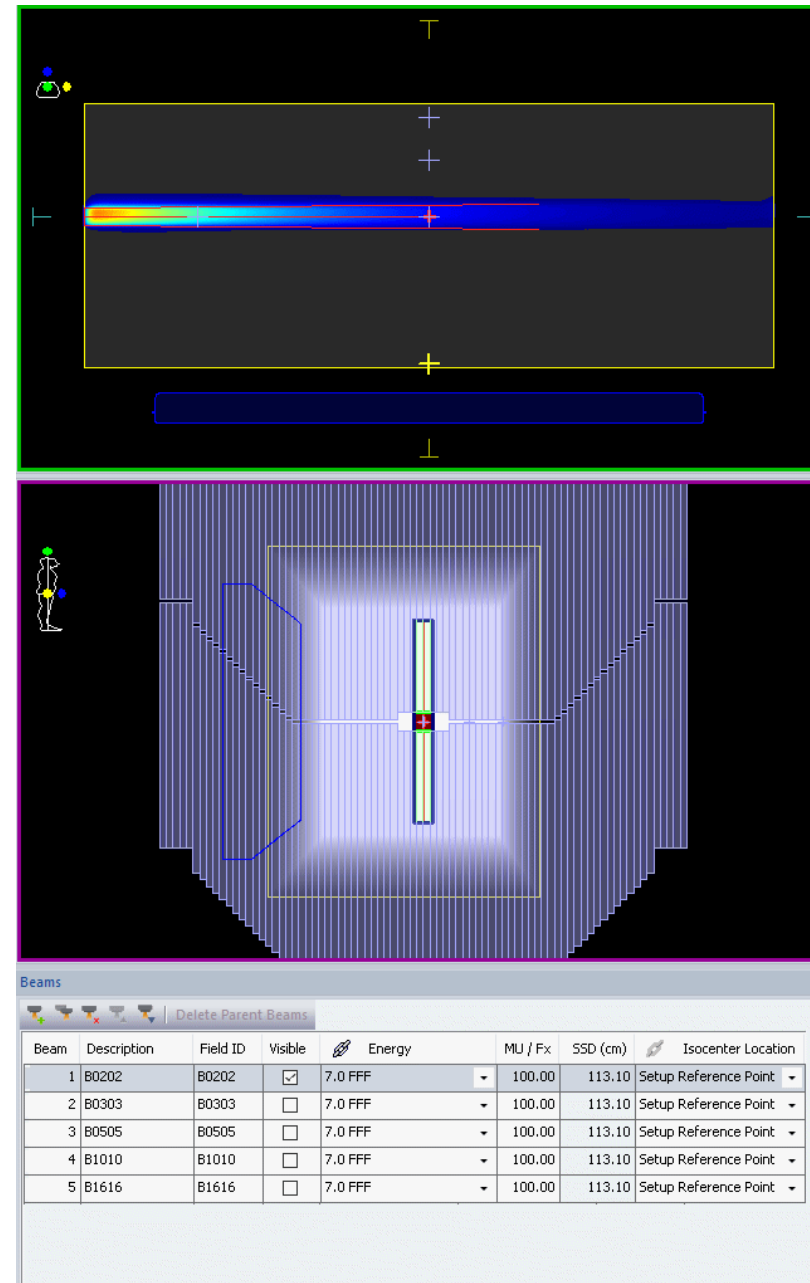


Beam	Description	Field ID	Visible	Energy	MU / Fx	SSD (cm)	Isocenter Location
1	A0202	02x02	<input checked="" type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
2	A0303	03x03	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
3	A0505	05x05	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
4	A1010	10x10	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
5	A1515	15x15	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
6	A2222	22x22	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
7	A4022	40x22	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point
8	A5722	57x22	<input type="checkbox"/>	7.0 FFF	100.00	133.50	Setup Reference Point

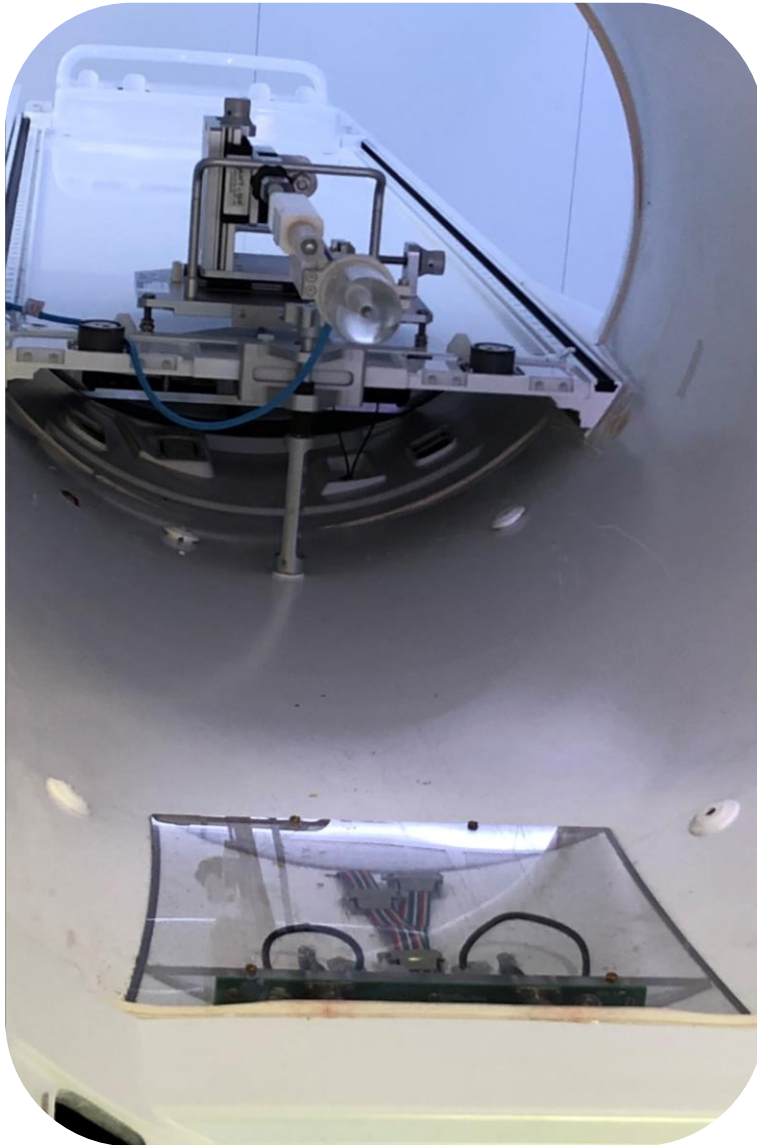


# Beams Used In Modeling

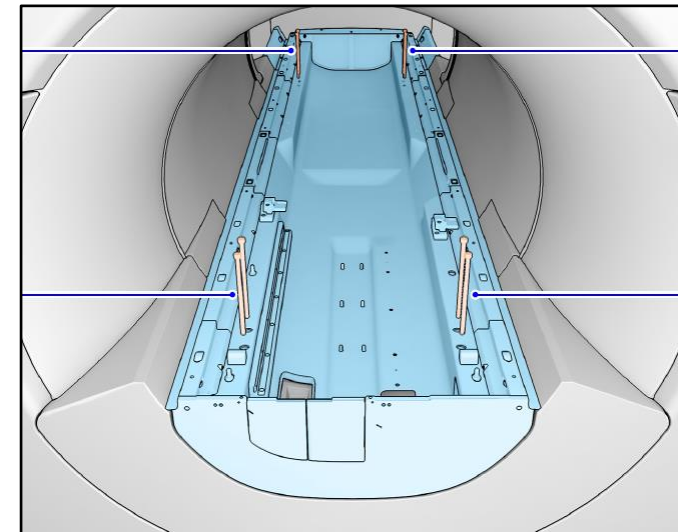
- Gantry 270 degree, SSD 113.1cm
  - 2x2 cm
  - 3x3 cm
  - 5x5 cm
  - 10x10 cm
  - 16x16 cm
- PDD depth
  - 0~35cm
- Profiles at
  - 1.3 cm
  - 5.0 cm
  - 10.0 cm
  - 20.0 cm
  - 30.0 or 30.4 cm



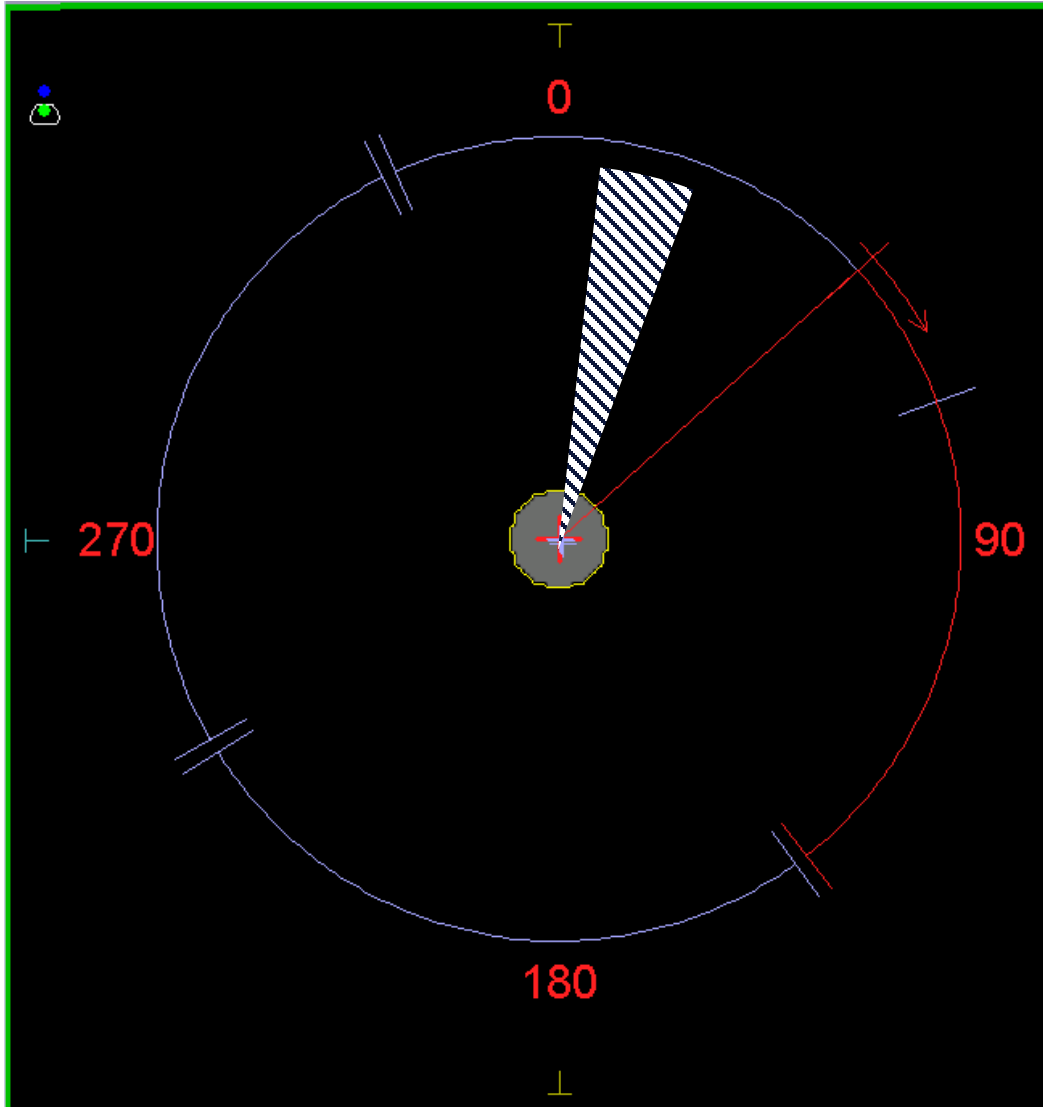
# Cryostat Transmission Tool Kit



- 専用機器を使用
- Couchを照射野内に含めない
- Bridgeを一時的に外す



# Cryostat Transmission



- 2°ステップで測定
- 超伝導ケーブルを保持するパイプラインを避けるため、6~20度のビームは除外



# Beam Modeling



Data Collection  
Beam modelling  
done by Elekta  
7d\*



Unity Applications  
Course  
5d (x2) \*\*

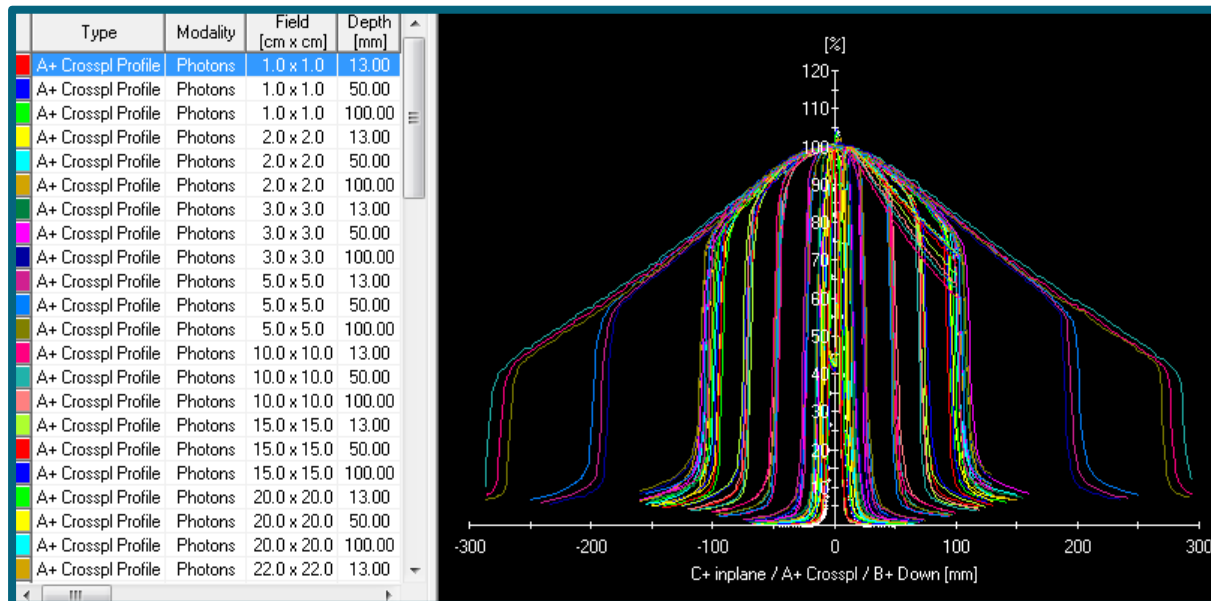


Unity Physics  
Course  
5d\*\*



Physics Validation  
5d

- お客様トレーニング中にBeam Modelingが実施される
- Beam model の検証はphysics トレーニングの7日目に実施する





# Physics Training

- Physics Validation
- Physics Onsite Testing

# Unity Physics

## Topics to be Covered



Data Collection  
Beam modelling  
done by Elekta  
7d\*



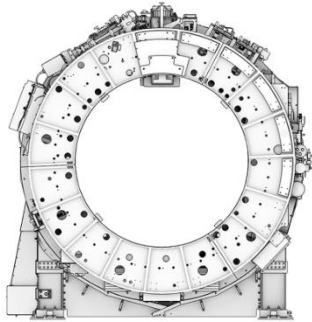
Unity Applications  
Course  
5d (x2) \*\*



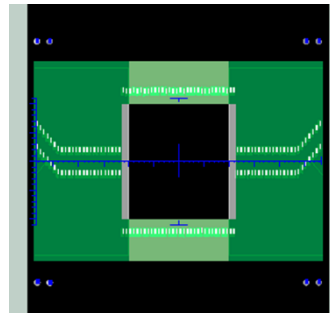
Unity Physics  
Course  
5d\*\*



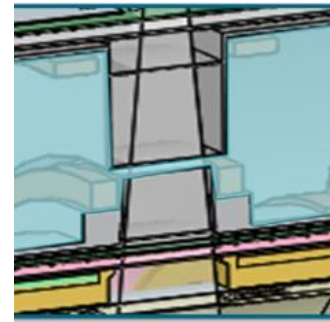
Physics Validation  
5d



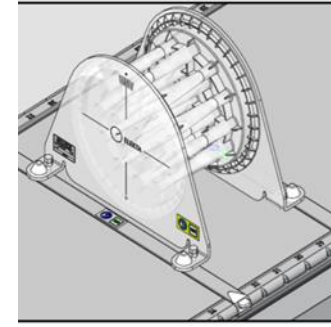
Day 1 – Unity  
Hardware and QA  
Introduction



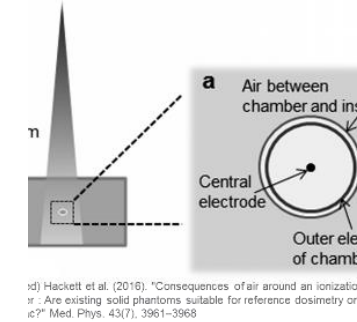
Day 2 – Unity  
Beam Limiting  
Devices



Day 3 – Unity  
Cryostat, Couch  
and Coil

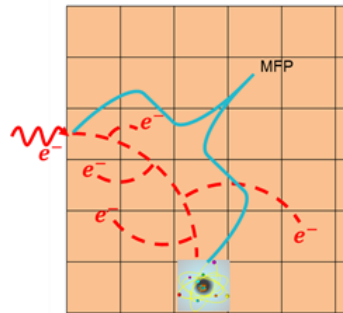


Day 4 – System  
Integration

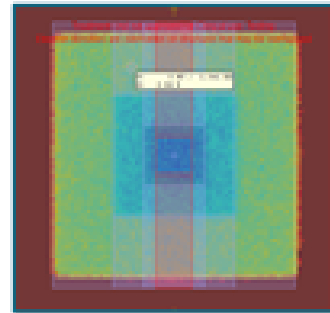


Day 5 – Unity  
Dosimetry

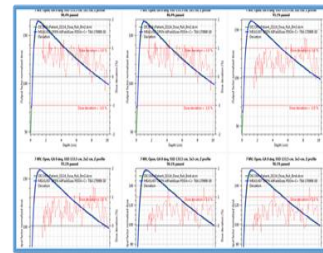
id) Hackett et al. (2016). "Consequences of air around an ionization chamber in a solid phantom: Are existing solid phantoms suitable for reference dosimetry on a linear accelerator?" Med. Phys. 43(7), 3961–3968



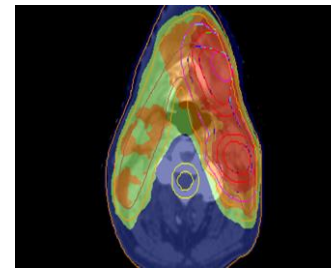
Day 6 – Monaco  
Concepts and  
Algorithms



Day 7 – Physics  
Validation



Day 8 – Model  
Testing



Day 9 – Clinical  
Case QA

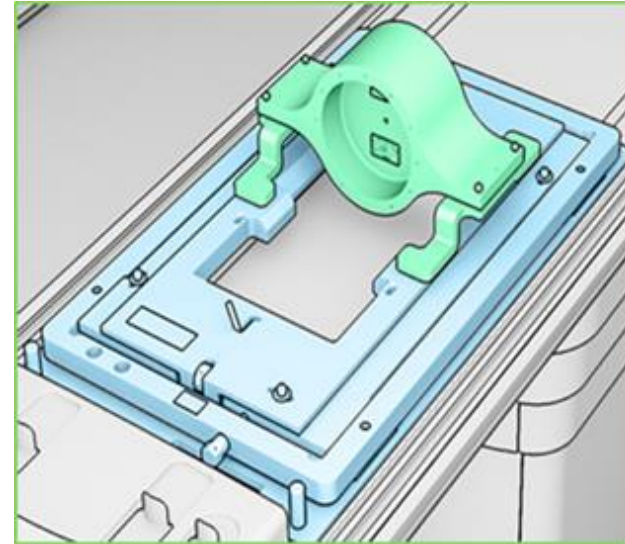


Day 10 – End to  
End QA

# Unity Physics Validation and Onsite Testing



*Unity Physics Onsite Testing*



*Unity Physics Validation*

# Unity Physics Onsite Testing

10日間のPhysics Trainingで行う様々な実習のことで、Commissioningで行われるべき項目を、弊社立会いのもと実施する

- Commissioning をサポートするため
- Unity QA パフォーマンスを評価するため
- Commissioning 時の問題を現場で速やかに解決するため
- Go-Live を促進するため

※ 実習に必要な機器はエレクタが用意するが、ご施設様保有の機器を使用することも可能



# Unity Physics Onsite Testing

以下の実習をお客様と一緒にを行う

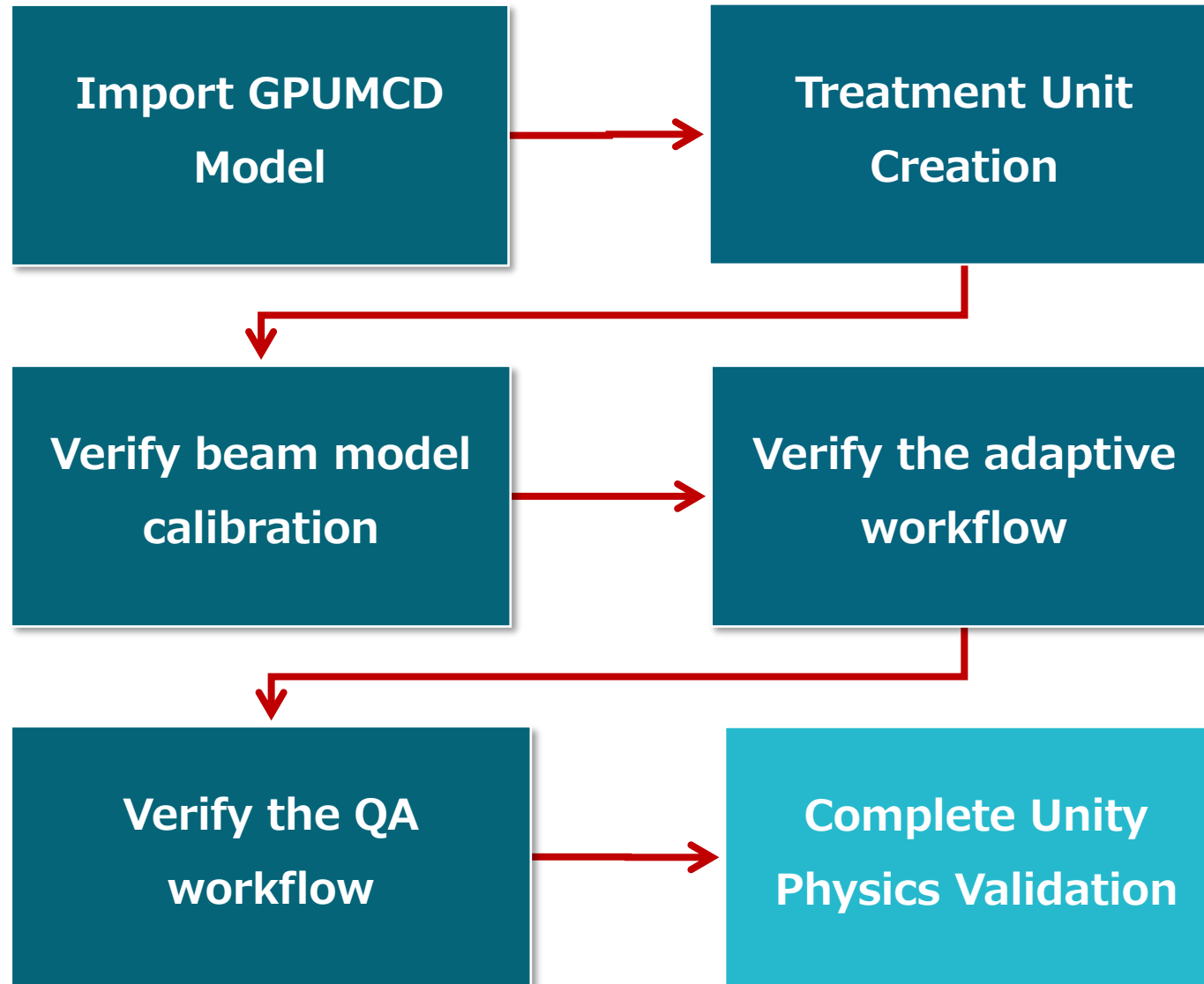
Unity Physics Onsite Testing		
Mechanical System Performance	Dosimetric System Performance	TPS Beam Model Testing
<ul style="list-style-type: none"><li>• Safety</li><li>• MR Helium Fill Level</li><li>• Gantry Position</li><li>• MVI Image Quality</li><li>• MLC Positional Accuracy</li><li>• Treatment Couch Accuracy</li><li>• MV Isocenter Size</li><li>• MR to MV Isocenter Coincidence</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• MU Linearity</li><li>• Beam Profile Flatness</li><li>• Beam Profile Symmetry</li><li>• Beam Quality</li><li>• Output vs Gantry Angle</li><li>• MLC Transmission</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simple Field Testing</li><li>• CT to ED Testing</li><li>• Patient Orientation Testing</li><li>• Heterogeneous Field Testing</li><li>• Clinical Case Delivery Performance</li><li>• End-to-End Testing</li></ul>

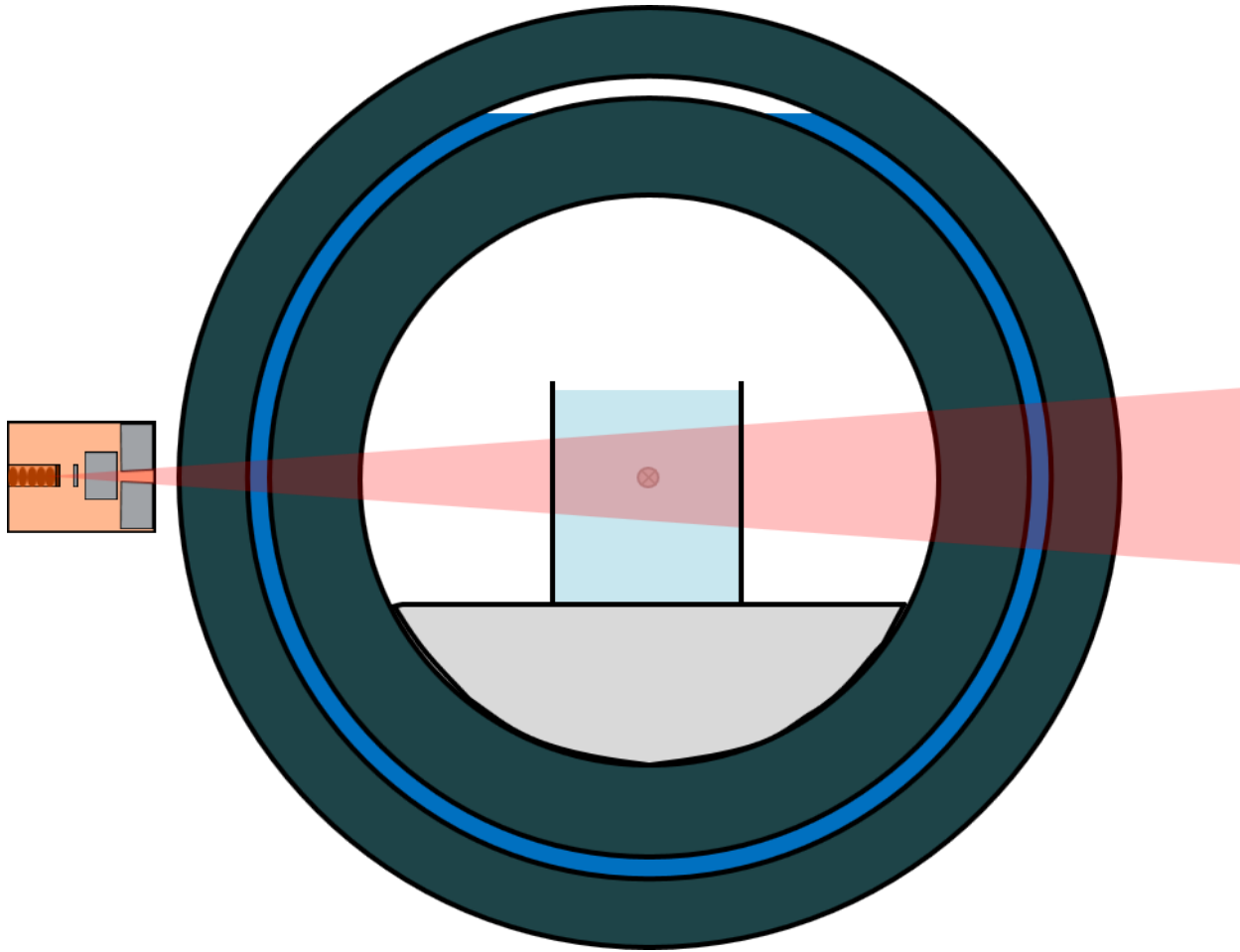
# Unity Physics Validation

## 受入試験

- 検証項目
  - Monaco Beam Model のキャリブレーション
  - Treatment delivery の検証
  - QA plan delivery の検証
- 結果はエレクタによってUnity Physics Validation Checklistの対応するセクションに記録され、システムがお客様へに引き渡される前に、お客様によって承認される

# Unity Physics Validation





# Absolute Dosimetry

# Formalism

## Adaptation Strategies

現在の公式は、磁場による電離箱の影響を説明していない

Original Formalism  $D_W^Q = M \cdot N_{D,W}^{60Co} \cdot k_Q$

Adapted Formalism  $D_W^Q = M \cdot N_{D,W}^{60Co} \cdot k_Q \cdot k_B$

補正係数 $k_B$ を使用して、磁場による電離箱の影響を考慮する必要がある

# Published values of $k_B$

## Adaptation Strategies

- $k_B$ が検討された3つの論文をご紹介します

- # 1 O'Brien, D J et al. "Reference dosimetry in magnetic fields: formalism and ionization chamber correction factors." Medical physics vol. 43,8 (2016): 4915. doi:10.1118/1.4959785
- # 2 Van Asselen, Bram, et al. "A formalism for reference dosimetry in photon beams in the presence of a magnetic field." Physics in Medicine & Biology 63.12 (2018): 125008.
- # 3 Malkov, Victor N, and D W O Rogers. "Monte Carlo study of ionization chamber magnetic field correction factors as a function of angle and beam quality." Medical physics vol. 45,2 (2018): 908-925. doi:10.1002/mp.12716

# Published values of $k_B$

## Adaptation Strategies

# 1

TABLE III. Ionization chamber magnetic field correction factors and their statistical uncertainties (rounded to the nearest 0.05%) for three orientations: parallel ( $k_{B_{\parallel}}^{Q_{msr}}$ ); clockwise perpendicular ( $k_{B_{\curvearrowright}}^{Q_{msr}}$ ); and counter-clockwise perpendicular ( $k_{B_{\curvearrowleft}}^{Q_{msr}}$ ).

Detector	$k_{B_{\parallel}}^{Q_{msr}}$	$k_{B_{\curvearrowright}}^{Q_{msr}}$	$k_{B_{\curvearrowleft}}^{Q_{msr}}$	Uncertainty (%)
PTW 30013	0.994	0.961	0.976	0.15
PTW 30012 <sup>a</sup>	0.992	0.958	0.970	0.25
PTW 30011 <sup>a</sup>	1.000	0.958	0.968	0.25
PTW 30010 <sup>a</sup>	0.996	0.961	0.975	0.25
NE2571 <sup>a</sup>	1.003	0.962	0.973	0.20
NE2571	1.001	0.962	0.973	0.15
Exradin A19	1.005	0.962	0.956	0.25

<sup>a</sup>Chambers modeled with a 1 mm thick layer of PMMA representing a water-proof sleeve.

O'Brien, D J et al. "Reference dosimetry in magnetic fields: formalism and ionization chamber correction factors." Medical physics vol. 43,8 (2016): 4915. doi:10.1118/1.4959785

# Published values of $k_B$

## Adaptation Strategies

# 2

**Table 2.** The  $k_{B_{\perp},Q}$  and  $k_{B_{\parallel},Q}$  of the UMC Utrecht data compared with the reported data in the literature based on measurements (M) and Monte Carlo (MC) calculations for two ionization chamber models. Uncertainties are shown between brackets as the least significant digit of the reported value. All uncertainties are of Type A, i.e. based on statistical methods only, except for de Prez *et al*, which includes Type B errors as well.

Chamber type	Reference		TPR <sub>20,10</sub>	$k_{B_{\perp},Q}$	$k_{B_{\parallel},Q}$
PTW 30013	UMC Utrecht	M	0.701	0.963(2)	0.992(2)
	de Prez <i>et al</i> (2016b)	M	0.702	0.961(7)	
	O'Brien <i>et al</i> (2016)	MC	0.695	0.976(1)	0.994(1)
				0.961(1) <sup>a</sup>	
	Malkov <i>et al</i> (2017a)	MC	0.695		0.988(1)
IBA FC65-G	UMC Utrecht	M	0.701	0.952(2)	0.997(3)
	de Prez <i>et al</i> (2016b)	M	0.702	0.951(7)	
	Malkov <i>et al</i> (2017a)	MC	0.695		0.992(1)

<sup>a</sup> Result obtained with chamber in the perpendicular orientation as shown in figure 2, but with the magnetic field in the opposite direction.

Van Asselen, Bram, et al. "A formalism for reference dosimetry in photon beams in the presence of a magnetic field." *Physics in Medicine & Biology* 63.12 (2018): 125008.



# Published values of $k_B$

## Adaptation Strategies

# 3

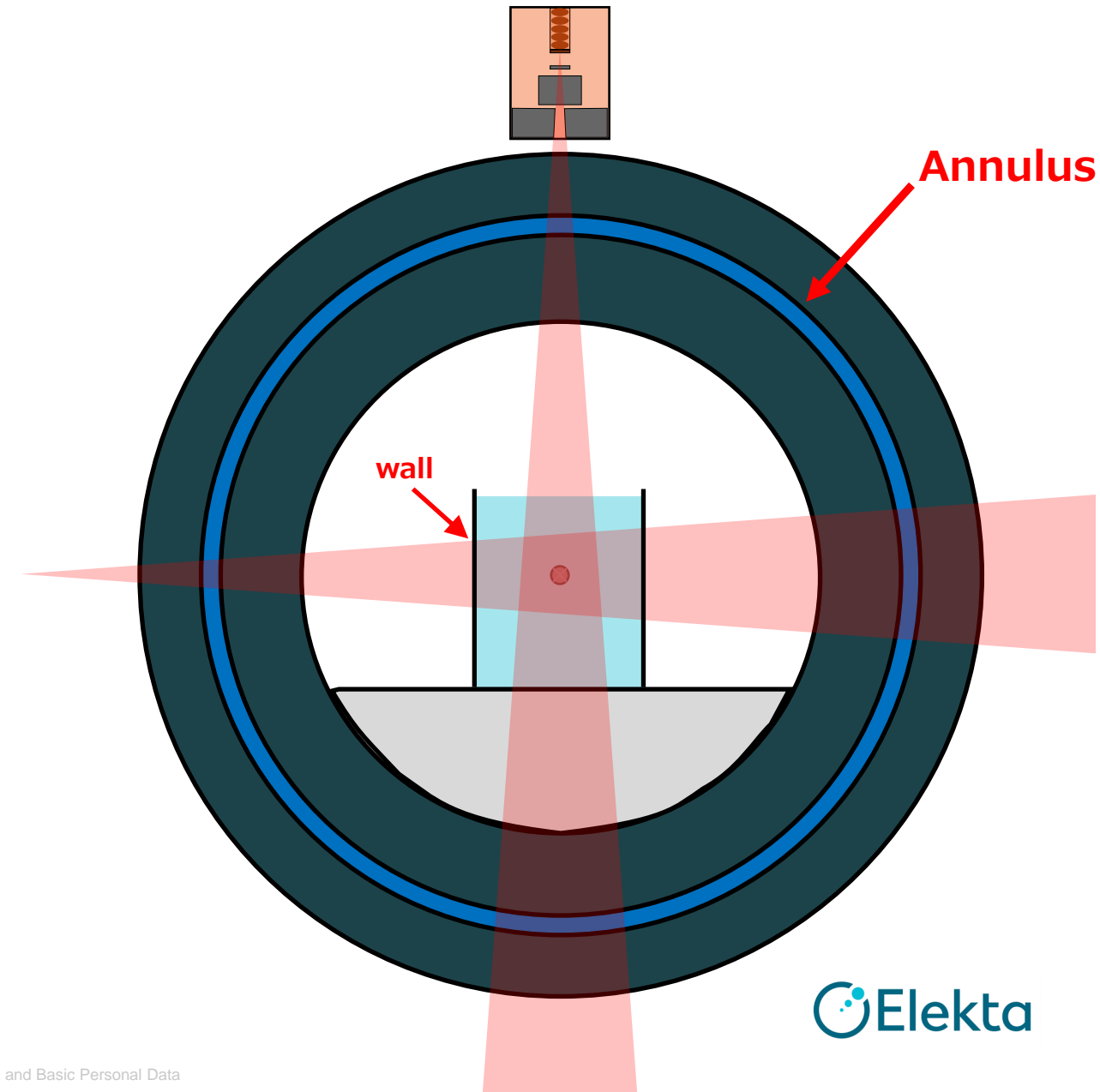
TABLE V. The  $\parallel_{ch}$  orientation  $k_B$  values of O'Brien et al. and this work, and  $\Delta k_B$  the percent difference between those values. The NE2571 is simulated with a waterproof sleeve

	O'Brien et al. <sup>15</sup> $k_B$	This work $k_B$	$\Delta k_B$ (%)
PTW 30013	0.994(2)	0.9881(6)	$0.6 \pm 0.2$
PTW 30012	0.992(3)	0.9870(6)	$0.5 \pm 0.3$
PTW 30011	1.000(3)	0.9920(6)	$0.8 \pm 0.3$
PTW 30010	0.996(3)	0.9871(6)	$0.9 \pm 0.3$
NE2571 <sup>w</sup>	1.001(2)	0.9888(7)	$1.2 \pm 0.2$
Exradin A19	1.005(3)	1.0007(8)	$0.4 \pm 0.3$

# Reference Conditions

## Gantry Angle

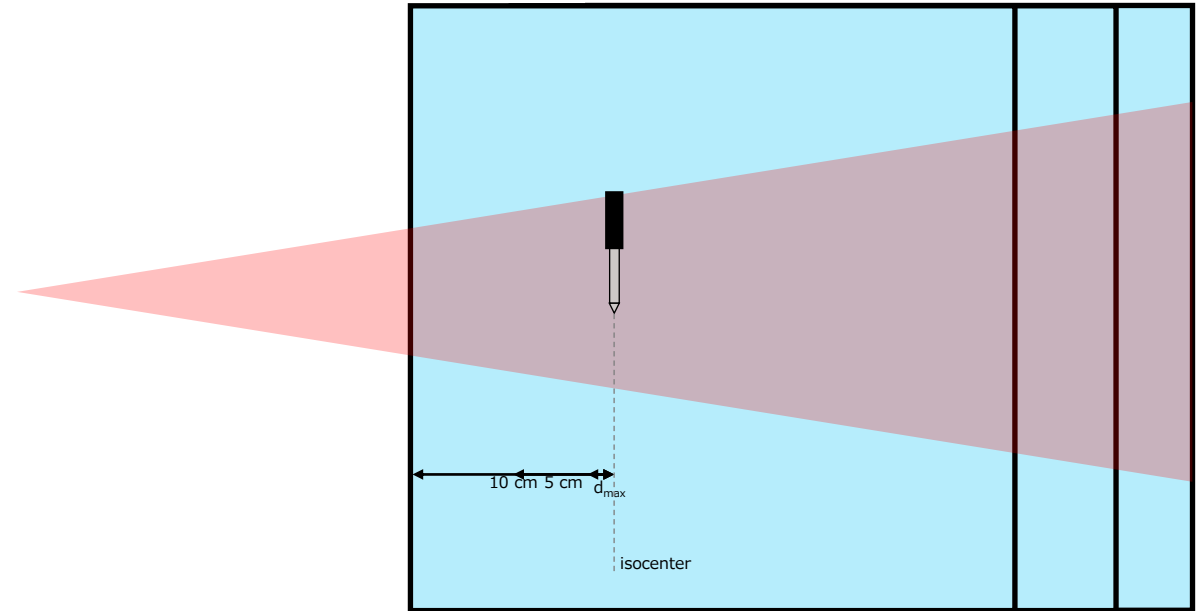
- ビームは液体ヘリウムを含む管腔を通過する
- 管内のヘリウム充填レベルは、ガントリー0°での線量出力に影響を与える可能性がある  
※ **最大0.9%**
- エレクタ はガントリー90°または270°で線量測定をすることを推奨する
  - これにより、計画線量全体に対する全体的な影響が最小限に抑えられる
- これには、水ファントムの側壁を照射する必要がある
  - 壁の水等価深を考慮する必要がある



# Reference Conditions

## Calibration Depth

- Unityの線量率は425MU/min
- 校正深度は重要な考慮事項
- 一般的なキャリブレーション条件は1cGy/MU
  - Isocenter @ depth  $d_{max}$  (1.3 cm)
  - Isocenter @ depth 5 cm (recommendation)
  - Isocenter @ depth 10 cm
- キャリブレーション深度が深いほど、出力が高くなり次のような結果になります
  - より高いgun duty cycle (~99% for depth 10 cm)。これはマグネトロンに負荷がかかり、寿命を縮める可能性がある
  - Monaco でのプランニングの際、MU/segの最小制約を満たすために、IMRTプランで生成するセグメントを減らし、プランの品質を制限する場合がある



# Absolute Dosimetry – ご検討事項

- $k_B$ の決定
- キャリブレーションを行うガントリー角度
- キャリブレーションを行う深さ

# Summary

1. Beam Data Collection  
Beam Modeling

2. Physics Training

- Physics Onsite Testing
- Physics Validation

3. Absolute Dosimetry

# ご検討事項

## 1. Beam Data Collection

- 測定はどちらの機材を使用しますか(エレクタ or ご施設様)
- ご施設様の機材を使用する場合、測定にお立会いいただけますか

## 2. Physics Training

- どなたが参加されますか
- 測定はどちらの機材を使用しますか(エレクタ or ご施設様)

## 3. Absolute Dosimetry

- $k_B$ の決定
- キャリブレーションを行うガントリー角度
- キャリブレーションを行う深さ

# Thank you

---

