

# MU2net

測定の手引き

## 目次

第1章 はじめに.....	2
第2章 ビームデータ測定項目 .....	6
第3章 DICOM RT Plan について .....	12

### 《改定履歴》

初版 2020年 9月30日
第2版 2020年 11月20日
第3版 2021年 4月27日
第4版 2021年 11月10日
第5版 2021年 11月26日

### 《主な改定内容》

第2版	光子線の測定項目に XiO から Monaco のコンバージョンの場合を追加 表記を cm に変更
第3版	IBA 社製のファントムデータにおいて、.opab を追加 Sun Nuclear 社製のファントムデータの提出形式を追加
第4版	モデリング作業の流れを一部修正 測定機材の確認 3次元水ファントムについて追記 <b>タイプ E</b> (電子線) のインサート擾乱係数について補足
第5版	誤字脱字の修正

## 第 1 章 はじめに

MU2net は、外部放射線治療におけるセカンダリチェック（独立計算検証）のためのソフトウェアで、以下に対応します。

- 光子線：3D-CRT、IMRT、VMAT
- 電子線：Static Beam

『MU2net 測定の手引き』（以下「手引き」）はモデリングに必要となるデータについてまとめ、それぞれの項目について解説した資料です。作業を始める前に必ず内容をご確認ください。

### モデリング作業の流れ

1. MU2net のモデリング（Beam Library 作成）は DOSIsoft 社の物理士が、以下の作業はエレクトラ株式会社が担当します。ご施設より本資料で説明されたモデリングに必要なデータを受け取る
2. 確認後、DOSIsoft 社へ施設データを提出
3. モデリング（DOSIsoft 社）
4. 受取った Beam Library を、現地にて施設の MU2net に登録（モデル納品）

上記 1 において、下記のデータをメール添付でエレクトラ株式会社のアプリケーションフィジックスチームまでお送りください。件名を「MU2net モデリングデータ」とし、本文には貴施設名を必ずご記入いただきますようお願いいたします。

- A. MU2net 記入シート
  - 治療機情報
  - ファクタ
- B. スキャンデータ
- C. DICOM RT Plan

### MU2net 記入シート

モデリングに必要な情報を記入するシートです。

### 測定項目と DICOM RT Plan

測定項目(ファクタとスキャンデータ)と RT Plan の詳細はそれぞれ第 2 章と第 3 章に記載しております。

## 関連資料はエレクタ株式会社のウェブサイトよりダウンロードできます

「手引き」やその他資料はエレクタ株式会社ウェブサイト (<https://www.elekta.co.jp/>)  
物理サービス / 資料ダウンロードにご用意しています。

### 【PDF ファイル】

「MU2net 測定の手引き」

本ドキュメントです。

### 【Word ファイル】

「MU2net 記入シート」

モデリングに必要な情報を記入するシートです。

### 【Excel ファイル】

「測定の項目チェックシート」

測定データをまとめる際のチェックシートです。

## ご不明な点がある場合はお問い合わせください

ご不明な点がありましたら、エレクタケアサポートセンターまでご連絡いただきモデリング担当者をご用命ください。また、メールでのお問い合わせもお受けしております。

エレクタケアサポートセンター：0120-659-043（ガイダンス 4）

メールアドレス：SoftwareService-Japan@elekta.com

### 本ドキュメントで使用される略語と定義

IEC	International Electrotechnical Commission 国際電気標準会議
SAD	Source-axis distance 線源回転軸間距離
SSD	Source-surface distance 線源表面間距離
PDD	Percentage Depth Dose 深部量百分率
MLC	Multi-leaf collimator 多分割コリメータ
EDW	<i>Enhance Dynamic Wedge</i> Varian 治療機のみ使用可能なソフトウェッジ

VW	Virtual Wedge Siemens 治療機のみ使用可能なソフトウェッジ
TPR	Tissue Phantom Ratio 組織ファントム線量比
MU	Monitor Unit モニタユニット
FFF	Flattening Filter Free フラットニングフィルタフリー

### 座標系

- 治療機の回転方向、スケール、そして動きは IEC 規約 (IEC-1217) が用いられています。固定座標系( $X_f$ ,  $Y_f$ ,  $Z_f$ )は、図 1 に示す方向に従って定義されます。
- 本ドキュメントにおける長さの単位は cm です。
- 回転角度 (°) は負の数値を受け付けません。

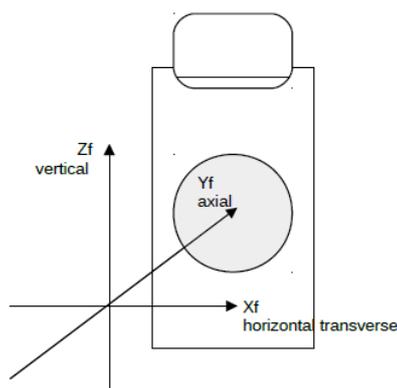


図 1. 固定座標系

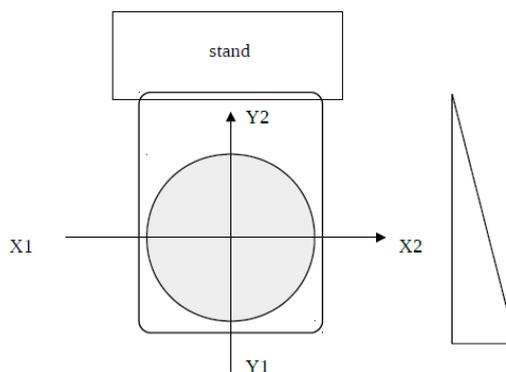


図 2. Jaw ラベルとウェッジフィルターの向き

幾何学的原点に関しては、以下の通り定義します。

- ビーム軸が下に向けられ、アイソセンタを通過する時、ガントリー回転角度は 0 度
- フィールドの  $X1$  および  $X2$  のエッジがガントリーの  $Yf$  回転軸に平行である場合、コリメータ回転角度は 0 度 (図 2 ~ コリメータが 0 度、治療機の上から見た図)。内装ウェッジを備えた治療機の場合、ウェッジの薄い方が *Stand* に向けられる。
- 寝台の縦方向の正中線が  $Yf$  と一致または平行である場合、カウチ回転角度は 0 度

## コリメーションデータおよびフィールドアパーチャについて

- アクセサリーの有無にかかわらず、フィールドアパーチャに関するすべての幾何学的データは、治療機のアイソセンタ距離(SAD)で示します。
- 光子線の線量測定データ：照射野のすべてのサイズが、治療機のアイソセンタ距離(SAD)で保存され、解釈されます。
- 電子線の線量測定データ：照射野のすべてのサイズが、治療に使用する SSD にかかわらず、治療機のアイソセンタ距離(SAD)で保存され、解釈されます。これは、アプリケーションサイズが常に SAD で提供され、カットアウトアパーチャは常に SAD でコーディングされます。

## 測定機材の確認

- **Large Phantom (三次元水ファントム)**：電子密度と原子組成からみた半無限均質媒質、水等価物質を指します。実際には、線量測定データが全散乱条件で、水槽内で測定されることを意味します。これには、照射野外側縁より少なくとも 5cm 大きく、測定深より 5cm 大きい必要があります。

## 第2章 ビームデータ測定項目

本章では測定項目の一覧表を案内します。

【表 2-1】 測定項目の対応表

条件	測定項目一覧表
MU2net で必要になるデータ (光子線)	タイプ A
Monaco モデリングを実施された場合 (光子線)	タイプ B
AGL を実施された場合 (光子線)	タイプ C
XiO から Monaco へのコンバージョンを実施する場合 (光子線)	タイプ D
電子線	タイプ E

### 注意事項

- 光子線に関して、測定は SAD セットアップで行います。
- ソフトウェッジ (EDW、VW) に関連した測定は不要です。
- シャドウトレイを臨床で使用していない場合は、関連した測定は不要です。
- 電子線の治療において、矩形のインサート (ブロック<sup>1</sup>) を使用する場合はそれに関する測定があります。

<sup>1</sup> Aktina キットを使用してブロックを作成される場合は、弊社のウェブサイト (物理サービ&gt;Linac> 『Aktina 社製電子線ブロック作成キット使用法』) を参考にしてください。

【表 2-A】 ビームデータ測定一覧表（**タイプ A**：光子線）

測定項目		照射野	測定条件
Open	TPR <sub>20,10</sub>	10x10	
	PDD	3x3, 4x4, 5x5, 7x7, 10x10, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, 40x40	SSD = 90 or 100
	Lateral Inlineのみ	30x30	d=10 (SSD = 90)
	絶対線量 [Gy/100 MU]	10x10	d=10 (SSD = 90)
Physical	TPR <sub>20,10</sub>	10x10	
Wedge	PDD	3x3, 4x4, 5x5, 7x7, 10x10, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, 長方形：Max×Max※	SSD = 90 or 100
	Wedge Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)
Shadow-tray	Transmission Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)

※ Wedge 装着時の最大照射野サイズです。

【表 2-B】 Monaco + MU2net の場合に必要な測定項目（**タイプ B**：光子線）

測定項目		照射野	測定条件
Physical	TPR <sub>20,10</sub>	10x10	
Wedge	PDD	3x3, 4x4, 7x7, 12x12, 25x25, 30x30	SSD = 90 or 100
	Wedge Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)
Shadow-tray	Transmission Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)

【表 2-C】 AGL + MU2net の場合に必要な測定項目（**タイプ C**：光子線）

測定項目		照射野	測定条件
Open	PDD	4x4, 7x7, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 40x40	SSD = 90 or 100
Physical	TPR <sub>20,10</sub>	10x10	
Wedge	PDD	3x3, 4x4, 5x5, 7x7, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30	SSD = 90 or 100
	Wedge Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)
Shadow-tray	Transmission Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)

【表 2-D】 XiO から Monaco へのコンバージョンを実施する場合<sup>2</sup>（**タイプ D**：光子線）

測定項目		照射野	測定条件
Open	Lateral Inlineのみ	30x30	d=10 (SSD = 90)
Physical	TPR <sub>20,10</sub>	10x10	
Wedge	PDD	3x3, 4x4, 7x7, 12x12, 15x15, 25x25, 長方形：Max×Max※	SSD= 100
	Wedge Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)
Shadow-tray	Transmission Factor	10x10	d=10 (SSD = 90)

<sup>2</sup> **XiO モデリング時のオリジナル (.rfb, .opab, .mcc) のスキャンデータが必要です。**  
オリジナルが無い場合は表 2-A を参照ください。

## スキャンデータのまとめ方

- スキャンデータは以下の形式でお送りください。  
IBA (.opab もしくは .rfb)、PTW (.mcc)、Sun Nuclear (.snctxt)
- 重複するスキャンデータがないことを確認してください。検出器の比較などの目的で同じデータを取得した際は、どちらのデータを提出するかをご施設にて判断ください。
- スキャンデータは以下のようにエネルギー毎にフォルダを分けてください。

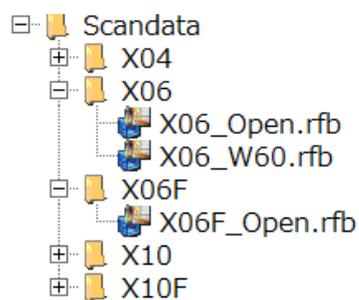


図3 例：スキャンデータのまとめ方

【表 3-E】 ビームライブラリのための測定項目 (タイプ E : 電子線)

測定項目	照射野	深さ <sup>3</sup>	測定条件
絶対線量 [Gy/100 MU]	10x10	Z <sub>ref</sub>	SSD100
R100、R95、R90、R85、 R80、R50 (※)	10x10		SSD100
Output Factor SSD100, アプリケータ 10x10 で正規化	各コーン	Z <sub>ref</sub>	治療で用いる SSD
インサート擾乱係数 最大開口で正規化	正方形および長方形の インサート (*)	Z <sub>ref</sub>	治療で用いる SSD

(※) 記入シートには単位mmの数値をご記入ください。

(\*) インサート擾乱係数は、以下の条件に基づいて決定されます。

- (1) インサートの正方形または長方形の開口部 (X,Y) または (X<sub>eq.</sub>, Y<sub>eq.</sub>) がライブラリの値に対応する場合、対応する値が直接使用されます。
- (2) 対応する値はないが、X方向とY方向で内挿できる場合は、内挿された値が使用されます。
- (3) 近接補間ができない場合は、インサート擾乱係数は1となり、検証計算ではインサートが考慮されないことを意味します。

MU2net ではインサートの擾乱係数を反映させます。測定するインサートサイズは任意で決めることができます。患者毎にインサートを作成していない場合はすべてのサイズのインサートを測定することをお勧めします。多くのサイズのインサートを実測していただくと、より精度が上がります。

多くのサイズのインサートをお持ちの場合や患者毎に作成している場合は、間引いて測定することが可能です。ただし、最小と最大の正方形の測定値のみでは補間をすることはできません。下記の表を埋めるよう測定を行う必要があります。最低でも緑枠内の測定が必要です。

<sup>3</sup> Z<sub>ref</sub> は、「水吸収線量の標準計測法 12」で定義されている校正深 d<sub>c</sub> になります。

	82	115	148
82	1.0024	0.9920	0.9987
115	0.9920	0.9980	0.9991
148	0.9987	0.9991	1.0000

図4 例：MU2net library 内のカットアウトの登録表

同エネルギーにおいて、他アプリケーションサイズでもインサートを使用する場合は、同様に測定をする必要があります。

### 第3章 DICOM RT Plan について

Monaco のビームモデルをお持ちの場合はエレクタにて対応を致します。他治療計画装置をお持ちの場合は、以下を参考にプランを作成しご提出ください。

エネルギー毎にプランを作成します。

#### 光子線

【プラン条件<sup>4</sup>】

ファントム：水等価ファントム（最低でも 50x50x20<sup>5</sup>）

SAD セットアップ

アイソセンタ：深さ 10 cm

処方：10 Gy @ Isocenter per beam

計算グリッドサイズ：0.2 cm

① Open (RT Plan 名：XeeOpen.dcm<sup>6</sup>)

照射野：3x3, 4x4, 5x5, 7x7, 10x10, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, 40x40

② Wedge (RT Plan 名：XeeWxx.dcm<sup>9</sup>)

照射野：3x3, 4x4, 5x5, 7x7, 10x10, 12x12, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, Max×Max

エレクタ治療機の場合は、Open と Motorized wedge の 2 つのプランになります。

外付け Wedge がある場合は、Open とご使用になる Wedge 角度分のプランとなります。

---

<sup>4</sup> Monaco の場合は FF と FFF ビームはそれぞれ Collapsed Cone Convolution (CCC) と Monte Carlo (MC) アルゴリズムを使用します。MC を使用する場合は Statistical Uncertainty を 0.5% per control point に設定します。

<sup>5</sup> 照射野 40x40 が十分に計算できるサイズである必要があります。

<sup>6</sup> ee はエネルギー、FFF ビームは数字の後に“F”を付けて、xx には Wedge の角度を入れてください。(例 X06Open.dcm, X06F0Open.dcm, X06W15.dcm)

## 電子線

【プラン条件<sup>7)</sup>】

ファントム : 光子線と同じファントム

処方点 :  $Z_{ref}$

処方 : 10 Gy (per beam)

計算グリッドサイズ : 0.2 cm

- ① Ref\_SSD, Ref\_Appl, Ref\_Field (RT Plan 名 : EeeSSD100A10.dcm<sup>8)</sup>  
SSD100 cm、アプリケーションタ 10x10
- ② Ref\_SSD, Appl\_, Field\_ to be selected (RT Plan 名 : EeeSSD100.dcm<sup>11)</sup>  
SSD100 cm、アプリケーションタ 10x10 以外の全てのアプリケーションタ
- ③ SSD\_, Appl\_, Field\_ to be selected (RT Plan 名 : EeeSSDjjj.dcm<sup>11)</sup>  
SSD100 cm 以外の SSD<sup>9)</sup>、全てのアプリケーションタ

## RTPlan のまとめ方

一つのフォルダにすべての RT Plan ファイルを保存し、提出してください。

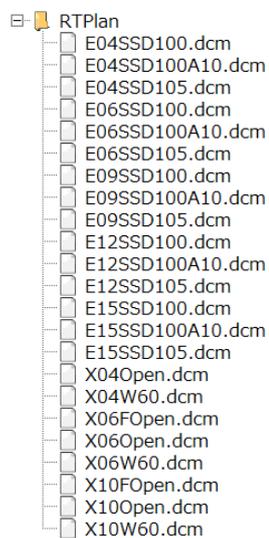


図5 例 : データのまとめ方

<sup>7)</sup> Monaco の場合は Number of Histories per cm<sup>2</sup> を 500,000 に設定します。

<sup>8)</sup> ee はエネルギー、jj には SSD の距離を入れてください。(例 E06SSD100A10.dcm, E06SSD105.dcm)

<sup>9)</sup> 主に治療で使用される SSD を推奨します。

エレクタ株式会社

〒108-0023 東京都港区芝浦 3-9-1 芝浦ルネサイトタワー7F

エレクタケアサポートセンター : 0120-659-043

Mail : SoftwareService-Japan@elekta.com

URL : <http://www.elekta.co.jp>