



**「Isocenter Runout Gantry LinacConnect」
Max displacement magnitudeについて**

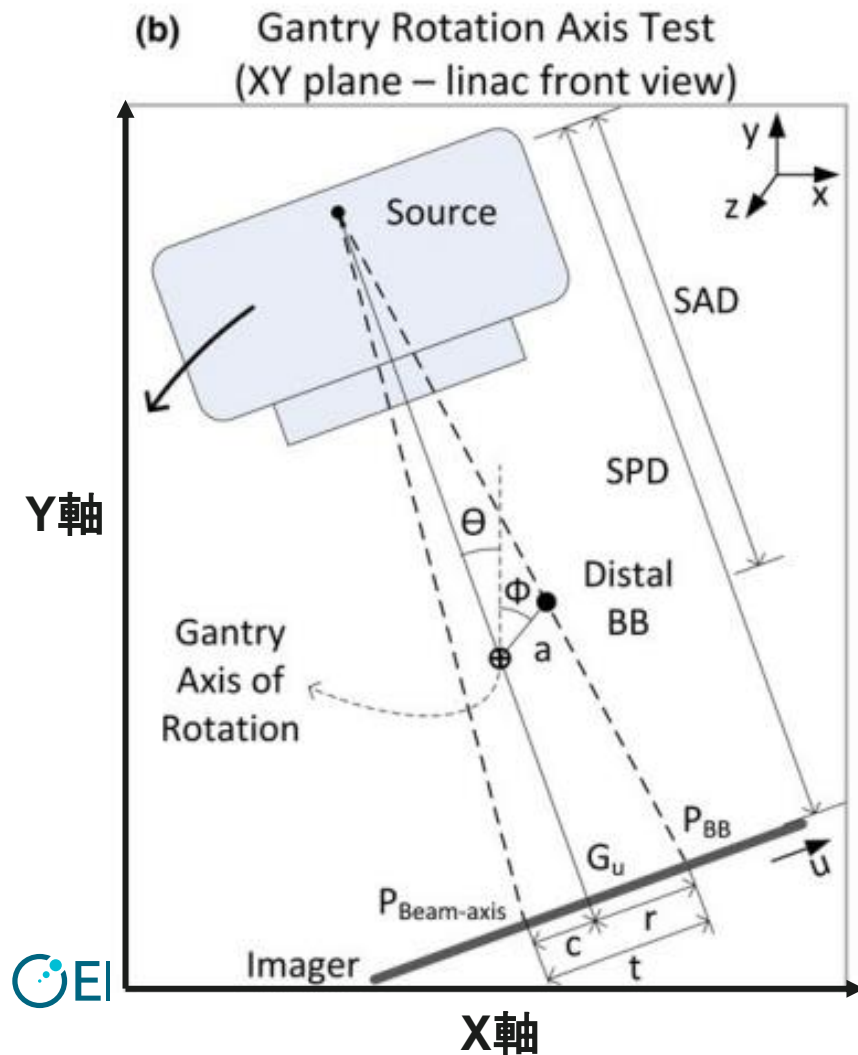


Max displacement magnitude

- 「Isocenter Runout Gantry LinacConnect」 はビーム軸とガントリー回転中心の一致を評価するテストです。
- この資料では、「Isocenter Runout Gantry LinacConnect」 のMax displacement magnitudeについて説明します。



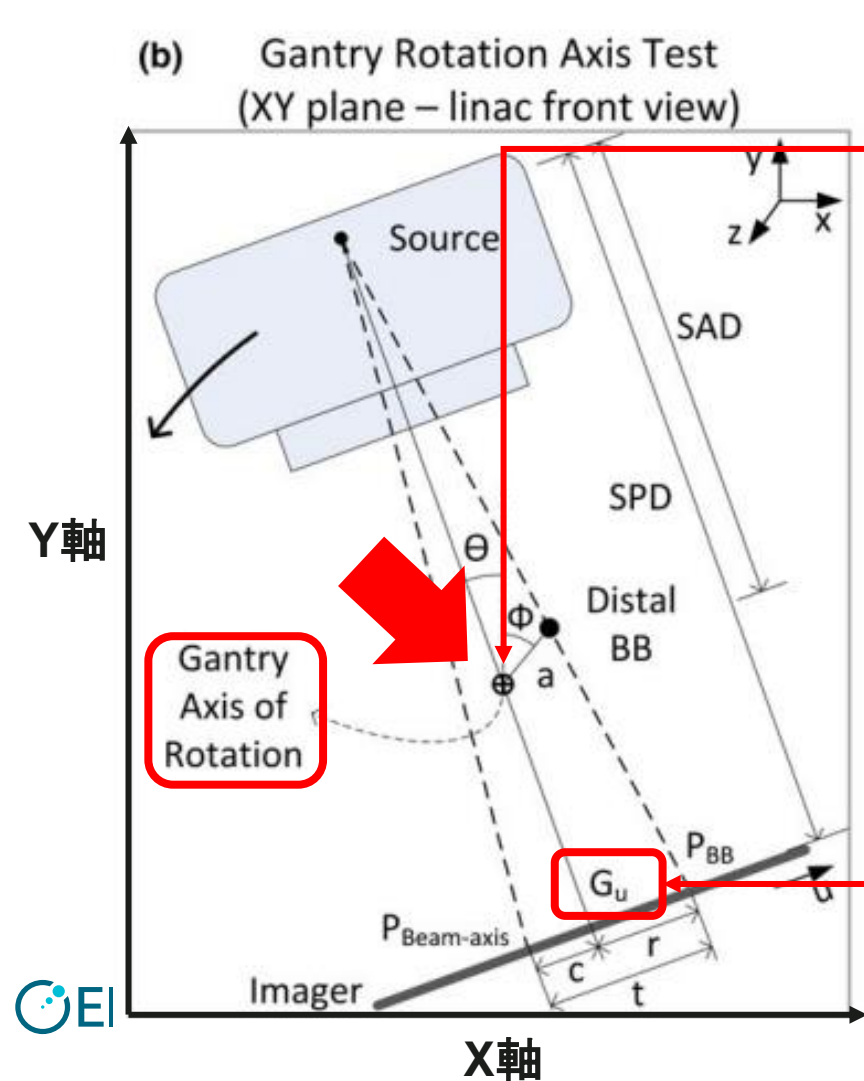
Max displacement magnitude



- 左図はこのアルゴリズムについて説明したLétourneauら*の論文から引用した図(Fig.2)です。
- この図はガントリーを正面に見た際のXY平面を示しています。

*Quality control methods for linear accelerator radiation and mechanical axes alignment, (Med Phys. 45(1) 2388-2398 June 2018)

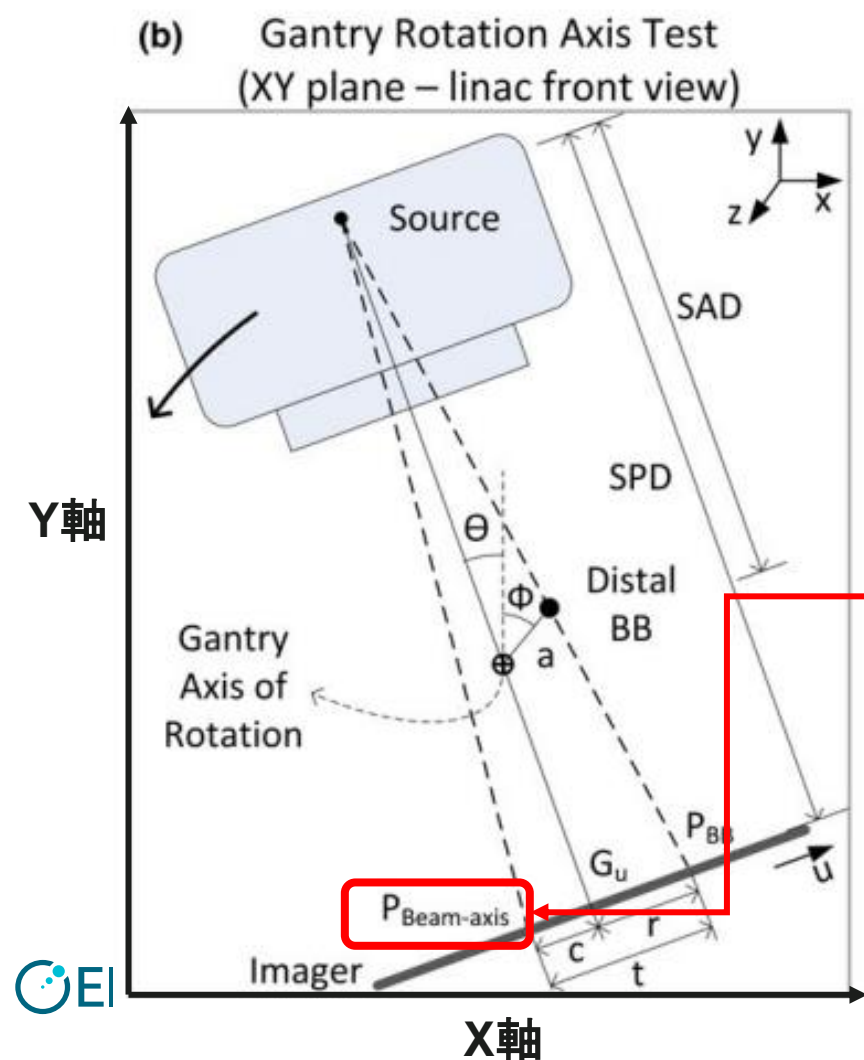
ガントリー回転軸の定義



AQUAではこのXY平面上に**ガントリー回転軸**があると仮定します。
(左図ではXY平面を示しています。)

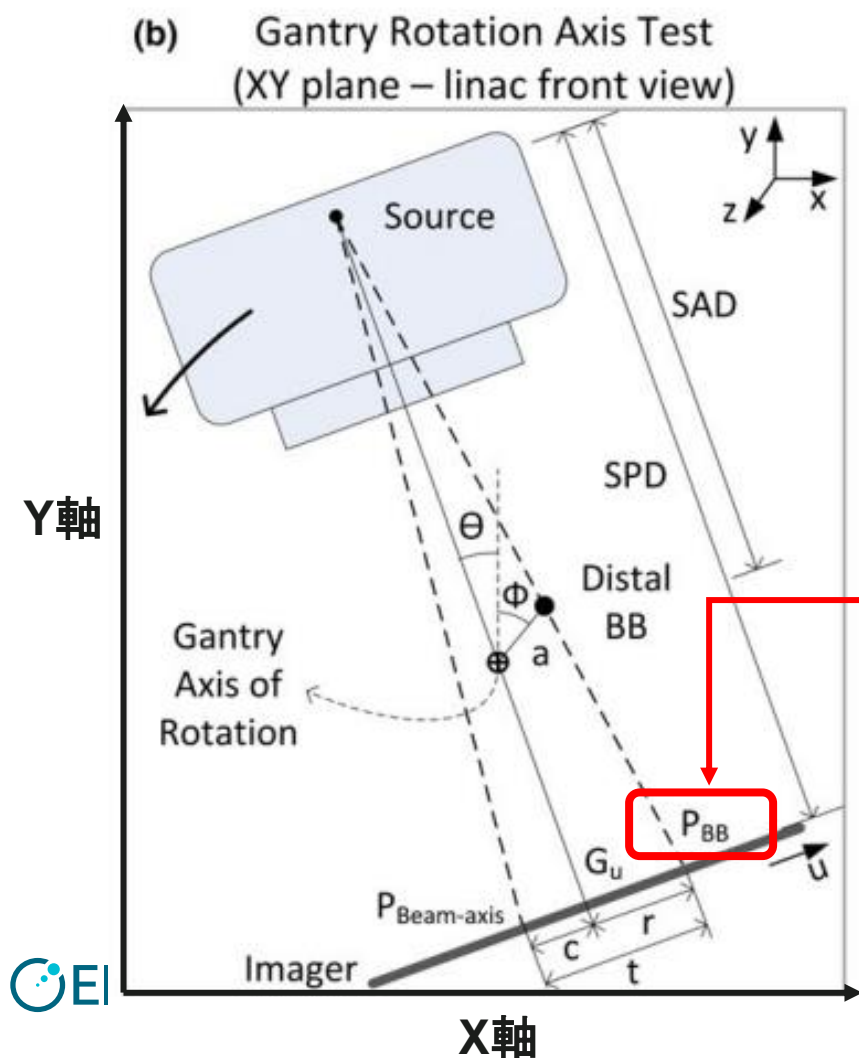
G_u はパネルレベルでのガントリー回転軸の投影（ピクセル座標）を示します。

照射野中心の定義

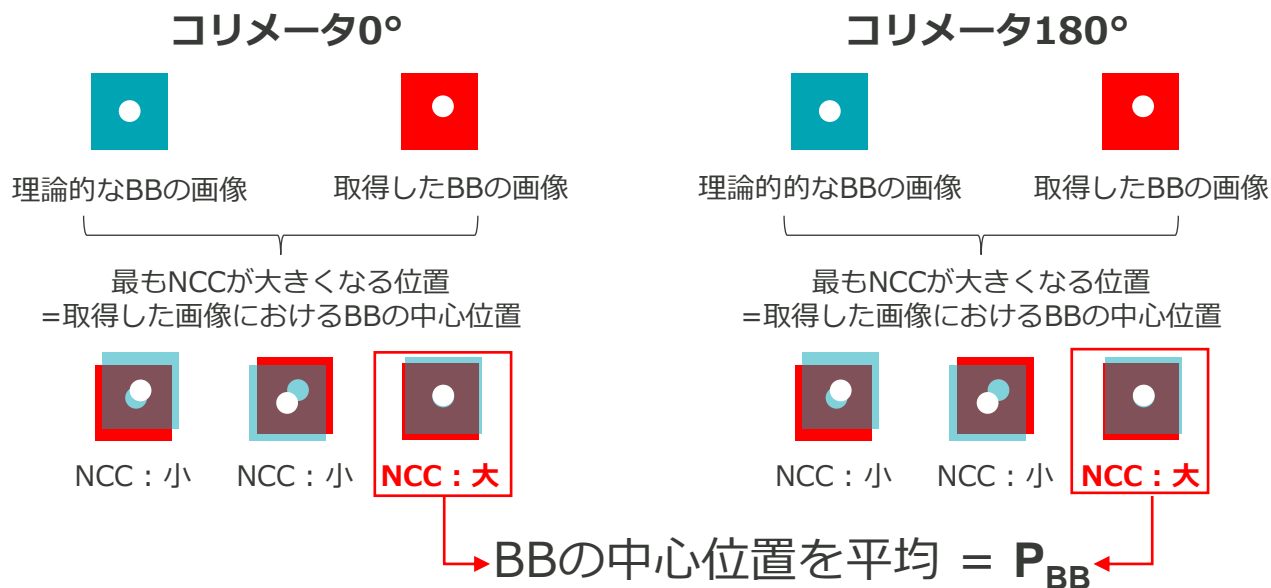


- ボールベアリング (BB) のセットアップ後、8つのガントリ角度 (180° 、 135° 、 90° 、 45° 、 0° 、 45° 、 90° 、 135°) について、それぞれコリメータ 0° と 180° の2パターン画像を取得します。
- それぞれのガントリ角における各画像のペア (コリメータ 0° と 180°) について、照射野の中心を通る直交プロファイル上の50%ラインの中心を抽出します。
- それらを平均した中心をパネルレベルでの照射野中心と定義します。
- これを $P_{Beam-axis}$ とします。

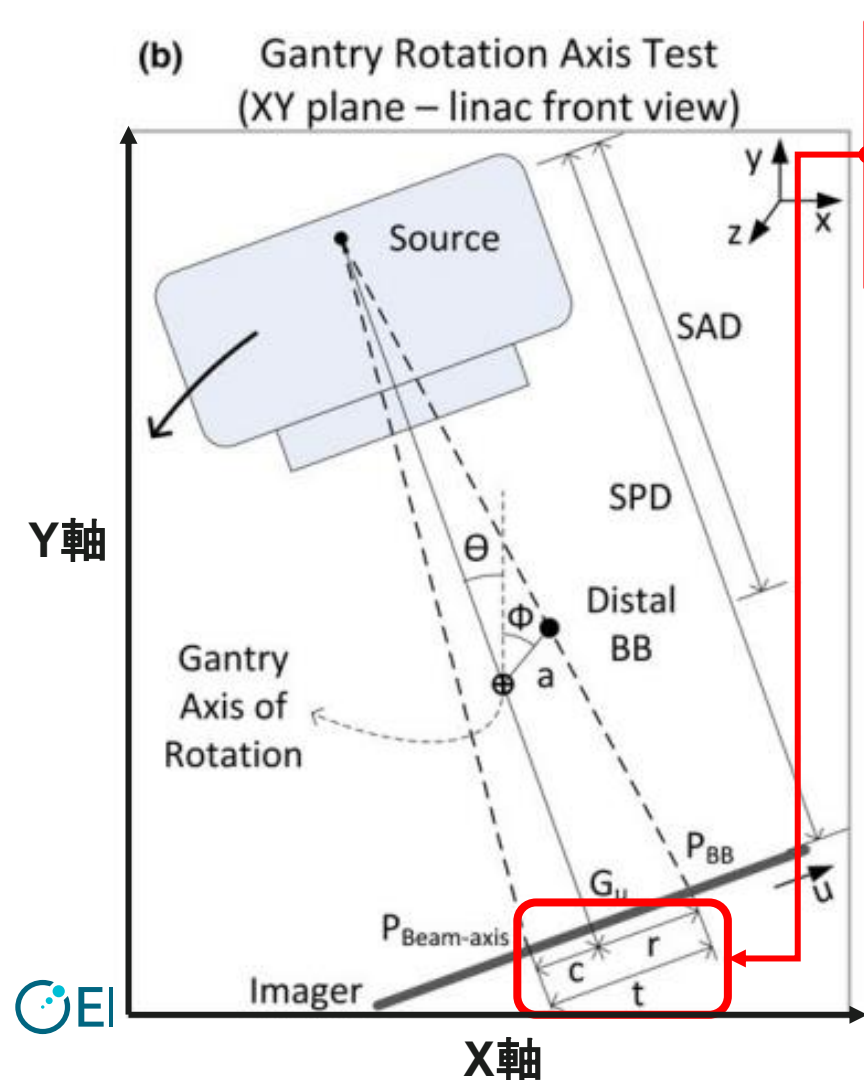
BBの中心座標の定義



- それぞれのガントリー角における各画像のペア（コリメータ0°と180°）について、AQUA内部で保存されている理論的なBBの画像と、取得した画像の相関指標（NCC）を求めます。
- もっともNCCが最も大きくなる位置、すなわち最も2つの画像が一致する位置を求め、平均します。
- これをパネルレベルのBBの中心座標、 P_{BB} と定義します。



ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量



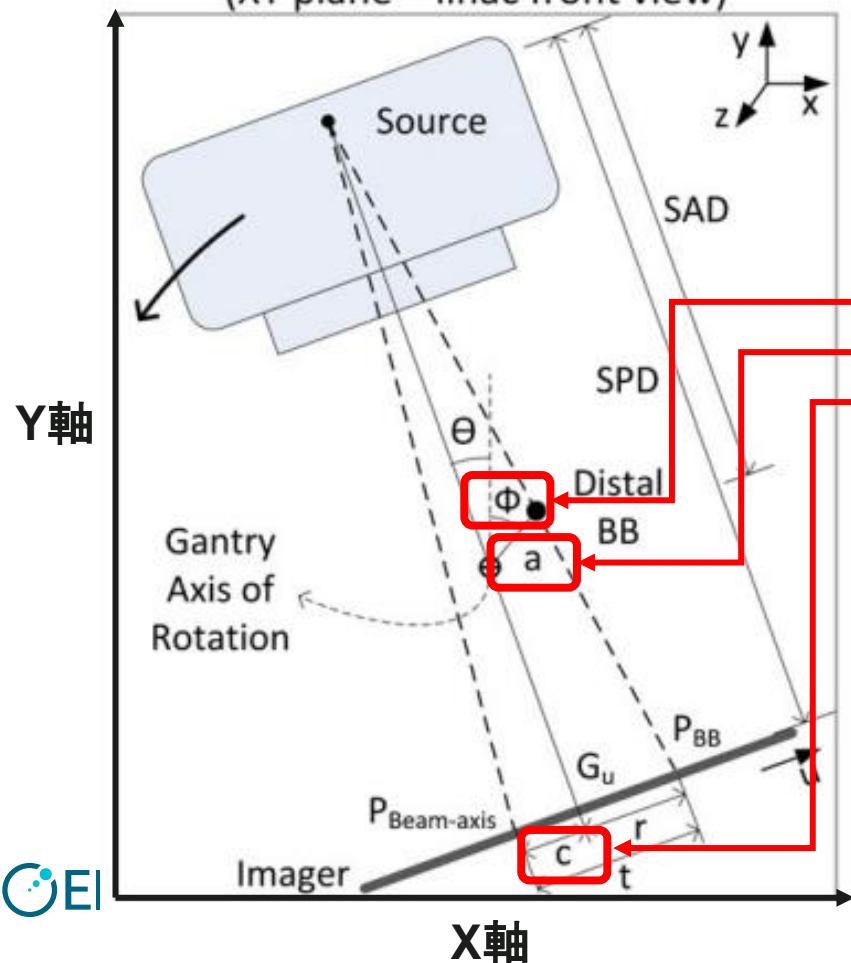
- G_u と $P_{\text{Beam-axis}}$ の距離を c と定義します。
- G_u と P_{BB} の距離を r と定義します。
- 以下のように c と r を用いて、 $P_{\text{Beam-axis}}$ と P_{BB} の間の距離 t を定義します。

$$t = r + c$$

- この t はAQUA上のTest Run Detailより出力されるCSVより、下記の項目から確認できます。
 - Inferior to Superior Displacement (mm)
 - Transverse Displacement (mm)

ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量

(b) Gantry Rotation Axis Test
(XY plane – linac front view)



- 次に r について、以下の式をフィッティングさせます。

$$t = r + c \quad \rightarrow \quad t = \text{SPD} \left(\frac{\sin(\theta + \varphi)}{\left(\left(\frac{\text{SAD}}{\alpha} \right) - \cos(\theta + \varphi) \right)} \right) + c$$

- このフィッティングによって、以下のパラメータを求めます。

- φ : BBと垂直Y軸の間の角度 (°)
- a : XY平面における P_{BB} と G_u の距離 (mm)
- c : パネルレベルでの $P_{\text{Beam-axis}}$ と G_u の距離

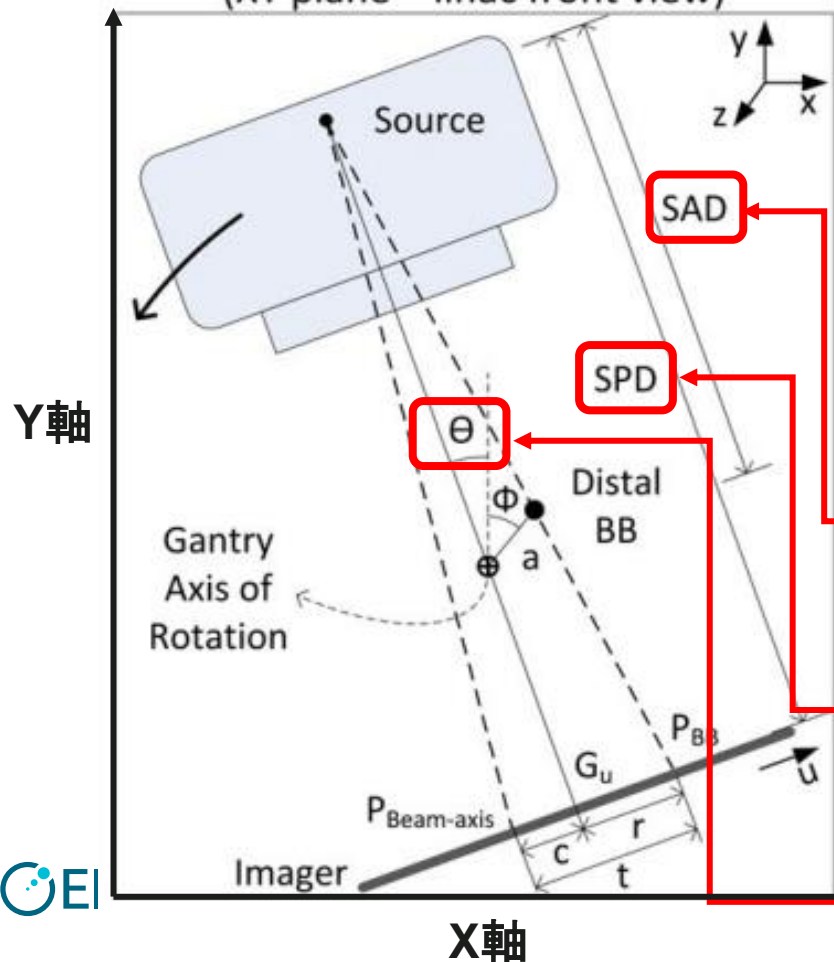
- SADはSource-gantry axis distance を示し、既知のパラメータで100 cm です。

- SPDは Source-panel distanceを示し、既知のパラメータで159.4 cm です。

- θ はガントリー角度を示し、既知のパラメータです。

ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量

(b) Gantry Rotation Axis Test
(XY plane – linac front view)



- 次に r について、以下の式をフィッティングさせます。

$$t = r + c \quad \rightarrow \quad t = SPD \left(\frac{\sin(\theta + \phi)}{\left(\left(\frac{SAD}{\alpha} \right) - \cos(\theta + \phi) \right)} \right) + c$$

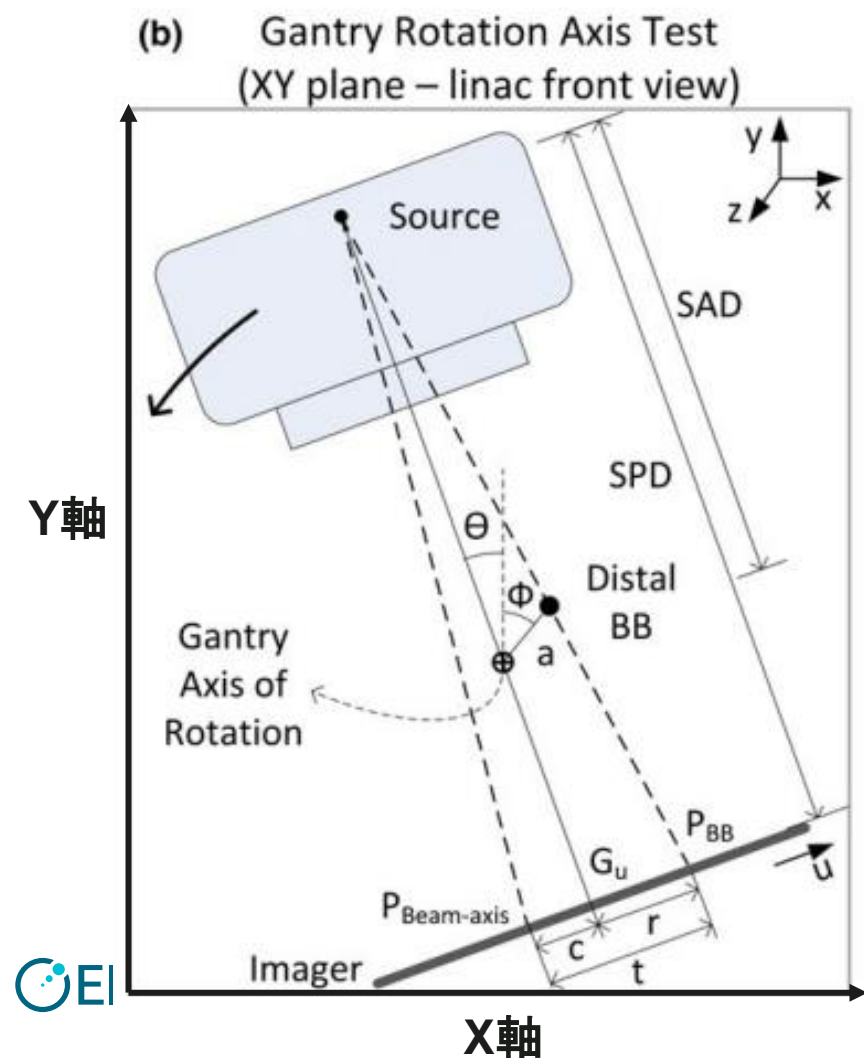
- このフィッティングによって、以下のパラメータを求めます。
 - ϕ : BBと垂直Y軸の間の角度 (°)
 - a : XY平面における P_{BB} と G_u の距離 (mm)
 - c : パネルレベルでの $P_{Beam-axis}$ と G_u の距離

SADはSource-gantry axis distance を示し、既知のパラメータで100 cm です。

SPDは Source-panel distanceを示し、既知のパラメータで159.4 cm です。

θ はガントリー角度を示し、既知のパラメータです。

ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量



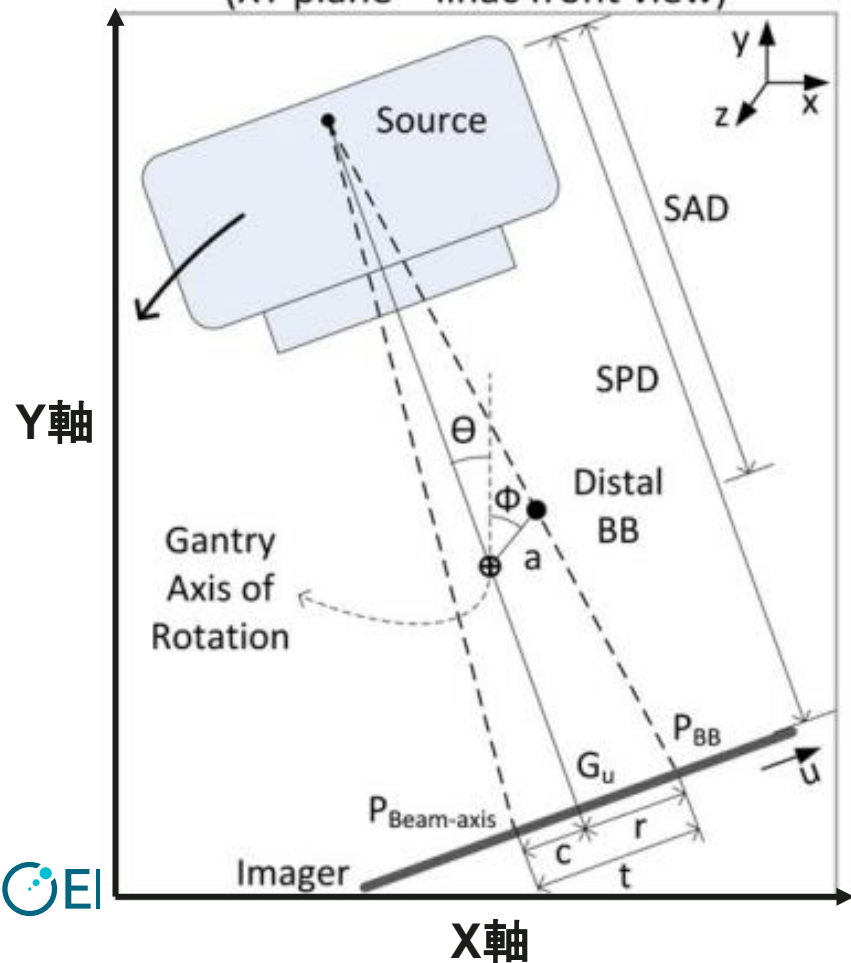
- AQUAが最終的に算出する**Max displacement magnitude**はそれぞれのガントリー角度における、ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量をXY平面とZ軸でそれぞれ求めます。
- 左図（XY平面）の**c**を使用して算出します。
- ビーム軸に対するXY平面の変位量は以下の式で示されます。

$$DISP_{\perp}(\theta) = \frac{SAD}{SPD} (c + (t_{fit} - t))$$

- t_{fit} はフィッティングによって求めたパラメータ (ϕ 、 a 、 c) を使用して求めた t の計算値です。
- t は P_{BB} と $P_{Beam-axis}$ から求めた実測値です。

ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量

(b) Gantry Rotation Axis Test
(XY plane – linac front view)



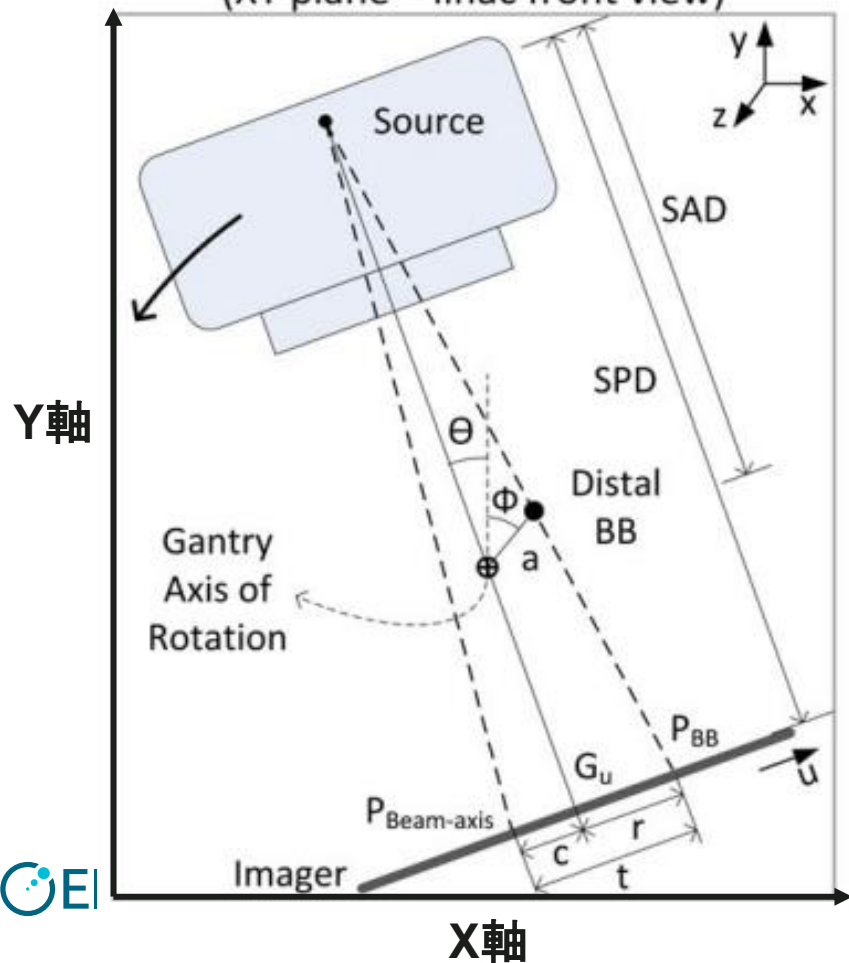
- Z軸の変位量は以下の式で示されます。

$$DISP_{||}(\theta) = PX \cdot \frac{SAD}{SPD} (P_{\text{beam-axis}}(\theta) - \bar{P}_{\text{beam-axis}}(\theta))$$

- PX はピクセルサイズを示します。(例: 0.251 mm)
- $P_{\text{beam-axis}}(\theta)$ は特定のガントリー角度における $P_{\text{beam-axis}}$ です。
- $\bar{P}_{\text{beam-axis}}(\theta)$ は各ガントリー角度における $P_{\text{beam-axis}}$ の平均値です。

ガントリー回転軸に対するビーム軸の変位量

(b) Gantry Rotation Axis Test
(XY plane – linac front view)



- 各ガントリー角度 θ において、垂直成分と水平成分の二乗和の平方根を求めます。

$$DISP(\theta) = \sqrt{DISP_{\perp}(\theta)^2 + DISP_{\parallel}(\theta)^2}$$

- この $DISP(\theta)$ がもっとも大きい数値を**Max displacement magnitude**として表示します。

※AQUAでは、 $DISP_{\perp}(\theta)$ および $DISP_{\parallel}(\theta)$ を個別で表示させることはできません。

Hope for everyone
dealing with cancer.