マイクロセレクトロン研究会2020

Advanced Gynecological Applicator (AGA) Venezia Applicatorとコミッショニング

村上 晋也1）　水野 将人1）　戸成 綾子2)　江原 威2)

1) 杏林大学医学部付属病院　放射線治療
2) 杏林大学　放射線腫瘍学教室

利益相反（COI）開示

発表者名　杏林大学医学部付属病院　放射線治療　　村上 晋也

演題発表内容に関連し、発表者らに開示すべき
COI関係にある企業などはありません。

第２ライナック室

VersaHD　（ ELEKTA）

　FFF（6MV,10MV）

画像誘導システム

　ExacTrac

体表面光学式トラッキングシステム

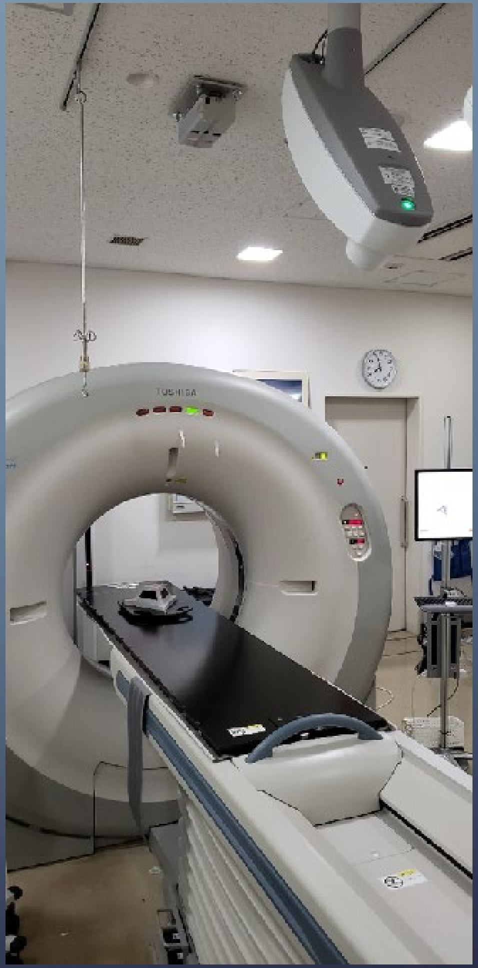
　Catalyst HD　３カメラ

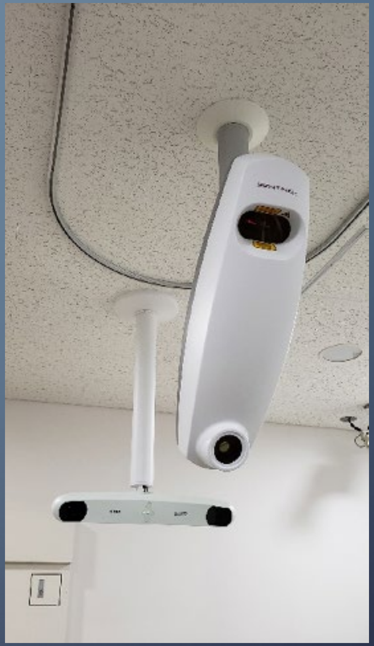
超音波イメージガイドシステム

　Clarity

第１ライナック室

CT計画室

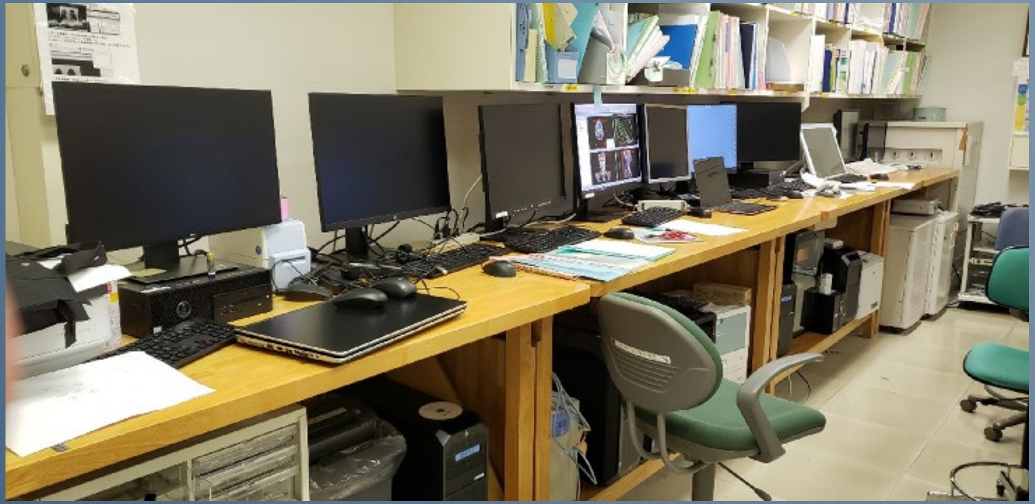




体表面光学式システム

Sentinel

リニアック操作室



カンファレンス室

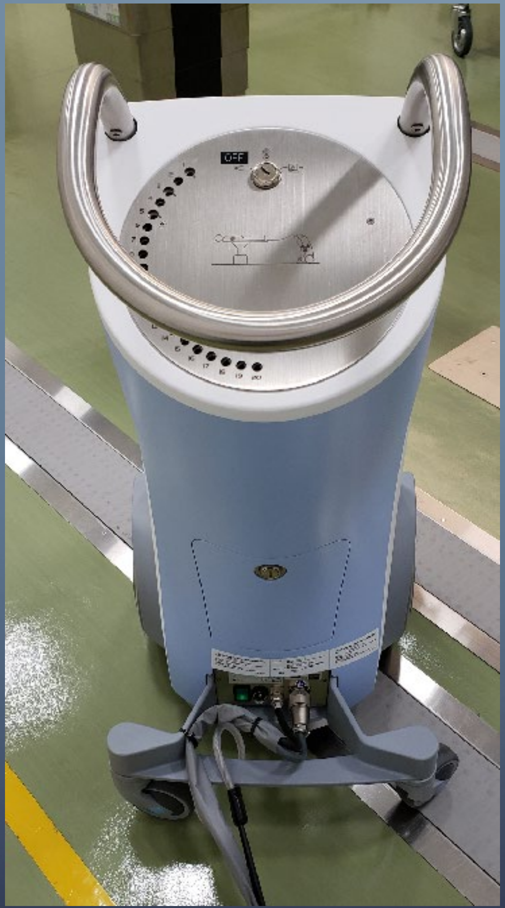
治療計画装置

Monaco　　　５台
Raystation　２台
Eclipse　　　2台
Elements
Oncentra

精度管理装置

Mobius3D
Suncheck
EpiGray
AQUA

フレキシトロンHDR　（Flexitron）



TDU

マイクロセレクトロンHDR　V3

↓

フレキシトロンHDR　Flexitron
（ELEKTA）

TCC

TCP

フレキシトロンHDRの特徴①　（Flexitron）

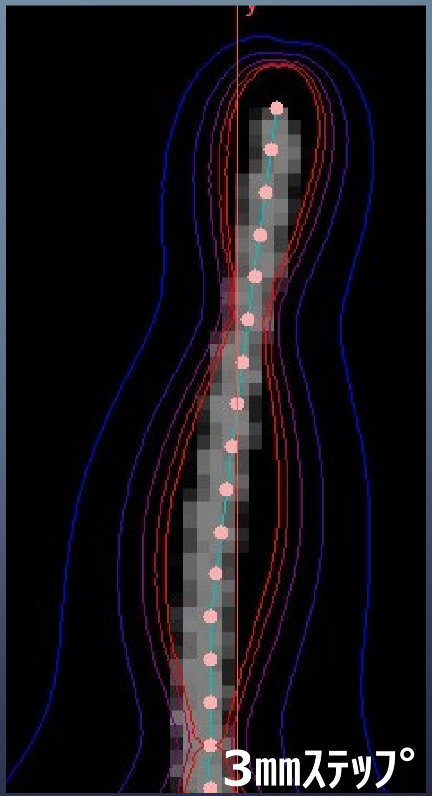
線源の最小ステップ長は、2.5mmから1mmへ向上しました。
より細かいステップで線源を停留させることで、より高精度な線量処方が可能となる。

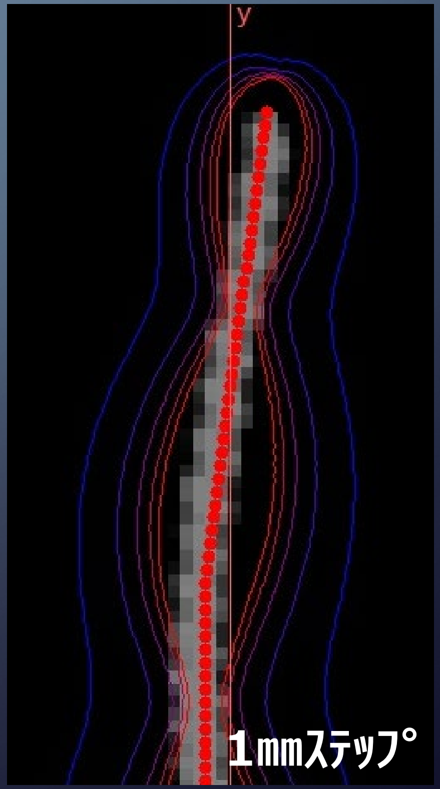
3mmステップ

3	285	-23.0	24.4	35.9	0.15	0.00	0.58
3	282	-23.2	22.0	34.1	0.24	0.00	0.92
3	279	-23.3	19.7	32.3	0.47	0.00	1.85
3	276	-23.5	17.3	30.5	0.66	0.00	2.58
3	273	-23.7	14.9	28.7	0.83	0.00	3.22
3	270	-23.9	12.5	26.9	1.00	0.00	3.89

1mmステップ

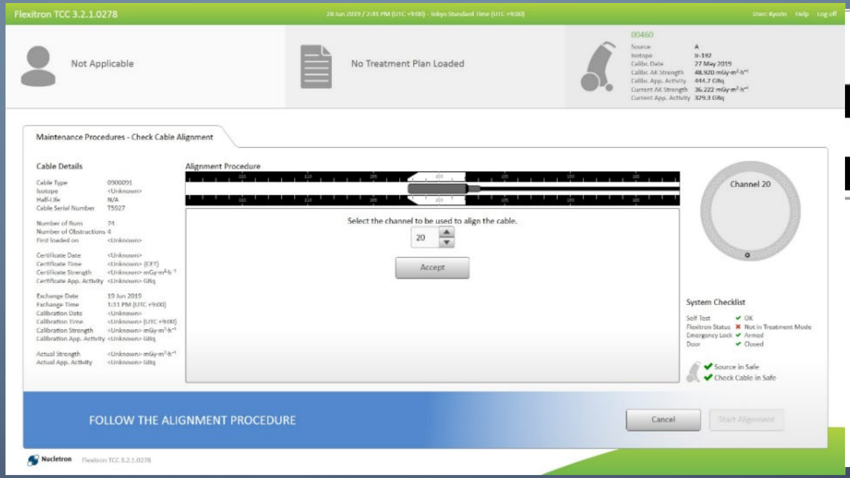
3	284	-23.0	23.6	35.3	0.08	0.00	0.12
3	283	-23.1	22.8	34.7	0.17	0.00	0.26
3	282	-23.2	22.0	34.1	0.24	0.00	0.37
3	281	-23.2	21.2	33.5	0.32	0.00	0.50
3	280	-23.3	20.5	32.9	0.41	0.00	0.63
3	279	-23.3	19.7	32.3	0.47	0.00	0.74
3	278	-23.4	18.9	31.7	0.61	0.00	0.94
3	277	-23.5	18.1	31.1	0.63	0.00	0.98
3	276	-23.5	17.3	30.5	0.66	0.00	1.03
3	275	-23.6	16.5	29.9	0.77	0.00	1.20
3	274	-23.7	15.7	29.3	0.81	0.00	1.26
3	273	-23.7	14.9	28.7	0.83	0.00	1.29
3	272	-23.8	14.1	28.1	0.92	0.00	1.43
3	271	-23.8	13.3	27.5	0.96	0.00	1.50
3	270	-23.9	12.5	26.9	1.00	0.00	1.56

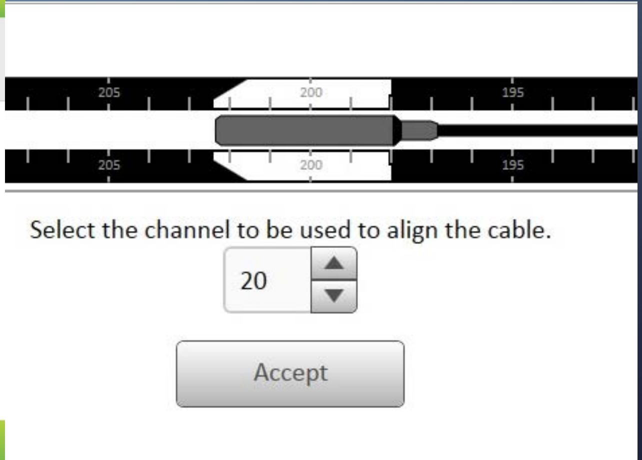




フレキシトロンHDRの特徴②　（Flexitron）

日々の品質管理を実施することにより、線源停留を±0.5mmの精度で移送制御することができます。

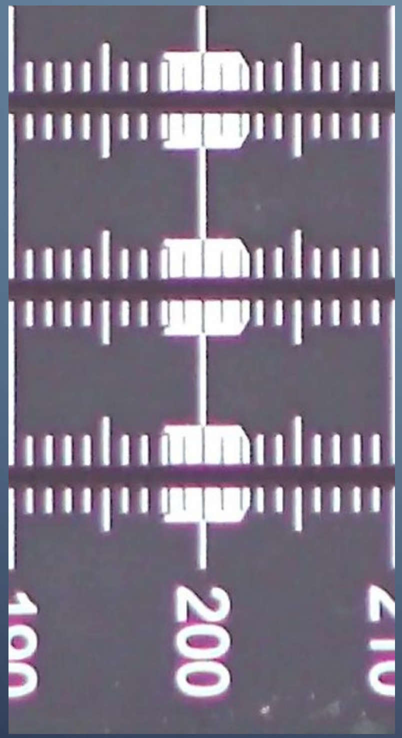




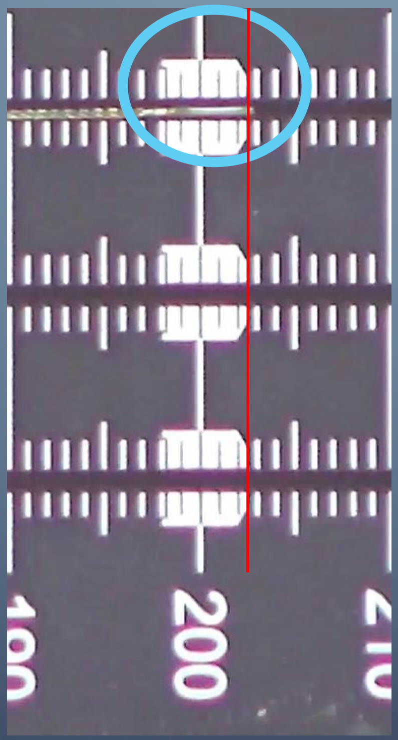
使用時に線源位置を0.25㎜間隔で
調整する事が可能

フレキシトロンHDRの特徴②　（Flexitron）　停止位置精度

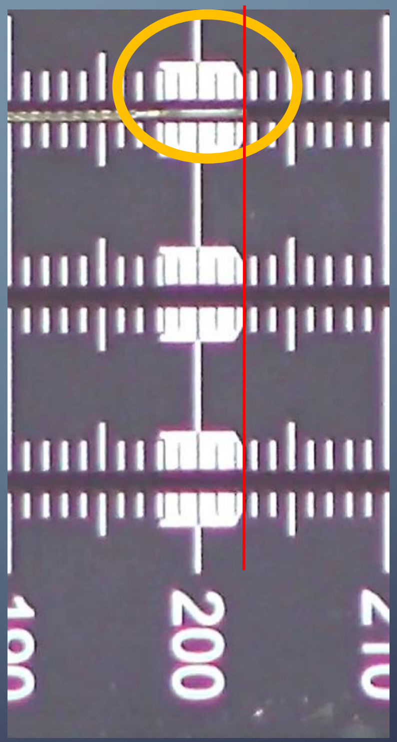
＊室内監視カメラにて撮影



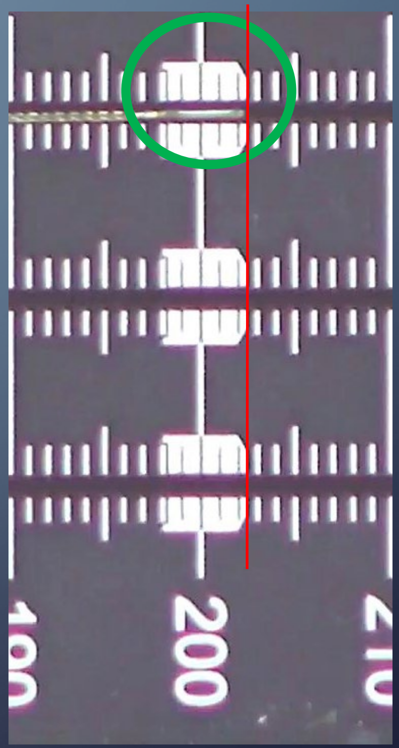
無し



＋0.25㎜



0㎜

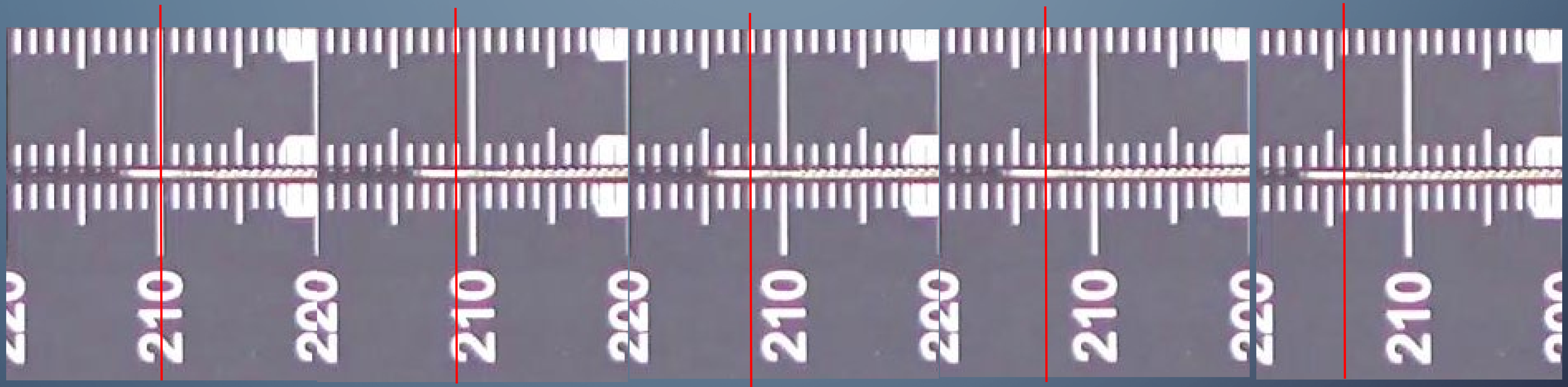


-0.25㎜

＊使用時に線源位置を0.25㎜間隔でユーザーが調整する事が可能になった

フレキシトロンHDRの特徴②　（Flexitron） 移動精度

*室内監視カメラにて撮影

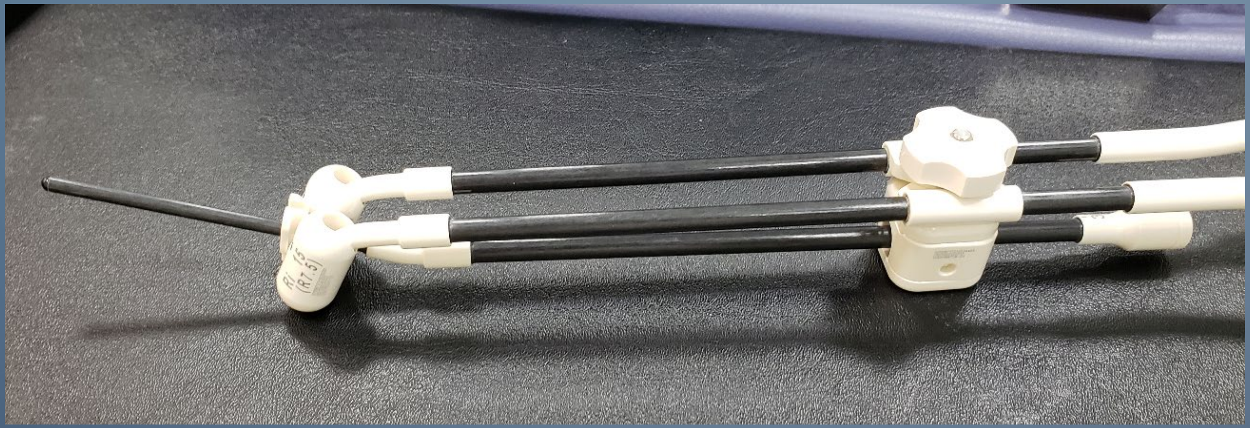


210㎜　211㎜　212㎜　213㎜　214㎜

*1㎜移動の精度は良好と考える。

メーカーとしては0.5㎜の移動精度を保証している。

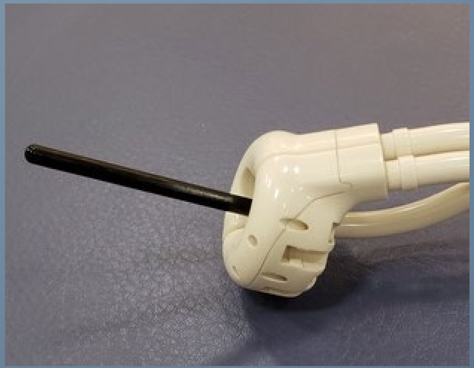
フレキシトロンHDRのアプリケータ



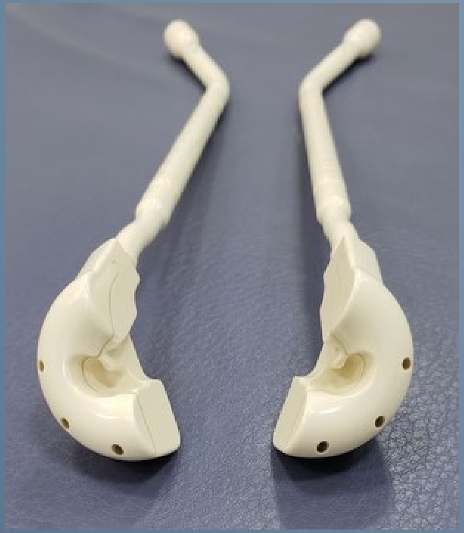
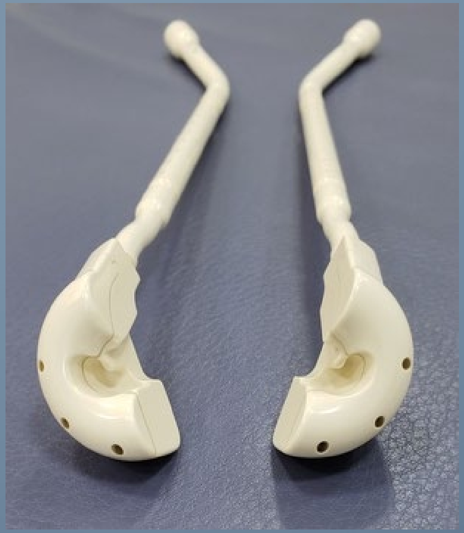
子宮頸部用アプリケータ

膣用アプリケータ

Advanced Gynecological Applicator (AGA) Venezia



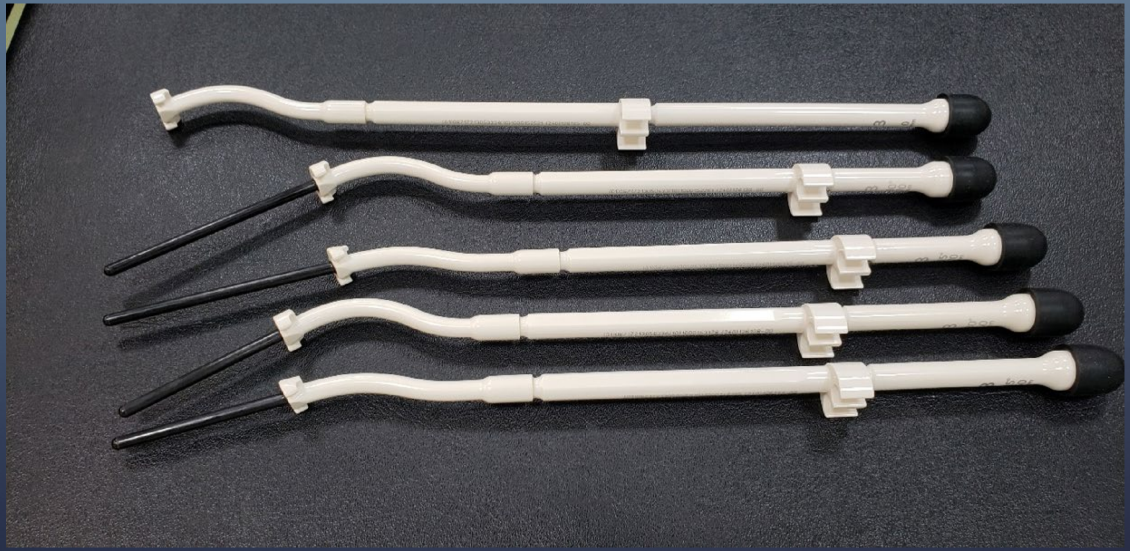
Veneziaアプリケータの種類　（当院）

22㎜

26㎜

22㎜、26㎜、30㎜



0㎜

30° 70㎜

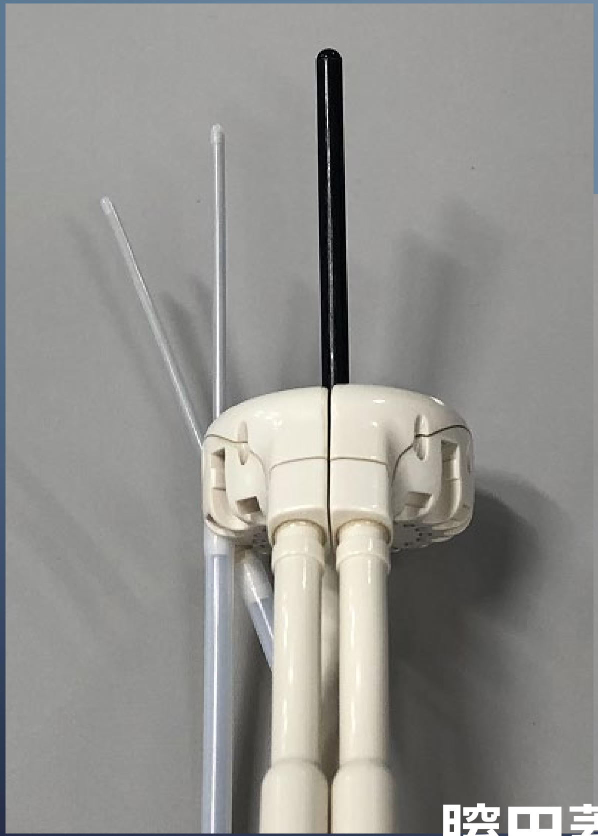
15° 70㎜

30° 50㎜

15° 50㎜

30㎜～70㎜

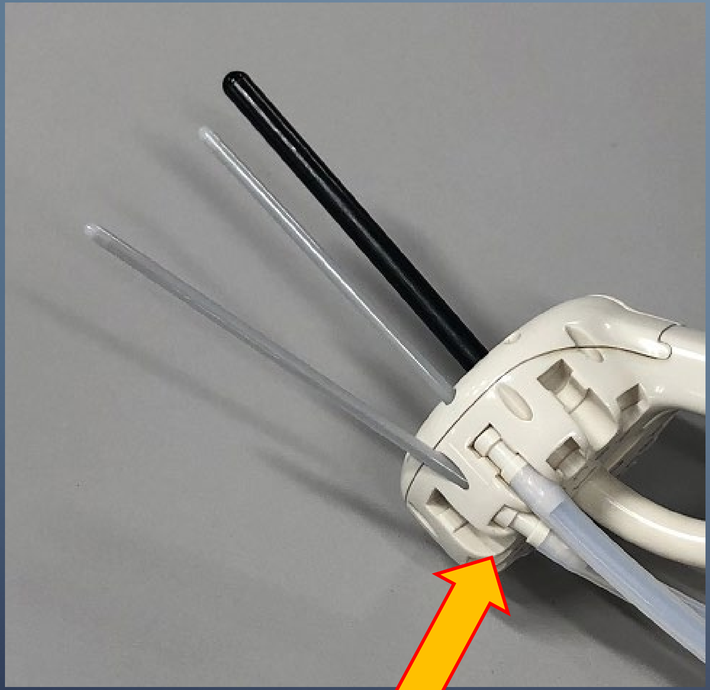
Advanced Gynecological Applicator (AGA) Venezia

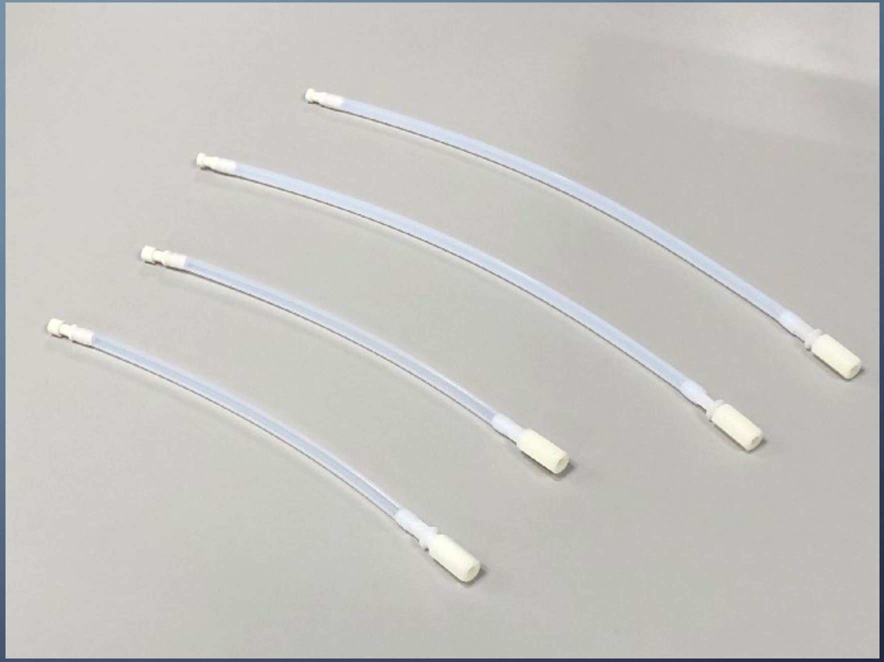


腟円蓋部からの組織内照射に対応

写真提供：千代田テクノル

Advanced Gynecological Applicator (AGA)
Venezia

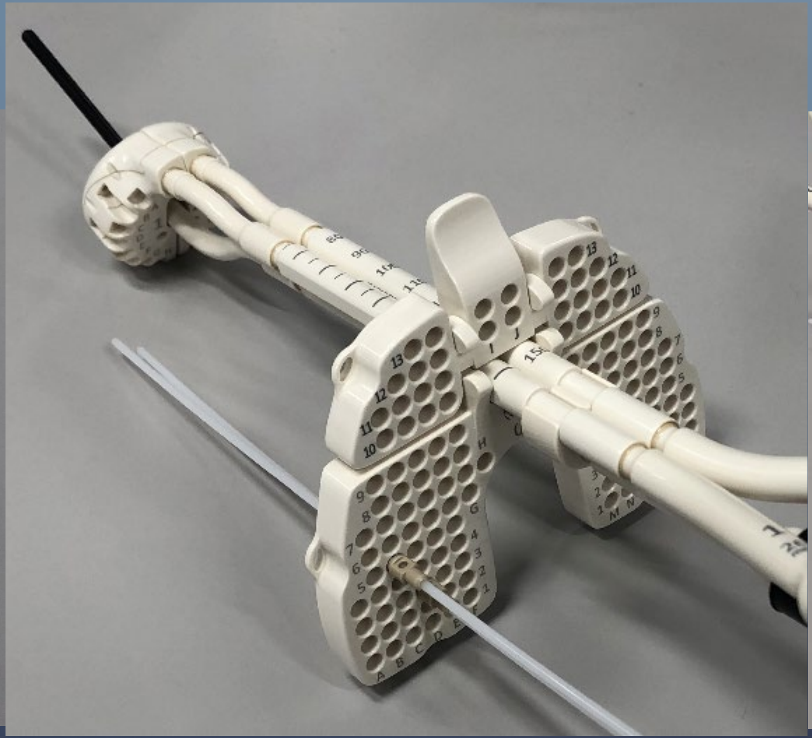


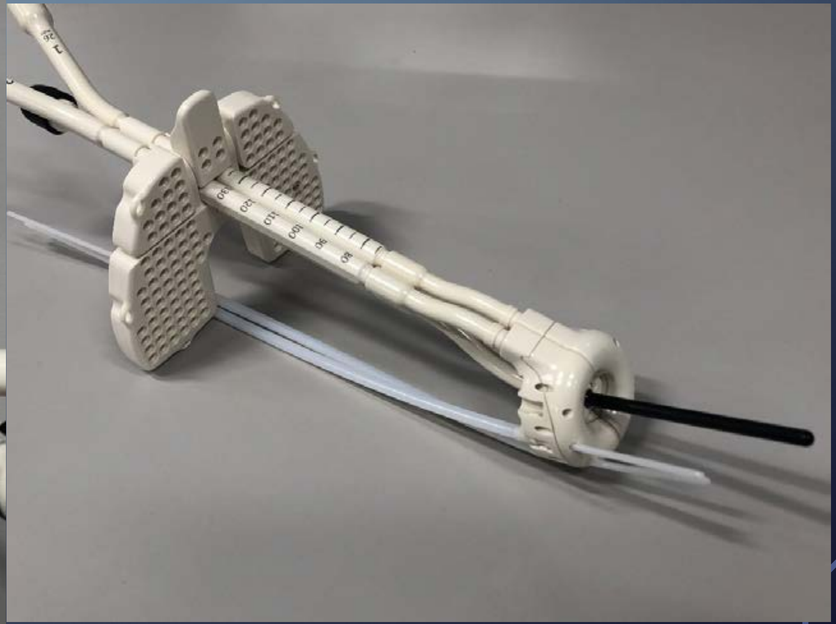


＊アプリケータと接続するガイディングチューブは再利用不可

写真提供：千代田テクノル

Advanced Gynecological Applicator (AGA) Venezia





外陰部からの組織内照射に対応

写真提供：千代田テクノル

アフターローディング室に自走式CTが導入された、
遠隔操作可能な天吊り式X線透視撮影装置を廃棄し、移動式X線透視装置を導入した。

AqilionLB（ｷｬﾉﾝﾒﾃﾞｨｶﾙｼｽﾃﾑｽﾞ）
自走式CT

設置工事中

患者の移動が無く、治療体位の維持が可能となった。

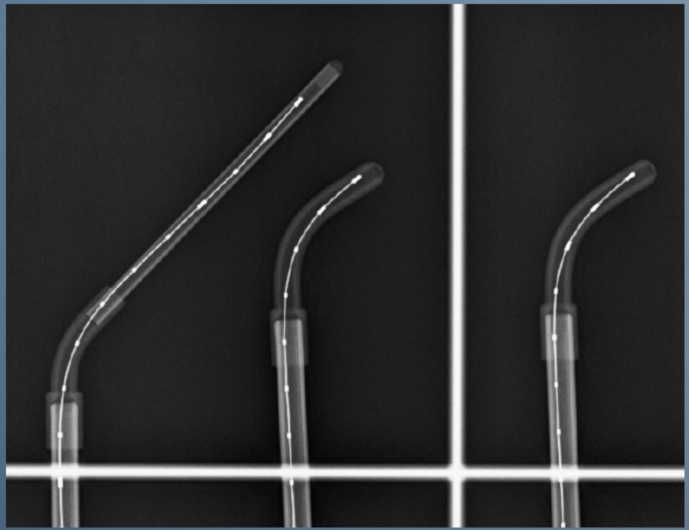
CRやガフクロミックフィルムを用いて線源位置を同定していた。

新たな方法で線源位置の同定する方法が必要となった。

2019年更新

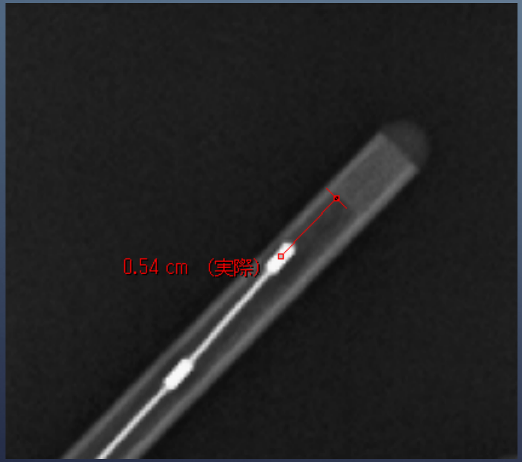
遠隔操作可能な天吊り式X線撮影装置を廃棄し、移動式X線透視装置を導入

Ir線源位置の設定

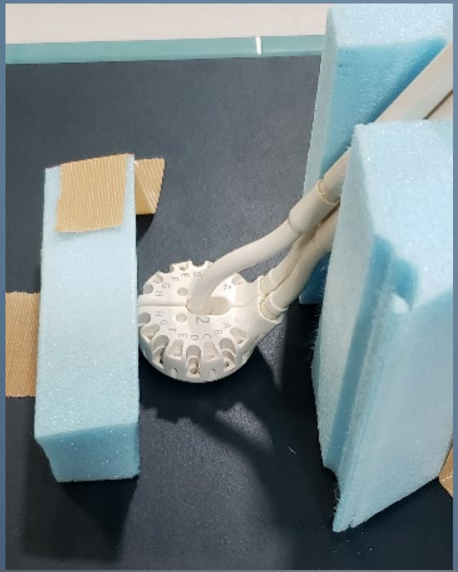


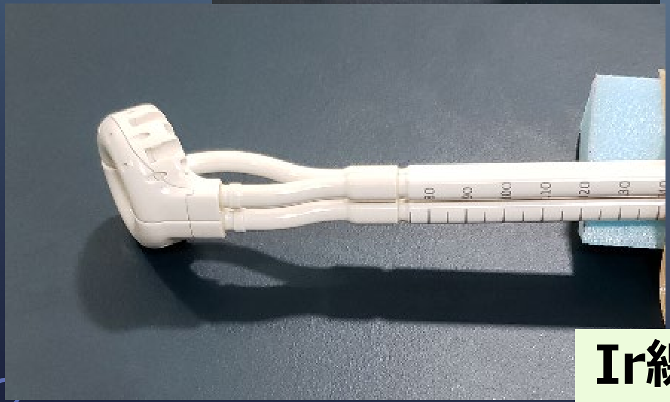
X線シミュレータにて撮影（CR）

空洞先端からX線マーカまでのの距離を測定し
オフセット値を取得

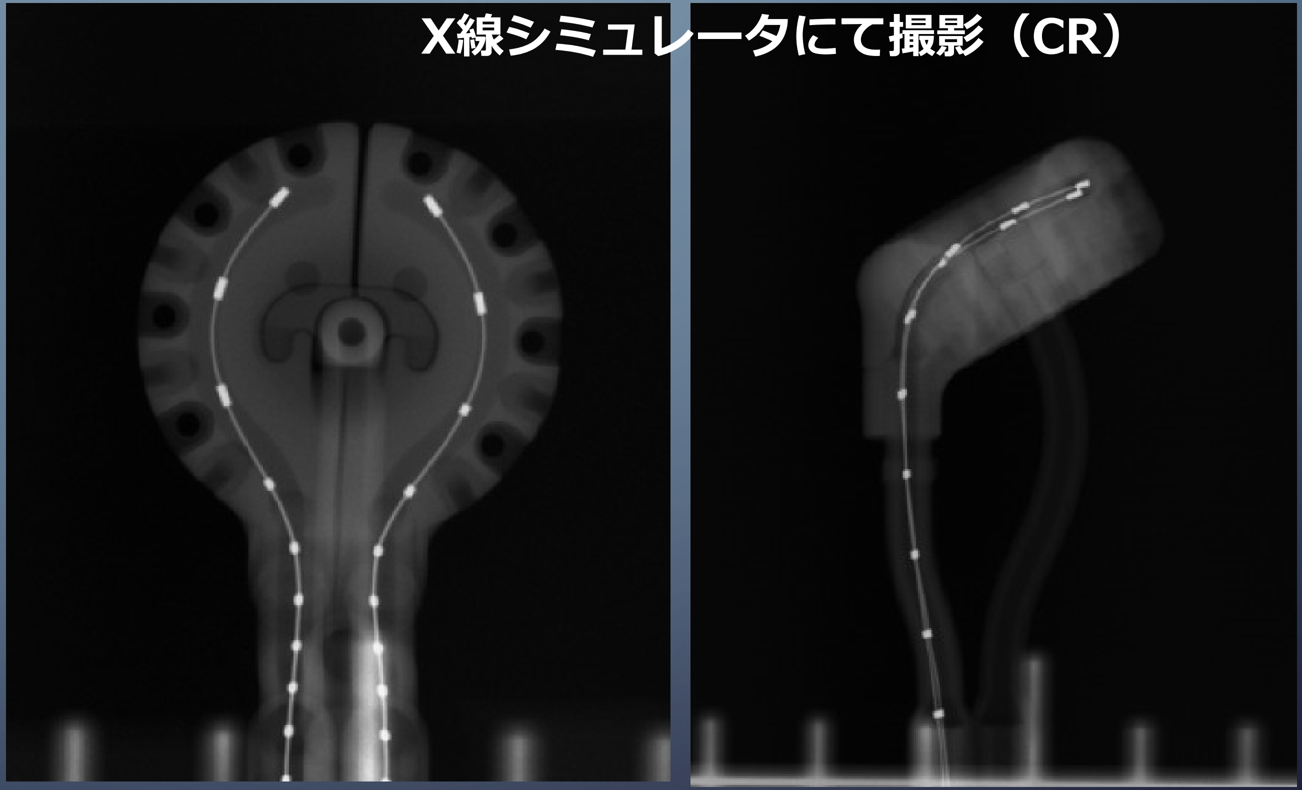


Ir線源位置の設定





X線シミュレータにて撮影（CR）



Ir線源は実際にどのように移動して停留しているのか知りたい！

【使用機器】

RALS
Flexitron HDR　　（Ir線源：FlexiSource）

治療計画装置
Oncentra v4.5.3

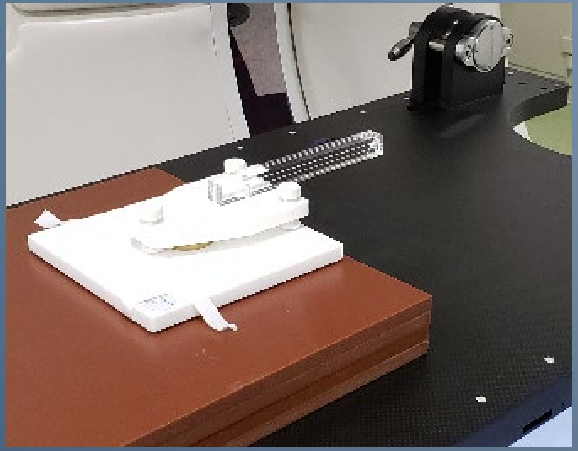
CT (自走式CT)
Aquilion LB (Canon)

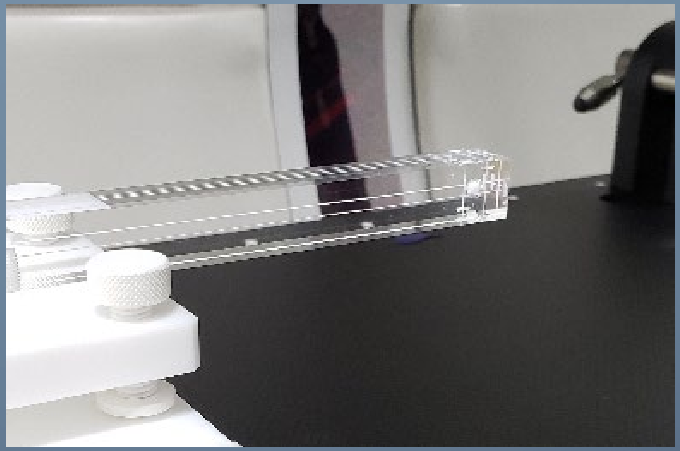
アプリケータ
Advanced Gynecological Applicator (AGA)：Venezia (ELEKTA)

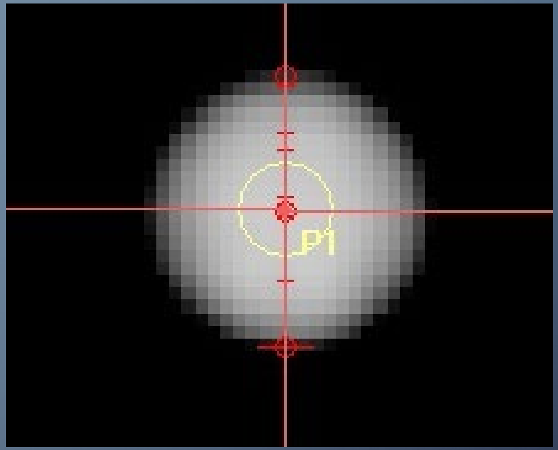
線源位置確認ツール
X線カテーテル　（マーカ＋）
移送チューブ

自走式CT　VS　寝台移動式CT

BallBearing5㎜球（ステンレス）をヘリカルスキャンで撮影







Pixel size 0.2㎜

5回の撮影による球の中心座標の変位平均（㎜）

	自走式CT	寝台移動式CT
誤差	0.12	0.12

CTを用いたIr線源位置確認方法

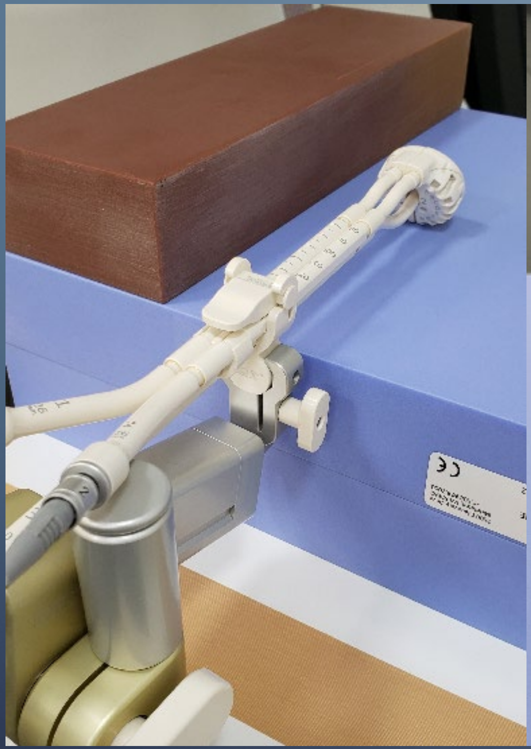
撮影条件

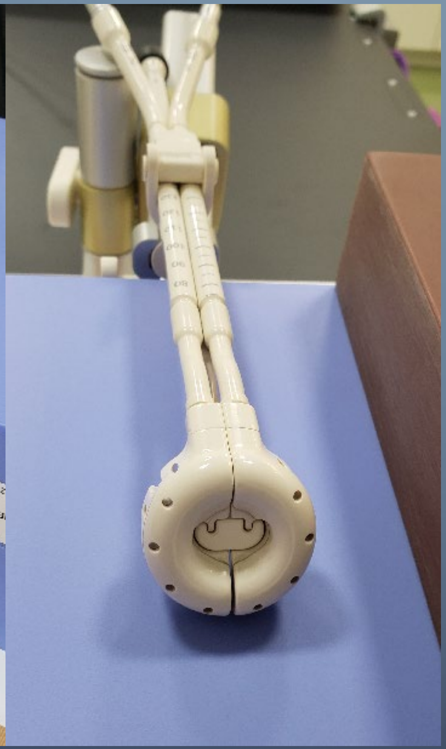
120kV 200mA 0.5sec
Helical Scan raw0.5㎜ x16
FOV S（100.3㎜）Pixel size 0.2㎜
再構成
0.5㎜、1.0㎜、2.0㎜
SEMAR(+)(-)

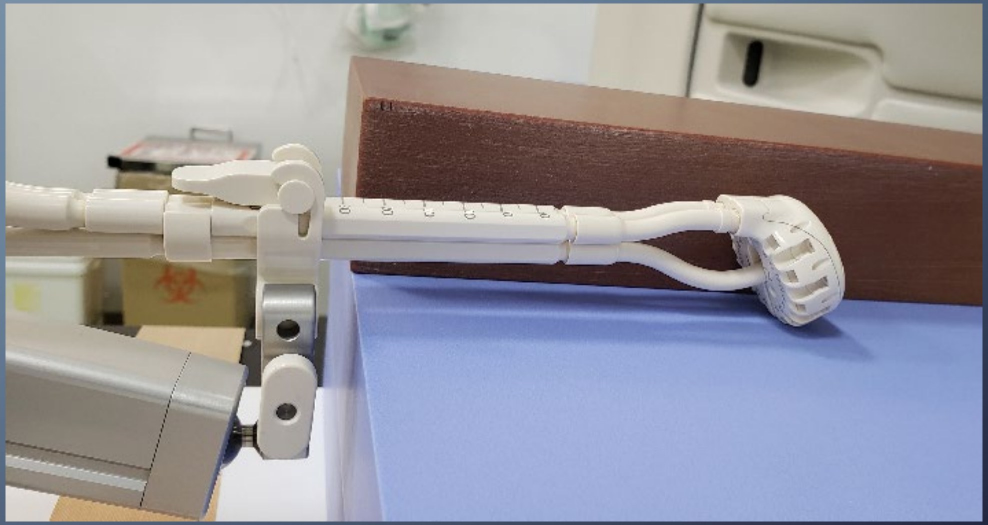
Flexitron

260～300㎜(先端)
1㎜移動

CTを用いたIr線源位置確認方法

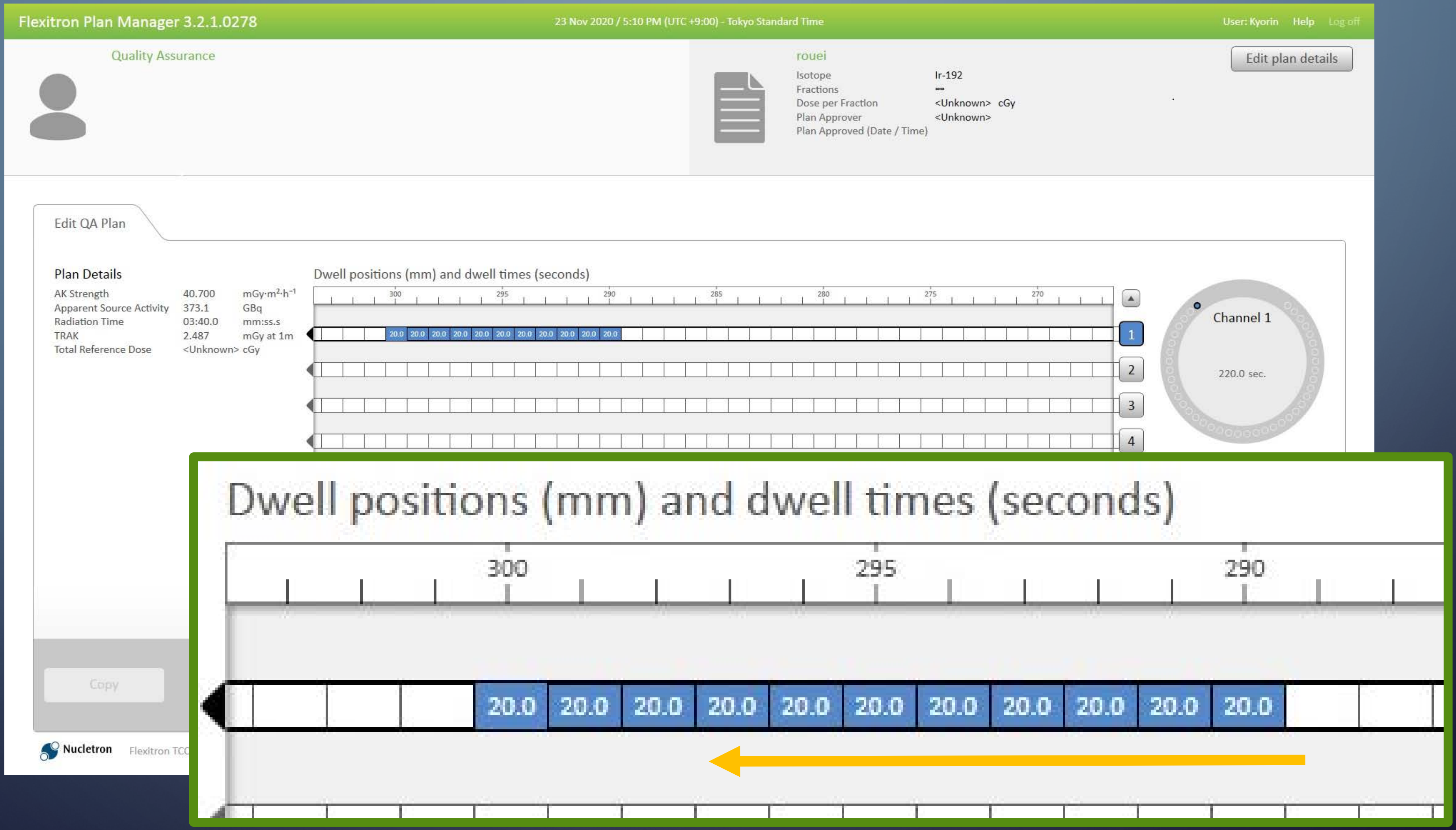






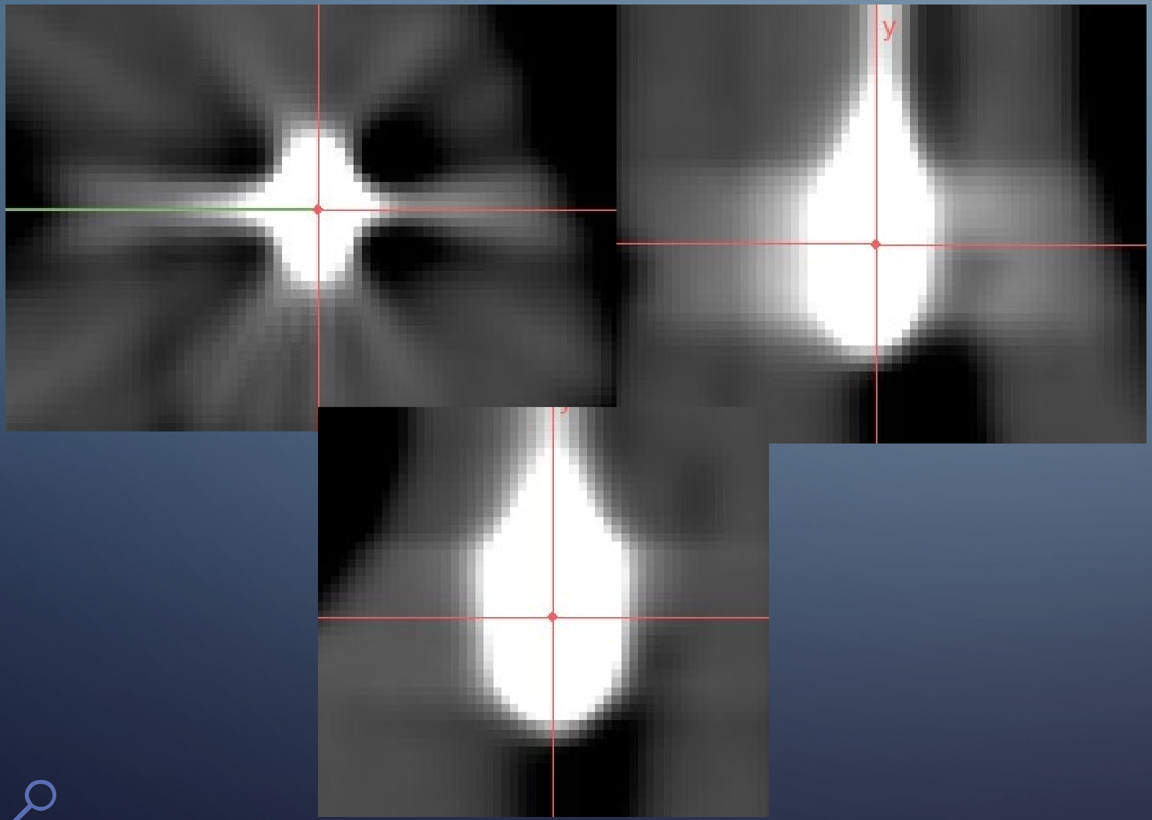
治療時と同じ状況でセッティング

Flexitron　TCC（Treatment Communication Console）

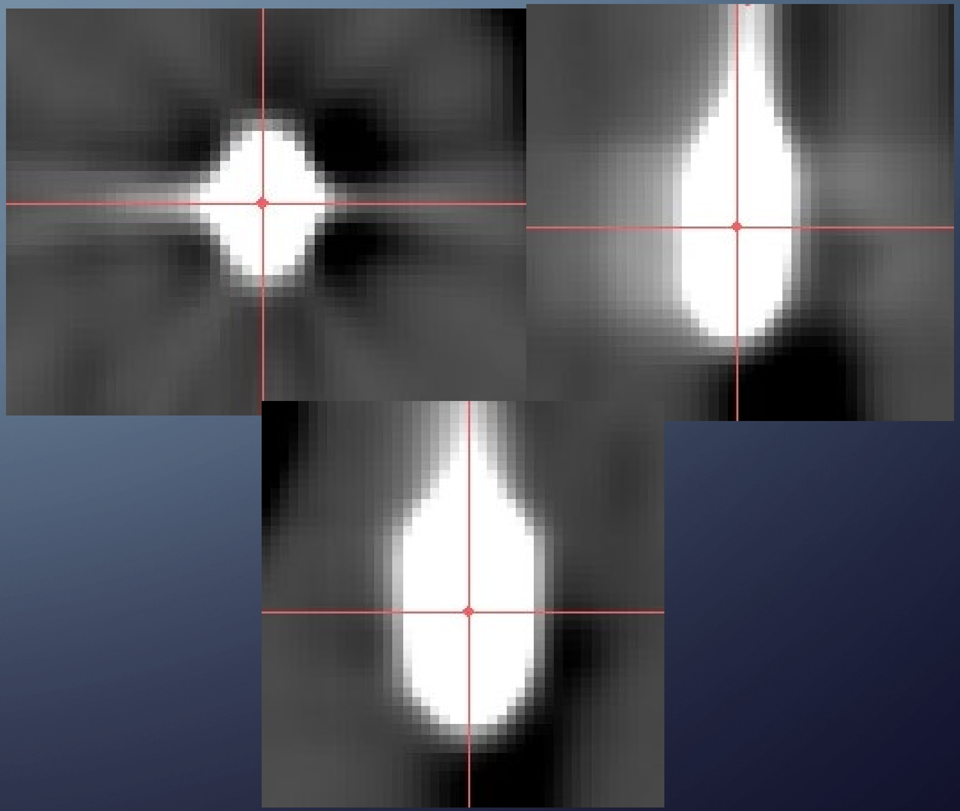


金属アーチファクト低減処理 （SEMAR：Single Energy Metal Artifact Reduction）

SEMAR(-)

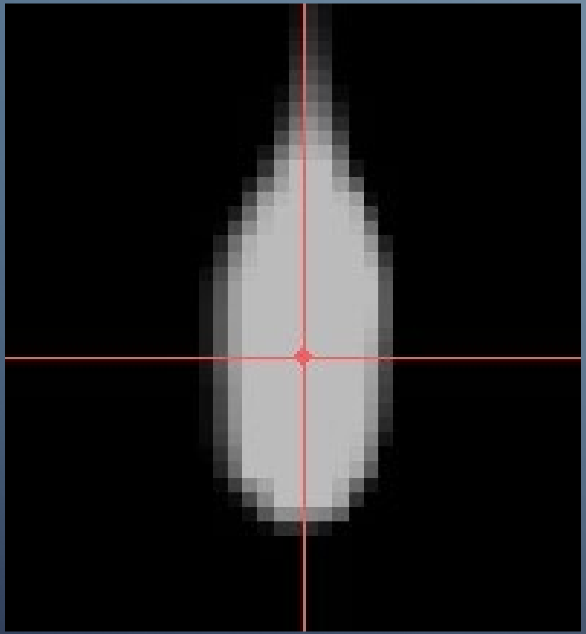


SEMAR(＋)

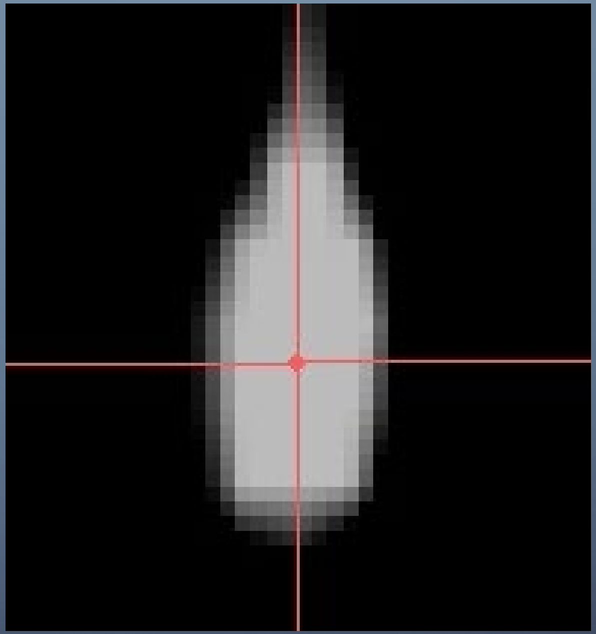


スライス厚、再構成幅

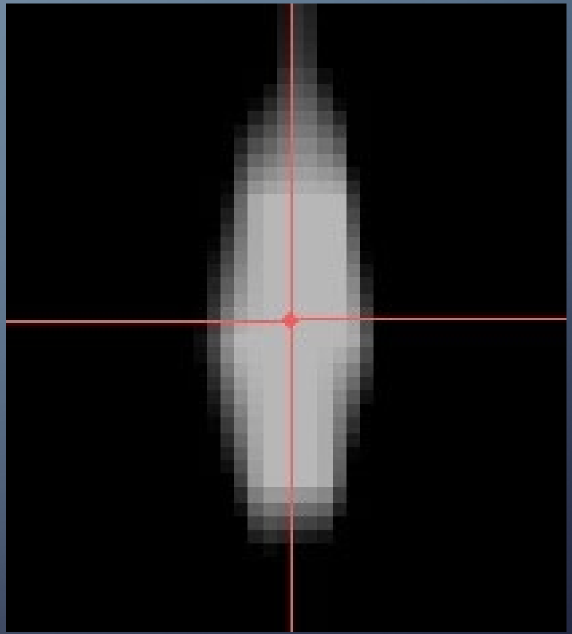
0.5mm



1.0mm

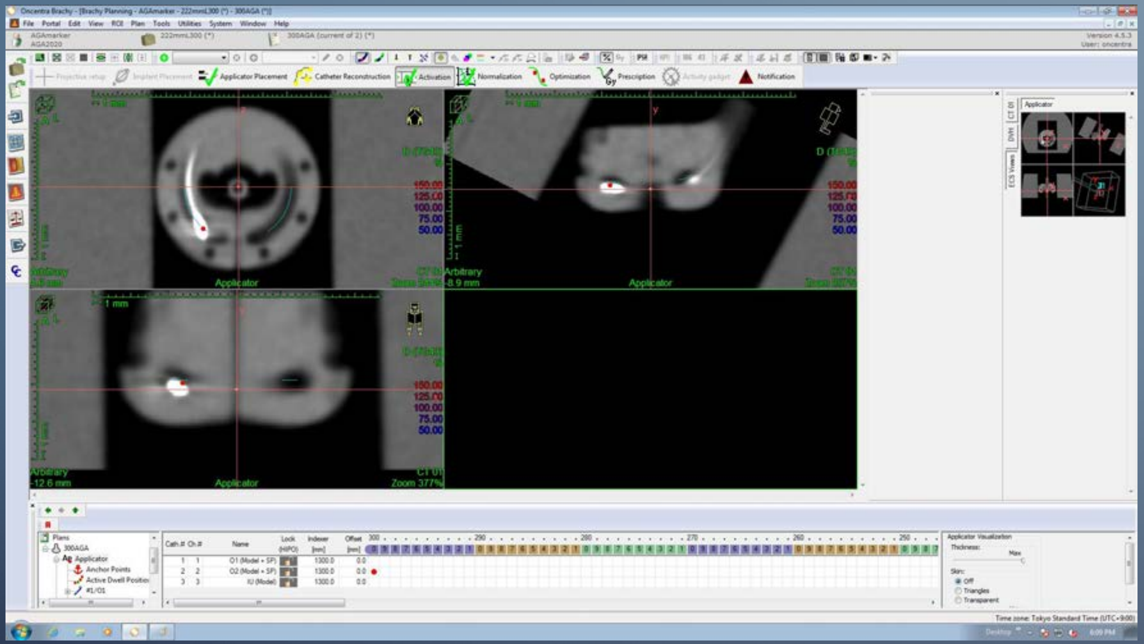


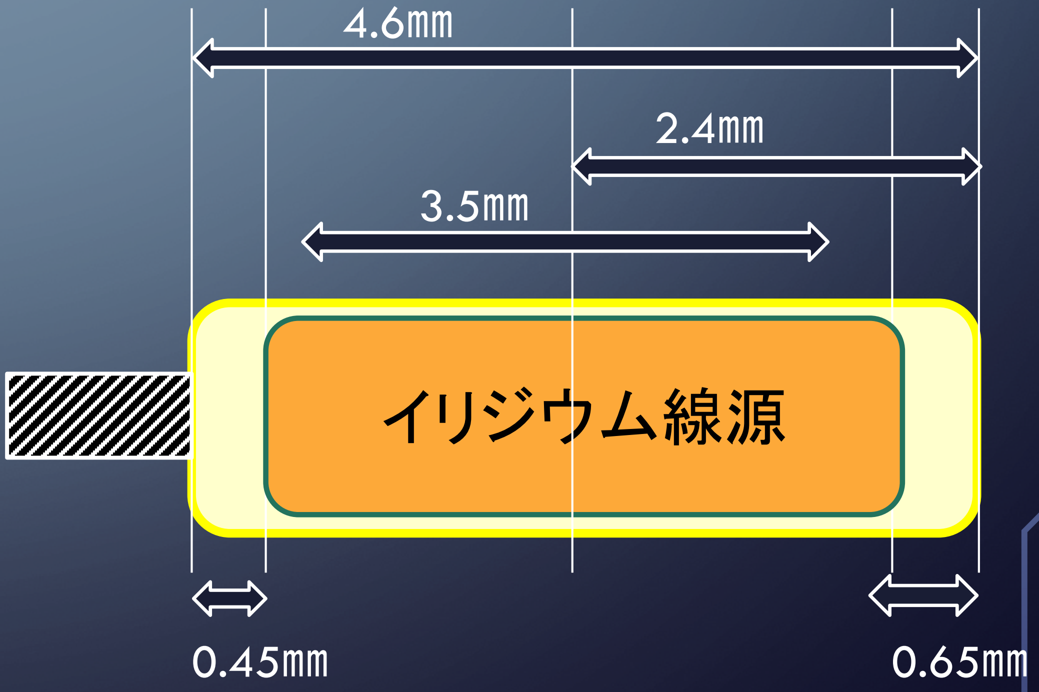
2.0mm



CTを用いたIr線源位置座標取得の流れ

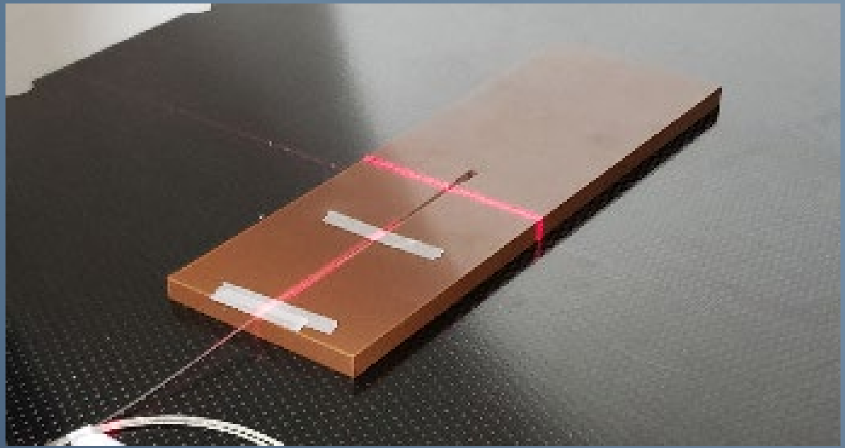
ONCENTRA

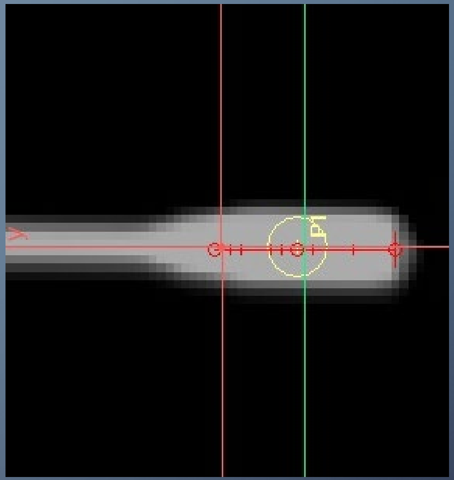




ONCENTRA　座標取得　再現性

交換後の模擬線源を固定してヘリカルスキャンで撮影



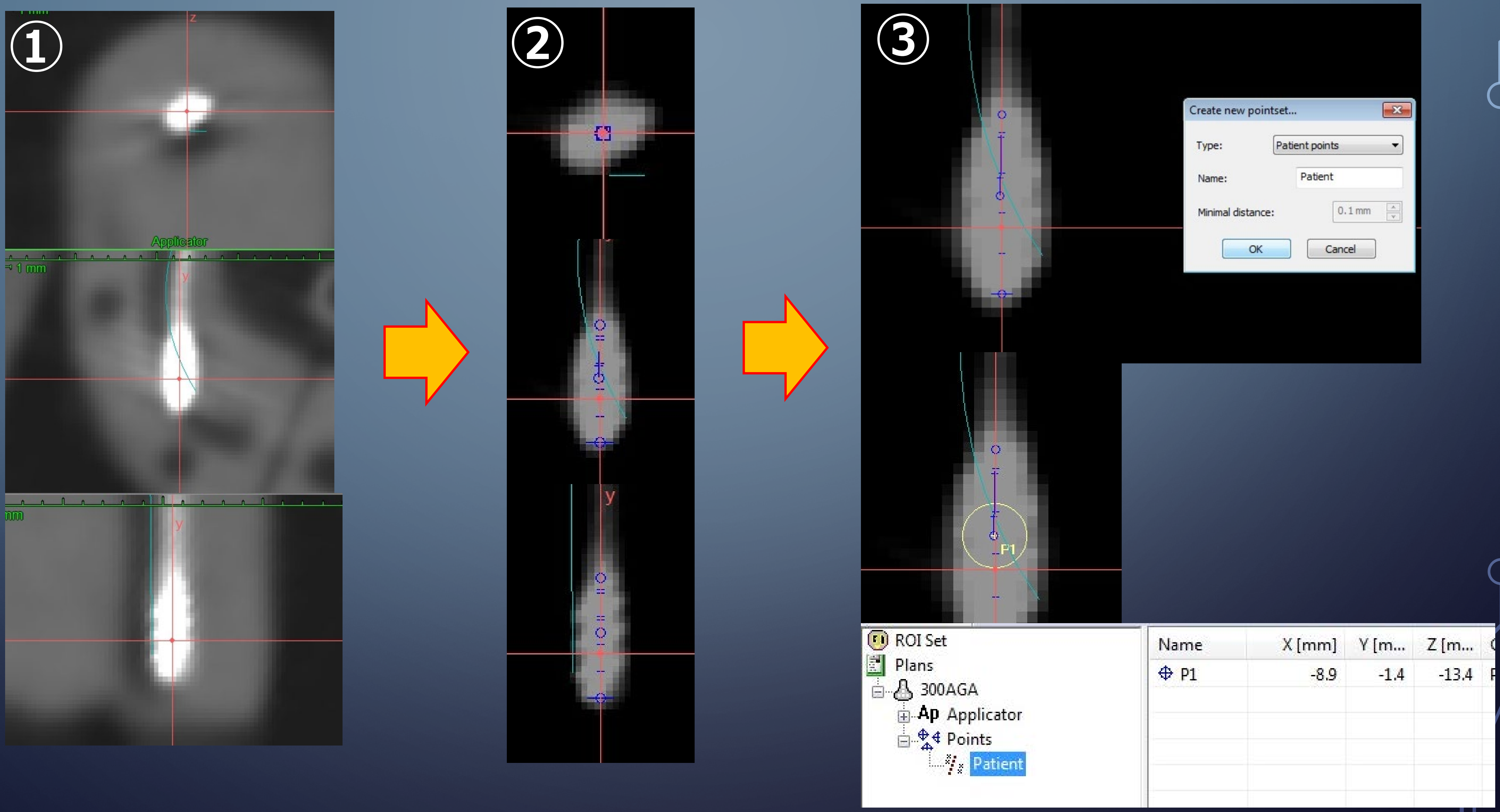


Pixelsize 0.2㎜

5回の撮影による模擬線源の座標変位平均（㎜）

	自走式CT
誤差平均	0.09

CTを用いたIr線源位置座標取得の流れ



CTを用いたIr線源位置座標取得

Source	1st			2nd			3rd		
22mmR	x	y	z	x	y	z	x	y	z
300	6.4	-1.7	-13.7	6.2	-1.9	-13.8	6.3	-1.6	-13.6
299	7.0	-1.4	-13.1	7.0	-1.5	-13.3	6.9	-1.5	-13.2
298	7.4	-1.2	-12.7	7.2	-1.4	-13.0	7.4	-1.2	-12.8
297	8.1	-0.7	-11.8	8.3	-0.7	-11.9	8.3	-0.8	-12.0
296	8.6	-0.4	-11.2	8.7	-0.5	-11.3	8.6	-0.3	-11.1
295	8.9	-0.2	-10.8	8.9	-0.2	-11.0	8.8	-0.3	-10.9
294	9.3	0.4	-9.7	9.2	0.1	-10.6	9.3	0.3	-9.8
293	9.4	0.7	-9.6	9.5	0.7	-9.8	9.4	0.6	-9.6
292	9.6	1.2	-8.9	9.7	1.0	-9.2	9.6	1.0	-9.1
291	9.8	1.4	-8.6	9.9	1.5	-8.5	9.8	1.4	-8.5
290	9.9	1.8	-7.8	10.0	1.8	-7.9	9.9	1.9	-7.8
289	9.8	2.4	-7.1	9.9	2.5	-6.9	9.8	2.4	-7.0
288	9.4	3.0	-6.2	9.7	3.0	-6.3	9.5	2.9	-6.3
287	9.2	3.4	-5.6	9.5	3.4	-5.7	9.2	3.5	-5.4
286	8.9	4.0	-4.8	9.1	4.0	-4.8	8.9	4.1	-4.7
285	8.6	4.4	-4.2	8.6	4.6	-3.9	8.4	4.7	-4.0
284	8.0	5.4	-3.3	8.1	5.4	-3.2	8.1	5.3	-3.4
283	7.6	5.8	-2.6	7.8	5.9	-2.7	7.7	5.8	-2.9
282	7.3	6.3	-2.2	7.5	6.4	-2.1	7.2	6.5	-2.1
281	7.0	6.9	-1.5	7.1	7.0	-1.5	6.8	7.0	-1.5
280	6.5	7.6	-1.0	6.6	7.6	-0.9	6.5	7.7	-1.0
279	6.1	8.3	-0.5	6.1	8.3	-0.4	6.0	8.2	-0.5
278	5.6	8.9	0.0	5.7	8.8	-0.1	5.7	8.7	-0.1
277	5.3	9.3	0.3	5.4	9.4	0.3	5.3	9.2	0.2
276	4.7	10.0	0.6	4.8	10.1	0.7	4.8	10.1	0.7
275	4.1	10.9	1.1	4.2	10.8	1.2	4.1	10.9	1.1

Ir線源位置座標取得の再現性

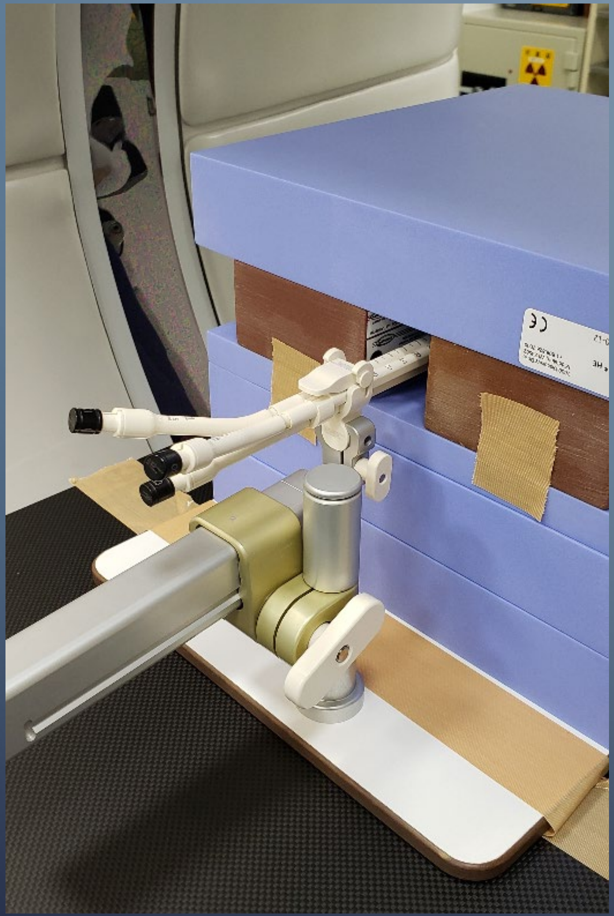
22㎜R　平均0.22㎜（最大　0.50㎜）

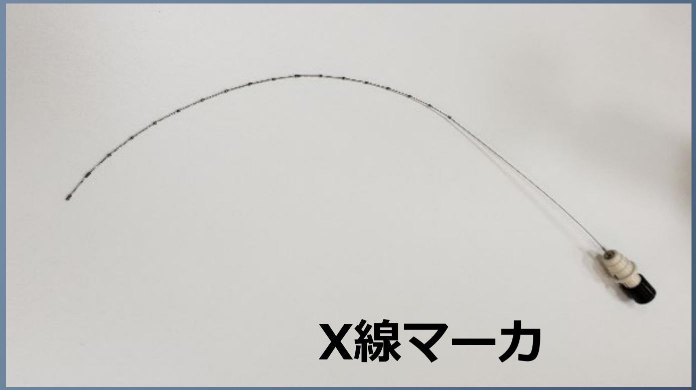
L　平均0.17㎜（最大　0.54㎜）

26㎜R　平均0.12㎜（最大　0.30㎜）

L　平均0.08㎜（最大　0.33㎜）

X線マーカとIr線源との位置誤差確認





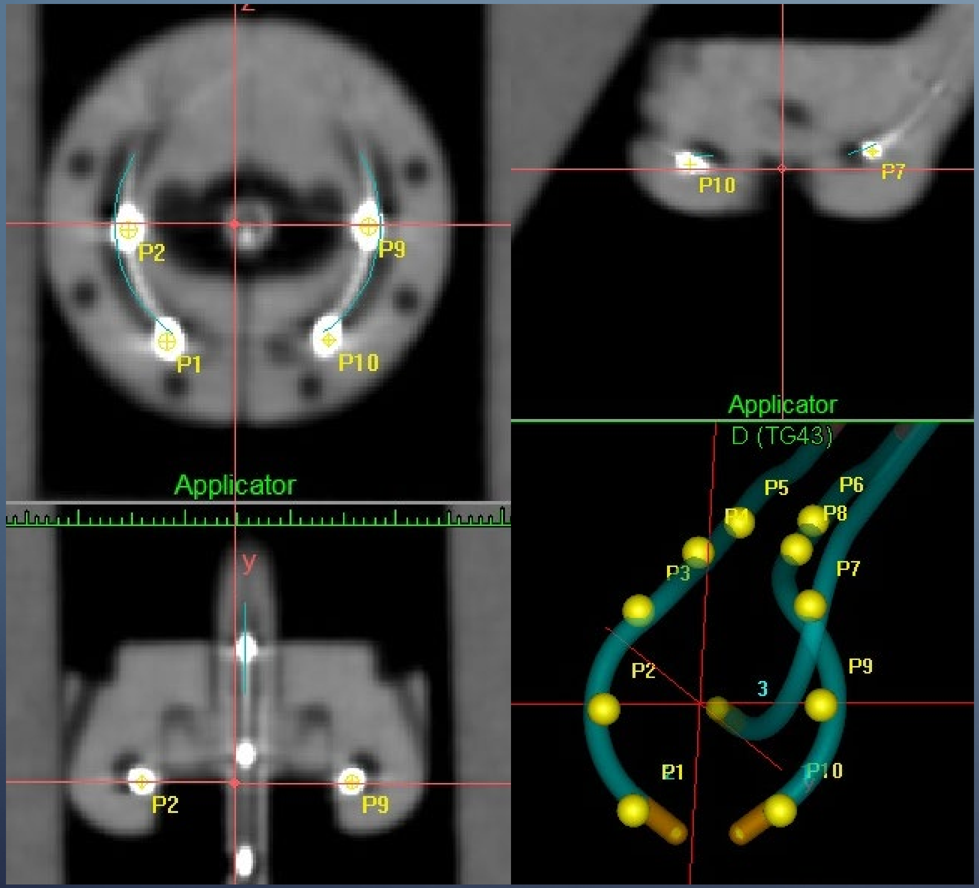
撮影条件

120kV 200mA 0.5sec
Helical Scan raw0.5㎜ x16
再構成
0.5㎜　SEMAR(+)

＊1回撮影毎にX線マーカを抜去して、再挿入

アプリケータ空洞内の位置変化の確認

X線マーカの座標取得における再現性



22㎜　Veneziaアプリケータ

Marker	1st			2nd			3rd		
22㎜R	x	y	z	x	y	z	x	y	z
300	5.4	-2.1	-14.9	5.7	-2.2	-14.8	5.8	-2.2	-15.0
290	8.7	2.3	-6.5	9.0	2.1	-6.6	9.2	2.2	-6.8
280	6.6	8.5	0.7	7.0	8.5	0.5	7.2	8.5	0.5
270	3.4	17.6	3.2	3.8	17.5	3.3	3.8	17.4	3.1
260	2.6	27.4	3.0	2.9	27.5	3.1	3.0	27.5	3.1

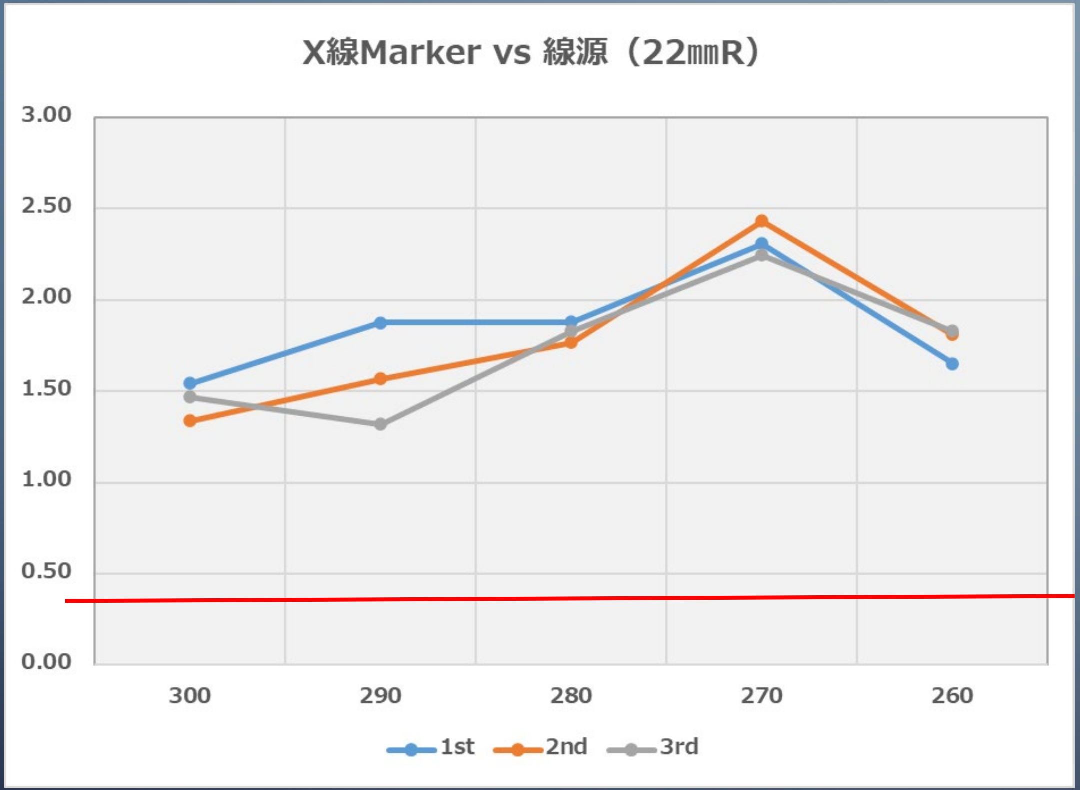
Marker	1st			2nd			3rd		
22㎜L	x	y	z	x	y	z	x	y	z
300	-7.9	-2.4	-15.0	-7.7	-2.3	-15.1	-7.5	-2.4	-15.3
290	-11.3	2.2	-7.1	-11.0	2.2	-7.0	-10.8	2.2	-7.0
280	-9.2	8.5	0.1	-9.0	8.5	0.2	-9.0	8.4	0.2
270	-5.8	17.3	2.9	-5.5	17.4	3.0	-5.3	17.2	2.9
260	-4.4	27.2	2.8	-4.2	27.2	2.9	-4.0	27.2	2.9

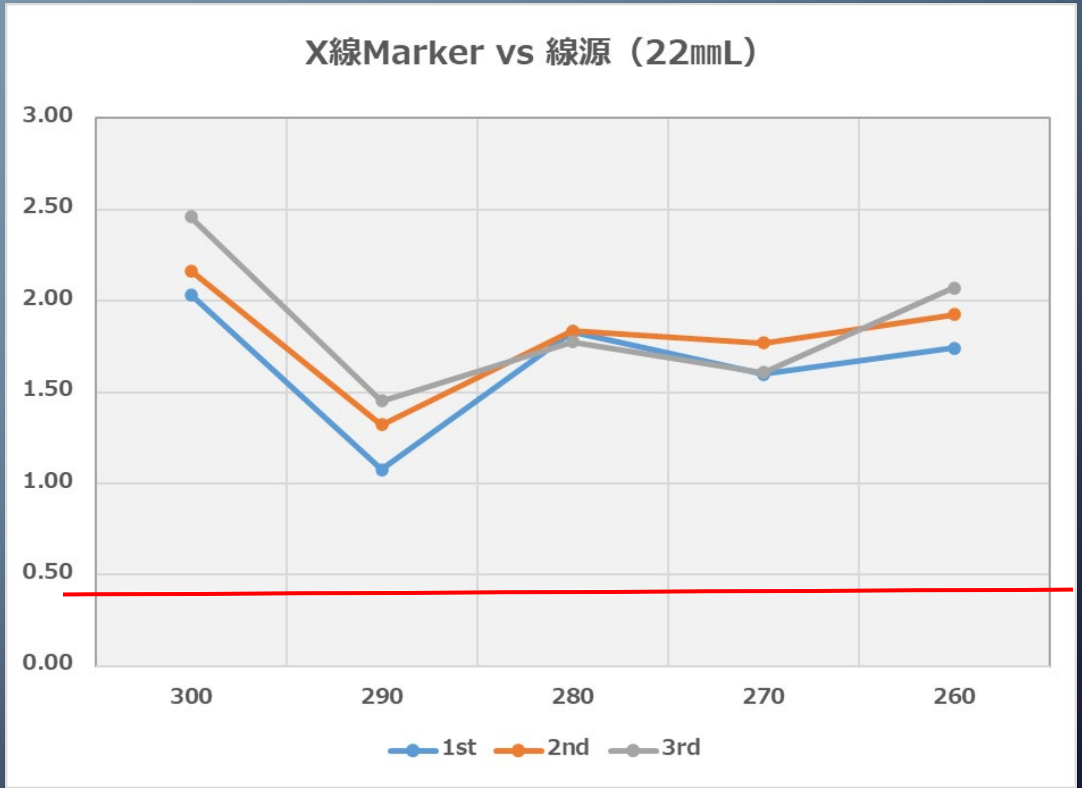
座標取得の再現性

22㎜　平均0.34㎜（最大　0.63㎜）

26㎜　平均0.24㎜（最大　0.50㎜）

X線マーカとIr線源との位置誤差　（距離）

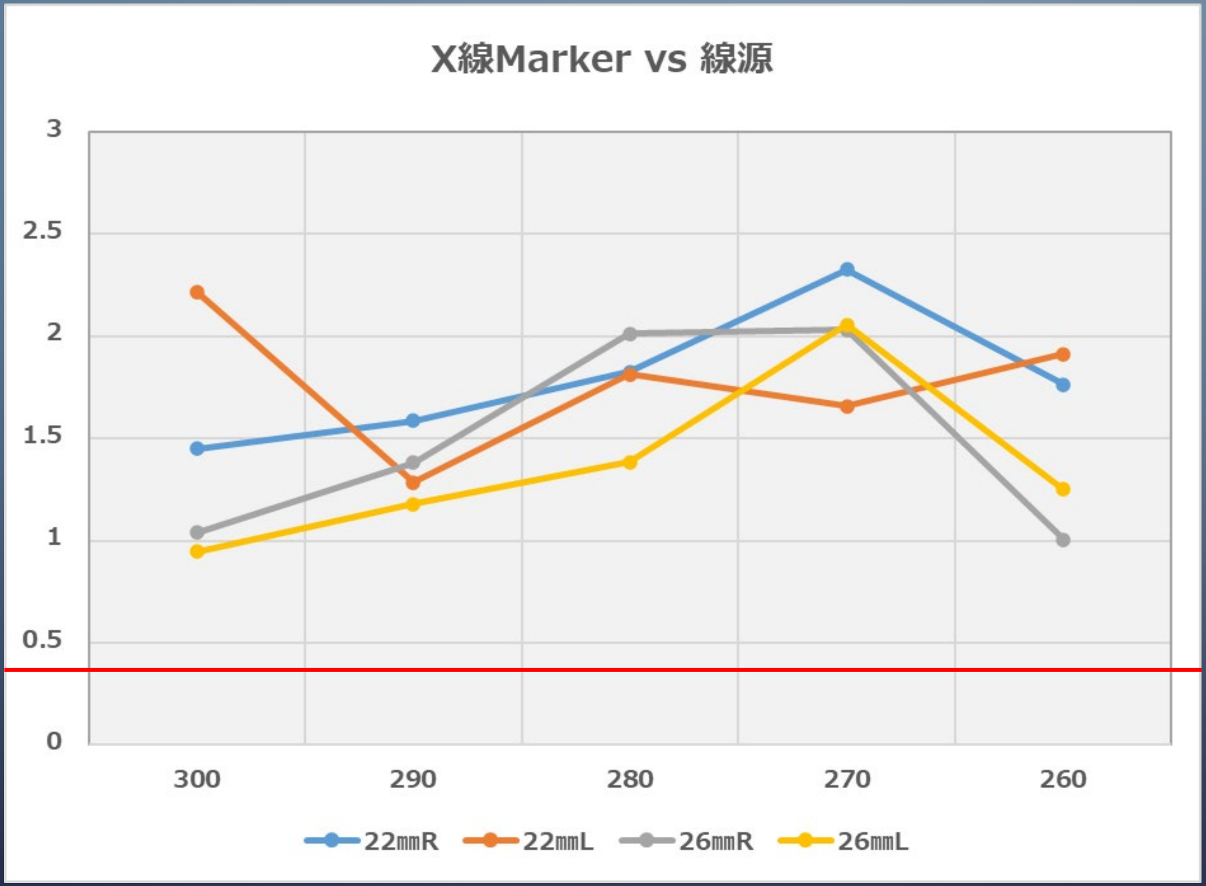




22㎜R 平均　1.79㎜（最大　2.22㎜）

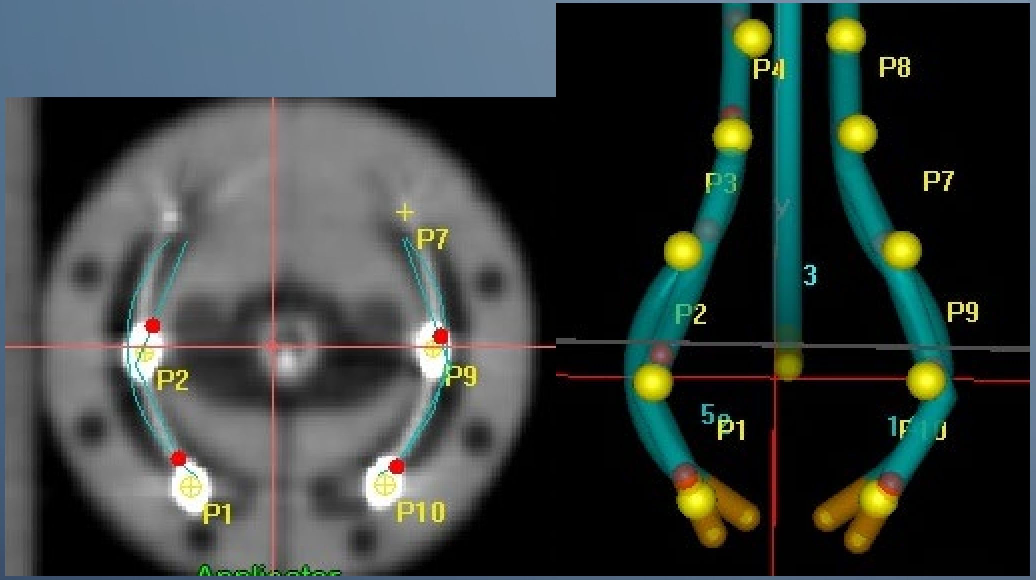
22㎜L 平均　1.78㎜（最大　2.33㎜）

X線マーカとIr線源との位置誤差　（距離）



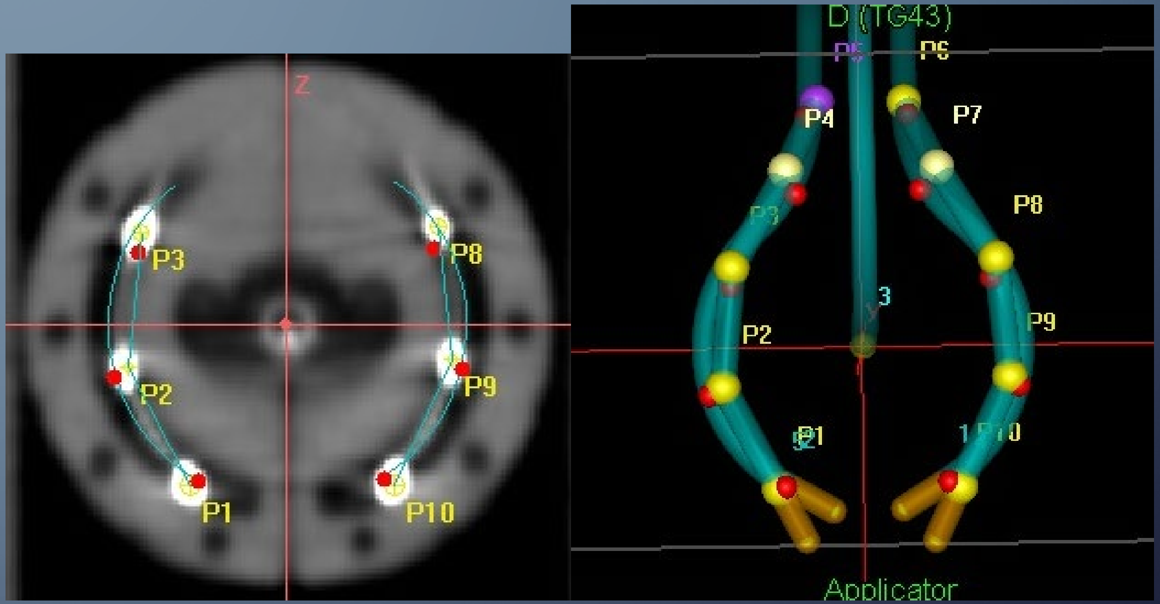
	22mmR	22mmL	26mmR	26mmL
300	1.45	2.22	1.04	0.95
290	1.59	1.28	1.38	1.18
280	1.83	1.81	2.01	1.39
270	2.33	1.66	2.03	2.06
260	1.76	1.91	1.01	1.25
mean	1.79	1.78	1.49	1.36

X線マーカとIr線源との位置誤差



22㎜

R　平均　1.79㎜（最大　2.22㎜）
L　平均　1.78㎜（最大　2.33㎜）

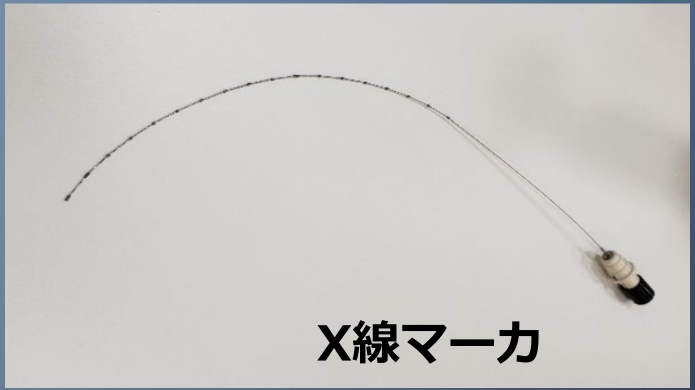


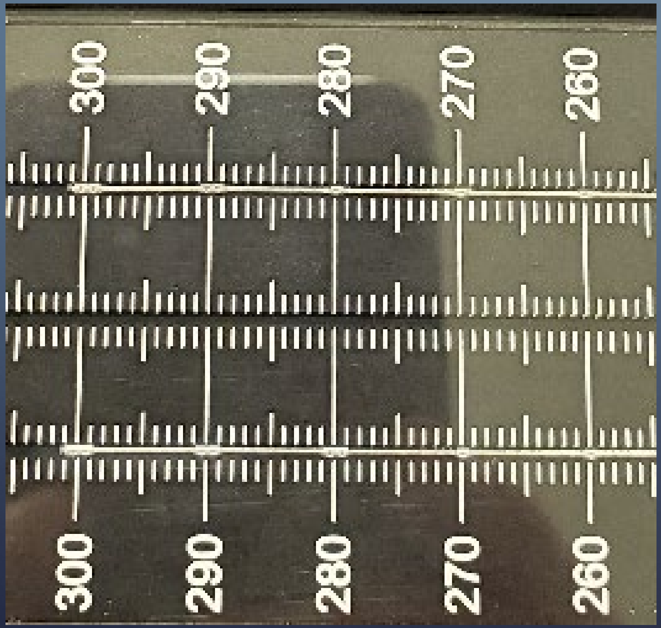
26㎜

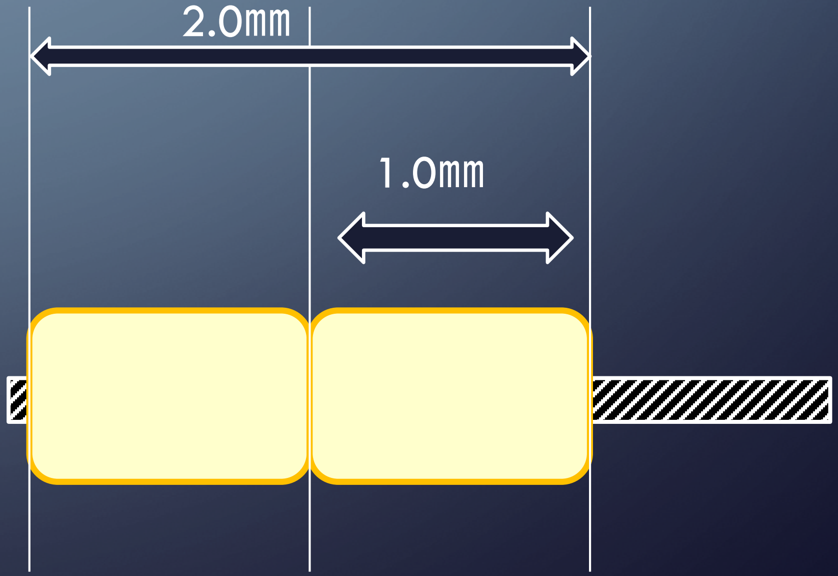
R　平均　1.49㎜（最大　2.03㎜）
L　平均　1.36㎜（最大　2.06㎜）

ヴェネチアアプリケータではX線マーカとIr線源の停留位置は一致しない。

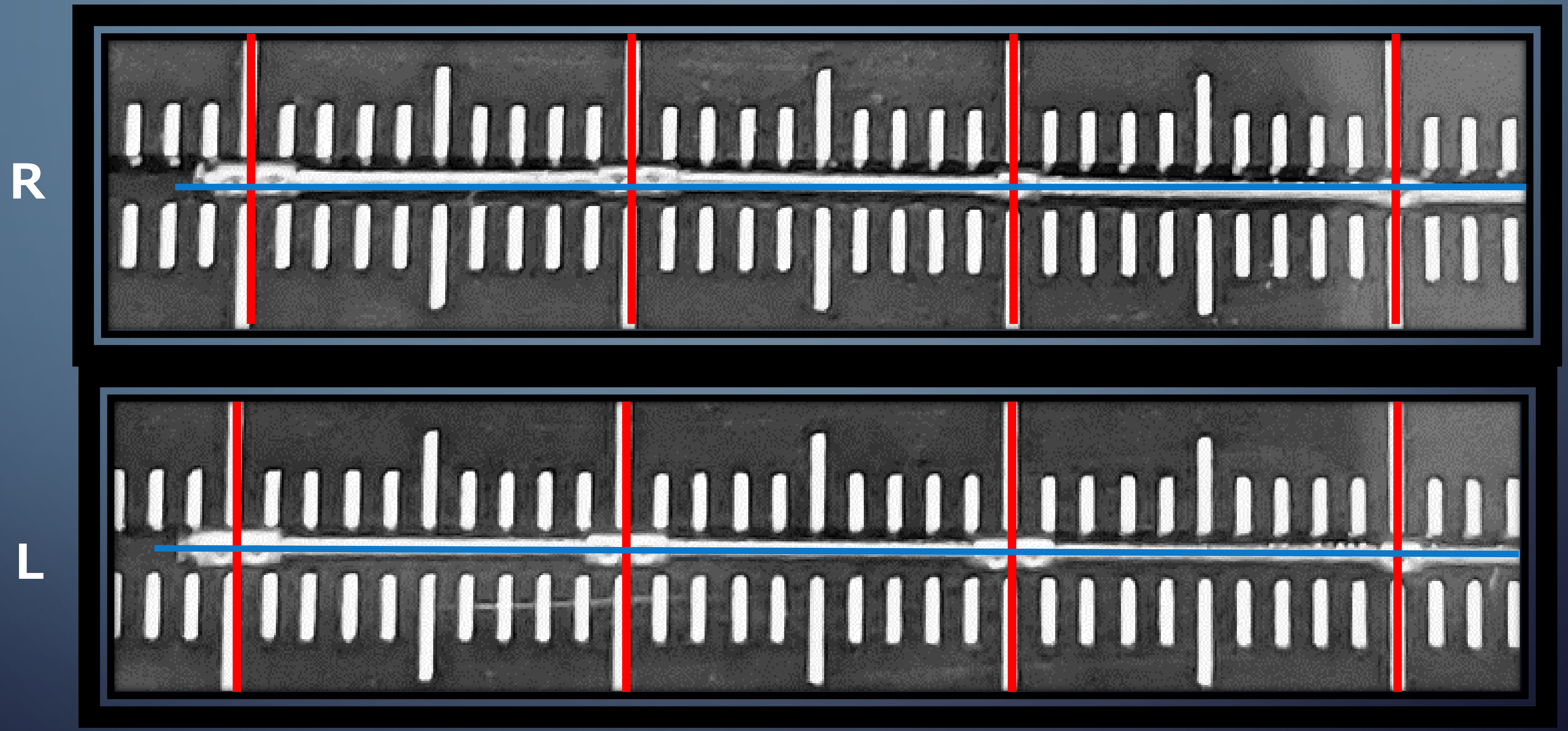
X線マーカ自体の位置精度確認





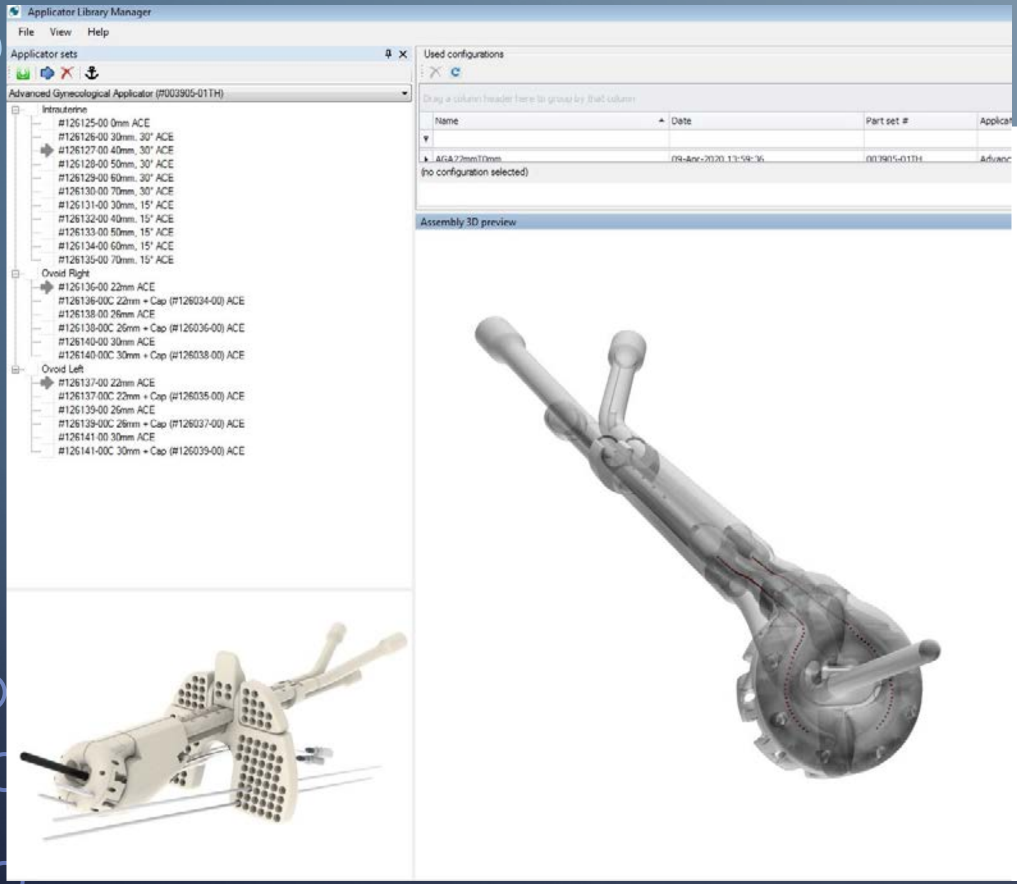


X線マーカ自体の位置精度確認

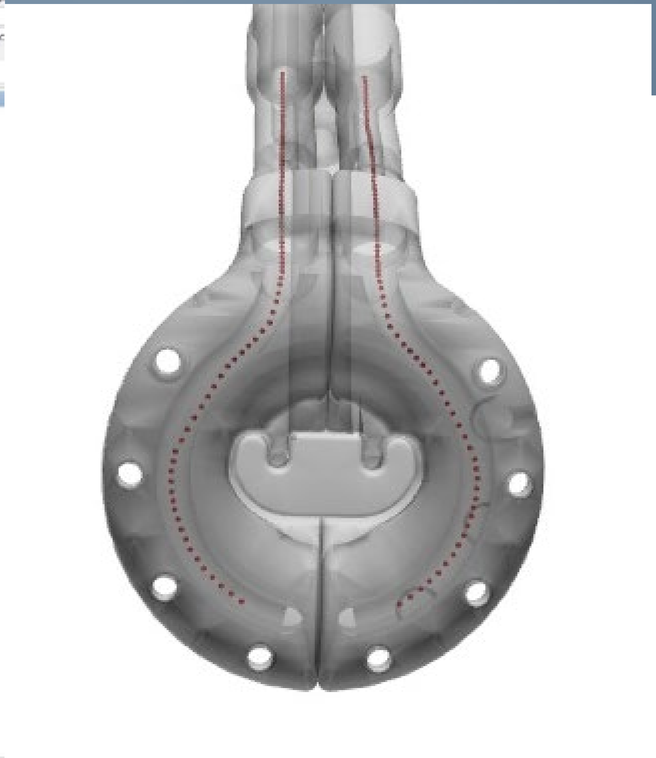


ケーブルの硬度が低いのと空洞に余裕がある事が原因？

アプリケータライブラリーモデリング



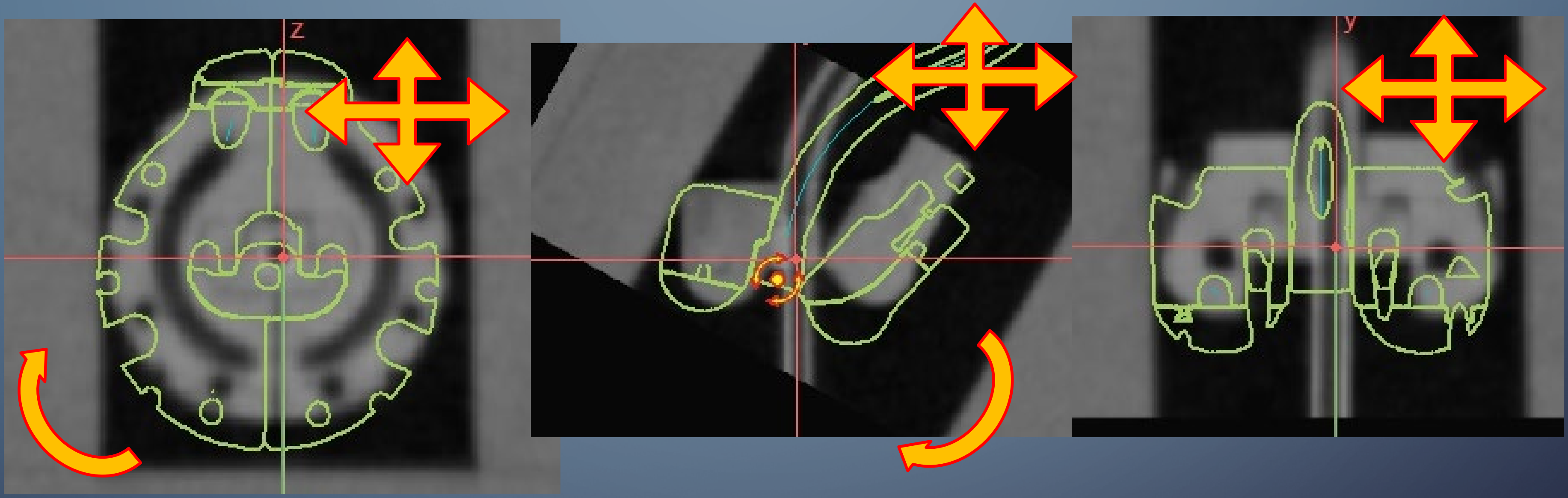
ELEKTA社より提供されている



座標情報

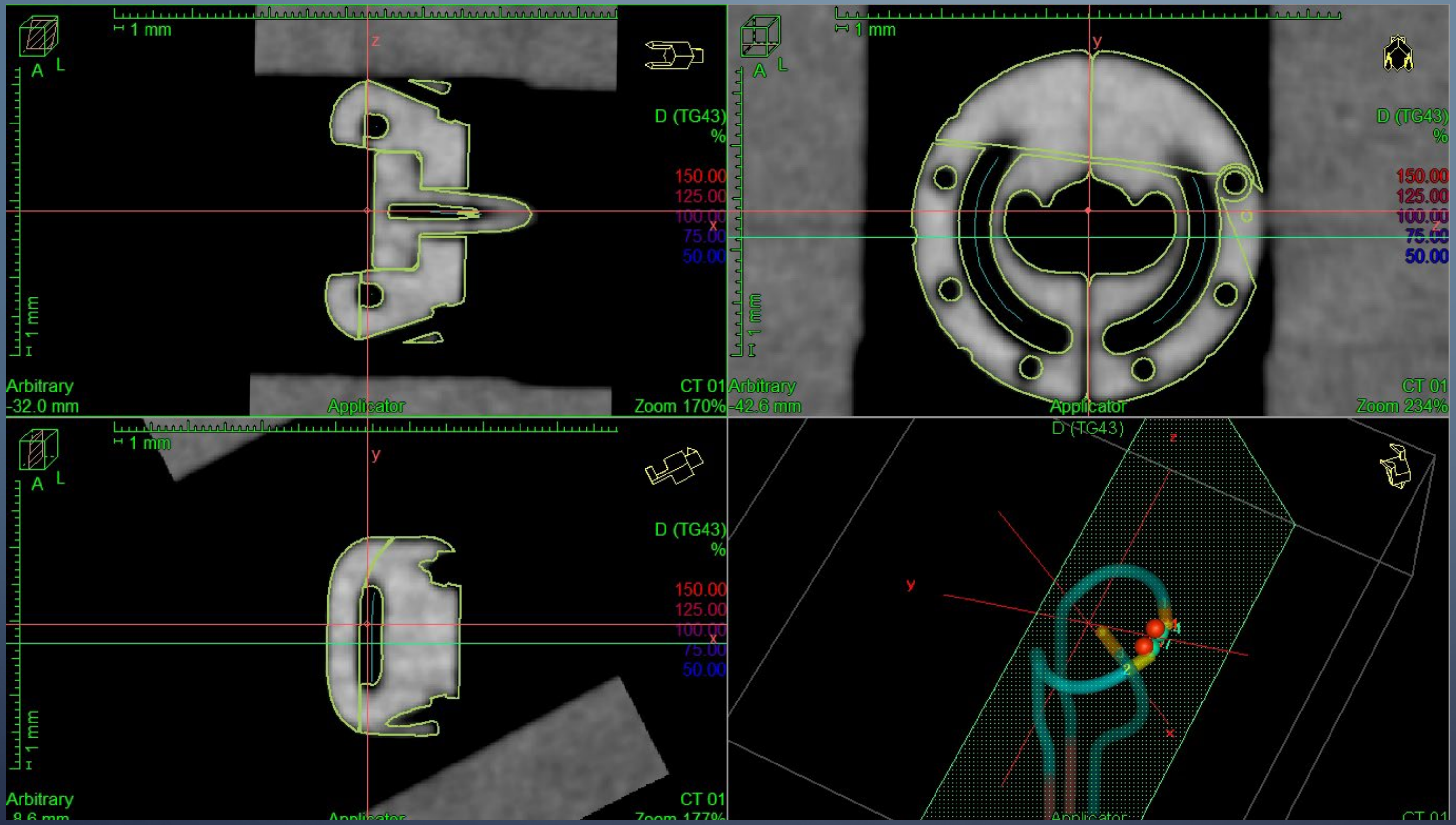
- <connector name="RO">
<centerPoint z="0" y="0" x="0"/>
<axisDirection z="0" y="0" x="1"/>
<referenceDirection z="1" y="0" x="0"/>
</connector>
<sourcePosition z="0.55" y="8.68" x="7.11" index="1"/>
<sourcePosition z="0.64" y="6.93" x="8.85" index="2"/>
<sourcePosition z="0.69" y="5.02" x="10.06" index="3"/>
<sourcePosition z="0.69" y="3.16" x="10.77" index="4"/>
<sourcePosition z="0.56" y="0.84" x="11.1" index="5"/>
<sourcePosition z="0.43" y="-1.61" x="10.3" index="6"/>
<sourcePosition z="0.24" y="-4.03" x="9.19" index="7"/>
<sourcePosition z="-0.09" y="-6.26" x="8.1" index="8"/>
<sourcePosition z="-0.85" y="-8.38" x="6.47" index="9"/>
<sourcePosition z="-2.21" y="-10.52" x="5.05" index="10"/>
<sourcePosition z="-3.56" y="-12.47" x="4.64" index="11"/>
<sourcePosition z="-5.61" y="-14.08" x="4.36" index="12"/>
<sourcePosition z="-7.8" y="-15.47" x="4.28" index="13"/>
<sourcePosition z="-9.83" y="-16.72" x="4.24" index="14"/>
<sourcePosition z="-12.11" y="-18.02" x="4.26" index="15"/>
<sourcePosition z="-14.29" y="-19.15" x="4.24" index="16"/>
<sourcePosition z="-16.55" y="-20.25" x="4.28" index="17"/>
<sourcePosition z="-18.82" y="-21.33" x="4.34" index="18"/>
<sourcePosition z="-21.15" y="-22.35" x="4.33" index="19"/>
<sourcePosition z="-23.41" y="-23.42" x="4.33" index="20"/>
<sourcePosition z="-25.73" y="-24.43" x="4.34" index="21"/>
<sourcePosition z="-28.02" y="-25.59" x="4.3" index="22"/>
<sourcePosition z="-30.34" y="-26.75" x="4.29" index="23"/>
<sourcePosition z="-32.53" y="-27.82" x="4.28" index="24"/>
<sourcePosition z="-34.92" y="-28.8" x="4.26" index="25"/>
<sourcePosition z="-37.28" y="-29.7" x="4.21" index="26"/>
<sourcePosition z="-39.63" y="-30.6" x="4.16" index="27"/>
<sourcePosition z="-41.88" y="-31.5" x="4.12" index="28"/>
<sourcePosition z="-44.1" y="-32.61" x="4.08" index="29"/>

アプリケーターライブラリーモデリング



位置や角度をCTに合わせこむ

アプリケータライブラリーモデリング

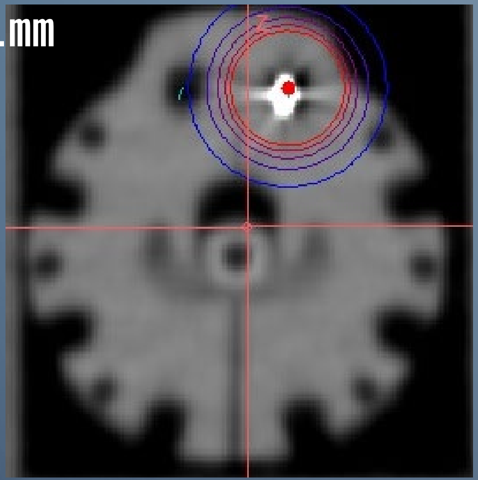


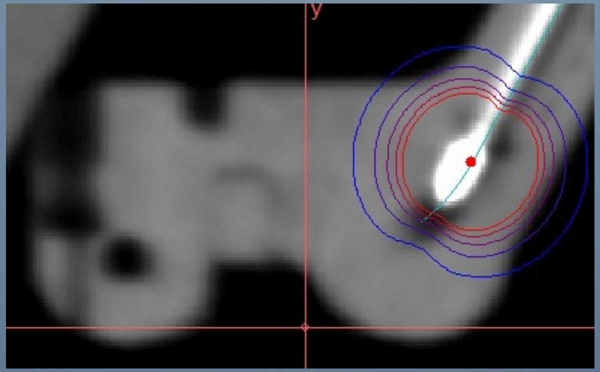
model	x	y	z
300	5.9	-1.2	-14.3
299	6.6	-0.9	-13.7
298	7.3	-0.6	-13.1
297	7.8	-0.3	-12.4
296	8.4	0	-11.8
295	8.7	0.3	-11.1
294	9	0.7	-10.5
293	9.3	1	-9.9
292	9.5	1.4	-9.3
291	9.6	1.8	-8.6
290	9.8	2.2	-7.9
289	9.7	2.7	-7.2
288	9.6	3.2	-6.4
287	9.2	3.7	-5.6
286	8.8	4.2	-4.8
285	8.4	4.8	-3.9
284	8	5.4	-3.1
283	7.5	6	-2.3
282	7.1	6.6	-1.5
281	6.6	7.1	-1.1
280	6.2	7.7	-0.6

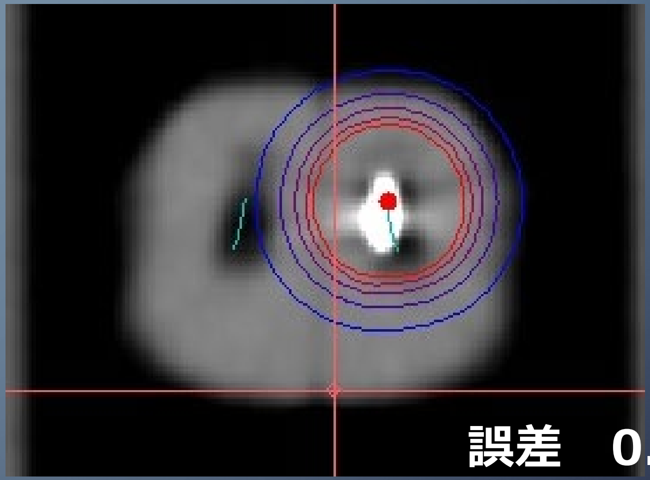
位置や角度を術者がマニュアルで設定する為、誤差は生じる。

アプリケータライブラリーモデリングとIr線源との位置誤差

271㎜

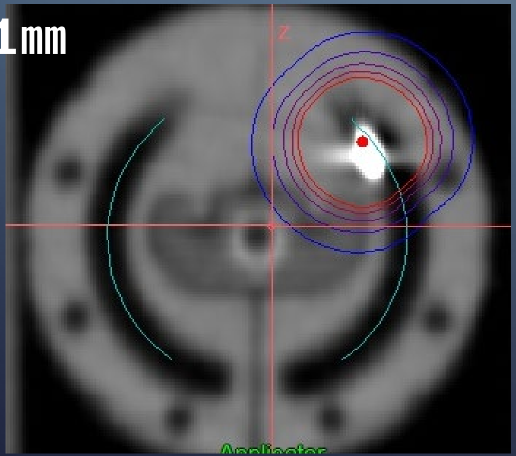


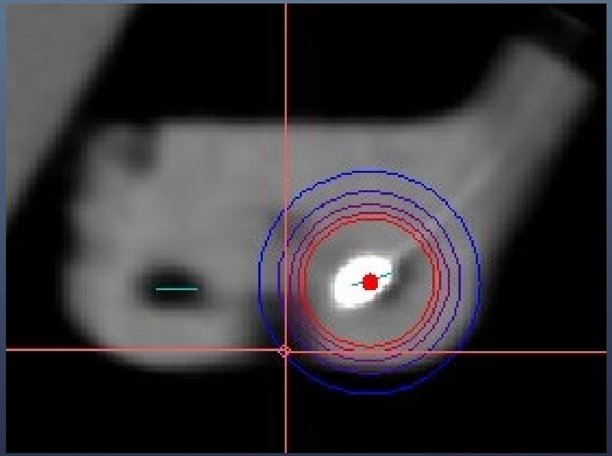


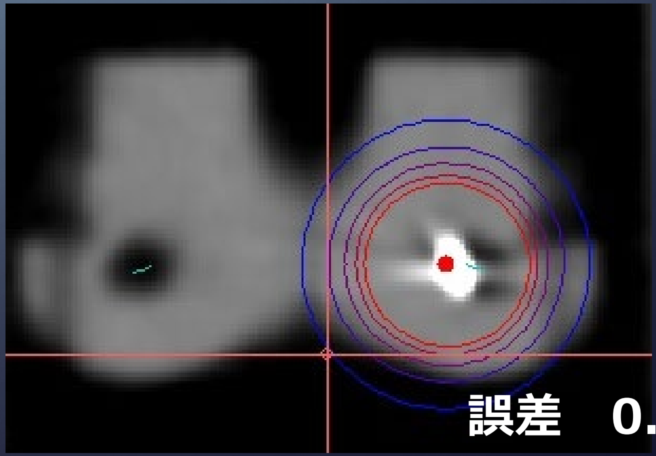


誤差　0.83㎜

281㎜



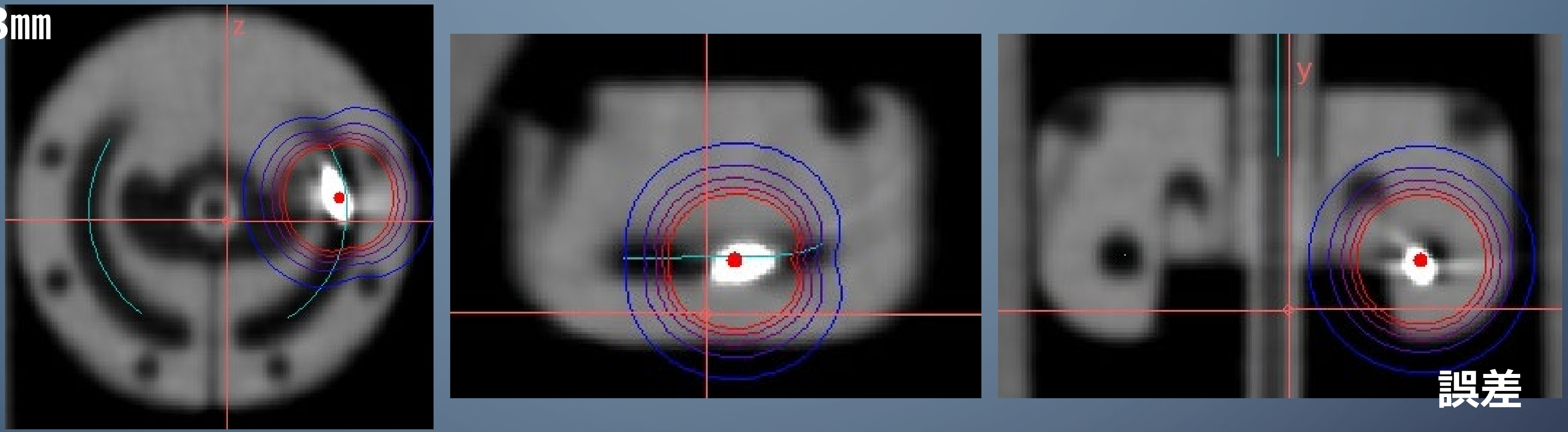




誤差　0.57㎜

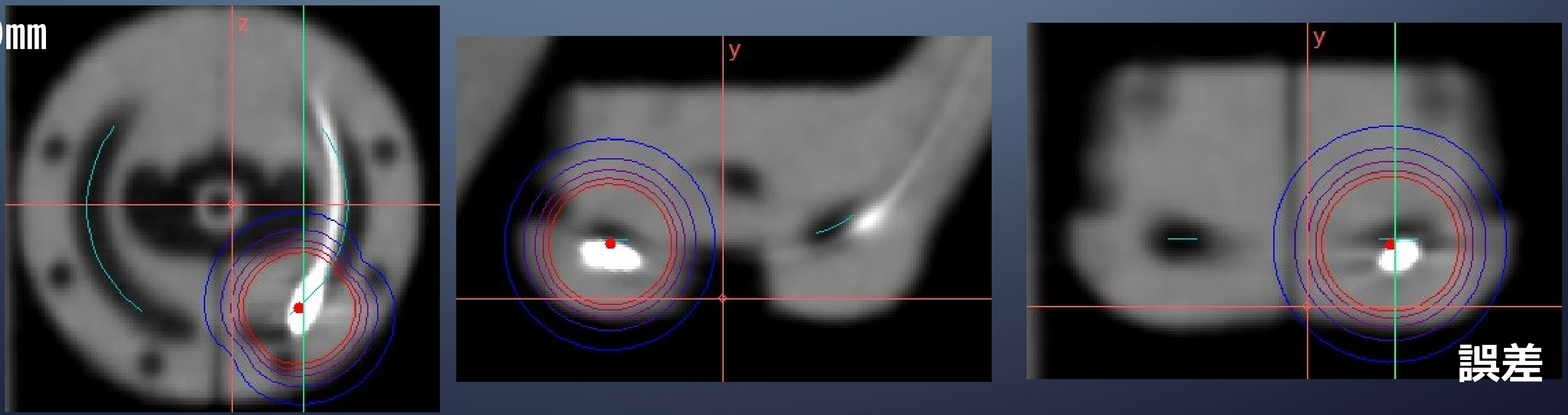
アプリケーターライブラリーモデリングとIr線源との位置誤差

288㎜



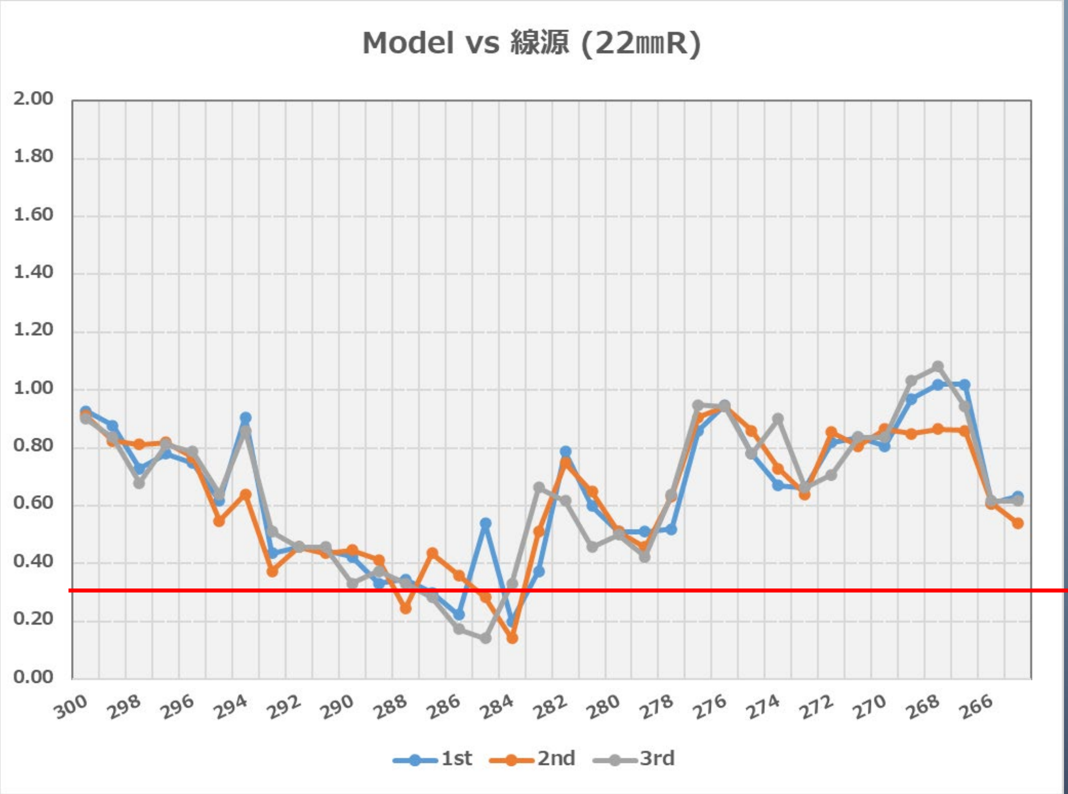
誤差　0.31㎜

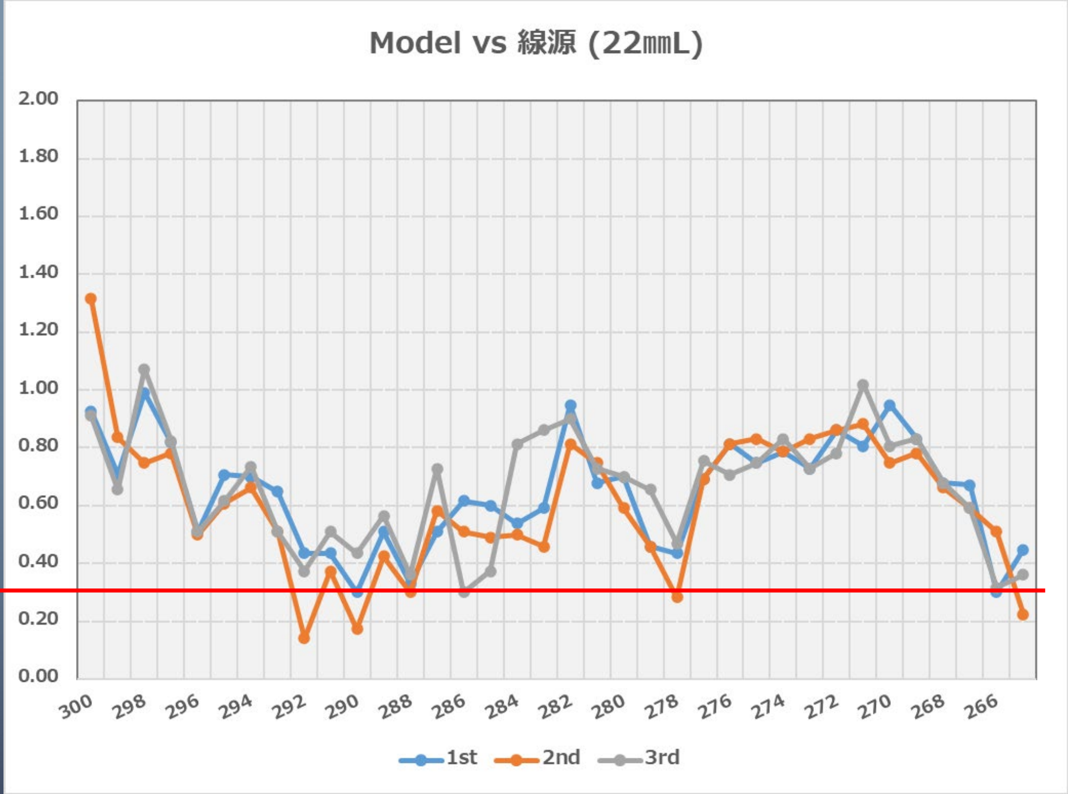
300㎜



誤差　0.91㎜

アプリケータライブラリーモデリングとIr線源との位置誤差　（距離）



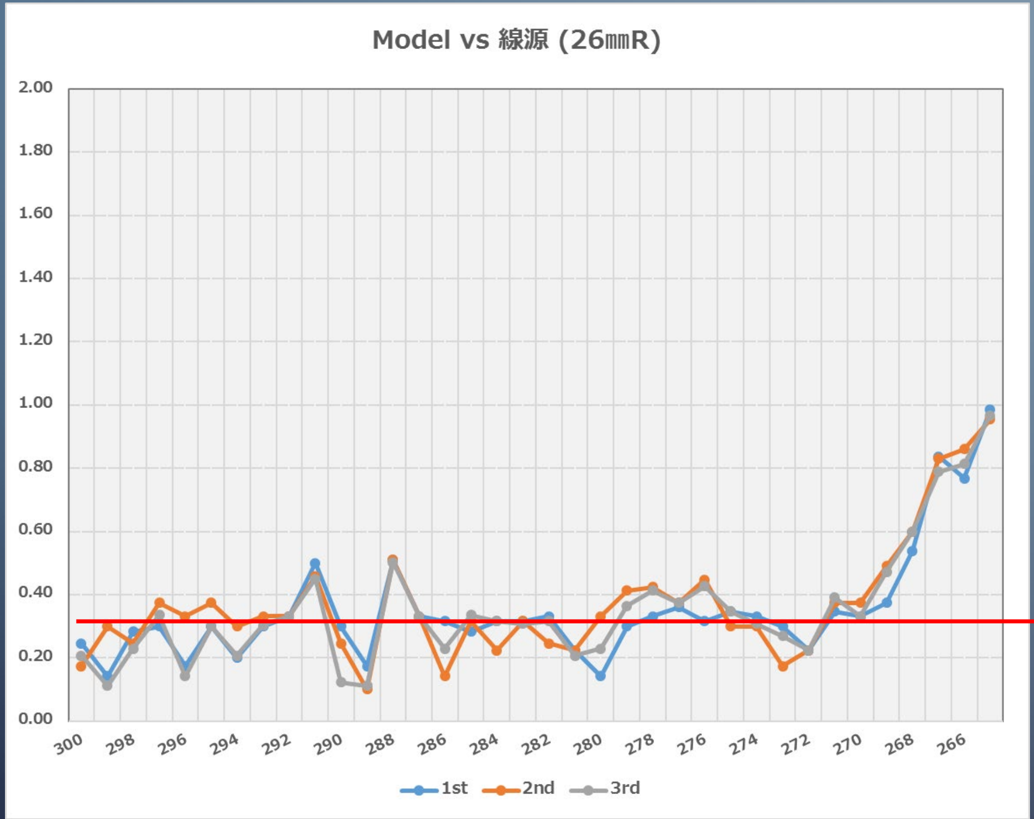


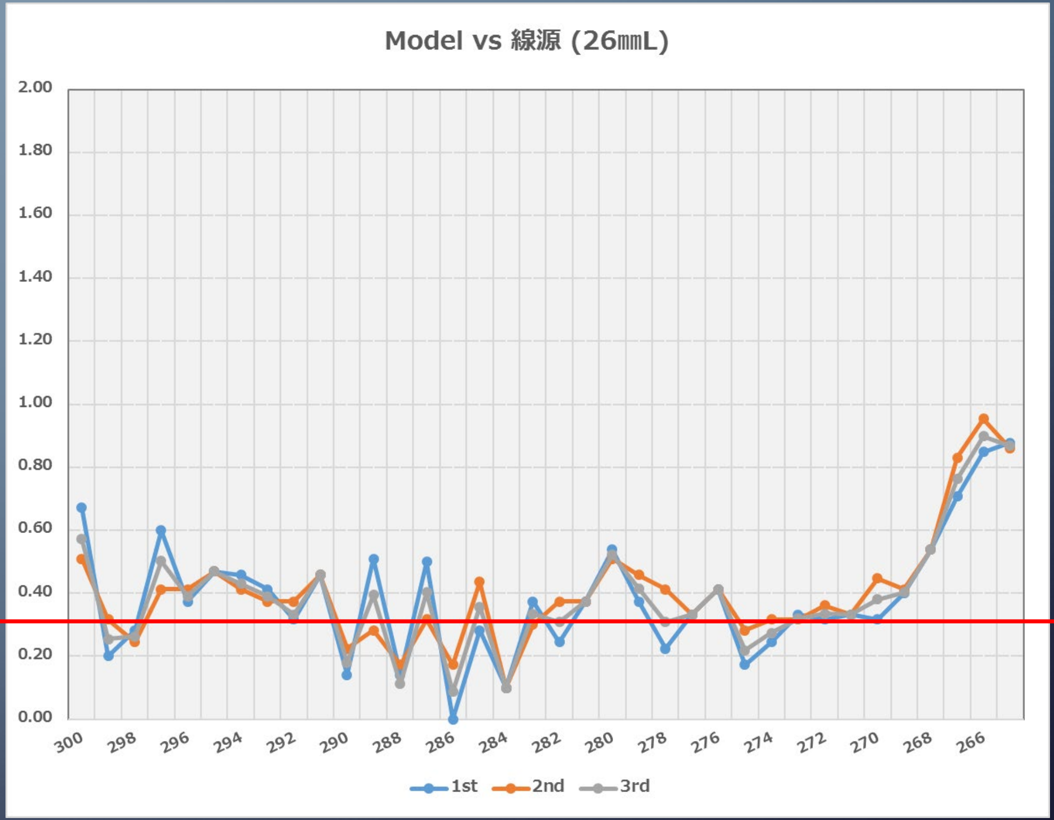
R　平均　0.64㎜（最大　1.08㎜）

L　平均　0.64㎜（最大　1.32㎜）

マイクロセレクトロン研究会2020

アプリケータライブラリーモデリングとIr線源との位置誤差　（距離）

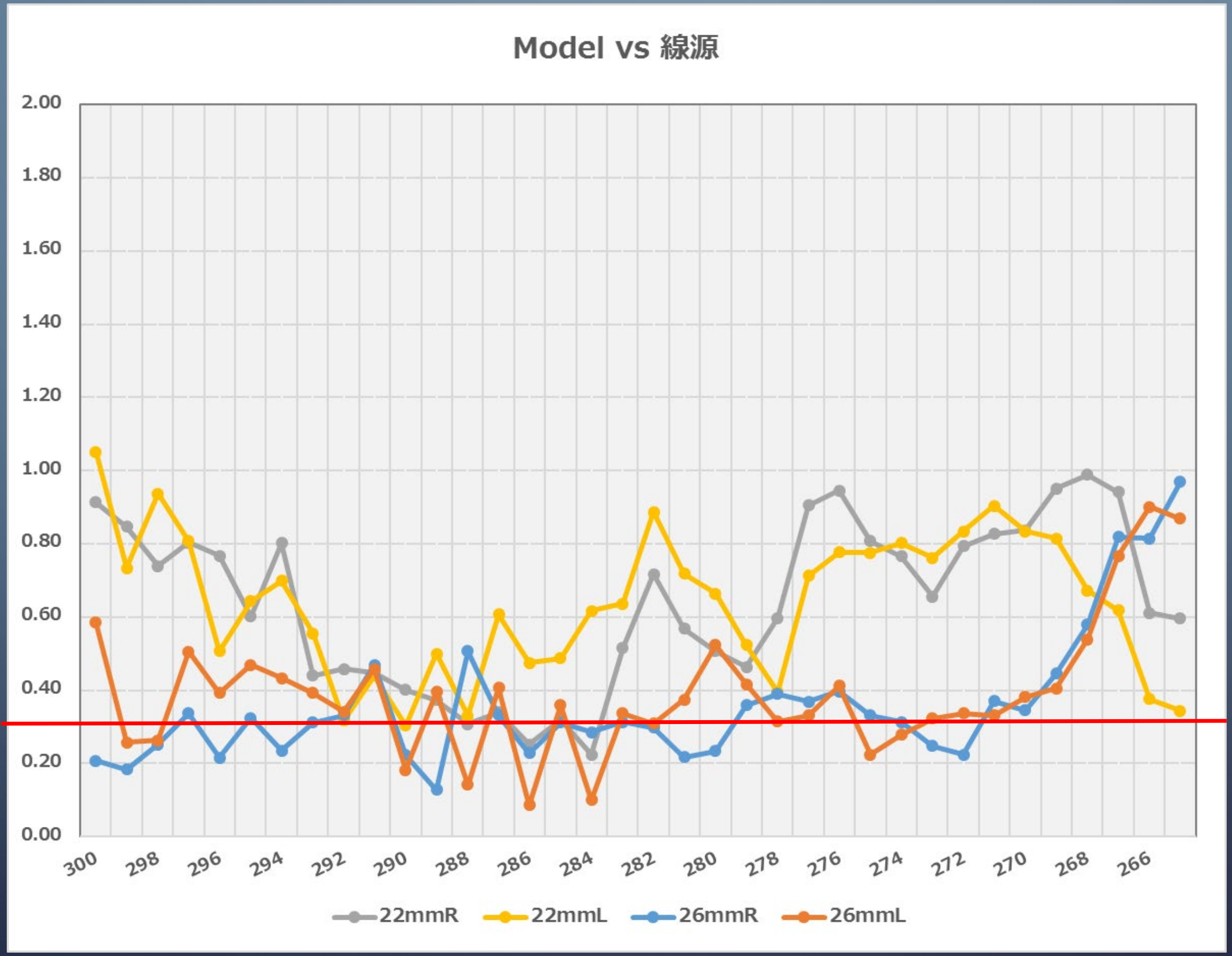




R　平均　0.42㎜（最大　0.98㎜）

L　平均　0.39㎜（最大　0.95㎜）

アプリケータライブラリーモデリングとIr線源との位置誤差（距離）



PixelSize、モデリング、測定誤差を考慮

まとめ①

Veneziaアプリケータ内のIr線源停留位置を自走式CTを用いて座標を取得した。

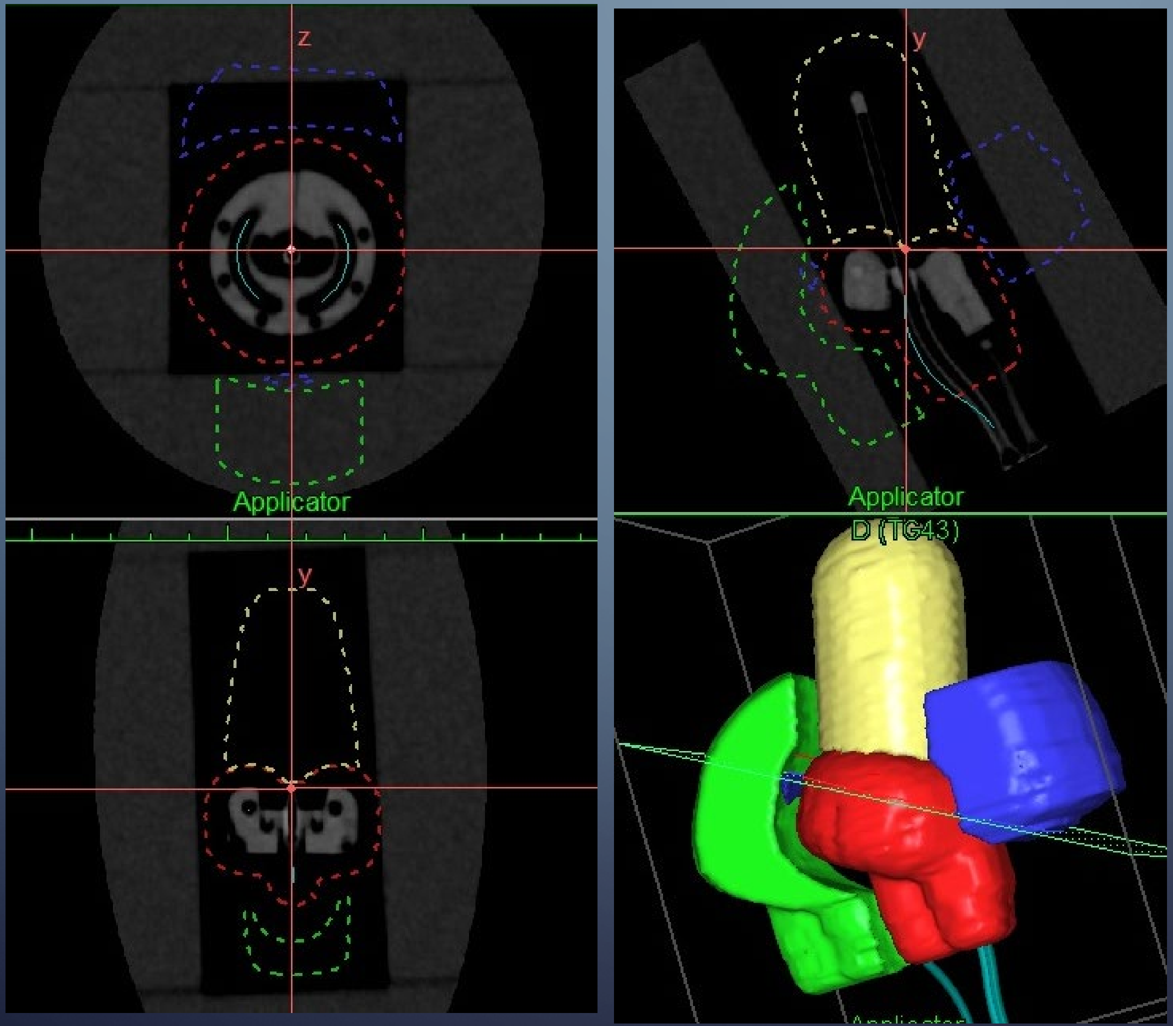
X線マーカとIr線源停留位置は一致しなかった。

アプリケータライブラリーモデリングは大部分で一致する結果となった。
　22㎜のアプリケータにおいて、一部でIr線源停留位置と誤差があった。

↓

治療への影響を知りたい（線量分布、DVH）

治療への影響　　モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標



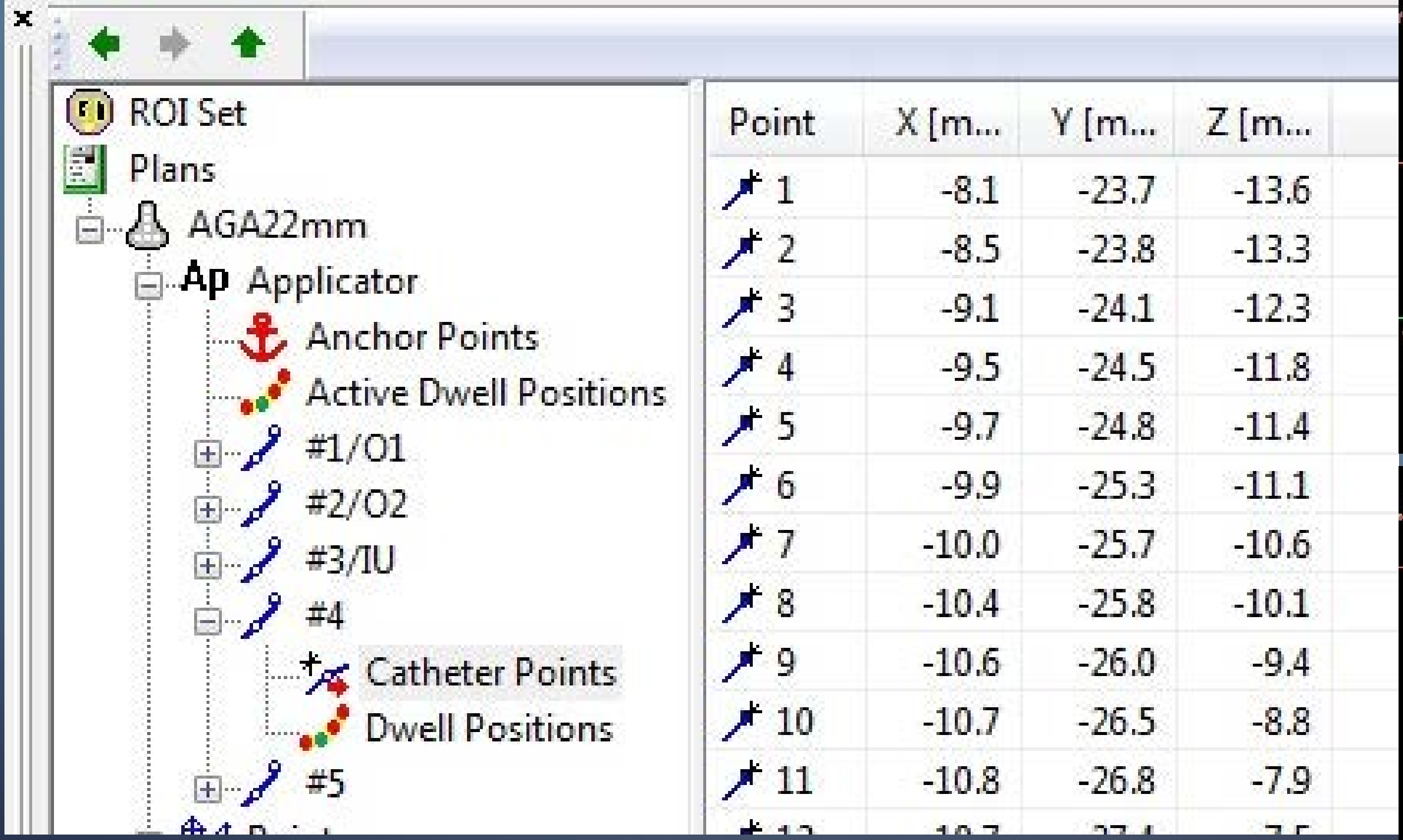
DVH

HighRiskCTV　5㎜
D95

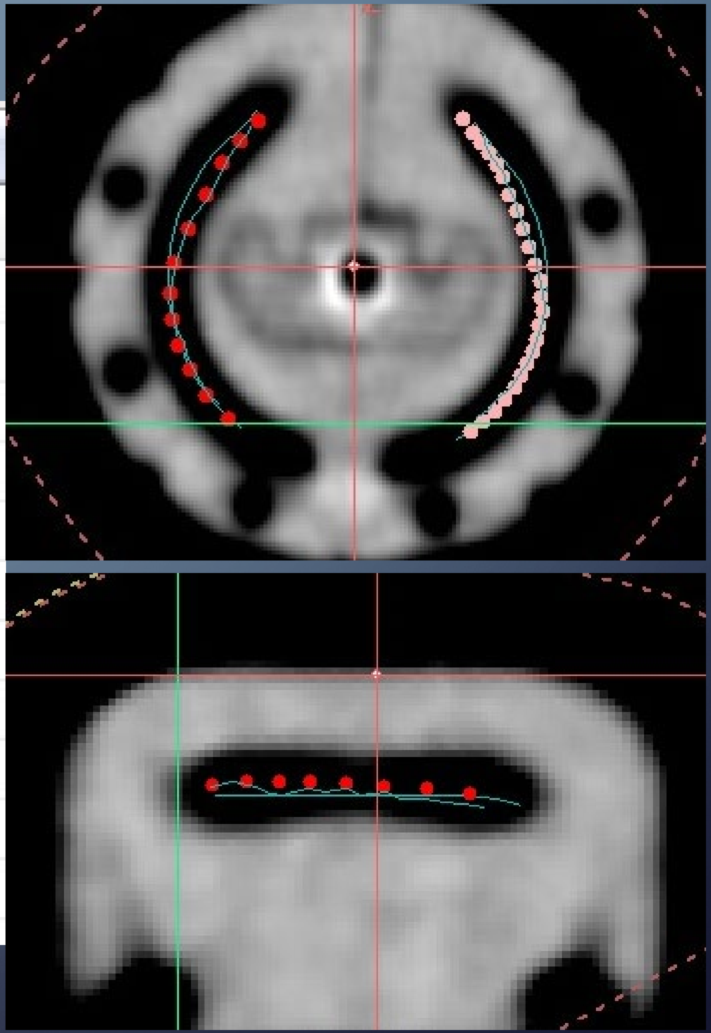
Rectum　D2cc
D0.1cc
ICRU Point

Bladder　D2cc
D0.1cc

モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標



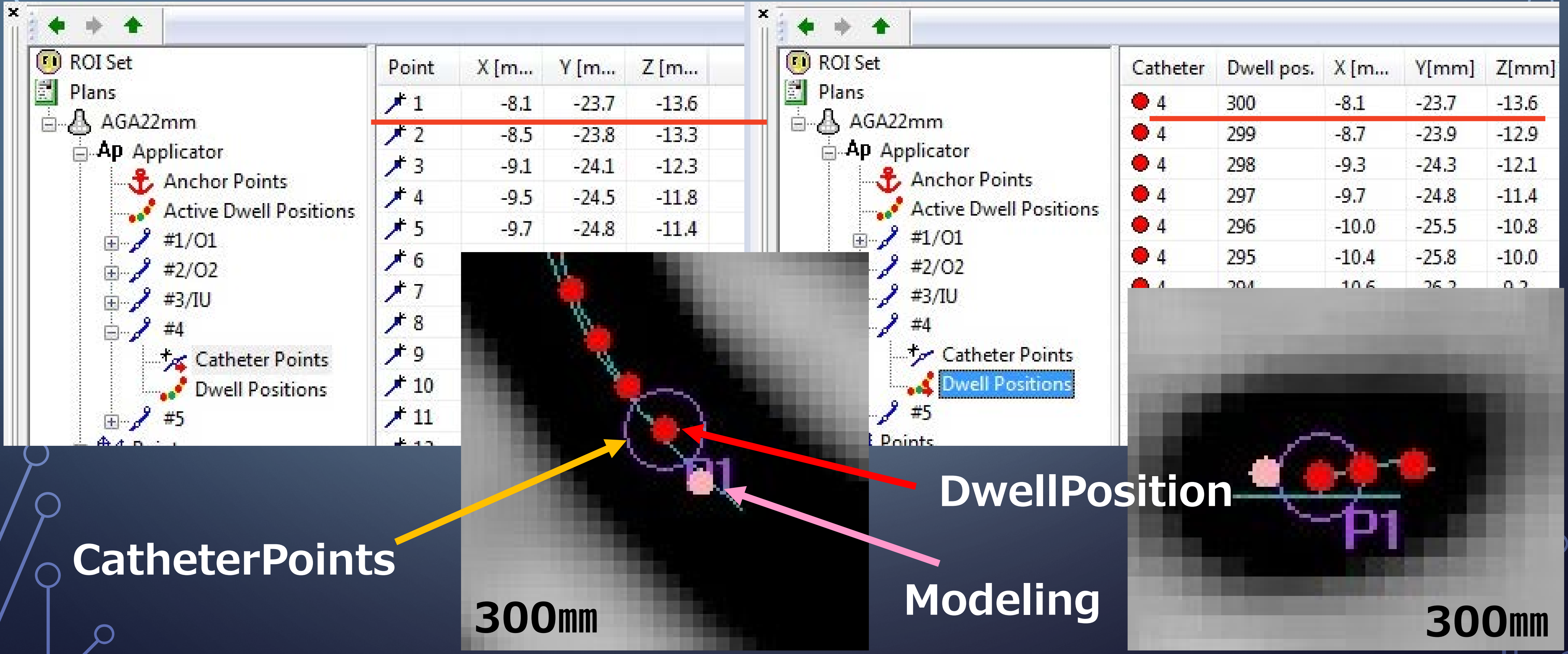
Point	X [m...	Y [m...	Z [m...
1	-8.1	-23.7	-13.6
2	-8.5	-23.8	-13.3
3	-9.1	-24.1	-12.3
4	-9.5	-24.5	-11.8
5	-9.7	-24.8	-11.4
6	-9.9	-25.3	-11.1
7	-10.0	-25.7	-10.6
8	-10.4	-25.8	-10.1
9	-10.6	-26.0	-9.4
10	-10.7	-26.5	-8.8
11	-10.8	-26.8	-7.9



アプリケータを追加して全てのIr線源座標を登録

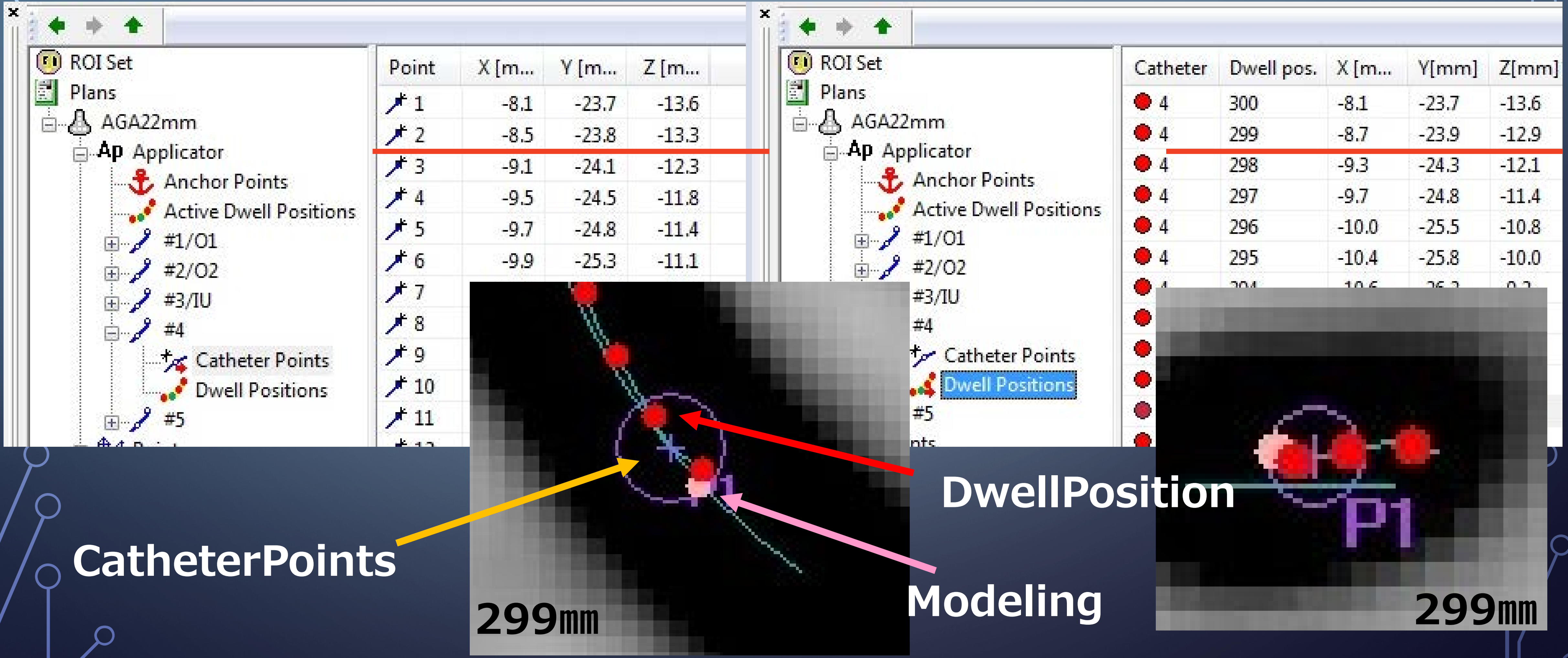
モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標

落とし穴



モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標

落とし穴

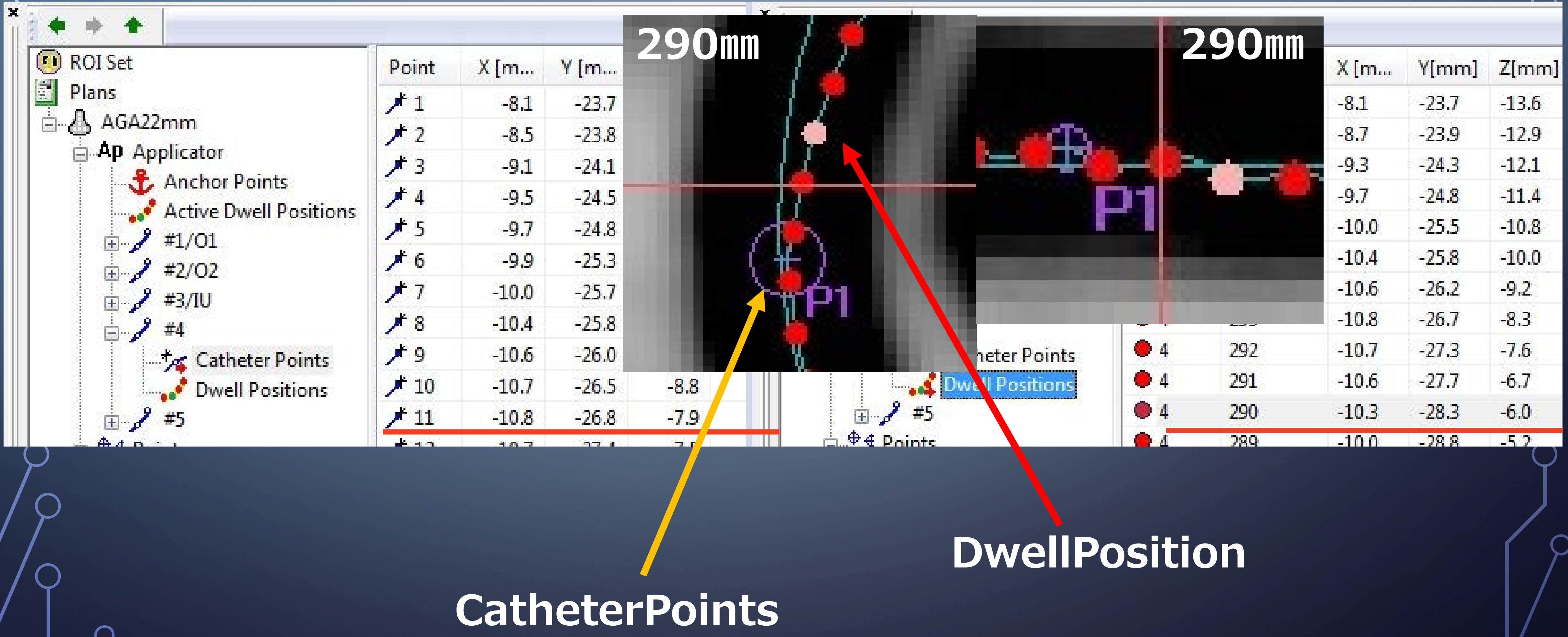


Point	X [m...	Y [m...	Z [m...
1	-8.1	-23.7	-13.6
2	-8.5	-23.8	-13.3
3	-9.1	-24.1	-12.3
4	-9.5	-24.5	-11.8
5	-9.7	-24.8	-11.4
6	-9.9	-25.3	-11.1

Catheter	Dwell pos.	X [m...	Y[mm]	Z[mm]
4	300	-8.1	-23.7	-13.6
4	299	-8.7	-23.9	-12.9
4	298	-9.3	-24.3	-12.1
4	297	-9.7	-24.8	-11.4
4	296	-10.0	-25.5	-10.8
4	295	-10.4	-25.8	-10.0

モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標

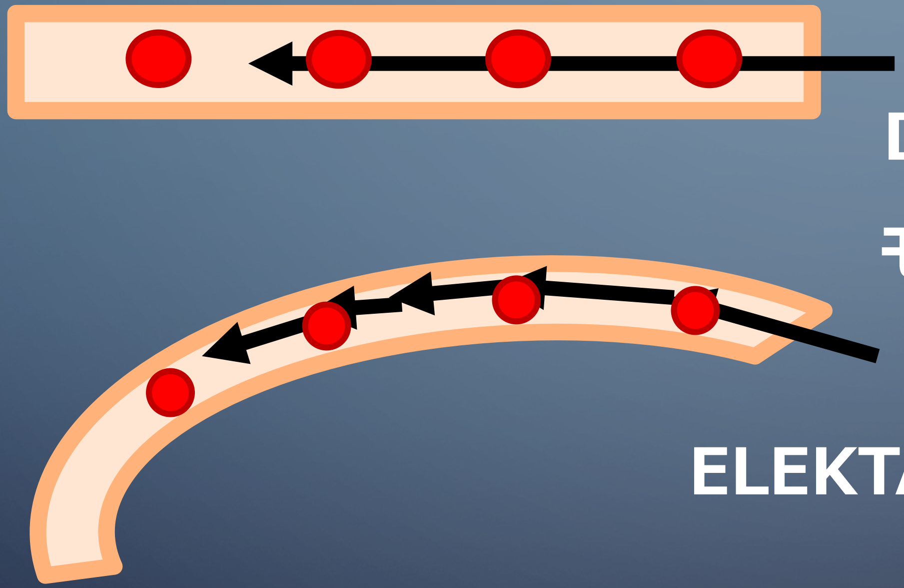
落とし穴



モデリングデータ　vs　Ir線源位置座標

落とし穴

アプリケータの中心座標入力を行っている為に
線源位置の自動調整機能発動！？



DwellPositionを直接入力は不可能

モデリングのファイル操作 ✕

ELEKTA社によるモデリングファイルの変更

本日はDVH評価出来ません、すみません。

本日のまとめ

アフターローディング室内に新たに設置された自走式CTを用いた
VeneziaアプリケータのIr線源停留位置座標取得により、
アプリケータライブラリーモデリングとの位置誤差を確認できた。

約1㎜の線源位置の変化が実際の治療に与える影響については、
評価できていないが、アプリケータライブラリモデリングの修正を行う予定です。

アプリケータには個体差があると言われています、自施設に納品された物品については
責任をもって個々にコミッショニングや精度確認を行って下さい。

謝辞

今回の研究会の開催の準備にあたった、
全ての方々に感謝いたします。

皆様のご意見、アドバイスをお待ちしています。