



Organization Accredited
by Joint Commission International

ガフクロミックフィルムを利用した 小線源治療のQA



埼玉医科大学国際医療センター
放射線腫瘍科 熊崎 祐
(kumazaki@saitama-med.ac.jp)

第9回ガフクロミック研究会@大阪

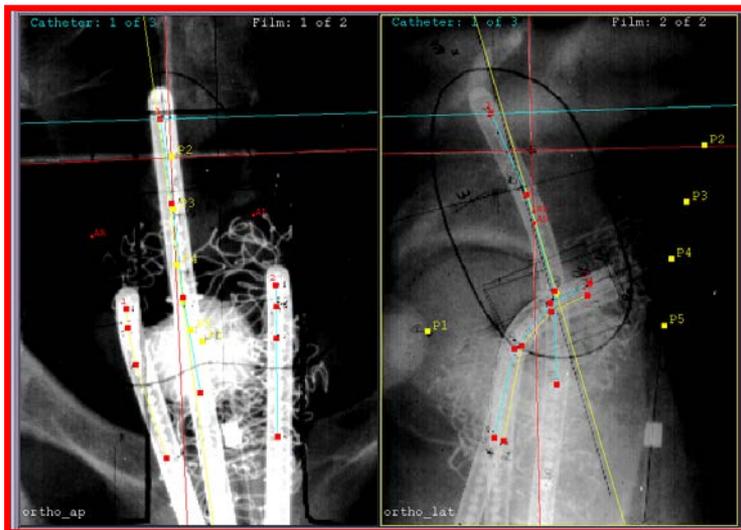
2017年11月17日(金)

演者の利益相反状態の開示

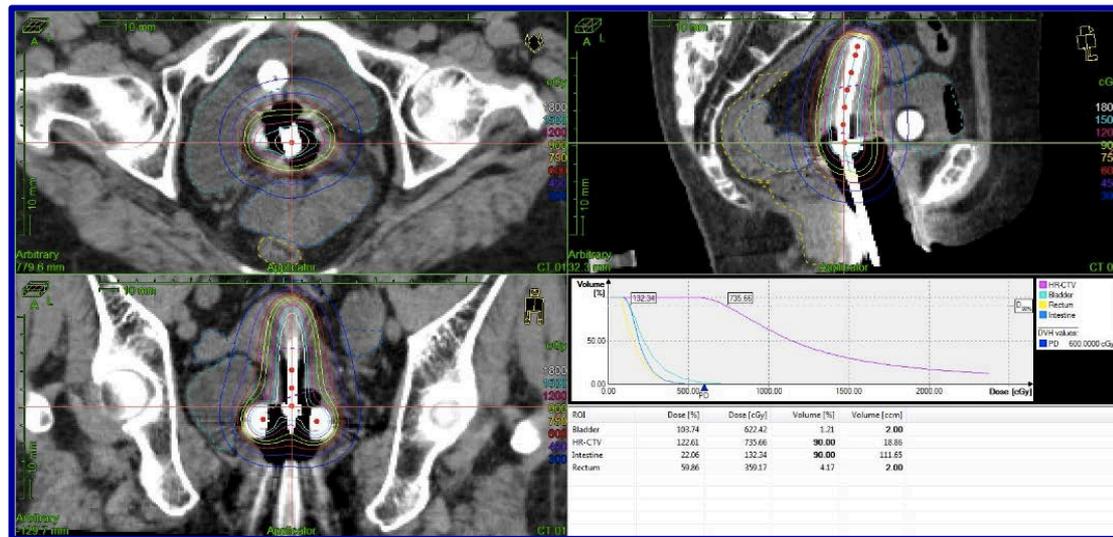
すべての項目に該当なし

はじめに(2D→3D)

- 小線源治療において、2Dの計画では正確な標的・リスク臓器の線量を把握できない
→CT(3D)画像を利用した治療計画に移行してきた



2D 治療計画



3D 治療計画



小線源治療システム(治療装置/治療計画装置)の高度化、複雑化に伴い、誤照射が報告されるようになってきた。

放射線治療で100人に誤照射 東海大病院で07年以降

2013年12月25日 23時21分



このような管を1〜3本、子宮内外に入れて治療する。右の先端に放射性物質が入るべきだが、3センチずれた場所に入っていた＝神奈川県伊勢原市の東海大病院

東海大病院（神奈川県伊勢原市）は25日、子宮頸（けい）がんなどの放射線治療で、患者約100人ががん以外の場所に誤って照射したと発表した。放射性物質を体内に入れて行う「小線源治療」で、放射性物質を入れる位置が約3センチずれていたという。外部委員も含めた調査委員会で原因を調べているが、位置の確認作業が不十分だった可能性を指摘する声もある。

誤照射の原因は不十分品質管理

の治療を受けた30〜89歳の女性。同院は今年5月、関係機関と連絡し、個別に説明するとしている。

そもそも

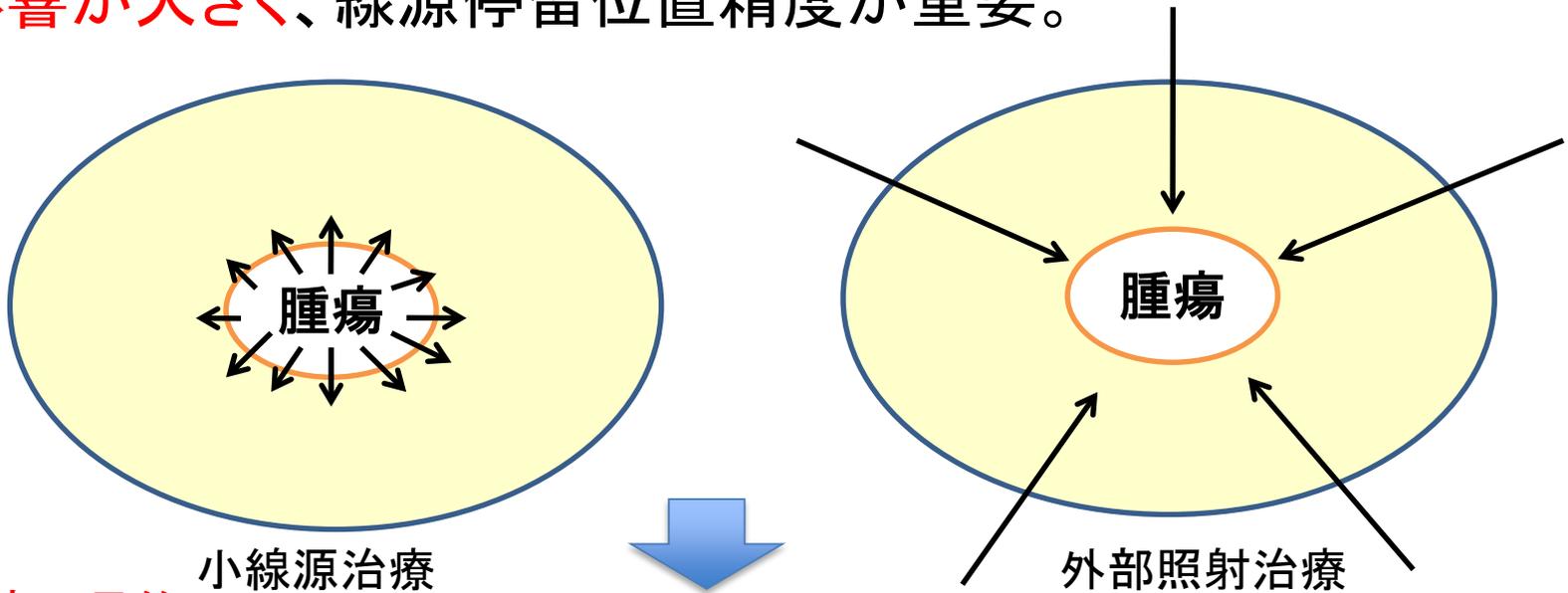
治療では、細い管を子宮内などに入れ、ワイヤーで直径2ミリ未満の放射性物質を管の先端に移動させる。今年5月、治療機器の不具合が検出された。放射性物質の位置のずれが判明

小線源治療における品質管理ツールがない
品質管理手法が確立していない

んへの

目的

- 3次元小線源治療(3D Image Guided Brachytherapy:3D IGBT)に対応した品質保証ツールは存在しない。
- 外部照射と異なり、線源が腫瘍近傍にあるため、距離の逆2乗則の影響が大きく、線源停留位置精度が重要。

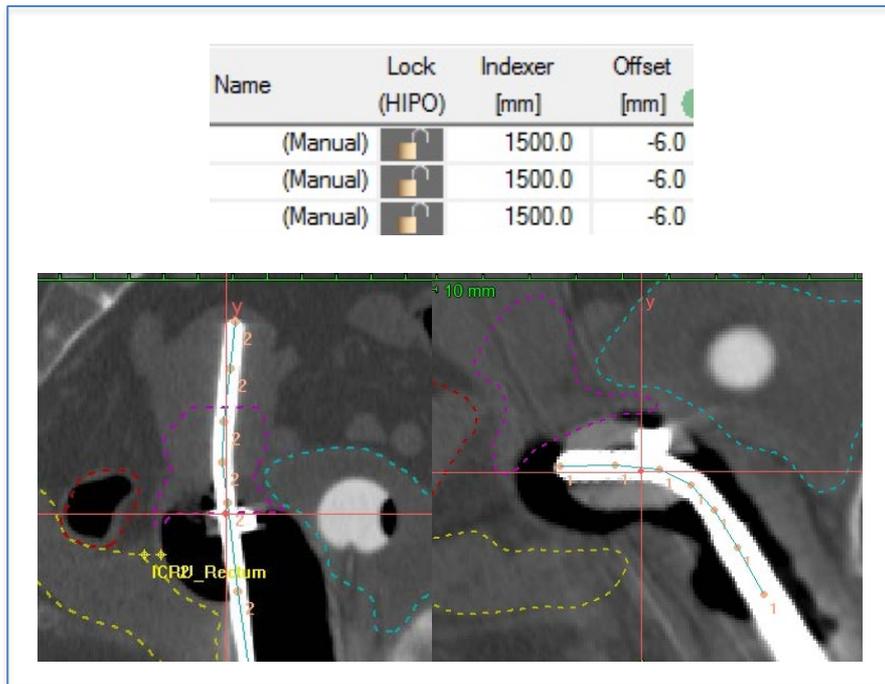


本研究の目的

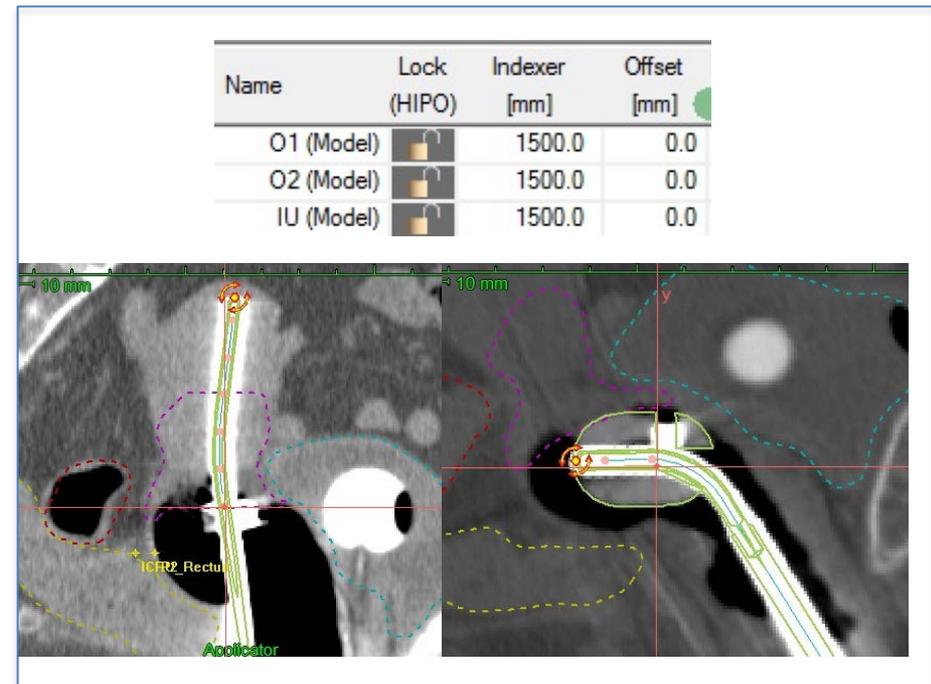
安全で高精度な3D IGBTを患者に提供するために、現在市販品が存在しない品質保証ツールを開発して、現在のシステムを評価し安全を担保すること

アプリケーション再構成

- マニュアル(Offset手入力)
 - 先端からアプリケーション内の線源経路をトレース
- アプリケーションモデリング(Offsetはソフトウェア内部で処理)
 - アプリケーションモデルをCT画像上の実際の位置に重ね合わせる



マニュアル



アプリケーションモデリング

Offset: アプリケーション先端から最も近い停留点までの距離

方法 (ファントム開発)

- 国内で3D IGBTに使用される主要なアプリケーションターを設置でき、**線源位置精度を簡単かつ定量的に評価できるファントムを開発した。**
 - Ir線源からの γ 線を鉛球で散乱させ、**散乱放射線によりフィルムを黒化させる。**
 - フィルムに**照射位置 (線源停留位置) と基準位置 (絶対位置座標) の情報を同時に取得**できるようにした (この技術は現在特許申請中、特願2015-79160)。

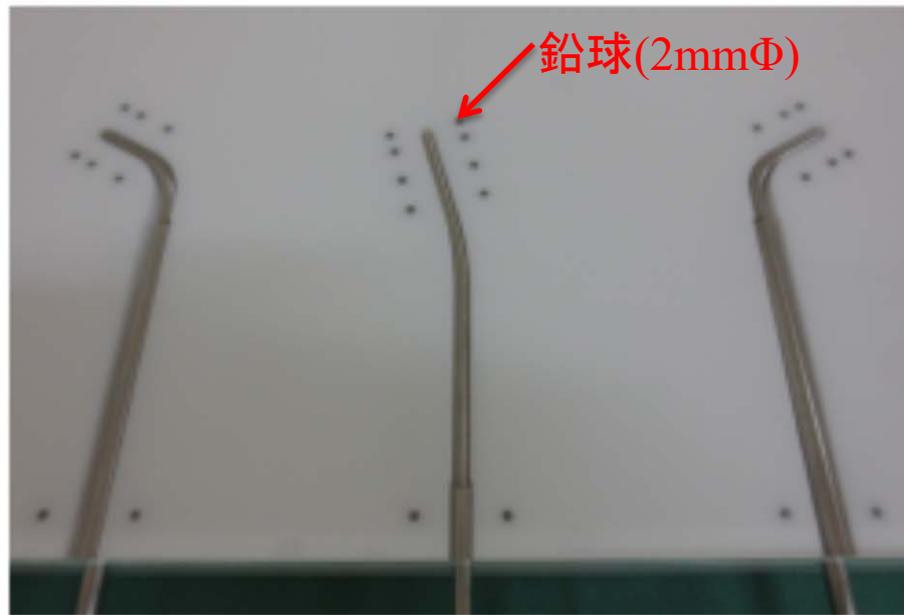
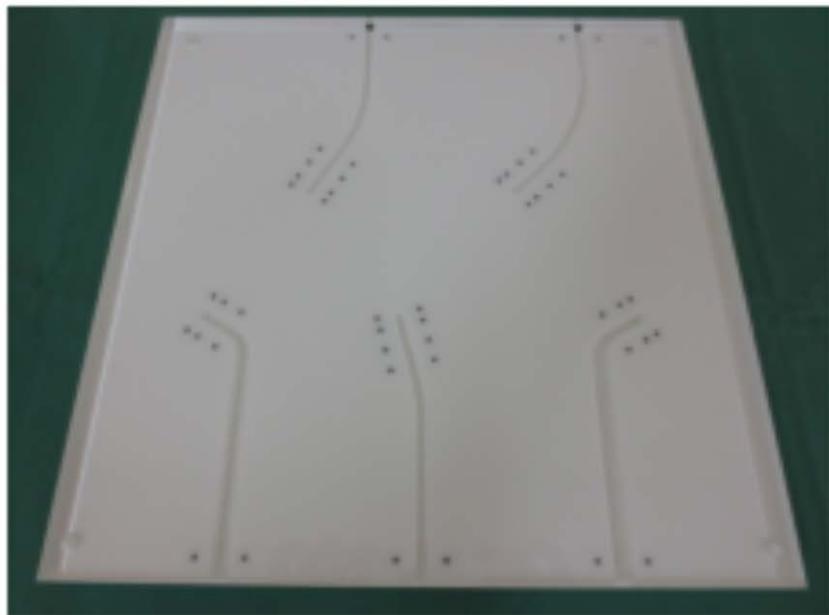


Figure 1 HDR QA phantom for verification of source position with brachytherapy applicator modeling.

方法 (ファントム開発)

CT撮影から照射までの一連の流れを模擬する
End to End 試験方式を採用した

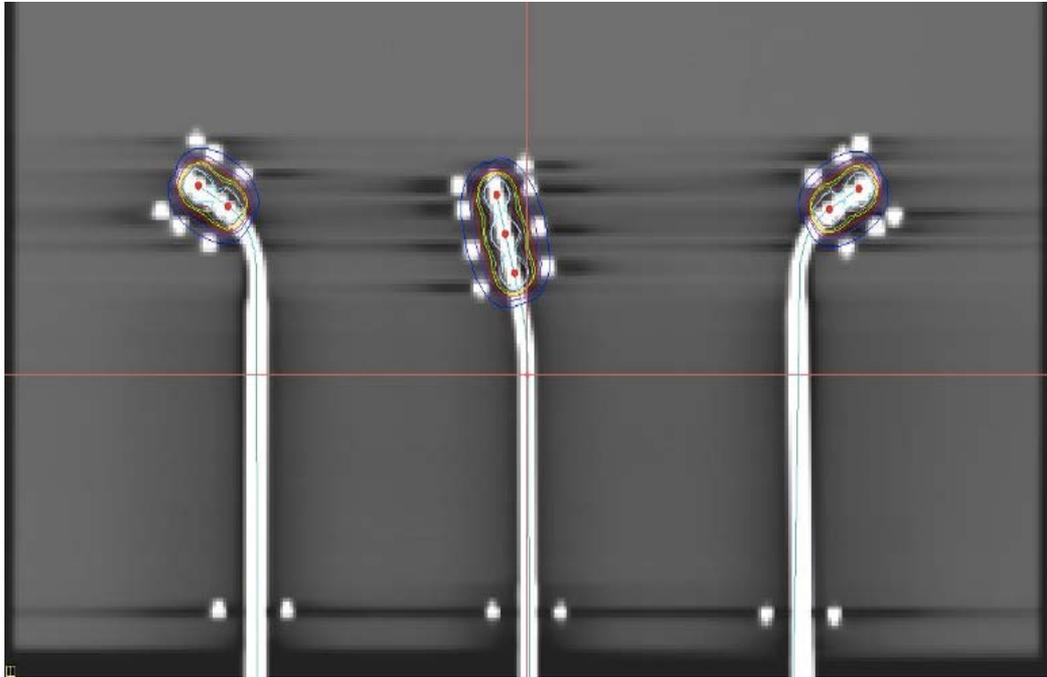


Figure 2 Example of treatment planning using applicator modeling of Fletcher applicator in Oncentra[®] treatment planning system.

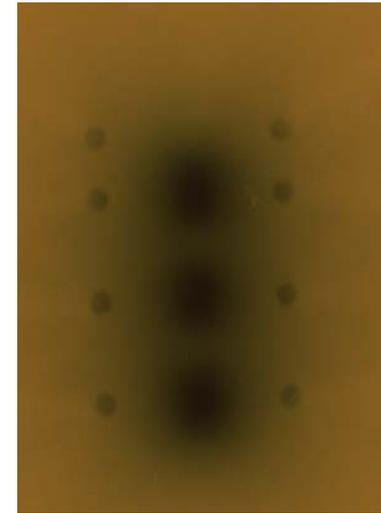


Figure 3 RTQA2 Gafchromic film exposed by Ir-192

方法(ソフトウェア開発)

左右の基準位置の中心点と照射中心位置の差を自動解析するソフトウェアを開発した

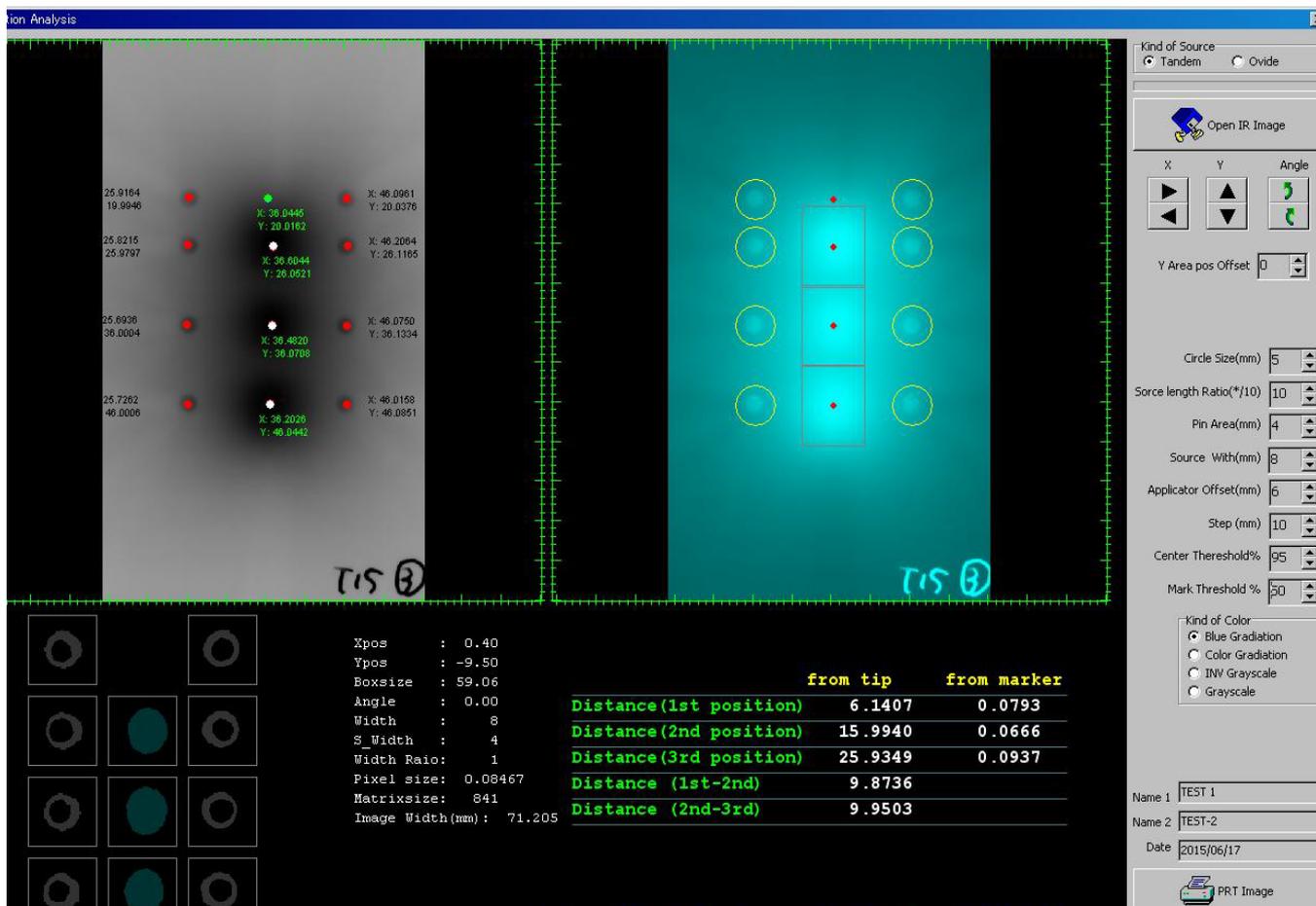


Figure 4 Automated analysis software for verification of source position with brachytherapy applicator modeling

結果

- 開発したファントムとソフトウェアを利用することで、臨床使用している全アプリケーションの線源照射位置の実測値は**1mm以内** (IGBTガイドライン許容値) で計画値と一致していた。
- 線源間の距離も**0.5mm以内** で一致していた。
- 開発したファントム・ソフトウェアでの線源位置の認識精度は**0.1mm以下**であった。

Table 1 Radiation source position error (average \pm SD) with HDR-BT QA tool

| | Tandem 15 | Tandem 30 | Tandem 45 | Ovoid right | Ovoid left |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 st source position error (mm) | 0.1 \pm 0.1 | 0.2 \pm 0.2 | 0.2 \pm 0.1 | 0.1 \pm 0.1 | -0.2 \pm 0.0 |
| 2 nd source position error (mm) | 0.1 \pm 0.1 | 0.1 \pm 0.1 | 0.1 \pm 0.0 | 0.4 \pm 0.1 | 0.6 \pm 0.1 |
| Distance [※] error (mm) | -0.1 \pm 0.1 | -0.1 \pm 0.1 | -0.1 \pm 0.1 | -0.3 \pm 0.1 | -0.3 \pm 0.1 |

※ distance between 1st – 2nd source position

考察

- ① Ir-192における3D IGBTの照射位置精度を定量的に計測するファントムと評価方法はないため、**ファントム開発を含めたQA方法を確立**させた意義は大きい。
- ② 現状、市販されている3D IGBT用の品質保証ファントムは存在しないため、本研究で開発する品質保証ファントムを商品化したことにより、全国の小線源**ユーザーが行うQA/QCの一助**となる。
- ③ 3D IGBTの品質を適切に評価し臨床利用すれば、腫瘍により限局した照射をすることが可能で、正常組織の線量を低減させることが可能となり、**治療成績の向上**に繋がる。
- ④ がん拠点病院などを対象とした**放射線治療の均てん化**を目的とした郵送型第三者評価法としても使用可能である。

結語

Ir-192における3D IGBTの照射位置精度を定量的に計測するツールを開発し、現小線源治療システムの品質を保証した。