

Title	Quality Assurance for an Image-guided Frameless Radiosurgery System using Radiochromic Film
Author(s)	塩見, 浩也
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41835">https://hdl.handle.net/11094/41835</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	塩 見 浩 也
博士の専攻分野の名称	博士 (医学)
学位記番号	第 15298 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学系研究科内科系専攻
学位論文名	Quality Assurance for an Image-guided Frameless Radiosurgery System using Radiochromic Film (ラディオクロミックフィルムを用いたイメージガイド下フレームレス定位放射線治療装置の精度管理について)
論文審査委員	(主査) 教授 井上 俊彦  (副査) 教授 吉峰 俊樹 教授 田村 進一

## 論文内容の要旨

### 【目的】

工学的技術の進歩とともに、定位放射線照射 (Stereotactic Irradiation) は近年急速に普及している。定位放射線照射は、高精度に病巣部に高線量を投与し、病巣に近接する正常組織の障害を最小限に抑えることを目的とした照射方法で、治療期間の短縮、副作用の低減など従来の放射線治療より優れた点をもつ。大阪大学でも1998年4月より CyberKnife による定位放射線照射を開始しており、優れた臨床成績を得ている。

CyberKnife は従来の放射線治療装置と大きく異なり、装置自体が患者の位置認識システム (IPS ; Image Processing System) を持つ。この IPS を用いることにより、従来の定位放射線照射では不可欠であった観血的フレームを用いることなしに定位放射線照射を行うことが可能である。定位放射線照射においては非常に高度な位置的治療精度が要求されるにもかかわらず、現状では正確な誤差の評価を行う方法が確立されていない。

- (1) このため、Radiochromic フィルムを用い定位放射線照射全体としての位置的誤差 (総体照射誤差) を正確に測定する方法を確立することを目的とした。
- (2) CyberKnife では誤差の原因としては位置認識システム (IPS) の座標系と治療座標系との間の乖離がもっとも大きな原因と考えられたので、(1)で得られた誤差の値を CyberKnife にフィードバックすることにより、IPS 座標系と治療座標系との間のずれを最小限とし照射精度の向上を目指した。

### 【方法】

総体照射誤差の測定のために、専用のアクリル製ファントムを使用した。ファントム内部はブロックで構成されており、ブロックの組み合わせを変えることで、ファントム内の任意の位置にフィルムケースを置くことができる。フィルムケースの内部に15枚の Radiochromic フィルムを挿入した。Radiochromic フィルムは以下の3つの特徴をもっている。(1) 放射線照射により黒化する。広いダイナミックレンジを持ち、照射線量により、光学的濃度は直線的に変化する。(2) 可視光に対して感受性は低く、ほとんど黒化しないため、取り扱いが容易である。(3) 現像の必要がない。

フィルムを挿入したファントムに対して、実際の患者に行うのと同様の手順で CT 撮像、照射を行った。CyberKnife の治療計画システム上で、ファントムに対して照射を行った場合のフィルム上での線量分布を作成した。ファントムに対して照射を行うことにより、ファントム中のフィルムは黒化する。このフィルム上の黒化部位と治療

計画システム上の線量分布を比較することにより、

(1) CyberKnife のシステム全体としての誤差を測定した。

(2) また、システム全体としての誤差にもっとも関与していると考えられる、座標系のずれをソフトウェアを用いて補正した。

#### 【結果】

(1) 15枚のフィルムを用いることにより、従来のフィルム法では難しかった3次元での誤差測定が可能になった。誤差測定の結果 ( $n=8$ )、x 軸方向に $-0.6\text{mm}\pm 0.8\text{mm}$ 、y 軸方向に $1.0\text{mm}\pm 0.6\text{mm}$ 、z 軸方向に $0.3\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 、総体照射誤差として中央値で $1.2\text{mm}$ の誤差があることが確認できた。この誤差は、IPS の座標系と治療の座標系との不一致によるものと考えられた。

(2) これらの値を CyberKnife にソフトウェアを用いてフィードバックすることにより、最終的には ( $n=19$ ) x 軸方向に $0.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 、y 軸方向に $0.0\text{mm}\pm 0.4\text{mm}$ 、z 軸方向に $-0.1\text{mm}\pm 0.6\text{mm}$ 、総体照射誤差として中央値で $0.7\text{mm}$ と有意 ( $p=0.0023$ ) に誤差を縮小させることに成功した。

#### 【総括】

(1) 本研究では、定位放射線照射においてフィルム法により正確に総体照射誤差を求めることに成功した。

(2) 誤差を正確に評価することにより、その値を CyberKnife にフィードバックし更なる照射精度向上 (総体照射誤差中央値 $0.7\text{mm}$ ) に成功した。

### 論文審査の結果の要旨

近年、定位放射線照射は急速な発展を遂げているが、本来重要な課題であるはずの治療精度が論じられることは少ない。本論文は、定位放射線照射における正確な誤差の測定方法を開発し、それを実際の治療に生かしたものである。従来から用いられてきたフィルム法では難しかった3次元での客観的かつ定量的な誤差測定を mm 以下の精度で測定することを、独創的なアイデアを用いることにより可能にした点で評価に値する。また、得られた誤差データを CyberKnife にフィードバックすることにより誤差の縮小に成功したことは、この誤差測定方法の正当性を証明するものである。

さらに、この方法は応用範囲が広く、CyberKnife 以外の定位放射線照射装置でも用いることができるものであり、将来的には放射線治療全体の治療精度向上にも役立つ研究であると思われる。

以上のことから、本論文は博士 (医学) の学位授与に値するものと考えられる。