

令和 2 年 5 月 10 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17850

研究課題名(和文) 全方位カメラを用いたアイソセンタ定点式精度管理システムの構築

研究課題名(英文) Quantitative assessment of the coincidence between mechanical isocenter and room laser in a linear accelerator using an omnidirectional camera

研究代表者

水野 裕一 (Mizuno, Hirokazu)

大阪大学・医学系研究科・特任助教(常勤)

研究者番号：50718434

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：全方位カメラを用いてアイソセンタ定点式精度管理システム構築に向けて、撮影方法の構築、及び解析のためのソフトを作成した。ガントリー、コリメータ、寝台の回転中心についても検証が可能となった。カメラの設置誤差が2 mm程度であれば、中心位置座標へは影響を与えなかった。これにより画像歪みの影響、カメラの設置誤差をほぼ受けずに回転中心とレーザーとの関係性を検証できるシステムを構築できた。またレーザーの位置同定の際も、距離を変えた複数点とすることにより精度を向上させた。従来の手法では専用の固定ツールを使用して定性的にしか評価できなかったメカニカルアイソセンタを定量的に検証することを可能にした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来とは異なる手法を用いて定量的にリニアックの幾何学的管理を可能にした。全方位カメラを使用したシステムはこれまで放射線治療で用いられてこなかったことから、全方位カメラの画像を用いた簡易的な品質管理にもつながるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：We made the software for the analysis of the coincidence between mechanical isocenter and room lasers' position in a linear accelerator using the omnidirectional camera. It was possible to verify the rotation center of the gantry, collimator, and couch. If the position error of the camera set-up was within 2 mm, it did not affect the analysis results. As a result, we were able to construct a system that could verify the relationship between the center of rotation and the laser without being affected by image distortion and camera set-up errors. In addition, regarding to identifying the position of the laser, the accuracy was improved by using multiple points with different distances. This system enables to analyze the mechanical center quantitatively.

研究分野：医学物理

キーワード：品質管理 リニアック 全方位カメラ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

放射線治療装置は定期的な QA(Quality Assurance), QC(Quality control)が必要である。大きく分けて幾何学的管理、線量管理、安全管理に分類され、その許容値は AAPM TG(Task Group)142 で報告されている。⁽¹⁾ 幾何学的管理は角度計やフィルム、EPID, Lutz test 専用のツールなど種々のツールを使用し、gantry angle, collimator angle の読み値と実際の位置の差、Jaw 位置の確認、Star shot, Lutz test によるメカニカルアイソセンタとビームアイソセンタの確認、光照射野と放射線照射野の一致など月に 1 度以上の頻度で行うことが推奨されている。用途の応じて使用するツールが異なり、計測、解析には多くの時間を要する。同様にサイバーナイフの QA, QC についても専用のファントムやツール、そして主にフィルムを用いて幾何学的管理がなされている。

本研究では全方位カメラを用いて、その画像情報から gantry や collimator の幾何学的情報を解析する。また全方位カメラにプラスチックシンチレーションを組み合わせ、ビームの幾何学的情報(照射方向や照射開度)、ならびに線量情報の取得を可能にする。

上記項目を一つのツールで計測、解析を行えるようにし、臨床現場の効率化を図る。



1. Eric E Klein, Joseph Hanley, John Bayouth, Fang-Fang Yin, William Simon, Sean Dresser, Christopher Serago, Francisco Afuirre, Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators. *Med. Phys.* (2009) 36, 4197-4212.

2. 研究の目的

全方位カメラを用いたアイソセンタ定点式精度管理システムを構築し、リニアック、サイバーナイフの幾何学的精度検証、出力検証を一つのツールで簡便に行うことを目的とする。このシステムにより、消耗品であるフィルムを用いたり、専用のツールを購入して検証していたことを、安価で簡便に行うことが可能となり、臨床現場の効率性に貢献できる。

3. 研究の方法

3-1. リニアック

リニアックの寝台に全方位カメラを図 2 のように設置し、X, Y, Z を設定した。全方位カメラをレーザ中心付近へ設置したのち、図 3 のような位置関係からリニアック の位置、レーザの位置を画像上で認識させそれを解析した。



図 2. 全方位カメラのリニアック 寝台への設置

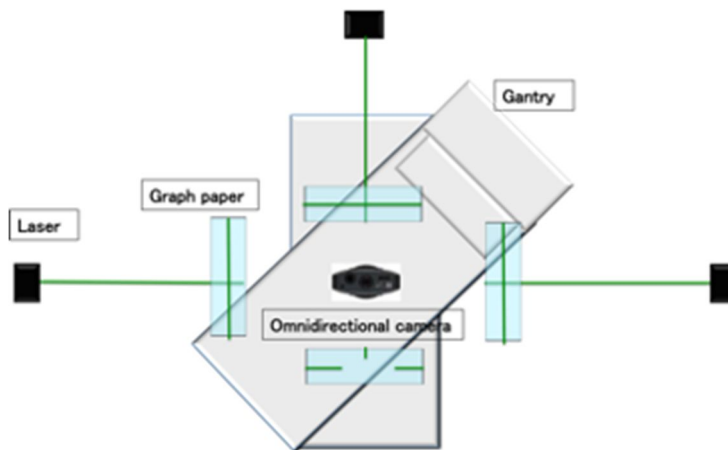


図 3. 全方位カメラとの位置関係

画像の歪み補正による位置精度には問題があったことから、30 度ステップのガントリ角度からその回転中心を算出し、その座標から中心精度(メカニカルアイソセンタ)を解析することとした。全方位カメラの平面画像からリニアックのガントリの座標を算出し、事前に取得したレーザの座標中心との差を解析した(図 4)。図中の数値は全方位カメラ画像における平面座標を示している。全方位カメラの画像上では平面座標となっているため、仮想の3次元座標に変換して中心座標の算出を行った。これらの解析は自作のソフトウェアにより行った。

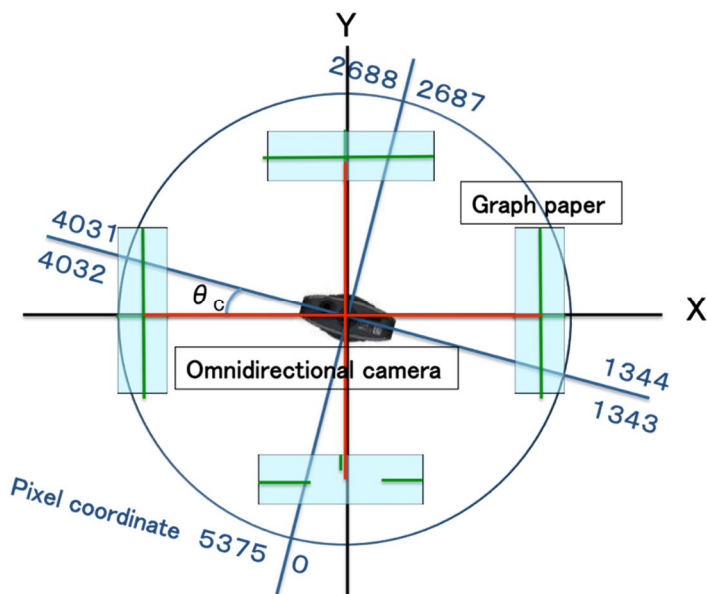


図 4. 全方位カメラ画像からの座標変換

各ガントリの位置座標を数値化したことにより、それぞれのガントリ座標によってその中心座標であるメカニカルアイソセンタを算出することが可能となる。図 5 のように向かい合うガントリを直線で結び、それぞれの直線の重心を算出することによりメカニカルアイソセンタを同定した。ここでの算出方法は従来の star shot で中心を算出する方法と同様の方法としている。コリメータや寝台の回転中心に関しても、同様の手法により算出を行った。全方位カメラの精度を確認するため、X、Y、Z 方向へそれぞれ ± 2 mm 移動させた際の移動量の確認も行った。

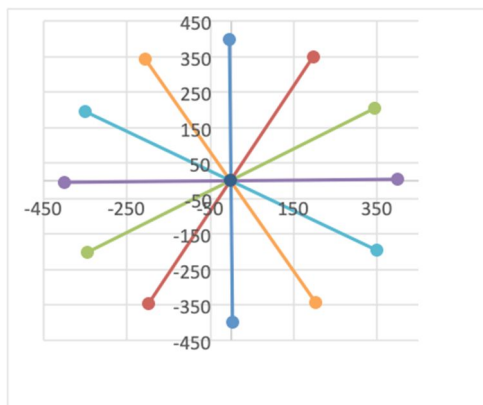


図 5. 各ガントリを結ぶ直線の概念図

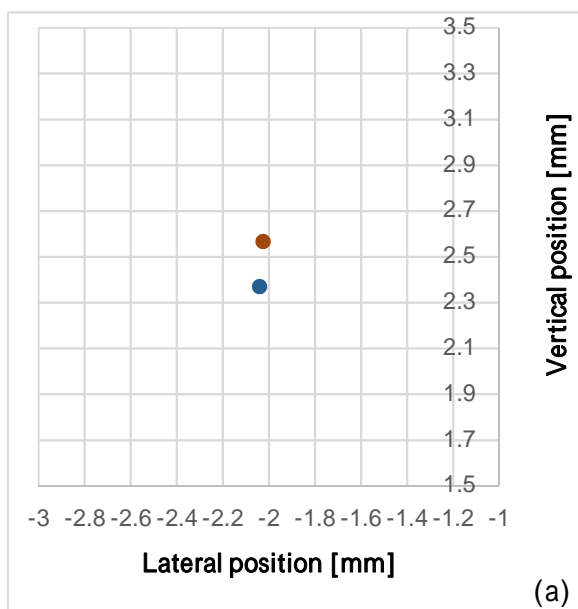
3-2. サイバーナイフ

プラスチックシンチレーションを用いたシステムの構築のため、10 cm 正方形のプラスチックシンチレーションに対して各方向から照射し、デジタル一眼カメラで撮影した際の精度の確認を行なった。グリーンチャンネルで位置を同定し、ブルーチャンネルでノイズ除去を行なった。プラスチックシンチレーションの厚みの影響により、そのままの見た目の位置では実際の位置との乖離があったため、厚みを考慮した位置補正を実施することにより、プラスチックシンチレーションでの位置とビームの位置を一致させることができた。

しかし全方位カメラを用いると、サイバーナイフでの実装には全方位カメラ画像の歪み補正が必須となるため、今後の課題となった。

4. 研究成果

図 6 はガントリを 30 度ずつ動かした画像から仮想座標を算出し、向かい合う角度を結んだ線の中心付近の座標を示している。それぞれ 3 方向へ 2 mm 移動させた 6 種類の結果を示す。メカニカルアイソセンタとレーザ中心はいずれも 0.5 mm 以内となり、全方位カメラの設置には 2 mm 程度の誤差があっても解析結果は 1SD で 0.2 mm 程度であった。また 2 mm の移動量に関しては、全方位カメラ画像の解析で約 0.2 mm で一致する結果となった。コリメータ、寝台に関しても同様の結果が得られたことから、全方位カメラによるリアックの幾何学的管理は中心座標を利用することで、歪みに影響されず解析することが可能であることが示された。全方位カメラを用いたシステムはまだ報告されていないことから、今後につながる新しい検証手法を提示できたと考える。



(a)

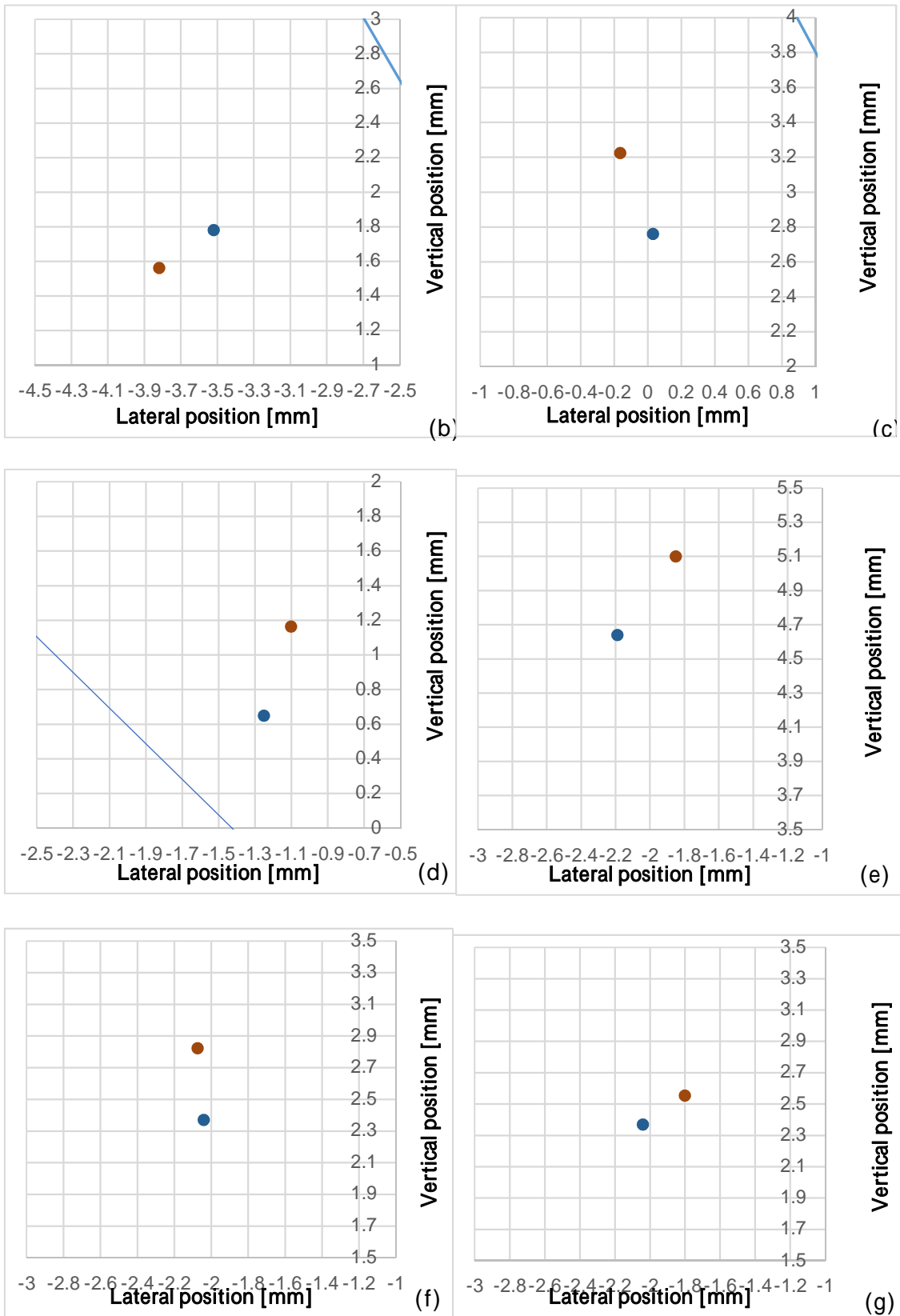


図 6. 30 度ごとのガントリ角度から得た中心精度。各方向へ 2 mm ずつずらした際の中心付近の解析結果。(a) initial, (b) lat+2mm, (c) lat-2mm, (d) vert+2mm, (e) vert-2mm, (f) long+2mm (g) long-2mm

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tanaka Y, Mizuno H, Akino Y, Isono M, Masai N, Yamamoto T	4. 巻 20(2)
2. 論文標題 Do the representative beam data for TrueBeam linear accelerators represent average data?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Appl Clin Med Phys.	6. 最初と最後の頁 51-62
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/acm2.12518. Epub 2019 Jan 13.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Goto H, Mizuno H, Akino Y, Isono M, Tanaka Y, Masai N, Yamamoto T, Koizumi M	4. 巻 34
2. 論文標題 Evaluation of the Differences Between Measurements in Multiple Institutions and Calculation Modeled by Representative Beam Data in Prostate VMAT Plan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 in vivo	6. 最初と最後の頁 1503-1509
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21873/invivo.11937	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hirokazu Mizuno, Iori Sumida, Yuichi Akino, Tatsuya Hamada, Kazuhiko Ogawa, Masahiko Koizumi
2. 発表標題 Is the blue-color channel useless for correction of radiochromic film dosimetry?
3. 学会等名 1st ESTRO meets Asia（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 國分 隼 水野 裕一 隅田 伊織 秋野 祐一 後藤 紘尚 小泉 雅彦
2. 発表標題 全方位カメラを用いたリニアックの機械的アイソセンタと治療室レーザ中心の定量的一致度評価
3. 学会等名 第62回放射線技術学会近畿部会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----