

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26860401

研究課題名(和文)高線量率小線源治療における接続健全性判定システムの開発

研究課題名(英文)Development of a system to verify for connection consistency in a brachytherapy

研究代表者

大谷 侑輝 (OTANI, YUKI)

大阪大学・医学(系)研究科(研究院)・招聘研究員

研究者番号：70462215

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：高線量率小線源治療は手作業の工程が多いため、ヒューマンエラーによる事故が発生しやすい。特に、治療装置とアプリータを接続する際には注意が必要である。本研究では、接続間違いを検知するためのシステムを作成した。このシステムは、リング型の磁石、ホール素子とソフトウェアから構成される。磁石から発生する磁界は、チェックケーブルの走行によって乱れるため、その磁界の変化をホール素子で検知する。チェックケーブル位置の同定精度はホール素子との距離に依存し、距離が離れる程低下した。小線源治療の安全性を向上させるための装置を考案した。このシステムは、治療装置とアプリータの接続間違いを感知出来る可能性がある。

研究成果の概要(英文)：High-dose-rate brachytherapy has multiple manual procedures which are prone to the human error, especially, during the connection process of the treatment device to applicator, which is when considerable attention is required. In this study, we propose a new connection verification device concept. The system is composed of a ring magnet, hole device and an in-house software. The magnetic field distribution is affected by the check cable position and any magnetic field variation is detected by the hole device. The value of the hole device is altered, depending on the location of the check cable. There was a reduction in sensitivity of the hole device, in our test, which was linked to the distance of the hole device from the check cable. We demonstrated a new concept of connection verification in a brachytherapy. This system has the possibility to detect an incorrect connection.

研究分野：医学物理学・放射線技術学

キーワード：放射線治療物理学 高線量率小線源治療 QA/QC

1. 研究開始当初の背景

高線量率小線源治療は手作業の工程が多く、人間の思い込みや勘違いで発生するヒューマンエラーによる事故の発生割合が高い。特にエラーが発生し易い作業工程として、治療装置とアプリケーションの接続作業がある。この作業では、治療計画装置で割り振った番号通りに治療装置とアプリケーションを移送チューブで接続する。単純作業だが、狭い範囲に多数のアプリケーションが挿入されているため、目視で十分確認出来ない事があり、ボタンの掛け違いのような接続ミスによる事故を招き易い。接続ミスが発生した場合は、治療計画とは異なる線量分布が体内で生じるため、従来の治療効果が得られないばかりか、予期しない有害事象が発生する可能性がある。

近年、前立腺癌や乳癌では高線量率小線源単独治療(monotherapy)が行われている。この monotherapy では、6 から 8 分割の治療を行うため、合計約 150 本分の接続確認をしなければならず、医療スタッフにとって負担であった。放射線治療を受ける患者が増加する中で、医療スタッフの業務効率化と安全性向上の両立を支えるシステムが必要だと感じていた。また、確認作業を機械化することが出来れば、患者の羞恥心軽減の効果もある。高線量率小線源治療が適応される前立腺癌、乳癌、子宮癌では患者の羞恥心が強く、接続確認のために複数の人間が入れ替わり患部を覗き込む行為は精神的苦痛となる。

以上のことより、治療装置とアプリケーションの接続に機械的なチェック機構が備われば、高線量率小線源治療の安全性と効率の向上

が期待出来る。

2. 研究の目的

治療装置とアプリケーションの接続健全性を、非侵襲的な方法によって判定する装置の設計と試作をする。

3. 研究の方法

1) 治療装置とアプリケーションの接続健全性を判定する装置の設計と試作

接続健全性を判定する手法として、チェックケーブルを利用した。チェックケーブルは、治療前に進路を確認する模擬線源である。チェックケーブルの検知方法として、光検出の近接センサーを用いる方法と、磁界を用いる方法の2種類を試験した。近接センサーを用いる場合、チェックケーブルがセンサー前を走行する際に光を遮断するため感知出来る。単純な試験では良好な結果を得られたが、センサーの感度が想定より低く、試算ではセンサーの必要個数が大幅に増え、予定より費用がかさむ見込みになった。そこで、磁界を用いる方法に注力した。この方法では、磁性体の自作チェックケーブルが走行する際に発生する磁場の乱れを検知する。磁界発生には永久磁石、磁力の検知にはホール素子を採用した。

2) 検出器の信号から、チェックケーブルの走行位置を算出するためのソフトウェア作成

Visual Basic を用いて、ソフトウェアを作成した。チェックケーブル走行位置の推測は、ホール素子の信号を用いた。チェックケーブルを予め様々な位置で走行させ、その際の各

ホール素子の読み値を登録する．これにより，次回にチェックケーブルが走行した際は，逆算で位置を算出出来る．

3) 臨床における実用性の検討

高線量率小線源治療は，一般的に寝台の上で行う．ホール素子の信号値は，周囲の磁性体から影響を受けるため，寝台の有無で信号の変化を評価した．

4．研究成果

1) チェックケーブル検出装置

初期の装置には，棒状のフェライト磁石 4 個とホール素子 20 個用いた(図 1)．しかし，感度が不十分で，チェックケーブルの検知範囲が狭かった．

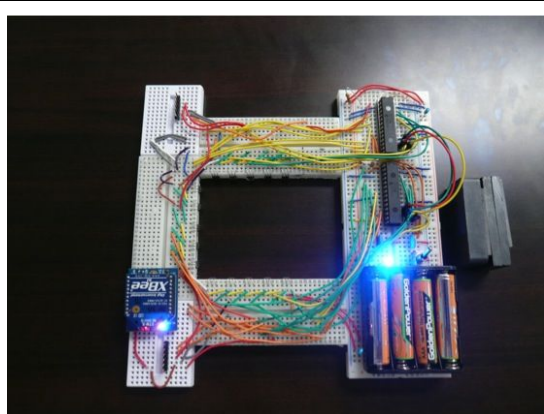


図 1. 初期のチェックケーブル検出装置

そこで，リング状のフェライト磁石とホール素子 6 個を用いた改良型を作成した(図 2)．また，電源は電池だけでなく，コンセントからも供給出来るようにした．さらに，無線機能も追加し，ワイヤレスで検出器からの信号を PC に受信出来るようにした．

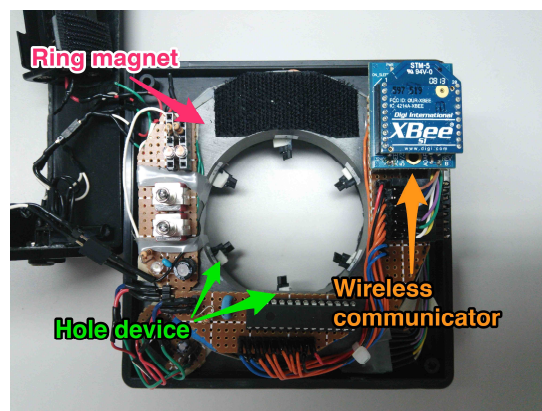


図 2. 改良型のチェックケーブル検出装置

2) チェックケーブルの位置算出のソフトウェア

ソフトウェアの画面を図 3 に示す．画面左下には，推測したチェックケーブルの位置，右側には各ホール素子の信号値を時系列で表示している．信号の更新頻度は 20Hz である．ノイズを除去するために，連続 4 つの信号の平均値を信号値として採用した．チェックケーブル位置の同定精度は，ホール素子との距離に依存した．ホール素子からの距離が 10mm 以内であれば，5mm の精度で位置を特定出来るが，10mm を超えた場合は精度が低下した．

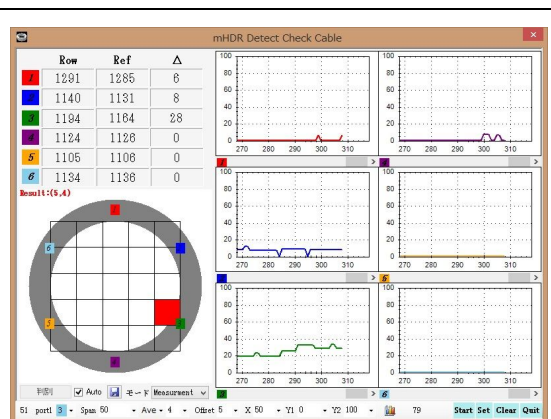


図 3. ソフトウェアの画面

3) 臨床における実用性の検討

検出装置を寝台の上に設置して稼働させ

た場合、寝台の金属製部品に反応した。金属製部品との距離によって、ホール素子の読み値は変化した。患者を寝台に乗せた状態で検出装置を校正することは現実的ではない。解決方法として、Magnetic Resonance Imaging (MRI) 検査で使用されている非磁性体で構成された寝台の使用が考えられた。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 1 件)

Y Otani, I Sumida, M Yagi, H Mizuno, M Takashina, M Koizumi and K Ogawa, “Development of a System to Verify for Connection Consistency in a Brachytherapy.” The 57th AAPM Annual Meeting, July 12-16 2015. Anaheim, CA, USA.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

大谷 侑輝 (OTANI YUKI)

大阪大学大学院医学系研究科・招聘研究員

研究者番号：70462215