

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：24303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25462498

研究課題名(和文) 前立腺癌密封小線源治療における恥骨干渉克服のための包括的線源挿入技術の開発

研究課題名(英文) Development of comprehensive seed implantation technique aiming for overcoming pubic bone interference during permanent brachytherapy in men with prostate cancer.

研究代表者

沖原 宏治 (Okihara, Koji)

京都府立医科大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80285270

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：恥骨干渉克服のために、1) 穿刺角度変動型テンプレートの作成、ならびに、2) 異方向性超音波融合技術の確立、の2つの研究を同時並行で行った。テンプレート作成は、アルミニウム素材の試作品1号機を作成の後、プラスチック製剤単独ならびに硬性プラスチック製剤を加えた試作品を作成した。結果、目的とする上向角を正確に維持しながら穿刺することに成功した。異方向性超音波融合技術に関しては、トランスミッターの磁場誤差の最小限に抑える実験を行ったが、4mm以上の磁場誤差が生じ、臨床応用が困難であることが判明した。

研究成果の概要(英文)：To overcome pubic bone interference during permanent brachytherapy, we have conducted two different kinds of methods; 1) Design angle-wide type template, and 2) Synchronization transperineal and transrectal view using real-virtual sonography (RVS) technique. As for the design new-type template, we additionally designed new templates, which was made of plastic material including hard type one after considering the drawbacks using aluminium materials. In results, we succeeded to puncture needle, maintaining accurate and up-forward angle. In consecutive experiments using RVS technique, it occurred more than 4 mm- magnetic errors, and we concluded it is difficult to apply the sycronize technique in the clinical setting.

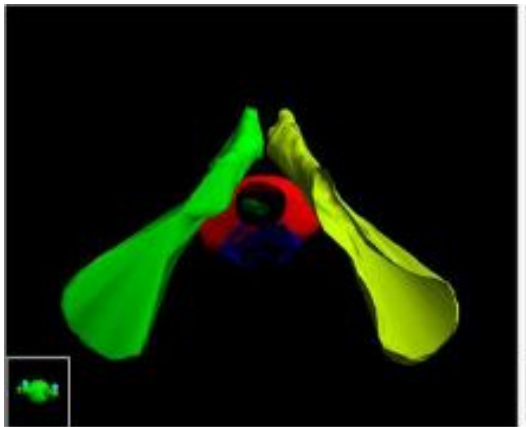
研究分野：泌尿器科学

キーワード：前立腺癌 小線源治療 超音波 画像融合

### 1. 研究開始当初の背景

前立腺癌の密封小線源治療手技において、恥骨弓の干渉に伴う線源挿入の克服は未解決のままである。前立腺肥大合併症例では、恥骨弓干渉(図1)のため、前立腺被膜周囲の線源配置が不可能となり、不十分な線量分布となり、処方線量の不足 再発のリスクとなる。欧米人と比較してアジア人種は骨盤腔が狭いことが治療困難の障壁であり、民族特性を視座においた、良好な線源配置を確実に施行可能な小線源挿入技術の確立が喫緊の課題である。内分泌療法に施行による容積縮小が現在の対応処置となっているが、内分泌療法に伴う課題を克服するために、新しい線源挿入手技の確立が必要との着想にたった。

図1



### 2. 研究の目的

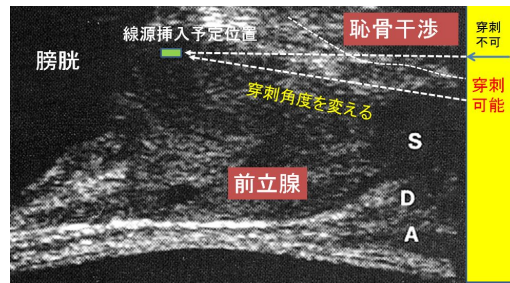
密封小線源治療適応でありながら、恥骨干渉を伴う症例に対し、線源挿入可能となる、二つの新しい手技を開発する。汎用ツールとして、穿刺角度変動型テンプレートのプロトタイプを作成する。汎用ツールに対応困難な症例(前立腺肥大症を伴った癌症例)に対しては、異方向性超音波画像融合技術を構築する。

### 3. 研究の方法

#### 1) 恥骨弓干渉対応型テンプレートの作成

数か所の恥骨弓穿刺困難部位のみ、縦方向スライド方式を用いて、線源挿入を可能にするテンプレート試作を行った。恥骨弓が前立腺と重なっている距離は下図に示すように、恥骨弓と同じ高さで平行に穿刺すると、干渉されるが、1-4mm 下方から穿刺すれば、線源留置予定位置に針先が到達可能となる。穿刺経路の直進性を保つテンプレートに針穴の製造技術を駆使し、刺入角度をつければ恥骨弓

干渉なく線源挿入可能となる。



#### 2) 異方向性超音波画像融合技術の開発

従来、密封小線源治療において、経会陰走道の経直腸探触子を使用して行う。恥骨弓干渉が生じる、線源配置部位のみに前立腺内部の3次元位置情報を同期させれば、経直腸穿刺専用の探触子を用いて線源留置が可能となる。日立・アロカ社が開発した Real virtual sonography (RVS) を用いて、同期実験を行った。概念図を下記に示す。



## 4. 研究成果

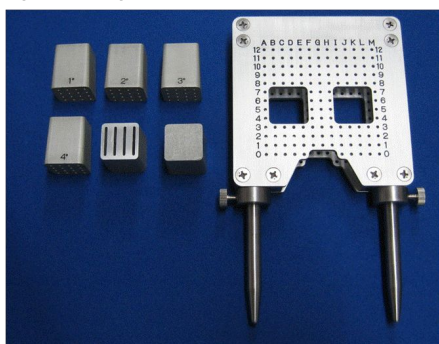
### 1) 恥骨弓干渉対応型テンプレートの作成

ブロック状の針入角度アダプターの穿刺角度を1度から4度の4段階のブロック作成ならびに溝式ブロックの作成の結論に至った。すべてのブロックの付加機能として、穿刺上下方向、左右方向の角度穿刺が可能な立方体ブロックの作成が妥当と判断した。アルミニウム製の試作第1号機の完成に至った。(下図1)

容積40cc以上では補正角度4度のブロックにおいても、目標部位到達が困難な部位があることが判明した。汎用型としては溝式ブロックが術者の穿刺角度が4度以上に固定することが可能であり、最も実用的であると結論に至った。しかし、2枚のアルミニウムの内腔への針の穿刺経路のflexibilityに限界があり、アルミニウムの厚さをより薄くし、針の可動性をより良好にする外盤coatingの材質決定が必要であり、試作器2号機作成にいたった。試作2号機のファントム実験の結果、上向角4度以上の穿刺角度にした場合、特殊プラスチックが彎曲し、穿刺針先端の正確性に問題があることが判明した。そこで、同じプラスチック製剤を用いて、プラスチックの内盤に硬性プラスチック盤(3mm)を添えた、3号機を作成した。

上向角4度までは、外盤がひずむことなく、穿刺針が4度の上向角を維持しながら直進することを確認した。しかしながら、複数の上向角を必要とする、針を平行に穿刺した場合、上方の角度補正が困難である(上向角4度まで角度が上がらない)結果であった。原因として、硬性プラスチック盤の厚さを1-2mm薄くすることにより、複数の針を予定通りの上向角に穿刺する可能性が高いことが分かった。本研究終了後、さらに試作4号機の作成予定である。

(下図1)



### 2) 異方向性超音波画像融合技術の開発

日立アロカ社と共同で、磁場発生センサーを用いて画像情報に変換するトランスミッターの位置調整実験を施行した。トランスミッターの磁場誤差が縮小することが判明したが、ファントムの穿刺操作に伴う変形にてvirtual imageとreal imageが2-3mm以内におさまるトランスミッターの位置比較を行った。結果、手術台の鉄成分の干渉が原因で、どの位置にトランスミッターを置いても、4mm以上の磁場誤差が生じることが判明した。現実的な臨床の現場では、鉄成分の含有があることは想定する必要があり、異方向性超音波融合技術では本研究の実施は極めて困難である結論となった。

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計1件)

沖原宏治, 山田恭弘, 岩田 健, 増井浩二, 三木恒治: 前立腺癌密封小線源治療の穿刺角度変動型テンプレートの開発. 第36回日本癌局所療法研究会 平成26年6月27日 八尾市文化会館(大阪府八尾市)

〔産業財産権〕

出願状況(計1件)

名称: 超音波システム

発明者: 沖原宏治, 近藤正尚, 三竹 毅  
権利者: 京都府立医科大学・日立アロカメディカル株式会社

種類: 特許

番号: 2014-221213

出願年月日: 2014/10/31

国内外の別: 国内

取得状況(計0件)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

沖原 宏治 (OKIHARA, Koji)  
京都府立医科大学・医学研究科・准教授  
研究者番号: 80285270

(2) 研究分担者

岩田 健 (IWATA, Tsuyoshi)  
京都府立医科大学・医学研究科・客員講師  
研究者番号: 00552209

三木 恒治 (MIKI, Tsuneharu)  
京都府立医科大学・医学研究科・特任教授  
研究者番号：10243239

鴨井 和実 (KAMOI, Kazumi)  
京都府立医科大学・医学研究科・講師  
研究者番号：40295663

邵 仁哲 (SOH, Jintetsu)  
明治国際医療大学・医学教育センター・  
教授  
研究者番号：40305587

本郷 文弥 (HONGO, Fimiya)  
京都府立医科大学・医学研究科・助教  
研究者番号：80291798

納谷 佳男 (NAYA, Yoshio)  
京都府立医科大学・医学研究科・講師  
研究者番号：80639881

河内 明宏 (KAWAUCHI, Akihiro)  
滋賀医科大学・医学部・教授  
研究者番号：90240952

(3)連携研究者  
該当なし