

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 6 日現在

機関番号：82502

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861048

研究課題名(和文)陽子線Spot-Scanning高精度治療のための短飛程照射技術の開発

研究課題名(英文)Development of short-range irradiation technique of Spot-Scanning proton therapy

研究代表者

寅松 千枝(Toramatsu, Chie)

国立研究開発法人放射線医学総合研究所・重粒子医科学センター・主任研究員

研究者番号：90421825

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：陽子線スキャンニング照射においてペンシルビームのスポットサイズや最小飛程は照射ユニットのビーム光学系、散乱体、ドリフトスペース等に依存して決まる。本研究では、低エネルギー側での照射時にビームサイズを調整する手法を検討した。まず市販の陽子線治療装置をモデルとしてモンテカルロシミュレーションによりビームの性質を把握した。それに基づき患者側に設置する吸収体と、照射ノズル内に設置するフィルタの設計を行った。今後は本研究において設計したデバイスの臨床使用に向けた検討を進めていく。

研究成果の概要(英文)：In scanned-beam proton therapy, the lateral and longitudinal size and the minimum achievable range, are influenced by beam optics, scattering media and drift spaces in the treatment unit. In this study, methods for adjusting the lateral and longitudinal spot size were investigated. Two methods were investigated; one is the method of utilizing downstream plastic pre-absorbers located near a patient and the other is the method of utilizing beam shaper/filter/absorbers in the treatment head. The spot size adjustment was characterized using Monte Carlo simulations of a modified commercial scanned-beam treatment head. Depend on this result, pre-absorbers were designed for clinical use to treat shallow seated tumor. And novel shape ripple filters were studied which are expected to have improved manufacturability. These findings suggest that this spot adjustment method may improve the quality of spot-scanned proton treatments.

研究分野：医学物理

キーワード：陽子線治療 スキャンニング照射

1. 研究開始当初の背景

陽子線スキャニング照射は正常な組織を守りながら複雑な形状の腫瘍への照射にも対応できる手法として期待されている。一方で、照射ユニットのビーム光学系、散乱体、ドリフトスペースに依存して決まるペンシルビームサイズや最小飛程の制限から、短飛程照射は困難であった。これが克服できればスキャニング照射が最も活かせる小児治療や頭頸部治療への適応が広がるといえる。

2. 研究の目的

低エネルギー側での照射時にビームサイズを調整する最適な手法を検討し、陽子線スポットスキャニング照射法による小児がん治療や頭頸部がん治療への臨床応用を目指すのが目的である。

3. 研究の方法

本研究では、ボラス吸収体を患者側に設置する手法と、吸収体・ビームシェイパー・リップルフィルタ等を照射装置のノズル内に設置する手法の二つの手法を検討した。まず市販の陽子線治療装置をモデルとして、モンテカルロシミュレーションによりビームの性質を把握した。そして最適な吸収体の厚さ、吸収体の設置場所、ビームをコリメートする位置、フィルタの形状等をまとめた。そして、実際の患者の画像データを用いて、小児がん、頭頸部がん、肺がん、それぞれの場合の患者セットアップ方法を考慮し、現実的な臨床応用に対応できるように考慮した。

4. 研究成果

モンテカルロ法を用いた線量計算の結果から、本研究の結果に基づき患者側に設置するボラス吸収体と、照射ノズル内に設置するフィルタの設計を行った。本研究により、加工性を向上した形状で且つ平坦な線量分布を形成可能であるリップルフィルタを開発した。これは粒子線治療に有用な見通しを得、産業財産権の取得に至った。今後は本研究において設計したデバイスの具体的な加工および制作方法の検討と、ビームを用いた実証試験を進め、臨床使用に向けた検討を進めていく見通しである。

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)

[雑誌論文](計 4件)

N. Miyamoto, M. Ishikawa, K. Sutherland, C. Toramatsu, R. Suzuki, T. Matsuura, S.

Takao, S. Shimizu, H. Shirato, Motion compensated image filter for low dose fluoroscopy in real-time tumor-tracking radiotherapy system, Journal of Radiation Research, 2014, pp 1-11

C. Toramatsu, N. Katoh, S. Shimizu, H. Nihongi, T. Matsuura, S. Takao, N. Miyamoto, R. Suzuki, K. Sutherland, R. Kinoshita, R. Onimaru, M. Ishikawa, K. Umegaki, H. Shirato, What is the appropriate size criterion for proton radiotherapy for hepatocellular carcinoma? -A dosimetric comparison of spot-scanning proton therapy versus intensity-modulated radiation therapy. Radiation Oncology, 8:48, 2013.

T. Matsuura, N. Miyamoto, S. Shimizu, Y. Fujii, M. Umezawa, S. Takao, H. Nihongi, C. Toramatsu, K. Sutherland, R. Suzuki, M. Ishikawa, R. Kinoshita, K. Maeda, K. Umegaki and H. Shirato. Integration of a real-time tumor monitoring system into gated proton spot-scanning beam therapy: An initial phantom study using patient tumor trajectory data, Med. Phys. 40, 071729, 2013.

T. Matsuura, K. Maeda, K. Sutherland, T. Takayanagi, S. Shimizu, S. Takao, N. Miyamoto, H. Nihongi, C. Toramatsu, Y. Nagamine, R. Fujimoto, R. Suzuki, M. Ishikawa, K. Umegaki, H. Shirato, Biological effect of dose distortion by fiducial markers in spot-scanning proton therapy with a limited number of fields: a simulation study. Med Phys. 39(9):5584-91, 2012.

[学会発表](計 8件)

C. Toramatsu, R. Onimaru, S. Shimizu, T. Matsuura, N. Miyamoto, R. Kinoshita, S. Takao, H. Nihongi, K. Umegaki, H. Shirato, R. Fujimoto, S. Hirayama, Y. Fujii, T. Takayanagi, M. Umezawa, K. Matsuda, Y. Nagamine, "Progress report on collaborative development activities in improvement of spot-scanning proton therapy system", FIRST International Symposium 3th, Sapporo, 2013

C. Toramatsu, T. Matsuura, S. Takao, H. Nihongi, N. Miyamoto, S. Shimizu, R. Kinoshita, K. Umegaki and H. Shirato, "

Dosimetric study for shallow-seated tumor using scanning proton beam”, American Association of Physics in Medicine, 54th Annual Meeting, North Carolina, 2012

C. Toramatsu, N. Katoh, T. Matsuura, S. Takao, H. Nihongi, N. Miyamoto, S. Shimizu, R. Kinoshita, K. Umegaki and H. Shirato “A Comparative Planning Study of Large abdominal tumors”, Particle Therapy Co-Operative Group 51th Annual Meeting, Korea, 2012

C. Toramatsu, N. Katoh, T. Matsuura, S. Takao, H. Nihongi, N. Miyamoto, S. Shimizu, R. Kinoshita, K. Umegaki and H. Shirato “The Role of proton therapy in the Treatment of Large Irradiation Volume Tumor”, 31st Sapporo International cancer symposium, Sapporo, 2012

C. Toramatsu, N. Katoh, T. Matsuura, S. Takao, H. Nihongi, N. Miyamoto, S. Shimizu, R. Kinoshita, K. Umegaki and H. Shirato “The Role of Spot scanning proton therapy in the Treatment of Large Irradiation Volume Tumors”, American Society for Radiation Oncology, 54th Annual Meeting, Boston 2012

寅松 千枝、二本木 英明、山田 貴啓、藤井 祐介、藤本 林太郎、梅澤 真澄、松浦 妙子、高尾 聖心、宮本 直樹、清水 伸一、梅垣 菊男、白土 博樹 “北海道大学における分子追跡放射線治療装置のビーム性能の検証”、第107回日本医学物理学会、パシフィコ横浜、2014年4月

寅松 千枝、松浦 妙子、高尾 聖心、宮本 直樹、二本木 英明、山田 貴啓、清水 伸一、梅垣 菊男、白土 博樹 “陽子線治療センタークリニカルコミッションング報告”、第107回日本医学物理学会、パシフィコ横浜、2014年4月

寅松 千枝、加藤 典雄、清水 伸一、二本木 英明、松浦 妙子、高尾 聖心、梅垣 菊男、白土 博樹、“陽子線治療の求められる腫瘍体積についての検討”、第26回日本放射線腫瘍学会学術大会、ホテル青森、2013年10月

〔図書〕(計 1 件)

白土 博樹、鬼丸 力也、清水 伸一、石

川 正純、宮本 直樹、Keneth Sutherland、鈴木 隆介、**寅松 千枝**：【医療情報誘導治療の最新】リアルタイム4次元放射線治療-スーパー特区の成果-、映像情報 Medical 7、産業開発機構出版) 2013

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 3 件)

名称：粒子線治療システム、および、リッジフィルタならびにリッジフィルタの製造方法
発明者：寅松 千枝、松浦 妙子、宮本 直樹、二本木 英明、梅垣 菊男、平田 雄一、高柳 泰介、藤高 伸一郎、藤井 祐介、松田 浩二、中島 千博
権利者：北大(50%)・日立(50%)
種類：特願
番号：2013-260896
取得年月日：2013/12/18
国内外の別：国内

名称：粒子線照射システムおよび治療計画装置
発明者：松浦 妙子、宮本 直樹、清水 伸一、寅松 千枝、高尾 聖心、二本木 英明、平田 雄一、梅垣 菊男、藤井 祐介、藤本 林太郎、梅澤 真澄
権利者：北大(50%)・日立(50%)
種類：PCT
番号：JP2013/07047
取得年月日：2013/7/29
国内外の別：国外

名称：放射線治療制御装置および放射線治療制御プログラム
発明者：宮本 直樹、清水 伸一、松浦 妙子、寅松 千枝、高尾 聖心、二本木 英明、平田 雄一、梅垣 菊男
権利者：北大(100%)
種類：特願
番号：2012-062215
取得年月日：2012/3/19
国内外の別：国内

〔その他〕
ホームページ等：なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

寅松 千枝 (TORAMATSU Chie)
国立研究開発法人放射線医学総合研究所・
重粒子医科学センター・主任研究員
研究者番号：90421825

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：