

令和 3 年 6 月 30 日現在

機関番号：84703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K07700

研究課題名（和文）ビッグデータを活用した放射線治療計画支援システムの基盤開発

研究課題名（英文）Development of radiotherapy plan support system with big data

研究代表者

平岡 眞寛（Hiraoka, Masahiro）

日本赤十字社和歌山医療センター（臨床研究センター）・臨床研究センターがん医療研究部・院長

研究者番号：70173218

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：放射線治療は、放射線治療機器、治療計画装置の急速な進歩により、腫瘍に高線量を集中させたまま、正常組織の線量を低減する高精度放射線治療へと大きく進化している。しかし、治療計画に長時間かかる上に対応できる専門職スタッフ不足により、多くの医療機関ではこの高精度放射線治療が実現できていない。

これらの課題解決には、大規模放射線治療データベースの構築、それを利用した人工知能補助による治療計画の個別化、各施設に対する良質な治療計画の提供が有用である。本研究では、その実現に向けた基盤開発を地域の中核病院が大学病院と連携して行う。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能補助による第三者からの治療計画の提供は単に放射線治療業務の軽減だけではなく、術者に依存しない客観的な判断材料として放射線治療の質の向上、バラツキの低減効果が期待できる。そのため、本研究の放射線診療の質向上に与える影響は大きいものがある。併せて、本研究では施設間毎に異なった治療機器においても照射可能とするための治療支援システム構築を目指すため、臨床的な汎用性も兼ね備えている。

研究成果の概要（英文）：In the radiotherapy field, we can concentrate high dose for tumor and reduce normal tissue dose using high precision radiotherapy like IMRT, VMAT. However, many medical institutions have not been able to realize this high precision radiotherapy due to the long time required for treatment planning and the lack of professional staff. To solve these problems, it is useful to construct a large-scale radiotherapy database, individualize treatment plans with artificial intelligence assistance, and provide high quality treatment plans to each hospital. In this study, we developed radiotherapy plan support system with big data.

研究分野：放射線治療

キーワード：放射線治療計画

1. 研究開始当初の背景

現在の放射線治療は装置の高精度化が進み適応放射線治療、動体追尾照射、そして、強度変調照射に代表される高精度放射線治療がハードの観点からは実施可能である。また、それらを実現するための治療計画装置も多種多様なものが存在する。しかし、照射方法の高精度化に伴い治療計画も複雑で時間を費やす業務となってきた。

治療計画装置を適切に利用することにより患者一人一人に対応した最適な治療計画が作成可能であるが、マンパワー不足や治療計画者の力量により放射線治療計画における質のバラつきが生じているのが現状である。

大規模な大学病院やがんセンターなどの人員が豊富な施設においては第三者の評価が加わることも多く放射線治療計画の質はある一定度担保されるが、大多数の放射線治療施設はそのような環境ではない。放射線治療計画の質の低下やバラツキは放射線治療機器の性能を最大限活用できないだけでなく、治療を受ける患者の不利益となり大きな問題である。

2. 研究の目的

放射線治療は病院内において最も電子化された部門の一つであり、ソフト面を活用することにより施設間を横断して高精度放射線治療計画の質を担保できる可能性が高い。本研究では前述の問題を解決するために、大規模放射線治療データベースを構築し、それを利用した人工知能補助による治療計画を行い、治療機器の異なった各施設に対して照射可能な良質な治療計画を提供する支援システムの基盤開発を行う。

3. 研究の方法

本研究の主目的は放射線治療計画用の大規模データベースの構築と、それに人口治療機能を加えて作成された治療計画を各施設に提供し、異なった治療機器等においても同一な照射が可能となる放射線治療計画支援システムの基盤開発を地域の拠点病院と大学病院間で行うものである。

そのため、全体を通して下記四項目を実施し、これらを統合することにより上記のシステム基盤を開発する。

(A) 放射線治療計画用大規模データベースの構築

(B) 人工知能を用いた治療計画手法の開発

データベース構築と並行して人工知能を用いた治療計画手法の提案を行う。治療計画には市販のナレッジベース計画作成ソフトを用いる。高精度放射線治療計画を部位毎に選別し人工知能に適した照射領域の検討を行う。事前検討において、前立腺がんなどの照射領域が小さい症例では比較的均一化されたプランが作成可能であるがわかっている。その他、膵臓がん、頭頸部がん、全骨盤照射などの大きな照射部位を含めて広く検討を行う。

また、データベースの規模がどの程度であれば治療計画が均質に収束するかの検討を実施する。これにより、同じ部位における症例に対しても解剖学的構造の違いによる異なるデータベース構造の細分化が可能となり、その検討を合わせて行う。

(C) 施設間を繋ぐネットワークシステムの構築

本システムは治療計画用データを収集し、最終的に放射線治療計画データを提供することを目的としているため各施設間においてセキュアな通信環境が必須となる。施設間の連携には仮想化プライベートネットワーク(VPN: Virtual Private Network)接続を行いその環境を実現する。将来的な多施設横断的な連携を目指すため、より汎用的な IPsec 暗号処理を用いたインターネット VPN 技術を用いて通信環境構築を実施する。

(D) 治療計画フィードバック手法の開発

放射線治療計画を提供施設にてそのまま照射を行うためには治療装置が同一である必要がある。しかし、それでは汎用性が著しく低下するためどの治療機器においても照射可能となるフィードバック手法を開発する。

治療計画における線量情報を線量域毎の輪郭情報に再変換し、他施設にフィードバックする。その線量域輪郭情報をもとに、照射施設において再最適化を行うことにより自施設での照射が可能となるシステムを構築する。

4. 研究成果

上記研究方法に基づきシステム開発を行った。本システムを用いて頭頸部がん、膵臓がん、直腸がんにおける高精度放射線治療計画を立案した。立案したプランをもとに、異なった治療機器において照射可能となるプランを自動作成し線量指標の評価を行った。図1に各臓器における高精度放射線治療計画の線量分布図とそれをもとに自動作成した別の治療機器を用いて照射するための線量分布図の比較を表示する。線量分布図を比較すると、どの臓器に対してももとの高精度放射線治療計画と同等の分布が再現できることが定性的に確認できる。図2は各臓器に対する高精度放射線治療計画を様々な放射線治療機器に対して自動作成した場合の比較を線量体積ヒストグラムにて定量的に評価している。これにより、本システムを用いて自動計画補助を用いた治療計画は異なった放射線治療機器においても十分な精度で再現可能であることが示唆された。

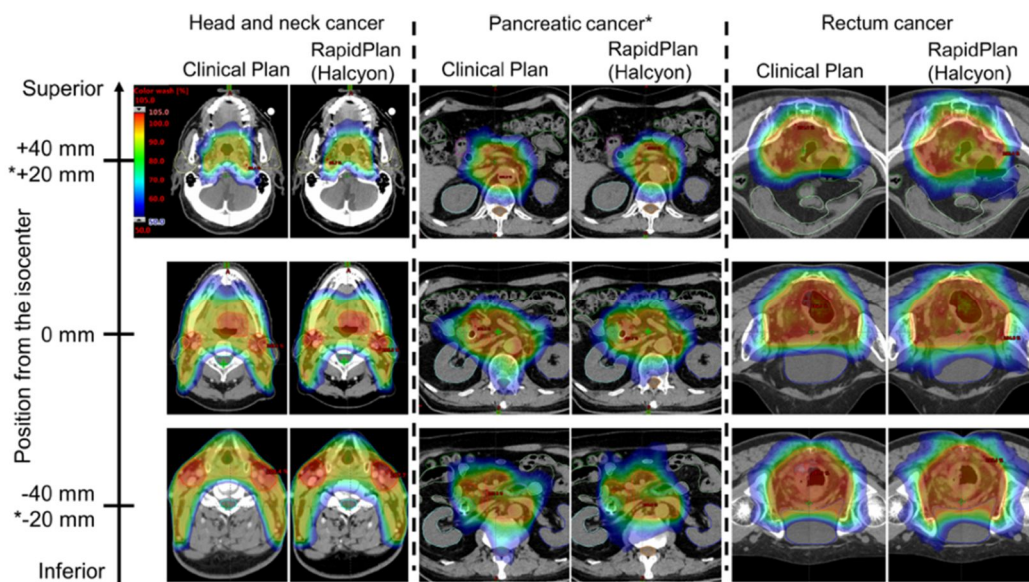


図1. 各臓器における線量分布図比較

(左) 基準となる高精度放射線治療線量分布図、(右) 異なった治療機器用に自動作成した高精度放射線治療線量分布図

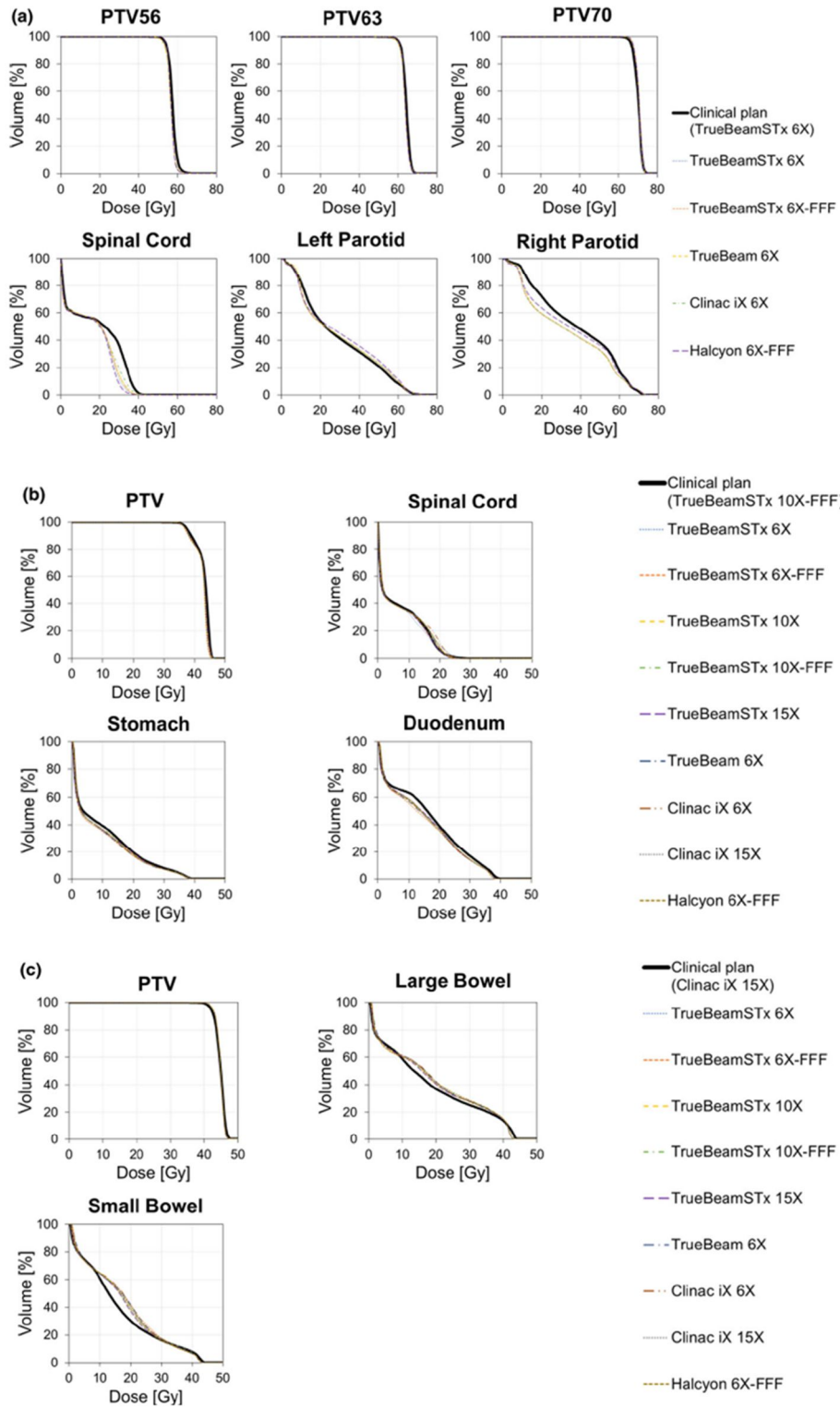


図2. 各臓器における線量体積ヒストグラムの比較
 (a)頭頸部がん、(b)肺臓がん、(c)直腸がん

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 Noriko Kishi, Mitsuhiro Nakamura, Hideaki Hirashima, Nobutaka Mukumoto, Keiichi Takehana, Megumi Uto, Yukinori Matsuo, Takashi Mizowaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Validation of the clinical applicability of knowledge based planning models in single isocenter volumetric modulated arc therapy for multiple brain metastases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 141-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13022	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 Hideaki Hirashima, Mitsuhiro Nakamura, Nobutaka Mukumoto, Ryo Ashida, Kota Fujii, Kiyonao Nakamura, Aya Nakajima, Katsuyuki Sakanaka, Michio Yoshimura, Takashi Mizowaki	4. 巻 1
2. 論文標題 Reducing variability among treatment machines using knowledge-based planning for head and neck, pancreatic, and rectal cancer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acm2.13316	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1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岸 徳子, 中村 光宏, 平島 英明, 椋本 宜学, 竹花 恵一, 宇藤 恵, 松尾 幸憲, 溝脇 尚志
2. 発表標題 多発脳転移に対するKnowledge-based planningの臨床的有用性
3. 学会等名 第32回高精度放射線外部照射部会学術大会
4. 発表年 2019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
研究 分 担 者	溝脇 尚志 (Mizowaki Takash) (90314210)	京都大学・医学研究科・教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	中村 光宏 (Nakamura Mitsuhiro) (30584255)	京都大学・医学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	石原 佳知 (Ishihara Yoshitomo) (60709351)	日本赤十字社和歌山医療センター（臨床研究センター）・放射線治療科部・医学物理課長補佐 (84703)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関