

厚生労働科学研究費補助金（がん対策推進総合研究事業）  
（総括・分担）研究報告書放射線療法の提供体制構築に資する研究（23EA1012）  
（分担課題名：集約化と連携の具体的方法（IMRT施設要件見直しを含めて））

研究分担者 遠山尚紀

**研究要旨**

本研究は、「がん対策推進基本計画」に基づき、質の高い放射線療法の全国的均てん化を図るため、強度変調放射線治療（IMRT）に対応できる人材確保と施設基準の見直しを目的として実施した。特に、常勤放射線治療医の確保が困難な地域施設における課題に対応するため、治療計画補助者の教育研修体制の構築と、新たなIMRT施設基準案の策定を行った。国内外の関連制度に関する文献調査、国内施設へのアンケート調査、専門家を交えた作業部会を放射線治療品質管理機構と連携し発足し検討を実施した。教育研修体制は、eラーニング、筆記試験、実技試験による段階的育成プログラムを提案し、eラーニング用の24本の動画教材（計689分）、944枚のスライド、100問の理解度確認問題を作成した。また、常勤放射線治療医2名の配置が困難な施設において、がん診療連携拠点病院に限り常勤医師1名、研修修了する治療計画補助者1名、非常勤医師または遠隔支援体制の併用により、一定条件下でIMRT算定を認める新たな運用モデルを提案した。

今後、本研究で構築した教育研修体制、IMRT施設基準案について放射線治療関連団体と連携しながら社会実装に向けた取組を推進する。次期診療報酬改定およびがん診療連携拠点病院指定要件の見直しに向け、本研究成果を活用する予定である。

**A. 研究目的**

本研究は、「がん対策推進基本計画」の趣旨に基づき、国民に対して質の高い放射線療法を均てん的に提供する体制の強化を目的とするものである。特に、強度変調放射線治療（IMRT）をはじめとする高精度放射線治療技術の普及に伴い、治療の質と安全性を担保するためには、これまで以上に高度な治療計画業務を適切に実施できる人材の確保が求められている。しかし、現行のIMRT施設要件では常勤放射線治療医2名の配置が義務付けられており、特に地方施設を中心に人的リソース確保が困難となっていることが指摘されている。このような状況に対し、本研究ではIMRT施設基準の見直しを検討するとともに、治療計画補助業務を担う新たな人材の教育研修体制を構築することにより、放射線治療提供体制の質向上と医師の働き方改革推進に資することを目的とする。また、放射線治療特にIMRTの質的向上に資する各種研究も実施する。

**B. 研究方法**

本研究は、複合的かつ段階的な手法により進められた。まず、国内外の高精度放射線治療における施設基準や人材育成プログラム、教育認定制度に関する文献調査を実施した。また、米国のMedical Dosimetrist Certification Board (MDCB) に代表される海外事例も参考とした。また、今までの研究において国内のIMRT実施施設を含む放射線治療施設を対象としたアンケート調査結果から、人的体制、運営状況、教育体制の実態を把握した。さらに、本研究班は、放射線治療品質管理機構と連携し、治療計画補助者会議内にコンテンツ作業部会（第1回～第11回会議開催）及び施設基準関連作業部会等を設置し、治療計画補助者の教育研修体制や施設基準見直し案について具体的な検討を重ねた。各作業部会においては、

臨床面、物理技術面の両領域にわたり放射線治療関連団体から放射線腫瘍医、放射線治療専門放射線技師、医学物理士等の専門家を招き、教育内容、研修制度、認定制度のあり方、施設基準案について総合的かつ実務的な議論を展開した。また、密封小線源治療に従事する放射線治療技師および医学物理士の業務負担と治療装置の品質管理（QC）状況について、全国837施設を対象に調査した結果を解析した。そして、国内で市販されているオンライン適応放射線治療（oART）システムを導入した9施設を対象に、臨床運用状況、要員配置、コミッショニング、教育訓練の実態に関する調査を実施した。

**（倫理面への配慮）**

本研究は、研究倫理及び個人情報保護に十分配慮して実施した。アンケート調査では、事前に対象施設・関係者から同意を得た上で、個人情報特定されない形で集計・分析を行った。教育コンテンツ作成に用いる症例情報についても、匿名化を行い、倫理的手続きを遵守した。また、成果公表に際しては、個別の施設名や個人情報を開示せず、統計的に処理されたデータのみを用いた。

**C. 研究結果**

本研究においては、教育研修体制と施設基準見直し案の双方に関して、具体的な成果を得ることができた。治療計画補助者の育成に向けた教育研修体制として、段階的学習体制を採用した。具体的には、eラーニングによる基礎知識習得、筆記試験による知識確認、実技試験によるIMRT治療計画実技能力の確認を提案した。eラーニング教材は、24本の動画コンテンツ（総計689分）、944枚のスライド、100問の理解度確認問題から構成され、学習目標を明確化した設計とし、2024年3月に全てのコンテンツを完成させた（表1）。筆記試験においては、治療計画補助業務に関する内容のみならず国内外の物理技術に関する

ガイドラインを基盤とした試験問題も含める方針となった。実技試験においては、事前の課題設定によるIMRT治療計画の提出及び口頭試問による実技能力評価をする方針となり、模擬実技試験の準備を進めている。

表1. 治療計画補助業務担当者  
教育研修コンテンツ一覧

| コンテンツ名     | 動画時間<br>(分) | スライド<br>枚数<br>(枚) | 理解度<br>確認問題数<br>(問) |
|------------|-------------|-------------------|---------------------|
| 頭部         | 32          | 72                | 5                   |
| 頭頸部        | 22          | 91                | 5                   |
| 胸部         | 17          | 37                | 5                   |
| 腹部         | 24          | 53                | 5                   |
| 骨盤部        | 24          | 46                | 5                   |
| 患者固定と前処置   | 40          | 29                | 5                   |
|            | 27          | 18                |                     |
| 治療計画等CT画像  | 40          | 51                | 5                   |
|            | 16          | 24                |                     |
| CT以外の画像    | 24          | 29                | 5                   |
| 画像登録と画像融合  | 25          | 45                | 5                   |
| マージン設定     | 45          | 50                | 5                   |
| 仮想寝台と固定具   | 36          | 32                | 5                   |
| メタルアーチファクト | 32          | 32                | 5                   |
| 線量処方と線量制約  | 36          | 44                | 5                   |
| 最適化計算      | 60          | 26                | 5                   |
| ダミー輪郭      | 24          | 49                | 5                   |
| ビーム配置      | 28          | 48                | 5                   |
| 線量計算設定     | 23          | 28                | 5                   |
|            | 25          | 35                |                     |
| 治療計画の評価と確認 | 28          | 36                | 5                   |
| 治療計画の保存    | 24          | 31                | 5                   |
| データ転送      | 37          | 38                | 5                   |
| 合計         | 689         | 944               | 100                 |

IMRT施設基準については、常勤放射線治療医2名の要件を満たせない場合に、がん診療連携拠点病院に限定し常勤専任医師1名と研修を修了した常勤専従の治療計画補助者（放射線治療における機器の精度管理、照射計画の検証、照射計画補助作業等に携わる専門的な知識及び技能を有する技術者等）1名、さらに非常勤医師または遠隔支援体制の整備を組み合わせることで、100症例を限度としIMRT算定を認める新たな枠組みを提案した。この際、治療計画補助者は放射線治療関連団体が認定する治療計画に関する教育研修制度を修了した者に限定すること、非常勤医師はIMRTレビュー経験5年以上とすることが明示された。さらに、教育カリキュラムには治療計画と品質管理（QA/QC）を統合的に含め、幅広い実践力を育成することとした。

密封小線源治療に従事する放射線治療技師および

医学物理士の業務負担と治療装置の品質管理状況の調査結果から、主に婦人科高線量率治療（GY-HDR）および前立腺低線量率永久挿入療法（PR-LDR）を対象とし、治療工程における平均作業時間やQC実施率を解析した。結果、密封小線源治療装置のQC実施率はGY-HDRで65%、PR-LDRで44%にとどまり、外部照射（EBRT）の69%より低かった。また、BT業務に従事するRTMPsのうち、密封小線源治療装置のQCを実施可能な割合はGY-HDRで約30%、PR-LDRで20%未満であり、EBRTに比べ著しく低かった。

オンライン適応放射線治療では、調査対象システムはMRIdian（ViewRay）、Unity（Elekta）、Ethos（Varian）の3種。全施設でoART導入に際して追加人員が配置され、放射線治療医、医学物理士、放射線技師が治療ごとに関与していた。治療業務時間は、CBCTベースのEthosがMRIベースのMRIdianやUnityよりも短かった。コミッションングではシステムにより測定要件や期間に差があり、特にUnityではビームデータ測定が必須であった。各施設で独自のマニュアル整備とスタッフ研修が行われており、oART導入に際しては、人的リソース確保と包括的な教育体制の構築が重要であることが明らかとなった。

#### D. 考察

本研究により、IMRT施設要件の柔軟な見直し案と、治療計画補助者育成のための体系的な教育モデルが具体化された意義は大きい。現行制度の下では、人的資源不足により高精度放射線治療の質に地域格差が生じるリスクが存在していたが、本研究で示した制度設計は、これを是正し、持続可能な放射線療法提供体制特にIMRT等の高精度放射線治療提供体制構築に寄与する可能性を有する。また、治療計画補助者の養成は医師の負担軽減を実現し、働き方改革推進にも貢献することが期待される。

一方で、教育・認定制度の実効性を確保するためには、定期的な教育コンテンツの更新、筆記試験内容の見直し、放射線治療関連団体との連携、放射線治療物理技術関連認定資格との整合性、今後のあり方の検討・整備が必須となる。2025年度は、放射線治療関連団体連携のもと提案する教育研修体制およびIMRT施設要件案のさらに検討を続け社会実装に繋げる活動を継続的に実施し、次期診療報酬改定及びがん診療連携拠点病院指定要件改定に向けた提案としてとりまとめる必要がある。また、財務基盤の確立、試験運用から本格実施への円滑な移行、既存業務担当者への移行措置などの検討を重ね、診療報酬制度への適切な位置付けが、今後の最大の鍵となると考える。

小線源治療のアンケート結果から教育・訓練体制の整備、および人員配置基準の見直しの必要性が示唆された。小線源治療は患者1名あたり多くの人員が必要であることから、がん診療連携拠点病院などに集約化し、人員、知識、技術を集約化することが望ましいものと考えられる。同様にoARTも人的リソース確保と包括的な教育体制の構築が重要であることが明らかとなっており、IMRT、小線源治療同様に集約化が必要と考えられた。

#### E. 結論

本研究は、IMRT施設要件の合理的な見直し提案と、治療計画補助業務担当者の教育研修体制構築に向け

た具体的な成果を得ることができた。治療計画補助業務担当者育成のための段階的教育プログラムと、施設基準改定案の整理を通じて、放射線療法の質の向上と均てん化に貢献する道筋を示したことは、大きな意義を持つ。また、本研究班を通じて放射線治療関連団体代表者が一同に会して議論する場が構築されたことは、高精度放射線治療が本邦で開始され20数年経過するが、はじめての快挙である。この枠組みを活用し、持続可能な放射線治療提供体制を検討する。今後は、本研究で作成した教育システムの運用準備、IMRT施設基準案の行政提案、教育研修体制の確立に向けた取り組みを加速させる必要がある。これらを通じて、国民がどこに住んでいても安全で効果的な高精度放射線治療を受けられる社会の実現を目指す。

最後に、本研究の推進にあたり、多大なるご支援とご協力を賜りました、放射線治療品質管理機構、日本医学物理学会、日本医学放射線学会、日本診療放射線技師会、日本放射線技術学会、日本放射線腫瘍学会、日本医学物理士会、医学物理士認定機構、日本放射線治療専門放射線技師認定機構の関係各位に、心より御礼申し上げます。また、本研究の論文執筆にご尽力いただきました伊良皆拓先生および小島徹先生に、深く感謝申し上げます。

## G. 研究発表

- 【論文】Iramina H, Tsuneda M, Okamoto H, Kadoya N, Mukumoto N, Toyota M, Fukunaga J, Fujita Y, Tohyama N, Onishi H, Nakamura M. Multi-institutional questionnaire-based survey on online adaptive radiotherapy performed using commercial systems in Japan in 2023. Radiol Phys Technol. 2024 Sep;17(3):581-595.
- 【論文】Current status of the working environment of brachytherapy in Japan: a nationwide survey-based analysis focusing on radiotherapy technologists and medical physicists. Kojima T, Okamoto H, Kurooka M, Tohyama N, Tsuruoka I, Nemoto M, Shimomura K, Myojoyama A, Ikushima H, Ohno T, Ohnishi H. J Radiat Res. 65(6):851-861. 2024 Nov
- 【依頼講演】遠山尚紀、放射線治療における治療計画業務のタスクシフト・シェアの現状と今後、埼玉医科大学次世代のがんプロフェッショナル養成プラン2024年度放射線腫瘍学セミナー、2024年9月、埼玉
- 【雑誌】遠山尚紀、放射線治療におけるタスクシフト/シェアと厚労科研大西物理技術アンケート調査結果の概要、放射線治療BOOK2024、Rad Fan Vol.22 No.12、2024年12月臨時増刊号、2024年12月
- 【依頼講演】遠山尚紀、既存構造をぶっ壊せ -医学物理士の立場から-、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【講演】物理技術専門職の次世代リーダー像とは？、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】マルチモーダル3D-CNNモデルによる患者個別QA結果予測に関する検討、榎本裕美、中井健裕、藤田幸男、中島祐二朗、遠山尚紀他、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜

- 【発表】脊椎SBRTにおいて標的形状が知識ベース治療計画による線量分布に与える影響、鶴巻郁也、中島祐二朗、伊藤慶、井出翔真、須田雄飛、木藤哲史、室伏景子、遠山尚紀他、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】金マーカーを有する胸部領域のDeformable image registration精度改善方法の検討、伊藤進也、中島祐二朗、藤田幸男、道又玄太、木藤哲史、室伏景子、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】肺換気画像と肺血流画像を用いた治療計画において高機能領域の位置が計画に与える影響、道又玄太、中島祐二朗、木村智樹、伊藤進也、今野伸樹、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】Radiomics解析および深層学習を用いた脊椎SBRTの局所再発予測モデルの作成、井出翔真、中島祐二朗、伊藤慶、梶川智博、田口健太郎、鶴巻郁也、須田雄飛、木藤哲史、室伏景子、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】VMATを用いた乳房全切除術後照射における仮想ボラス法のロバスト性評価、伊藤章騎、中島祐二朗、山内遼平、坂本拓未、藤田幸男、石倉聡、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】拡張リーフモデルのVMATの線量計算精度、石原寛大、隈田原盛寿、遠藤一颯、河原崎飛羽、中島祐二朗、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】JAW遮蔽を利用したVMATによるリスク臓器の線量低減とその線量計算精度、遠藤一颯、石原寛大、隈田原盛寿、河原崎飛羽、藤田幸男、中島祐二朗、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】拡張リーフモデルを用いた固定多門IMRTの線量計算精度、河原崎飛羽、隈田原盛寿、石原寛大、遠藤一颯、中島祐二朗、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】拡張リーフモデルの小照射野における線量計算精度、隈田原盛寿、藤田幸男、中島祐二朗、河原崎飛羽、遠藤一颯、石原寛大、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】脊椎SBRTの局所制御予測において関心領域設定がRadiomics特徴量に与える影響の評価、高橋里、中島祐二朗、井出翔真、伊藤慶、梶川智博、鶴巻郁也、田口健太郎、須田雄飛、木藤哲史、室伏景子、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】Swin-Unetを用いた腹部MR画像の多臓器自動輪郭描出の有効性、高橋俊宇、遠山尚紀他、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜
- 【発表】脊椎SBRTにおいてセットアップエラーが標的・リスク臓器に与える線量の影響の評価、渡邊陸、中島祐二朗、鶴巻郁也、伊藤慶、伊藤章騎、井出翔真、田口健太郎、須田雄飛、木藤哲史、室伏景子、藤田幸男、遠山尚紀、日本放射線腫瘍学会第37回学術大会、2024年11月、横浜

## H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし
3. その他  
なし