



Title	高精度放射線治療に対する治療中線量検証および新規照射技術の開発に関する研究
Author(s)	乾, 翔輝
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/92096
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 乾 翔 輝 ）

論文題名

高精度放射線治療に対する治療中線量検証および新規照射技術の開発に関する研究

論文内容の要旨

近年の回転型強度変調放射線治療（**volumetric-modulated arc therapy; VMAT**）のような高精度放射線治療の普及に伴い、医学物理士の果たす役割が増している。とくに高精度放射線治療における治療計画および線量検証は、主として医学物理士が日常業務を担っており、これらの質を高める医学物理研究は臨床現場において極めて重要である。本論文では、私が博士後期課程在学中に施行した①治療計画、②線量検証に関する研究を総合的に網羅した構成とした。

治療計画に関して、本研究では新規研究新型頭部定位放射線治療システムである**Varian Medical Systems**社の**HyperArc™**（**HA**）を希少癌である頭皮血管肉腫（**AS**）に応用する新規照射技術を開発した（主論文1）。**AS**は悪性度が高く、高齢者に多い肉腫であることから放射線治療が実施される場合があり、標的の形状や危険臓器の位置関係から挑戦的な治療計画として知られている。**HA**は汎用型リニアックにおける定位放射線治療システムであり、転移性脳腫瘍に対して従来法と比較して正常脳線量の優位な低減が報告されている。本研究では**AS**に対して**HA**を適用することで、従来法と比較して線量分布の優位性および正常脳線量の低減を証明した。さらにフラットニングフィルタフリー（**FFF**）モードを用いた**HA**と比較検討し、**FFF**モードを用いる利点がないことを明らかにした。また、本研究の続きとして、**AS**に対する放射線治療の代表的な照射装置であるヘリカルトモセラピー（**HT**）と**HA**を線量比較する検討も実施した（論文投稿中）。**HT**と比較して**HA**では線量分布の優位性および正常脳線量の低減を明らかにした。さらに、**HA**に対してハーフフィールドビームを使用する検討も実施し、**HA**と比較して優位な線量分布が得られることを示した。当院（大阪国際がんセンター）ではこれらの私の報告から、**AS**に対して**HA**を臨床例で用いて治療を開始し、ボラスにネオブレーンキャップを用いて、2022年11月現在で2名の治療を完遂した。いずれの症例も治療中線量検証を実施して、安全な治療が実施できたことを確認した。

線量検証に関して、高精度放射線治療において治療前線量検証の実施が**TG-218**でも推奨とされているが、治療中に治療計画通り照射できているかを担保できないことが問題である。そこで近年、欧州を中心に治療中線量検証が試みられている。本研究では商用ソフトウェアである**SunNuclear**社の**PerFRACTION**を用いた前立腺癌**VMAT**中の線量測定および線量分布予測に関する研究を実施した。前者は前立腺癌**VMAT**中の患者体内射出ビームを電子ポータル画像装置で収集して治療期間中の経時変化を追うことにより、治療中の直腸ガスの存在を明らかにした（主論文3）。後者は位置決め用コーンビームCTにおける逐次近似再構成画像を用いた前立腺癌**VMAT**中線量分布予測から線量計算精度を従来法の再構成法と比較することで、近年注目されつつある即時適応放射線治療への応用に繋げた（主論文2）。

主論文1, 2, 3の全てにおいて、高い評価を受けた英文雑誌に採択されており、本論文は医学物理学に大いに貢献した研究内容となっている。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (乾 翔 輝)			
		(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授	小泉 雅彦
	副 査	教授	西尾 禎治
	副 査	教授	田中 壽

論文審査の結果の要旨

本論文では、高精度放射線治療の品質管理・保証に関する新しい医学物理的知見が著わされた。

近年の回転型強度変調放射線治療 (volumetric-modulated arc therapy; VMAT) のような高精度放射線治療の普及に伴い、医学物理士の果たす役割が増している。とくに高精度放射線治療における治療計画および線量検証は、主として医学物理士が日常業務を担っており、これらの質を高める医学物理研究は臨床現場において極めて重要である。その内、特に①治療計画、②線量検証に関して総合的に網羅した研究がなされた。

① 治療計画に関して、本研究では新規研究新型頭部定位放射線治療システムであるVarian Medical Systems社のHyperArc™ (HA) を希少癌である頭皮血管肉腫 (AS) に応用する新規照射技術を開発した (主論文1)。ASは悪性度が高く、高齢者に多い肉腫であることから放射線治療が実施される場合があり、標的の形状や危険臓器の位置関係から挑戦的な治療計画として知られている。HAは汎用型リニアックにおける定位放射線治療システムであり、転移性脳腫瘍に対して従来法と比較して正常脳線量の優位な低減が報告されている。本研究ではASに対してHAを適用することで、従来法と比較して線量分布の優位性および正常脳線量の低減を証明した。さらにフラットニングフィルタフリー (FFF) モードを用いたHAと比較検討し、FFFモードを用いる利点がないことを明らかにした。また、本研究の続きとして、ASに対する放射線治療の代表的な照射装置であるヘリカルトモセラピー (HT) とHAを線量比較する検討も実施した (論文投稿中)。HTと比較してHAでは線量分布の優位性および正常脳線量の低減を明らかにした。さらに、HAに対してハーフフィールドビームを使用する検討も実施し、HAと比較して優位な線量分布が得られることを示した。当院 (大阪国際がんセンター) ではこれらの私の報告から、ASに対してHAを臨床例で用いて治療を開始し、ボラスにネオプレンキャップを用いて、2022年11月現在で2名の治療を完遂した。いずれの症例も治療中

② 線量検証を実施して、安全な治療が実施できたことを確認した。

②線量検証に関して、高精度放射線治療において治療前線量検証の実施がTG-218でも推奨とされているが、治療中に治療計画通り照射できているかを担保できないことが問題であった。そこで近年、欧州を中心に治療中線量検証が試みられている。本研究では商用ソフトウェアであるSunNuclear社のPerFRACTION®を用いた前立腺癌VMAT中の線量測定および線量分布予測に関する研究を実施した。前者は前立腺癌VMAT中の患者体内射出ビームを電子ポータル画像装置で収集して治療期間中の経時変化を追うことにより、治療中の直腸ガスの存在を明らかにした (主論文3)。後者は位置決め用コーンビームCTにおける逐次近似再構成画像を用いた前立腺癌VMAT中線量分布予測から線量計算精度を従来法の再構成法と比較することで、近年注目されつつある即時適応放射線治療への応用に繋げた (主論文2)。

主論文1, 2, 3の全ては高い評価の英文雑誌に採択され、医学物理学に大いに貢献する研究内容となっていて、博士 (保健学) に値するものと評価する。