

4. 放射線治療におけるAI活用の実際

1) 放射線治療計画におけるAI活用の実際

戸塚 凌太*¹/根本 光*²/遠山 尚紀*^{3, 4}/齋藤 正英*⁵

*1 山梨大学医学部先端医用画像学講座 *2 山梨大学医学部附属病院放射線治療部

*3 山梨大学医学部画像応用放射線治療学講座 *4 駒澤大学医療健康科学部診療放射線技術科学科

*5 山梨大学医学部放射線治療学講座

近年の放射線治療では、強度変調放射線治療 (IMRT) や体幹部定位放射線治療 (SBRT) などの高精度放射線治療が主流になりつつある。これらの技術により、標的への線量集中とリスク臓器の線量を低減する線量分布を作成することが可能になった半面、標的体積およびリスク臓器の輪郭作成、最適化計算など、放射線腫瘍医や医学物理士、診療放射線技師にかかる業務負荷は増加の一途をたどっている¹⁾。こうした課題に対する解決策として、急速に導入が進んでいるのが人工知能 (AI) である。放射線治療は膨大なデジタル情報を扱う領域であるため、AIとの親和性がきわめて高く、すでに臨床現場のあらゆる段階においてAIが応用され始めている。本稿では、放射線治療におけるAI技術の現状と展望、特に自動輪郭描出、自動最適化計算について解説するとともに、今後の課題について述べる。

放射線治療分野におけるAIの必要性

日本放射線腫瘍学会 (JASTRO) 高精度放射線外部照射部会のIMRT/SBRT実態調査²⁾によると、図1に示すように、2012年の調査ではIMRT症例数は6683症例であったのに対し、10年後の2022年には3万4271症例に急増している。また、SBRTについても、2013～2014年の2年間で7135症例であったのに対し、2021～2022年の2年間では1万8210症例に急増している。さらに、厚生労働省の推計³⁾によれば、2040年の放射線治療の需要は、2025年比で124%に増加することが予想されている。

このような放射線治療の需要拡大、および高精度放射線治療の件数増加は、臨床現場における業務負荷の急増に直結する。特にIMRTやSBRTでは、標的体積およびリスク臓器の正確な輪郭描出や治療計画の最適化に多大な時間を要するため、放射線治療の需要増加に対する業務効率化が必要不可欠となっている。さらに、近年、次世代型の治療として臨床導入が進められている即時適応放射線治療も、こうした従来の業務フローを見直す契機として挙げられる。この治療法は、日々の腫瘍の縮小や周辺リスク臓器の変形・位置変化といった解剖学的変化に合わせて、患者が治療台に寝た状態のまま、治療回ごとに治療計画を修正・照射する技術である。

日々の状態に合わせた安全かつ効果的な治療を実現できる半面、患者の待機による苦痛や体動リスクを最小限に抑えるため、短時間で輪郭描出や治療計画を行う必要がある。

従来の手作業に依存したワークフローでは、増加する需要に対する時間的・物理的な制約をクリアし、かつ高度な治療の安全性を担保することは困難である。そこで、これらの課題を解決する基盤技術として、AIの導入が進んでいる。2023年の時点では、全体の約20% (回答数 = 292) の施設でAI技術が使用されており、用途別の内訳としては、自動輪郭描出が13.2%、自動最適化計算が3.4%、その両方が2.7%であった²⁾。近年、薬機法承認を取得した放射線治療向けのAIソフトウェアも相次いで登場しており、今後、さらにその活用が拡大していくと見込まれる。そこで本稿では、自動輪郭描出と自動最適化計算に焦点を当て、臨床現場におけるAI活用の実際と最新の知見を踏まえた今後の展望について述べる。

自動輪郭描出

1. 臨床現場における運用状況

放射線治療におけるAI技術の実用化が最も先行し、すでに普及し始めているのが自動輪郭描出である。その中でも特に、CT画像上で比較的コントラストが明瞭なリスク臓器の領域で導入が進んで