

VI 放射線治療のイノベーション

1. 放射線治療における
AI研究の現状と展望隅田 伊織 アキュレイ(株) Physics and clinical support

高精度放射線治療として強度変調放射線治療 (intensity-modulated radiation therapy : IMRT), 画像誘導放射線治療 (image-guided radiation therapy : IGRT), そして, 定位放射線治療 (stereotactic radiation therapy : SRT) が認識されている。従来, 三次元原体照射によって照射野形状を変えず, 均一な照射野内線量強度を利用してきた。現在では, 腫瘍への線量集中度と均一性を向上させ, 腫瘍周囲の正常組織の線量低減を両立させるべく, IMRTが利用されている。腫瘍と正常組織の境界では線量勾配が急峻となるため, 照射時の位置照合精度を高くする必要がある。照射直前に行う画像を用いた位置照合は, イメージガイダンスと呼び, 治療計画どおりに照射位置の再現性を高めるべく, 患者配置を修正する方法である。これは, 治療計画立案過程で, 臨床的腫瘍体積 (clinical target volume : CTV) にセットアップマージンやインターナルマージンを付与した計画的腫瘍体積 (planning target volume : PTV) を設定したとしても必要となる行為である。しかし, 毎回の照射時にイメージガイダンスを行うため, 患者セットアップにおける再現性は向上し, セットアップマージンを小さくすることは可能である。また, IMRTおよびIGRTを組み合わせることによって, 腫瘍に対してより高線量を投与し, 正常組織への線量をより低減する照射法とし

てSRTがある。SRTでは, 1回の投与線量を増加させ全照射回数を減らすため, 通常の数週間かけて分割照射を行う方法と比べ, より患者固定精度を高める必要がある。1回の投与線量が多いため, 照射時間が延長することが懸念されるが, 放射線治療装置の照射線量率を高線量率 (10Gy/minなど) 化し, 照射時間の短縮を行っている。

図1に, 放射線治療の流れを示す。CT/MRシミュレーションから始まり, 最後は放射線治療終了後の患者の臨床評価となっている。従来, これらの各ステップはすべて人が行ってきた。現在も人が関与しているが, その多くは“実施”から, “確認”するという行為へ変化しつつある。この大きな変革は, 人工知能 (AI) の技術が大きく貢献している。重要な点は, 人とAIが関与し, 互いに共存し, 必ずしも人あるいはAIのいずれかのみで実施していないことである。

AIのタスクは回帰と分類の2種類がある。回帰は, 過去の数値的傾向をAIに学習させ数値を予測する。分類は, 過去の傾向をカテゴリー化しAIに学習させ, カテゴリーを予測する。近年は, 数値とカテゴリーを入力し数値を予測する, カテゴリーを入力し数値とカテゴリーを予測するなど, 複数入力から複数出力を行い, その次元を問わない学習器の開発も行われている。

CT/MRシミュレーション

一般に, 放射線治療計画を立案する上でCT画像が必要で, 画像上に腫瘍および正常組織の輪郭を描画し, 体内の吸収線量を計算する目的で使用される。あらかじめCT値と物理密度, あるいは電子密度の対応関係を数値として取得しておき, 密度情報を基に吸収線量を計算する。放射線治療で使用するCT画像では, X線の管電圧は変化させない。一方, 管電流および撮影時間は患者の体格によって変化させ, 体厚が大きい場合は管電流と撮影時間を増やす。2018 (平成30) 年に厚生労働省からCT検査の被ばく線量記録を義務化する方針¹⁾が打ち出され, 放射線診断目的のCT撮影だけでなく, 放射線治療目的の治療計画CT撮影においても, 患者への撮影被ばく線量を可及的に低減する動きへつながった。しかし, 撮影被ばく線量を低減した場合, 画像の粒状性が低下し, 組織コントラストの低い画像となる。そこで, AIを利用し, 超低線量CT画像を通常線量CT画像へ変換する学習器が開発された²⁾。造影CT検査においても, 通常は造影剤を使わない単純CT撮影を行った後, 造影剤を使用したCT撮影が行われるが, 造影CT画像上の造影領域を非造影化するAIが開発され³⁾, 造影CT撮影のみでよくなっており, 撮影被ばく線量の低減に貢献している。一方, MRI装置はX線