



機械学習を応用した強度変調放射線治療の品質保証



宇都宮 悟

新潟大学大学院保健学研究科
sutsuno@clg.niigata-u.ac.jp



坂井まどか

長岡中央総合病院放射線科,
新潟大学医歯学総合病院放射線治療科
masakai@med.niigata-u.ac.jp

「**医学物理学**」という学問分野をご存じだろうか？ 文字通り捉えるなら、「物理学を医学に応用する分野である」とごく簡単に定義することも可能だが、それだけでは捉えることができない豊富な内容を持つ学問分野である。医学物理学は、放射線医学（放射線または放射性物質を医療に応用する学問分野）を主な活躍のフィールドとしており、具体的には放射線診断、放射線治療、核医学の各分野である。放射線診断はCTやMRIなどの医用画像を基に病気の診断などを行う分野、放射線治療は放射線を使って主にがんの治療を行う分野、核医学は放射性同位元素を用いた放射性医薬品を体内に投与して病気の診断・治療を行う分野である。

筆者らの専門は、がんの放射線治療の医学物理学である。がんの放射線治療は、がん治療の三本柱の一つとされており、X線などの放射線のがん細胞に一定の量（線量）を投与することでがん細胞を死滅させることを目指す治療法である。近年、放射線治療は急速に「高精度化」を遂げており、その中で医学物理学の果たしている役割は非常に大きい。例えば、**強度変調放射線治療（IMRT: Intensity-Modulated Radiation Therapy）**と呼ばれる比較的新しい放射線治療技術は、放射線のがん細胞のみに照射することでがん周辺の正常な臓器の線量を最小限に抑えることが可能な技術である。IMRTを行うためには、放射線を高い精度で照射する放射線治療装置の開発や、患者体内の線量分布を精度良くかつ短時間で計算して治療前のシミュレーションを行

うための線量計算アルゴリズムの開発などが必須となるが、その開発の歴史の中で医学物理学は大きな役割を果たしてきた。医学物理学は、がんの放射線治療に大きく貢献しており、欠かすことのできない学問分野であるとも言える。

IMRTの実施に当たって重要となるのが「その治療精度をいかに担保するか」である。コンピュータ上のシミュレーションでどんなに素晴らしい線量分布が実現できたとしても、それが実際に患者の体内でも精度良く実現できなければ意味がない。IMRTは複雑な治療技術なので、様々な不確かさを内包しているが、その不確かさが臨床上許容できるレベルかどうかを評価し、すべての患者に対してIMRTを安全かつ高精度で実施する手法を開発することも医学物理学の重要な課題である。

近年、人工知能の技術の一つである機械学習の手法が医学物理学にも急速に取り入れられつつある。機械学習は、人間が発見することが困難なエラーや異常も検出できる可能性を秘めた技術であり、例えば放射線診断では既に大きな成果を上げている。筆者らは、機械学習の手法をIMRTに応用し、コンピュータ上のシミュレーション結果に含まれる可能性があるエラーや、治療装置で生じる可能性がある機械的なエラーを効率良く検出・判別できるモデルを開発した。この成果は、IMRTをより安全かつ高精度で実施する手法を提供するだけでなく、IMRTに携わる医療従事者の負担を減らすなどの効果をもたらす可能性もある。

用語解説

医学物理学：

「物理学の知識・成果を医学に応用・活用する学術分野」と定義されている（公益社団法人日本医学物理学会）。実際には、主に放射線医学における応用を念頭に、物理学、工学、生物学、情報科学などの知見を活用した様々な研究開発が行われている。また、医学物理学をバックグラウンドとして医療機関で働く医療職を「医学物理士」と呼ぶ。医学物理士は国家資格ではなく、一般財団法人医学物理士認定機構が認定する資格である。

強度変調放射線治療（IMRT: Intensity-Modulated Radiation Therapy）：

放射線治療に使うX線ビームの強度分布を変調させて患者に照射することで、がん病巣のみに高線量を照射し、その周辺の正常臓器の線量を極力低下させることで理想的な線量分布を実現しようとする技術。「変調」とは、同じX線ビームの中にX線強度の比較的高い場所と低い場所を混在させることである。日本でも2000年以降に急速に導入が進んだ。