3. XRによるIVRの線量可視化
――放射線防護教育と術中支援の可能性

高田 剛志 帝京大学先端総合研究機構産学連携推進センター
近藤 浩史 帝京大学医学部放射線科学講座

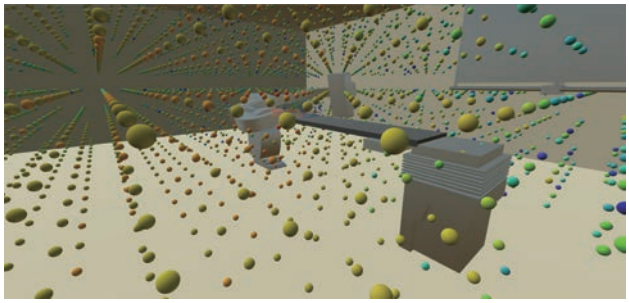
digital radiography（DR）システムの高画質化・低線量化が進む一方，interventional radiology（IVR）の放射線防護では，照射方向，遮蔽，医療者の位置によって変化する散乱線の分布を理解する必要がある。線量の数値だけから，適切な立ち位置や防護板の配置を判断することは難しい。そこで，線量分布を空間内に表示するextended reality（XR）の活用が研究されてきた。XRは，仮想空間に没入するvirtual reality（VR），現実の映像や視野に情報を重ねるaugmented reality（AR），現実空間に仮想物体を対応づけて表示・操作するmixed reality（MR）などの総称である。本稿では，われわれの研究と，ほかの研究者・企業による開発・導入事例を紹介し，放射線防護教育と術中支援への応用について述べる。

VR・MRによる被ばく線量の可視化

われわれは，モンテカルロ計算で求めた線量分布を仮想IVR室に表示するVRシステムを報告した[1]（**図1 a**）。利用者は室内を移動し，Cアームの角度や遮蔽の有無を変えながら，空間線量や患者の皮膚線量の分布を観察できる。事前に計算した線量データに基づき，利用者の操作に合わせて表示を更新することで，照射条件や遮蔽を変えると線量分布がどう変化するか，自分の立つ位置では線量がどの程度になるかを比較できる。

さらに，MRを用いて患者の皮膚線量分布を実空間に重ね，利用者の位置に応じた利用者の水晶体被ばくの情報を示すシステムを開発した[2]（**図1 b**）。このMRシステムに関連する「放射線量可視化装置」については，特許第7496592号を取得している。現実の患者や装置を見ながら線量情報を確認でき，患者の皮膚線量はリアルタイムに計算し，水晶

a

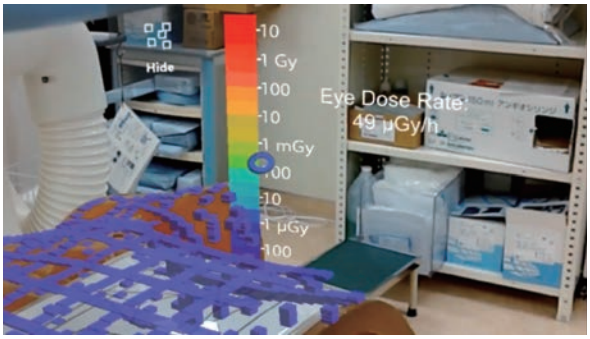


球の色・大きさで空間線量を示す。
仮想室内を移動し，立ち位置ごとの分布を観察する。

照射方向・遮蔽の有無を操作 → 事前計算した線量データ → 仮想IVR室に分布を表示

表示に使う線量分布は事前に計算する。
Cアームの角度や遮蔽の有無を変えると，対応するデータに切り替わる。

b



ファントムに皮膚線量分布を重ね，
水晶体線量率を数値で表示する。

患者CT 現在の透視条件 → 皮膚線量を逐次計算 → 身体上に重畳表示

計算ずみ空間線量 HMD位置 → 水晶体線量を推定 → 数値パネルで表示

図1 われわれが開発したVR・MRによる線量可視化システム
a：仮想IVR室の線量分布[1]。VRでは，仮想IVR室内の空間線量を球の色と大きさで示し，利用者が照射方向や遮蔽の有無を操作する。
b：実物への線量重畳表示[2]。MRでは，患者の皮膚線量を逐次計算して身体上に重ね，事前計算した空間線量と頭部装着型ディスプレイ（head-mounted display：HMD）の位置から水晶体線量情報を推定して数値で示す。写真はファントム実験での表示例

〈0913-8919/26/￥300/論文/JCOPY〉