

7. その他

1) ディープラーニングを用いた CT 再構成技術

檜垣 徹*¹/中村 優子*¹/福本 航*¹
立神 史稔*¹/藤岡知加子*²/栗井 和夫*¹

*1 広島大学大学院医系科学研究科放射線診断学 *2 広島大学病院診療支援部

filtered back projection (以下, FBP) が広く用いられてきた CT の画像再構成法であるが, 昨今の被ばく低減の必要性の高まりからさまざまな進化を遂げている¹⁾。hybrid iterative reconstruction (以下, hybrid IR) は, FBP をベースにした再構成アルゴリズムであり, サイノグラムと画像データ上の両面に対しノイズ除去処理を組み込むことで, 低線量撮影であってもノイズの少ない再構成画像を得ることができる。model-based iterative reconstruction (以下, MBIR) は, FBP や hybrid IR とはまったく異なるアルゴリズムであり, ノイズを低減しながら空間分解能の高い画像を再構成することができる。一方で, MBIR は再構成時間が長かったり, 低コントラスト描出能が不十分だったりなどの問題が報告されている。さらに, 新たな再構成技術であるディープラーニングを用いた画像再構成法 (deep learning reconstruction : DLR) は, 2012 年に報告された技術革新²⁾以降, さまざまな研究者から報告が見られるようになり³⁾, 2018 年に臨床の CT 装置への搭載が始まった⁴⁾。

ディープラーニングとノイズ低減

ディープラーニングをはじめとした機械学習手法は, 医用画像分野においては computer aided diagnosis (以下, CAD) への応用が広く認知されている。マンモグラフィや肺野 CT からの病変検出では高い性能を示しており, CAD を用いることによる読影医への負担軽減が期待されている。ディープラーニングを用いたノイズ低減は, 画像処理分野ではすでに応用が多数報告されており³⁾, 医用画像への応用はこれらを追従したものとなる。DLR を CT や X 線写真などの X 線画像に適用した場合, 低線量画像のノイズを低減するなど, 被ばく低減の効果が期待される。MR 画像に適用した場合には, 短時間で撮像した画像や高分解能で撮像した画像のノイズを低減するなどの応用が考えられる。

ディープラーニングを用いた CT 画像再構成

現在, DLR が応用された製品として, キヤノンメディカルシステムズ社から “Advanced intelligent Clear-IQ Engine” (以下, AiCE) がリリースされている。AiCE は, MBIR で再構成した高品質な画像を教師画像として deep convolutional neural network (DCNN) をトレーニングしたことで, 低

線量で低品質な画像であっても画質を改善することができる^{5), 6)}。MBIR と同様に, 再構成には追加のハードウェア (GPU ユニット) が必要となるが, 再構成時間は MBIR の 1/3 ~ 1/5 程度と高速である。現時点では, 超高精細 CT である「Aquilion Precision」にて AiCE Body, 面検出器 CT である「Aquilion ONE/GENESIS Edition」では AiCE Body・Cardiac・Lung が使用可能であり, 今後は別部位への展開も予定されている。また, GE 社からも 2019 年 4 月に, “TrueFidelity Image” というディープラーニングを用いた CT 画像再構成法がリリースされている。

図 1 に, 超高精細 CT で撮影した脾嚢胞性腫瘍の症例について, hybrid IR と DLR の比較を示す。16.3mGy と高めの線量で撮影された画像ではあるが, スライス厚の薄い画像であることから hybrid IR で再構成した画像ではノイズが目立っている。DLR で再構成した画像では, ぼやけを生じることなく画像ノイズを大幅に低減できていることがわかる。図 2 に, 低線量で撮影した冠動脈 CT の症例を示す。線量が低いため, hybrid IR の画像ではノイズが多く, その粒状性も荒くなっているが, DLR の画像では粒状性を細かく保ったままノイズを低減できている。図 3 に, 腹部ダイナミック CT 画像における hybrid IR と DLR の比較を示す。DLR の画像では, きめ細かさを保ったままノイズが低減されており, 日常検査画像の画質向上が期待される。