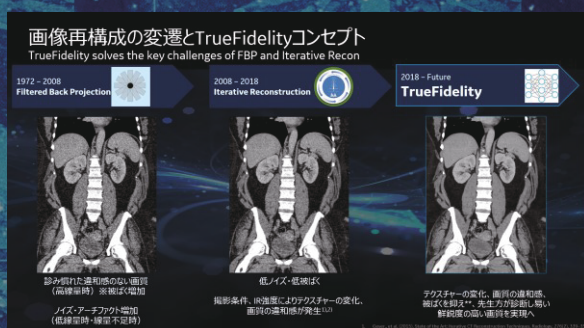
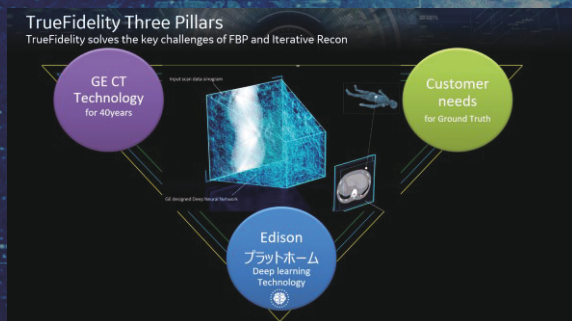


# Deep Learningを用いた新たな再構成法 TrueFidelity Imageの技術紹介



## INTRODUCTION

TrueFidelity Image に用いられているのはDeep learning image reconstruction (DLIR)は、ディープラーニングを利用して従来のFiltered Back Projection(FBP)やIterative Reconstruction(IR)の課題に対処することで、ノイズ低減かつ読影のしやすい質感を両立した新しい再構成技術である。

ここではDLIRの技術的特性と臨床例について紹介する。

## DLIR - TrueFidelityの設計

DLIRの設計目標は、それまで最も優れていたModel-Based Iterative Reconstruction (MBIR, VEOTM)を上回る画質、線量効率、画像再構成スピードを同時に達成することであった。Deep Learning技術は、これまでとは異なった開発技術要素、例えば、最適なDLIR Engineの設計、多様・多種の学習およびテストデータ、Neural Network (NN)のトレーニング法などを必要とした。我々は豊富な経験と蓄積された技術をもつCT開発チームと、最先端の基礎技術研究を行っているグローバルリサーチチームとの共同開発により、最適かつ頑強な設計を実現し、目標であったMBIRを超える性能を実現した<sup>1)</sup>。

ディープラーニング技術ではトレーニングのターゲットが非常に重要となる。DLIRでは、最適な線量で撮影されたFBPの再構成データを教師データとし、さまざまな身体の習性や解剖学的構造、スキャン条件、臨床適応をカバーする膨大な数の患者およびファントムの症例についてトレーニングされた。

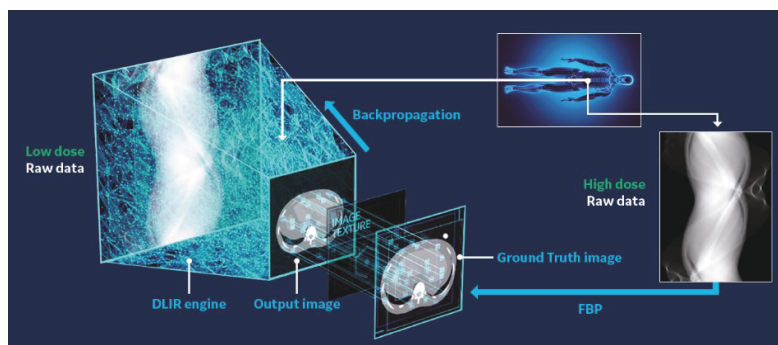


図1 DLIR - TrueFidelity Deep Neural Networkの学習アーキテクチャー

## ❖FBPとDLIRの比較

FBPとの画像特長比較として、画像ノイズ(HU)およびノイズの周波数解析であるNoise Power Spectrum (NPS)を20-cm水ファントムにて測定した。NPS比較においては、ノイズ量で正規化したNormalized NPS (nNPS)として、図2abに示す。

DLIR-H(4.9mGy) では、FBP(15.1mGy)と同様のNPS特性を示している。

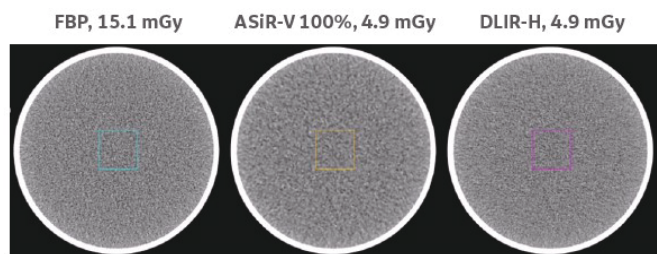


図2a FBPと1/3線量ASiR-V 100%、DLIR Highのノイズ比較

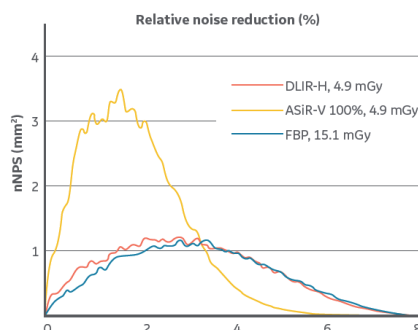


図2b FBPと1/3線量ASiR-V 100%、DLIR HighのnNPS比較

## ❖DLIR - TrueFidelityの推論と実装

NNの最適な学習は、開発時にGEヘルスケア内にて行われ、学習済みのDLIR EngineがCT画像再構成フローに組み込まれ、装置で実装されている。各施設ではCT装置にてデータ収集後、推論処理を含む再構成が行われる。つまり、各施設で新たにNNが学習されることはなく、一定の性能を担保し、スループットも維持できる。

DLIRの性能テスト結果の一例（FBPとDLIR画像とのサブトラクション画像）を図3に示す。高コントラスト・低コントラスト成分があり、また耳小骨等複雑な形状を含む断面のサブトラクション画像において、複雑な構造を維持しながらノイズ成分のみを抽出できていることがわかる。

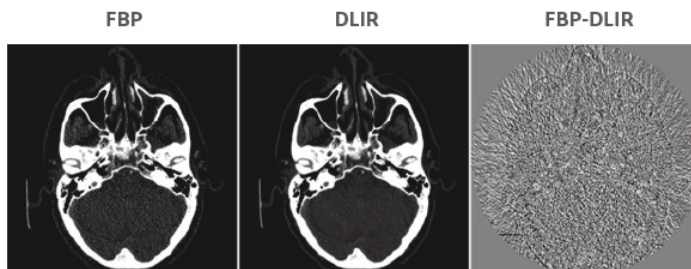


図3 臨床データを用いたテスト例 - FBP, DLIR画像とその差分画像

## ❖使用方法・画像再構成方法

### 1. プロトコル

各臨床プロトコルの画像再構成設定において、DLIRを選択することにより、セカンダリ画像再構成、レトロ画像再構成にて自動およびマニュアル設定可能である。各スキャンFOV (SFOV)、頭部、腹部、心臓 (Head, Body, Cardiac SFOV)に最適なDLIR画像再構成エンジンを実装しているため、撮影部位に対し、適切なSFOVの設定が望ましい。

DLIRにより画像ノイズ低減がされることを見込んだ線量設定、AECにおけるノイズインデックス (NI)設定は、DLIRのプライマリ画像再構成設定ができないため、注意が必要である。

### 2. 画像再構成

画像再構成設定において、Low, Medium, Highのノイズ低減強度の設定が可能であり、図4に、その性能を、25x35-cmの水等価材ファントムにて測定した結果を一例として示す。

画像再構成FOV (DFOV)、画像再構成スライス厚など、その他のパラメータは自由に変更可能である。

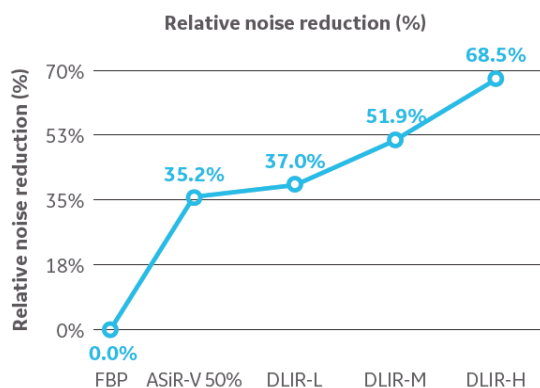
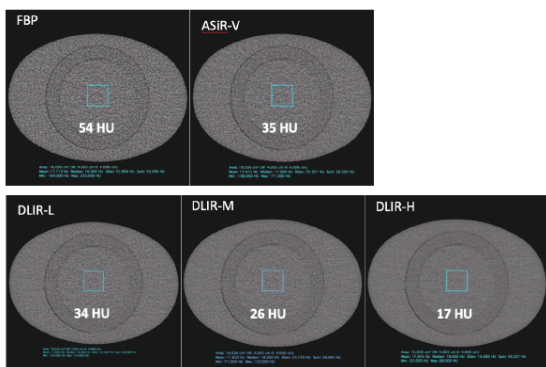


図4 25x35-cm水等価材ファントムの画像ノイズの測定結果 - FBP, ASiR-V 50%, DLIR-Low, Medium, High

## ❖ 臨床使用例

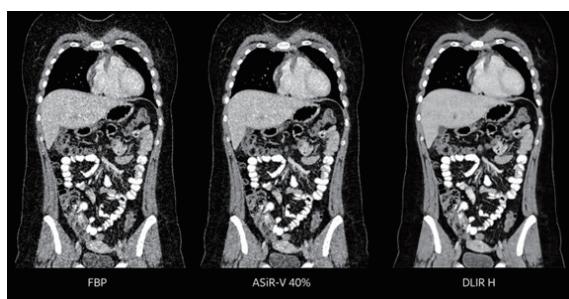


図5 画像比較 腹部  
従来画像再構成法(FBP) vs ASiR-V 50% vs DLIR H  
0.625mm slice CTDIvol 3.74mGy

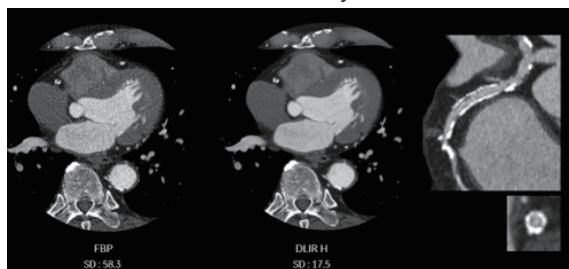


図6 画像比較 心臓  
従来画像再構成法(FBP) vs Deep Learning 画像再構成法(TFI) 0.625mm slice HD mode

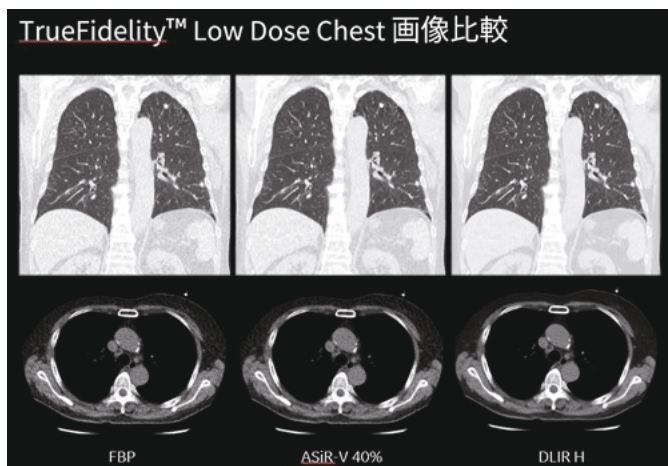


図6 画像比較 胸部  
従来画像再構成法(FBP) vs Deep Learning 画像再構成法(TFI) 0.625mm slice CTDIvol0.41mGy

## おわりに

DLIRは、IRでしばしば指摘されていた画質の違和感を無くすため、高品質なFBPを教師データとして使用することにより、FBPのノイズテクスチャ特長を継承可能となった。そのため、高い空間分解能の維持と大幅なノイズ低減を同時に実現することができるようになった。学習済みDeep NNを応用することによって256スライスだけでなく、64スライスCT装置やDual Energy撮影に対してもDLIRを搭載可能となってきており、今後もより幅広く活用できるよう、改善と開発に努めていきたい。

### 参考文献

- 1.Jiang Hsieh, Eugene Liu, Brian Nett, Jie Tang, Jean-Baptiste Thibault, Sonia Sahney, "A new era of image reconstruction: TrueFidelity™" White Paper, GE Healthcare (2019).
- 2.Jean-Baptiste Thibault, Brian Nett, Jie Tang, Eugene Liu, "TrueFidelity™ for Gemstone™ Spectral Imaging" White Paper, GE Healthcare (2022)

撮影条件や部位、体格によって被ばく量は変わります。

薬事情報：  
マルチスライスCTスキャナ Revolution医療機器認証番号 226ACBX00011000  
販売名 Revolution Ascend (レボリューションアセント) 医療機器認証番号 302ACBZX00041000  
販売名 e.Box (イーボックス) 医療機器認証番号 230ACBZX00001000