

## ○令和5年度奨励研究

## 「CTベース肺換気機能イメージングに最適なノイズリダクション技術の開発」

放射線技術科学科 助教 宮川 真

## 1. 研究目的

Four Dimensional Computed Tomography (4DCT)とDeformable Image Registration (DIR)を用いて肺換気機能画像 (CT-based Ventilation Image: CTVI)を作成する手法が提案されている<sup>1,2)</sup>。この技術で得られた換気データを治療計画画像に利用することで、肺への有害事象の低減に有用な結果が報告されている<sup>3)</sup>。しかし、X線イメージングの性質上、CT画像には量子ノイズが内在している。先行研究において、CT画像に含まれる量子ノイズは、DIRに影響を及ぼすことが報告されており、さらに、CTVIの計算精度にも大きな影響を与えることが報告されている<sup>4)</sup>。そこで本研究では量子ノイズを含む4DCTに対して既存のノイズ除去フィルタを適用したCTVIの計算精度への影響を評価した。

## 2. 研究方法

肺胞を模擬した非剛体ファントムの4DCT画像を取得した。吸気画像 (0%-CT)を呼気画像 (50%-CT)に一致するようにDIRを行い、その変形量からCTVI<sub>ref</sub>を作成した。次に、量子ノイズを再現するために、各0%-CT及び50%-CTにGaussianノイズ (SD: 30, 80, 150 HU)を加え、CTVI<sub>ref</sub>と同様にDIRを行い、CTDI<sub>noise</sub>を作成した。また、その量子ノイズを含むCT画像に対してMedianフィルタを適用し、CTVI<sub>ref</sub>と同様にCTDI<sub>denoise</sub>を作成した。基準となるCTVI<sub>ref</sub>とCTVI<sub>noise</sub>及びCTDI<sub>denoise</sub>の2次元ヒストグラムを比較し、さらに各ヒストグラムにおいてSpearman相関係数を算出し、比較した。

## 3. 研究結果

Fig. 1にCTVIを計算した結果を示した。視覚評価では、CTVI<sub>ref</sub>に対してCTVI<sub>noise</sub>はどのノイズレベルにおいてもCTVIが崩れた結果となった。また、CTVI<sub>denoise</sub>において、Medianフィルタを適用することでCTVI<sub>denoise</sub> (SD: 30HU)のみ視覚的に改善が見られた。Fig. 2にCTVI<sub>ref</sub>とCTVI<sub>noise</sub>及びCTVI<sub>denoise</sub>の関係を2次元ヒストグラムで示した。この2次元ヒストグラムからSpearman相関係数を算出した結果をTable 1に示した。CTVI<sub>denoise</sub> (SD: 30HU)の相関係数は0.61から0.87に改善したが、150HUでは0.33から0.61と改善傾向にはあるが、30HUほどの改善は見られなかった。Medianフィルタは量子ノイズを除去する一方で、画像をぼかすため、その影響がCTVIに直接影響したと考えられる。

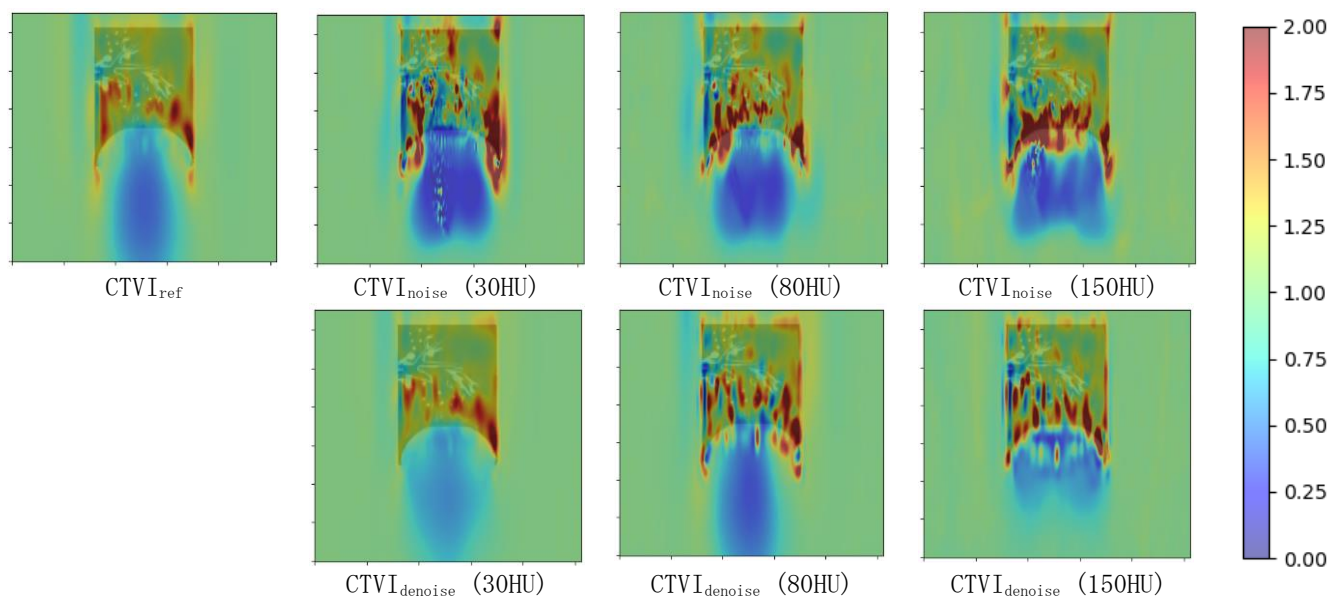
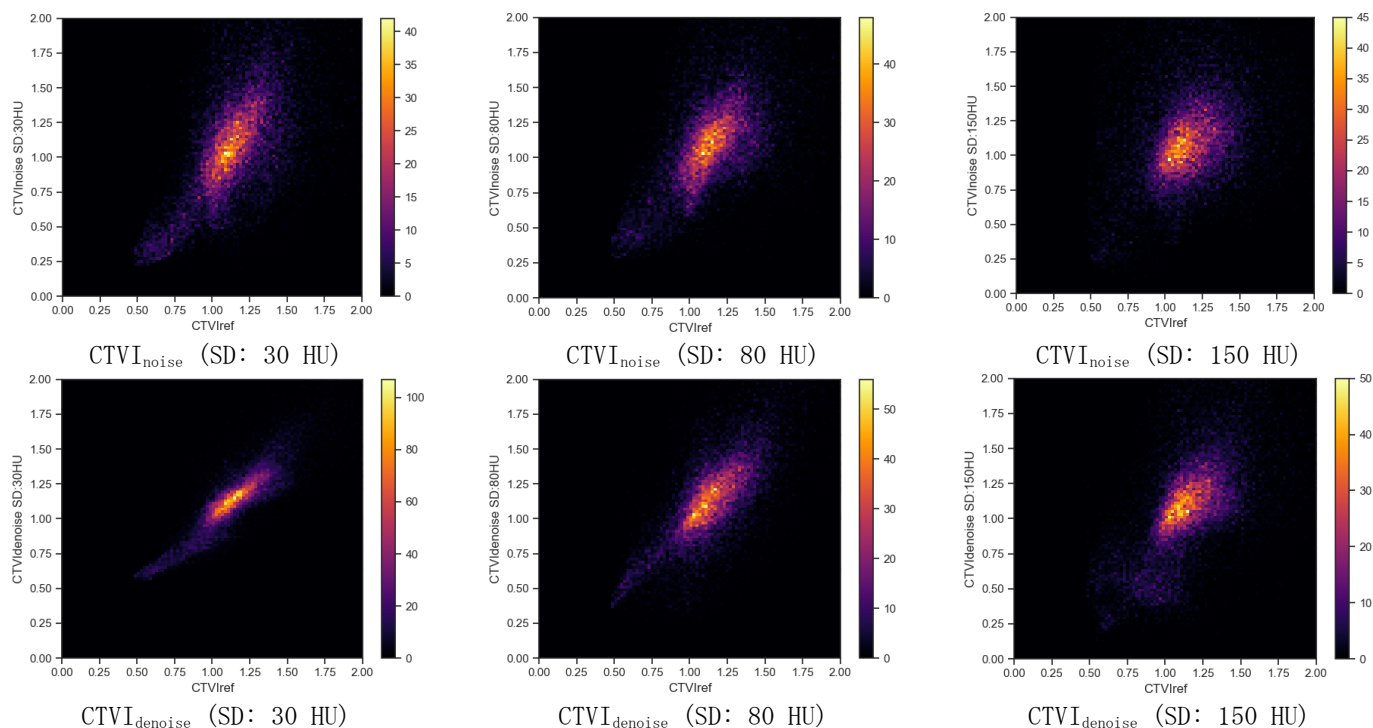


Fig. 1 CTVIの比較

Fig. 2 CTVI<sub>ref</sub>に対するCTVIの二次元ヒストグラムTable 1 CTVI<sub>ref</sub>に対するCTVIのSpearman相関係数

	30HU	80HU	150HU
CTVI <sub>noise</sub>	0.61	0.59	0.33
CTVI <sub>denoise</sub>	0.87	0.70	0.61

#### 4. 考察(結論)

先行研究と同様に、量子ノイズを含むCT画像では肺換気機能の計算精度を低下させた。また、既存のノイズ除去フィルタを適応したCT画像によるCTVIの計算精度は高いノイズレベルでは改善しないことがわかった。既存のノイズ除去フィルタは正確なCTVIを作成するためには不十分であり、CTVI作成に適した量子ノイズ除去フィルタを検討する必要があることを示した。

#### 5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

1. CT-based Ventilation imagingにおける量子ノイズに最適なノイズ除去フィルタの検討, 宮川真, 布施拓, 安江憲治, 郡倫一, 藤崎達也, 第125回日本医学物理学会
2. CT-based Ventilation imaging のための肺胞模擬ファントム開発とこれまでの取り組み, 宮川真, 布施拓, 郡倫一, 安江憲治, 高橋将斗, 藤崎達也, 第20回茨城放射線腫瘍研究会
3. CT-based Ventilation imaging のための肺胞模擬ファントム開発とこれまでの取り組み, 宮川真, 布施拓, 郡倫一, 安江憲治, 高橋将斗, 藤崎達也, 第20回茨城放射線腫瘍研究会, 優秀演題賞

#### 6. 参考文献

- 1) Guerrero T, Sanders K, et al., Quantification of regional ventilation from treatment planning CT, Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 62, 630-4, 2005
- 2) Castillo R, Castillo E, et al., A reference dataset for deformable image registration spatial accuracy evaluation using the COPDgene study archive, Phys. Med. Biol., 55, 4661-85, 2010
- 3) Ding K, Cao K, et al., Comparison of image registration based measures of regional lung ventilation from dynamic spiral CT with Xe-CT, Med. Phys., 39, 5084-98, 2012
- 4) Kujtim L, Tzung-Chi H, et al., Effects of quantum noise in 4D-CT on deformable image registration and derived ventilation data, Phys. Med. Biol. 58, 7661-7672, 2013