

物体検出とセグメンテーションを併用した深層学習を用いた冠動脈描出方法における基礎的検討

坂本茉凜¹, 吉村高明², 杉森博行², 平田健司³, 工藤與亮³

1.北海道大学大学院保健科学院 2.北海道大学大学院保健科学研究所 3.北海道大学大学院医学研究院

背景および目的

- 日本の死因第1位悪性新生物(がん)に次ぐ**第2位は心疾患**[1]
- 心疾患の内訳は、**33%が虚血性心疾患**[1]
- 欧米でも有病率は非常に高い[2]
- 原因となる動脈硬化は冠動脈CTAによって早期発見、治療を促進

近年、マルチスライスCTの普及により、空間分解能、時間分解能が向上[3]

MIP法を用いての狭窄部位の描出、狭窄率の評価

問題点[3]

- 再構成画像作成の**作業量が膨大**
- 複雑な構造**の抽出が困難

本研究では、深層学習の物体検出技術を応用し、冠動脈造影CT画像から冠動脈を自動的に抽出する手法を提案し、その有効性を評価することを目的とした。

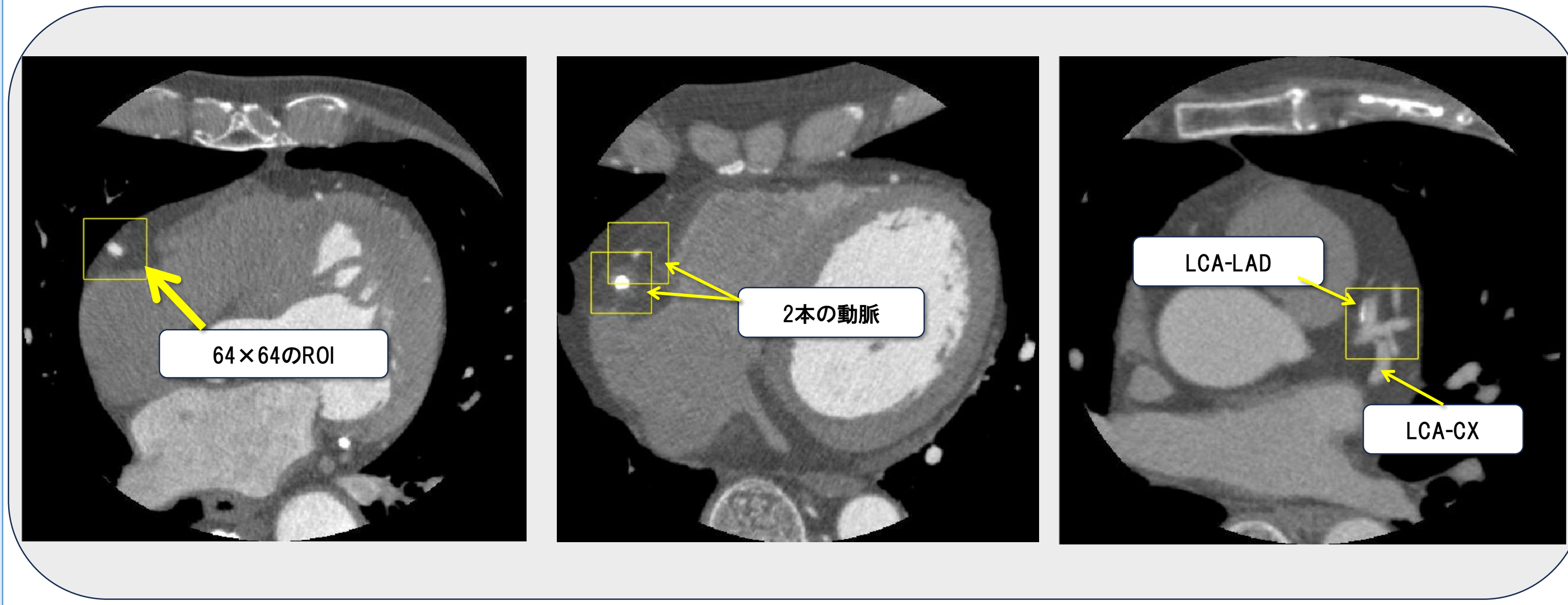
方法

○使用画像

心臓の冠動脈造影CTを目的とする冠動脈造影画像 52人分 合計19047枚

○方法

①心臓の冠動脈をRCA、LCA-LAD、LCA-CXの3本の血管として分類し、64×64のROIを設定した。



②ROIを設定する際は、2本の動脈に分かれた場合は高濃度の動脈を中心とする、など詳細なルールを定めた。

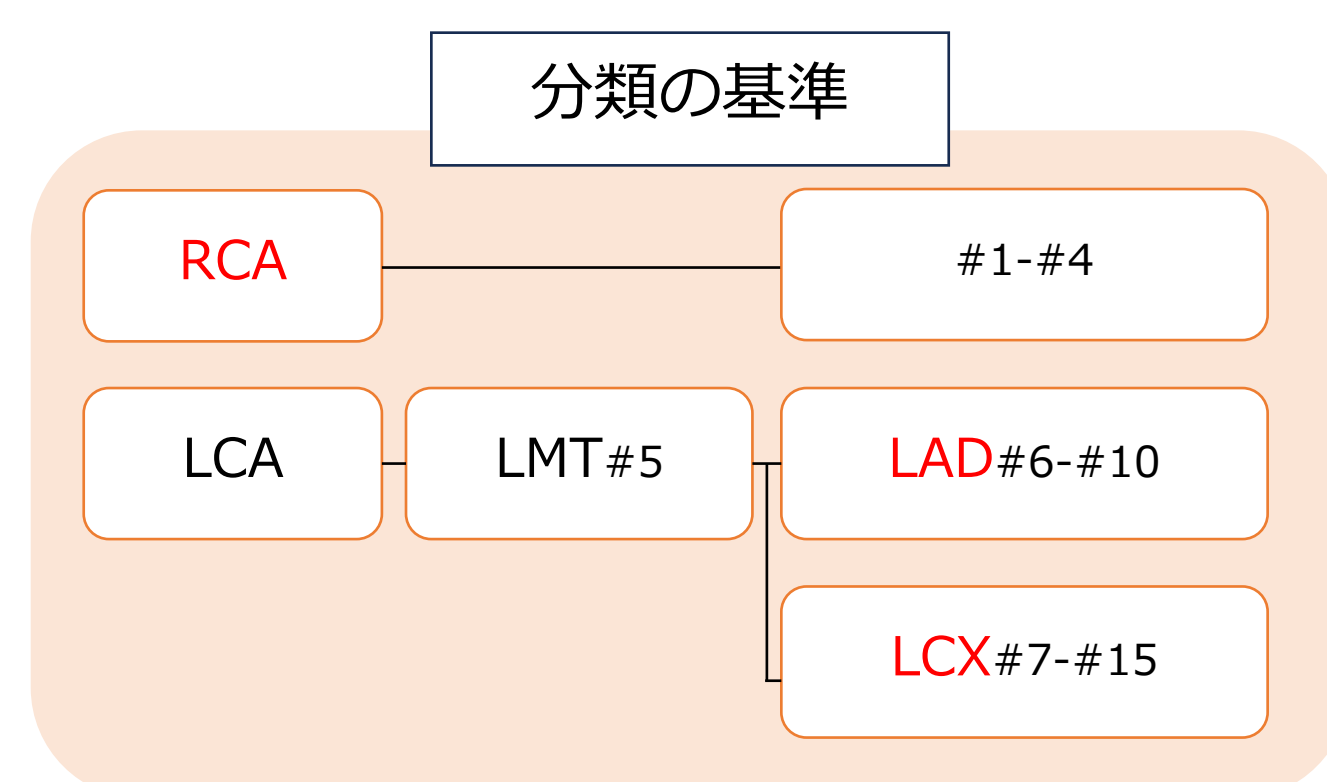
③Data augmentationにより、画像枚数を19倍に増やした。

④学習データとテストデータを4:1に分け、物体検出単独とセグメンテーションを併用した場合の2パターンについて評価を行った。

○OVRの作成方法

①Semantic segmentationで心臓の内腔を抽出し、全体の画像から差し引いた。

②Object detectionで指定したBounding Boxを3D SlicerでVRにした。



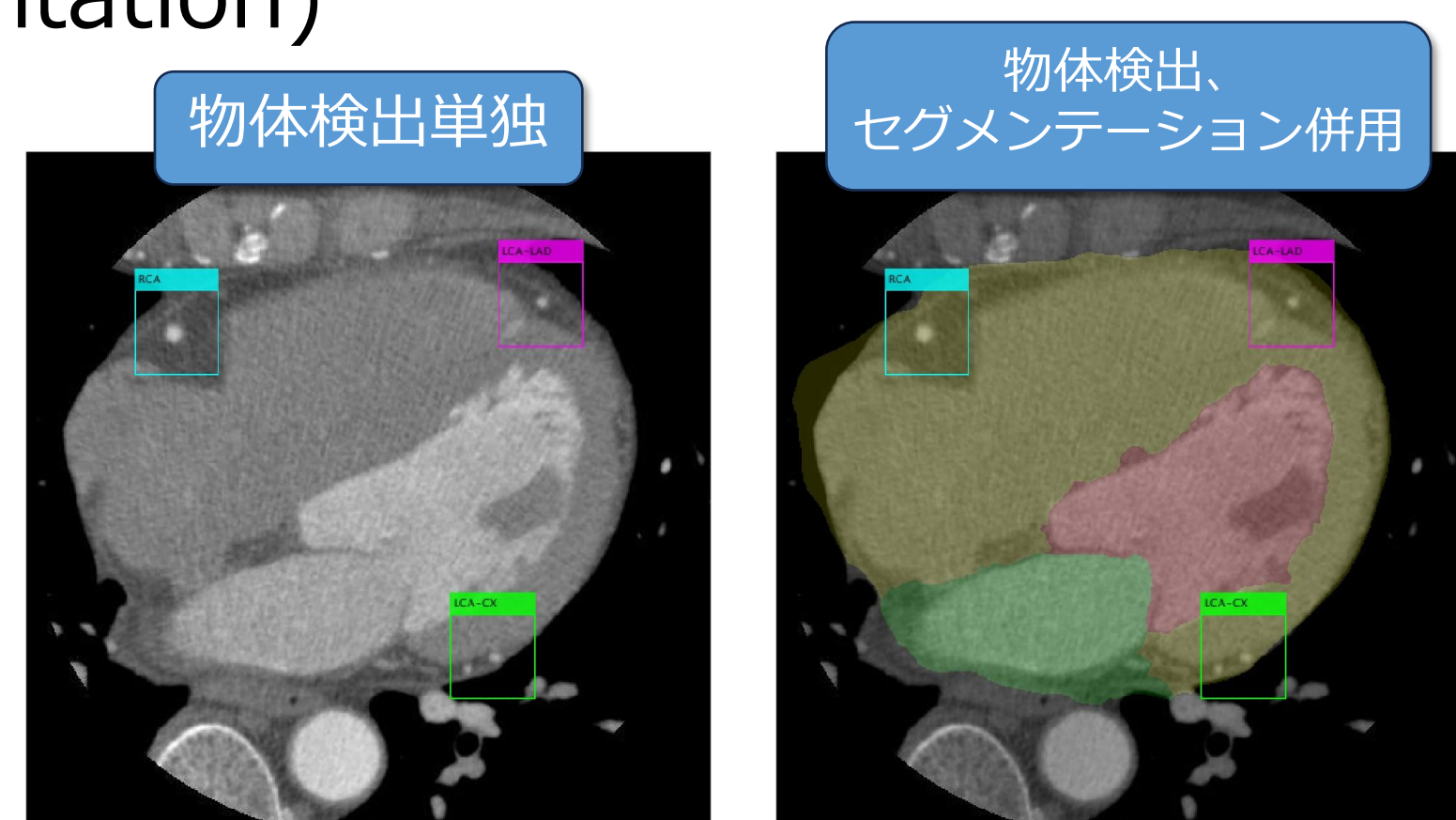
○OCNN

- YOLOx(object detection)
- deeplabv3+(semantic segmentation)

○精度評価の指標

- 物体検出単独、セグメンテーション併用におけるそれぞれのAP₅₀

$$AP = \int_0^1 p(r) dr$$



結果

物体検出単独での精度を表1, セグメンテーションを併用し改善した精度を表2に示す。

表1 物体検出単独でのAP₅₀

	RCA	LAD	LCX
fold1	0.71	0.67	0.63
fold2	0.72	0.62	0.61
fold3	0.70	0.70	0.64
fold4	0.72	0.78	0.57
fold5	0.68	0.72	0.62
mean	0.71	0.70	0.61

表2 セグメンテーションを併用した場合のAP₅₀

	RCA	LAD	LCX
fold1	0.73	0.67	0.63
fold2	0.74	0.62	0.62
fold3	0.72	0.70	0.65
fold4	0.75	0.79	0.58
fold5	0.69	0.74	0.63
mean	0.73	0.70	0.62

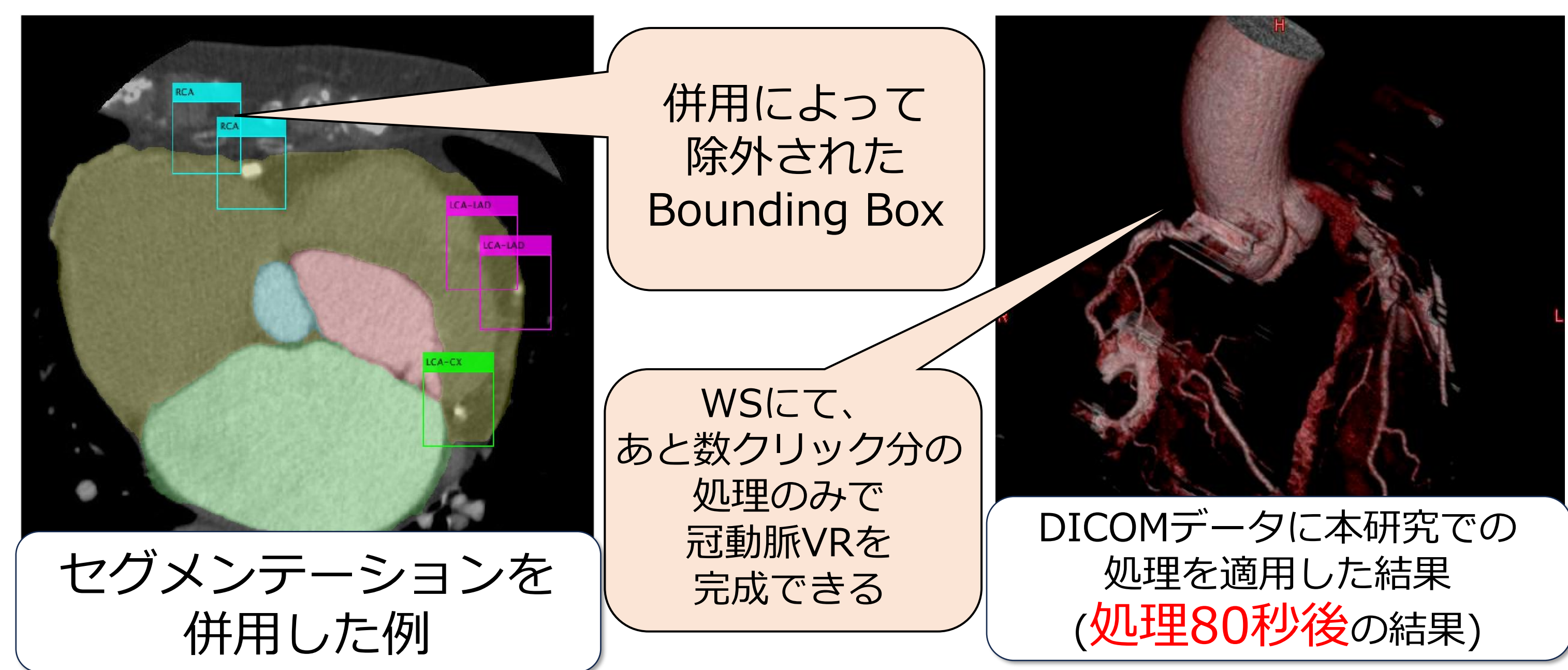
物体検出とセグメンテーションを併用することにより、AP₅₀の向上が見られた

考察

- セグメンテーションを併用すると右図のように心臓以外の組織に誤検出されたBounding Boxを除外することが可能

AP₅₀の向上に寄与

- 今後の応用例として大動脈のセグメンテーションと検出された冠動脈を画像マスクにしてVR作成の前処理として応用可能



今後の展望

- 学習枚数のさらに増加させて、精度を向上させる
- 実際の臨床現場で用いられるCPRでの描出
- 冠動脈の連続性を保った描出
- 他の再構成法での描出

結論

本研究で提案した深層学習を用いた冠動脈自動抽出手法は、多くの冠動脈の視認性が高く、その有効性が示された。今後、更なる精度向上と臨床応用に向けた検討が期待される。

参考文献

- [1] 令和4年(2022) 人口動態統計月報年計(概数)の概況
- [2] K. Chen, et al. PET Clinics, 2019
- [3] L. Lu, et al. Cell Biochem. Biophys., 2015
- [4] L. Ru, et al. Am. J. Transl. Res., 2021