



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Deep-learning-based Canine Liver Segmentation on CT : Baseline Model, Workflow Efficiency, and Quality-Controlled Clinical Application
Author(s)	LEE, Seungyeon
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(獣医学)
Dissertation Number	甲第16943号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16943
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99788
Type	doctoral thesis
File Information	Seungyeon_Lee_abstract.pdf, 論文内容の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文内容の要旨
Abstract of the dissertation

博士の専攻分野の名称：博士（獣医学）

氏名：LEE Seungyeon
Name

学位論文題名
The title of the doctoral dissertation

**Deep-learning-based Canine Liver Segmentation on CT: Baseline Model, Workflow Efficiency,
and Quality-Controlled Clinical Application**

（犬の CT 画像における深層学習に基づく肝臓セグメンテーション：
モデル開発、ワークフロー検証、臨床応用）

犬の肝疾患の診断・治療計画・予後評価において、肝臓の大きさや形態の把握が重要である。特に肝容積は術前計画や術後の肝再生評価などで客観的指標として有用であり、測定にはコンピュータ断層撮影（CT）を用いた容積計測が基準とされている。しかし、肝容積の算出には肝領域の抽出が必要であり、現状では手動セグメンテーションに依存して時間と労力を要するため、臨床現場での効率が課題である。一方、人医領域では深層学習を用いた自動セグメンテーションが急速に普及し、肝臓を含む多くの臓器で高い精度が報告されているが、獣医領域、特に犬の肝臓を対象とした報告はこれまで存在しなかった。さらに臨床現場では、主に右側横臥位の腹部 X 線画像における胃軸の偏位や RLL:T11 比といった二次元指標に基づいて肝サイズが評価されており、これらと実際の肝容積の関連も十分に検証されていない。本研究の目的は、犬の CT 画像から肝臓を自動セグメンテーションする深層学習モデルを構築し、その性能を多角的に評価したうえで、臨床応用の方向を模索することである。

第 1 章では、北海道大学動物医療センターで撮影された犬の CT 画像を用い、3D U-Net に基づく肝臓セグメンテーションモデルを構築した。肝腫瘍を含まないデータセットと、肝腫瘍を含む症例を加えた混合データセットで学習・評価を行ったところ、腫瘍を含まないデータセットでは Dice similarity coefficient（DSC）0.925、Intersection over Union（IoU）0.863、腫瘍を含む混合データセットでは DSC0.928、IoU0.868 と高い一致度が得られ、体重や犬種が多様でも良好に肝臓領域を抽出できることが示された。一方、混合データセットのうち肝腫瘍症例に限ると DSC がわずかに低下し、形態が大きく異なる症例では性能が不安定となる傾向も認められた。

第2章では、深層学習モデルのワークフロー上の位置付けを検討するため、肝腫瘍の有無各5例（計10例）で、手動（専門家・非専門家）、全自動、半自動（全自動結果を非専門家が修正）の4手法を比較した。能動作業時間（ATT）と全体の処理時間（TTT）を計測したところ、全自動セグメンテーションは手動に比べて、中央値でTTTは約90分の1、ATTは約200分の1程度まで短縮された。さらに、画像診断医が盲検で質的評価を行った結果、専門家では軽微な末梢欠損が中心であったのに対し、非専門家では広範な欠落や操作由来の不連続がみられた。全自動では、パッチ境界に沿う矩形状の欠損や、隣接臓器の過剰包含が特徴的であった。事前に定めた基準（解剖学的完全性・妥当性・位相学的連続性のいずれにも重大な問題がないこと）に基づくと、臨床的に使用不可と判定されたのは非専門家で2例、全自動で3例であった。一方、半自動ではこれらの重大な欠損や過剰包含が改善され、全症例で臨床使用可能と判断された。以上より、深層学習モデルは単独で完結させるよりも、最終確認と最小限の修正を前提とした半自動ワークフローとして組み込むことが現実的である。

第3章では、第2章で確立した半自動ワークフローを用いて、CTと右側横臥位の腹部X線画像が7日以内に撮影された57例を対象に、体重で正規化した肝容積（NLV）と従来のX線指標（GAA-VRT、GAA-RIB、RLL:T11比）との関係を検討した。いずれの指標もNLVと有意な正の相関を示し、胃軸が尾側へ偏位するほど、またRLL:T11比が大きいほど肝容積が増加する傾向が確認された。しかし決定係数は0.10～0.17程度にとどまり、X線指標のみで肝容積を精密に推定するには限界があることが明らかとなった。従来のX線三分類とNLVに基づく分類の一致率は約49%であったが、とくに小肝ではX線で過大に判定される傾向がみられ、解釈には慎重さが求められた。

本研究により犬のCT画像に基づく肝臓セグメンテーションは、人医領域で報告される水準に近い性能を示しつつ、手動作業時間を大幅に短縮し得ることが示された。全自動の抽出結果を出発点に、人が最小限の確認・修正を行う半自動ワークフローは、臨床的妥当性を担保しつつ実用的な効率を達成でき、臨床応用に適した手法と考えられる。今後は複数施設・複数装置データによる検証と、より多様な犬種・体型・病態を含む大規模検討が望まれる。