

AIの歴史と進化論

元帝京大学・熊本大学
桂川 茂彦



ChatGPT: 九州CT研究会の特色は？

九州CT研究会は、主に九州地域においてCT（Computed Tomography）に関する研究・情報交換を行う学術団体です。以下に、九州CT研究会の特色をいくつか紹介します。

（１）医療現場に密着した研究

九州CT研究会は、医療現場に密着した研究を行っています。会員には、病院・医療機関の医師や技師が多数所属しており、臨床現場での問題点や課題を共有し、より良い医療を提供するための研究を行っています。

（２）学術的な発表・情報交換の場

九州CT研究会では、定期的に学術発表会を開催しています。会員が自らの研究成果を発表し、他の会員からフィードバックを受けることで、より高度な研究が進むことが期待されています。また、学術発表会以外にも、勉強会や研究会を開催し、会員同士の情報交換の場を提供しています。

（３）CT技術の最新動向を把握できる

九州CT研究会は、最新のCT技術の動向を追うことに力を入れています。国内外のCT技術の最新情報を収集し、会員に提供することで、より高度な医療を提供するための技術的な支援を行っています。

以上が、九州CT研究会の特色の一部です。会員同士が協力し、医療現場の課題解決に取り組んでいる点が特に注目されます。



画像診断におけるAIとは

- コンピュータの高度な画像理解（認識）により医師の画像診断を支援する技術
- 人間の意思決定を支援する技術
- CADの基盤となる技術

AI: Artificial Intelligence、人工知能

CAD: Computer Aided-Diagnosis、コンピュータ支援診断



画像診断でのAIの必要性

- 誤診の防止
- 正常および異常症例の分類
- 読影が困難な病巣の検出
- 画像診断の生産性の改善



画像診断におけるAIの歴史

➤ 1980年頃～2015年頃：機械学習の応用

- 実用化を指向したCADの研究開始（K. Doi）
- 世界初の商用CADシステム（R2 Technology, 1998）
- その後、多くの商用CADシステムが開発された

➤ 2015年頃～：深層学習の応用

- 深層学習の一般画像分類に対する成功（2012年）
- その後、医用画像への応用研究が世界中で行われる
- 商用AI-CADシステム（ScreenPoint Med. 2018）
- 多くのメーカーがAI-CADシステムを開発中



AIによる画像理解とは

1. 画像の分類

正常と異常、良性と悪性、撮影部位

2. 画像の回帰

胸部画像から年齢の推定

3. 画像のセグメンテーション

臓器の同定、大きな病巣陰影の同定

4. 特定陰影の検出

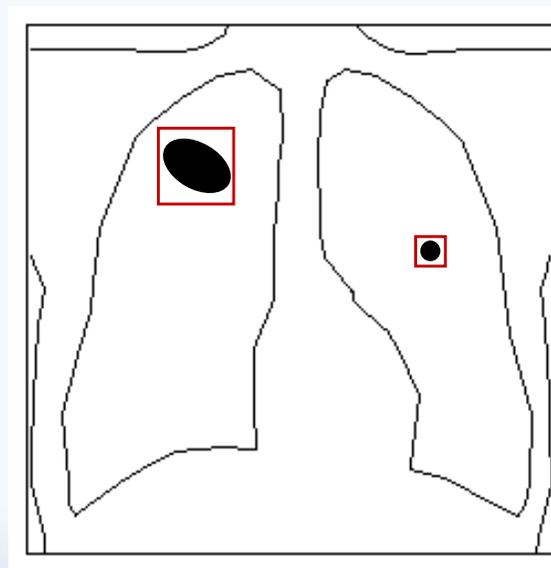
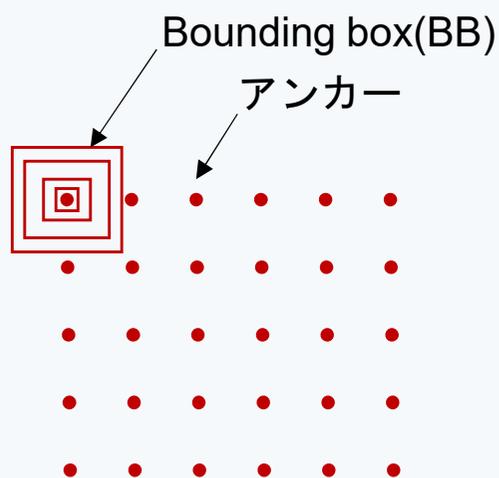
腫瘍陰影の検出、微小石灰化の検出



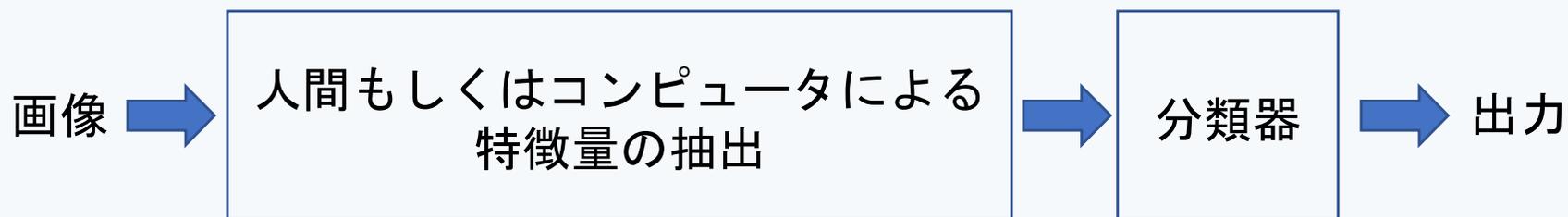
画像分類の重要性

セグメンテーション ⇒ 画素ごとの分類
その画素が対象臓器か否かの分類

陰影の検出 ⇒ 小さなボックス画像の分類
ボックスに陰影が含まれているか否かの分類

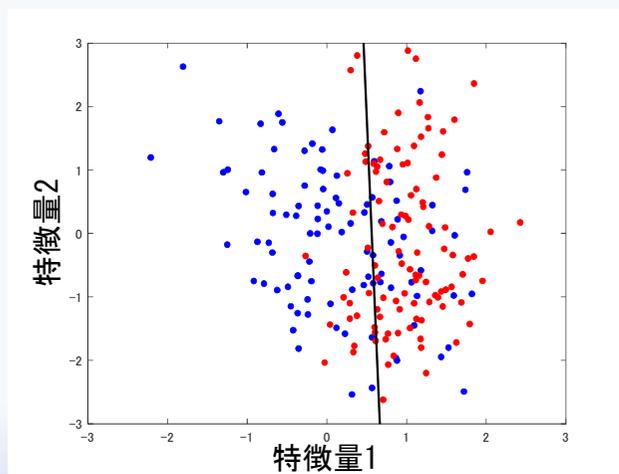


画像分類の基本

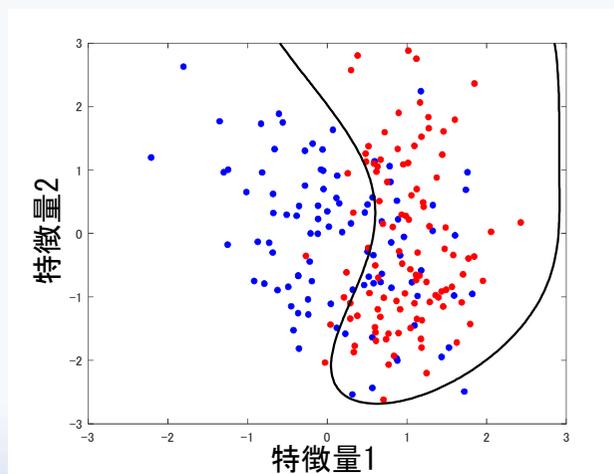


分類器の種類

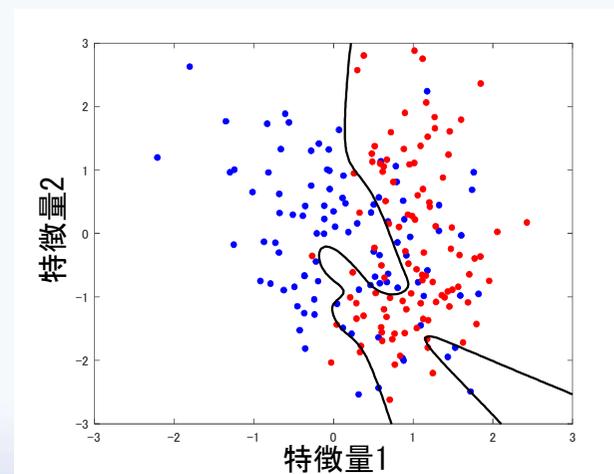
線形識別器



非線形識別器 (単純な曲線)



非線形識別器 (複雑な曲線)



分類器は、学習データから得られる特徴量の分布から決定される。



AIに含まれる技術

1. 機械学習 (Machine Learning, ML)

線形識別

サポートベクトルマシン (SVM) : 単純な非線形識別

3層ニューラルネットワーク (NN) : 複雑な非線形識別

2. 深層学習 (Deep Learning, DL)

数10～数100層のニューラルネットワーク (DNN)

畳み込み深層ニューラルネットワーク (CDNN)

SVM: Support Vector Machine

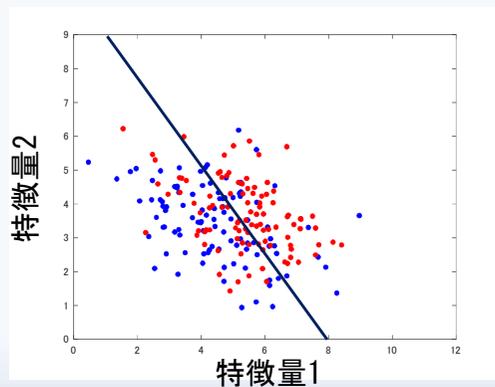
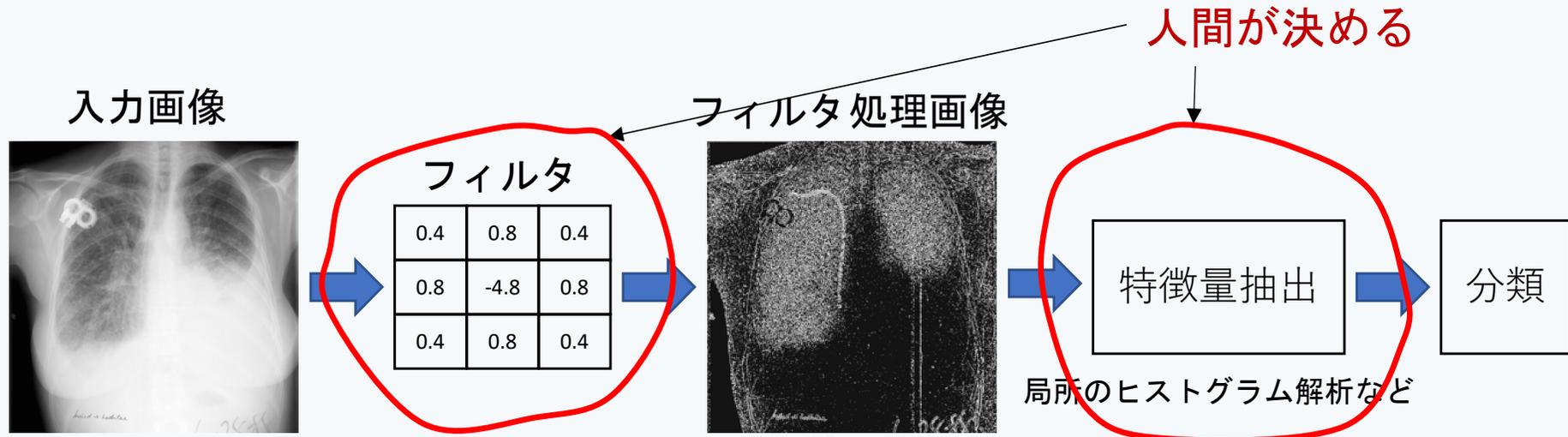
NN: Neural Networks

DNN: Deep Neural Networks

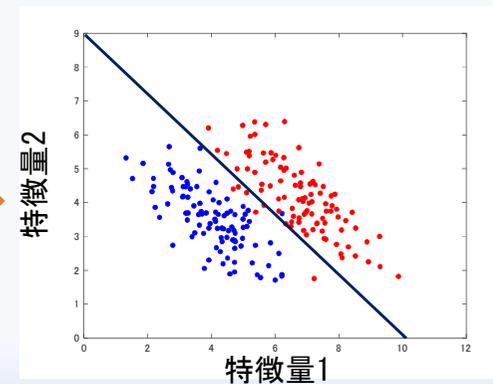
CDNN: Convolutional Deep Neural Networks



機械学習の考え方

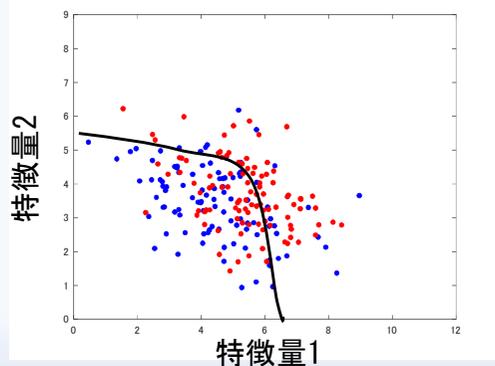
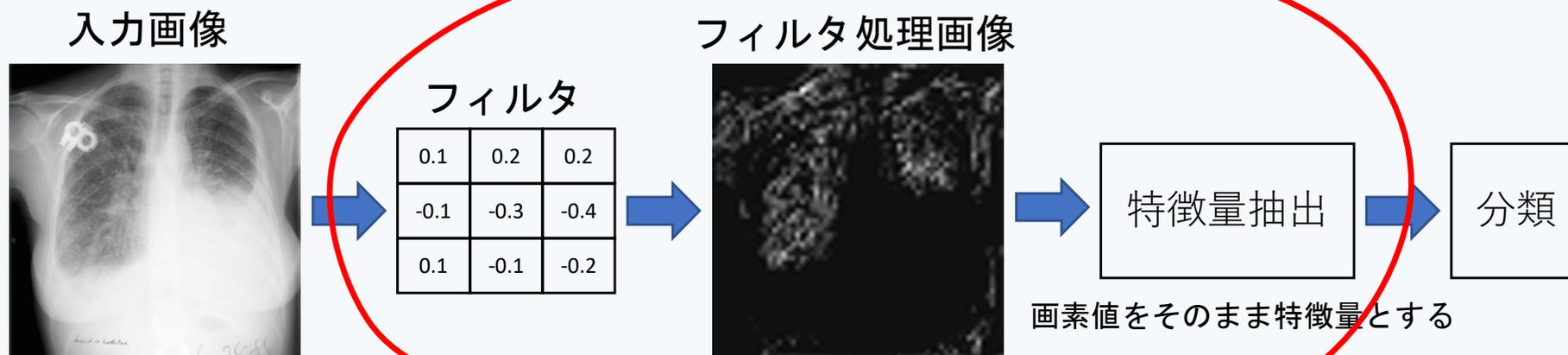


分類精度が改善されるよう、
人間がフィルタや特徴量を変化させる

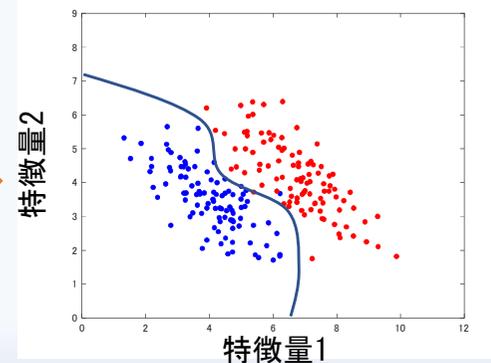


深層学習の考え方

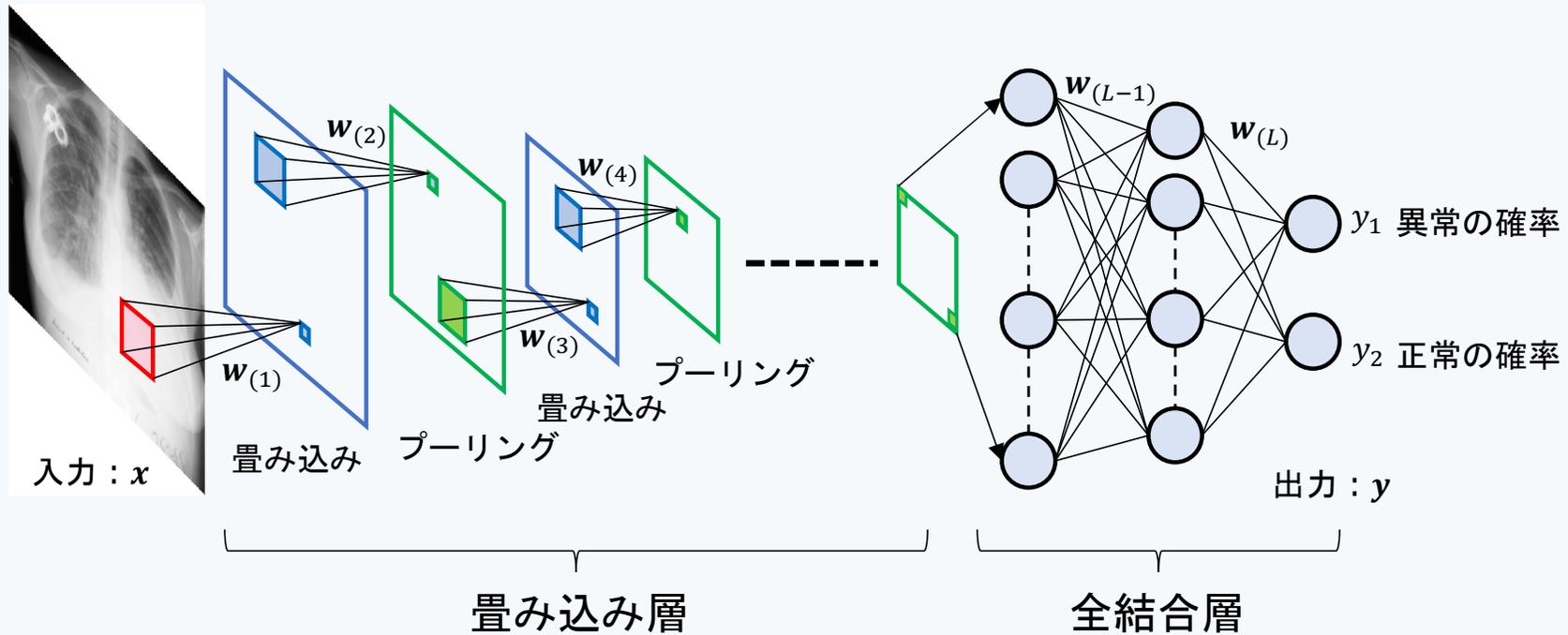
コンピュータが決める



最大の分類精度が得られるよう、自動的にフィルタや特徴量を変化させる



畳み込み深層ニューラルネットワーク (DCNN)



フィルタ処理による特徴量の抽出

複雑な非線形識別

学習 : 多数の学習用画像を使った繰り返し計算で、分類精度が最大になるようにフィルタの重み係数 W を変化させる

テスト : 学習に使っていない未知の症例で分類精度を評価する

プーリング : 領域内の最大値を出力する処理



深層学習のAIに与えたインパクト

- 深層学習の出現により一般画像に対する分類の精度が大幅に改善された
- 多くの分野に導入されて多くの成功例が知られるようになった
- 深層学習以前のAIを機械学習と言い、深層学習と区別することが多い



画像分類コンテスト

- コンテスト名：ILSVRC*

*ILSVRC: ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge

- 2010年～2017年に開催された国際的コンテスト

- 対象画像データベース：ImageNet

人、動物、花、風景、車、食べ物などの一般画像

1000種類の画像を分類する

学習画像：120万枚（約1200枚/1種類）

テスト画像：10万枚（約100枚・1種類）

- 優勝モデルのエラー率の変化はAIの進歩を示している



ImageNetに含まれる画像の例（車の一部）

ステーションワゴン



ミニバン



スポーツカー



タクシー



救急車



ImageNetに含まれる画像の例（犬の一部）

ダルメシアン



ビーグル犬



バセット・ハウンド



ゴールデン・レトリバー



ラブラドル・レトリバー

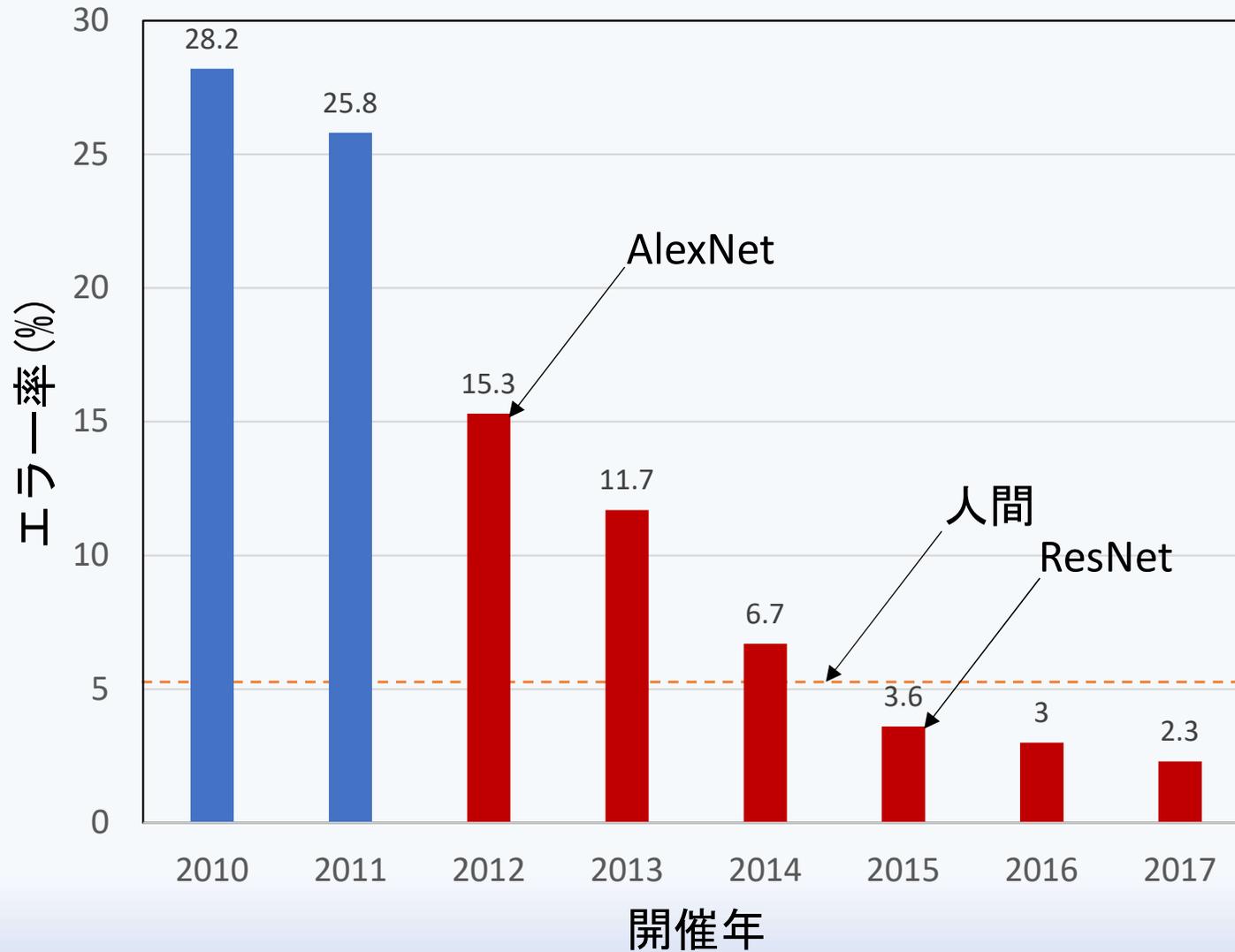


犬だけでも120の犬種に分類する必要がある

<https://cs.stanford.edu/people/karpathy/ilsvrc>



ILSVRC優勝モデルのエラー率



機械学習



深層学習



間質性肺疾患の検出に関するAI

1. 機械学習の応用例（1988年）
2. 深層学習の応用例（2022年）



間質性陰影の特徴



1. 複雑なパターンで濃度変動が大きい.
2. 粒状影はテクスチャーが粗い.
3. 粒状影と線状影から構成されている.
4. 肺血管壁が不整.
5. 肺野と横隔膜の境界が不明瞭.
6. 肺野テクスチャーが左右で非対称.



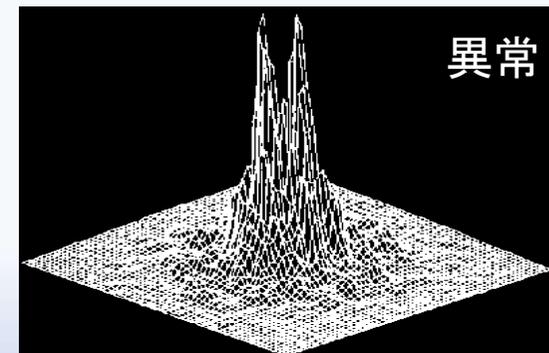
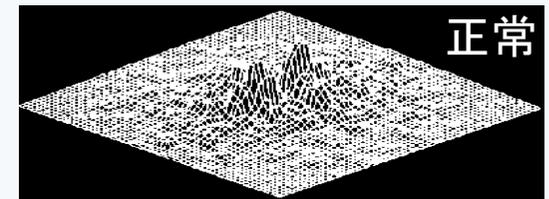
テクスチャー解析による間質性肺疾患の検出 (機械学習)

- テクスチャー解析による特徴量の抽出
- フーリエ変換で濃度変動の大きさと粗さを定量化

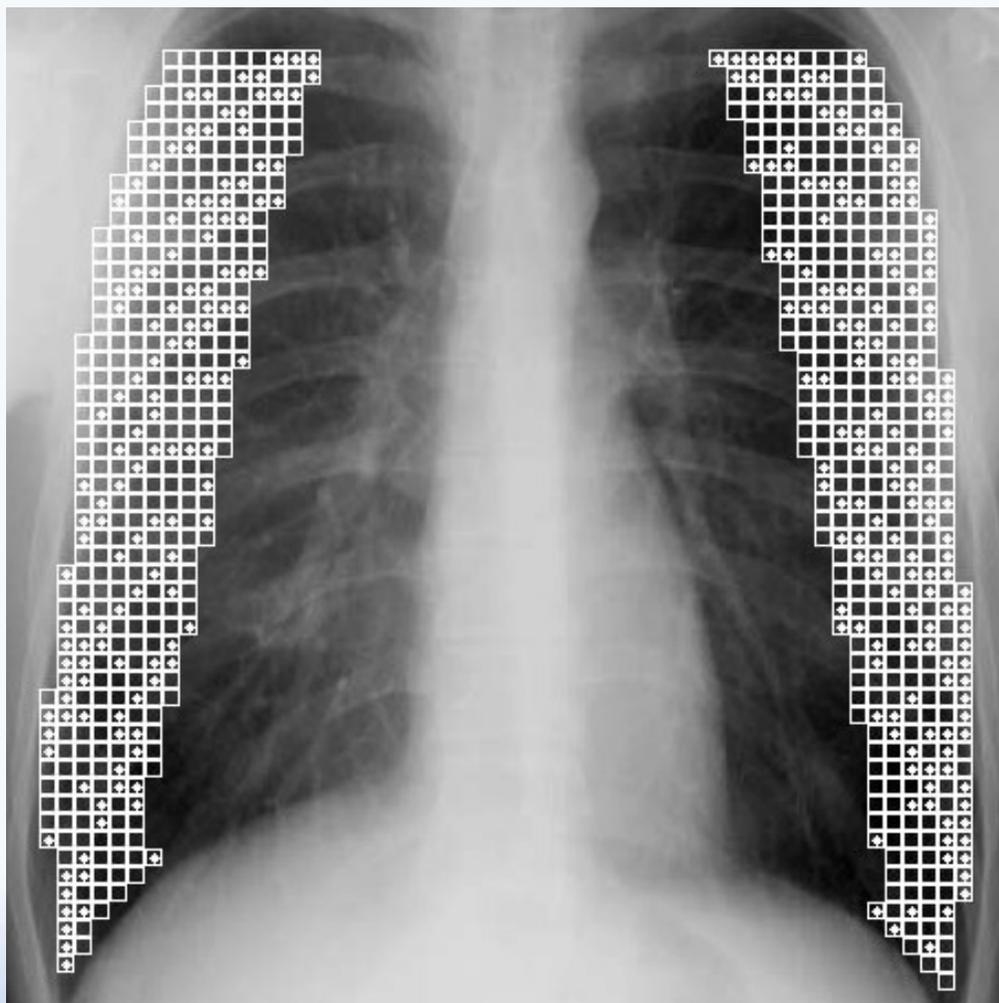
rms値が大きい → 濃度変動が大きい

平均周波数が小さい → テクスチャー粗い

パワースペクトル



解析領域の選択と除外



胸郭外側の同定

正方形ROIの設定

肋骨エッジを除外



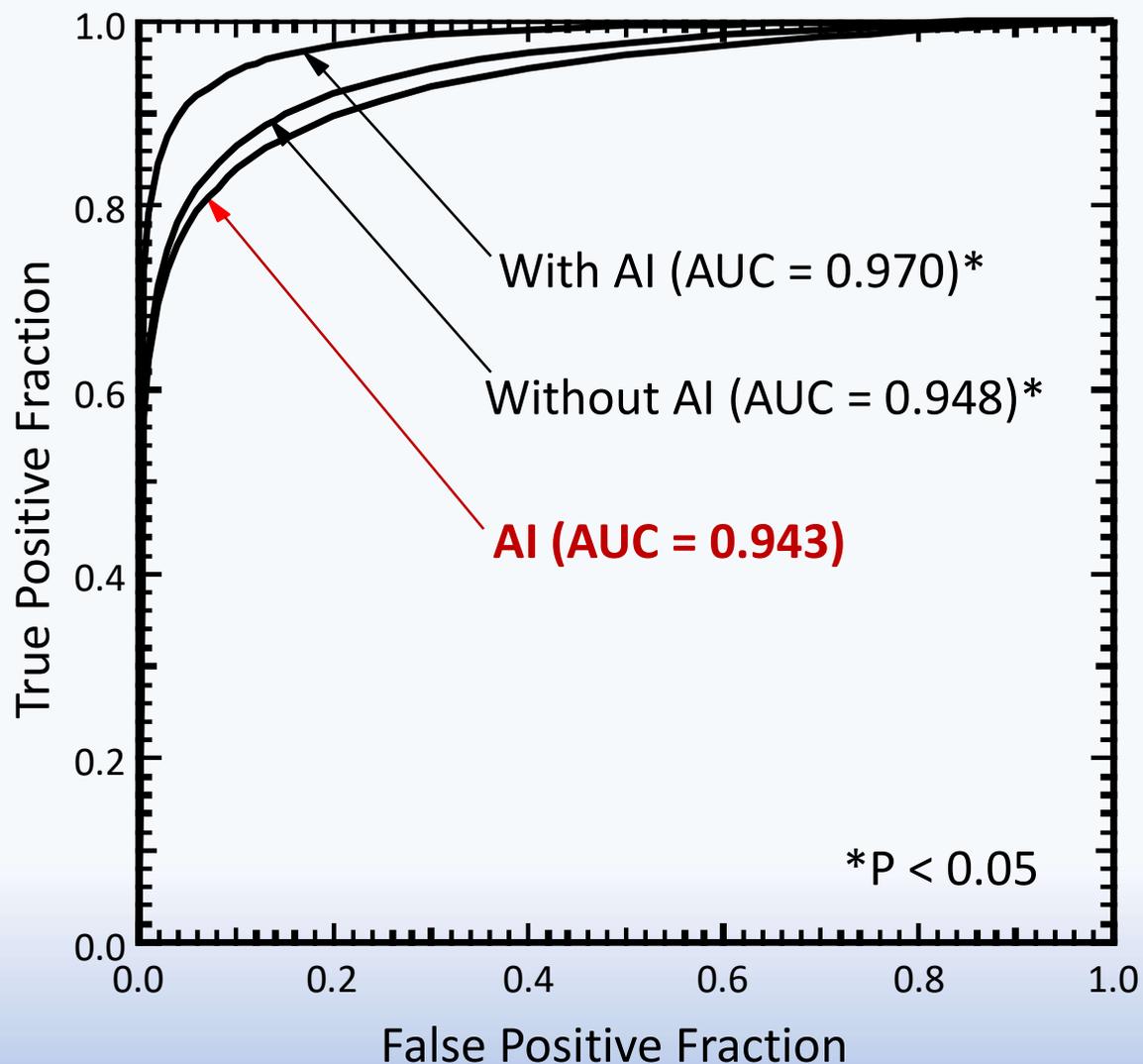
テクスチャ解析の結果



粒状影○、網状影□、網粒状影△



テキストチャ解析による間質性肺疾患の検出精度 (機械学習)



DCNNによる間質性肺疾患の検出 (深層学習)

DCNNモデル : ResNet-18
入力画像サイズ : 500 x 500

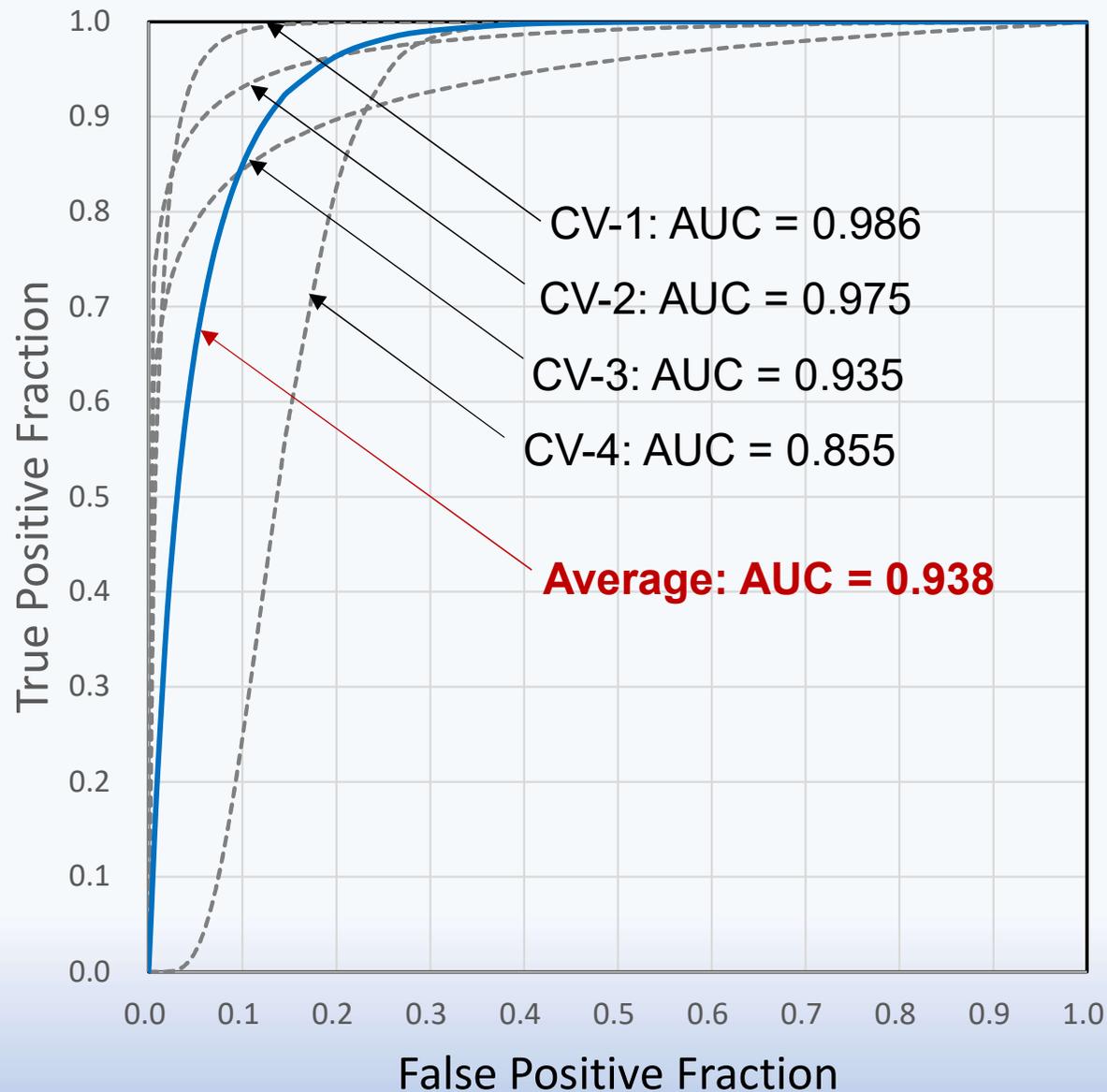
使用症例

正常症例	100
異常症例	100

4分割交差検証で検出能を評価



DCNNによる間質性肺疾患の検出精度 (機械学習)

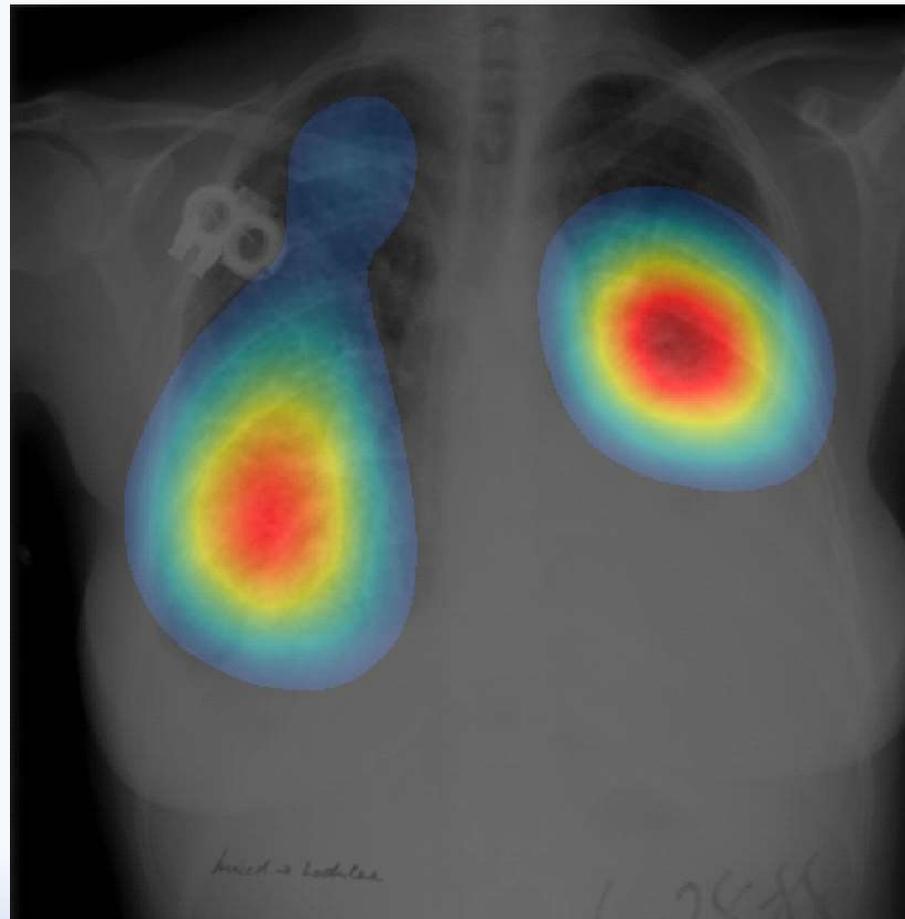


クラス活性マッピングによる可視化 (真陽性例)

Actually abnormal



Predicted as abnormal (1.000, 0.000)

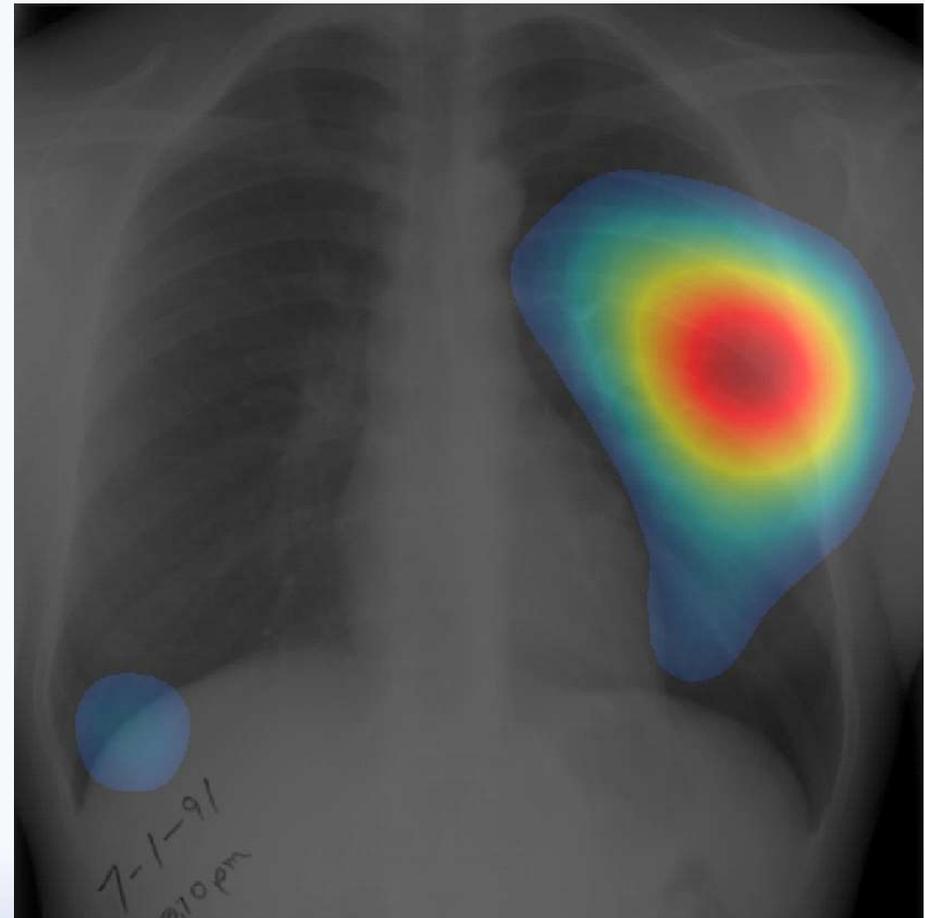


クラス活性マッピングによる可視化 (真陰性例)

Actually normal



Predicted as normal (0.000, 1.000)

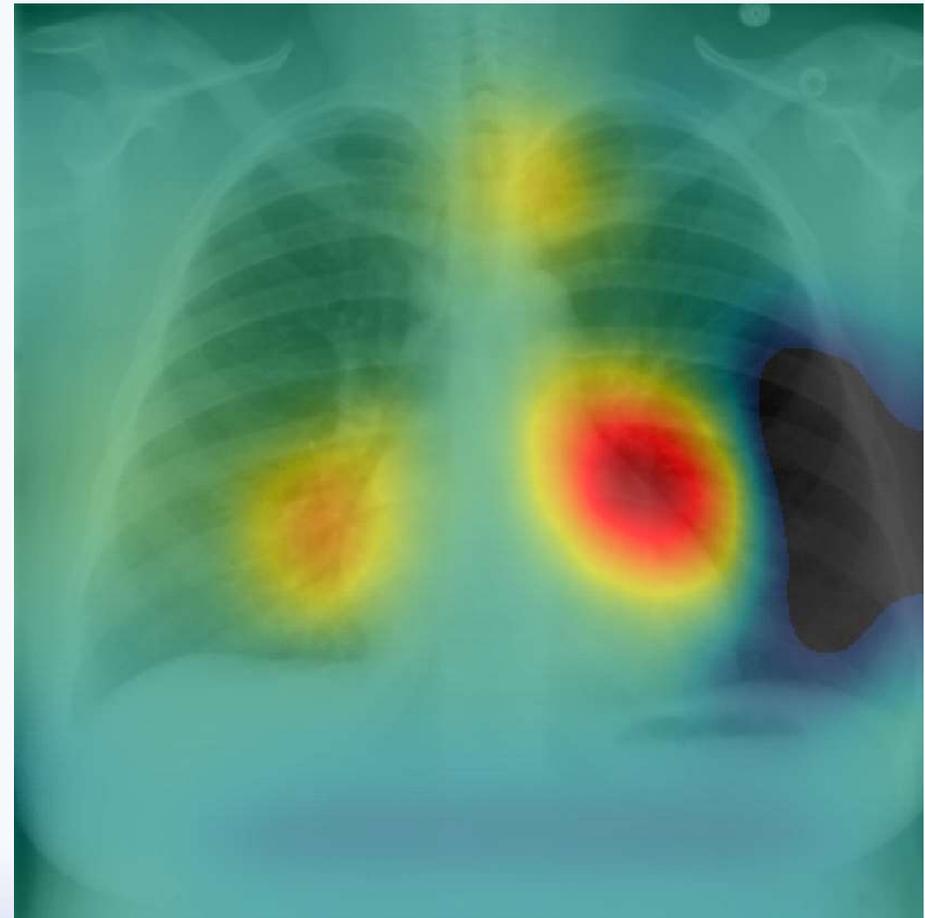


クラス活性マッピングによる可視化 (偽陽性例)

Actually normal



Predicted as abnormal (0.925, 0.075)



間質性肺疾患の検出能の比較

		AUC
機械学習	テクスチャ解析	0.943
深層学習	ResNet18	0.938

(注意) 学習データは同じであるが、テストデータが異なる

- 機械学習と深層学習の検出能はほぼ同等と考えられる
- 機械学習：モデルの開発には多くの労力が必要
コンピュータ出力の説明がある程度可能
- 深層学習：モデルの構築は非常に簡単（学習させるだけ）
コンピュータ出力の説明がほとんど不可能



深層学習の課題

1. 人間の意思決定のサポートを目的とするAIでは、人間の介在は必要
2. 人間の介在のためには、AIが出した結果の理由が人間に理解できる必要がある
 - 過去に診断が確定している類似陰影の提示など
3. AIの結果を判断材料にはするが頼り切らない姿勢が重要



まとめ

- AI技術を無視することなく、しばらくは注意深く見守る必要がある
- 深層学習の使用環境は整っているので、まずは使ってみることが重要

ご静聴ありがとうございました。

