



# 人工知能を用いたCTにおける 真珠腫乳突腔進展の自動診断

高橋昌寛<sup>1</sup> 土田敬介<sup>1</sup> 由井亮輔<sup>1</sup> 中澤 宝<sup>1</sup> 栗原 涉<sup>1</sup> 森野常太郎<sup>1</sup>  
茂木雅臣<sup>1</sup> 山本和央<sup>1</sup> 山本 裕<sup>1</sup> 小島博己<sup>1</sup> 野田勝彦<sup>2</sup> 吉田 要<sup>2</sup>

1. 東京慈恵会医科大学 耳鼻咽喉科学教室
2. サイオテクノロジー株式会社



高橋昌寛 土田敬介 由井亮輔 中澤 宝 栗原 涉 森野常太郎  
茂木雅臣 山本和央 山本 裕 小島博己 野田勝彦 吉田 要  
：演題発表に関連し、開示すべき利益相反（COI）  
関係にある企業・団体等はありません。

# 背景

- ✓ Deep learningによる画像認識は幾何学的特徴を自動的に抽出して行う
- ✓ 人工知能（AI）が人間の画像認識能を超えた\*と言われるようになり、実用化に向けてさまざまな研究開発が世界規模で行われている

*\* ILSVRC 2015.*

- ✓ Deep learningを含む機械学習には、一般的には数千枚の膨大な画像データが必要で、大規模な画像データベース構築が重要である

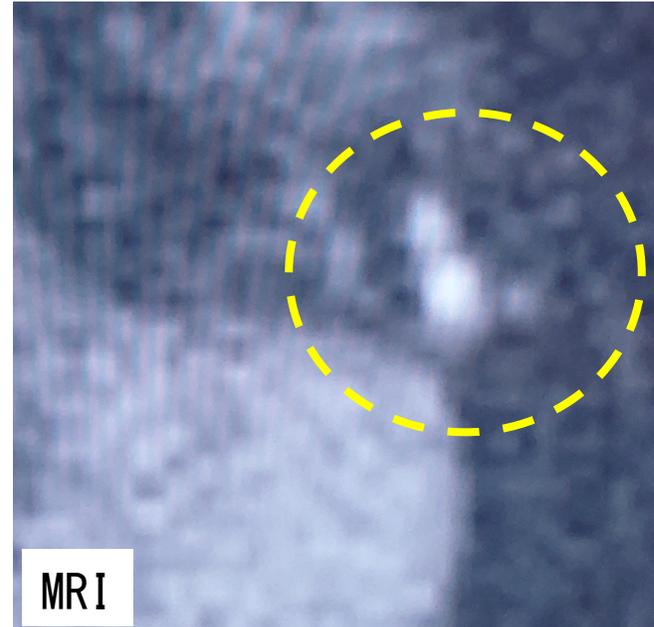
*LeCun Y, et al. Nature 2015.*

- ✓ 真珠腫のような症例数がそれほど多くない疾患のAI研究は進んでいない



# 背景

- ✓中耳真珠腫の進展範囲はCT所見のみで判別困難であるためMRI所見と合わせて行うことが多いが読影医や機器・シーケンスによるばらつきがある
- ✓本邦以外ではMRIを設置している施設が少ない

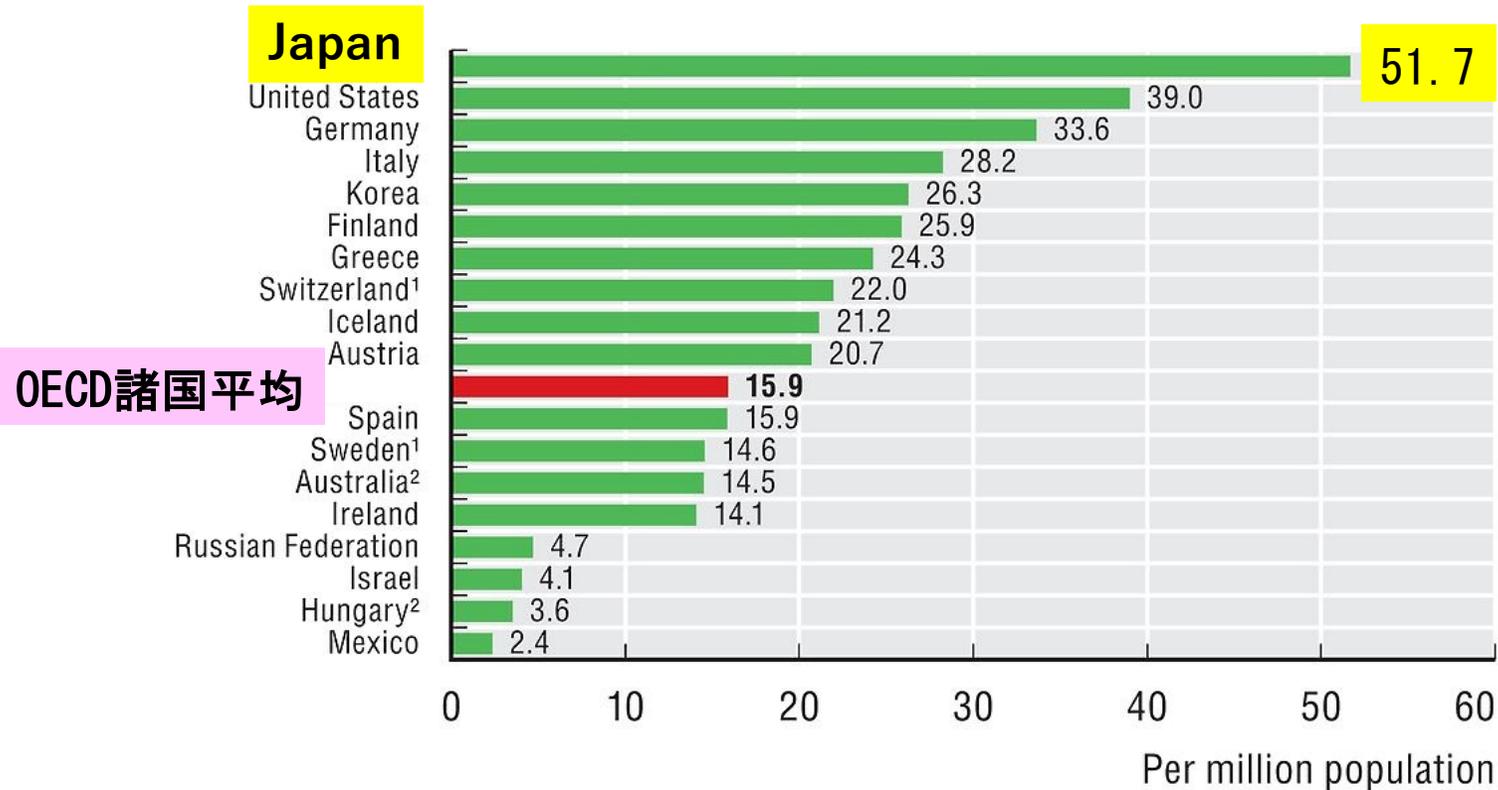


MRI (DWI nonEPI法) を用いても範囲の断定は困難



# 背景

- ✓ 中耳真珠腫の進展範囲はCT所見のみで判別困難であるためMRI所見と合わせて行うことが多いが読影医や機器・シーケンスによるばらつきがある
- ✓ 本邦以外ではMRIを設置している施設が多くない

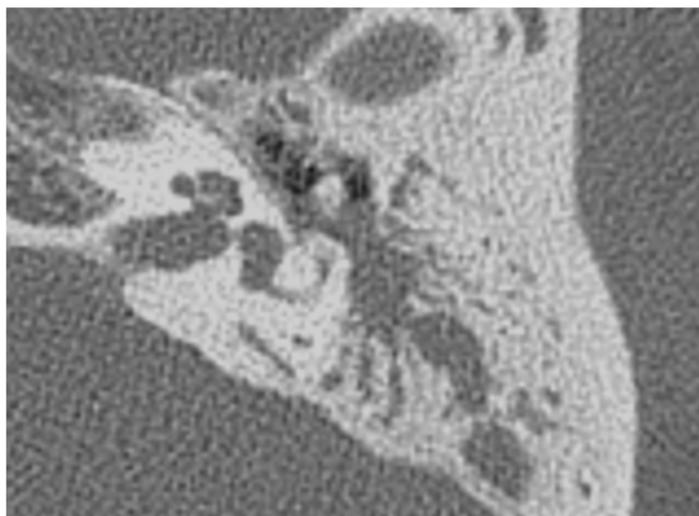


人口比MRI設置数 2017 OECD iLibrary

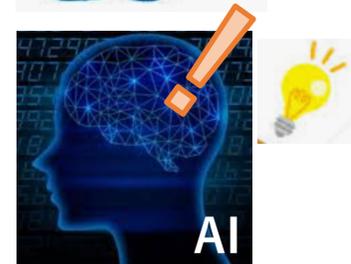


# 背景

- ✓ 中耳真珠腫の進展範囲はCT所見のみで判別困難であるためMRI所見と合わせて行うことが多いが読影医や機器・シーケンスによるばらつきがある
- ✓ 本邦以外ではMRIを設置している施設が多くない
- ✓ 進展評価の中でも特に乳突腔進展の有無は採用術式に影響を与えるため、正確に判断する意義は大きい



M進展あり？



今回、人工知能による水平断CT所見での乳突腔進展の予測精度を検討した



# 方法

- ✓対象：東京慈恵会医科大学附属病院にて画像検査を行い手術施行した弛緩部型真珠腫新鮮例164耳(乳突腔進展なし84耳、あり80耳)
- ✓画像：側頭骨CT骨条件水平断(whole skull, スライス厚0.6mm)の上半規管レベルから30スライスを抽出し匿名化
- ✓乳突腔進展の有無は術中所見で判定

## AI診断モデルの作成 (AI専門チームに依頼)

- ・学習と評価は症例を8分割し交差検証
- ・少ない症例数でも高い精度の診断モデルを作成できるように独自の技術で繰り返しデータを学習



深層学習network: MobileNet-V2



# 方法

## 最良の診断モデルを模索

### ✓ 精度評価

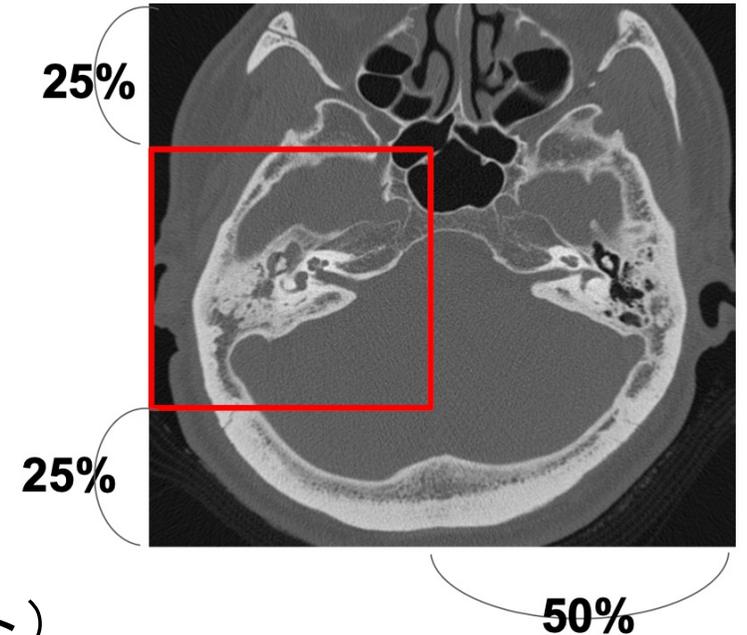
- 画像単位の精度
- 症例単位の精度（画像スコアの平均で判定）

### ✓ 画像：2パターン

- 頭部全体（100%）
- 病変部位を含む25%の領域

### ✓ モデル

- 個々のモデル単体（シングル）での予測（24セット）
- 23個のモデルのアンサンブル予測（24セット）



# 結果

$$\text{精度} = (\text{感度} + \text{特異度}) \div 2$$

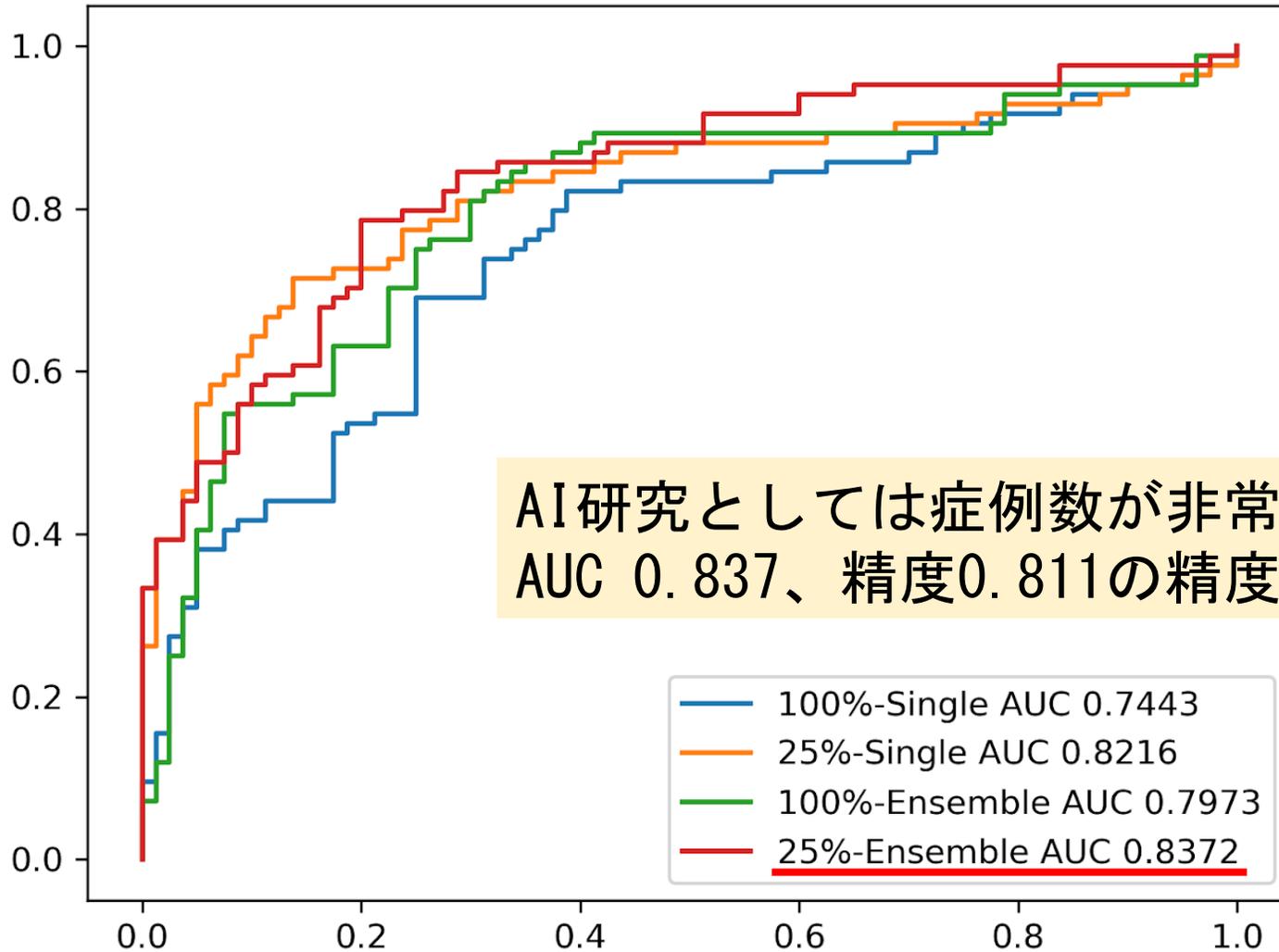
	画像	モデル	感度	特異度	精度
画像単位	100%	シングル	71.87%	62.45%	67.16%
		アンサンブル	74.90%	61.76%	68.33%
	25%	シングル	80.17%	68.70%	74.43%
		アンサンブル	77.12%	73.75%	75.43%
症例単位	100%	シングル	80.68%	62.80%	71.74%
		アンサンブル	75.31%	74.65%	74.98%
	25%	シングル	86.82%	71.97%	79.40%
		アンサンブル	84.95%	77.33%	81.14%

\* 感度：乳突腔進展ある症例を正しく診断する確率



# 結果

## 症例単位のROC曲線



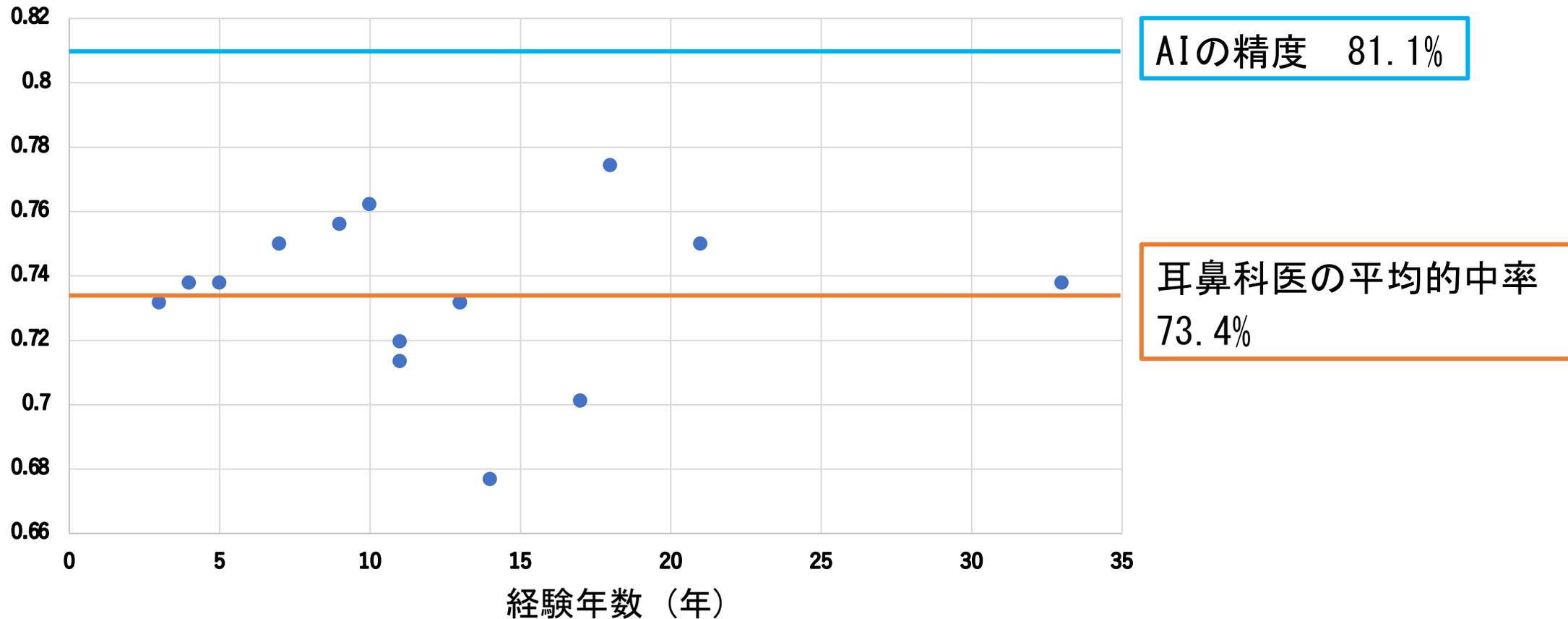
AI研究としては症例数が非常に少ないが、水平断CTのみでもAUC 0.837、精度0.811の精度を示すAIを作成できた



# 考 察

## 耳鼻科医とAIの比較

- 本学会の別演題(27日金曜 46群)で発表する耳鼻科医(15名)が同じ症例を読影した結果と比較



# 考 察

## 耳鼻科医とAIの比較

### ➤ 術中乳突腔進展有無

	乳突腔進展なし (n=84)	乳突腔進展あり (n=80)
耳鼻科医	64.2%	83.1%
AI	71.7%	82.0%

### ➤ CTでの乳突腔陰影有無

	乳突腔陰影なし (n=58)	乳突腔陰影あり (n=106)
耳鼻科医	83.3%	68.0%
AI	80.8%	74.5%

### ➤ 乳突腔進展有無と陰影有無が不一致／一致

	不一致 (n=36)	一致 (n=128)
耳鼻科医	22.6%	87.7%
AI	50.8%	84.0%



# 考 察

## 耳鼻科医とAIの比較

### ➤ 術中乳突腔進展有無

	乳突腔進展なし (n=84)	乳突腔進展あり (n=80)
耳鼻科医	64.2%	83.1%
AI	71.7%	82.0%

### ➤ CTでの乳突腔陰影有無

	乳突腔陰影なし (n=58)	乳突腔陰影あり (n=106)
耳鼻科医	83.3%	68.0%
AI	80.8%	74.5%

### ➤ 乳突腔進展有無と陰影有無が不一致／一致

	不一致 (n=36)	一致 (n=128)
耳鼻科医	22.6%	87.7%
AI	50.8%	84.0%



# 考 察

## 耳鼻科医とAIの比較

### ➤ 術中乳突腔進展有無

	乳突腔進展なし (n=84)	乳突腔進展あり (n=80)
耳鼻科医	64.2%	83.1%
AI	71.7%	82.0%

### ➤ CTでの乳突腔陰影有無

	乳突腔陰影なし (n=58)	乳突腔陰影あり (n=106)
耳鼻科医	83.3%	68.0%
AI	80.8%	74.5%

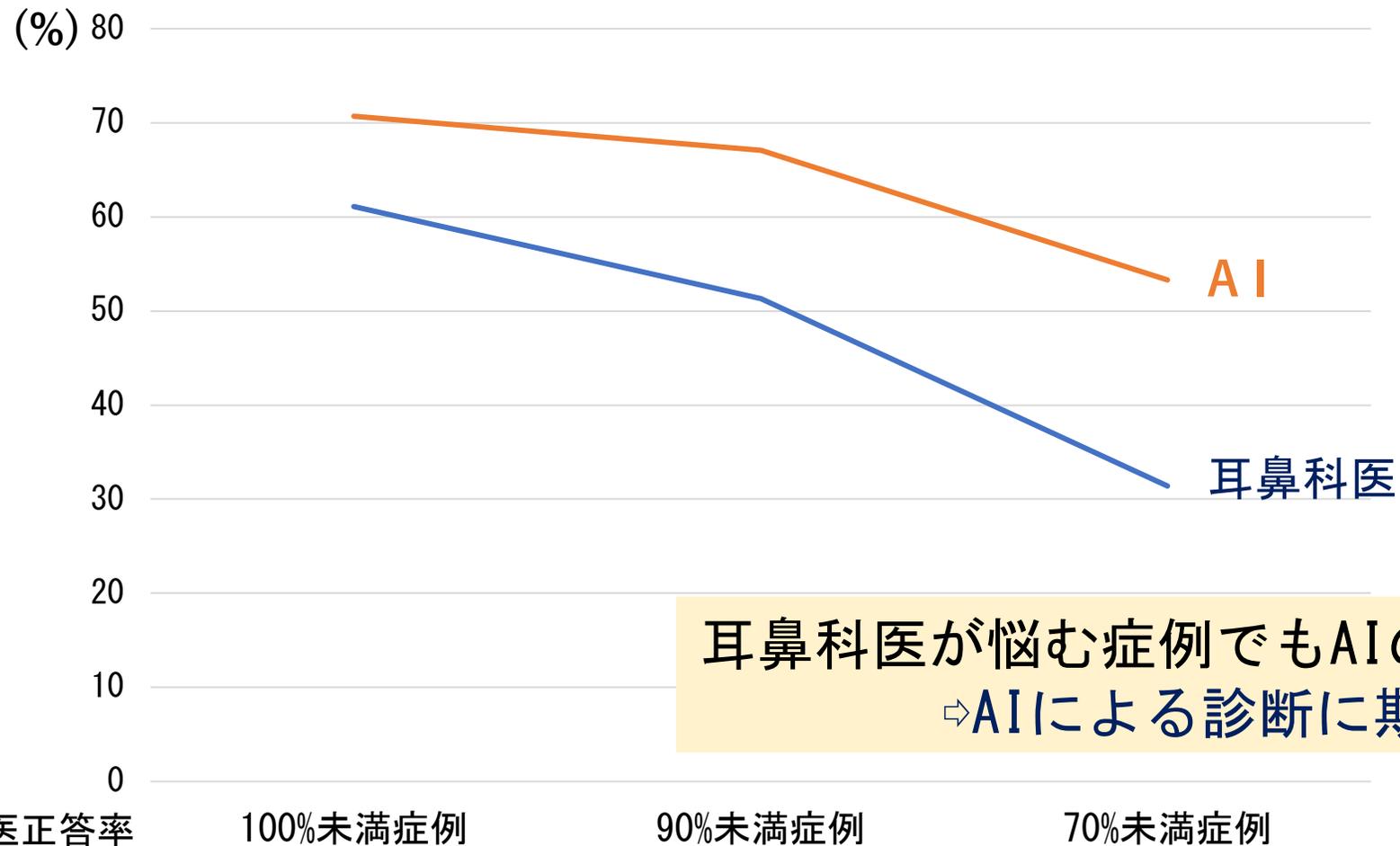
### ➤ 乳突腔進展有無と陰影有無が不一致／一致

	不一致 (n=36)	一致 (n=128)
耳鼻科医	22.6%	87.7%
AI	50.8%	84.0%



# 考 察

## 耳鼻科医の正答率低い症例



耳鼻科医が悩む症例でもAIの精度は比較的高い  
⇒AIによる診断に期待できる

耳鼻科医正答率

100%未満症例

90%未満症例

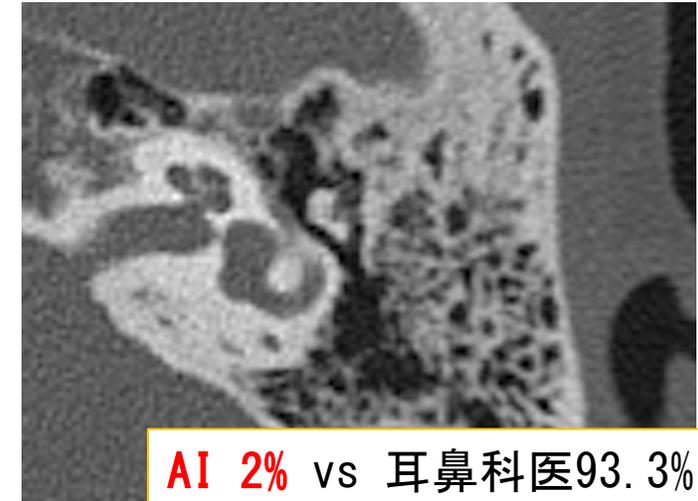
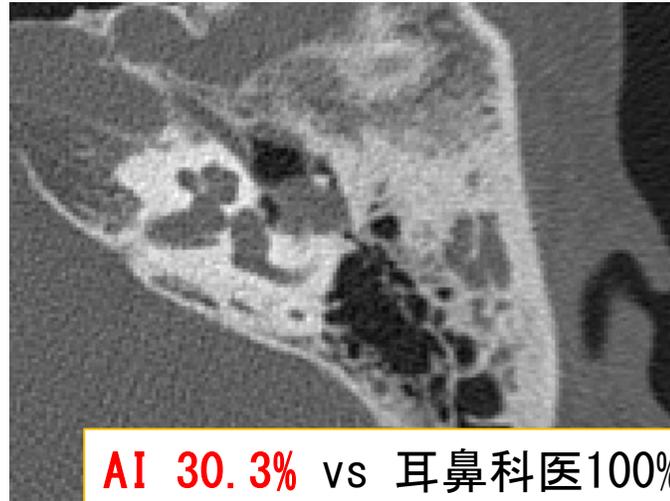
70%未満症例



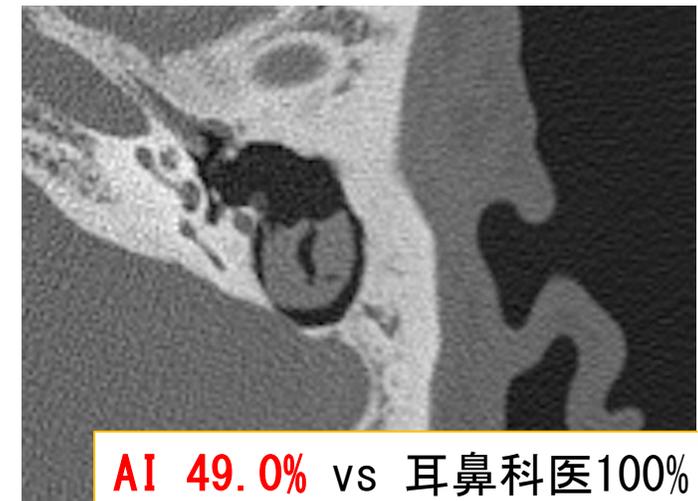
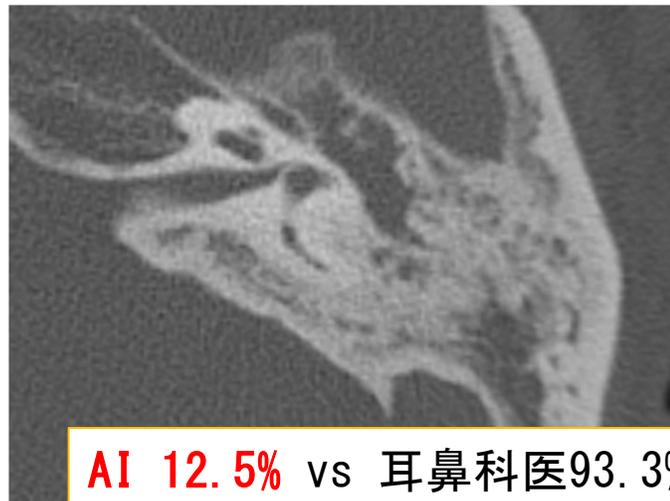
# 考 察

## 耳鼻科医と比べてAIが苦手である症例

### ➤ 乳突腔進展なし症例



### ➤ 乳突腔進展あり症例



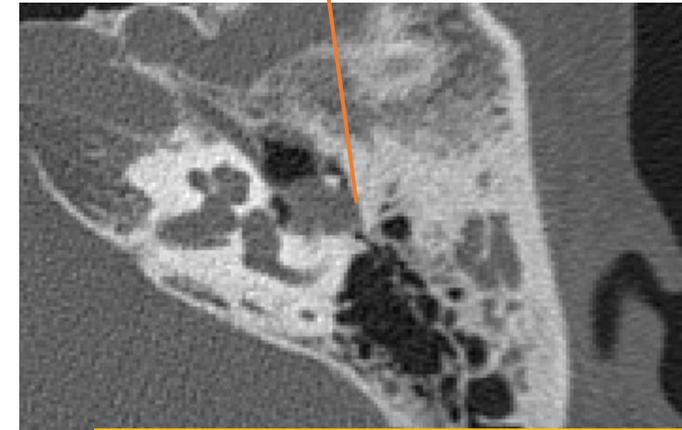
# 考 察

## AIの精度が劣る症例の理由

- 耳鼻科医は乳突腔進展の定義を知っている
- 軟部陰影や骨侵食性変化（分布や形状、乳突洞口の左右差\*）で判断している

*\*Baba et al. ANL 2021*

明らかに乳突洞口を超えない



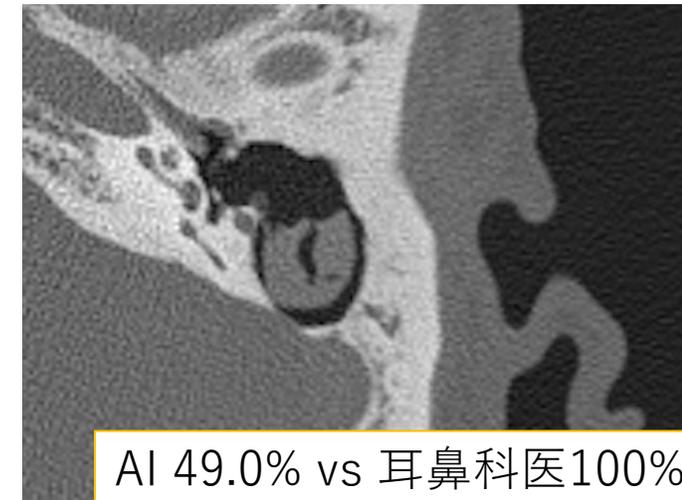
AI 30.3% vs 耳鼻科医100%

- 耳鼻科医としては著明進展した際の当然の所見でも、AIにとって新規画像の場合十分な性能が担保できない

*Chen PC, et al. Nat Mater, 2019.*



ある程度の症例増加は必要



AI 49.0% vs 耳鼻科医100%



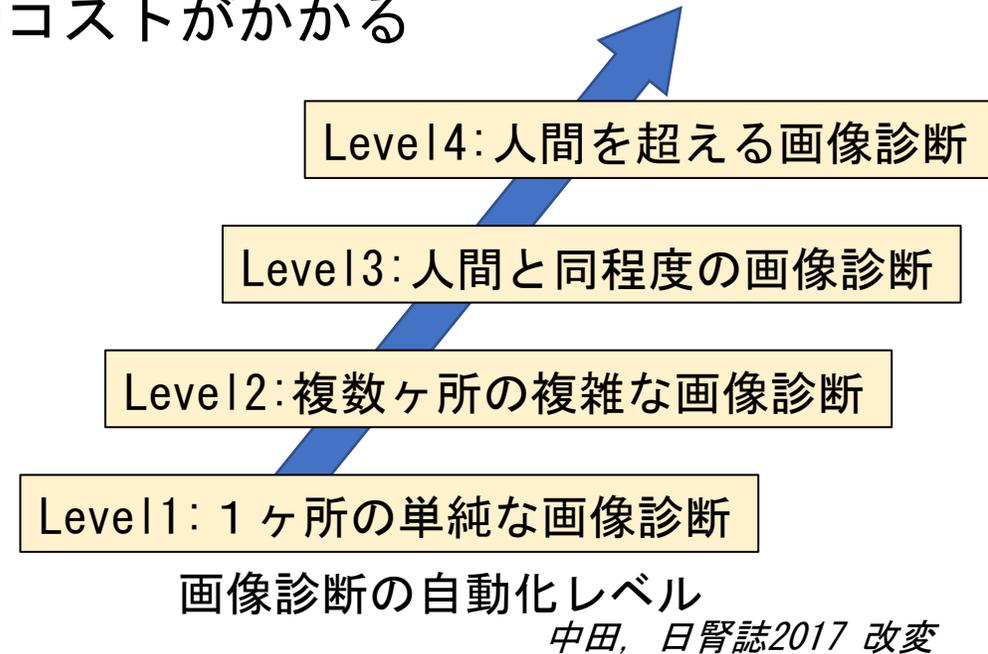
# 考察

- 画像診断におけるAI研究開発において、データ収集およびAIアルゴリズム作成に必要なデータの加工に最も時間と人的コストがかかる



研究停滞の要因

- 現時点でのAIの技術革新は検出や抽出などの画像認識能向上にすぎない
- 少ない症例でいかに解析するかが重要



今回、乳突腔進展という一つの所見ではるが、少ない症例で一定の結果を出せたことは今後につながると考える



## 結 語

- 人工知能による水平断CT所見での真珠腫乳突腔進展を検討した
- 少ない症例数でも精度81.1%のAIを作成でき、今回用いた手法は有用であると考えた
- ヒトが苦手な軟部陰影と進展範囲が一致していない症例でAIが優位だった
- 今後、症例数を増やすことにより精度のさらなる向上および詳細な画像診断への応用を目指す

