

# 機械学習と画像認識による 診断支援技術

---

国立研究開発法人  
産業技術総合研究所  
人工知能研究センター  
人工知能応用研究チーム

# アウトライン

1. 病理画像診断支援
2. 内視鏡検査支援
3. 機械学習に基づく診断支援  
のための情報基盤

# 研究背景・動機

- **がん患者数の増加** (※1)
  - ・罹患者数: 851,537人 (2011年、2002年比+49%)
  - ・死亡者数: 357,305人 (同+17%)
- **医師不足による膨大な業務負担**
  - ・病理診断の場合...
    - ・検査数: 2,765万件/年 (※2)
    - ・病理専門医数: 1,605人 (うち54%が50歳以上) (※3)
    - ・年中無休でも47.2件/人日

見落としや診断ミスの増加が懸念

⇒コンピュータによる診断支援や補助の必要性

(※1) 国立がん研究センターがん対策情報センター調べ

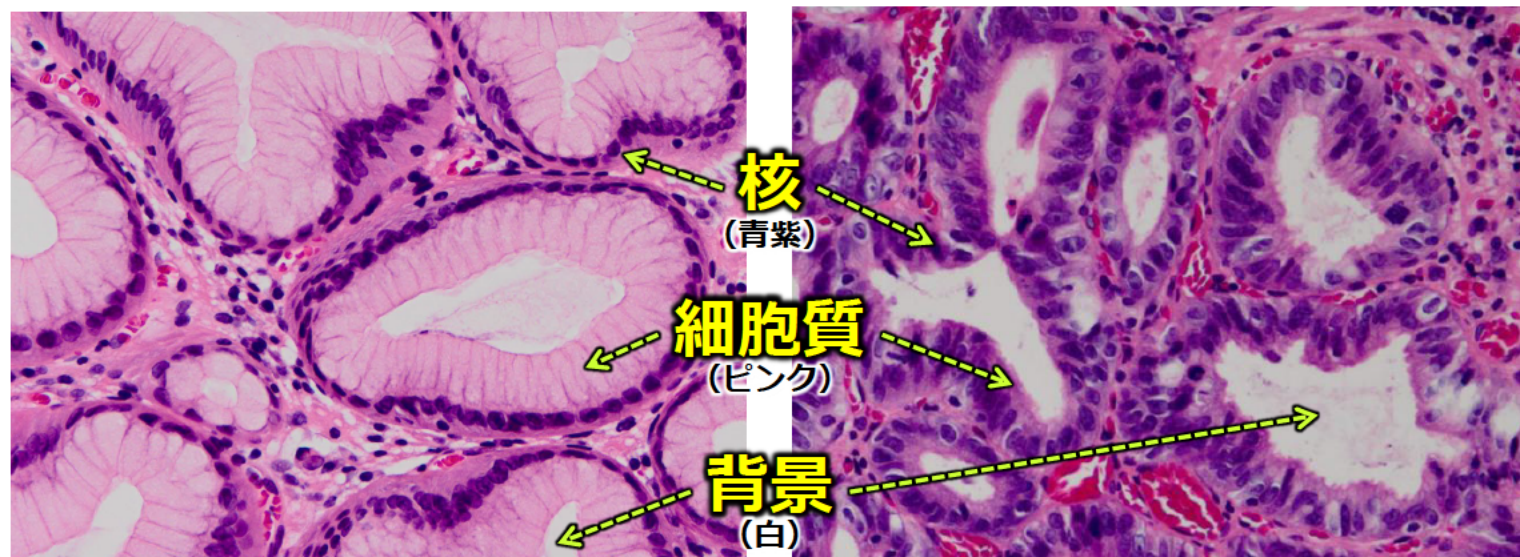
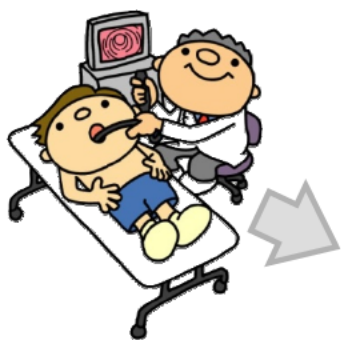
(※2) 上原, "病理医の現状と展望", 信州医誌, 58(2), 51-55, 2010

(※3) 厚生労働省, "平成24年(2012) 医師・歯科医師・薬剤師調査の概況"

# 病理診断とは

人体から採取された材料について顕微鏡で観察し...  
 病変の有無や病変の種類について診断すること。...  
 病変の広がりや病気の程度を評価...治療選択や  
 治療効果判定を目的としている場合もある。[1]

## 胃生検標本の病理画像の例



非がん

がん

[1] Wikipedia「病理診断」より

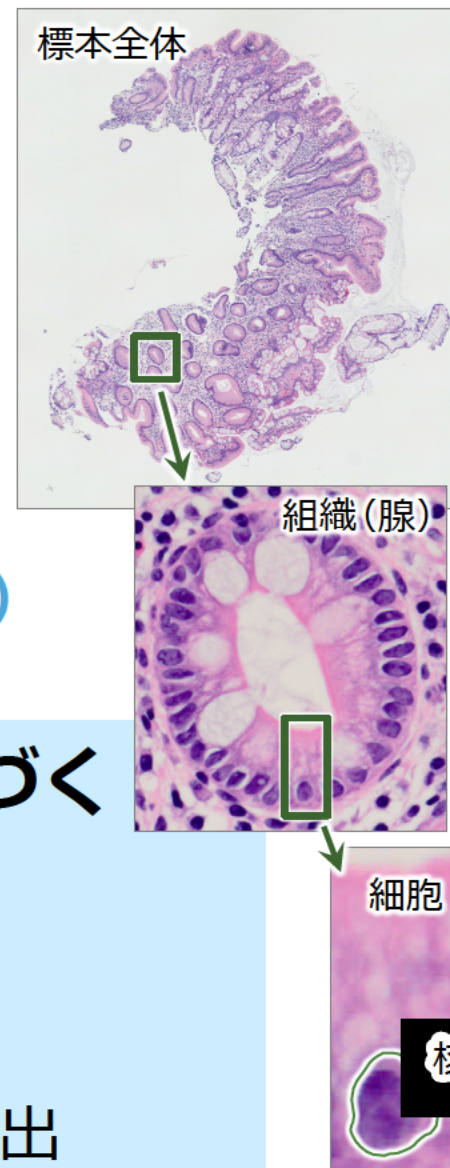
# 従来の自動がん検出手法

- 精密な画像計測
  - 組織・細胞・核の形状や色、分布など
  - 細胞数の増大に伴う膨大な計算コスト
- 事前定義した基準と比較して検出
  - がん細胞や組織の形態的性質
  - がんの基準は定義不可能（見落としリスク）

対処方針

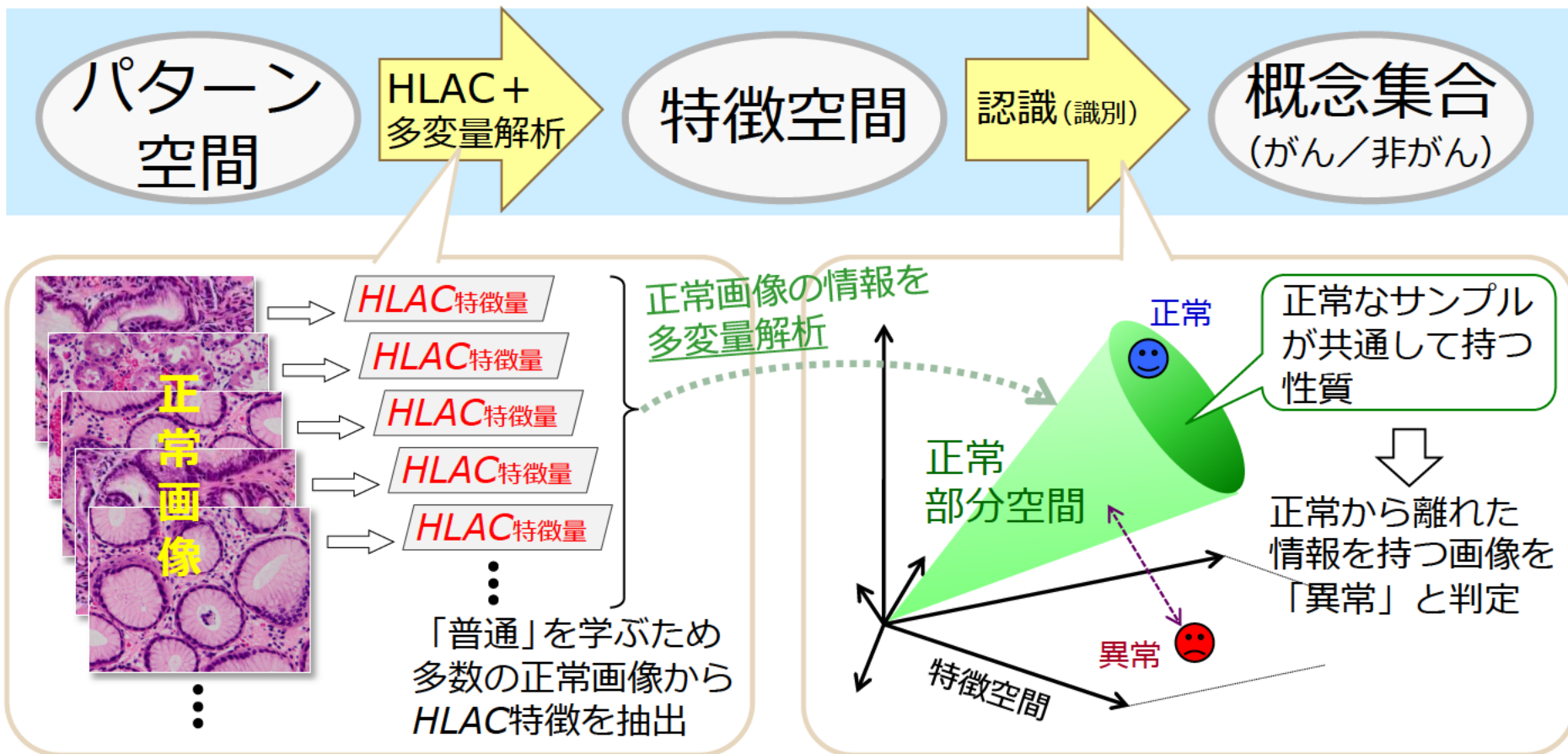
## 「高次局所自己相関 (HLAC) 特徴」に基づく機械学習による異常検出

- 細胞や組織を個別には計測しない
- 「正常」を普通として学んで、普通ではない組織や細胞を「異常」として検出



# HLAC特徴に基づく異常検出

たくさんの正常画像を「普通」として学び、  
「普通ではない画像」を異常として検出



HLAC (Higher-order Local AutoCorrelation; 高次局所自己相関) = 産総研独自の特徴抽出手法

# 実験結果 1

非がん画像250枚で学習

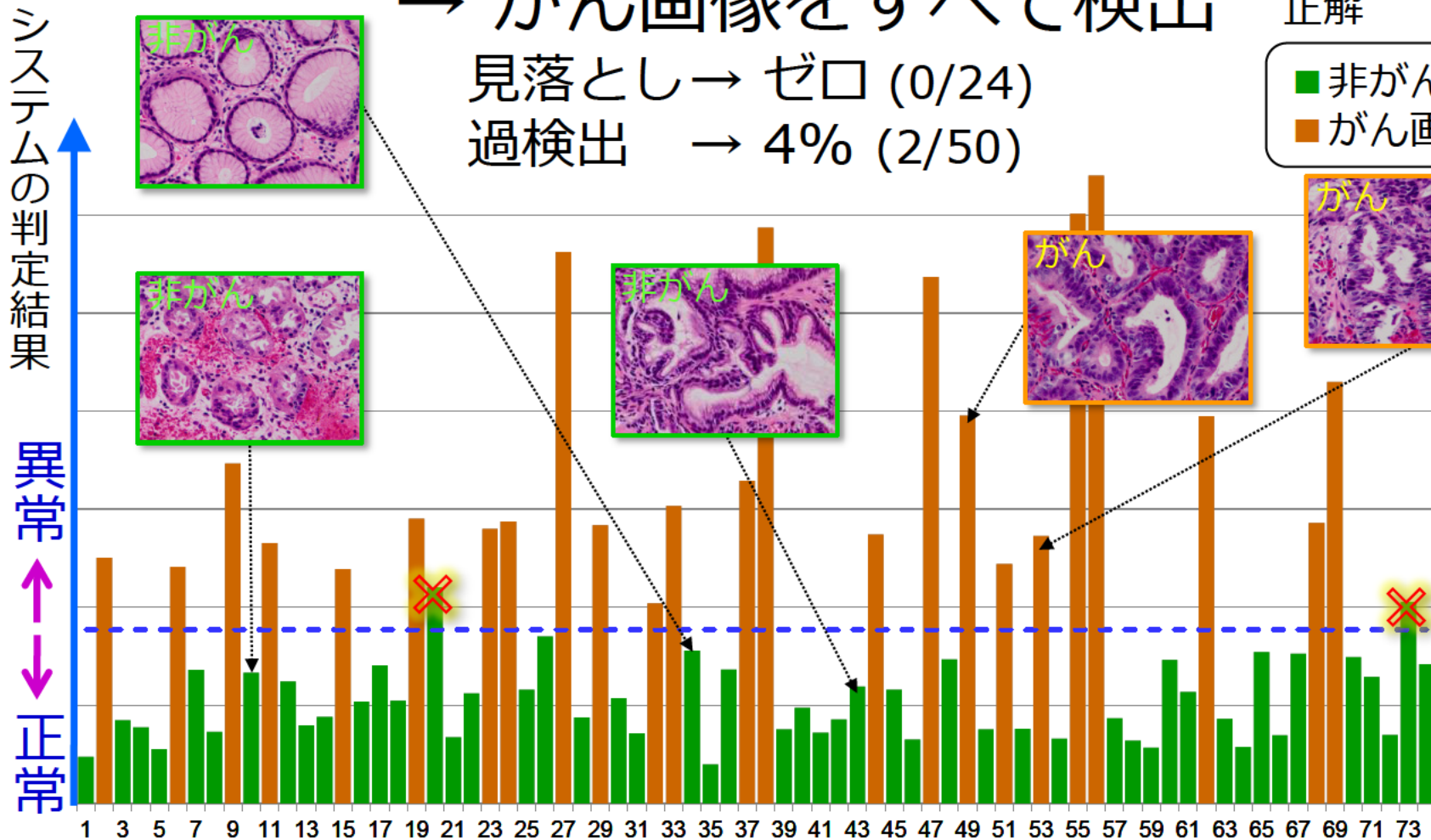
→ がん画像をすべて検出

見落とし → ゼロ (0/24)

過検出 → 4% (2/50)

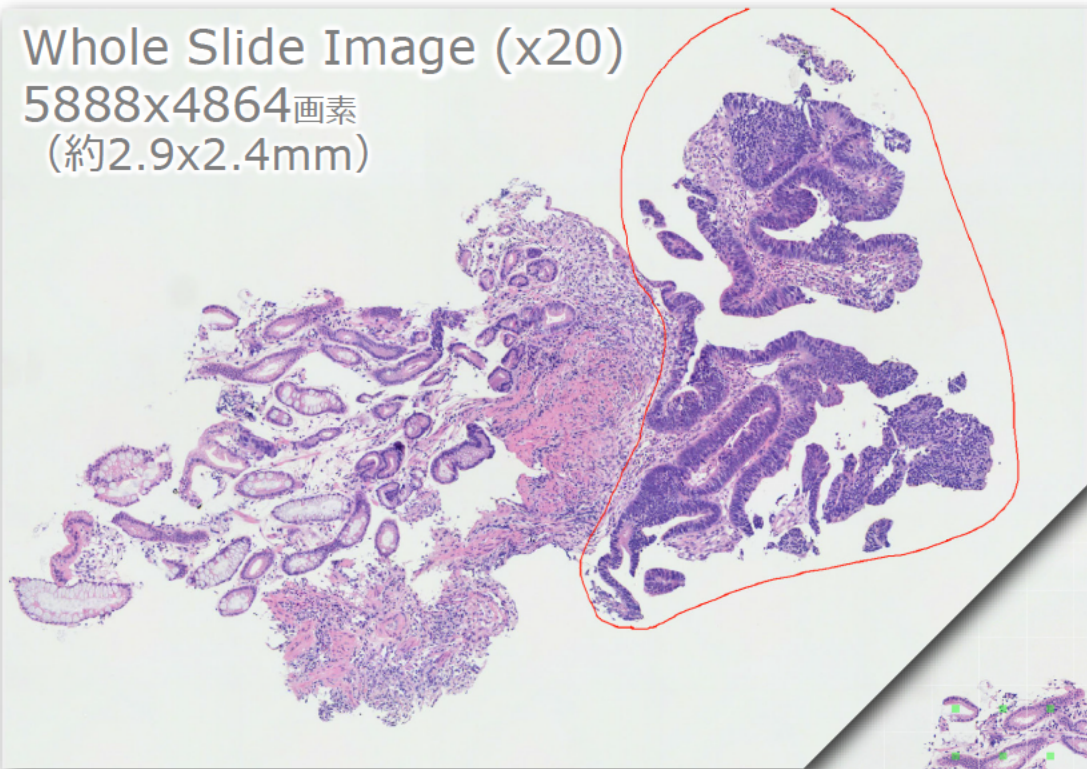
正解

- 非がん画像
- がん画像



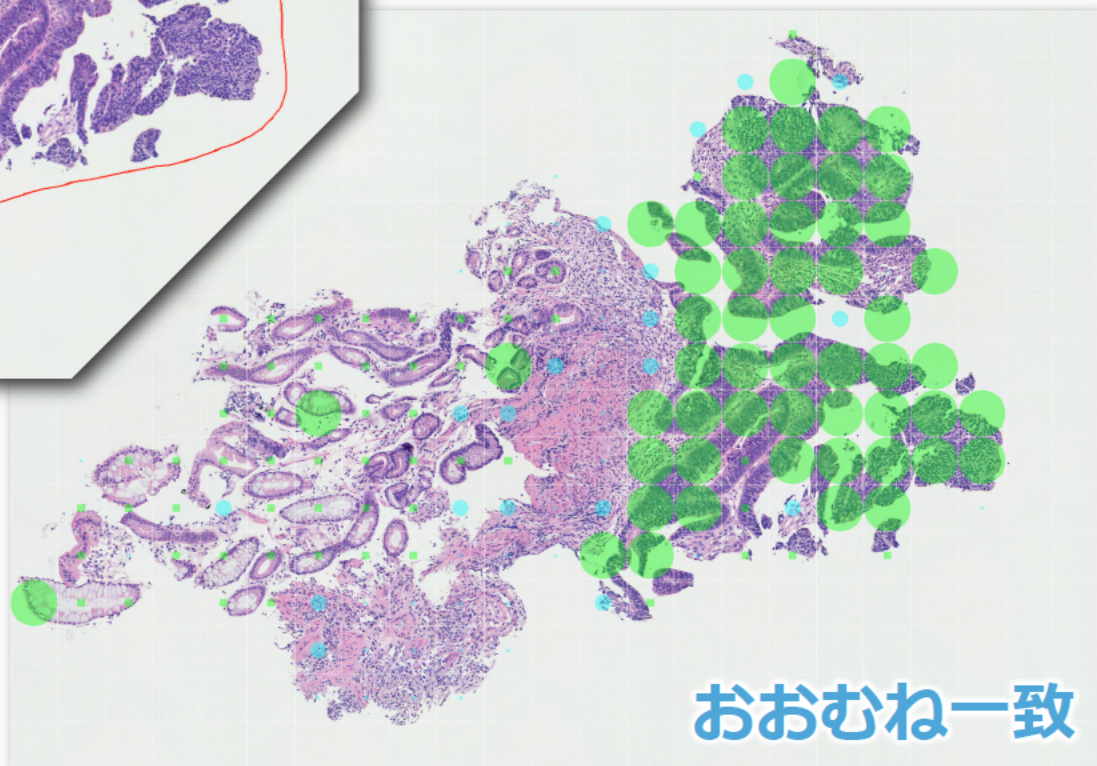
# 実験結果 2 (WSIデータへの適用)

Whole Slide Image (x20)  
5888x4864画素  
(約2.9x2.4mm)



←医師による  
アノテーション

検出結果 →  
緑色の大きな●が  
異常と判定された部位



おおむね一致



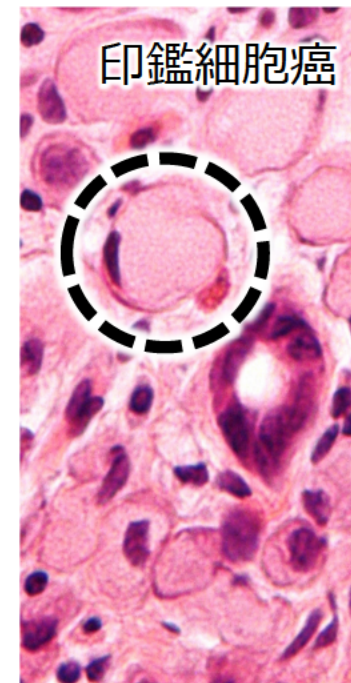
# 8K技術への期待（病理診断支援）

## ● 高速化

- 1度に撮影可能な面積の拡大による、撮影時間の大幅な短縮
- 遠隔地からの術中迅速診断への適用（大容量データの高速伝送技術が必須）

## ● 高精細化

- 細胞単位での観察
  - 印鑑細胞癌の検出精度向上
- 核内構造（染色体・核小体など）の観察
  - 構造異型よりも細胞異型に基づく診断が重視される部位（リンパ節等）で特に期待



# アウトライン

1. 病理画像診断支援
2. 内視鏡検査支援
3. 機械学習に基づく診断支援  
のための情報基盤

# 内視鏡検査支援

患者に苦痛を与えない**機器操作**、異常を見落とさない**観察**、**正確な診断**の全てを同時に行うため、高度な手技が必要

⇒ **医師の経験や技量に診断結果が左右される懸念**

## 潰瘍性大腸炎

- 厚労省指定の難病(1975年)、患者数**11万人**(2009時点)
- 下痢・血便・貧血・腹痛などにより、QOLの著しい低下
- 発症ピークは20代後半、重症時にがんの合併リスク

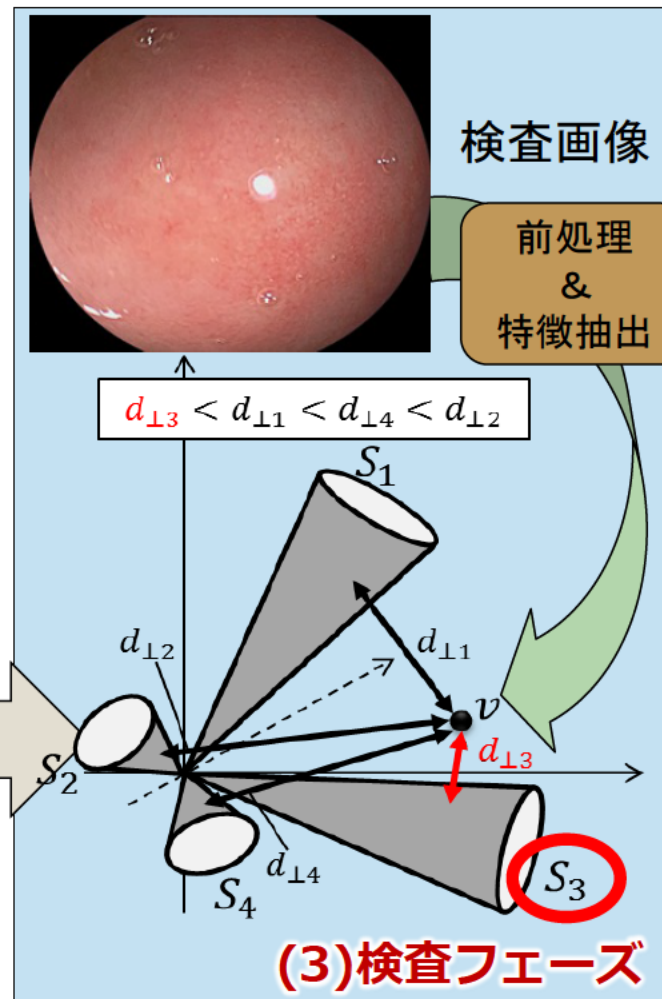
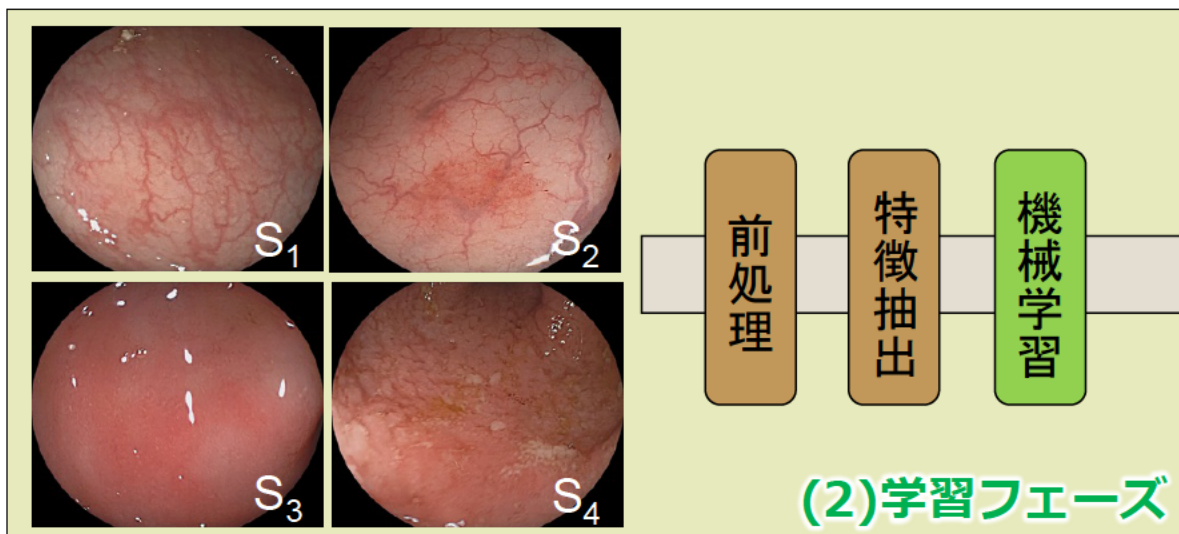
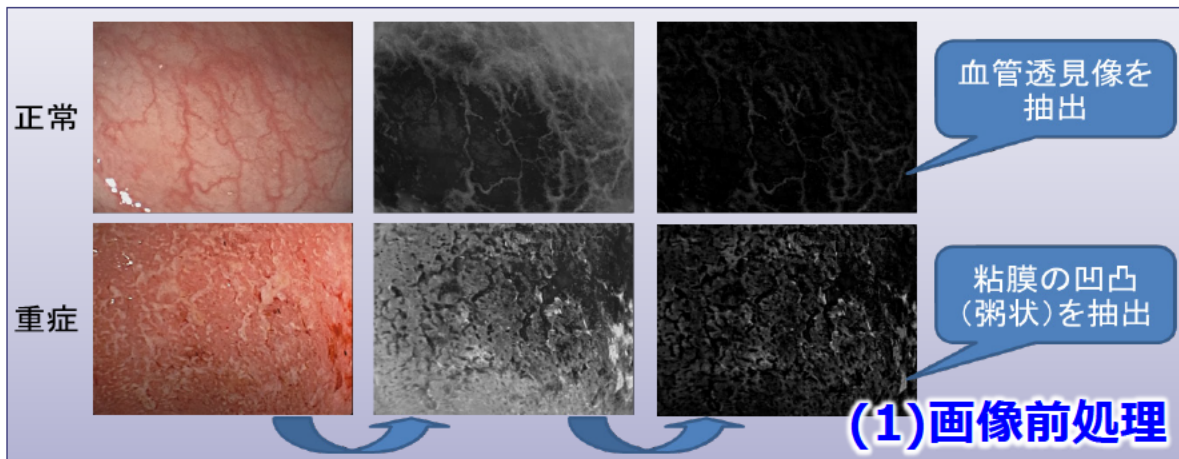
⇒ **診断には高度な技量と熟練が必要**

内視鏡診断支援技術への期待

⇒ 重症度分類や類似症例検索の結果をリアルタイムに医師へ提示



# 重症度分類



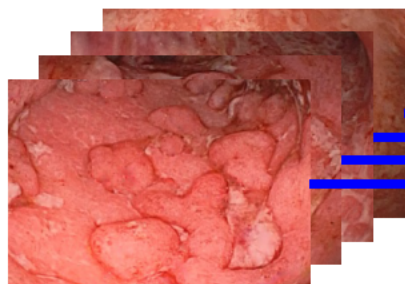
あらかじめ学習した重症度別の画像DBに基づいて重症度を分類

※ "An Objective Evaluation Method of Ulcerative Colitis with Optical Colonoscopy Images based on Higher Order Local Auto-Correlation Features," Hirokazu Nosato, Hidenori Sakanashi, Eiichi Takahashi and Masahiro Murakawa, Proc. of IEEE ISBI, pp.89-92, 2014

# 類似症例検索

学習フェーズ

検索フェーズ



教師画像  
(診断済み)

血管・粘膜凹凸強調処理

統計的・幾何学的特徴抽出

多変量解析による  
判別モデル構築



対象画像  
(検索キー)

(1) 症例DBの構築  
(画像&特徴量)

$v_{target}$

(2) 検索要求



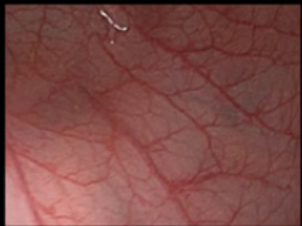
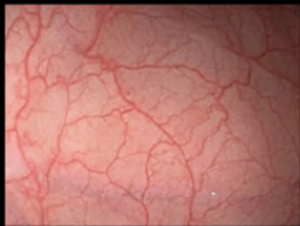

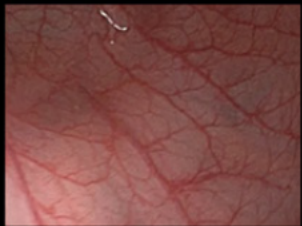
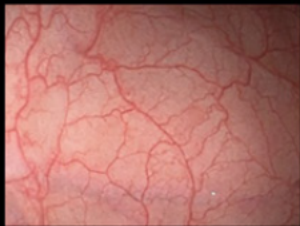








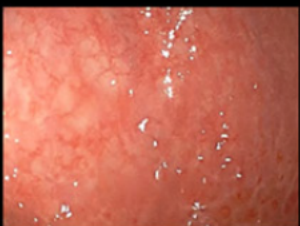






(3) 検索結果

(4) 症例DBの更新

**類似症例**



# 潰瘍性大腸炎症例の検索結果

Normal				
				
Moderate				
				
Severe				
				
	<b>Query</b>	<b>Best</b>	<b>Second</b>	<b>Third</b>

# 内視鏡診断支援システム (プロトタイプ)

## 大腸粘膜の病態を内視鏡画像の情報から判別する技術

内視鏡画像から抽出したHLAC特徴量をベースにした

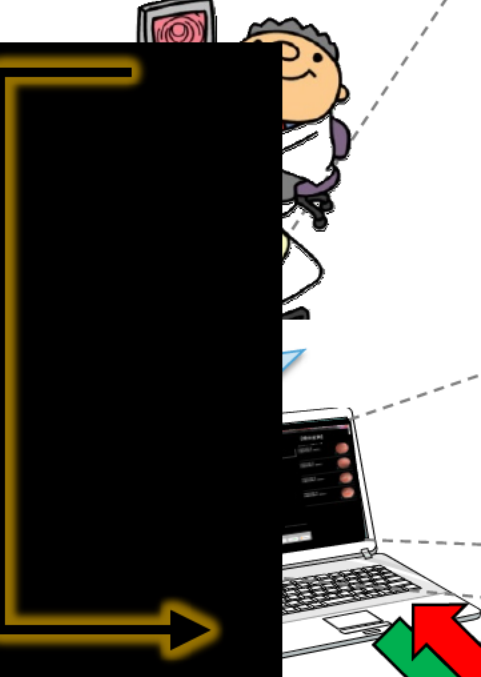
「重症度分類」と「類似症例画像検索」

粘膜の炎症状況を分類

(1) 重症度分類

で結果を表示

内視鏡検査装置



【対象画像】

【診断結果】  
軽症  
Level 2.0

【類似症例】

R0201EX	血管造影像あり、発赤あり。	
R0203EX	血管造影像あり、発赤あり。	
R0204EX	血管造影像あり、発赤あり。	
R0205EX	血管造影像あり、発赤あり。	

診断支援システム

症例DB

雰囲気が似ている画像を検索

(2) 類似症例検索 (画像・診療履歴)

# 8K技術への期待（内視鏡検査）

- 高精細拡大内視鏡による病理検査的な診断
- 強化された視覚に基づく診断支援
  - 全方位カメラなどによる死角の排除
  - マルチスペクトル撮影
- 高精細画像に基づく精密計測
  - 病巣サイズの自動測定
  - 生体材料や手術器具などのオーダーメイド設計や選択



# アウトライン

1. 病理画像診断支援
2. 内視鏡検査支援
3. **機械学習に基づく診断支援  
のための情報基盤**

# 高精細画像データの利活用

## ～症例データの共有基盤～

医師に負担をかけず、  
使い込まれることで  
性能が向上する仕組み

希少疾患を含む  
多数の高精細画像や  
診断データを蓄積

### データセンター

- 業務負荷の軽減
- 診断の質を向上
- システムを教育

医師



### 診断支援システム



診断支援機能  
(異常検出、定量化、  
類似症例検索)

誤りの訂正  
(教育)

教師データ

学習結果の共有  
(症例データ、所見・診断結果)

精度向上  
機能拡大

開発用データ  
(完全匿名化)



IT研究者

# 期待や課題

- 高品質な医療への効果
  - 地域間、施設間の格差抑制
  - 医師の業務負荷低減
- 診断支援技術に関する研究開発への効果
  - 人工知能技術にとって、高品質で大量かつ多様なデータが不可欠
  - 共通データベースによる公正な性能評価
- 情報収集基盤のセキュリティ
  - スループット、レスポンスタイム
  - 信頼性、安全性（耐攻撃、利用者認証）
- 倫理的な配慮、運用コスト、法制度