

画像認識技術による 医療診断支援

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

坂無英徳



プロフィール



産業技術総合研究所は1882年に設立された農商務省地質調査所を起源とする公的研究機関です。

2001年、通商産業省工業技術院傘下の15研究所と計量教習所が統合再編され、国立研究開発法人として、活動しています。

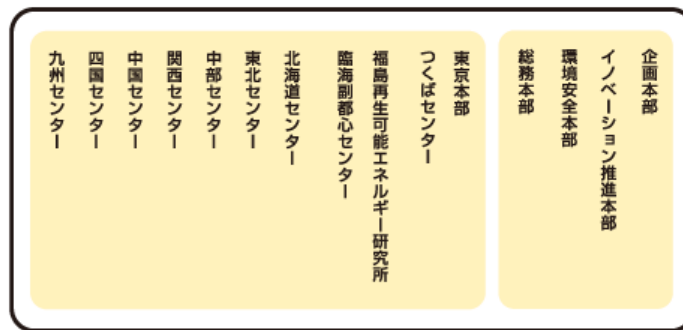
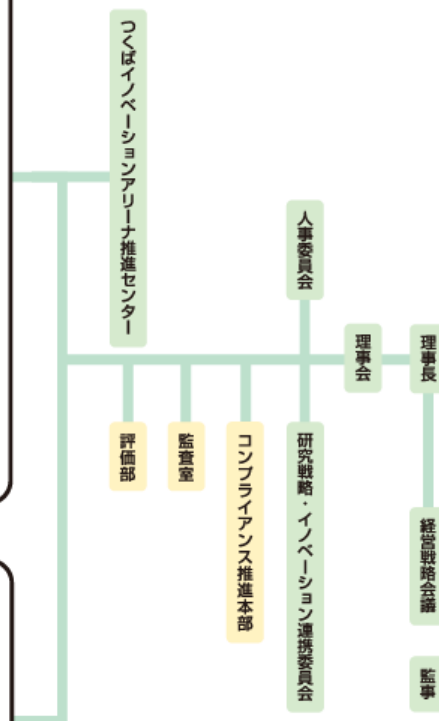
通商産業省
工業技術院

北海道工業技術研究所
東北工業技術研究所
産業技術融合領域研究所
計量研究所
機械技術研究所
物質工学工業技術研究所
生命工学工業技術研究所
電子技術総合研究所
地質調査所
資源環境技術総合研究所
名古屋工業技術研究所
大阪工業技術研究所
中国工業技術研究所
四国工業技術研究所
九州工業技術研究所
計量教習所（通産省）

国立研究開発法人
産業技術総合研究所

産業技術総合研究所 - 研究組織

7つの「領域」



2015年5月1日現在

人工知能研究センターの体制

- 2015年5月1日設立、産総研臨海副都心センター+つくばセンター
- クロスアポイントメント、客員・招聘研究員、Research Assistant 等を活用して、国内外の大学・企業から研究者の参画を得る
- 優れた技術を実用現場に橋渡しするハブ機能と人材育成
- 社会実装を進める企画チームの設置

産業技術総合研究所 人工知能研究センター

(平成27年5月設立)

臨海副都心センター

辻井潤一
研究センター長

副研究センター長（研究職1名、事務職1名）

企画チーム

松尾豊 企画チーム長

知識情報研究チーム

サービスインテリジェンス研究チーム

確率モデリング研究チーム

インテリジェントバイオインフォマティクス研究チーム

脳型人工知能研究チーム

計算社会知能研究チーム

人工知能応用研究チーム

生活知能研究チーム

人工知能クラウド研究チーム

地理情報科学情報研究チーム

機械学習研究チーム

オーミクス情報研究チーム

つくばセンター

国内外の大学・企業からの参画、連携
産総研の研究ユニットとの連携

人工知能応用研究Tの研究テーマ

① 社会インフラ等の監視・メンテナンス支援



② 医療・ヘルスケア分野における診断・見守り支援

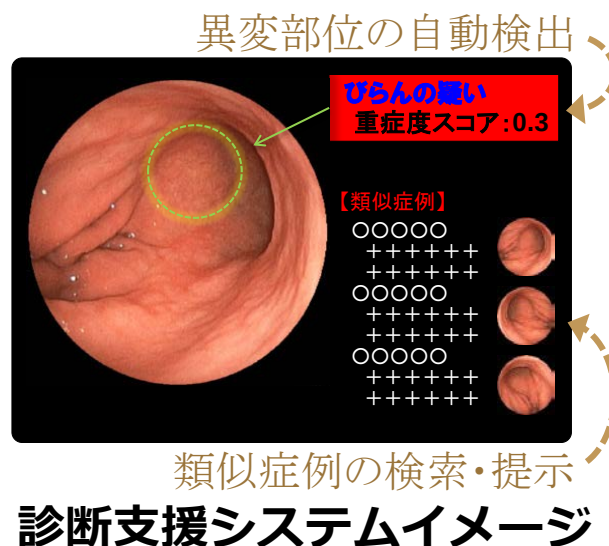
研究開発の背景

- がん患者の増加 と 医療格差
 - 2016年は罹患予測数が100万人を突破
 - 地域格差、診療科格差、経済格差
 - ⇒ 医師の数は増えても不足が解消されない
- デジタル化のもたらした新たな課題
 - 情報爆発：医師（人間）には処理不可能なデータ量
 - さらなる医師の負担増



- 人工知能技術による
医療診断支援

- 医師の負担軽減
- 医療データの有効活用



病理診断支援：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

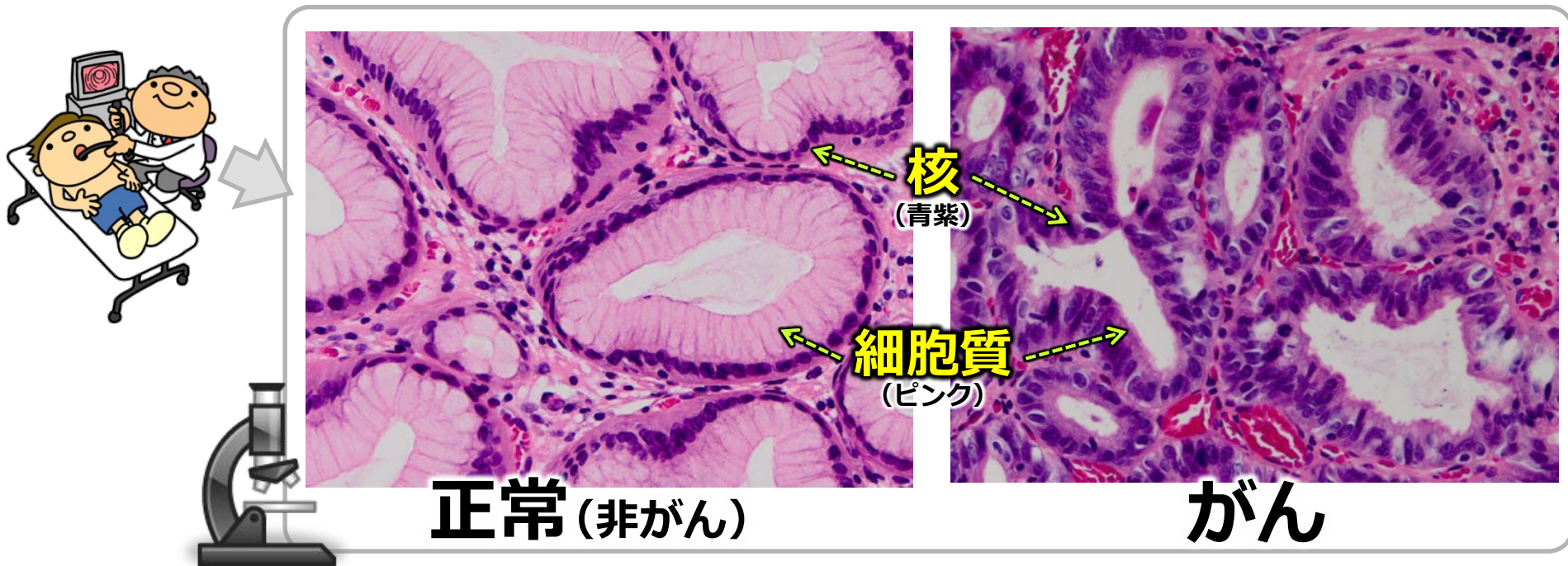
(※2) 上原, "病理医の現状と展望", 信州医誌, 58(2), 51-55, 2010

(※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"

病理診断支援システムの開発

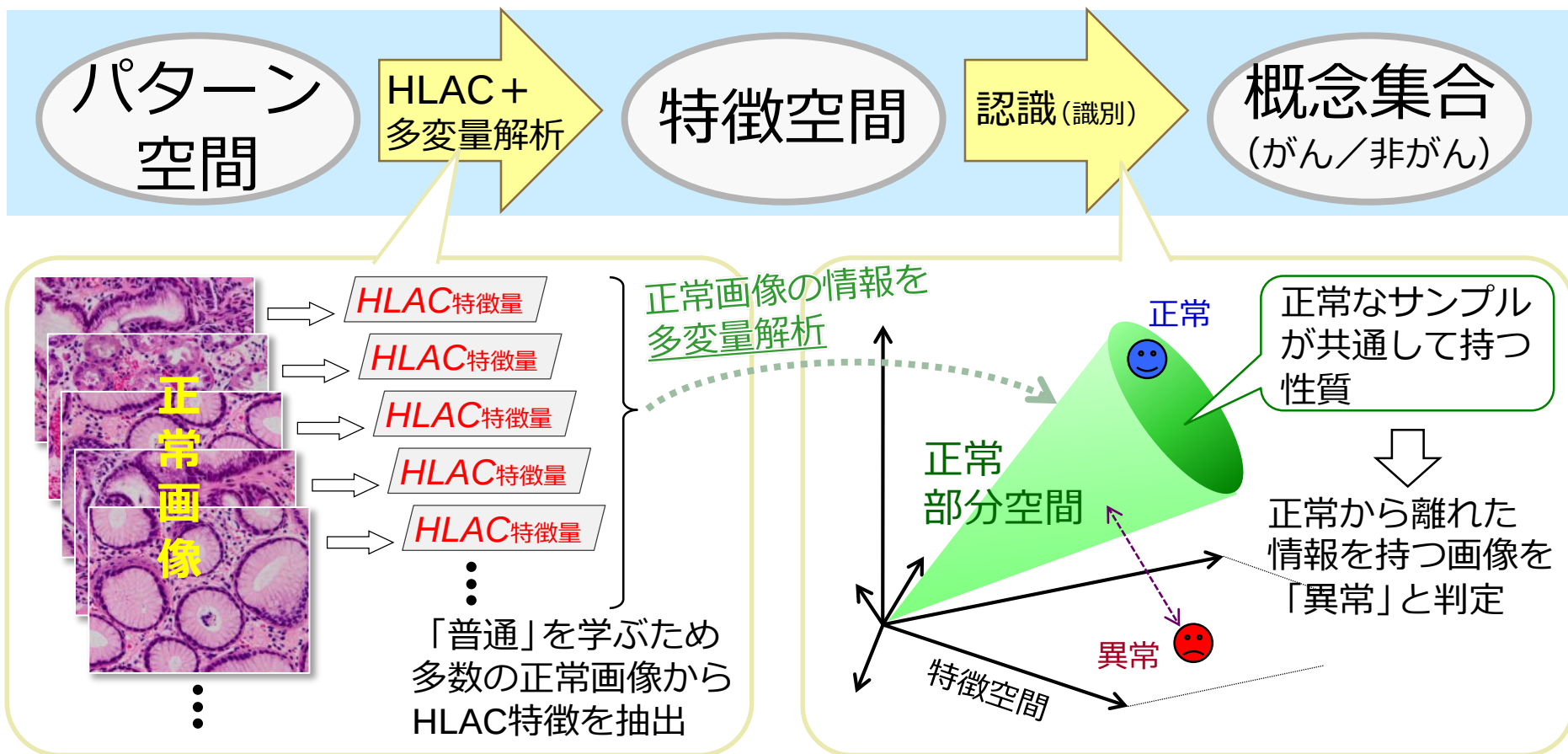
病理診断：高度ながん医療に不可欠

- 最終診断を行い、手術範囲や治療方針の決定に関与
- 人体から採取された組織を薄切、染色して作られる標本を顕微鏡で観察



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



実験結果 1

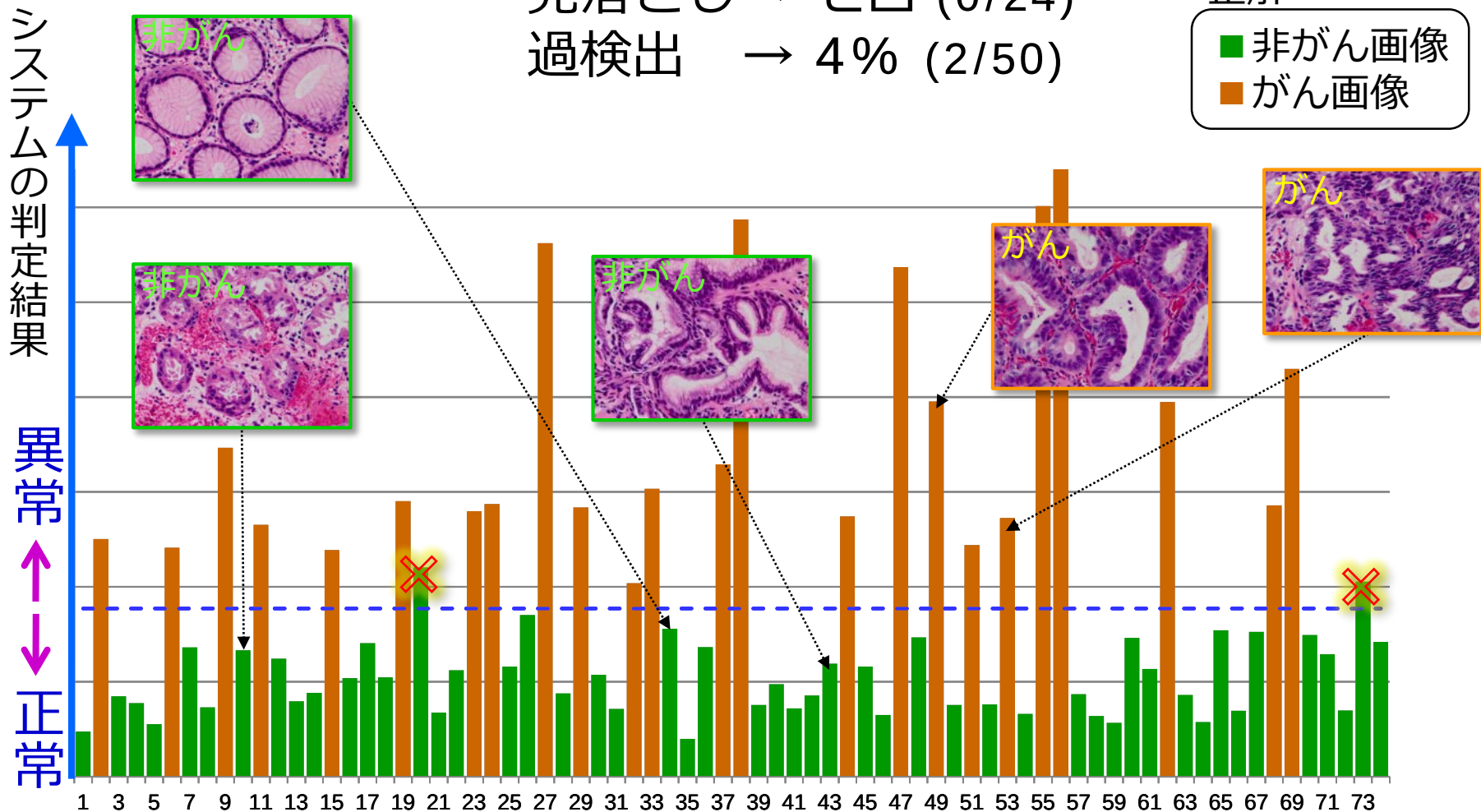
がん画像をすべて検出

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



Whole Slide Imaging

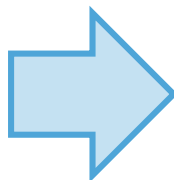
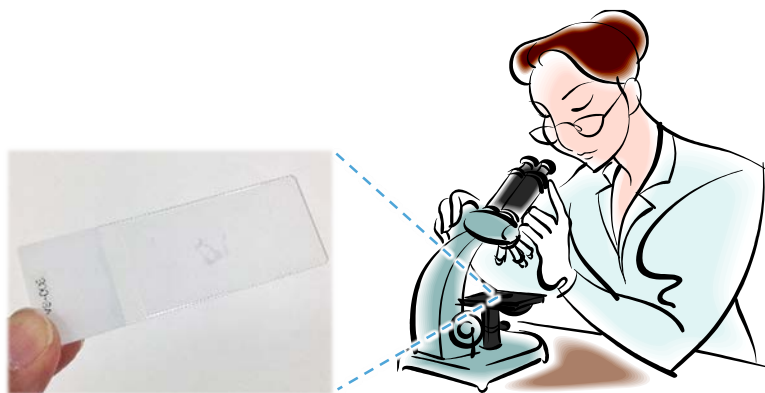
病理診断等で用いられるガラススライドを、
高速・高解像度でデジタル画像に変換するシステム
(バーチャルスライドやスライドスキャナとも呼ばれる)

利点

- データの複製・共有
データベース化が容易
- 標本が劣化しない
- 保管コスト低減
- ネットワーク伝送⇒遠隔診断

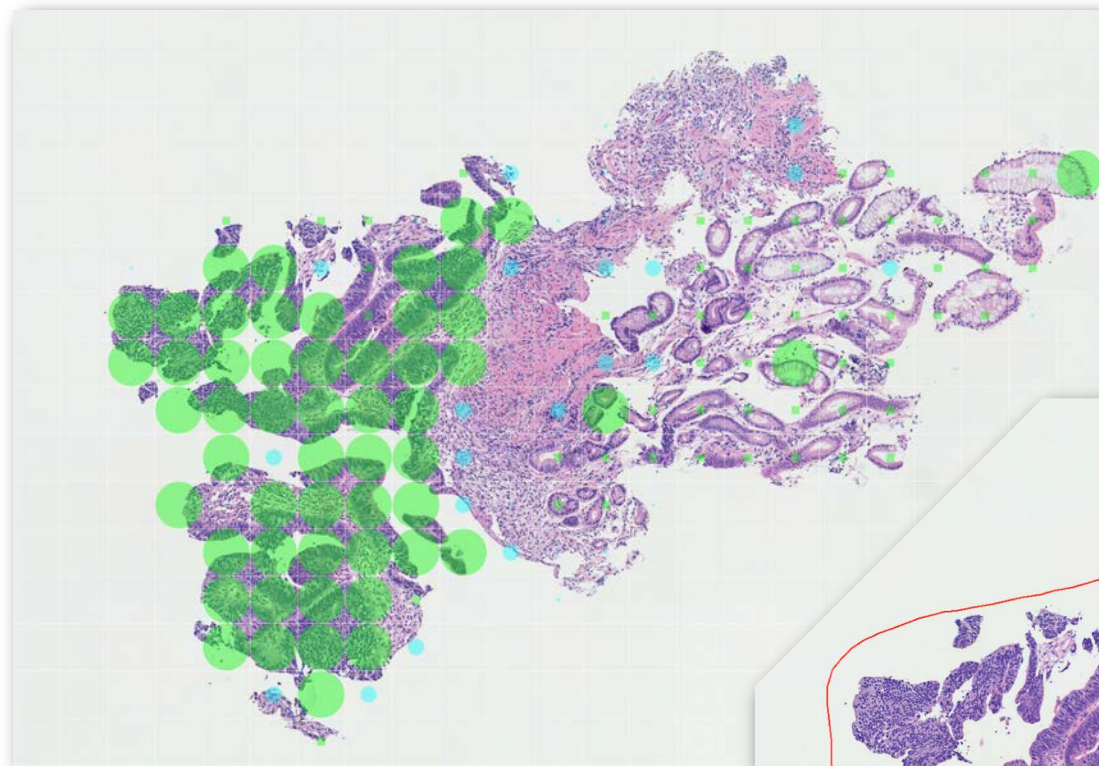
課題

- データサイズが巨大
 - 最大20億(≈ 4.5 万²)画素
(1スライドあたり600MB超)
 - 普通のビューアでは開けない
- 医師数は増えないので、
データが増えると負担増大



オリンパス VS120 <http://www.olympus.co.jp/jp/lisg/bio-micro/product/vs120>

実験結果 1

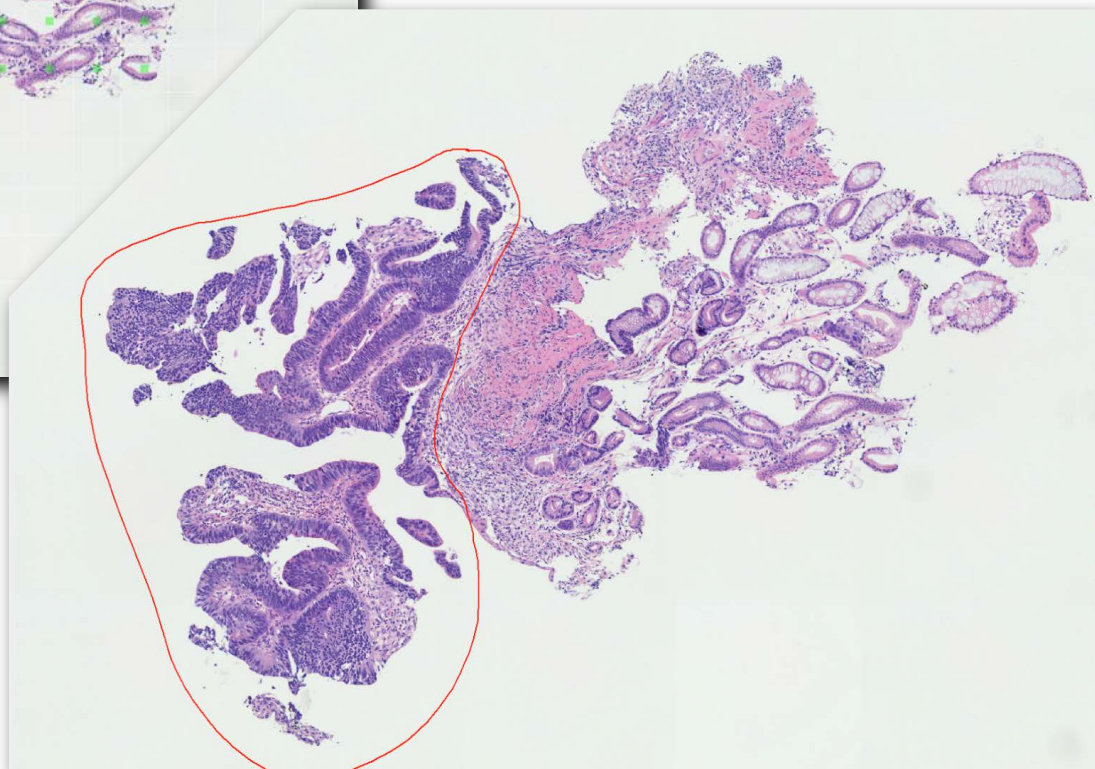


Whole Slide Image (x20)
5888x4864画素
(約2.9x2.4mm)

医師による →
診断結果

← 検出結果

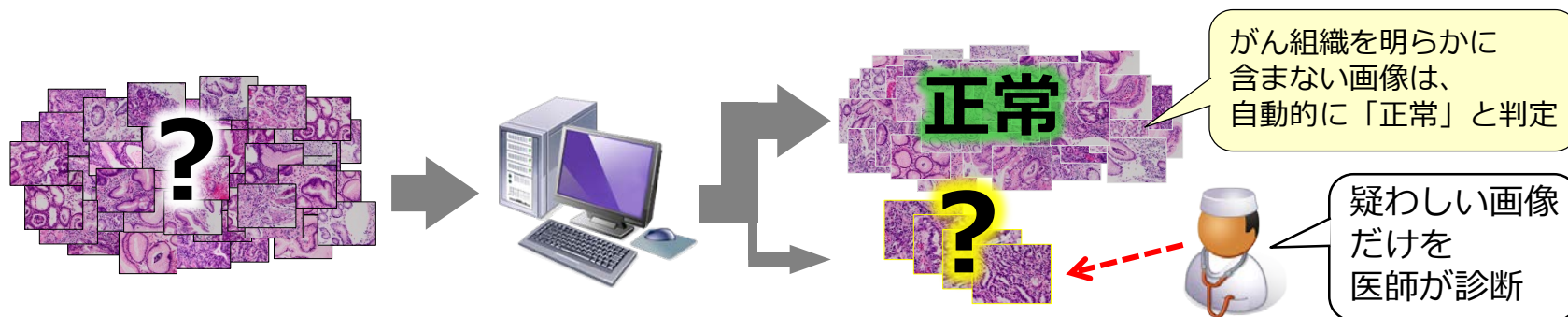
● = 異常が
疑われる領域



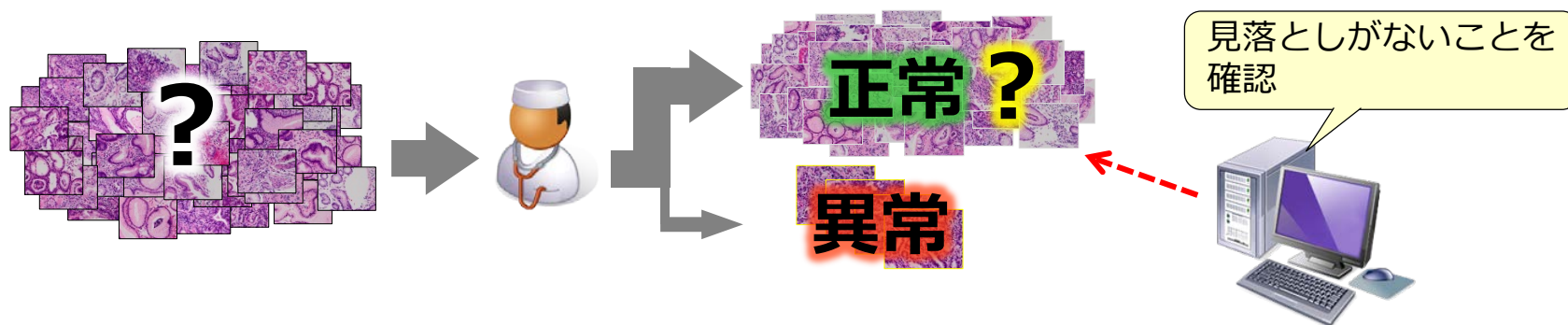
目指す人工知能技術の活用方式

医師と共存し、診断を支援するシステム

- **スクリーニング**による医師の負荷軽減と業務効率向上



- **ダブルチェック**による見落としの防止（診断精度の向上）



研究背景

【小腸】

- 栄養の吸収において最重要
- 暗黒の臓器
 - 口からも肛門からも遠い
 - 長く、曲がりくねって、動きやすい
- ダブルバルーン内視鏡
 - 苦痛など、患者への大きな負担
- **カプセル内視鏡**
 - カメラ、照明、送信機、バッテリー 内蔵
 - 患者へ苦痛が極めて少ない
 - 日本では2007年に薬事承認



カプセル内視鏡検査の課題

1 回の検査映像:
50,000フレーム以上
(2~6fps、約8時間)



数十分から数時間の時間をかけて
医師が観察および診断



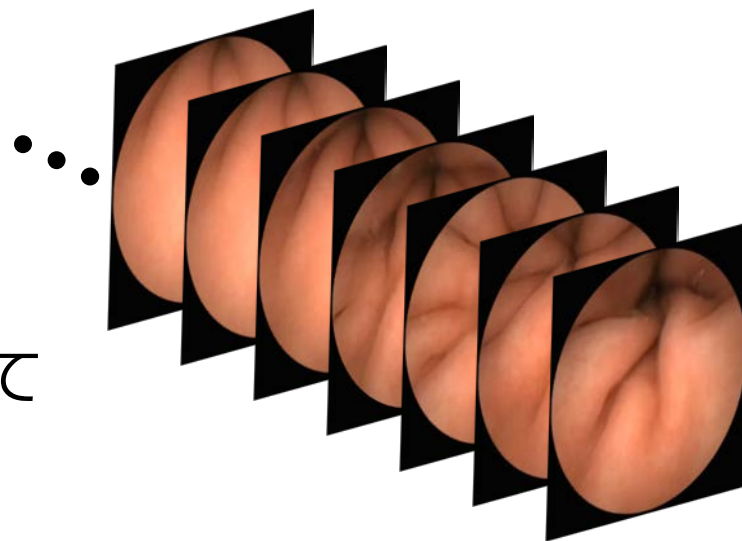
長い診断時間、大きな心理的負担
⇒診断ミス（見落とし）の危険性、業務効率の低下



コンピュータによる診断支援

≡異常（病変）箇所の自動検出など

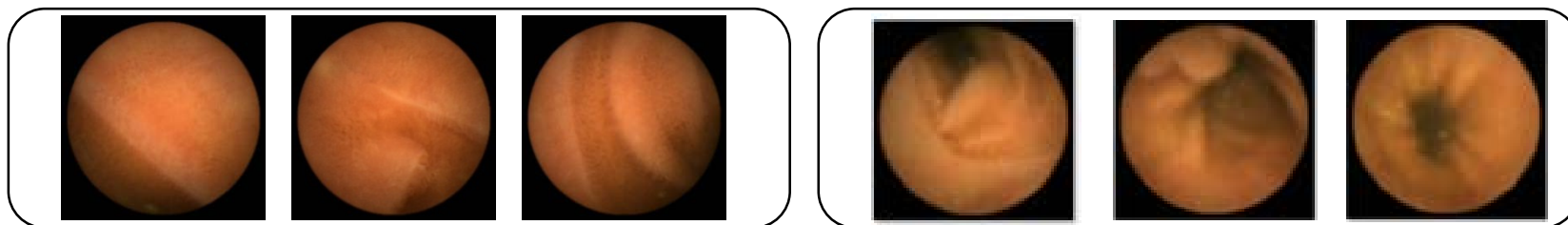
→ 診断の質の向上、医師の負担軽減、診断時間の短縮



実験データ

■学習データ (510 x 510 pixels 24bit bmp)

異常のない画像(正常腸壁270枚、正常管腔90枚、合計360枚)



■テストデータ(510 x 510 pixels 24bit bmp)

学習データ(参照グループ)

360枚

Group 1. 正常腸壁

169枚

Group 2. 正常管腔

252枚

Group 3. 残渣

120枚

Group 4. 泡

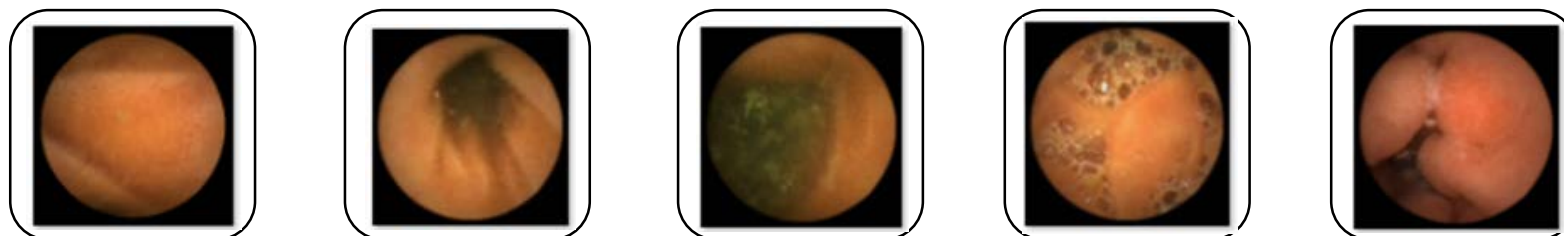
152枚

Group 5. 腫瘍 (Cronkhite-Canada Syndrome)

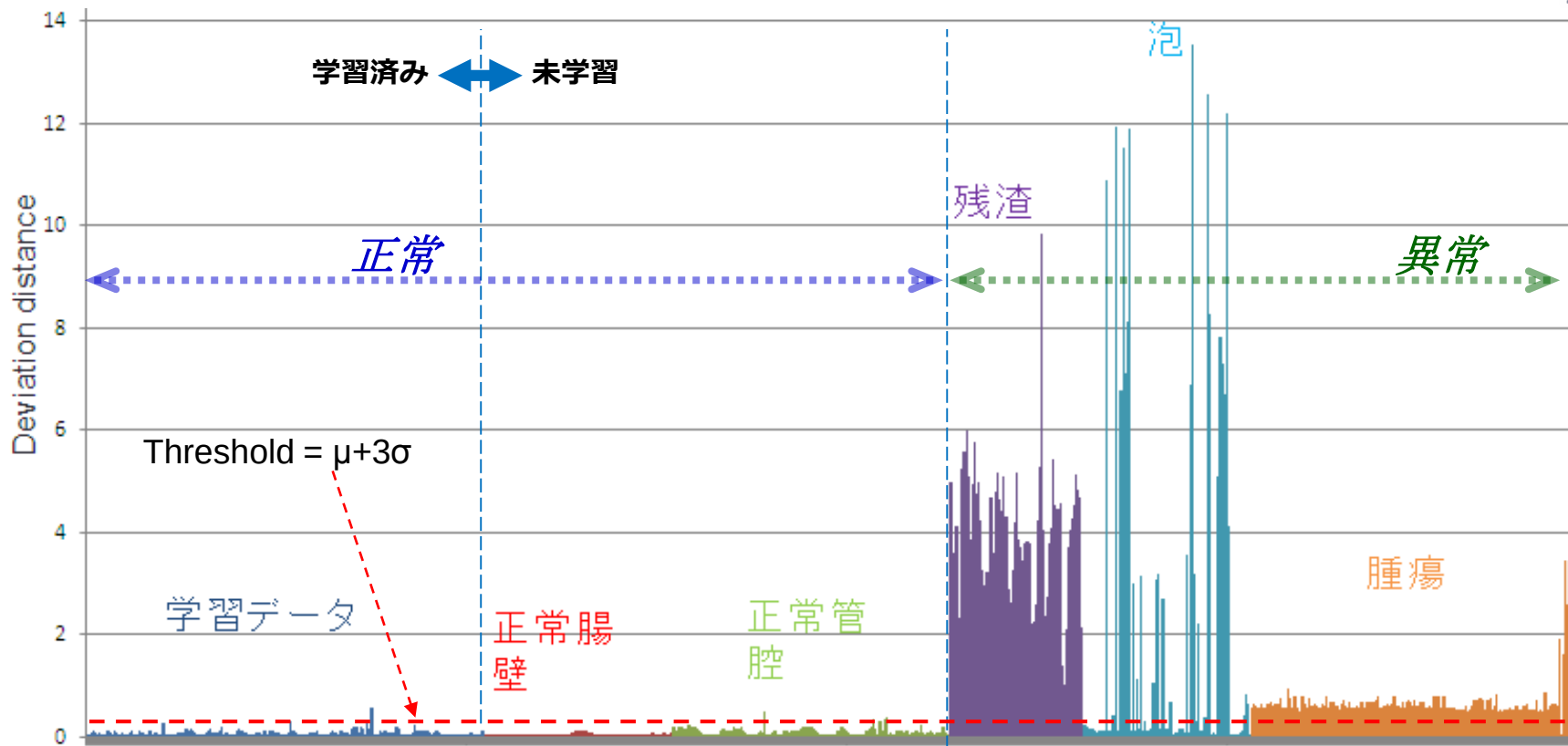
291枚

正常

異常



実験結果



- ✓ 異常（残渣、腫瘍）の識別に成功
- ✓ さらなる性能向上
 - ・ 微小な異常の検出
 - ・ その他の異常（出血、びらん、潰瘍など）の検出

内視鏡検査

【内視鏡】自然の、または外科的に作られた開口を通じて体腔内に導入し、検査・診断・治療などを行う、観察手段と治療手段をもった医療用器具^[1]

患者に苦痛を与えない**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、高度な手技が必要とされる

- 上部消化管内視鏡
(胃カメラ)
- 下部消化管内視鏡
(大腸内視鏡)
- カプセル内視鏡
- 気管支内視鏡



上部消化管内視鏡

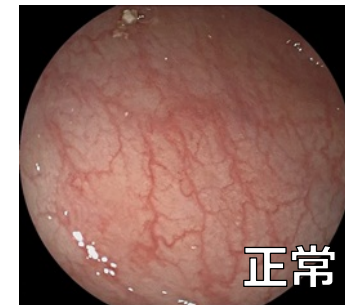
富士フイルム EG-580RD

[1] 特許でわかる医療用診断器具より

<http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr_0719.html>

大腸内視鏡検査

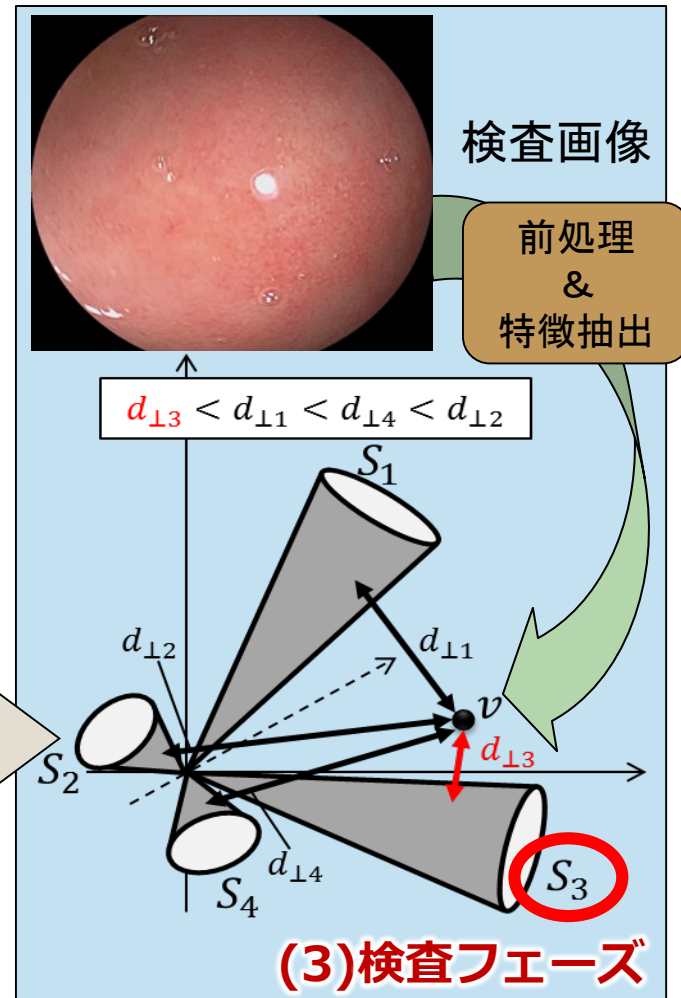
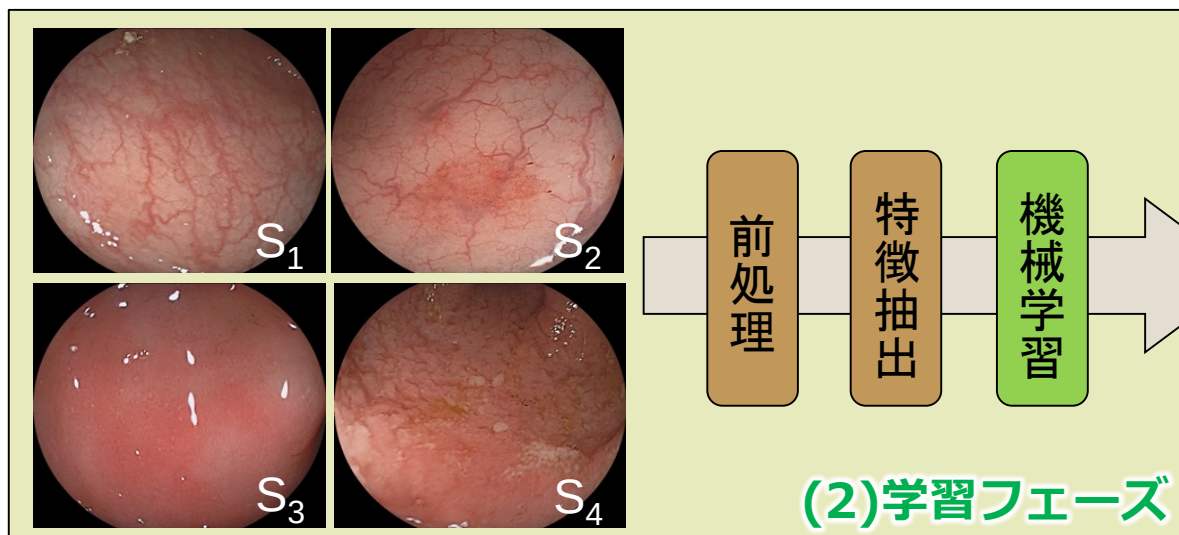
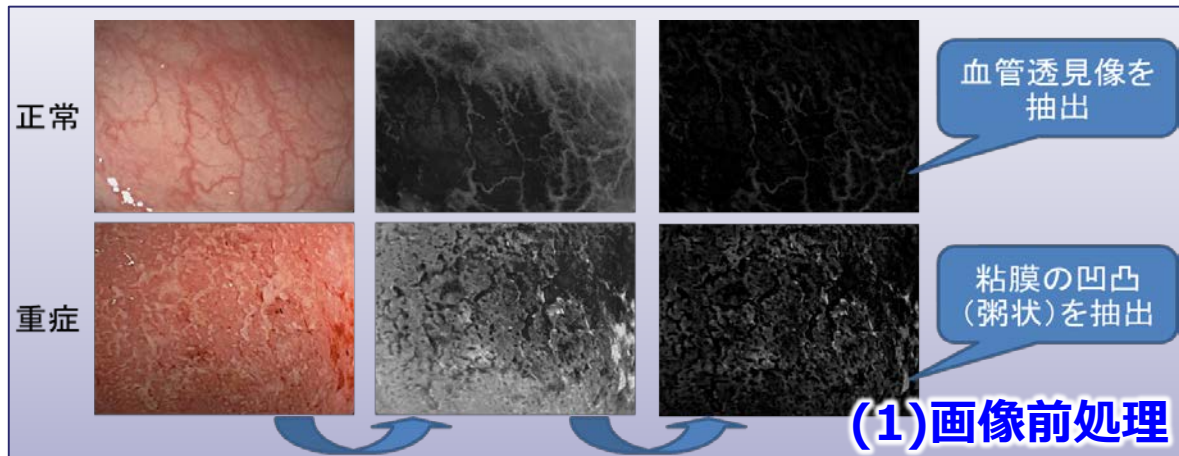
- 対象：潰瘍性大腸炎
 - 1975年から難病指定、患者数は11万人（2009時点）
 - 広い範囲の粘膜の炎症により、下痢・血便・貧血・腹痛など
⇒ QOLの著しい低下
 - 発症ピークは20代後半
 - 重症時にがんの合併を伴うリスク



がん早期発見のため
症状の**客観的指標**の確立が急務
「**重症度分類**」と「**類似症例検索**」

重症度分類

過去の症例画像DBに基づいて基準を学習し、
検査画像を重症度別に自動分類

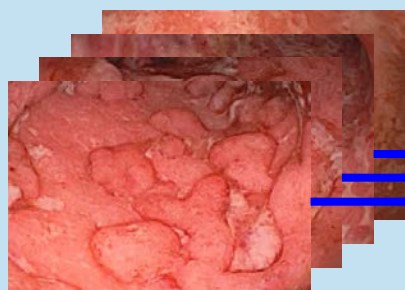


類似症例検索

検査対象画像に似た症例を自動検索

学習フェーズ

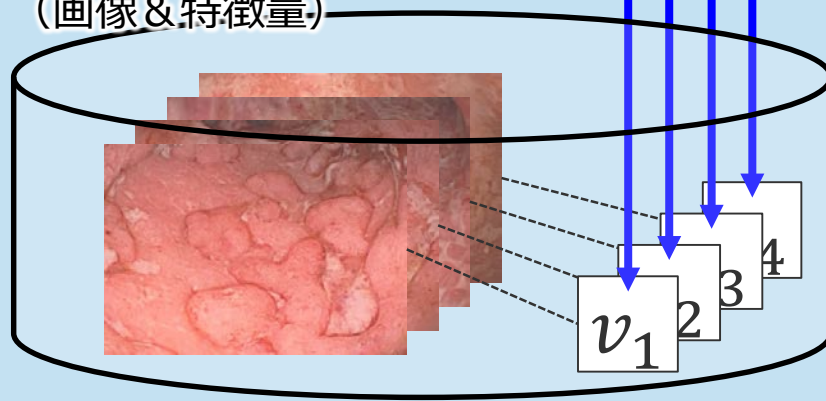
検索フェーズ



教師画像
(診断済み)



(1) 症例DBの構築
(画像&特徴量)



対象画像
(検索キー)

v_{target}

(2) 検索要求

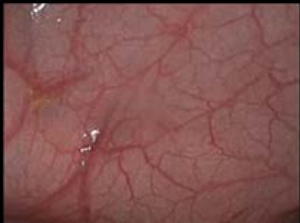
(3) 検索結果

(4) 症例DBの更新

類似症例



潰瘍性大腸炎症例の検索結果

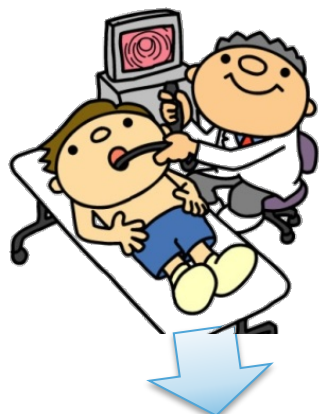
Normal					
Moderate					
Severe					
					
	Query		Best	Second	Third

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

「重症度分類」と「類似症例画像検索」

内視鏡検査装置



診断支援システム

粘膜の炎症状況を分類

(1) 重症度分類



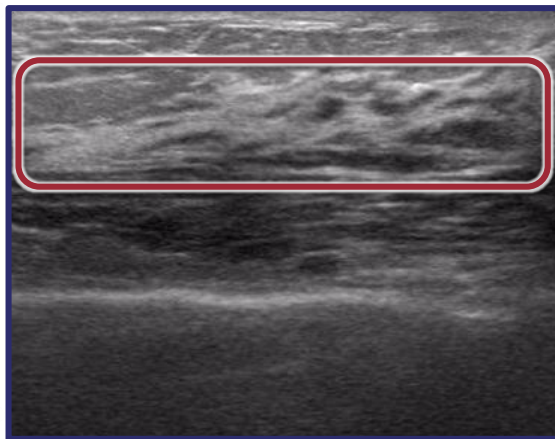
数秒で結果を

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)

症例DB

乳腺超音波検査

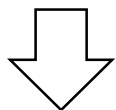


- } 皮膚・脂肪
- } 乳腺組織
⇒乳がんは此处で発生
- } 筋肉・肋骨

😊 乳腺密度に影響されにくい

😊 被曝なし（妊婦でも検査可）

😞 診断精度は検査者の経験や技量に大きく依存



コンピュータによる検査支援への期待

課題：多くの粒状ノイズ、不明瞭な輪郭

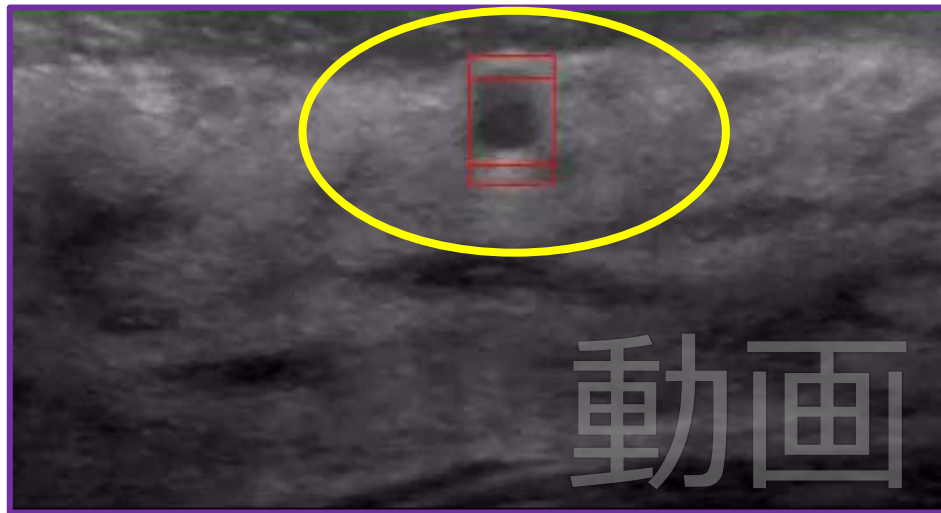
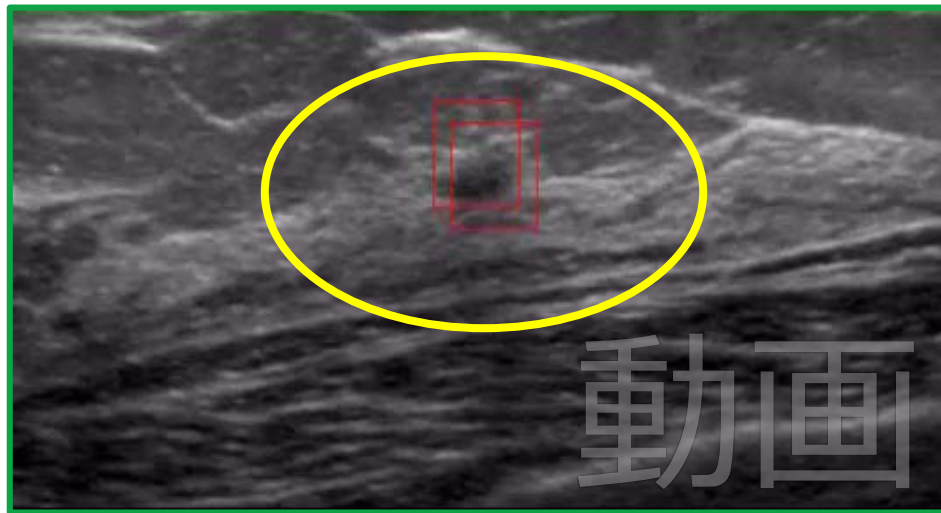
⇒形だけでなく動きの認識も必要



実験結果

被験者A

被験者B



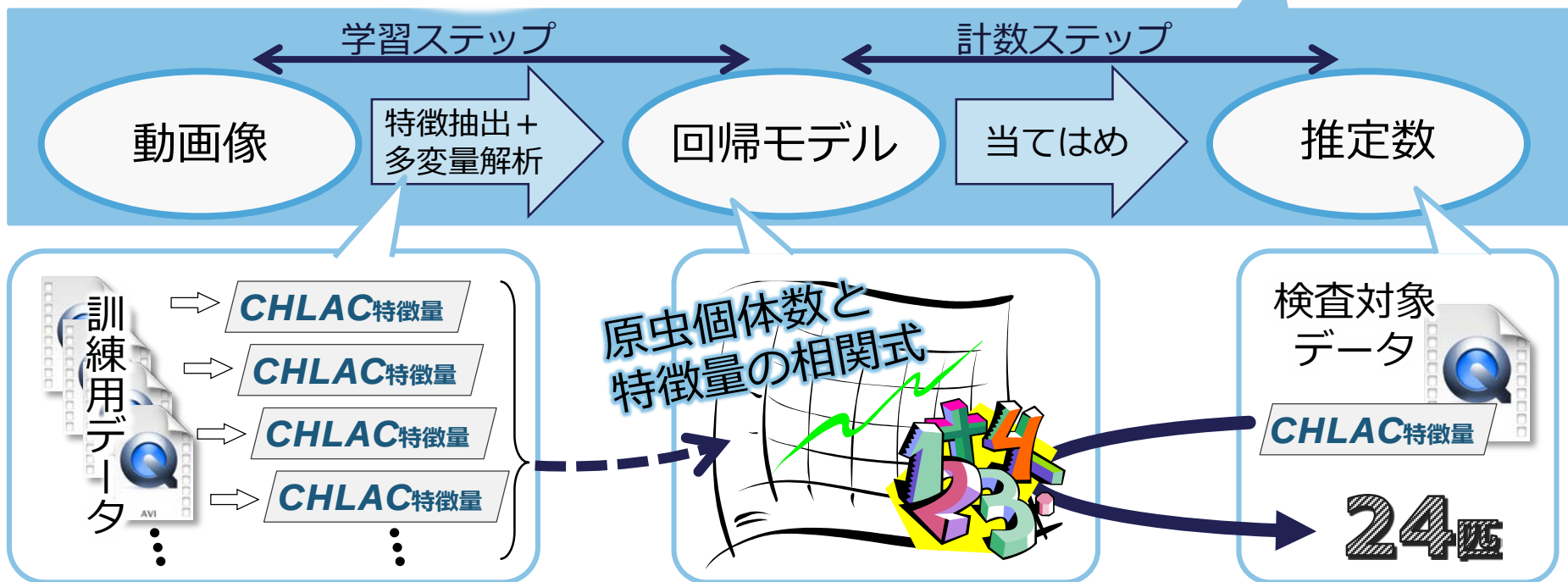
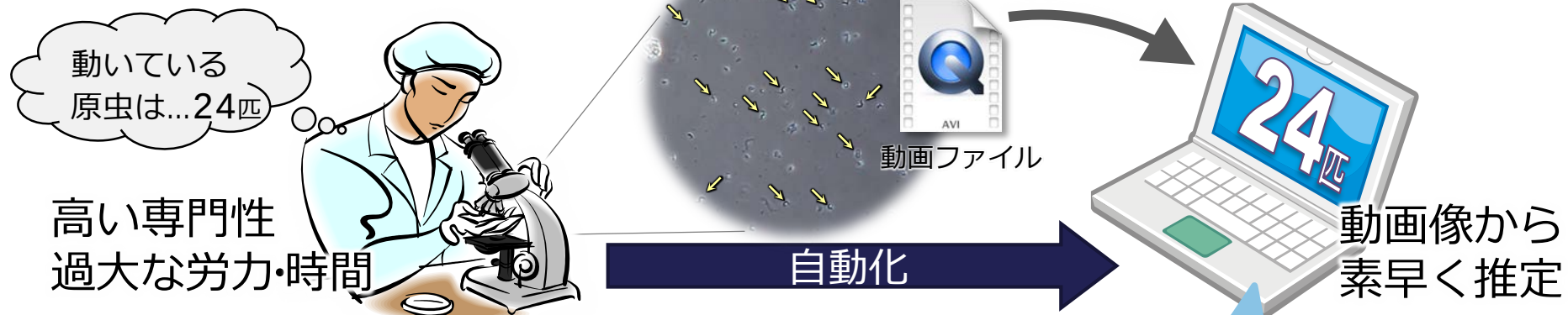
病変

病変

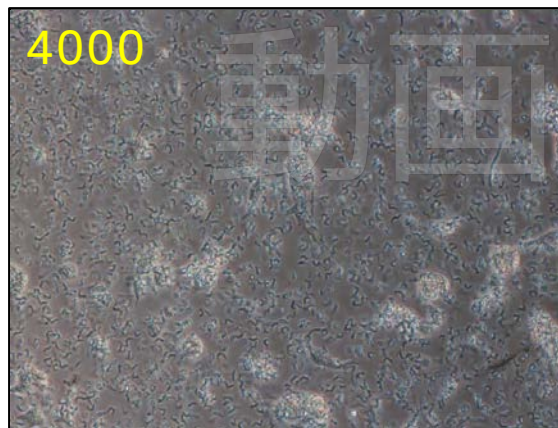
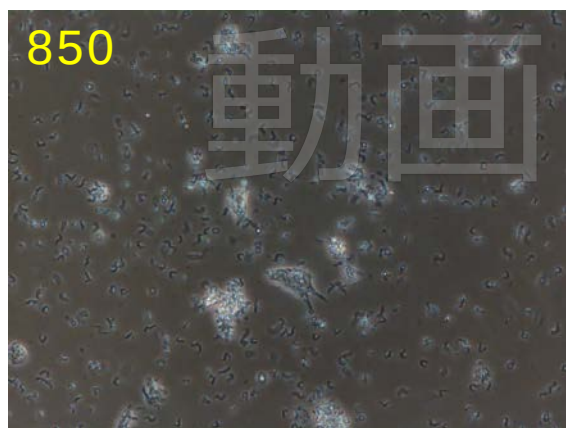
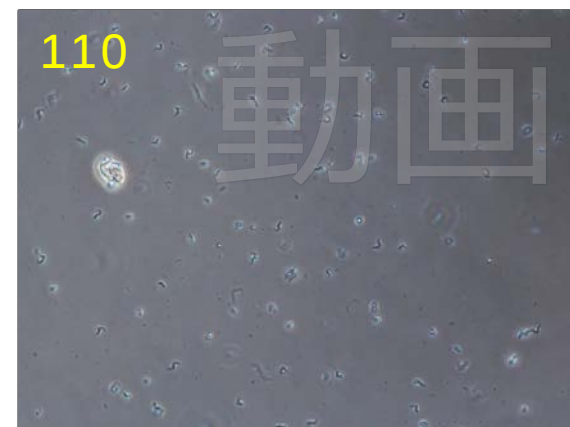
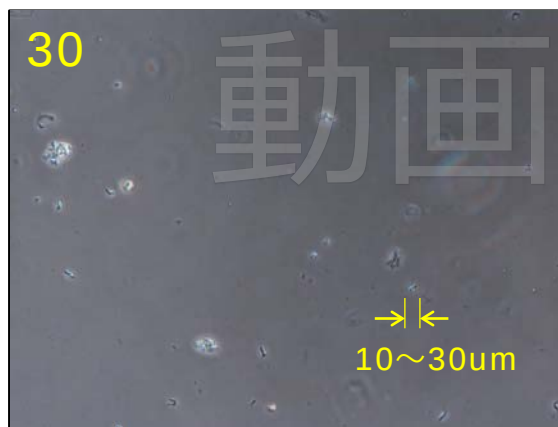
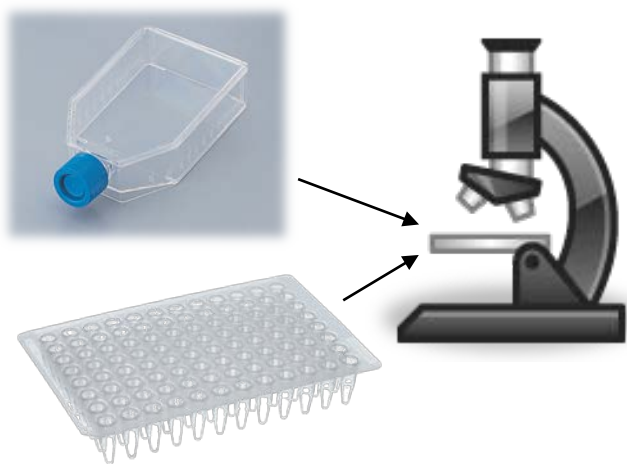
過検出
ではなかった

手法の概要

「匠の眼」を持つシステムの実現を目指す



「動く原虫」の例



実験 1

- 「原虫の個体数推定」
- 使用データ
 - マウス脳由来繊維芽細胞内で増殖したT. cruzi Tulahuen株の培養上清を撮影した動画像（長崎大学熱帯医学研究所から提供）
 - 11種類 of 原虫数：30, 50, 110, 220, 380, 850, 1100, 2100, 4000, 8000, 11000
 - 2種類の動画像：同一上清において、上部および下部に焦点を合わせて撮影
- 手順
 - 上部動画で学習→下部動画で推定（逆も実施）

実験結果

推定値にバラツキは見られるが、その中央値は高い精度で実測値と一致

