

別添 1

厚生労働省科学研究費補助金

政策科学総合研究事業
(臨床研究等 I C T 基盤構築研究事業)

病理デジタル画像・人工知能技術を用いた、病理画像認識による術中迅速
・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発に関する研究

平成28年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 佐々木 毅

平成 29 (2017) 年 5 月

別添 2

目 次

I . 総括研究報告	
病理デジタル画像・人工知能技術を用いた、病理画像認識による術中迅速 ・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発に関する研究	- 1- 4
佐々木 毅	
II . 分担研究報告	
1 . 病理診断学・サルコーマに関する研究	-----5-6
高澤 豊	
2 . 臨床試験データ管理学・SNOMED-CTに関する研究	----- 7
宮路 天平	
3 . 医学統計に関する研究	----- 8
山口 拓洋	
4 . 深層学習・人工知能に関する研究	----- 9
野村 直之	
5 . 画像データ加工・分割・フィルタリングに関する研究	----- 10
宮越 徹	
III . 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 11

厚生労働省科学研究費補助金
政策科学総合研究事業（臨床研究等ICT基盤構築事業）

I. 総括研究報告

病理デジタル画像・人工知能技術を用いた、病理画像認識による術中迅速・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発（H28-ICT-一般-009）

研究代表者 佐々木毅 東京大学医学部附属病院 准教授

研究要旨：人工知能（AI）を活用した病理診断支援ツールの開発の3年計画の1年目。本年は病理デジタル画像（Whole Slide Images：ヴァーチャルスキャナ機器で取り込んだ病理画像：以下WSI）を用いて、病理医不在病院および1人病理医病院の術中迅速診断およびダブルチェックを支援するための、「リンパ節転移」の見逃し等を指摘するAIの開発に着手した。十分なWSIの症例数が提供でき、なおかつAI学習用のための「画像加工ツール（画像切り出しツール）」の開発にも成功し、また高速のディープラーニングマシンの装備により画像切り出し時間、学習時間の大幅な短縮が可能となった。その結果、当初の計画では平成29年8月末にAI病理画像認識精度90%を目指したが、既に95%程度となっており大幅に予定を前倒しして実地（臨床検体）で試験運用することが可能な見通しとなった。現在は、画面のWSI画像に、癌の確率を色の濃淡でmappingするソフトの開発に着手している。

A. 研究目的・研究目標

(1)術中迅速病理診断の見逃しやダブルチェック等をデジタル画像で行う人工知能（Artificial Intelligence：以下AI）を活用した病理画像認識診断支援ツールの開発を行う。平成28年度はセンチネルリンパ節検体のWSIを用いて、AI病理診断支援ツールの開発に挑む。具体的な目標値として認識精度を平成29年3月末までに80%以上、平成29年8月までに90%以上の認識精度をめざした。

(2)WSIは9億画素から36億画素。一方でAIの学習のためには9万画素程度が限界である。そのために画像加工ツールの開発が必要である。その画像加工ツールの開発も研究課題として行う。

(3)希少がんの病理診断困難症例の画像認識診断支援ツールの開発については、

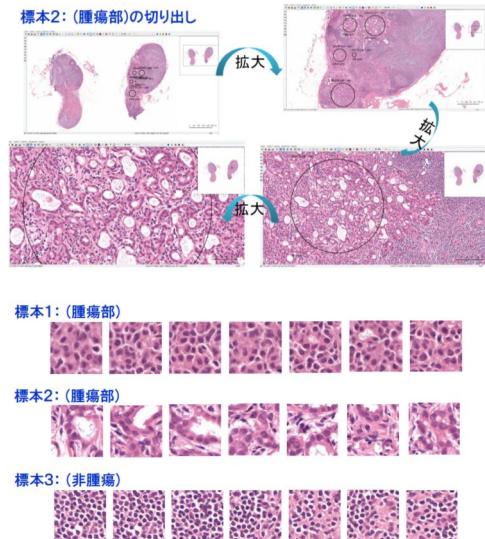
SNOMED-CTによる診断名のマッピングを検討し、SNOMED-CTの階層構造や運用状況の調査を行い、SNOMED-CTの使用の要否について検討する。また、2017年5月施行の、改正個人情報保護法に関連して、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針が改訂されたため、本研究課題における希少がん患者の症例データの取り扱いについて検討を行う。

(4)平成29年4月より開始する「希少がん」の画像使用に関して、データベースの整理および臨床情報、病理情報、画像情報の紐付とデータベースの整備を行う。

B. 研究方法等

(1)：AIに活用可能な病理デジタル画像（Whole Slide Images：ヴァーチャルスキャナ機器で取り込んだ病理画像：以下WSI）の加工法の開発について

* WSI は 9 億画素から 36 億画素。一方、AI に活用する画素数は 9 万画素程度。効率よく画像を切り出すツールの開発：



* 上図は画像中よりマニュアルにより、腫瘍部を選択し、画像切り出し部位を選定

* 下図は実際に切り出した画像

* 上記トライアルより、研究の効率化のために「画像自動切り出しツール・アプリケーションソフト」の開発が必要と判断（平成 28 年 12 月 14 日「第 2 回 AI 進捗状況確認会議」）

12 月より作成に着手．平成 29 年 1 月 11 日「第 3 回 AI 進捗状況確認会議」にて「半自動画像切り出しアプリケーションソフト」の報告

(2)：深層学習の具体的な手順と AI「リンパ節転移病理診断支援ツール」開発：

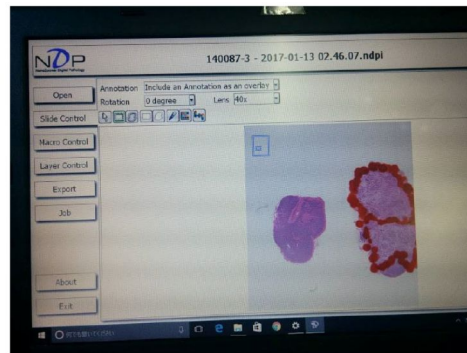
- ・ 9 億画素の現画像 1 枚を、256pix 四方の正方形タイル 数万枚 ~ 20 数万枚に分割（上記ツール使用）

- ・ 元標本上で腫瘍の領域、非腫瘍領域、空白域（脂肪細胞）の 3 種に識別（正解データの作成）

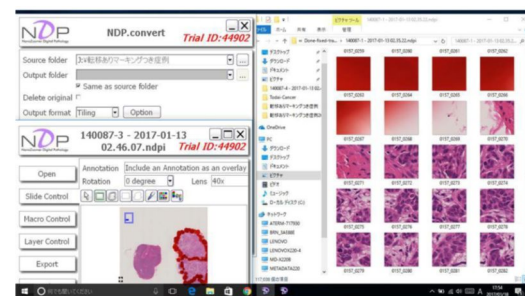
- ・ 汎用の Deep Learning エンジン Caffe,

TensorFlow（未）を使用

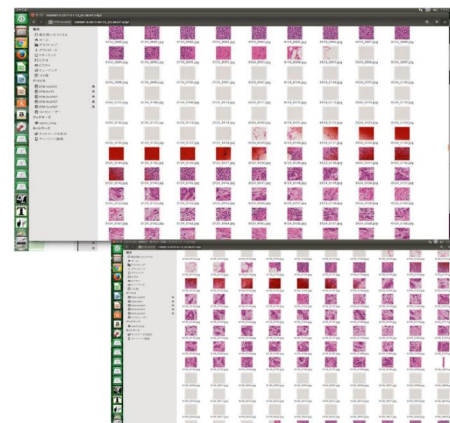
- ・ パイロットとして約 1 万枚の正方形タイル正解データセットから、ランダムに選んだ 5561 枚で学習。途中、自動でチューニングするための評価用画像 2318 枚を使用
- ・ 上記により、AI リンパ節転移病理診断支援ツールの開発



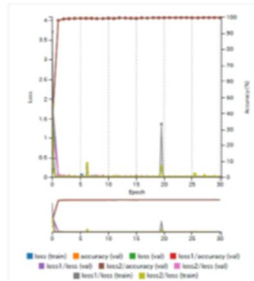
（上記）画像取り込み時に腫瘍部を赤ペンでマーキングした WSI を領域別に識別



周縁 32dots の重なりで、256dots 四方の「タイル」 約 10 万枚を切り出し



「タイル」より正解データをミニスパコンで作成中の画面



トレーニング中の精度向上曲線。収束が非常に速いツールの開発に成功

(3) : 生物統計学的な研究、研究デザイン的设计

* 術中迅速病理診断や病理診断の見逃し等をチェックする AI 深層学習を活用した病理画像認識診断支援ツールの開発の研究デザインの設定

* 生物統計および臨床データマネジメントの専門家の立場から「希少がん、肉腫(サルコーマ)」等の病理診断困難症例の画像認識診断支援ツールの開発については、要配慮個人情報の取り扱いについて、個人情報保護法等の規制の整備状況を確認し、希少がんの病理画像の取り扱い方針の検討を行った。

(4) : 平成 29 年より開始する「AI による難解症例等の病理診断支援ツール」開発のための骨軟部腫瘍データベース(DB)を更新

・更新・再整理が必要な理由としては、骨軟部腫瘍は近年蓄積されている分子病理学的知見により、分類、疾患名が変化している。また ICD10、SNOMED-CT などでは多種多様な骨軟部の腫瘍、特に希少がんを 1 対 1 対応でコード付けできない。

・統計学専門家からの助言により、現在、

最も標準的な分類である WHO 分類 (2013) で再分類をおこなった

・必要に応じて、遺伝子検索を追加し、診断の再確認をおこなった

・希少がんの病理組織のデジタル画像化 (WSI) に関してはデータベースから各疾患例を抽出 : 組織像の確認と各症例ごとに最も典型的な部分の組織プレパラートを選択し、バーチャルスライドスキャナーで読み込み、WSI を HDD(NAS)に保存

C . 研究結果と考察

< 画像切り出し >

デジタル病理標本の表示画面上で、操作者が指定する任意の正方領域を半自動にて切り出し、解像度 (画素) : 64x64, 128x128, 256x256, 512x512、記録形式 : BMP, JPG, PMG, TIFF のいずれかにて保存するツールを開発し、人工知能が学習するための画像作成ツールを開発した (宮越)。さらに AI による自動画像判断から「自動的」に腫瘍部、非腫瘍部を認識して画像を切り出す LINUX 上で作動するアプリケーションソフトの開発を行い、プロトタイプの前まで完了している状況である。

< AI リンパ節転移自動病理診断支援ツール >

「リンパ節転移自動病理診断支援ツール」のプロトタイプを作製。当初の目標値は認識精度 80%であったが、同一データセット内からランダムに選んだ別タイル 1,390 枚でテストした結果、認識精度 = 100%となった。その後症例を増やしても 95%の認識精度を保持している (平成 29 年 3 月現在)。今後は「がん」の部位を WSI の画面上に色の濃淡で「確率」を mapping するツ

ル(アプリケーション)を作製し、実用頒布を目指す。

<SNOMED-CT 使用の要否>

*SNOMED-CT の導入については、本邦では十分に活用されておらず、臨床現場への一般化可能性を考慮し、導入を見送った。

<改正個人情報保護法>

*人を対象とする医学系研究に関する倫理指針が改訂されたため、本研究課題における希少がん患者の症例データの取り扱いについて検討を行った。

<研究デザインの確定>

*開発された病理システムについては、妥当性の検証のための Validation 研究を計画することになるため、研究デザイン上考慮すべき事項(エンドポイント、データのサンプリング等)について、助言を行った。

*今後の課題としては、開発されたシステムの妥当性および信頼性の検証のための Validation 研究の実施計画書を作成し、Validation 研究で得られたデータの解析を実施する。また、改正個人情報保護法および人を対象とする医学系研究に関する倫理指針に対応した希少がん患者の症例データの取り扱いに関する倫理規範の策定を継続して行う(稀な症例ゆえに病名で患者が特定できないような匿名化の倫理規範)こととした。

<希少がん症例等に関して>

*骨軟部腫瘍約 23,000 例のうち、約 1,500 症例の更新作業が終了(約 20 症例で FISH 等の追加検索を施行し、診断を確認・確定した)

*約 500 例の WSI データを NAS に保存完了

*今後の課題としては、希少がんの症例選択を行うこととした。全身諸臓器の希少がんをがん研の 60 万症例の中からさらに抽出、順次 WSI 化し NAS に保存することとした。

E . 結論とまとめ

*4 回の対面による進捗状況確認会議の開催し、(第 1 回 平成 28 年 11 月 15 日、第 2 回 同 12 月 14 日、第 3 回 平成 29 年 1 月 11 日、第 4 回 同 3 月 28 日(希少がん) 相互の連携がうまく取れた。その結果として、いずれも平成 28 年度の 6 か月間で予定していた計画よりも、かなり前倒しで順調に計画が進行した。

F . 健康危険情報

特記するもなし

G . 研究発表

1. 論文発表: なし
2. 学会発表: 佐々木毅「病理分野の人工知能 AI 構築のアプローチ」
第 2 回 PathCare 学術セミナー「~病理診断と人工知能 AI の現状と未来を展望する~」2016.3.2 東京
3. その他: 著書 野村直之「人工知能が変える仕事の未来」日本経済新聞出版, 2016 年 11 月, 全 486 ページ

II. 分担研究報告

(1) 研究分担者報告書

病理診断学・サルコーマに関する研究

研究分担者 高澤 豊 がん研究会がん研究所 病理部副部長

研究要旨:「病理デジタル画像データの深層学習・人工知能による病理画像認識診断支援ツールの開発研究」では稀少がんの診断支援が重要なテーマである。がん研究会有明病院では、稀少がんのうち肉腫症例が多く、これらの症例を活用することを目的として、データベースの作成、デジタル画像ファイルの蓄積を試みた。

がん研有明病院に蓄積された約 23,000 例の骨および軟部腫瘍を WHO 分類 (2013) に基づいてデータベースを作成した。WHO 分類の大項目の 125 組織型すべてについて、症例があることが確認された。各組織型の亜型を含め、約 200 の組織型に分類した。各組織型の代表例を抽出し、組織像の確認したのち、典型的な部分の組織プレパラートをスキャナーで読み込み、デジタル画像を取得し、ファイルサーバ上に保存した(500 症例)。

WHO 分類と過去の組織分類が必ずしも WHO 分類に対応しておらず、分類不能な症例も相当数含まれていた。いずれも稀少がんとされる肉腫であり、それらを AI でどのように扱うべきか、どう学習させるのか、ということが来年度の課題である。また、分類不能な稀少がんについては、症例をより蓄積することによって、新しい疾患概念が生まれる可能性もあり、腫瘍病理学の基礎研究としても意義がある。

A. 研究目的

「病理デジタル画像データの深層学習・人工知能(以下 AI)による病理画像認識診断支援ツールの開発研究」では、術中迅速病理診断と稀少がんの診断支援が最も重要なテーマである。稀少がんは病理診断自体が難しいもの、言い換えると、診断者間の不一致が少なくないという問題点が存在する。がん研究会有明病院では、稀少がんのうちとりわけ肉腫症例が多く集まっており、これらの症例を活用することによって「AI 活用による病理診断支援ツール開発」が期待される。

B. 研究方法

1. 稀少がんの症例選択

がん研有明病院に蓄積された約 23,000 例の骨および軟部腫瘍を WHO 分類 (2013) に基づいて再分類し、稀少がんを抽出を行う。必要に応じて、免疫組織化学的検索や遺伝子検索を追加し、診断確認する。

2. 稀少がんの病理組織のデジタル画像化 DB から各疾患の代表例を抽出し、組織像の確認したのち、各症例ごとに最も典型的な部分の組織プレパラートを選択し、スキャナーで読み込み、デジタル画像をサーバ上に保存する。

(倫理面への配慮)データベースはがん研有明病院に蓄積された全ての症例のものであり、院内のみで閲覧可能な診療システム上に作成している。デジタル画像としてアーカイブ化する症例は検体の研究、

教育使用に関する患者本人の承諾を得られている症例であり、デジタル画像については個人情報を含まない。遺伝子検索は腫瘍組織の体細胞変異に限って行い、通常の診断過程で検索されるものを解析する。平成29年度は希少がんの画像データの院外での解析に当たっては、がん研の臨床研究委員会での審査、承認を得たのちに研究に用いる予定である。

C．研究成果

1．希少がんの症例選択

がん研における骨軟部腫瘍データベース(DB)の更新＝約23,000例の再整理、更新を行った。希少がんの多い骨軟部腫瘍は近年蓄積されている分子病理学的知見により、分類、疾患名が変化しており、ICD10、SNOMED-CTなどでは多種多様な骨軟部の腫瘍特に希少がんを1対1対応でコード付けできないので、データベースを作成する際の基礎となる組織学的分類は、現在最も標準的な分類であるWHO分類(2013)を用いた。その結果WHO分類の大項目の125組織型すべてについて、症例があることが確認された。各組織型の中の亜型を含めると、約200の組織型に分類できた。データベースに含まれる情報は、組織型(および亜型)、年齢、性別、既往歴、家族歴、腫瘍の部位、腫瘍の大きさ、肉眼的特徴、組織像の特徴、腫瘍の免疫組織化学的形質、遺伝子検索の結果である。今年度は、WHO分類の全ての組織型を抽出することに主眼をおいたので、蓄積された約23,000症例のうち約1500症例のデータベースを完成させることができた。

2．希少がんの病理組織のデジタル画像化データベースから各疾患例を抽出し、組織

像の確認ができたものについて、各症例ごとに最も典型的な部分の組織プレパラート(数枚)を選択した。過去の症例で染色の劣化が高度なものについては、標本を再作成した。今年度デジタル画像化したプレパラートは500症例分である。デジタル画像は院内のファイルサーバ上に、個人情報を除いた方で保存した。

D．考案

現在最も標準的な分類であるWHO分類を用いて組織型を決定する過程で、過去の組織分類が必ずしもWHO分類に対応しておらず、分類不能な症例が相当数含まれていた。いずれも希少がんであり、それらをAIでどのように扱うべきか、どう学習させるのか、課題であると考えられた。また、分類不能な希少がんについては、症例をより蓄積することによって、新しい疾患概念が生まれる可能性もあり、実臨床のみならず、腫瘍病理学の基礎研究としても意義あるものである。

E．結論

今年度は、がん研有明病院に蓄積された23000症例の骨軟部腫瘍から、希少がん症例を抽出するためのデータベースを作成した。AIで学習させるためのデジタル画像もアーカイブ化した。組織型決定の困難な希少がんが抽出された。

F．健康危険情報(総括参照)

G．研究発表

1. 論文発表：特になし
2. 学会発表：特になし

H．知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得：特になし
2. 実用新案登録：特になし
3. その他：特になし

(2) 研究分担者報告書

医学統計に関する研究

研究分担者 山口 拓洋 東北大学大学院医学系研究科医学統計学分野・教授

研究要旨：生物統計の観点からバリデーション研究のデザインについて検討した。要配慮個人情報取り扱いについて、個人情報保護法等の規制の整備状況を確認し、希少がんの病理画像の取り扱い方針を検討した。

A．研究目的

ツール開発におけるバリデーション研究デザインの策定、及び、研究デザイン策定の際に必要な個人情報保護等の法令規制について整理する。

B．研究方法

診断性能の評価としてのエンドポイントの設定を中心にサンプルサイズ設計等の研究デザインを検討する。

(倫理面への配慮)

ヘルシンキ宣言、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針、及び、改正個人情報保護法に遵守して、実施した。

C．研究結果

・エンドポイントの検討

診断能のエンドポイントとして一般的に用いられる、感度、特異度を主要評価とするが、閾値の設定が問題となる。通常の検定ベースの評価のみならず、ベイズ流の観点からの評価も考慮する。

・サンプルサイズ設計

上述した検定ベースでの閾値と期待値の設定をまずは考慮するが、必要サンプルサイズが現実的に不可能な数字になる可能性が考えられ、こちらについても、ベイズ流の方法なども考慮する。

D．考察

現時点で、バリデーション研究のデザイン策定に必要な情報が十分に取得できていないことから、今後の更なる検討が必要である。

E．結論

生物統計の観点から研究デザインについて検討した。要配慮個人情報の取り扱いについて、個人情報保護法等の規制の整備状況を確認し、希少がんの病理画像の取り扱い方針を検討した。

F．健康危険情報

(分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入)

G．研究発表

1. 論文発表：特になし
2. 学会発表：特になし

H．知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得：特になし
2. 実用新案登録：特になし
3. その他：特になし

(3) 研究分担者報告書 臨床試験データ管理学・SNOMED-CT に関する研究

研究分担者 宮路天平 東京大学大学院医学系研究科 臨床試験データ管理学講座・

特任助教

研究要旨：SNOMED-CT の詳細調査等を行い、会議の際に情報を提供した。また病理デジタル画像・人工知能技術を用いた、病理画像認識による術中迅速・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発における研究デザインの立案を行った。

A．研究目的

SNOMED-CT の詳細調査等を行い本研究での使用に関して助言を行う。また「病理デジタル画像・人工知能技術を用いた、病理画像認識による術中迅速・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発」の研究において、臨床データマネジメントの観点から、研究デザインの計画や実施についての研究支援を行う。

B．研究方法

術中の迅速病理診断システムの開発について、コンサルテーションをベースに研究デザインの立案の助言を行った。

また、希少がんの病理診断困難症例の画像認識診断支援ツールの開発については、SNOMED-CT による診断名のマッピングを検討し、SNOMED-CT の階層構造や運用状況の調査を行った。

2017 年 3 月には、改正個人情報保護法に関連して、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針が改訂されたため、本研究課題における希少がん患者の症例データの取り扱いについて検討を行った。

(倫理面への配慮)

当研究課題は、ヘルシンキ宣言、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針および改正個人情報保護法に遵守して、実施した。

C．研究結果

開発された病理システムについては、妥当性の検証のための Validation 研究を計画することになるため、研究デザイン上考慮すべき事項(エンドポイント、データのサンプリング等)について、助言を行った。

SNOMED-CT の導入については、本邦では十分に活用されておらず、臨床現場への一般化可能性を考慮し導入を見送った。

D．考察

開発中のシステムの仕様や現状の精度に基づき、妥当性および信頼性の検証のための Validation 研究の実施計画書の作成を行う。

E．結論

平成 29 年度に実施する Validation 研究にむけて、研究デザインの立案や助言等、準備を進めることが出来た。

F．健康危険情報

総括研究報告書を参照

G．研究発表

1. 論文発表：なし
2. 学会発表：なし

H．知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得：なし
2. 実用新案登録：なし
3. その他：なし

(4) 研究分担者報告書

深層学習・人工知能に関する研究

研究分担者 野村直之 メタデータ株式会社 代表取締役社長

研究要旨：東大病院より提供されたリンパ節の超高解像度病理画像群を数千から数万枚に分割し腫瘍有無等の正解データを作成。本正解データで深層学習をトレーニングし95%程度の認識精度を達成。

A. 研究目的

高解像度病理画像を通常の深層学習に学習させる方式の考案、手順の開発、ツール仕様の策定、小規模実験による方式の有効性の評価。

B. 研究方法

各数10億画素の病理画像を数万画素のタイル状画像群数万枚に分割したものに「腫瘍」「健常」「空白」等のラベルを付け深層学習にかけてトレーニング。未知画像を機械的に分割した画像ごとに十分高い判定精度が出ることを確認する。

(倫理面への配慮)

医療機関から受け取る全てのデータについて個人情報情報は削除済。

C. 研究結果

8割方人手で延べ100万枚超のタイル画像に切り出した学習用の正解データは、今回購入した36TFlopsミニ・スーパーコンで30時間程度で学習。概ね95%程度の精度が出ていることを確認。

D. 考察

今回確認された精度は、29年度早々に開発予定の、タイル画像の元レイアウトで腫瘍他の判定結果の色分け表示(確率値の高いものは赤色等)をするツールにより充

分実用に耐える水準になるといえるのではないかと。特に、タイル1枚のみ赤変しているなど転移領域がごく狭い場合に、人間医師の見落としの低減に貢献できていくものと思われる。今回対象としたリンパ節は、もともと画像としてのバリエーションが少なく、診断も容易で、正解ラベル付けの苦勞が少なく、トレーニング量、学習時間も概ね妥当なものに収まった。今後は、多彩な絵、多種への分類に備えて、正解データ作りの自動化率を高めたり分割ファイルの扱い、計算パワーの効率活用の工夫が必要となるだろう。

E. 結論

高解像度病理画像を深層学習で扱う今回の方式は工夫次第で様々な癌の診断支援に効果的に活用可能になると思われる

G. 研究発表

1. 論文発表：特になし
2. 学会発表：特になし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得：(取得の予定・発表を急いで他機関の後願を排除の予定)
2. 実用新案登録：特になし
3. その他：特になし

(5) 分担研究報告書

病理デジタル画像加工技術に関する研究

研究分担者 宮越 徹 インスペック株式会社 開発部 社員

研究要旨：本研究では、人工知能が学習可能な画像を、バーチャルスライド装置による病理デジタル画像から作成可能なことが分かった。具体的には、学習に必要な画像の解像度や形式で必要な画像領域を抽出保存することで、目的の画像が得られることが分かった。

A．研究目的

人工知能技術を用いた病理画像認識による術中迅速・ダブルチェック・希少がん等病理診断支援ツールの開発において、人工知能が学習可能な病理画像を作成することを本研究の目的とする。

B．研究方法

人工知能が学習するための画像の解像度や形式を理解し、バーチャルスライド装置により高解像度(1.5cm 四方、対物 20 倍レンズで 9 億画素、対物 40 倍レンズで 36 億画素)でデジタル化された病理標本から、適切な画像を切出すツールを開発することにより本研究を行う。

(倫理面への配慮)

本研究に使用する病理標本は連結可能な匿名化により個人情報情報が反映されないよう配慮している。

C．研究結果

デジタル病理標本の表示画面上で、操作者が指定する任意の正方領域を下記の解像度及び記録形式のいずれかにて保存するツールを開発し、人工知能が学習するための画像作成が可能となった。

解像度(画素)：64x64,128x128,
256x256,512x512

記録形式：BMP,JPG,PMG,TIFF

D．考察

人工知能の学習に適切な解像度及び記録形式で画像を切出して保存することで、高解像度でデジタル化された病理標本から、人工知能の学習用の画像を作成可能であると考えられる。

E．結論

本研究により、人工知能が学習するための画像を、デジタル病理標本から作成可能であることが分かった。人工知能の学習には出来るだけ多くの画像が必要なため、今後は、学習用画像を自動で複数枚作成するツール等の開発を検討し、さらなる高効率化を図りたい。

G．研究発表

1. 論文発表：特になし
2. 学会発表：特になし

H．知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得：特になし
2. 実用新案登録：特になし
3. その他：特になし

別添 5

研究成果の刊行に関する一覧表レイアウト（参考）

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
野村直之		野村直之	人工知能が変 える仕事の未 来	日本経済 新聞出版	東京	2016	1-486

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年