

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32202

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K18888

研究課題名（和文）深層学習を用いた治療後視力予後の学習

研究課題名（英文）An AI Model to Estimate Visual Acuity after treatment Based Solely on Cross-Sectional OCT Imaging of Various Diseases

研究代表者

伊野田 悟 (Inoda, Satoru)

自治医科大学・医学部・助教

研究者番号：60741098

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：網膜断面図の画像を深層学習させることによって、加齢黄斑変性症・治療前の網膜中心部の断面図から、治療日当日の視力を相関係数0.65で推測し、硝子体注射加療を行った1ヶ月後にどの程度の視力になるかを相関係数0.91の割合で予測する人工知能の開発ができた。今後検証を勧め注射の回数・頻度を指定することで、視力が改善し、悪化する結果を示す。網膜中心部の断面図の撮影段階での視力予測の精度が0.65であり、撮影当日の網膜画像からだけでは予測に限界があるが、網膜変化が視力に影響する加齢黄斑変性症では視力予測に重要であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

簡易に撮影できる光干渉断層計のみから、視力予測を数値的に表すことで、加齢黄斑変性症の専門外の医師においても加療の必要性を数字で示すことができ、過剰・過小治療を予防することができる。また、専門外の患者は、自身の治療方針について考えを示しにくい、数値的予測ができることで、金銭的・身体的侵襲性を考慮しつつ、医師とともに治療方針について参加しやすくなるだろう。

研究成果の概要（英文）： An AI model could estimate the best-corrected visual acuity on the day of taking and on the a month after intravitreal anti-vascular endothelial growth factor injection on the solely based on the cross-sectional optical coherence tomography image with  $R = 0.65$  and  $0.91$ , respectively. In the further study, by specifying the number or the frequency of intravitreal anti-vascular endothelial growth factor injections, an AI model would show the predictable change of visual acuity numerically. Although the estimate accuracy of visual acuity on the taking time solely based on cross-sectional optical tomography image was  $0.65$ , for the eyes of age-related macular degeneration where retinal change are important for visual acuity, the optical coherence tomography images were important to estimate the change of visual acuity.

研究分野：眼科

キーワード：OCT Deep learning 加齢黄斑変性症

## 1. 研究開始当初の背景

従来の人工知能による識別・認識は、ヒトが与えた特徴量を基に行っていた。新しい人工知能の深層学習では、従来ヒトが与えてきた特徴量に頼らず、機械的に有用な特徴量を抽出でき、音声や画像などの識別がヒト以上の精度で出来るようになっていた。

眼科診療では、眼球の断層写真や眼底画像など多数の画像を扱い診断を行い、画像を基に今後の病状予測を立て、視力維持のための治療方針に役立てている。

特に近年、一般に普及した網膜光干渉断層計(OCT)によって得られる網膜の微細な断層像が網膜疾患の診療水準向上に大きく貢献してきた。特に、高齢者の中途失明の主たる原因の一つである滲出型加齢黄斑変性(AMD)では、網膜断層図がその病勢を反映する。経験豊富な眼科医であれば、その画像からおおよその視力や今後の病勢を予測できる。しかし、その高精細な断層像からは、視力を下げる様々な所見・網膜内水腫、網膜下水腫、網膜色素上皮剥離などが読み取れはするが、どの程度の視力低下になるかというのは数値化困難であった。また、AMD治療に一般的となった数ヶ月ごとの抗血管内皮増殖因子(VEGF)薬の硝子体注射はこれらの所見を消滅させるが、その1回1回の注射による効果・予後を示すのは困難である。また、光線力学的療法もAMD加療に一般的だが、抗VEGF薬と症例ごとに併用すべきか、十分に検討する必要ある。

AMDは放置すれば失明する病気であるが、いずれの治療法を用いても高額である。視力維持には、抗VEGF薬の硝子体内注射を毎月行えば良いが、すべての患者が毎月投与する必要がないこともわかっている。注射をうけることは、疼痛と注射のたびに起こりうる感染症などの患者負担や、医療経済の逼迫につながっている。過剰・過小治療を最小限にし、深層学習により、患者の望む視力維持のために必要な治療頻度を予測が期待されていた。

## 2. 研究の目的

人工知能を用いて、AMDのOCT画像を深層学習させ、治療後の視力推移の予測を行う。人工知能によって、OCT画像から治療後視力を予測することができれば、AMDの治療経験に乏しく、治療方針の違いによる視力予後が予測つかない眼科医であっても、人工知能の推論する視力予後を参考にし、治療選択の補助となると考えられる。それは、心電図についた読影補助と同様に専門外の医師にとって良いアラートとなり得る。そして、過剰・過小な治療を避けやすくなり、また大学病院など限られた施設のみにある光線力学的療法が可能な病院などへの紹介も進むと考えられる。また、治療による視力変化を提示することができれば、患者自身が治療法を選択しやすくなる。硝子体注射の回数が多ければ、視力維持がしやすいが、金銭的・通院・侵襲性といった負担が大きくなるので、自身が望む負担との勘案がしやすくなる。

そして、人工知能関連の研究は欧米が先行している。だが、日本で本課題の様な研究が行われることで日本人を学習した人工知能を世に出すことが出来る。また、欧米で構築された日本人に余り最適化されていない人工知能が臨床応用された場合には、それを応用しても最適ではないうえ、日本での診療・治療での人工知能ノウハウの構築が遅れてしまう。

## 3. 研究の方法

蛍光眼底造影検査で、黄斑部に脈絡膜新生血管を認め、AMDと診断できた50歳以上の患者251人432枚の黄斑部・中心窩を通る水平・垂直方向の横断面B-SCAN、OCT画像および撮影時の最高

矯正視力（小数視力）、治療1ヶ月後の最高矯正視力（小数視力）を人工知能に学習させた。また、入力情報として使用した治療方法も用いた。ニューラルネットワークは、Inception v1を改変させ、10分割交差検証法を用い、9つは訓練用、1つは検証用に用いた。ニューラルネットワークは、水平・垂直方向のOCT画像に対応する2つのユニットを用い、それぞれに開始モジュール、22層の畳込みニューラルネットワークで構成され、2つの出力を結合し、結果を生成した。訓練・検証用に一人の患者について一枚の水平・垂直方向のOCT画像を用いた。

#### 4．研究成果

治療日の視力を相関係数0.65で推論する人工知能を開発し、検証も済んで論文投稿中である。またAMDの治療1ヶ月後の視力を相関係数0.91で推論する人工知能も開発した。治療日の網膜断層図の視力予測よりも、治療後の視力予測が良好なデータが得られたことは、AMDの視力推移にとって、網膜断層図所見が重要であることが改めて示唆された。今後検証を進め論文化を目指している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 伊野田悟、高橋秀徳、新井悠介、担保宏信、坂本晋一、松井良諭、川島秀俊、柳靖雄
2. 発表標題 Developing an AI algorithm to estimate BCVA using only OCT imaging
3. 学会等名 日本眼科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井悠介、伊野田悟、高橋秀徳、担保宏信、坂本晋一、松井良諭、川島秀俊、柳靖雄
2. 発表標題 Developing an AI algorithm to estimate BCVA using only OCT imaging
3. 学会等名 The association for research in vision and ophthalmology (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------