

AI技術を用いた 網膜疾患の早期発見への取り組み

Tabuchi Hitoshi

社会医療法人 三栄会 ツカザキ病院 田淵 仁志 先生
眼科 主任部長

開発の背景

人工知能(AI)が実現する網膜疾患の早期発見

AI(人工知能)を臨床に役立てる試みは多層構造アルゴリズムを用いたDeep Learningの登場で急激に進化しました。2017年、当科においてもDeep Learningを用いて、網膜の広角画像から網膜剥離眼と正常眼を判別する取り組みを行い、高い精度を達成。その後、緑内障や加齢黄斑変性の診断判定においても臨床上有用な結果を得ることに成功しました。これらの疾患はどれも早期発見が根治や視力の維持につながります。AIを用いてスクリーニングする意義は大いにあるといえるでしょう。医療のデータ化、AI化は今後ますます進展していくと思われませんが、米国や中国が国策として推進しているのに対し、日本は後手に回っています。将来、海外から医療データやAI技術を輸入することになりかねない…と考えたのが、AI研究に取り組んだきっかけです。

また日本には国民皆保険制度という優れたシステムがありますが、超高齢化社会を目前にして破綻の危機を迎えています。これを将来的に維持するには医療の集約化、効率化に加えて、海外からの患者さんを呼び込む仕組み、いわゆる医療インバウンドの促進が重要となります。そのためには海外へ輸出できるような日本製の製品やシステムを開発することが必至。私達が開発したAIによる診断支援システムには特許で守られた特殊な技術が採用されており、他社に追随されないという強みがあります。この技術を活かして遠隔診療などで海外の患者さんを見つけ出し、日本で治療を行えば、国民皆保険制度の維持に大きく貢献してくれると確信しています。

Doctor's Point 日本製品や技術を海外へ輸出し、医療インバウンドの促進を

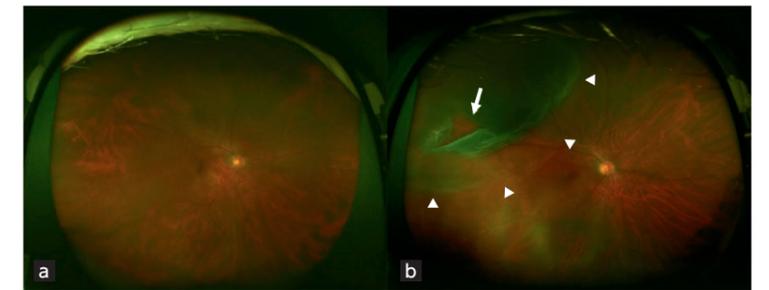
AI研究を行うために必要な機器と環境とは

今回、解析の対象とした広角眼底画像を撮影したのは英国オプス社の広角眼底カメラ。現在、検診などで主に用いられている従来型非散瞳眼底カメラの4倍以上の画角を持ち、わずか2mmの自然瞳孔下から眼底の80%エリアが撮影可能というものです。同カメラで撮影した眼底写真(図1)をデータベースとして使用するのには世界でも当科のみです。

また当科では私が15年前に赴任してきた当初からカルテの電子化、医療データベース化を進めており、現在では眼科疾患患者約7万例、画像データ約100万枚が集積されています。当科はフラットな組織構造を採用しており、診療情報がすべて開示されていますので、当科勤務の医師であればあらゆる医療情報にアクセスして研究を行うことができます。AI研究を進める上では、医療データベースが不可欠です。膨大な

医療情報を擁していたこと、さらにオプス社製の広角眼底カメラの有用性に注目したことが、私達がAI研究を進める上で大きなアドバンテージとなりました。

■ 図1 オプス社製の広角眼底カメラで撮影した眼底写真



a: 裂孔原性網膜剥離(RRD)のない右眼写真、b: RRDのある右眼写真
矢印は網膜裂孔、矢頭はRRD領域を示す。



高い精度の広角眼底カメラと膨大な医療データベースを活用

疾患の検出

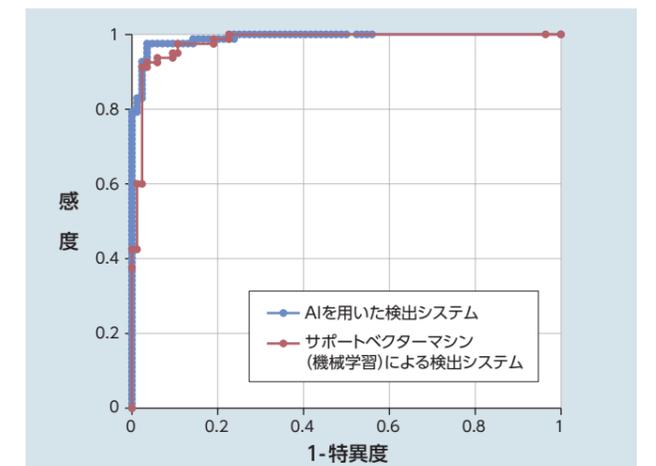
「網膜剥離」判定では高い検出率を達成

網膜剥離の診断では、眼底写真約400枚を基に検出プログラムを作成しました。検出能は感度97.6%、特異度96.5%と良好で、専門医の診察によるものと遜色ない結果が得られました(図2)¹⁾。この成績は、高い診断能が得られるようにパラメータを調整した結果であり、驚くには値しません。「パラメータの調整に用いた画像が400枚では少ない」という指摘もありますが、最近のAI技術の進歩は著しく、この枚数でも十分に検出能の高いシステムの構築が可能です。何より本研究の意義は、診断能の高さという学術的な側面よりも、どのように活用するかという臨床的な側面にあると考えています。オプス社製の広角眼底カメラは眼底写真を撮影するのに散瞳が不要のため、非眼科医が撮影してネットワーク上でデータを送付し、診断を依頼することができます。網膜剥離は診断から治療開始までに数日が経過しても転帰が悪化しないため、こうした遠隔診療システムが有効です。このシステムを広域に展開すれば、それこそ東南アジア全域が当科の診療圏になるという構想も夢ではないと考えています。

なお本研究では、正常な眼底写真と網膜剥離の眼底写真を半分ずつとして判定を行いました。実際には網膜剥離の頻度は

1万例に1例です。極端に発症頻度が低い疾患の場合、AIは誤判定率が高まるのを嫌って全例を正常と判定してしまう学習能力がありますから、そうならないように調整するのが大きな課題です。

■ 図2 網膜剥離検出システムによる網膜剥離の検出感度と特異度凡例



有病率が高く進行度も異なる「緑内障」

緑内障は有病率が高く、早期には見逃されやすい疾患ですが、AIによる検出システムがあれば早期発見、見逃し回避に役立ちます。そこで網膜剥離に続いて緑内障についてもAIによる検出システムの開発を行いました。結果、緑内障の診断能は感度81.3%、特異度80.2%と良好でした²⁾。進行例における検出能の高さは想定通りでしたが、ごく早期の緑内障でも検出できたのは想定外であり、画像認識のレベルはヒトの眼よりもAIの方がはるかに優れていることは明らかです。ただし、治療対象とならない段階

の異常を検出できても、すぐに治療に結びつくわけではありません。臨床的には治療対象レベルの異常を確実に検出し、見落としのないシステムにすることが重要だと考えています。

発症頻度が1万例に1例程度と少ない網膜剥離と、有病率の高い緑内障で、AIによる検出システムの有用性が認められたことで、今後AIによる網膜異常の検出システムの開発は加速されるでしょう。

早期治療が必要な「加齢黄斑変性」

加齢黄斑変性は近年、急増している眼疾患。網膜の中心にある「黄斑」が障害され、視力が著しく低下したり、放置すると失明に至ります。加齢を主なファクターとするだけに今後ますます深刻化するでしょう。加齢黄斑変性には「萎縮型」と「滲出型」があり、日本人に多いのは後者。網膜浮腫を伴う滲出型の場合は、早期に抗VEGF薬の硝子体内投与などの治療を行えば視力回復が望めます。治療開始が遅れると発症前のレベルまで回復しにくいので早期発見・早期治療が何より重要。しかし加齢黄斑変性の検出は、視力低下や眼底所見だけでなく光干渉断層計(OCT)による網膜の形態評価が必要という難しさがありました。そこで滲出型加齢黄斑変性についてもオプテクス社製広角眼底写真364枚を基にAIによる検出プログラムを開発し、感度100%、特異度97.31%という良好な検出率を達成³⁾。また眼底写真84枚を基に作成したAIによる検出プログラムと眼科専門医の診断能を比較した結果、正答

率はAIが100%、眼科専門医が81.9%と、AIによる検出プログラムの方が高い結果となりました(表)。加齢黄斑変性の確定診断は眼科専門医がOCT所見なども含めて行う必要がありますが、AIによる検出システムはスクリーニングや遠隔診療への応用にもつながることが期待されます。

■表 AIによる検出システムと眼科専門医(6名)による診断能の比較

	AIによる 検出システム	眼科専門医
診断正答率	100%	81.9±4.8%
感度	100%	71.4±13.9%
特異度	100%	92.5±6.5%
所要時間	26.29秒	11分23.54秒±2分42.20秒

Doctor's Point
3 AIによる検出システムの診断能は専門医の診断と遜色なし

今後の展開

AI技術を用いた新しいシステムの展開へ

現在当科では、AI技術による患者認識システムの開発を進めています。目的は「手術時に患者さんの取り違いをなくす」ため。患者認識は正解のある領域ですので、AIが活かしやすいと考えています。他には、最適な眼内レンズを選ぶためのシステムにもAI技術の導入を検討したり、点眼ボトルにモーションセンサーを装着して点眼の動きを検出し、服薬アドヒアランスを測定するためにもAIの応用を進めています。

海外では、眼底写真をAIで読み取り、心筋梗塞や脳梗塞、認知症のリスクを予測する研究が行われており、有望な成績が

得られているようです。眼底はヒトの体の中で唯一血管の様子を直接観察できる部位ですから、眼底の血管所見から全身血管の障害度を推定すれば、将来の血管性疾患の発症リスクが予測できると考えられます。

このように、あらゆる医療分野でAI技術の導入が積極的に進められています。今後、臨床でどのように応用され、既存の医療システムにどんなイノベーションを起こすのか…楽しみでなりません。

Doctor's Point
4 AI技術はこれからの医療を変えていく可能性を秘めている!

- 1) Ohsugi H. et al. Sci Rep. 2017; 7(1): 9425. doi: 10.1038/s41598-017-09891-x
- 2) Masumoto H. et al. J Glaucoma. 2018; 27(7): 647-652
- 3) Matsuba S. et al. Int Ophthalmol. 2018 May 9. doi: 10.1007/s10792-018-0940-0



ツカザキ病院眼科とは

あらゆる眼科疾患に最新かつ最高水準の医療を提供

兵庫県網干区郊外にあるツカザキ病院は、脳外科、心臓血管外科を中心に西播磨医療圏の急性期医療を一手に担う病院。特に眼科診療の充実が注目を集めています。常勤の眼科医は現在23名。あらゆる眼疾患に対して、最新かつ最高水準の医療を提供しています。年間手術件数は約8500件で、特定疾患に特化した施設を除くと、手術件数は日本で最も多い施設の1つといえるでしょう。当科の特徴は、疾患ごとに診療部長と数名の専門医が専門領域の診断に当たっていること。医師ごとの領域を絞れば学習効率が高まり、すべての眼疾患領域で高度な専門的知識と技術に基づいた治療が提供できるからです。複数名いる診療部長は各領域のスペシャリストとして対等であり、自由な意見交換が可能。そこから新しい発想やイノベーションが生まれる組織を目指しています。

「人工知能チーム」が生み出す多くのイノベーション

当科では臨床研究も精力的に進めており、全スタッフが外来診療・手術・研究・論文作成に一貫して取り組んでいます。結果、臨床と研究のどちらが重要かという議論もなくなり、価値観が

分断されず、専門性を背景にお互いにリスペクトし合う関係が生まれています。現在は主要学術雑誌への掲載論文数が年間30報を超えましたが、将来的には50報まで充実させたいと考えています。

さらに当科が誇る先進的組織が「人工知能チーム」です。AI担当のエンジニアが7名常駐してプログラム開発やデータベース構築を担っているほか、43名の視能訓練士、プロダクトマネージャーという多人数、多職種から構成され、リーンスタートアップをモットーとしたスピーディな技術開発が身上。ニューラルネットワークを主軸とした人工知能開発、ビッグデータ解析、IoTシステム開発など様々な研究に取り組んでいます。優れた若手エンジニアが集まりやすいようフラットで自由な雰囲気の職場づくりを心がけ、生産性やモチベーションの維持のためにワークライフバランスも重視しています。



社会医療法人 三栄会
ツカザキ病院
兵庫県姫路市網干区和久 68-1
TEL.079-272-8555 (代表)