

一般口演 | 医療支援

一般口演2 医療支援

2021年11月19日(金) 09:10 ～ 11:10 F会場 (2号館2階224)

[2-F-1-05] 診療 AI開発基盤となる地域医療データの収集システムの構築と AI診療の可能性の検証

*横山 悠¹、竹田 徳泰²、藤井 進^{3,4}、中村 直毅⁴、井戸 敬介⁴、桐山 卓也⁵、大槻 昌人²、木川 勉²、荻島 創一⁶、中山 雅晴^{3,4,7}、中澤 徹¹（1. 東北大学大学院医学系研究科・医学部 眼科学分野, 2. 株式会社トプコン, 3. 東北大学災害科学国際研究所 災害医療情報学分野, 4. 東北大学病院メディカルITセンター, 5. 気仙沼市立病院, 6. 東北大学東北メディカル・メガバンク機構, 7. 東北大学大学院医学系研究科・医学部 医学情報学分野）

*Yuu Yokoyama¹, Noriyasu Takeda², Susumu Fujii^{3,4}, Naoki Nakamura⁴, Keisuke Ido⁴, Takuya Kiriya⁵, Masato Ootsuki², Kikawa Tsutomu², Soichi Ogishima⁶, Masaharu Nakayama^{3,4,7}, Nakazawa Toru¹（1. 東北大学大学院医学系研究科・医学部 眼科学分野, 2. 株式会社トプコン, 3. 東北大学災害科学国際研究所 災害医療情報学分野, 4. 東北大学病院メディカルITセンター, 5. 気仙沼市立病院, 6. 東北大学 東北メディカル・メガバンク機構, 7. 東北大学大学院医学系研究科・医学部 医学情報学分野）

キーワード：Regional healthcare network, Data accumulation, Artificial Intelligence, Glaucoma diagnosis, MMWIN

【背景】 緑内障は我が国において高い有病率であり、中途失明原因一位の疾患である。末期に至るまで自覚しにくい視野障害を来し、発見の遅れから失明にいたるケースが多い。高い有病率で患者が多いにもかかわらず、緑内障専門機関は都心部に集中しているため、遠隔地に住む患者は専門医療を受けることが難しい状況となっている。【目的】 宮城県では震災を契機にクラウド上に患者医療情報のバックアップを置き、情報共有を目的としたシステム、MMWIN（Miyagi Medical and Welfare Information Network）が展開されている。我々はMMWIN上のサーバーを拡張し、一般診療情報に加え眼科診療データを共有できる環境を構築した。今回、MMWINを利用する施設が緑内障診療AI(artificial intelligence)のサポートを享受できるシステム開発を目指す。研究同意が得られた患者を対象にMMWIN上の眼科情報を自動的に収集して匿名化データバンクを構築し、AI開発のための環境を整備する。また、緑内障AI診療の可能性について開発済みのAIプログラムを用いて検証する。【方法】 以下3項目を行う。1) MMWINで共有されているデータから研究に同意した患者のデータのみを抽出する、2) 抽出されたデータを自動的に匿名加工し、AIを開発できる基盤を構築する、3) MMWINを利用したAI診療ができる環境を構築し、すでに開発済み緑内障診断AIを用いて検証する。【結果】 研究参加施設から研究同意取得済み患者の眼科診療情報を自動的に抽出し、匿名化するデータバンクを構築できた。また、開発済みAIプログラムを用いた検証の結果、MMWINを用いたAI診療は実行可能と考えられた。【考察】 本システムのような取り組みを今後も展開していくことで、医療を取り巻く社会的課題の解決につながると思われる。

診療 AI 開発基盤となる地域医療データの収集システムの構築と AI 診療の可能性の検証

横山悠^{*1}、竹田徳泰^{*2}、藤井進^{*3,4}、中村直毅^{*4}、井戸敬介^{*4}、桐山卓也^{*5}、大槻昌人^{*2}、木川 勉^{*2}、
荻島創一^{*6}、中山雅晴^{*3,4,7}、中澤徹^{*1}

*1 東北大学医学部眼科学教室、*2 株式会社トプコン、
*3 東北大学災害科学国際研究所災害医療情報学分野、
*4 東北大学病院メディカル IT センター、*5 気仙沼市立病院、
*6 東北大学東北メディカル・メガバンク医療情報学分野、
*7 東北大学大学院医学系研究科医学情報学分野

Construction of system to collect regional medical data that will serve as a foundation for the development of AI in medical care, and verification of the possibility of the AI remote diagnosis

Yu Yokoyama^{*1}, Noriyasu Takeda^{*2}, Susumu Fujii^{*3,4}, Naoki Nakamura^{*4}, Keisuke Ido^{*4}, Takuya Kiriya^{*5}, Masato
Otsuki^{*2}, Tsutomu Kikawa^{*2}, Soichi Ogishima^{*6}, Masaharu Nakayama^{*3,4,7}, Toru Nakazawa^{*1}

*1 Department of Ophthalmology, Tohoku University Graduate School of Medicine, *2 TOPCON CORPORATION,
*3 Disaster Medical Informatics, International Research Institute of Disaster Science,
*4 Medical Information Technology Center, Tohoku University Hospital, *5 Kesennuma City Hospital,
*6 Department of Bioclinical informatics, Tohoku Medical Megabank Organization, Tohoku University,
*7 Department of Medical Informatics, Tohoku University Graduate School of Medicine

Purpose: In Miyagi Prefecture, the Miyagi Medical and Welfare Information Network (MMWIN) has been deployed for the purpose of backing up and sharing patient medical information in the cloud. The current project aims to leverage MMWIN to develop a system for the artificial intelligence (AI) diagnosis of glaucoma at medical institutions. For this project, we will automatically collect ophthalmic patient data from MMWIN and establish a data bank of anonymized data. We will investigate the usefulness of previously developed AI systems for medical diagnosis.

Methods: The project's aims were: 1) extract data from patients who provided consent, 2) automatically anonymize the data, and 3) build an environment for the development of an AI medical system and verify the usefulness of a previously developed glaucoma diagnosis AI system.

Results: We were able to construct a data bank of automatically extracted and anonymized ophthalmological data from MMWIN. Moreover, we verified the developed AI program and showed that AI diagnosis based on MMWIN data was feasible.

Discussion: We believe that the continued development of initiatives such as this one will lead to improved solutions to the social issues surrounding healthcare.

Keywords: MMWIN, Regional healthcare network, Data accumulation, Artificial Intelligence, Glaucoma diagnosis

1. 緒論

2011 年に東北を中心に東日本を襲った大震災は多くの人命を奪っただけでなく、多くの人々の生活基盤を破壊した。医療機関においてもカルテの消失、情報網、交通網の途絶など生じ、十分な医療体制が確保できなくなった。この震災を契機に電子診療データの遠隔保管の有用性が証明され、医療福祉情報 ICT (Information & Communication Technology) ネットワークの構築であるとの認識・機運が高まり、みやぎ医療福祉情報ネットワーク協議会、MMWIN (Miyagi Medical and Welfare Information Network) が 2012 年に設立された¹⁾。MMWIN は電子カルテベンダに依存しない SS-MIX2 による

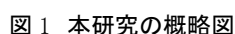
標準化ストレージを備え、各施設のカルテのバックアップおよび診療情報の共有を目的としたネットワーク構築を目的としている。

我々、東北大学眼科学教室でも施設間の医療情報共有を認識していたが、ネットワークを構築する手段をもっていなかった。そこで MMWIN に依頼し、非常に情報量の多い眼科独自の検査データを保存するための拡張ストレージを MMWIN に設置し、「地域連携システム」を構築した。我々は眼科地域連携システムを診療情報のバックアップ、情報の共有だけでなく、様々な診療サポートの機能を持たせている。さらに、近年には診療だけではなく研究のためのツールとして

宮城県では眼科診療の地域格差が著しく、眼科高度医療を行える施設は限られている。特に中途失明原因一位の疾患である緑内障に対する手術を行える施設はほとんど仙台市内に限られ、専門施設への紹介が遅れることで失明に至る症例も多い。そこで我々は、MMWIN を利用して緑内障などの失明疾患の診療をサポートする artificial intelligence (AI) プログラムを開発するための大規模データ収集および実行するプラットフォームを構築する研究を計画した。

本研究の目的は二つある。一つは AI プログラム開発などの研究のため、MMWIN 内の診療情報から大規模な医療データを収集し匿名化するシステムを構築することである。将来的にこの匿名化されたデータは AI プログラム開発だけでなく様々な研究基盤、いわば医療情報データバンクとしての活用を見込んでいる。もう一つは AI プログラムによる診療サポートである。MMWIN を介して遠隔地において AI による診療サポートができるプラットフォームを構築する。

本研究は東北大学医学部医学系研究科倫理委員会において承認された上で行われた(受付番号 2021-1-429、2020-1-1205)。東北大学病院眼科外来通院中の患者で、MMWIN に加入し本研究に対する同意を取得できた 1087 名の患者を対象とした。本研究では MMWIN から研究同意取得患者から匿名化された医療データの取得できる環境の構築を行う。得られた匿名化データは画像データを含み将来的な AI 診療プログラム開発等様々な研究開発の基盤として用いられる。それに先立ち AI 解析を実行できる環境も合わせて構築する(図 1)。そのためには以下の 3 つの手順の開発を行う。



本研究を実行する上で東北大学眼科外来通院中の患者で MMWIN 加入者のうち、研究参加者を抽出する必要がある。そのために MMWIN 地域連携サーバ上に同意取得状況を反映させるソフトウェアを開発する。このソフトウェアは MMWIN 上の眼科データを閲覧する「みやぎ眼科ビューア」上からリンクし、研究課題名、同意取得日、および同意撤回日など簡便に入力可能な Graphical User Interface (GUI) を備

3.2 データの匿名化および匿名化データセットの出力

1. 眼科サマリ
2. 視力
3. 眼圧
4. 屈折値、角膜曲率半径
5. 眼軸長
6. 写真等画像データ
7. 前眼部 OCT (画像、数値データ)
8. LSFG-NAVI (画像、数値データ)
9. OCT データ (画像、数値データ)
10. 視野検査データ (画像、数値データ)

The diagram illustrates the research system architecture, divided into Clinical and Research components.

Clinical Component (Yellow):

- AI管理サーバ (AI Management Server):** Contains AIプログラム (AI Program) and AIストレージ (AI Storage).
- 地域医療連携サーバ (Regional Medical Collaboration Server):** Acts as a central hub, receiving data from clinical sites and sending it to the research server.
- 臨床現場 (Clinical Sites):** Includes A健診センター (A Health Check Center), Bクリニック (B Clinic), and C総合病院 (C General Hospital). These sites provide 画像 (眼底・OCTrawなど)・カルテ情報 (Images (retina, OCTraw, etc.) and Medical Record Information).
- 他科 (Other Departments):** Includes 眼科診療 (Ophthalmology Treatment) and 研究端末 (Research Terminal).

Research Component (Green):

- 研究サーバ (Research Server):** Receives data from the clinical sites and the regional medical collaboration server. It is labeled with 研究端末 (Research Terminal).
- 研究用AI解析依頼結果受信 (Reception of Research AI Analysis Request Results):** A box at the bottom right indicating the reception of results.

Legend:

- Clinical:** Represented by a yellow line.
- Research:** Represented by a green line.

図 2 匿名化データ取得のためのプラットフォーム

3.3 MMWIN 上の眼科データに対し AI 解析を実行する環境の構築

将来的な AI 診療実現のために AI 診療のためのプラットフォームを構築する(図 3)。MMWIN 内に AI 管理サーバを設置する。各施設の診療端末等から、MMWIN にアクセスし、AI 解析を AI 管理サーバ上で実行可能とするシステムである。この AI 解析のプラットフォームに対し、既存の AI 解析ソフトウェアを用いて AI 解析のためのプラットフォーム構築が妥当であるか検証する。

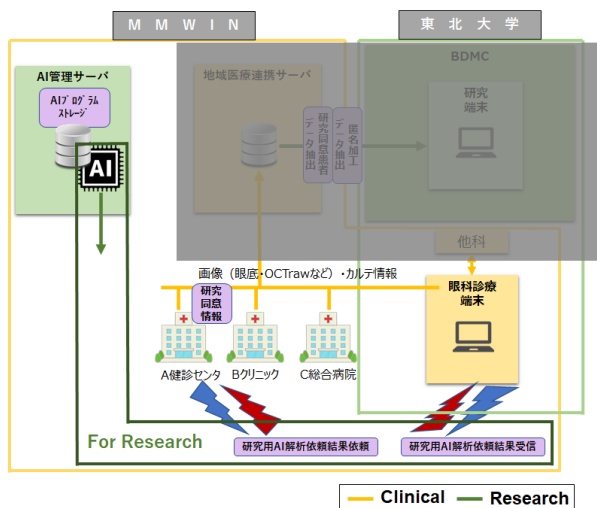


図 3 AI プログラム実行のためのプラットフォーム

4 結果

MMWIN には、眼科に限らず、すべての診療科において患者の診療データのバックアップおよび情報共有を目的として作られたものである。その MMWIN 加入者の中から研究同意患者データのみを抽出し東北大学内の BDMC サーバに送るということは、研究の要となる。研究同意がない患者のデータを抽出することがあってはならない。そのため患者抽出に当たり、研究同意と同じく同意撤回も簡便に行うことが可能でその記録を残す機能をもつシステムが求められる。また、データ取得のための研究は一つとは限らない。複数の研究課題ごとに同意取得状況を扱えるプログラムを作成した。このプログラム起動には MMWIN ポータルサイトから、眼科地域連携サーバ内を閲覧するみやぎ眼科ビューアを起動する必要がある。みやぎ眼科ビューアにある患者情報に同意情報という項目を作成することで、できるだけ研究者が簡便にアクセスできるよう配慮した。その同意取得状況管理 GUI を図 4 に示す。



図 4 同意取得状況管理の GUI

同意取得状況反映には研究者が手動で行う必要がある。患者の BDMC への出力にあたり、まずテスト患者データを用いてシステムが正常に動作することを確認し、患者データを少数ずつ転送した。最終的には 1087 名の研究参加者の同意取得状況を反映させた。

同意取得のフラグが立てられた患者データは収集され BDMC に送信されるが、データ収集プログラムが MMWIN データ閲覧に与える負荷を検証した。検証にはデータ収集プログラム稼働前と稼働中の MMWIN 診療カレンダー(標準機能)起動時間とみやぎ眼科ビューア(拡張機能)の起動時間時間を比較することで行った(表 1)。今回の検証ではデータ収集プログラム稼働中の MMWIN データ閲覧に必要な時間には有意差はなくプログラム稼働の影響は認めなかった。また、転送される項目に欠損がないかも検証して、すべての項目が BDMC に転送され匿名化されることを確認した。本研究により得られる匿名化データは、抽出条件を自由に設定できる。あらかじめ現在では定まっていない、将来的な研究に用いられることを説明し、包括的な研究同意を取得しておくことで、今後の研究基盤となることが期待されている。

表 1 データ収集が MMWIN データ閲覧に与える負荷

施行回数 N=9	データ収集プログラム 稼働前	データ収集プログラム 稼働中	t検定 P 値
診療カレンダー 起動時間	4.51 秒	4.64 秒	0.91
みやぎ眼科 ビューア起動時間	1.69 秒	1.52 秒	0.28

MMWIN のネットワークは多くの施設間ですでに構築されており、これを利用することで、多機関での AI プラットフォームの構築にかかる費用と労力を抑えることができる。そこで MMWIN の AI 管理サーバを設置した。このサーバ内にデプロイされた AI 診療プログラムで MMWIN 内のデータを対象に解析を行うことを想定している。各施設の診療用端末等から MMWIN に接続し、AI 管理サーバに AI プログラムの実行依頼を行うソフトウェアを開発し、AI 診療を行うためのプラットフォームを完成させた。

この AI 診療のプラットフォームに問題ないか確認するためにすでに開発済みの研究用の AI プログラムを AI 管理サーバにインストールした。この AI プログラムは DRI-OCT Triton (Topcon, Tokyo, Japan)の黄斑部 Wide scan (V) 画像を対象に緑内障、非緑内障を AI 診断することを目的に作成されている。AI 診断の結果は PDF で出力される。東北大学および共同研究機関(気仙沼市立病院、星陵眼科緑内障クリニック)において AI 診断のレポートが正常に出力され、AI 診療のためのプラットフォームの構築に問題がないことを確認した。

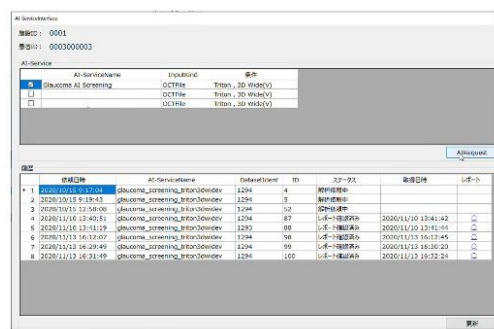


図 5 AI 解析実行の GUI

5 考察

本研究では AI による診療をサポートするプログラム開発のための医療情報の収集匿名化システムとそれを応用するプラットフォームの構築である。医療情報の収集は研究同意取得者から自動的に収集、匿名化され実際問題なく稼働することを確認した。今後は長期にわたり、経時的データの収集を行っていく予定である。また、将来的に開発された AI 診療プログラムを利用できるプラットフォームも、MMWIN のもつネットワークを利用することで、問題なく稼働した。大規模データ収集は AI プログラム開発の要である。本研究で構築されたプラットフォームは、データ収集とそれを実行する体制を提供する。本研究は収集と開発、そして開発された技術等を実行し、その成果をさらにそのデータ収集を可能とする自己完結を目指した円環するシステム開発を目指したものである。

これまで我々の施設は、機械学習を用いた緑内障診断に関する研究を報告してきた²⁾³⁾。緑内障の有病率は 40 歳以上の日本人の約 5%といわれており、眼科領域においてよく見られる疾患である。それと同時に我が国における失明原因一位の疾患としても知られている。患者本人に自覚症状は末期に至るまで乏しく医療機関受診が遅れること、また慢性的に緩徐に進行する症例が多く、医療者側も緑内障専門施設に紹介する時期が遅れがちであること等が原因となっている。緑内障患者を早期発見し、その中から重症例に至る症例をいかに見つけ出すかが失明予防のための課題である。しかしそういった症例を多忙を極める臨床医が客観的に選別できるかという、実際的な問題として難しい。そういった状況の中、より最新の深層学習などの解析手法を用いた AI が注目されている。すでに眼科領域では眼底写真などから疾患を判別するいくつかの AI プログラムによる自動変別が報告されており、特定の所見を検出する能力は専門家に近いことが報告されている⁵⁾⁶⁾。AI 診療の技術が実臨床に応用されるにはまだまだ問題が残っている。しかし、これまでの AI 研究や本研究のような成果が AI 診療の足掛かりとなっていくと期待している。

6 結論

本システムのような取り組みをさらに展開することで、早期発見、早期治療が必要である疾患を客観的に検出することが可能となる。生産活動の継続に貢献して、上記社会的課題を解決の一旦を担うことに有用であると考ええる。

参考文献

- 1) Ido K, Nakamura N, Nakayama M. Miyagi Medical and Welfare Information Network: A Backup System for Patient Clinical Information after the Great East Japan Earthquake and Tsunami. Tohoku J Exp Med. 2019;248:19-25.
- 2) An G, Omodaka K, Hashimoto K et al. Glaucoma Diagnosis with Machine Learning Based on Optical Coherence Tomography and Color Fundus Images. J Healthc Eng. 2019;2019:4061313.
- 3) Omodaka K, An G, Tsuda S, Shiga Y, Takada N, Kikawa T, Takahashi H, Yokota H, Akiba M, Nakazawa T. Classification of optic disc shape in glaucoma using machine learning based on quantified ocular parameters. PLoS One. 2017;12:e0190012.
- 4) Iwase A, Suzuki Y, Araie M, Yamamoto T ; Tajimi Study Group, Japan Glaucoma Society. The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese: the Tajimi Study. Ophthalmology. 2004;111:1641-8.
- 5) De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B et al. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. Nat Med. 2018;24:1342-50.
- 6) Poplin R, Varadarajan AV, Blumer K, Liu Y, McConnell MV,

Corrado GS, Peng L, Webster DR. Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning. Nat Biomed Eng. 2018;2:158-64.