

II. 分担研究報告書

医療機関における意思決定者に対する人工知能教育

研究分担者 亀田 義人

（千葉大学医学部附属病院 病院長企画室 特任講師）

研究要旨

本研究分担では、医療機関における病院長、その候補や支援人材等、人工知能導入に際する意思決定者に向けた教育プログラムの開発を担当した。

今年度においては、昨年作成した病院執行部向けの教育プログラムを株式会社TACの協力のもと撮影、TAC ホームページにアップし無料で公開した(現在は封鎖)。また、さらなる情報収集を行い、内容をよりわかりやすいものへと更新した。次に、医療用 AI 人材の育成について広く意見を拾うことを目的に、日本マイクロソフト社 DEEP LEARNING LAB と共催で、「医療×AI シンポジウムー医療×AI 推進人材を考えるー」を開催した。シンポジウムでは、大学・研究機関、AI を活用していく企業のそれぞれから 5 名ずつに登壇頂き、医療における AI 活用の推進のために必要な事項についてパネルディスカッションを行った。その上で、会場にて参加者アンケートを実施し、情報収集を進めた。さらに、医療用人工知能技術の普及啓発を目指して、医師専門のコミュニティサイト M3.com に医師のための人工知能入門を寄稿した。また、病院経営者向けの書籍において、医療における AI 入門の記事を分担執筆した。

人工知能分野においては技術革新が現在も続いており、教材等のコンテンツを作成してもやがて陳腐化することは避けられない。この問題への解決としては、各人が持続的に情報を収集し、実践的なリテラシーを身につける基盤としては、静的な教材ではなく、「自らの学びを共有し規模拡大していくコミュニティづくり」が重要と考えられる。そこで、DEEP LERANING LAB においてヘルスケア部門を開設し、コミュニティとして今後継続的な情報交換ができる仕組みを構築した。また、千葉大学病院の主宰する「病院経営スペシャリスト養成プログラム(ちば医経塾)」の活動を通じて、医療機関経営に関わる幹部候補生を対象としたコミュニティの維持に関わった。今後、これらコミュニティの拡大を通じて、医療機関における意思決定者層における医療用人工知能技術の技術受容が進むことを願っている。

A. 研究目的

本研究班では、医療用人工知能(AI)分野において、技術革新と国際競争力向上に資する人材育成プログラムを開発することを目的としている。本分担研究では、そのなかで、医療機関における病院長、その候補

や支援人材等、人工知能導入に際する意思決定者に向けた教育プログラムを開発することを担当した。今年度は、AI を搭載した技術への理解と医療機関への研究開発協力への理解と社会実装を推進することを目的として、活動を進めた。

B. 研究方法

昨年度の研究では、主に、「AI 教育プログラムの現状・情報把握」、「AI 研究者・企業の AI システム開発者へのヒアリング」、「プログラム開発の管理体制の構築」に取り組んだ。今年度の研究では、以上を踏まえ、次の4点を中心に活動を進めた。

① さらなる情報収集によりプログラムの充実を図る

昨年度に引き続いて医療分野における人工知能に関して広く情報収集とネットワークングを実施した。情報収集先として、株式会社キカガクが提供する「AI システム作成コース」、「AI 案件企画セミナー」東京大学政策ビジョン研究センターが主催する「医療×AI セミナー」、公益社団法人 医療・病院管理研究協会が主催する「医療における AI の活用と影響」、メディア社が主催する「Health 2.0 Asia -Japan 2018」、日本メディカル AI 学会および 日本メディカル AI 学会公認資格「メディカル AI 専門コース」に参加し、得られた内容を教材に反映した。また、ベンチャーキャピタルである Beyond Next Ventures 社や日本マイクロソフト社 DEEP LEARNING LAB ほか、次項のシンポジウム参加研究者および事業者と意見交換を実施した。

② 「医療×AI シンポジウムー医療×AI 推進人材を考えるー」の開催・人材育成に関する意見収集

医療用人工知能に関わる人材の育成について広く意見を拾うことを目的に、「医療×AI シンポジウムー医療×AI 推進人材を考えるー」を日本マイクロソフト社が中心となり運営する DEEP LEARNING LAB と共催した。登壇者を表 1 に示す。

パネルディスカッションにおいては、パネリストとして大学・研究機関から 5 名、AI を活用していく企業 5 名に登壇を依頼し、モデレーターを日本マイクロソフト社

表 1. パネルディスカッション登壇者

モデレーター

- 廣野 淳平 日本マイクロソフト株式会社 深層学習事業開発マネージャー
- 亀田 義人 千葉大学医学部附属病院 病院経営管理学研究センター 特任講師

第一部 アカデミアセッション

- 奥村 貴史 北見工業大学 工学部 教授 (厚労科研奥村班 班長)
- 中田 典生 東京慈恵会医科大学 放射線医学講座
- 林 秀樹 千葉大学フロンティア医工学センター 教授
- 藤原 幸一 名古屋大学 工学研究科 准教授
- 浜本 隆二 国立がん研究センター研究所 日本メディカル AI 学会代表理事

第二部 サービス事業者セッション

- 小川 晋平 株式会社 AMI 代表取締役
- 岡本 茂樹 株式会社シーディーアイ 代表取締役社長
- 谷口 直嗣 Holoeyes株式会社 CEO 兼 CTO
- 多田 智裕 株式会社 AI メディカルサービス 代表取締役会長・CEO
- 吉村 英樹 株式会社 OPTiM 医療事業 統括ディレクター

廣野氏と亀田とで務めた。シンポジウムでは、各パネリストより議論の素材となるプレゼンテーションを行って頂いたうえで、医療用人工知能技術の推進のために必要となる事項についてパネル討論を行った。そのうえで、会場来場者を対象としてアンケートを実施した。

③ 情報発信

医師を対象としたコミュニティサイト M3.com に、医師向けの人工知能入門を寄稿した。また、病院経営者向けの書籍において、病院経営者向けの書籍において、医療における AI 入門の記事を分担執筆した。

④ 医療従事者と工学系人材や企業が交わるコミュニティづくり

DEEP LEARNING LAB は、Microsoft 社と日本を代表する人工知能技術系ベンチャー企業である Preferred Networks 社とが協力して運営するディープラーニングに関連する開発事例や最新技術動向を情報発信する技術系コミュニティである。ディープラーニング技術の実社会における活用推進を目指しており、5000 人を超える参加者が参加している。本研究分担は、今年度、この DEEP LEARNING LAB と共催で、「医療×AI シンポジウム-医療×AI 推進人材を考える-」を企画した。その後、集まった参加者を核として、DEEP LEARNING LAB のヘルスケア分科会を開催する運びとなった。

C. 研究結果

① さらなる情報収集によりプログラムの充実を図る

情報収集先として、まず、株式会社キカガクが提供する「AI システム作成コース」、「AI 案件企画セミナー」に参加し、人工知能を実装する際の企画立案に関する手法について情報収集を行った。公益社団法人 医療・病院管理研究協会が主催する「医療における AI の活用と影響」企画では、国立がん研究センター研究所所属、日本メディカル AI 学会代表理事である浜本隆二氏との交流を通じて、DEEP LEARNING LAB シンポジウムへの招聘を実現した。

日本メディカル AI 学会公認資格「メディカル AI 専門コース」は、同学会が主催する AI 人材育成プログラムであり、AI に関するリテラシーや基本的なプログラミング教材を提供している。現在、企業や大学等が中心となって AI のプログラミングに関する講座が多数開講されるに至っているが、メディカル AI 専門コースではプログラミング教材に用いるデータとして医療系

データを用いている。そのため、医療関係者が人工知能技術を学ぶ上でより身近な教材となっており、モチベーションの向上に繋がるものと考えられた。同コースでは、修了者にサーティフィケートを与えることでも、モチベーションの向上を図っている。

以上に上げた他にも、複数の会合やシンポジウムに参加することにより情報収集を進め、昨年度構築した教材の更新作業を行った。更新した教材を文末に別途添付する。

② 医療×AI シンポジウム-医療×AI 推進人材を考える-を開催、広く医療×AI 推進のための人材育成に関する意見を募る

2019 年 2 月 10 日、日本マイクロソフト本社会議室を会場として、シンポジウムを開催した¹。シンポジウムには、メーカーや医療従事者等を中心として、総勢 150 名の参加が得られた。

参加者にアンケートを実施した結果、95 名から回答を得た。アンケートでは、まず、企画の満足度において、98%が満足とする回答を行った(図 1)。そのうち、69%は、4 段階評価の最高点をつけており、参加者が内容に高い満足を得ていたことが示された。

参加目的としては、「最新の技術を知りたい」というモチベーションが大きく、次に、情報収集目的との回答が多かった(図 2)。

「現在解決したい課題」を問うた設問では回答が割れており、「AI ソリューションを作りたい」、「AI への活用に向けたデータの溜め方」、「AI 化に向けたデータの活用方法」への回答が多数となった(図 3)。

医療分野への AI 技術の活用に必要な能力を問うた設問では、まず、「AI の知識」、「医療の知識」、「コミュニケーション力」がとりわけ重要と認識されていた(重複回答可)。これらに次いで、「プロジェクト

¹ イベント URL:
<https://dllab.connpass.com/event/112221/>

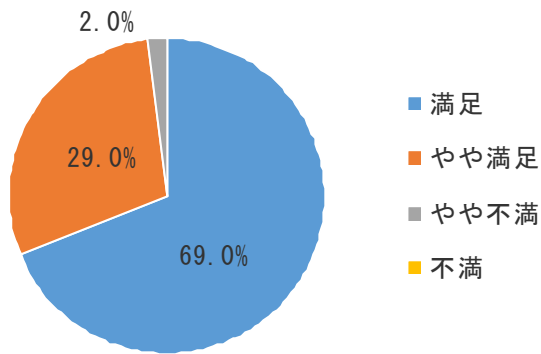


図 1. シンポジウムの満足度

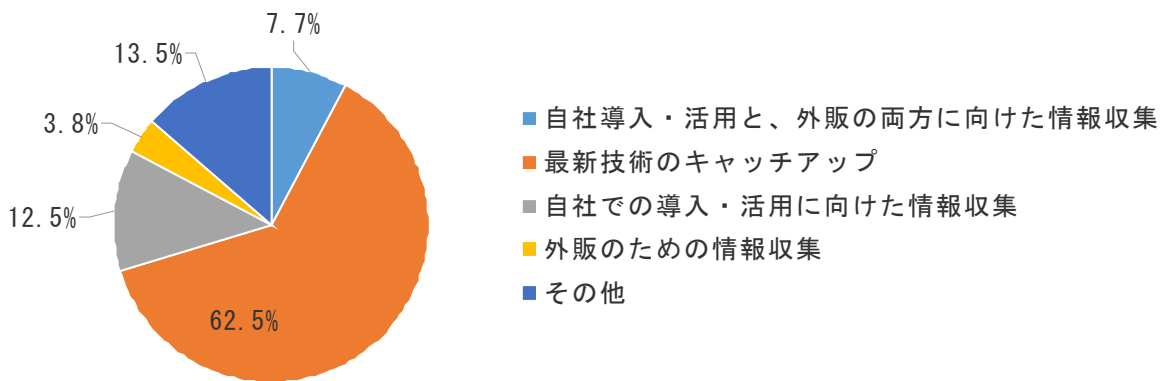


図 2. シンポジウムへの参加目的 (最も当てはまるもの)

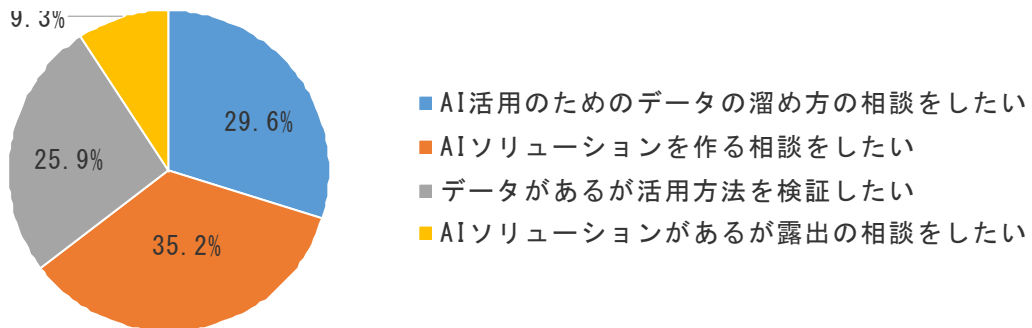


図 3. 現在解決したい AI に関する課題

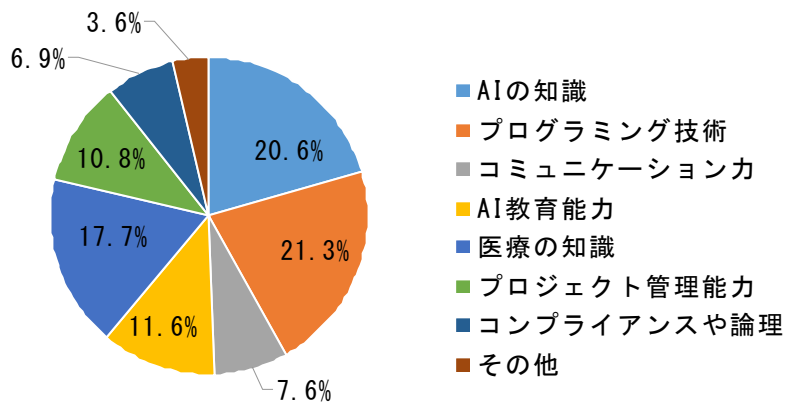


図 4. 医療分野への AI 技術の活用に必要なとなる能力

表 2. 人工知能の推進に関して行政に求める事項

- ・ 情報学出身者の医師免許取得の推進・支援政策
- ・ 医療は規制が多い
- ・ 守るものと進めるものを横の連携で支援してもらいたい
- ・ AI 利用が医師の責任になるならば、保険や医療点数など、周辺制度を早く整えてほしい
- ・ 薬事承認のための多施設研究を行うための仲継ぎ、など
- ・ まともなデータセットの作成・公開が必要。AI に活用できるまともなデータの整備が必要
- ・ 国民の医療データの収集と匿名化した上での公開
- ・ 医療 AI についての承認ルールの明確化
- ・ 日本のリソースがレッドオーシャン市場につき込まれて、失敗した場合、サンクコストが勿体ないと思いますが、アカデミアないし行政で、何らかの調整をしていく必要はあると思いますか。それが、イコール、資金援助の選択と集中になるのか、別の方法があるのか。また、淘汰された技術が、友好利用されていくためには無償化しかないのでしょうか。
- ・ ベンチャーに対応した認可
- ・ ベンチャーへの資金的な支援。
- ・ 手続き関連をやりやすく手軽に
- ・ 費用の拠出、費用のかくとくの Chance を広げてほしい
- ・ 薬機法の改正。医療に AI を入れるために規制をゆるめてほしい。そうしないと日本は米国のみならず中国からも遅れをとってしまう。
- ・ 工学系のエンジニアとコラボできるようにした方がよい。医師に AI を利用できるように。
- ・ 薬機法承認基準の明確化、FDA に遅れすぎないデジタルラグの解消
- ・ 承認プロセスの可視化とその支援を手厚くすると、よりスピード感が出る
- ・ 人材育成のための幅広い年代に対する様々な支援がより強化されるのが望ましい
- ・ PMDA の講演を聞きたい
- ・ 産官学のコラボレーションの仕組み
- ・ 特許に関するサポート

管理能力」、及び、「コンプライアンス」や「倫理」、「プログラミング技術」や「AI 教育能力」が続いた(図 4)。

その他、人工知能の推進に関して行政府に求める事項についての回答を表 2 に、DEEP LEARNING LAB に行って欲しい活動や学びたい内容についての回答を表 3 に示す。その他、アンケートの自由記載には、「熱意、パッション」、「課題発見力、現場の状況や問題の発見力」、「実用化アイデア、ビジネスモデル構築力」、「法規制の理解・

PMDA への対応」等の重要性を訴える意見が記されていた。

③ 情報発信

医師専門のコミュニティサイト M3.com に医師のための人工知能入門を寄稿した²。

また、2019 年 4 月現在病院経営者向けの書籍(編者：井上貴裕)の分担執筆項目として、医療における AI 入門の記事を寄稿し出版準備中である。

² <https://medicalai.m3.com/open/news/181108-series-kamedal>

表 3. DEEP LEARNING LAB に行って欲しい活動や学びたい内容

- ・ データの取り方ケーススタディ
- ・ 子供の発達を予測できるようになれば、教育・発達(発育)の最適化につながるのでは。健康増進、保健の分野での可能性を知りたい。
- ・ 物理セキュリティ、情報セキュリティへの AI の実適用例に関する講演、医療に劣らず、過検知や見逃しを許容しない分野ではと思うので関心があります。
- ・ 遠隔画像診断と AI について。
- ・ 個別に指導していただきたい。本学で AI 利用の相談したい。
- ・ 自治医大の「ホワイトジャック」のような診断に関するテーマ(画像診断以外)リスクマネジメントに直結するテーマ。
- ・ 人間の能力向上の為に AI、ヒューマンオーギュメンテーションなど。
- ・ 医師以外の医療での活動を知りたい。
- ・ Azure と Chainer の事例、チュートリアル。
- ・ 画像認識について 顔認識、脳 MRI。
- ・ IT ヘルスケア学会よろしく申し上げます。
- ・ 最新の DL の論文をひたすら紹介するだけの会。1 日かけて 30 本くらい。
- ・ 医療と企業との合同プロジェクト、いかに成功させるのか、などの実体験。
- ・ コメディカル向けのイベントがあればぜひ参加してみたいです。
- ・ 強化学習。
- ・ ベンチャー企業のことについて学びたいです。
- ・ 実用されている技術・サービスの事例紹介。それがどれだけ普及しているか、今後、普及されていくために、今ある課題や課題解消に求められているものを知りたい。
- ・ 音声、シグナル系の特集をしてほしい。
- ・ 福祉×AI のシンポジウムも企画してほしい。地域包括ケアの視野に入れたテーマでお願いします。
- ・ そもそもの AI、Deep Learning の概要を学べる機会があれば(初心者向け)参加したいです。
- ・ AI をどのように活用するか(方法論)。
- ・ 地方創生のための、観光立国に AI を活用する内容。外国人観光客は右肩上がり、昨年は 4 兆 5 千億円の収入があった。AI を用いて外国人観光客に対するサービスについて。お金をおとしてもらいたいのです。
- ・ 各大学(医学部)への支援にどのようにつなげられるか?さらに明らかにしていって欲しい。
- ・ 予想以上に面白かったので、今後も是非開催して下さい。
- ・ コメディカル(看護師、理学療法士)のための AI 話は少なかったと思う。open-minded な医療関係者はマイノリティなので、彼らのニッチ形成を支援して欲しい。
- ・ 千葉県内で地域中核病院等での一般内科外来を週 3~4 回行っている現場の人間です。国際競争の視点からも、一般外来診察等での診断に有用な AI 開発という”本丸の一つ”に関する進展を期待しています。
- ・ 机と電源をもう少し増やしてほしかったです。
- ・ 大変参考になりました。
- ・ 期待以上でした。ありがとうございました。
- ・ 各セッションのお話の時間が短くて分かりづらい。
- ・ インターネットにつながっていないクローズドなネットワークと AI のうまいつきあい方など、情報をえられる場があるとぜひ参加したいです。

- ・もう少し会場とのディスカッションや講演者同士のディスカッションを増やしていただきたい。今日のパネルは単なる一問一答。
- ・様々な視点がヒアリングできて、非常にタメになった。弊社の AI 開発の活動も一度発表してみたいと感じる。
- ・貴重な話が聞けて良かったです。
- ・各演者との ID 別のディスカッションの時間があつた方がよいと思います。
- ・画像に偏りすぎて、もっと広い分野の人と交流したい。
- ・本日はありがとうございました。また、機会があれば、参加したいです。
- ・コーディネーション、ありがとうございました。勉強になりました。
- ・内容も濃く、非常にためになるイベントでした。楽しい雰囲気の良いコミュニティ作りとなる機会でした。ありがとうございます。
- ・社会課題への着眼点をどうみにつけるか。
- ・平日夜や、土日に開催していただくと参加しやすいです。
- ・何かあれば協力します。
- ・大変参考になりました。
- ・アカデミアとサービス事業者の両方のセッションを同時に実施して頂いた点が良かったと思います。可能であれば、パネルディスカッションでアカデミアとサービス事業者が同席し、新しい発見が産まれる形式にして頂けるとよりおもしろく感じました。
- ・全体として大変良かった。
- ・発表の後で、質問時間がほしい。
- ・トイレの時間がもう少し欲しいです。
- ・医療関係者側、企業側、相互の立場のご意見が伺えて大変参考になりました。

④ 医療従事者と工学系人材や企業が交わるコミュニティづくり

人工知能分野においては技術革新が現在も続いており、教材等のコンテンツを作成してもやがて陳腐化することは避けられない。この問題への解決としては、常に新しい情報を得られ続けるコミュニティを形成することが重要と考えられた。そこで、シンポジウムをきっかけとして、5000人以上の人工知能関係者が集う DEEP LEARNING LAB にヘルスケア分科会を開設し、コミュニティとして今後継続的な情報交換ができる仕組みを構築した。今後はこれを核として、他の諸団体とも人的ネットワークを形成していくことを計画している。こうしたコミュニティは、医療系人材と工学系人材が一同に会しイノベーションを生みうる場であることから、今後さらに交流が進む仕組み作りを検討している。

D. 考察

昨年度の報告では、そもそも各個人の基礎知識にばらつきがある中で、どのような項目を学習するべきかを検討した。とりわけ、コンテンツベースの教材作成には限界があると考えられたことから、医学教育や他分野の教育と同様、コンピテンシー(目標の達成に求められる能力)を設定し、その習得に向けて各個人が主体的な学び(Active learning)を行う Outcome based Education が必要であることを考察した。

今年度の取り組みでは、本分野に関心を寄せる 100 名を超える参加者を集め、このコンピテンシーに該当する事項をリスト化することができた(表 4)。これらは、今後の教育プログラムを設計するうえでの基盤となるものと考えられる。ただし、医療用人工知能技術の研究開発において、根底には熱意が必要という指摘があった。今後、こ

表 4. 医療用 AI 開発に求められる能力

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ AI の知識 ・ 医療の知識 ・ コミュニケーション力 ・ プロジェクト管理能力 ・ コンプライアンスや倫理 ・ プログラミング技術 ・ AI 教育能力 ・ 課題発見力 ・ ビジネスモデル構築力 ・ 薬機法制 |
|---|

れらを総合的に培うようなプログラムの構築が求められると考えられる。またその実践の場として、今回構築したコミュニティが有用であることが期待される。

E. 結論

今年度の活動では、医療用人工知能分野全般に関する情報収集を進め、昨年度に開発した教材を更新した。また、医療用人工知能技術に関するシンポジウムを開催し、医療用人工知能の推進人材に求められるコンピテンシーについて意見を広く収集した。さらに、これらの情報に基づいて情報発信を重ねると共に、医療系人材と工学系人材が交わるコミュニティの構築を行った。

人工知能分野においては技術革新が現在も続いており、現時点での最新教材を作成したとしてもやがて陳腐化することは避けられない。この問題への解決としては、自発的に情報収集を行い、共有を図ってゆくコミュニティの形成が重要と考えられた。今後、研究分担が明らかとした知見や構築した学びのプラットフォームを元とした、本分野のさらなる発展を望みたい。

F. 研究発表

なし

シンポジウム参加組織一覧

AOI 国際病院
 Intuitive Surgical
 JB アドバンスド・テクノロジー株式会社
 NTT コミュニケーションズ
 アクセンチュア株式会社
 イサナドットネット株式会社
 エイツーヘルスケア株式会社
 オムロン株式会社
 オリンパス株式会社
 クアドリティクス株式会社
 シスメックス株式会社
 スカイライトコンサルティング株式会社
 スタジオアンスロウ
 ソニー株式会社
 たかせクリニック
 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社
 リコージャパン株式会社
 レノボ・ジャパン株式会社
 旭化成株式会社
 医療法人弘遠会
 科研製薬株式会社
 株式会社 AI メディカルサービス
 株式会社 GRCS
 株式会社アーク情報システム
 株式会社イードクトル
 株式会社エクサウィザーズ
 株式会社クレスコ
 株式会社ケアネット
 株式会社ジュピターテレコム
 株式会社ダंकネット
 株式会社メディカルデザイン
 株式会社メドレー
 株式会社モルフォ
 株式会社曙ブレーキ中央技術研究所
 株式会社博報堂
 株式会社富士キメラ総研
 近畿大学
 公益財団法人がん研究会

合同会社 Noteip

国立がん研究センター中央病院

国立大学法人千葉大学医学部附属病院

住友情報システム株式会社

新日鐵住金株式会社

聖マリアンナ医科大学

千葉大学

千葉大学医学部附属病院

全薬工業株式会社

総合南東北病院

第一三共株式会社

東京医科歯科大学

東京医科大学

東京医療保健大学

東京慈恵会医科大学

東京大学

東京都立駒込病院

特定非営利活動法人日本医療政策機構

日本医科大学附属病院

日本電気株式会社

日立建機株式会社

富士フイルム株式会社

富士通エフ・アイ・ピー株式会社

北海道大学

北海道大学病院

北里大学北里研究所病院

名古屋大学

医療用人工知能技術の人材育成と政策的支援に関する検討

研究分担者 藤原 幸一
(名古屋大学大学院工学研究科)

研究協力者 奈須野 文槻
(NPO 法人 STeLA Japan)

研究協力者 磯谷 俊輔
(東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻)

研究要旨

近年、飛躍的に発達した人工知能(AI)技術の医療分野への導入が期待されている。しかし、実際の医療現場は高度な情報技術が活用されているとはいえない状況にある。こうした状況を改善するには、医療用人工知能技術の研究開発人材の育成に加えて、その導入や普及に強い影響力を有する各種組織の意思決定者や政策立案者における技術への理解が求められる。

前者は、医療現場側の医師が最新の人工知能技術について理解することのみならず、工学・情報系の研究者・技術者が医療現場についても理解を深めていくことが重要と考えられる。後者においては、意思決定者や政策立案者による医療人工知能技術への理解に裏付けられた適切な投資判断が求められる。そうでなければ、研究開発は極めて非効率となり、また、制度的な制約によって技術の活用は妨げられることになる。

そこで本年度では、研究分担者による医学系学生および情報系学生を対象とした医療用人工知能技術に関する教育経験を踏まえ、まず、医療用人工知能人材の育成ターゲットと有すべき資質について考察した。さらに、前年度から継続して、政策立案者を対象とした人工知能技術に関する教材について検討を進めた。その結果、これまでの医療用情報技術政策や他国における人工知能技術に関する政策動向について整理することができた。これらの活用により、医療用人工知能に関わる人材育成政策の充実が期待される。

A. 研究目的

近年、ビッグデータ解析、人工知能(AI)技術の進展を受けて、医療分野においてもこれらの技術活用が期待されている。たとえば、深層学習を用いた医療画像解析や自然言語処理に基づいたカルテ解析などの研究が進んでおり、データ解析・AI活用

による医療における技術革新への期待は大きい。しかしながら、研究レベルでは様々な取り組みがなされているものの、実際の医療現場ではそれらが活用されているとはいえない状況にある。今後、研究と医療現場との間に、データ解析やAI活用への温度差が広がることが懸念される。

その原因として、AI 技術の研究者側が医療現場についての造詣が深くないことだけではなく、医療倫理や個人情報保護の観点から現実の臨床データへのアクセスが容易でないことが挙げられる。また、逆に、医療現場側の AI 技術への理解不足も原因として考えられる。結果として、医療現場にいる医師が、自らの臨床に AI 技術を活用したい、または AI の研究者とコラボレーションをしたいと考えたときに、スムーズに試みを進めることが難しい状況が生じる。また、医療用人工知能技術の導入について、現場がいかに医療用人工知能技術についての理解を深めても、各種組織の意志決定者や政策立案者によって適切な投資判断がなされなければ技術の活用は進まない。

そこで本研究分担は、まず、研究分担者による医学系学生および情報系学生を対象とした医療用人工知能技術に関する教育経験を踏まえて、医療用人工知能人材の育成ターゲットと有すべき資質について明確化を目指した。また、政策立案者向けに人工知能技術について啓蒙するための教材開発を試みた。とりわけ、我が国における情報系政策の歴史と失敗、先進諸国における医療用人工知能技術に係る政策についての教材化を目指した。

B. 研究方法

研究 2 年目にあたる今年度は、研究分担者による医学系学生および情報系学生への医療用人工知能技術に関する教育経験を踏まえて、医療用人工知能人材が有すべき資質について考察した。また、医療用人工知能の研究に携わる有識者との意見交換を通じて、上記考察をさらに深めた。

さらに、前年度までの研究結果に基づいて、意志決定者・政策立案者向けの教材の整備を試みた。そのために、まず、国内に

おけるこれまでの情報系政策とその失敗の歴史について整理した。また、人工知能技術に関する諸外国の政策動向に関する調査を行った。調査対象として、アメリカ、イギリス、フランス、カナダ、シンガポール、中国を選び、動向調査の結果をレポートとして整理した。

C. 研究結果

1. 医療人工知能人材が有すべき資質

医療用人工知能に関わる人材の育成について広く意見を拾うことを目的に、本研究班亀田分担(千葉大学医学部附属病院 病院長企画室 亀田義人特任講師)、日本マイクロソフト社が中心となり運営する DEEP LEARNING LAB と共催し、2019 年 2 月 10 日、「医療×AI シンポジウムー医療×AI 推進人材を考えるー」を開催した。研究分担者は、同シンポジウムにパネリストの 1 人として登壇し、医療用人工知能技術に関する研究者及び事業者らと意見交換を行った。その結果、医療用人工知能人材が有すべき資質について幾つかの知見が得られた。

まず、医療用人工知能人材には大きく分けて「医療と情報の双方に精通する医療用人工知能研究における中心的人材」「情報に関する最低限の知識を有する医療系人材」「医療に関する最低限の知識を有する情報系人材」という 3 種類の資質を持つ人材が存在し得ることが示された。現在、国内の教育現場では純粋な「医療系」もしくは「情報系」の人材しか育成されておらず、それぞれの専門分野については十分な知識を有するとしても、他分野に関しては最低限の知識すら有さない人材が少なくない。特に、AI の学習に必要なデータを収集する過程で協力が必要となる医療系人材における情報技術への知識不足は深刻で、医療用人工知能開発における大きな課題となっている。

一方、海外では、情報学の学位を持つ医師が少なくなく、医療と情報に精通した人材が医療用人工知能研究をリードしている。日本でも、工学系の優秀な人材に奨学金を与え医学部で医学を専門的に学ぶ機会を作るなど、国の積極的な介入が求められる。また、情報技術や AI に関する知識は高校や大学で学んでおかなければ定着面で不利であることから、早い段階で基礎的な数学やプログラミングに関する知識を身に付けておくことが望ましいと考えられた。医学に関する基礎的な知識については、様々な教材が広く普及しており、ある程度は独学で学べるような環境が整っている。情報系人事側には、これらを活用し医学を積極的に学ぶ姿勢を持った人材が求められている。

その上で、医学系人材と工学系人材のコミュニケーションについても改善が必要であることが示唆された。専門性の背景が違ふと考え方や問題へのアプローチが根本から異なることがあるため、そうした背景を相互に正しく理解することが医工連携で取り組む医療用 AI の開発には重要となる。また、AI に関する様々な情報が氾濫しているため、研究開発に関わる人材は AI の現状を正しく認識し、過剰な期待を持たない人材が配置されることが望ましい。加えて、医療知識を全く持たない工学系人材であっても、医療関係者や患者を尊重し、互いに充分配慮した関係構築を望める人材が必要となる。

その他、具体的に医学系人材が学ぶべき AI 技術として、画像診断に大きな影響を与えたディープラーニング技術が挙げられる。ディープラーニングは急速に進歩しているだけでなく、基盤的技術として応用範囲が極めて広い特徴を有する。とりわけ、日本には他国と比して高品質な医用画像が数多く存在することから、それらの情報を有効活用した医療用人工知能の発展という点で、優先的に習熟すべき技術と考えられた。ま

た、研究者及び事業者共に、深刻な人材不足と育成環境の不足については意見が一致しており、今後の重要課題として認識されていた。

2. 我が国における情報政策の歴史と失敗

今後 AI の応用が進む医療分野において、情報政策はその利活用に大きな影響を与える。医療用 AI に関する情報政策を検討する上で、過去の情報政策について考察することは重要と考えられる。そこで、今までの政府の情報政策について、レポートを別添すると共に、下記に概要を整理する。

我が国においては、まず、1950 年代に産官学連携のハードウェアを主とした研究開発とコンピュータの普及促進政策が始まり、その後、1970 年代にソフトウェア分野にも支援が広がった。これらの情報政策は、通産省が主導し、「政官財の鉄のトライアングル」により強力に支えられてきた。しかし、1980 年代になると米国との貿易摩擦の影響を受け、国内産業の発展のみを志向した情報政策は限界を迎えることになる。そこで、1980 年代からは情報社会と国際化を踏まえた「情報立国」という方針が掲げられ、人間を超える AI の開発を目指した「第 5 世代コンピュータ・プロジェクト」などが開始された。しかし、このプロジェクトは目立った成果を挙げられておらず、人工知能分野における「冬の時代」に繋がる失敗プロジェクトとして広く知られるに至っている。1990 年代に入ってインターネットが登場すると、通産省の情報政策はハードウェアやソフトウェアの開発からネットワークインフラの構築へと進んでいく。この頃から、郵政省の電気通信政策と通産省の情報政策が重複し、両省間での権限争いが常態化することになる。

インターネットが全国的に普及する 2000 年代に入ると、「IT 革命」が注目され

るようになった。情報政策はハード・ソフト・インフラといった情報技術の環境整備から情報の利活用へと焦点が移ることになる。そして政府は、世界最先端の IT 国家を目指し、「IT 基本戦略」や「e-Japan 戦略」を策定し、インフラの強化の他に人材育成や各種行政手続きを一括してオンラインで行える電子政府の実現などを目標として掲げた。実際にポータルサイトの整備やオンライン申請のシステム構築は進んだものの、利便性の低さや周知不足から一般の利用率は低く、大きな課題を残した。さらに、後に策定された「e-Japan 戦略 II」では、「電子政府・電子自治体」「教育・人材」「医療」の3つに分野において人材・体制・財政に構造的な課題が残っており対策が必要であるとされている。また、医療分野において、厚労省は経産省等と連携し電子カルテの普及と病院間ネットワーク化の促進政策を始めたが、助成金を投じてシステムの導入を進めたものの維持コストの問題などから多くの病院で定着せず、医療の情報化における代表的な失敗政策として知られるに至っている。

さらに、情報技術の応用範囲が急速に広がる中で、2006年にはIT基盤の整備や世界的な情報発信を政策目標として掲げた「IT新改革戦略」が策定された。医療分野においては「レセプトの5年以内オンライン化」、「健診情報の生涯活用」、「電子カルテの普及」等が目標に掲げられている。さらに、厚生労働省、経済産業省、総務省の3省連携事業として、「医療健康情報活用基盤実証事業」が開始された。縦割り行政が目立つ日本においては珍しい3省連携で行われた事業であったが、目立った成果を上げることができていない。

2009年には、デジタル技術の急速な発展やリーマン・ショックへの対応などを背景として、「i-Japan 戦略 2015」が新たに策定された。電子カルテは「地域の医師不足等

の医療が直面する問題への対応」の方策の1つとして、地域医療情報システムのインフラ基盤として位置づけられている。その後、2014年6月に成立した「地域における医療及び介護の総合的な確保を推進するための関係法律の整備等に関する法律(略称、医療介護総合確保推進法)」に基づいて、地域医療介護総合確保基金が策定され、2014年の予算から2018年度予算までに医療施設そのものの建設やその他費用も含めて4500億円が投じられた。2016年には「官民データ活用推進基本法」が成立し、これに基づき2017年5月、「世界最先端IT国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」が策定された。新計画では電子行政や健康・医療・介護、農林水産などに加えて観光も重視しており、2020年を一つの区切りとした上で国民や企業にもたらすメリットを示しながら施策を盛り込んだものとなっている。改革項目の中には過去の戦略や計画にも見られていたものがあり、過去の政策の「積み残し」を解消しようという意図がうかがえる。

これまでの情報政策を振り返ると、インフラ整備を中心とした「e-Japan 戦略」を除けば、戦略の重点項目は一貫して各分野におけるITの利活用を志向したものとなっている。内容は時代ごとの政党の思考、経済状況、世論や技術発展などに応じて常に変更されてきたが、これまでの戦略では戦略全体の調整について必ずしも成功していない。さらに縦割り行政への批判は常に行われ、重複する施策の排除も主張されてきたにもかかわらず、どの情報政策においても施策の重複等が指摘されてしまっている。また、電子政府政策及び電子カルテの普及政策自体は当時としては先駆的な取り組みであったに関わらず、その時代のブームや風潮に合わせて推進方法を選択していたため、将来起こると予想できた障壁を考慮できておらず、十分な成果を上げることがで

きなかった。今後、医療用 AI の情報政策を検討する際にも、上記のような関連した情報政策における失敗の総括と抜本的な見直しが望まれる。

3. 保健医療用 AI に関する諸外国の方針および人材指針

次に、保健医療用人工知能に関する各国の動向調査を行った。人工知能技術の世界的な競争とその様々な分野への影響は著しく、日本政府も 2018 年に AI 戦略実行会議を通じて戦略パッケージを策定した。ここでは戦略に係る構造改革の事例として農業、物流にならんで健康・医療・介護の分野が大きくとりあげられた。それに前後して、世界各国でも AI に係る戦略や保健医療における AI に係る研究政策や人材指針、規制を策定し、実行している。今年度、それら各国の動向を調査し、今後の日本における保健医療用人工知能のための政策企画に向けた検討材料として整理した。

3-1. アメリカ

アメリカでは、公衆衛生・保健政策に加えて、病院経営を含む保健医療用ソフトウェア、研究データベース構築といったさまざまな角度から、人工知能技術の応用に向けた議論がおこなわれてきた。これは保健医療データに関する政策議論においても同様であり、過去より蓄積されてきた多くの医学研究用データを対象としたさまざまな施策も存在する。そうした背景のなかで、AI 技術の応用である各種ソフトウェアの開発がなされてきた。

アメリカ合衆国保健福祉省(HHS)は IT に関する組織のもっとも重要な側面は人だとし、有能な人材確保のためのブランド確立に加え、雇用の過程と基準、どういう人を雇うかについて定義するために分析を進めている。そのために、IT に関係しない職員

についてもテクノロジーの活用のための理解を求めている。

アメリカ国立衛生研究所(NIH)では、データサイエンスに関わる人材育成の強化のために、「人材育成のための研究資金配分」を実施している。今後はさらに大学生、大学院生、ポスドクを対象としたトレーニング、およびデータサイエンティストを対象とした生物医学領域のトレーニング、また研究上必要な情報の安全性や倫理的に正しいデータの使いかたに関するトレーニングを学生向けに実施することを検討している。

また、アメリカ政府への政策アドバイザー的役割を果たしている研究者グループ JASON は、アメリカ合衆国保健福祉省への政策提言において、「AI ツール開発のためのトレーニングデータベースの整備」「ラベリングの質が高いデータがヘルスケア分野でも成果を上げることを示すため、AI コンペの支援とパブリックフォーラム上でのデータのシェアの必要性」「AI の限界を理解することの重要性」を説いている。データ中に誤情報が増殖すれば AI に悪影響が生じ、時には AI をヘルスケア分野に応用することへの受容を妨げることもある。その現状を踏まえて、深刻な事象を防ぐ仕組みづくりを提案している。

3-2. イギリス

イギリスでは、保健医療用 AI 戦略及び方針において、他国と比較しても高度かつ具体的な議論を行い実行している。スタートアップや研究機関との連携も活発であり、国策としてそうした連携をすすめる倫理的なガイドラインを自ら設定し、実行にうつしている。国内の医療格差是正の手段としての AI という文脈を重視していることも特徴で、NHS との連携のもとで一部のスタートアップによる保健医療用 AI の国内でのサービス提供や実証実験を進めている。

イギリスの保守系シンクタンク Reform は、人材や政策について「AI はなにかを可能にする道具であって、ビジョンではない」「AI システムの調達についての明確フレームワーク、及び医療従事者・医療スタッフがどう AI を意志決定支援ツールとして使うべきかの明確なガイドラインをつくるべき」と提案している。

3-3. フランス

フランスでは、米中への高度人材流出の課題を念頭においたうえで、首長主導のトップダウンによって AI 政策を進めている。その中でも、医療には重点が置かれており、その戦略及び政策に基づいた実際の取り組みが今後展開していくものと思われる。ただし、その決定プロセスは関連資料の調査からは不透明であった。

著名な数学者・国民議会議員であるセドリック・ヴィラニ氏による報告書では、フランスの AI 研究能力を高く評価した上で、その科学技術の経済・産業上への応用が難しい現状で他国への人材流出の懸念を念頭に置き、政府がすすんで AI 開発に注力すべき優先領域を選定する戦略の必要性を訴えている。また、ヨーロッパの「AI エコシステム」の強化のためには、経済的な比較優位のある領域にイノベーション支援を集中するべきだと提言している。現状の AI が抱える課題を解決するために、研究機関ネットワークと応用研究向け計算機資源の設置、研究教育者、研究者の職務経験の有効活用や、各領域での様々な水準での AI の人材養成を提言している。

3-4. カナダ

カナダでは、国家政策と州政策の研究開発政策の連携、そして研究開発コミュニティの活発化が AI 戦略の中心となっている。そのなかでも、今後の研究開発を担う人材

育成と国際的な議論のリーダーシップをとることが重視されている。各ファンディングエージェンシーは保健医療と AI に関する新しい研究資金を提供しており、今後、さまざまな研究開発計画が進んでいくものと考えられる。

カナダ上院の Committee on Social Affairs, Science and Technology は、2017 年のレポート「Challenge Ahead: Integrating Robotics, Artificial Intelligence (AI), and 3D Printing Technologies into Canada's Healthcare Systems」において、AI の保健医療への応用については規制やモニタリングの統合に関する議論を進めることが課題であるとしている。また、AI 産業界からのヒアリングを通じて、技術を市場に出す際の不満あるいは摩擦を明らかにすると共に、州政府による政府調達の仕組みなどの問題点の存在を指摘した。

また、カナダの Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR) は、AI に注力するために「Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy」を制定した。これは 125,000,000 カナダドルの予算のもと、AI 研究を担う複数の機関と連携し、「優れた AI の研究者・学位習得者の数の増加」「カナダの 3 つの主要な AI 研究の中心の科学的な卓越性を相互に関係させる仕組みの構築」「AI の推進に係る経済的・倫理的・政策的・法的な領域において世界的な意見形成のリーダーシップの育成」「AI に関する国家的な研究コミュニティの支援」を目標に掲げた活動を行っている。

3-5. シンガポール

シンガポールでは、「IT 立国」に向けて AI に関する戦略や制度が議論されている。人材育成や議論のための組織体制についても参考となる取り組みが多く、国民、国営企業、民間企業それぞれに向けた教育プログラムやガイドラインの提供も積極的である。

シンガポール政府は、National Research Foundation(NRF)が主催する「AI Singapore」という取り組みを通じて、AIによる社会的経済的インパクトの創出、シンガポール国内における人材の育成、また AI エコシステムの構築を図り、AI分野でシンガポールを台頭させることを目標として掲げている。人材育成の目標に関しては、今後3年間で12,000人のシンガポール国民にAIの知識を獲得してもらう計画を発表している。その他にも経営者層向けの基礎コースや、より対象を広げたワークショップを提供する計画であり、シンガポール政府のみならずマイクロソフト等の企業も資金提供を行うことが明かされている。

また、シンガポールの個人情報保護を議論する委員会 Personal Data Protection Commission (PDPC)は、AIに特化した倫理的基準を設置している。医療や金融を含めた国民生活に係るAI一般に関する産業および技術がこの倫理的基準の対照となり、また同時に意思決定者向けの思考フレームワークも提供されている。

3-6. 中国

中国では、諸外国との競争を重視している。政策においては、Alibaba社やTencent社に代表される民間企業主導の取り組みを中心に据えていることが特徴で、民間企業が各地域での研究開発と実証実験を進めている。また、2020年までにAI産業を中国経済の中心に据え、それを通じて経済成長を目指すために「次世代AI発展計画」が発表されている。この計画では、政府が民間企業を指名し、率先して官民連携体制を取る点が特徴であり、政府が州政府を指導するのではなく、各企業がそれぞれ州政府と協力する体制がとられている。実際に地方政府としてAIに関わる戦略をあげている地域も多い。

Alibaba社は、AIによるスマート医療サービスの実現を目指している。とりわけ、中国大衆の医療機関の受診における困難や医療費の高額化を解決したいと表明するなど、次世代AI発展計画に盛り込まれたスマートシティの領域を超えて事業拡大している。Alibaba社は、ヘルスケア関連企業と共同で「医学AI開放革新応用プラットフォーム」を作り、北京地域の20の医療機関と、ブロックチェーン、AI、クラウドコンピューティング技術を基盤とした研究プラットフォームとサービスセンターを設置する等の動向情報がある。

2018年4月に中華人民共和国国務院によって発表されたInternet-plus Healthcareでは、インターネットを含むITを通じて、オンライン病院やビッグデータを利用した疫学的予測、感染症の症状のモニタリングの可能性を示している。これを通じて中国政府はヘルスケアの現代的なマネジメントの導入、リソース分配の最適化、サービスの形態の変容、効率の向上、そして急増するヘルスケアの負担への対応を目指すとして説明している。そのためには国内のデータカタログや標準システムの統合と制度化、医療の基礎標準の制定、データセキュリティー及び個人情報保護改善、情報のシェアの実現が必要だと訴えている。

D. 考察

人工知能の研究開発においては、質の高いデータを大量に収集・整理することが重要となる。しかし、医療用人工知能においては、そのデータ収集・整理が、他分野における人工知能開発のプロセスと大きく異なっている。すなわち、データ収集・整理の各フェーズにおいて、適切な倫理審査や個人情報保護、電子カルテを含めたベンダ固有のデータフォーマットの差異の吸収、そして臨床現場におけるデータ解析を考慮

した適切な測定・判読の粒度の設定などが求められる。情報系ないし医療系を問わず、この点をプロジェクトに関わる各人材が理解していることが、プロジェクトの成功に関わりうると考えられる。

しかしながら、医療用人工知能人材育成を支援すべき行政・政策企画側は、医療用人工知能の研究開発に直接関わる機会に乏しいことに加えて、こうした情報を整理した教材が欠けてきたと考えられる。そこで、本研究分担では、行政官を含む政策立案者が医療用人工知能人材育成に必要な情報を学ぶために、情報政策の歴史と、諸外国における医療用人工知能人材育成に係る政策をまとめた教材の作成を目指した。

調査の結果、保健医療の将来に向けて、各国共に AI 技術や医療用データを重視していることが明らかとなった。保健医療用 AI そのものを国家戦略と位置づけるかは国によって異なるものの、保健医療上の問題と密接に関係しうる重要政策として捉えられていた。そのために、個別の研究開発への投資だけでなく、政策やビジネス、研究コミュニティにおける人材の育成や国家的な AI・データ活用のための教育、ガイドライン策定による円滑な利活用を狙うなど包括的な取り組みの重要性を訴えているものが多かった。また、世界的な AI 競争のなかでの自国の立ち位置と、自国の保健医療上での課題、現行制度、過去の医療 IT 政策などの取り組みを踏まえた上での議論が展開されており、同様な政策であっても異なった政策的な背景や事情を有する可能性も示された。

各国の保健医療用人工知能についての政策を大きく分類すると、IT を含めた過去の取り組みを踏まえてインターネットやデータサイエンスを中心にそれを発展させる方向性、自国の保健医療体制の問題点を踏まえて企業との連携を高める方向性、医療・ヘルスケア、その他教育、規制など AI と

関連して進めてきた取り組みや自国の研究機関の存在感を増す方向性、またトップダウンで注力領域を決定する AI 戦略の方向性が確認された。

日本は、各国の AI 競争下での立ち位置と自国の抱える保健医療上の課題を踏まえた上で、包括的な政策議論を展開していくことが期待される。今回調査した各国は、いずれも多様なステークホルダーの調整や、高度人材の育成と国際的な移動、AI と研究を先導する国際的な企業の動向を踏まえた上で自国のリソースを活用した取り組みを具体化させている。今後、諸外国の政策動向を分析することにより、より効果的な政策企画を進めることが期待される。

E. 結論

本研究分担では、研究分担者の進めてきた医療用人工知能に係る研究教育経験を基として、医療用人工知能人材が有すべき資質について考察した。

情報系の人材としては、ディープラーニング技術に代表される人工知能技術に関する理解は欠かせない。しかし、それに加えて、医療現場そのものや対象疾患、そして倫理審査や個人情報保護を含めた知識が望まれる。一方、医療側の人材としては、数学やプログラミング等情報技術に対する早い段階からの習熟を通じて、臨床において各種の情報を記録する際、データの 2 次活用を念頭においた測定や記載が求められる。さらに、医工連携を通じた両者のコミュニケーションの改善が望まれる。この点においては、諸外国においては情報学の学位を有した医師が少なからず存在することからも、我が国においても関連研究をリードしていく人材の育成に向けた政策的な支援が望ましい。

また、医療用人工知能技術に代表される各種医療技術は、研究開発や許認可等にお

いて政府の政策動向に大きく影響を受けている。それにも関わらず、医療用人工知能技術のような新しい技術は、法的規制を含む政策的な観点からの研究の蓄積が乏しい。また、政府による研究開発投資によって発展の方向性が大きく左右されることから、前年度に引き続き、政策立案者・意志決定者を対象として医療用人工知能技術について啓蒙するための教材の開発を試みた。それらの成果は、「我が国における情報政策の歴史と失敗」、および、「保健医療用 AI に関する諸外国の方針および人材指針」として整理することができた。

今後、研究成果物の活用を通じた医療用人工知能に関わる各種人材の育成に向けた各種政策の充実が期待される。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

医療用人工知能技術の医師受容要因に関する検討

研究分担者

木村 眞司

（札幌医科大学医療人育成センター教養教育研究部門）

奥村 貴史

（北見工業大学 工学部 地域未来デザイン工学科）

研究協力者

小笠原 亜美

（旭川医科大学医学部医学科学生）

研究要旨

医療用人工知能(AI)の研究開発に際しては、各医療機関の研究開発への参加や学会レベルでの大規模研究の実現等において、各組織の長や学会幹部の理解が不可欠である。しかしながら、これら意思決定に関与する人材を対象とした医療用人工知能の教材がなく、各プロジェクトの負担となってきた。一方、これらの人材には、一方的な情報提供は必ずしも有効ではなく、むしろ、対話を通じた信頼の醸成や疑問の解消が行動変容に繋がりうる。そこで、本研究分担は、医療用人工知能の普及に向けて、これら各分野の指導者を対象とした啓発活動のあり方を検討した。

今年度の研究では、医師による医療用 AI の受容度に影響を与える要因と受容度を変化させるために有用と考えられる情報について検討するため、医師数名にインタビューを行った。その結果、受容度に影響を与える要因として自身の専門領域や関心分野における「関連度」と「利便性」、及び医療用人工知能に関する「理解度」が関係していることが示唆された。こうした要因について、対象の利益となりうる情報を提供することが受容的な態度変容を得る上で重要になると考えられる。

そこで、これらの知見に基づいて、医師における人工知能技術の受容における決定因を定量的に明らかとする研究計画の策定を試みた。また、プライマリ・ケア連合学会におけるシンポジウム開催や学会幹部との意見交換を通じて、学会における長期戦略策定に向けた学会長諮問委員会(2050年のプライマリ・ケア検討委員会)において、委員会議論における軸の一つとして医療用人工知能技術の発展と活用を据える体制を敷くことができた。医師における技術受容の決定因定量化については、研究期間内に実施することができなかったが、次年度における実施を通じて医師の技術受容促進に向けた基礎的知見の獲得を図りたい。また、今後、学会レベルでの技術活用の検討を深めることにより、医療系学会幹部を対象とした医療用人工知能の啓発手法の確立に繋げたい。

A. 研究目的

人工知能技術の発展に伴い、医療分野への応用が期待されている。しかしながら、医療用人工知能研究は研究人材の欠如よりも研究プロジェクトを支える人材により制約を受けることが明らかになりつつある。そこで、医療用人工知能分野の発展に向けた人材育成の一貫として、本研究分担では、昨年度より医療用人工知能の開発や普及に関わる意思決定者の啓発を進めてきた。

昨年度の研究では、総合診療の臨床現場における医療用人工知能のニーズや課題のヒアリングを行った。これにより医療用人工知能が臨床現場の抱える問題を解決する可能性があることを確認する一方で、活用に向けてはまだ解決すべき課題が存在することを明らかにした。今後、こうした課題を解決し、医療用人工知能の活用を進めていくためには、ユーザーとなる医師及び研究協力に関わる医療機関の意思決定者に技術が受容され、協力を得る必要がある。しかし、医師の中には人工知能技術に受容的な者だけでなく、否定的な者も少なからず存在する。

一般的に、医師のように高度な職能を有した専門職においては、不足している情報を一方通行に提供する「欠如モデル」は機能しないと考えられる。実際、医師を対象とした医薬品や医療技術の営業活動においては、薬剤師資格者等質疑に耐える人材を充てると共に、その分野の指導的な立場にある医師に依頼し各地の医師会における講演を通じた啓発活動が行われる。そこで、医療用人工知能の啓発に際しても、このような「双方向モデル」や「インフルエンサーマーケティング」が欠かせないものと考えられる。

しかしながら、医療用人工知能は、市販化された薬剤とは異なり依然として発展途

上の技術と言える。現状では十分な性能が得られないケースが多く、その性能向上に向けた研究開発自体への協力医師の獲得が求められる特殊な状況にあるため、一般的な医療技術以上に理解に向けた難度が高い。そこで、医療用人工知能技術の啓発に向けて、どのような情報提供をすれば医師による理解が進み、また、受容的な態度変容が得られるのか、医師の技術受容に関わる要因を検討するための知見の収集を図った。

B. 研究方法

本研究では、医療用人工知能技術に対する医師受容の因子を明らかにするために、まず、2名の医師を対象にヒアリングを行った。その際、それぞれの医師における技術受容因を明らかとしていくために、半構造化面接を採用した。この面接では、構造化された質問によって相手の属性や受容態度について明らかにした後、人工知能に関する対象の理解を確認し、それを受けて要因を検討するための質問を行った。その上で、最後に本面接による受容態度の変質の有無を確認するための質問を行った。

インタビュー対象

1. 大学病院消化器内科医師(卒後10年目) T氏
2. 大学医学部病理学講座教員・医師(卒後年目) N氏

主な質問内容

- Q1: 相手の属性情報
Q2: 技術受容度、及び技術に対する態度 (初期値確認)
Q3: 医療用人工知能に対する理解度確認
※以下、受容態度や理解度に合わせた質問
QN: 技術受容度、及び技術に対する態度 (最終値確認)

C. 研究結果

1. 大学病院消化器内科医師 T 氏

T 氏は大学病院に勤務する消化器内科の内視鏡医(卒後 10 年目)であり、近年技術進歩の激しい内視鏡医療を中心に情報収集を行っていた。医療用人工知能については、人工知能や先進医療について広く情報収集をしているというよりも、あくまで自身の専門分野に関わる部分についての情報という形で認知していた。中でも、T 氏が注目する医療用人工知能として挙げたのが、サイバネット社が昭和大学や名古屋大学と共同で研究開発を行っているエンドブレイン(EndoBRAIN)である。エンドブレインは内視鏡画像を利用して癌か非癌かを識別する医療用人工知能であり、2018 年 12 月には医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律(薬機法)の承認を受けている。T 氏はこのエンドブレインについて、内視鏡治療について多くの論文を発表している昭和大学の研究として詳細に理解していた。

T 氏はこのエンドブレインを医療用人工知能の一つとして例に挙げ、医療用人工知能による癌の識別や確率の提示により内視鏡診断の精度や速度が向上することを期待していた。特に内視鏡による診断や治療は医師によって能力差が大きく出る分野であり、人工知能によってそうした能力差が是正される可能性について言及し、実際には是正される状況下になれば医療用人工知能も注目も集まるだろうと発言した。その一方で、医療用人工知能の学習に使われるデータが人間の医師によって作成されたものであり、データを提供する施設による偏りやその正確さについて懸念を示した。その上で医療用人工知能による誤診が起きた場合に対する責任の所在が曖昧になる件についても問題が残っていると指摘した。

また、エンドブレインが高倍率の内視鏡画像診断に特化したものであることについても触れ、人間の医師が低倍率から高倍率の画像を使って総合的に診断するのに対し、エンドブレインによる診断支援が限定的な用途に限られることから、エンドブレインや医療用人工知能が医師に代わるレベルに達するにはまだまだかかるだろうと T 氏は結論づけた。特に、医師の業務が癌か非癌であるかという「存在診断」以外に「組織診断」や「範囲診断」にも広がる上に、治療行為に及ぶことから代替可能性は極めて低いとした。一方で、医療用人工知能による治療行為の代替や支援については期待している旨の発言があり、内視鏡手術については切開箇所マークをしてくれるだけでも十分に有益であるとした。

T 氏の医療用人工知能に対する受容度については、総じて「期待はしているものの課題が多く実用レベルにはない」という中立からやや受容的に近いものであると言える。また、エンドブレインのような自身の専門分野に関わる人工知能についてはかなり詳細に理解していた一方で、メディアへの露出が多かった IBM の「ワトソン(Watson)」を認知していなかったことから、自身の専門領域にどう関わってくるかという点が医療用人工知能の理解における重要な点であることが改めて確認できた。

2. 大学医学部病理学講座教員・医師 N 氏

N 氏は病理学の専門家である医師(卒後 20 年目)であると同時に、独学で病理組織診断支援人工知能の開発を行っている研究者でもある。N 氏には情報系のバックグラウンドはなかったものの、学生時代からコンピュータに関する興味を持っていたということで、ディープラーニングに端緒を発するブームを受け、独学で勉強を進めたとのことだった。特に病理学分野においては早い段階から医療用人工知能の研究を行っ

ており、人工知能の活用を進めていく立場にある医師である。

このような背景を持つことから、人工知能に関する理解度も高く、医療用人工知能に関する不安や懸念にいても「あまりない」と発言している。医療用人工知能も他の技術と同様に、利便性に応じて広まっていくかどうかが決まるだけであり、それについては従来の技術と変わらないとした。医療用人工知能の使用によって生じる責任問題についても、従来の医療機器と同様に人間である医師が行うことになるとしつつ、将来的に人工知能が人間より信頼されるような社会になった場合は別であると指摘した。

N氏は技術に対して総じて受容的な態度であるものの、現状の医療用人工知能の実用性に対しては懐疑的な意見をもっていた。現時点での医療用人工知能は医師の補助すら難しく、ダブルチェックのためのツールという位置づけに過ぎず、あくまで医師の仕事を少しだけ楽にする程度のレベルでしかないと発言した。また、医療用人工知能が医師に取って代わる可能性については、まだまだ時間がかかるものの仮にそれが実現したとしてもそれも技術の進歩の形であり、医師は別の仕事を探せば良いだけとしており、こうした点についても受容的な態度が見受けられた。

医療用人工知能の普及における壁としてN氏が挙げたのが「利便性の閾値」であり、ユーザー側が便利であると感じるかどうか、また、仕事の中で必須のツールになるかどうか全てだとしていた。ディープラーニングを中心とする人工知能技術の可能性については未知数としながらも、現在はまだまだそれを活かしていない段階で、人々が便利に感じるようになっていないことが原因で普及しないという考えだった。ユーザーからのフィードバックを経て改良を加え、利便性の閾値を超えた時に一気に普及するだろうとのことだった。また、意思決定者

の理解も重要である一方で、閾値を超えれば理解度の低い人にも広がっていくと指摘した。さらに、大きなブレイクスルーを促進する可能性がある技術として、N氏は学習データのラベル付けや選定を自動化する技術を挙げた。ディープラーニングの開発において学習データの収集と選定は大きな割合を占めており、この部分を効率化することでディープラーニングの学習は大幅に効率化することだった。

一方で、普及には現場の人間と技術者の協力関係も不足しているとし、N氏自身も人工知能の開発者と情報交換の機会を模索しているものの機会が無いとのことだった。この点については、医療関係者も技術者も互いに専門領域に留まっているせいで関わりを持つ機会が少ないのではないかと指摘している。互いに必要な情報を持っているはずなので、互いの関心領域を広げ、交流の機会を設けることが今後必要になってくるのではないかと発言している。

以上のように、N氏は医師でありながらも開発者でもあるという背景からか、極めて受容的な態度をもっていることがわかった。また、医療用人工知能の現状を正しく理解していることから現実的な視点を持っており、医療用人工知能の活用に向けた課題についても様々な見解を持っていた。こうした受容度の高い医師との協力関係は、医療用人工知能の啓発においてより重要になってくると考えられる。

D. 考察

本研究により、受容度に影響を与える可能性のある要因がいくつか確認できた。

1つ目はT氏のケースで顕著に見られた「関心分野との関わり」である。関心が高い分野で注目を集める技術が登場し、課題が多かったとしてもその技術によって専門領域に良い影響を与える状況を提示できた

という点は受容度に大きな影響を与えた可能性が高い。特に内視鏡治療は医師によって能力差が顕著に現れるという課題を抱えており、この問題を解決する方法を示した点は無視できない。また、N氏が医師になる前からコンピュータに関心を持っていたという点は注目に値する。情報領域でディープラーニングのような注目度の高い技術が登場し、医師の専門領域とは関わらない囲碁の分野で注目されたとしても、その開発環境が整備され、独学で開発できる環境があったことは受容度に大きな影響を与えたと考えられる。

2つ目は「利便性の認知」が挙げられる。N氏も言及していたように医療人工知能に関する理解度が低かったとしても「便利であれば人は受容する」というのはシンプルでありながらも重要な知見である。現状の医療人工知能には課題が多く実用性に乏しいため、人工知能に対する理解度が低い層に対しては利便性が正しく認識されない。その一方で、影響領域が限定的だったとしても、T氏のケースのように関心分野に合致し、将来的な発展の可能性を示すことができれば態度は受容的に変化する。また、技術の利便性は段階的に高まっていくものであるため、受容度に変化を与える具体的な閾値を知ることも重要になる。

3つ目は「技術に対する理解」である。T氏は内視鏡医療に関する研究を行っている昭和大学の論文をチェックしており、論文を通じて技術に対する理解を深めている。N氏はウェブサイトや書籍を通じて独学で勉強しており、独学で人工知能に関する理解を深められる環境や新しい技術に触れる機会の存在は受容度に影響を与えた重要な要因と考えられた。また、両氏共に医療人工知能が抱える課題の1つにデータの扱いを挙げている。データの質と量が医療人工知能の性能に大きな影響を与えることを理解しており、それ次第で医療人工知

能は有用にもなれば無能にもなると認識しており、こうした認識の有無が受容度に影響を与えていると考えられる。その他、利便性の閾値は技術に対する理解度によって変化する可能性があるため、理解度によってその閾値がどのように変化するのかを把握することも必要になりうる。

以上の点から、関心分野において十分な利便性(またはそのポテンシャル)があることを示した上で、技術に対する理解度を高めれば医師や意思決定者を受容的な態度に誘導できると推測される。その上で課題となるのは、利便性の周知と技術に対する理解の促進である。医療人工知能が関わる領域は広く、診断や治療にとどまらず医療事務に関する人工知能も登場しており、関心分野に関わる医療人工知能というのは多かれ少なかれ存在する。しかし、分野毎にその進歩の度合いに大きな差があり、実用性の高い技術が登場している分野では強い関心をもって迎えられている一方で、関わりがあるものの実用性が低く関心を持たれていない分野が存在している。また、人工知能の技術を理解するためのリソースや機会も不足していることから、関心が高い分野では「仕事が奪われる」といった誤解が広まり、根拠のない脅威として受け止められている。また、関心が低い分野では「人工知能は使えない」と受け止められていると考えられる。

今後、医療人工知能技術の啓発に向けて医療人工知能の利便性の周知と理解の促進を進めていく必要があるものの、利便性を高めるための研究開発に医師や医療機関の意思決定者の協力が必要不可欠あり、受容度が低い状態では協力を得ることも難しい。そのような状況下で、医療関係者に対し医療人工知能に関する理解を深める機会を設けることは、医療人工知能の潜在的な可能性を示す上でも重要な役割を果たすと考えられる。

E. 結論

医療用人工知能の研究開発に際しては、各医療機関の研究開発への参加や学会レベルでの大規模研究の実現等において、各組織の長や学会幹部の理解が不可欠である。しかしながら、これら意思決定に関与する人材を対象とした医療用人工知能の教材がなく、各プロジェクトの負担となってきた。一方、これらの人材には、一方的な情報提供は必ずしも有効ではなく、むしろ、対話を通じた信頼の醸成や疑問の解消が行動変容に繋がりうる。そこで、本研究分担は、医療用人工知能の普及に向けて、これら各分野の指導者を対象とした啓発活動のあり方を検討した。

今年度の研究では、受容度に影響を与える要因と受容度を変化させるために有用と考えられる情報について検討した結果、受容度に影響を与える要因として自身の専門領域や関心分野における「関連度」と「利便性」、及び医療用人工知能に関する「理解度」が関係していることが示唆された。こうした要因について、対象の利益となりうる情報を提供することが受容的な態度変容を得る上で重要になる。

そこで、これらの知見を踏まえて、医師における人工知能技術の受容における決定因を定量的に明らかとする研究計画の策定を試みた。上記によると、医療用人工知能への理解を深めるうえでは、自らの診療科に関わる医療用人工知能の研究開発に関わることが効果的と考えられる。ただし、本研究の実施に際しては多くの医師をリクルートする必要があることから、研究期間内に実施することができなかった。今後、次年度以降、医師の技術受容促進に向けた基礎的知見の獲得を目指して実現を図りたい。

また、昨年度から始めた研究活動の一環として、プライマリ・ケア連合学会におけ

るシンポジウム開催や学会幹部との意見交換を進めた。その結果、学会における長期戦略策定に向けた学会長諮問委員会(2050年のプライマリ・ケア検討委員会)において、委員会議論における軸の一つとして医療用人工知能技術の発展と活用を据える体制を設けることができた。今後、学会レベルでの技術活用の検討を深めることにより、医療系学会幹部を対象とした医療用人工知能の啓発手法の確立に繋げたい。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

医師による医療用人工知能技術の技術受容決定因の検討

研究の背景

人工知能技術の発展に伴い、医療分野への応用が期待されている。この医療用人工知能の活用には、ユーザーとなる医師の人工知能に対する理解や受容的な態度が重要な要素となる。しかしながら、医師の中には人工知能技術に受容的な者だけでなく、否定的な者も少なからず存在する。

一般的に、医師のように高度な職能を有した専門職においては、不足している情報を一方通行に提供する「欠如モデル」は機能しないと考えられる。実際、医師を対象とした医薬品や医療技術の営業活動においては、薬剤師資格者等質疑に耐える人材を充てると共に、その分野の指導的な立場にある医師に依頼し各地の医師会における講演を通じた啓発活動が行われる。そこで、医療用人工知能の啓発に際しても、このような「双方向モデル」や「インフルエンサーマーケティング」が欠かせないものと考えられる。

しかしながら、医療用人工知能は、市販化された薬剤とは異なり依然として発展途上の技術と言える。現状では十分な性能が得られなかったり、性能向上に向けた研究開発自体への協力医師の獲得が求められる特殊な状況にあり、一般的な医療技術以上に理解に向けた難度が高い。そこで、医療用人工知能技術の啓発に向けて、どのような情報提供をすれば医師による理解が進み、また、受容的な態度変容が得られるのか、医師の技術受容に関わる要因を検討するための研究を企画した。

作業仮説

医師を対象とした医療用人工知能の啓発に際した課題の一つとして、予備研究を通じて、そもそも医師にとって医療用人工知能に接する機会自体が限られていることが明らかとなっている。そこで、単に啓発に向けた情報を提示するだけでなく、実際に技術へと触れる機会の提供を通じて技術に対する理解が増すものと作業仮説を立てた。さらに、研究開発過程への参加を通じて、技術への受容が促進される可能性を着想した。

そこで、医療用人工知能技術に関する教材を開発すると共に、「実際に医療用人工知能を試用する」、「実際に医療用人工知能の研究開発を体験する」という 2 種類の介入によって、技術への理解と受容が変化しうるかを評価したい。医療用人工知能技術の教材としては、医療用人工知能の現状と研究開発に求められる過程を情報提供する。また、医療用人工知能の研究開発としては、医師の知識をコンピュータに教えるために、医師の手により大量の「教師データ」を作成する単純作業を実体験するものとする。

研究デザイン

研究デザインを図1に図示する。約200名の医師を、医療人工知能の試用群と非試用群に割り付ける。なお、対象として、医療人工知能の利用経験者は被験者より除外する。非試用群の約100名は、さらに、マイクロタスク実施群と非実施群に割り付ける。試用群の約100名も同様に、マイクロタスク実施群と非実施群に割り付ける。以上により、医師を4群に分け、2種の介入の有無による医師の技術受容の変化を評価する。これにより、技術に接する環境の有無、研究開発への参加の有無が、医療人工知能に対する医師の態度決定に与える影響を検証する。

医療人工知能としては、我々の研究グループが開発した診断支援システムを用いる。また、医療人工知能の機能と精度の向上に向けた実作業としては、医療人工知能研究で必要とされている、「Webコンテンツを対象とした医学的有用性の判定タスク」、「退院サマリ生成タスク」、「疾患類似度判定タスク」、「ICDコーディングタスク」等をマイクロタスクとして提示する。

研究の意義

医療人工知能は、我が国や世界の医療水準の維持・改善に向けて有望な技術と考えられる一方で、医師側に、医師が不要となるのではないかという不安や技術の安全性への懸念が存在する。本研究により、介入により技術受容が改善しうることを示すことで、医療人工知能の発展に向けた貢献が期待される。

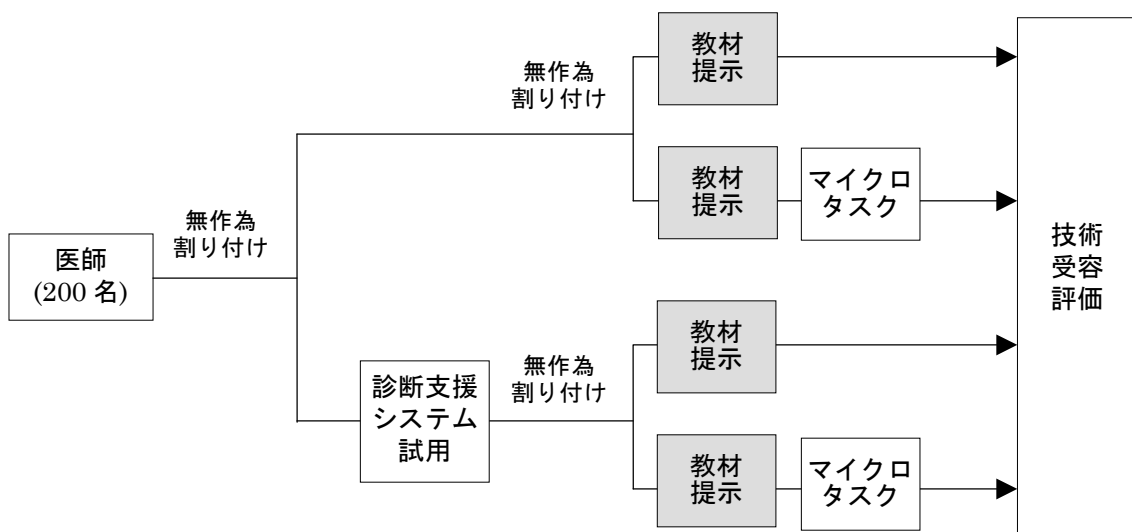


図1. 医師による医療人工知能の技術受容検討

歯科における人工知能の研究と人材育成に関する事例検討

～大阪大学歯学部附属病院での取り組み～

研究分担者 安藤 雄一
（国立保健医療科学院 研究情報支援研究センター 統括研究官）

研究協力者 野崎 一徳
（大阪大学歯学部附属病院・医療情報室）

研究協力者 小山 和泉
（医療法人社団皓有会小山歯科・矯正歯科クリニック）

研究要旨

医療用人工知能技術の発展に向けて、研究予算や研究に要するデータ環境の整備等への政策的な支援が求められている。そうした状況下で、医療用人工知能技術の歯科への応用事例の検討を進めたところ、この1年間で当該分野の研究開発が大幅に進展したことが明らかとなった。さらに、その背景として、従来争点となってきた研究開発予算やデータでなく、人材とその人材間の交流が大きな役割を果たしたことが明らかとなった。そこで本研究分担では、大阪大学歯学部附属病院における取り組みを取り上げ、人材育成的な観点から同病院で生じたAI研究の進展状況とその要因について、事例検討を行った。

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル(Social Smart Dental Hospital、以下S2DH)は、大阪大学歯学部附属病院、大阪大学サイバーメディアセンター、NECシステムプラットフォーム研究所の三者による産学連携プロジェクトである。当初、大阪大学サイバーメディアセンターからの歯学部附属病院に対して共同研究依頼があり、画像等の深層学習向きの医療情報を用いて共同研究を開始した。その後、産学連携プロジェクトとしてミーティングを重ねた結果、単にAIをいかに歯科医療に導入するかという視点を超えて、社会に繋がるAIを中心とした新たな口腔保健サービスの実現を目指す構想が具体化するに至った。それが、S2DH構想であり、2018年3月9日にキックオフミーティングが行われ、2019年3月19日には第2回シンポジウムが開催された。シンポジウムでは、この1年の間に同プロジェクトにおける研究水準が大幅に向上していることが確認された。

こうした研究進捗の背景には、研究費やAIに堪能な人材の増加ではなく、大学研究者らによるAI技術への関心が研究者らの潜在能力を刺激・賦活化したと共に、彼らが協働しやすい環境が存在した影響が大きいものと考えられた。

A. 研究目的

本研究班においては、医療用 AI の研究プロジェクトを進めるうえで三種の人材育成、①医療用 AI の研究開発や導入の意志決定に関与する人材育成、②研究の多様性を高める人材育成、③研究の生産性を高める人材育成が重要となると想定している。そのうち、本分担研究は、②の一環として、歯科を対象とし活動してきた。

昨年度は、歯科と AI に関する文献検索やネット検索を行い、歯科における AI 導入に関する取り組みの概況について報告した¹⁾が、その中で大阪大学歯学部附属病院におけるソーシャル・スマートデンタルホスピタル(Social Smart Dental Hospital: S2DH)²⁾の取り組みとして2018年3月9日に行われたキックオフシンポジウム(資料1)の内容を簡単に紹介した^{3,4)}。

本シンポジウムは1年後(2019年3月19日)にも開催され(資料2)⁵⁾、筆者ら(安藤、小山)も参加したが、1年間で長足の進展を遂げている様子が窺えた。本報告発表者の野崎は S2DH 構想の事務局を担っている。

今回、大阪大学歯学部附属病院の取り組みについて事例報告・分析を行うことにより、今後の AI 研究展開に示唆を得ることができるのではないかと考え、同病院における S2DH 構想について事例報告し、人材育成的な観点から同病院で生じた AI 研究の進展状況とその要因について検討することとした。

B. 研究方法

大阪大学歯学部附属病院におけるソーシャル・スマートデンタルホスピタル(Social Smart Dental Hospital: S2DH)に関する取り組みについて、構想の概要、取り組みの経過、関与した組織とその連携状況、人的資源、予算等について整理し、事例報告を行う。

C. 研究結果

1. S2DH の概要

S2DH(図1)は、大阪大学歯学部附属病院、大阪大学サイバーメディアセンター、NEC システムプラットフォーム研究所の三者が中心となって2018年3月9日にスタートした産学連携プロジェクトである。その概要は、ウェブサイトにおいて以下のように説明されている(図2)。

『あらゆるものがネットワークによって繋がるスマートシティやソサイエティにおいて、歯学部附属病院は数少ない口腔専門病院として、持てるだけの知識と技術を情報化します。システムプラットフォーム研究所は、スマートシティやソサイエティと医療情報を安全安心に繋ぎます。サイバーメディアセンターは、集中する膨大なデータを超高速なスーパーコンピューターを駆使して処理し、医療関係者と共に新たな知識と技術を創発させます。それによって得られた果実は、今後世界中で増える高齢者の救いとなり、途上国においても得難いものとなると願っています。S2DH が目指すもの、それは個人個人が医療を身近に感じることができ、自分にとって納得できるサービスを受けるために、自身も情報を発信し、お互いの情報で自分の健康を守る、そういった社会です。』

2. S2DH における各組織の連携

S2DH は前述したように、大阪大学歯学部附属病院、大阪大学サイバーメディアセンター、NEC システムプラットフォーム研究所の三者による産学連携プロジェクトであり、その役割分担は以下の通りである。

- ・ 大阪大学歯学部附属病院は診療現場にて、安全かつ効果的な治療方法を、

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル ～歯科AIを実現するスーパーコンピューティング環境～

市民生活と口腔医療が超スマートに繋がる Smart Oral Health Communityを構築

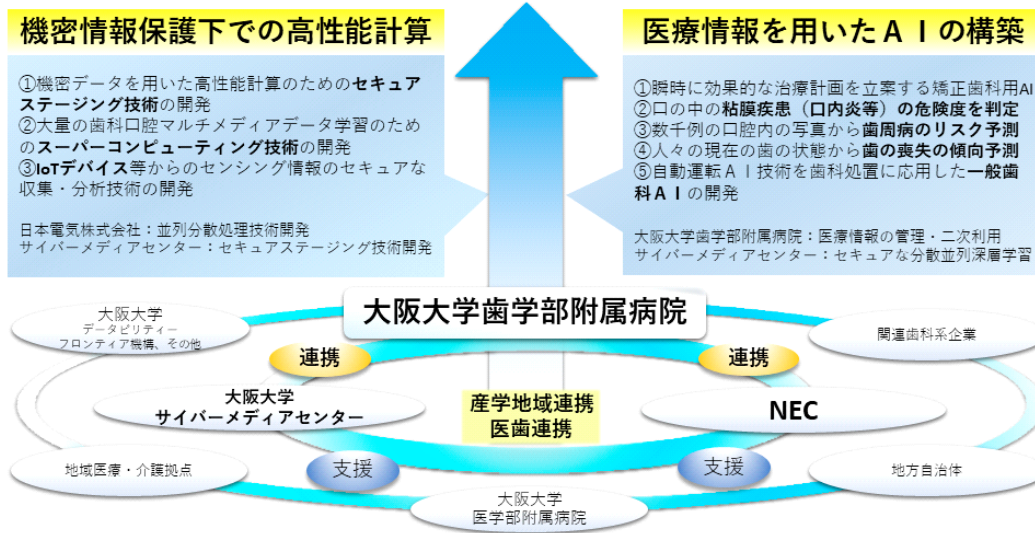


図 1. ソーシャル・スマートデンタルホスピタル (S2DH) 構想の概要

データに基づいた AI 分析によって戦略的に導き出し、患者に治療の選択肢を提供する。

- 大阪大学サイバーメディアセンターは、これまで歯学部附属病院で蓄積してきた最先端の歯科医療のノウハウを広く地域に活かすための ICT サービスプロバイダとしての役割を担っている。これにより、大阪大学全体として、より患者の嗜好に合致した包括的な治療方法を提案することで、家庭でも可能な異常の早期発見など、日常的な口腔健康維持に貢献することを目指している。
- NEC システムプラットフォーム研究所はこの構想を実現するために必要な、最新のスーパーコンピューティング技術をはじめとする ICT 技術を提供している。

3. S2DH で取り組んだ AI 研究テーマ

歯学部附属病院では、(1) 矯正歯科用、(2) 舌粘膜病変、(3) 歯の喪失、(4) 歯周病 AI の 4 領域での AI 活用を、サイバーメディアセンターでは、病院のデータを計算機センターで高速処理するための (5) セキュア・ステージングの研究開発を進めてきた。各プロジェクトの取り組みについて、以下に概観する。

(1) 矯正歯科用 AI (瞬時に効果的な治療計画を立案)

矯正歯科は、医療の中でも最も扱う情報量が多い分野の一つである。歯学部附属病院矯正科は、これまでに三次元模型・顔形態・レントゲン情報など、様々な複合情報を解析する AI システムの開発に取り組み、そのいくつかを発表してきた⁶⁻⁹⁾。これらの診断支援システムを NEC のコンピュー



図 2. S2DH のウェブサイトにおける S2DH の概要説明 <http://s2dh.org/about/s2dh/>

ディング・ネットワーク技術と組み合わせることにより、包括的な口腔情報データ分析とその共有の仕組みを提案する。

(2) 舌粘膜病変 AI (口腔内写真により病変の早期発見、見落とし防止を支援)

歯学部附属病院では、患者の口腔内を撮影するだけで口腔外科等の専門的医療機関へ受診の必要性を確認することが出来る AI の開発に着手し、国内の専門学会でも成果を報告し、表彰された。このシステムは、口腔内写真から、がんや前がん病変、口内炎などを自動的にスクリーニングし、病変の早期発見、見落とし防止の支援を可能とするためのもので、現在も実用化に向けて開発をすすめている。

(3) 歯の喪失 AI (データ同化技術を用いた歯欠損シミュレーション)

高齢者の歯の欠損に関する危険性の予測を、膨大な高齢者歯列データを AI に学習させることで実現する。これにより、歯を失いやすい患者を早期に判定し、健康寿命に大きな影響を与える高齢者の歯の健康と口腔ケアの拡充に貢献することを目指している¹⁰⁻¹²⁾。

(4) 歯周病 AI

大阪大学歯学部附属病院に蓄積された歯周病検査結果と口腔内写真とを二次利用し、口腔内写真から歯周病重症度を推定する AI を開発中である¹³⁻¹⁶⁾。これにより全身疾患との関連性が高い歯周病を早期に発見し、全身疾患の早期予防の実現に貢献する。

(5) セキュア・ステージング (医療データのセキュア分割、統合管理)

従来は病院外への持ち出しが難しかった医療データについて、スーパーコンピュータをはじめとする最先端のコンピューティング・ネットワーク技術を用いて解析するために、ネットワーク経路、ハードウェアデバイス、メモリデータ、システム占有時間などをセキュアに分割する仕組みと、それを統合管理するソフトウェアを開発する。これにより、データの秘匿度に応じてセキュリティレベルの設定を簡便かつ頑健に実現し、医療データを計算機センターで迅速に処理することができる。

4. S2DH のプロジェクト経過

1) 第 1 回シンポに至るまで(助走期)

S2DH の出発点は、大阪大学サイバーメディアセンターからの共同研究依頼であった。サイバーメディアセンターには NEC による寄付講座が設置されており、そこでは深層学習に関する研究と、情報システムプラットフォームに関する研究が行われていた。そうした技術の適用先として歯学部附属病院が適当だという判断がなされた。まず、医療情報室に連絡があり、画像等の深層学習向きの医療情報を用いて共同研究を開始することとした。矯正科の協力も、あり互いの満足する成果が得られることが確認され、共同研究の枠組みを産学連携として B2B(Business to Business)レベルにまで引き上げた。その際に病院長、副病院長のイニシアチブが重要なファクターであったと思われる。

何回かのミーティングを重ねた結果、単に AI を用いた歯科病院ではなく、社会に繋がる AI を中心とした口腔保健サービスを提供するプロバイダーを誕生させるイメージが形成され、ソーシャル・スマートデンタルホスピタル構想が立ち上がった。

2) シンポジウム開催 (資料 1、資料 2)

S2DH 構想は、すぐさま産学連携プロジェクトとしてプレスリリースされ^{17,18)}、多くのメディアに取り上げていただくことが出来た。第 1 回 S2DH キックオフシンポジウム(資料 1)^{3,4)}は、その一環として 2018 年 3 月 9 日に大阪大学銀杏会館で開催された。積極的な広報活動を行った結果、約 200 名の参加があった。

第 2 回シンポジウム(資料 2)⁵⁾は、各分野の AI に関して個別に研究が推進された成果を発表することを主たる目的として、1 年後の 2019 年 3 月 19 日に大阪大学歯学部で開催された。定員 70 名のところ 100 名超の参加があり、超満員の盛況であった。第 1 回と比較すると、歯科関係の AI 研究が進歩し(資料 1-③④、資料 2-③④⑤)、会場からの質疑も第 1 回に比べて大幅に増したように思われた。

5. 人的資源と研究環境等の変化

S2DH 開始時から現在までの人的資源と研究環境等の変化は以下の通りである。

人的リソース

現在、S2DH 構想開始から 2 年経過し、人的リソースに変化はないが、AI 研究に取り組む歯科の研究者の数は倍増した。

人材育成

AI の学習は、研究に取り組む歯科の研究者個人で行っており、病院としてとくに研修等は行っていない。

多職種との連携

一連の活動をサポートする他職種との連携は盛んであり、情報系アカデミック研究者のみならず、企業系研究者、エンジニアが加わっている。但し、S2DH としてだけ

ではなく、別プロジェクトに発展したケースが数件存在する。

環境面での変化

環境面での変化は特にないが、大学の体制や予算についても同様に変化はない。変化があるとするとこれからである。

第1回シンポジウムと第2回シンポジウムの内容面での向上は顕著であった。時間が経過すると深層学習に関する書籍や解説した Web ページの量と質が向上し、学習をすすめやすくなってきたことや、深層学習に必要な計算機資源も低価格化が進んだ。

D. 考察

S2DH 構想は、AI 研究の成功例と捉えることができると考えられる。そこで、成功の要因について以下に考察を加える。

まず、大阪大学内での連携に関しては、サイバーメディアセンターと歯学部附属病院との関係が長年個人間で形成されてきていた。歯学部附属病院と NEC との間、サイバーメディアセンターと NEC の間でも長年のシステム導入を通じた関係が継続していた。このことから、3者が連携することに於いて抵抗が少なかった。

また大阪大学では全学的にデータサイエンスの推進が行われており、特にデータビリティ研究機構の創設など、S2DH にとって追い風が吹いていたといえる。

大学の歯学部附属病院では、AI に強い関心を持つ臨床歯科医が複数存在したこと、病院内に設けられている医療情報室が AI 研究を4年程度実施していた点が大きいと考えられる。

なお、AI 研究の人材育成という観点からみて最も重要と思われることは、画像に関するラベリングをいかに多く正確に行えるかが AI の性能を決めるという状況下において、本来的に研究として捉えられるのか否かという問題である。すなわち、大学で行うべき研究開発であるのかという

ことである。画像認識としての深層学習等は産学連携プロジェクトとして行うべきものであり、もし研究として AI を研究するのであれば、単純に写真を集められれば開発可能な AI に取り組むのではなく、研究要素のある AI がどのようなものであるのかをしっかりと認識する必要がある。

予算面で特段の措置がなされたり、AI についての勉強会や研修が組織全体として強化されたわけではなかったという点は、今後のわが国における AI 研究の振興を図るうえで重要な示唆を与えるものと捉えることができる。このことは大阪大学歯学部・歯学部附属病院に勤務する研究者クラスであれば、特段の予算措置や環境整備を行わなくても、ある程度は自律的に動き出す素地を有しているということなのかもしれない。また、歯科は AI に適した研究素材を有しているとみることができるのかもしれないが、S2DH というプロジェクトの立ち上げによって研究者が元々備えていた資質と研究志向が動き出したことは間違いないと思われる。

E. 結論

大阪大学歯学部附属病院における S2DH 構想に関する取り組みについて、人材育成的な観点から事例検討を行った。同病院で立ち上げた AI 研究は、2018年3月に行われた第1回キックオフシンポジウムから1年後に行われた第2回シンポジウムにかけて長足の進歩を遂げていた。こうした研究の進捗は、研究費や AI に堪能な人材の増加によるものではなく、プロジェクト化したことにより AI に関心を持つ大学研究者の潜在能力を刺激・賦活化し協働しやすい環境をつくった影響が大きいと考えられた。

このように大阪大学歯学部附属病院が S2DH に取り組む経過から見てきた内容は、今後のわが国における AI 研究振興に際して多くの示唆を与える事例と期待される。

F. 参考文献

- 1) 安藤雄一. 歯科における人工知能ー 国内における研究動向と人材育成 . 厚生労働科学研究費補助金・政策科学総合研究事業「保健医療用人工知能の技術革新と国際競争力向上に資する人材育成に関する研究」(H29-ICT-一般-009、研究代表者: 奥村貴史)平成 29 年度総括・分担報告書; 2018. p.31-36.
- 2) 大阪大学歯学部附属病院. Social Smart Dental Hospital:S2DH<http://s2dh.org/> (大阪大学ウェブサイト, 2019 年 5 月 29 日アクセス)
- 3) 大阪大学歯学部附属病院. ソーシャル・スマートデンタルホスピタル キックオフシンポジウム. <http://www.osaka-u.ac.jp/ja/news/seminar/2018/03/7659/> (大阪大学ウェブサイト, 2019 年 5 月 29 日アクセス)
- 4) 南部恵理子. ソーシャル・スマートデンタルホスピタル キックオフシンポジウム AI 技術にみた歯科医療の未来. the Quintessence 2018; 37(8): 1422-1423.
- 5) 大阪大学歯学部附属病院. ソーシャル・スマートデンタルホスピタル 第 2 回シンポジウム.(大阪大学ウェブサイト, 2019 年 5 月 29 日アクセス) http://s2dh.org/symposium_vol2/
- 6) 谷川千尋、石垣光昴、Lee Chonho、竹内優斗、清水優仁、野崎一徳、山城 隆. 矯正歯科治療要否を判定する artificial intelligence(AI)システム. 第 76 回日本矯正歯科学会大会プログラム:2017.10:同抄録集. p.142.
- 7) 谷川千尋, 山城隆. 矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能システムの開発. 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集. 2018 年 10 月.
- 8) 清水優仁, 谷川千尋, 村田征矢, Lee Chonho, 山城隆. 矯正歯科治療における顔画像所見記述文生成を行う Artificial intelligence(AI)の開発. 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集.2018 年 10 月.
- 9) 谷川千尋, Chonho Lee, Jae-yeon Lim, 山城 隆. 側面位頭部 X 線規格写真における計測点の自動認識を行う AI システムの開発. 第 77 回日本矯正歯科学会学術大会抄録集. 2018 年 10 月.
- 10) 野崎一徳, 佐藤仁美, 三原祐介, 松田謙一, 池邊一典. データサイエンスの歯科補綴学への用に向けた取りくみ データ同化技術を用いた歯の喪失シミュレーション. 日本補綴歯科学会関西支部学術大会, 2018.
- 11) 野崎一徳, 佐藤仁美, 三原祐介, 松田謙一, 玉川裕夫, 林 美加子, 前田芳信, 池邊一典. 咬合支持と隣接面接触情報をもとにした歯の欠損シミュレーション. 日本補綴歯科学会, 2018.
- 12) 野崎一徳, 池邊一典. 口腔・歯科学領域における数値シミュレーションの夜明けー データセントリックな歯の喪失シミュレーションー. 第 31 回バイオエンジニアリング講演会, 2018.
- 13) Y. Moriyama, C. Lee, S. Date, Y. Kashiwagi, Y. Narukawa, K. Nozaki, and S. Murakami, “A MapReduce-like Deep Learning Model for the Depth Estimation of Periodontal Pockets,” In Proc. of the 12th International Conference on Health Informatics(HEALTHINF), February 2019.
- 14) C. Lee, Y. Moriyama, S. Date, Y. Kashiwagi, Y. Narukawa, K. Nozaki, and S. Murakami, “A Periodontal Screening Application using Smartphone Camera”, In International Joint-Research and Training Program in Cloud Computing and Internet of Things, November 2018.
- 15) 野崎一徳, 村上伸也, 吉川隆士, 下條真司. 歯周炎診断のための MapReduce 型モデルの設計, 森山雄介, 李 天鎬, 伊達 進, 柏木陽一郎. xSIG2018, 2018.
- 16) 森山雄介, 李 天鎬, 伊達 進, 柏木陽一郎, 野崎一徳, 村上伸也, 吉川隆士, 下條真司. DeepLearning を活用した歯周病重症度判断にて歯科医での検診を促すシステム, Super Computing 2018, 2018.

17) 日経デジタルヘルス. デジタルヘルス事例 歯科の AI 診断支援システム、阪大と NEC が挑む.

<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/327441/022100309/?ST=health>

(日経デジタルヘルス, 2019年5月29日アクセス)

18) Med IT Tech. 大阪大学と NEC、口腔医療のスマートかを推進 2018年度に3つの AI を構築へ.

<https://medit.tech/osaka-university-and-nec-announced-smart-oral-health-care-with-three-ai/>

(Med IT Tech. 2019年5月29日アクセス)

G. 研究発表

1. 原著論文

なし

2. 総説・著書

なし

3. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録数

該当なし



SOCIAL SMART DENTAL HOSPITAL

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル キックオフシンポジウム

— 均衡する医療情報の保護とAIによる利活用 —

【場所】大阪大学 銀杏会館3階 (阪急電鉄・三和銀行ホール)

【日時】平成30年3月9日(金) 13:00～18:00(開場12:15)

主催: 大阪大学歯学部附属病院 共催: 大阪大学サイバーメディアセンター 協賛: 日本電気株式会社 協力: 大阪大学21世紀懐徳堂

PROGRAM

2018年3月9日(金) 大阪大学 銀杏会館
司会: 林 美加子(大阪大学歯学部附属病院 副病院長)

オープニング

- 13:00-13:03 オープニング
- 13:03-13:10 開会の辞 村上 伸也(大阪大学歯学部附属病院 病院長)
- 13:10-13:17 挨拶 西尾 章治郎(大阪大学 総長)
- 13:17-13:24 挨拶 江村 克己(日本電気株式会社 取締役 執行役員常務 兼 CTO)

PART 1 情報科学技術の進化と医療情報の最先端

- 13:25-13:55 基調講演「データを活用したAIによる社会貢献とプライバシー秘匿の両立を目指して」
中村 祐一(NECシステムプラットフォーム研究所 所長)
- 13:55-14:25 招待講演「電子カルテを基盤とする多施設の臨床データの収集
ー追い風(ビッグデータ・AI)と向かい風(改正個人情報保護)の吹く中でー」
松村 泰志(大阪大学大学院医学系研究科 教授)

14:25-14:40 休憩

PART 2 歯科口腔領域での情報科学技術

兼:サイバーメディアセンター・ワークショップ<社会に貢献する高性能計算機システム>

- 14:40-14:55 「矯正歯科治療における機械学習と臨床への応用」
山城 隆(大阪大学大学院歯学研究科 教授)
- 14:55-15:10 「S2DH(ソーシャル・スマートデンタルホスピタル)を支える高性能データ分析基盤」
伊達 進(大阪大学サイバーメディアセンター 准教授)
- 15:10-15:25 「人工知能を用いた、口内炎と口腔がんの鑑別診断システムの開発」
平岡 慎一郎(大阪大学大学院歯学研究科 助教)
- 15:25-15:40 「データ同化技術を用いた歯の喪失シミュレーション」
野崎 一徳(大阪大学歯学部附属病院 助教)

15:40-15:55 休憩

PART 3 パネルディスカッション:医療情報の機密保護の必要性和AIを介した有効活用の重要性

- 15:55-16:55 【司会】
林 美加子
下條 真司(大阪大学サイバーメディアセンター センター長)
- 【パネリスト】
松村 泰志
黒田 佑輝(大江橋法律事務所 弁護士)
中村 祐一
岡村 利彦(NECセキュリティ研究所 主任研究員)
玉川 裕夫(大阪大学歯学部附属病院 准教授)

クロージング

- 16:55-17:00 閉会の辞 吉川 秀樹(大阪大学 理事・副学長)
- 17:00-18:00 情報交流会(ドリンク付き)「挨拶・乾杯」

ミニシンポジウム

歯科口腔領域での情報科学技術

兼:サイバーメディアセンター・ワークショップ<社会に貢献する高性能計算機システム>

矯正歯科治療における機械学習と臨床への応用

14:40-14:55

大阪大学大学院歯学研究科 教授 山城 隆

近年、人工知能(AI)の技術研究開発が進み、医療分野においても過去のデータベースから様々な推論が可能となりつつある。矯正歯科は特に、客観的データを多く扱う医療分野であり、我々の研究チームはAIを用いた様々な自動診断システムの開発を行ってきた。

そこで今回、X線規格写真、顔・口腔内写真、三次元模型の自動認識に加え、三次元顔形態の治療後のシミュレーションに関する研究を紹介し、今後の矯正歯科治療分野でのAI活用の展望を検討したい。

講演者プロフィール



大阪大学大学院歯学研究科 教授

山城 隆 (やましろう たかし)

1990年大阪大学卒業、1995年同大学大学院修了。以後大阪大学歯学部附属病院医員、岡山大学歯学部附属病院助手、岡山大学講師、助教授、大阪大学大学院助教授を経て2006年より岡山大学大学院教授。2013年に大阪大学大学院教授。

S2DH(ソーシャル・スマートデンタルホスピタル)を支える高性能データ分析基盤

14:55-15:10

大阪大学サイバーメディアセンター 准教授 伊達 進

本講演では、大阪大学サイバーメディアセンターに2017年12月に導入された新スーパーコンピュータOCTOPUSを概説・紹介するとともに、大阪大学歯学部附属病院のS2DH構想を支える高性能データ分析基盤にむけた取り組み状況を報告する。

講演者プロフィール



大阪大学サイバーメディアセンター 准教授

伊達 進 (だてすすむ)

2002年大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻博士後期課程修了、工学博士。2002年大阪大学大学院情報科学研究科助手、この間(2005年2月から9月まで)、米国カリフォルニア大学サンディエゴ校客員研究員、2005年大阪大学大学院情報科学研究科特任助教授、2007年大阪大学大学院情報科学研究科特任准教授、2008年大阪大学サイバーメディアセンター准教授、現在に至る。

人工知能を用いた、口内炎と口腔がんの鑑別診断システムの開発

15:10-15:25

大阪大学大学院歯学研究科 助教 平岡 慎一郎

口内炎は、栄養不良、疲労等様々な誘因で発症し、疾患としてポピュラーなものである。そのため発症したとしても「そのうち治るだろう」と医療機関に受診することは少ない。一方、口腔がんにおいても、初期には「口内炎とよく似た病態」を呈することが多く、受診が遅れるがために、発見時にはすでに進行し根治困難となっていることも多い。現在我々は早期発見を目指した「人工知能を用いた、口内炎と口腔がんの鑑別診断システムの開発」に着手しており、その概要を述べさせて頂く。

講演者プロフィール



大阪大学大学院歯学研究科 助教

平岡 慎一郎 (ひらおか しんいちろう)

2002年広島大学歯学部歯学科卒業、2006年大阪大学大学院歯学研究科修了(博士(歯学))、2006年労働者健康福祉機構 関西労災病院 歯科口腔外科、2011年大阪大学歯学部附属病院第一口腔外科医員、2012年 University of Texas MD Anderson Cancer Center, Dept of Head&Neck Surgery, Oral Oncology留学、2013年より大阪大学大学院歯学研究科口腔外科第一教室助教。口腔外科専門医・指導医、国際口腔顎顔面外科専門医(FIBCSOMS)、がん治療認定医(歯科口腔外科)、歯科医師臨床研修指導医。

データ同化技術を用いた歯の喪失シミュレーション

15:25-15:40

大阪大学歯学部附属病院 助教 野崎 一徳

咀嚼機能を維持するために歯の喪失を防ぐことが最も重要である。歯の欠損や隣接歯との接触面の有無を咬合支持域の観点から評価し、実際の観測データを用いて年齢による歯の欠損パターンの違いを確率的に推定する方法を開発した。このシミュレータでは、欠損歯部を含む歯列データから、セル・オートマトンに与えたルールにおける重みを学習し、その結果、次の欠損歯となる部位を推定することで、欠損順序の再現を実現した。

講演者プロフィール



大阪大学歯学部附属病院 助教

野崎一徳 (のざき かずのり)

2000年北海道大学歯学部卒業、歯科医師免許取得、2004年大阪大学大学院歯学研究科博士過程修了(博士(歯学))。2004年大阪大学サイバーメディアセンター教務職員、2009年大阪大学臨床医工学融合研究教育センター特任講師(常勤)、大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了(博士(情報科学))、2011年ジョセフ・フーリエ大学Gipsa-lab客員教員、大阪大学大学院基礎工学研究科機能創成専攻生体工学講座特任講師、2011年より大阪大学歯学部附属病院医療情報室助教。

資料2-①

Social Smart Dental Hospital

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル
シンポジウム（第2回）

—臨床現場への医療用AIの導入—

日時 | 2019年3月19日(火) 16:00 ~ (受付開始: 15:30 ~)

場所 | 大阪大学歯学部 弓倉記念ホール



Social Smart Dental Hospital

ソーシャル・スマートデンタルホスピタル

主催：国立大学法人大阪大学歯学部附属病院
共催：国立大学法人大阪大学サイバーメディアセンター，日本電気株式会社
協賛：株式会社松風，メディア株式会社，株式会社モリタ
企画・運営：大阪大学歯学部附属病院医療情報室

プログラム

司会：大阪大学歯学部附属病院 林 美加子

| オープニング | |
|-------------|--|
| 16：00～16：03 | 開会の辞 大阪大学歯学部附属病院 村上伸也 |
| 第1部 研究成果報告 | |
| 16：03～16：15 | 「歯の喪失シミュレーション」 大阪大学大学院歯学研究科 池邊一典 |
| 16：15～16：27 | 「三次元歯列模型のデータベース化とその活用に関する研究」 大阪大学大学院歯学研究科 山城 隆 |
| 16：27～16：39 | 「口腔内画像から歯周ポケット深さを推定する深層学習モデル ～歯周病診断AIの開発へ向けて～」 大阪大学大学院歯学研究科 柏木陽一郎 |
| 16：39～16：51 | 「口腔粘膜疾患診断支援システム開発の現状について」 大阪大学大学院歯学研究科 平岡慎一郎 |
| 16：51～17：03 | 「人工知能を用いた顎部リンパ節自動検出の試み」 大阪大学大学院歯学研究科 中谷温紀 |
| 17：03～17：15 | 「秘匿データ解析のためのセキュアステージング技術 ～歯科医療へのAI活用に向けた高性能計算機サービス～」 大阪大学サイバーメディアセンター 渡場康弘 |
| 17：15～17：30 | 「S2DHへの期待とNECの最新AIのご紹介」 NEC中央研究所 中村祐一 |
| 17：30～17：35 | 休憩 |
| 第2部 基調講演 | |
| 17：35～18：25 | 「医療AIをめぐる法的諸問題と諸外国のデジタルヘルス戦略」 弁護士会法人漆間総合法律事務所 吉澤 尚 |
| 18：25～18：30 | 閉会の辞 大阪大学サイバーメディアセンター 下條真司 |
| 情報交換会 | |
| 18：50～20：00 | 情報交換会 |

歯の喪失シミュレーション

池邊一典¹、野崎一徳²、佐藤仁美¹、三原佑介¹、松田謙一¹、高橋利士¹

1. 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野
2. 大阪大学歯学部附属病院医療情報室

我々はこれまで、当科の臨床データから、パーシャルデンチャーの鉤歯は他の歯に比べて喪失しやすく、その中でも、歯周病、失活歯、そして定期検診の未受診は、歯の喪失の危険因子であることを示した。しかし、上下歯列全体を考えると、歯の欠損パターンはあまりにもバリエーションが多く（ $2^{28} \approx 2.7$ 億とおり）、歯がどんな順番で失われていくかを予測することは容易ではない。そこで本研究では、まず現在の欠損パターンから今後の欠損パターンを予測するために、横断研究データから妥当な数の歯列情報とそこから得られる対合歯と隣接歯情報を組み込んだ歯の喪失の数理モデルを構築した。次に、与えられた初期の欠損パターンが辿る歯の喪失コースのシミュレーションをおこなった。さらに、縦断研究データから、構築したシミュレーションの評価を行い、一定の精度で実際の生体現象と一致することが示された。

三次元歯列模型のデータベース化とその活用に関する研究

山城 隆、谷川千尋

大阪大学大学院歯学研究科顎顔面口腔矯正学教室

矯正歯科臨床において歯および歯列形態を観察し、その問題を抽出することは治療計画を立案する上で、非常に重要である。そこで、本研究の目的は、三次元デジタル模型データより、歯種の判定に加え、矯正学的問題を自動抽出するAIシステムを構築することにある。当院矯正科に来院した患者の三次元デジタル模型データベースを、口腔内スキャナ（デンツプライ社セレックオムニカム）を用いて構築した。上顎歯列データより、上顎中切歯と上顎第一大臼歯データを抽出し、上顎歯列データを入力として、前歯および臼歯を自動的に抽出するようなAIシステムを深層学習により構築した。また、抽出した上顎中切歯と上顎第一大臼歯について、相同モデル化を用いて形態の評価を行った。今後、専門医の経験を実装させ、三次元デジタル模型データから歯科的問題を抽出するAIシステムの構築を行う予定である。

口腔内画像から歯周ポケット深さを推定する深層学習モデル ～歯周病診断AIの開発へ向けて～

柏木陽一郎¹、森山雄介²、生川由貴¹、Lee Chonho³、伊達 進³、野崎一徳⁴、村上伸也¹

1. 大阪大学大学院歯学研究科口腔分子免疫制御学講座口腔治療学教室
2. 大阪大学大学院情報科学研究科応用メディア工学講座
3. 大阪大学サイバーメディアセンター先進高性能計算機システムアーキテクチャ共同研究部門
4. 大阪大学歯学部附属病院医療情報室

深層学習による口腔内写真の画像認識を歯周病のポケット深さの推定に応用することが歯周病のスクリーニングに繋がり、患者自身の歯周病に2005年～2018年までに大阪大学歯学部附属病院歯周病診療室に来院した1,333人の歯周病患者の初診時の口腔内写真と一致して取得した歯周組織検査のポケット深さ(PD)の値を医療情報システムのデータウェアハウスより抽出した。その中で、正面観の口腔内写真の#12～22の4歯に対して、物体検出モデル YOLOv2を用いて歯と歯肉を認識させ、対応する6点法にて計測した歯周組織検査の値との関係を深層学習である畳み込みニューラルネットワークに学習させた。それらを元に、歯周組織について、 $PD \leq 2\text{mm}$ をnormal、 $6\text{mm} \geq PD$ をabnormalとして2分類に判別する画像認識システムの性能評価を行ったのでその成果を報告する。

口腔粘膜疾患診断支援システム開発の現状について

平岡慎一郎¹、川村晃平¹、Lee Chonho²、吉川隆士²、鈴木博文³、Peiyng(Colleen) Ruan³、秋吉圭輔⁴、野崎一徳⁵、田中 晋¹、鶴澤成一⁶、古郷幹彦¹

1. 大阪大学大学院歯学研究科口腔外科学第一教室
2. 大阪大学サイバーメディアセンター先進高性能計算機システムアーキテクチャ共同研究部門
3. NVIDIA 合同会社エンタープライズ事業部メディカルデベロッパーリレーションズ
4. 大阪大学工学部電子情報工学科
5. 大阪大学歯学部附属病院医療情報室
6. 大阪大学大学院歯学研究科口腔外科学第二教室

最近のニュース報道もあり、口腔がんの一般市民への周知も進んでいるようだが、初期の口腔がんにおいては、口内炎に類似した臨床所見を呈することがあり、専門外の医療者による見過ごしもしくは経験する。口腔内は自身で開口すれば観察可能であり、他領域のがんと比して早期発見が可能であるにもかかわらず、実臨床においては、発見時にはすでに根治治療が不可能なほど進展していることが少なくない。現在、がん研究は原因遺伝子の探索やバイオマーカーが実用化に向けて進められてはいるものの、口腔領域への導入はまだ目処が立っていない。現在我々は、人工知能(artificial intelligence、以下AI)による簡便な口腔がん診断支援システムを開発中である。本システムは、口腔粘膜疾患とおぼしき異常に対して撮影した写真をAIが解析することで、様々な口腔粘膜疾患の診断支援を可能とするものである。実用化に必要な精度にたどり着くためには、さらにより多くの口腔内写真を効率的に学習させることが必要である。そのため我々は産学協同かつ多施設共同研究を進めるに至った。本シンポジウムでは、現在我々のチームですすめている研究の概要について述べさせていただく。

人工知能を用いた頸部リンパ節自動検出の試み

中谷温紀¹、隅田伊織²、笹井正思¹、村上秀明¹

1. 大阪大学歯学部附属病院放射線科
2. 大阪大学医学系研究科

口腔癌の治療において、頸部リンパ節転移の有無は最も重要な予後因子の一つである。リンパ節の検出はCT検査が優れているが、400枚前後のCT画像を観察して、リンパ節の同定を行うため、多くの時間と労力が必要となる。そこで、“AIを用いた頸部リンパ節自動抽出”の可能性を調べることを目的として、MATLABを用いた学習器の開発とそれによる推論を行った。“教師あり学習”として、CT画像でのリンパ節を17種類に分類しラベリングした後、学習を施行すると、脈管を含んだ筋隙全体を選択する傾向が見られた。また、追加的に動静脈をラベリングし、同様の学習を施行したところ、認識率は向上するも、筋隙の一部を選択する傾向が見られた。現在は筋隙内の脂肪をラベリング中である。今回は、これらの現在までの成果と、実験中の研究内容について報告する。

秘匿データ解析のためのセキュアステージング技術 ～歯科医療へのAI活用に向けた高性能計算機サービス～

渡場康弘¹、伊達 進²、吉川隆士¹、Lee Chonho¹、野崎一徳³、下條真司²

1. 大阪大学サイバーメディアセンター先進高性能計算機システムアーキテクチャ共同研究部門
2. 大阪大学サイバーメディアセンター応用情報システム研究部門
3. 大阪大学歯学部附属病院医療情報室

本講演では、まず大阪大学サイバーメディアセンターの大規模計算機システムについて、本センターの最新のスーパーコンピュータであるOCTOPUSを中心にシステム構成やサービスを紹介する。大規模計算機システムは歯科医療のAI活用における高性能データ解析のために有用な環境であるが、実際に利用が難しいというのが現状である。その理由として、解析で扱う医療データのような秘匿性の高いデータは病院内から持ち出すことに様々な制限がある点、および大規模計算機システムの計算資源は基本的に複数ユーザへの共用サービスである点といったセキュリティの観点があげられる。そこで、秘匿データを大規模計算機システム上で安全にデータ解析を可能とする基盤の実現に向けて取り組んでいるセキュアステージング技術について発表する。

S2DHへの期待とNECの最新AIのご紹介

NEC中央研究所 中村祐一

高齢者の増加により、誤飲性肺炎などに代表される口腔内の劣化を原因とされる疾病への対応が求められています。AIと計算機の力を使ってこれらの対応を行うS2DHは低コストかつ効果的な解決策を提案できるプロジェクトとして大いに期待されています。一方、プロジェクトでよい成果を創出するためには、「あるべき姿」に対して、活動の方向性に関する継続的な議論が必要となります。本講演では、あるべき姿に対する期待を述べさせていただき、NECにおけるいくつかのAI事例を御参考としてご紹介します。この講演があるべき姿と方向性に関する議論のきっかけとしていただければ幸いです。

保健医療福祉行政における人工知能応用に関する研究

要介護認定における AI 活用

研究分担者 神谷 達夫[†]、岡本 悦司[‡]

([†] 福知山公立大学 地域経営学部 医療福祉経営学科 教授)

([‡] 福知山公立大学 地域経営学部 医療福祉経営学科 教授)

研究要旨

保健医療福祉行政においては、データの収集・整理・分析に膨大な手作業が発生している。近年著しく発展した人工知能(AI)技術の応用による効率化が期待されるが、行政内部の業務は一般に公開されておらず、効率化の検討が進んでいない。

そこで本研究分担では、要介護認定の認定審査に着目し、ケーススタディとして、認定審査の AI 活用による効率化を検討した。

研究においては、各種 AI 関連技術を調査し、要介護認定審査のために適した方法を検討した。その結果、簡単なテキストマイニングの手法と機械学習アルゴリズムの 1 つであるロジスティック回帰分析のモデルを作成することができた。これにより、要介護認定における認定審査会の業務を軽減できる見通しができた。

また、本研究で用いた処理方法は、現在のコンピュータ環境においては、容易に実現できる方法であり、周知により AI を用いた保健医療福祉行政を効率化が期待される。

一方、本研究を進めるにあたって、計算に用いるデータを使用できる形に修正するためには手作業が必要となった。この手作業を軽減するためには、近年普及しつつある RPA(Robotic Process Automation)の利用も考えられるが、現状の RPA 技術には困難な作業も含まれる。今後、行政機関において電子データを作成する際には、各データ項目に対して、コンピュータが自動解釈しうるようなデータを持たせた型式になっていることが望ましいということが示唆された。

A. 研究目的

人工知能(artificial intelligence: AI)は人間の経験に基づく判断や意志決定を学習により機械に代替させる技術であり、自治体業務においても適用可能な業務への活用により以下の効果が期待できる。

- 1) 過去の経験知の活用
- 2) 決定の迅速化
- 3) 事務量と人件費の節約

本研究では、この AI の効果を保健医療福祉業務に適用した場合の効果を考えるためのケーススタディとして、要介護認定の認定審査の効率化を検討した。

本研究において着目した介護保険の要介護認定業務における非効率な要素は、以下の通りである。

- 1) 市役所の介護保険担当職員も要介護認定審査会委員も人事異動等で頻繁に入れ代わり、その都度、素人

からのスタートとなるため、判断ミス等を誘発しやすい。

- 2) 現在の要介護認定では、被保険者からの申請→訪問調査員による訪問調査→コンピューターによる一次判定→かかりつけ医意見書→認定審査委員会による二次判定と、時間がかかる。
- 3) 認定審査委員会は多忙な専門職を通常 5 人から構成される合議体であり、毎月の日程調整に市町村担当者は忙殺される。また委員への日当等も支払われる。

これらの非効率性は、AI により下記のように解決できるものと期待される。

- 1) AI 導入により、過去の夥しい経験知が継続的に生かせるため、人事異動等による影響をなくして正確な判断や意志決定が可能となる。さらに無限に経験を蓄積することにより AI の判断力は向上してゆく。
- 2) AI 導入により一次二次判定を同時実施できるので申請から認定までの時間を短縮できる。
- 3) 認定審査委員会業務に AI を導入することにより事務量と費用を節約できる。

本研究では、上記の AI 導入の利点を示すために、要介護認定審査判定事例集[1]に示されている 32 例の判定結果から機械学習アルゴリズムの 1 つであるロジスティック回帰分析により、判定のためのモデルを作成した。現時点では、この方法が最善の方法であると示すことができていない。ただし、本稿で示すような簡単な方法でも十分有用であり、AI の非専門家によっても AI 技術の恩恵を得ることができることを示すことができた。

B. 研究方法

本研究では、市町村役場における AI 適用可能な業務を検討した。その結果、AI を適用可能な業務は以下のような条件がある。

- 1) 定型かつ多量に発生する判断・決定業務
- 2) 基準が定められており、恣意的な決定は避けるべきこと
- 3) 過去の判断事例とその理由の集積がある

以上の条件を満たす業務として、介護保険の要介護認定業務が考えられたため、本研究ではケーススタディとして介護認定審査の効率化への AI 導入を検討した。

要介護認定審査の流れ

要介護認定審査とは、介護保険において被保険者がどれだけの介助を要するかを推定し、月単位の支給限度額を決定するために不可欠の業務である。

介護保険の受給を希望する者は、まず市町村に「要介護者であることを認めて欲しい」と申請する。申請を受けた市町村は、訓練された訪問調査員を派遣し、被保険者の現状を観察し、調査票に記入する。調査票は客観的なマークシート方式である。また調査票に記入できない情報は「特記事項」として文章として追記される(図 1)。

このマークシートは、市町村においてコンピューター判定される。判定は、決定木と呼ばれる手法によって行われ、要介護時間が推計される。要介護度は推計要介護時間に応じて以下のように判定される(コンピューターによる一次判定)。

しかしながら一次判定がそのまま確定するのではなく、介護認定審査会にかけら

訪問調査：要介護認定の出発点

- 介護保険受給にはまず市町村に要介護認定を申請
- 市町村より調査員が派遣され調査票に記入する



| | | | | |
|--|--------|--------|----------|---|
| 3-3 浴槽について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 0 | | | |
| 1.できる | 2.一部介助 | 3.全介助 | 4.行っていない | |
| 4-1 じょうきょう（故障）物の修理について、あてはまる番号にO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| ア.じょうきょう（故障）がありますか | 1.ない | 2.ある | | |
| イ.じょうきょう（故障）以外で設置や手入れが必要な機器類がありますか | 1.ない | 2.ある | | |
| 4-2 足下下について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.できない | | |
| 4-3 食事摂取について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.一部介助 | 4.全介助 | |
| 4-4 寝たについて、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.一部介助 | 4.全介助 | |
| 4-5 排便について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.一部介助 | 4.全介助 | |
| 4-6 排尿について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 4 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.一部介助 | 4.全介助 | |
| 5-1 清潔について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 5 | | | |
| 1.できる | 2.一部介助 | 3.全介助 | | |
| ア.口腔清潔（はみがき等） | 1 | 2 | 3 | |
| イ.清潔 | 1 | 2 | 3 | |
| ウ.髪髪 | 1 | 2 | 3 | |
| エ.つめ切り | 1 | 2 | 3 | |
| 5-2 衣服着脱について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 5 | | | |
| 1.できる | 2.見守り等 | 3.一部介助 | 4.全介助 | |
| ア.上着の着脱 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| イ.ズボン、パンツ等の着脱 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5-3 履物の着脱について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 5 | | | |
| 1.できる | 2.一部介助 | 3.全介助 | | |
| 5-4 金銭の管理について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 5 | | | |
| 1.できる | 2.一部介助 | 3.全介助 | | |
| 5-5 電話の利便について、あてはまる番号に一つだけO印をつけてください。 | ⇒ 5 | | | |
| 1.できる | 2.一部介助 | 3.全介助 | | |

図 1 介護認定の概要

れ、一次判定を見直すべきかどうか審査され、場合によって、重度又は軽度に変更されることがある(二次判定)。

二次判定は、あくまで調査票に記載された特記事項と主治医意見書の記載内容のみを基に一次判定を見直すべきかどうかを評価するのであって決して一次判定から審査しなおすのではない。

認定審査委員会は医療福祉の専門職 5 人程度の合議体からなり、事前に事務局(市町村介護保険課)一次判定結果の資料を作成し、それと特記事項と主治医意見書のみを参照して審査する。最終的に判定を変えるか否かを決定するが、その理由を事務局が必ず議事録として作成する。

判定はしかし恣意的であってはならず、委員が適切な判定をくだせるよう事例集が刊行されている。事例集は全国の認定審査委員会の議事録より精選されたものである。本研究では、この事例集を題材にして要介護認定の判定のAIによるを試みた。

AI 処理の実例

今回は、AI の専門家でない者にでも理解が容易でかつ容易に実現可能とするため、機械学習アルゴリズムの 1 つであるロジスティック回帰分析を用いた。

まず、要介護認定審査判定事例集[1]の内容をテキストファイル化した。この時に、全てをテキスト化するのではなく、要介護認定に対してどの項目が影響しているのかを検討し、テキストファイル化する項目を選定した。その結果、要介護認定の判定見直しには、マークシートによる決定木の項目は影響していないことが分かったため、テキスト化せず、判定結果の要介護認定時間のみを利用することとした。

このマークシートによる決定木の結果が判定結果に影響していないのは、その項目が不要ということではなく、決定木の内容が「要介護基準時間」の項目にすでに反映されているためである。

| | |
|---------------------|--|
| ●性別・年齢 | 女性・81歳 |
| ●介護環境 | 居宅 |
| ●申請区分 | 新規 |
| ●一次判定結果 | 要支援 |
| ●二次判定結果 | 非該当(軽度変更) |
| ●有効期間 | なし |
| 要介護認定基準時間 26.0 | |
| 2-5 | 腰痛があり、杖を使用することはある。 |
| 2-7 | 近くのデパートであれば、地下鉄を一人で利用。遠出は不安があり、家族が付き添う。* |
| 5-6 | 地域の高齢者クラブに参加しているが、書類等の理解は困難なため、 |

図 2 テキストファイルの例

この例は、要介護認定審査判定事例集[1]の事例1を
テキストファイル化した状態を示している

また、文章で記述された項目は認定見直しに利用されているため、全ての文章をテキストファイル化し、判定に利用されている項目に関しては、別途マークをつけた。他には、主治医による意見書において、「症状としての安定性」と「介護の必要の程度に関する予後の見通し」をテキストファイル化した(図 2)。このファイルは、項目と内容をタブで分離し、認定審査に影響のあった項目にはアスタリスク*でマークをつけている。図 2 の例では、2-7 の項目が認定審査に影響を与えていたため、2-7 の項目の 3 カラム目に*記号を記入している。

今回は PDF ファイルによって公開されている事例を手動により図 2 のようなテキストファイルに変更した。今回のように、手動での作成が可能であったのは、事例が 32 例と少なかったからである。本来はもっと多い事例を使用すべきであり、その場合は自動的に必要とするデータが取り出せるように元のデータを設定するべきであったと考えられる。

この処理を昨今普及しつつある自動処

理技術である RPA(Robotic Process Automation)を用いて処理することも検討した。しかし、認定審査に影響を与えた項目を示すマークの処理が困難である上に、事例集と同じフォーマットで記述されている PDF ファイルが今回用いた 32 例しかないことから、手動での作業の方が結果的に早いと判断した。今回のこの経験は、現状の RPA の限界(画面認識を準備するには手間がかかり、その手間を許容できるほどデータ数が多くない場合、RPA を使用しにくい)を知る機会となった。

また、今回のように、テキストデータを取り出すことが考えられる場合は、PDF のような人に見やすいことのみを考えたフォーマットでデータを公開するだけでなく、その後の再利用を見込んでの自動処理に適したフォーマットの利用が望まれる。そのためには、今後、行政機関において電子データを作成する際には、各データ項目に対して、コンピュータが自動解釈しうるような意味データを持たせた型式を使用すべきであると考えられる。

| | | | | | |
|----|----|----|-----|----|----|
| 18 | 必要 | 12 | 移動 | 10 | 現在 |
| 18 | 介助 | 12 | できる | 9 | 麻痺 |
| 17 | 自分 | 11 | 介護 | 9 | 痴呆 |
| 17 | 関節 | 11 | 見守り | 9 | 食事 |
| 16 | 歩行 | 10 | 入院 | 9 | 下肢 |
| 13 | 使用 | 10 | 転倒 | 8 | 可能 |
| 12 | 低下 | 10 | 障害 | | |

図 3 形態素解析の結果

出現数が多く意味に乏しい単語や記号は除外した

テキストファイル化した後、認定審査に影響のあった文を集め、MeCab[2]により形態素解析した。形態素解析とは、文章を単語に分け、その単語の品詞等を決定することである。この形態素解析の結果、出現頻度が多く、記号や助詞でなく、「右」や「上」のようにその単語のみで意味が分からない語を除くと、認定審査に影響のある単語は図 3 のようになった。

この結果を用いて、各単語がそれぞれの事例に幾つ含まれるのか集計した。この集計のためには、専用のプログラムを用いた。このプログラムは、UNIX 系 OS で用いられる bsh のスクリプトで作成した。この bsh スクリプトは、比較的容易にプログラムを作成することができるが、習得が RPA と比較すると容易ではない。しかし、この作業は、事例集[1]をテキストファイル化することと異なり定形作業であるため、プログラミングの非専門家がこの処理を実行するには、RPA のような簡易なプログラミング環境による自動化が容易である。

集計の結果と要介護認定基準時間、主治医の意見書に含まれている「症状の安定性」と「予後の見通し」を合わせ、判定モデルを作成するための元データのファイルを作成した。このファイルは、CSV ファイルとし、表計算ソフトウェアで読み込み可能とした。

この先は、表計算ソフトウェア上の作業であり、この処理を可能とする者の数も十分多く、また RPA による自動化にも適している。

表計算ソフトウェア上では、「症状の安定性」の項目が「不安定」であった場合を 1、それ以外を 0 とし、「予後の見通し」が「悪化」であれば 1、それ以外であれば 0 であるとして、数量化した。さらに、要介護認定の判定が認定審査会によって変更された場合判定結果は 1、変更されなかった場合の判定結果は 0 とした。この判定結果を目的変数とした。

説明変数は、図 3 で示す単語の出現数と要介護基準時間、数量化した「症状の安定性」、「予後の見通し」とした。

ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析は、数量データの説明変数と 2 群のカテゴリデータを目的変数とする回帰分析である。ロジスティック回帰分析においては、目的変数と説明変数を式(1)の関係で記述する。

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(a_n x_n + \Lambda + a_1 x_1 + a_0)}} \quad (1)$$

ただし、 y は目的変数、 x_n は説明変数、 n は説明変数の個数、 a_n は係数であり特に a_0 は定数項を示す。

ロジスティック回帰分析では、式(1)の係数 a を決定し、目的変数を得るためのモデルを構築する。ロジスティック回帰分析では、式(1)によって計算された尤度を求め、その尤度の対数である対数尤度が最大となる係数 a の組を求める。

本研究では係数 a の計算のために、容易に使用でき、普及の進んでいる表計算ソフトウェアによりロジスティック回帰分析を実行する。対数尤度の最大値を求めるためには、表計算ソフトウェアのソルバーを用いた。

ロジスティック回帰分析の結果得られたモデルによる推定では、100%推定に成功した。また、モデルの検定の結果、 p 値は 0.00682 となった(図 5)。この結果から、分析結果のモデルが問題なく介護認定結果に適合していることが分かる。

モデル適合検定は、対数尤度の合計を LL 、判定見直しの数を n_1 、判定維持の個数を n_2 とすると、統計的検定量は、式 2 ようになる[3]。

$$k = n_1 \log n_1 + n_2 - n \log n$$

$$\text{統計的検定量} = -2LL - 2k \quad (2)$$

式 2 の統計的検定量で χ^2 乗検定により上側確率を求めることにより、 p 値を求めることができる。この場合の帰無仮説は、「求められたモデルが適合していない」であり、 p 値が十分小さいので、帰無仮説が棄却される。したがって、求められたモデルには、正当性があると考えられる。

ロジスティック回帰分析のオッズ比は表 1 のようになった。項目の中で「予後の見通し」と「要介護基準時間」以外はそれぞれの単語を示している。さらに、表 1 は、オッズ比が 1 以上のものを示しており、これ以外の項目は 1 未満である。また、表 1 において、「必要」のオッズ比は 40 を超え

表 1 オッズ比の大きいもの

| 項目 | オッズ比 |
|-----------|------------------------|
| 現在 | 3.007×10^{10} |
| 移動 | 9.948×10^7 |
| 下肢 | 5.771×10^5 |
| 予後の見通し | 5.860×10^3 |
| 低下 | 2.681×10^3 |
| 歩行 | 8.314×10^2 |
| 麻痺 | 1.506×10^2 |
| 入院 | 1.039×10^2 |
| 見守り | 9.727×10^1 |
| 介助 | 6.864×10^1 |
| 必要 | 4.047×10^1 |
| 要介護認定基準時間 | 1.074 |

ている一方、「要介護認定時間」のオッズ比は 1 余りと急激に小さくなっている。このことから、今回のロジスティック回帰分析の結果から、「必要」よりオッズ比の大きい項目が支配的になっていると考えられる。

表 1 から、「現在」や「予後の見通し」、「低下」のように時間的変化に関わる項目と「移動」や「下肢」、「歩行」のような動作に関わるような項目の影響が大きいということが分かる。したがって、表 1 の項目で示す語が含まれる場合、介護認定が認定審査会において見直される可能性が高いといえる。また、このことは定性的感覚とも大きく異ならないと思われる。

D. 考察

本研究では、保健医療福祉に AI 技術を導入するケーススタディとして、介護認定の効率化を選択した。前章では、認定審査の事例集[1]から取り出した情報から判定の見直しが発生するかどうか判断するためのモデルを作成した。その結果、十分有効なモデルを得ることができた。この結果から見て、本手法により要介護認定における認定審査会の業務を軽減できる可能性が確認された。実際に実用化するためには、よ

| 検定 | | | | |
|---------|-----------------|--------------|--------------|-------|
| | 個数 | 対数 | 個数×対数 | |
| 群1の個数 | 18 | 2.8903717579 | 52.026691642 | 判定見直し |
| 群2の個数 | 14 | 2.6390573296 | 36.946802615 | 判定維持 |
| 合計 | 32 | 3.4657359028 | 110.90354889 | |
| LLO | -21.93005463 | | | |
| 寄与率 | 0.981700814 | | | |
| モデル適合情報 | | | | |
| k= | -21.93005463 | | | |
| 検定統計量 | 43.057504969 | | | |
| p値 | 0.0068176941 ** | | | |

図 5 モデルの検定結果

り多数のデータによる検証が必要ではあるが、手法としては十分実用化できると考えられる。

このことは、簡単な AI 関連技術でも保健医療福祉業務に適用できる可能性のあることを示している。今回、ケーススタディに用いた手法は、簡単なテキストマイニングと機械学習アルゴリズムの 1 つであるロジスティック回帰分析である。この手法は、比較的容易に計算できる方法であり、非専門家によっても十分実施できる。ただし、現状ではその環境が完全には整っておらず、特に、処理方法のドキュメントの整備は重要である。

今回のケーススタディによって明らかになったことは、元となるデータの型式変更などの前処理に手作業が発生しやすいということである。今回用いたデータは、介護認定審査判定事例集[1]であるが、この事例集は PDF ファイルでのみしか公開されていなかった。

介護認定審査判定事例集[1]に含まれる内容は、定められたフォーマットの文章である。しかし、PDF ファイルには、文章中のどこに情報があるのかを示す指標が明確にされていないため、その項目を捜すために手間がかかり、自動化処理が難しくなっ

ている。もし、データ中にデータの意味を示す手がかりとなる情報が付加されていれば、自動化処理が容易になる。また、手がかりとなる情報を付加することは、RPA で自動化する場合においても、RPA に与える指示(簡易プログラムのようなものを含む)の作成が容易になり、RPA 実行時の計算量を減らすことにつながり、データ中にデータの意味を付加することは有効である。したがって、業務を効率化するためには、データ内でのデータの意味を付加したデータ構造で作成すると業務効率化に有効であると考えられる。

一方、今回のケーススタディのように帳票を用いる業務は多く、またその業務の多くは紙による帳票である。AI による業務の効率化を推進するためにも、帳票の電子化の効率を上げる必要がある。帳票の電子化にも AI 関連技術が導入され、文字読み取りなどは高精度になってきているが、紙を移動させる等の物理的・構造的な部分の開発は、急激には進展しないと思われる。したがって、業務の効率化を図るためには、データ化を想定した帳票を設計する必要がある。しかし、現実には、実務において人が見て正しい表に見えるような「Excel 方

眼紙」やいわゆる「ネ申エクセル」(注 1)とも呼ばれるような自動化に適さない帳票類を見かけることがある。コンピュータ技術が読み取りの難しい帳票を難なく処理できる程度に高度化するまでは、自動化に適したデータ入力となるような設計が望まれる。

E. 結論

本研究においては、各種 AI 関連技術を調査し、要介護認定審査のために適した方法を検討した。その結果、簡単なテキストマイニングの手法と機械学習アルゴリズムの 1 つであるロジスティック回帰分析のモデルを作成することができた。これにより、要介護認定における認定審査会の業務を軽減できる見通しができた。したがって、AI 関連技術は有望な解決策と考えられる。

また、本研究で用いた処理方法は、現在のコンピュータ環境においては、容易に実現できる方法であり、この方法を周知することにより、AI 技術を活用した保健医療福祉行政の効率化ができると期待される。

一方、本研究を進めるにあたって、計算に用いるデータを使用できる形に修正するためには、手作業が必要となった。この手作業を軽減するためには、RPA を用いることも考えられるが、現状の RPA では困難なことも多い。このため、電子データを作成する際には、扱うデータの意味情報をデータ自体に付与したようなデータ形式が望ましいことが明らかとなった。

例えば、システム間でのデータ共有や定型業務の自動化には RPA が有効であろうが、不定形なデータを意味の分かる形に変換するような業務には、現状の RPA は適していない。

保健医療行政における各種データの分析には、統計的機械学習などの AI 技術が有効と考えられる。

F. 研究発表

本研究により、要介護認定の効率化の目処が得られたため、この部分に関して 2019 年度中に発表の予定である。

(注 1)

「ネ申エクセル」とは、表計算ソフトウェアの罫線を方眼紙のように使い、人が見ると正常なように見えるが、計算機としては不整なデータであり機械的処理に適していないエクセルファイルを表す俗語である。カタカナの「ネ」と漢字の「申」を並べると、人からは「神」という漢字のように見えるが、計算機上では別の文字コードとして処理されていることと、「紙」と「神」の訓読みが一致することから、このような俗語が使われている。

この「ネ申エクセル」問題は、河野太郎衆議院議員によって指摘[4]され、改善の方向にはあるが、方眼紙的な使われ方をしている表計算ファイルはまだ残存している。

G. 参考文献

- [1] 要介護認定審査判定事例集(2004年11月)
<https://www.jcma.or.jp/news/association/1611.html> (2019.3.28 閲覧)
- [2] MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer
<http://taku910.github.io/mecab/> (2019.3.28 閲覧)
- [3] 多変量解析の手法別解説
https://istat.co.jp/ta_commentary/logistic_04 (2019.3.28 閲覧)
- [4] 河野太郎, みんなで神エクセルを追放しましょう。
<https://twitter.com/konotarogomame/status/919847831535415296> (2019.3.28 閲覧)

医療用人工知能の自習教材推薦に関する検討

研究分担者 奥村 貴史
（北見工業大学 工学部 教授）

研究協力者 西本 明弘
（関西大学 人間健康学部 非常勤講師）

研究要旨

人工知能技術の飛躍的な発展に伴い、人工知能技術の習得に向けた自習環境が大幅に充実しつつある。一方で、自習者がどの教材を利用すべきか、適切な教材選別に迷いや困難が生じかねない状況が生じている。そこで本研究分担では、医療用人工知能研究における研究開発者を支える人材の育成に向けて、初学者のスキルとニーズに応じて適切な教材を推薦する手法について検討を行った。

検討に際しては、教材推薦に求められる、i) 自習者側のスキル評価、ii) 教材側のテーマや難度評価、iii) 両者のマッチング、の3要素それぞれに対して検討を進めた。そのうえで、教材のデータベースを開発すると共に、人工知能技術の習得に求められるスキルやステップを図示することを目指した。しかし、適切な教材を提示するためには、自習者側のニーズやスキルを正しく引き出し評価する必要がある。そのためには、自習者からの入力データに応じて答えを返す受動的なシステムは必ずしも有効でないものと考えられた。そこで、学習者に質問を提示し、その回答を通じて学習者のスキルを評価すると共に、ニーズに即した推薦を行う対話型システムの構築を行った。

今回の検討により、一定の有用性を備えたプロトタイプを開発することが出来た。一方で、時間的な制約により、開発したプロトタイプを利用者へと供覧し、そのフィードバックに基づいて改良を加えていくことはできなかった。今後、研究代表者が研究班の成果物広報を進めてゆく北見工業大学は、文部科学省による「数理及びデータサイエンスに係る教育強化協力校」へと選定されている。来年度以降、大学での教育活動における活用を通じて利用者からのフィードバックを収集し、さらなるブラッシュアップを図りたい。

A. 研究目的

本研究班は、保健医療用人工知能の技術革新と国際競争力向上に資する人材育成に取り組んできた。その研究活動を通じて、研究開発者そのものの育成だけでなく、研究開発者を支える人材の育成の重要性を明らかとしてきた。

この研究開発者を支える人材には、政策面や所属組織面などの研究開発環境の整備を通じて研究開発者を支える、いわば上からの支援に加えて、研究開発活動の実際を支えるエンジニアによる、下からの支援がありうる。人工知能技術の飛躍的な発展に伴い、これら人材のステップアップに向けた自習環境も大幅な充実してきている。

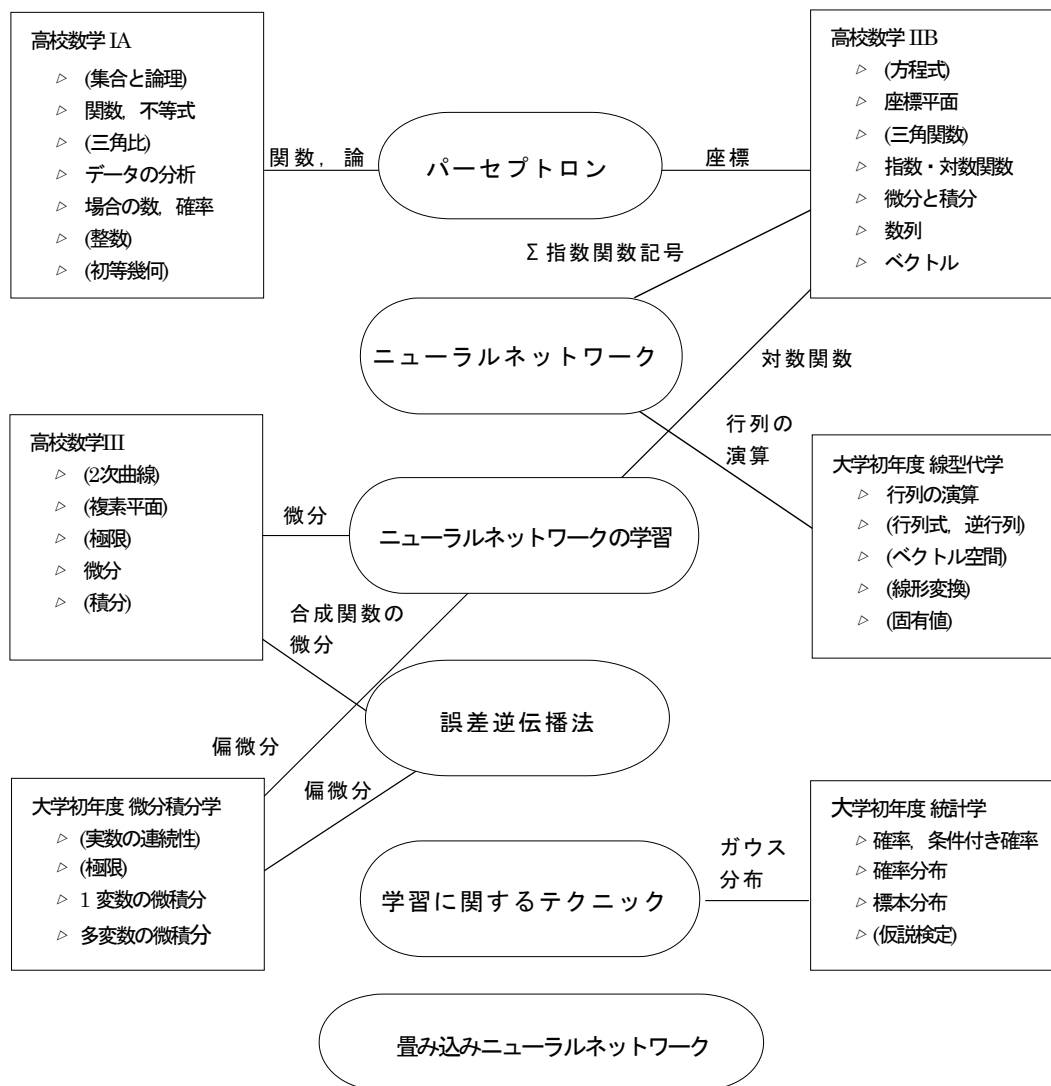


図 1. 自習教材に要求される数学

しかし、自習教材の充実に伴い、皮肉なことにも、各学習者がどの教材を利用すべきか適切な教材選びに迷いや困難が生じかねない状況が生じている。

そこで今年度は、研究班のホームページを構築するとともに、そのコンテンツの一つとして、人工知能技術の初学者向けに適切な教材を推薦するための手法について検討を行った。

B. 研究方法

適切な教材の推薦に向けては、i) 自習者側のスキル評価、ii) 教材側のテーマや難

度評価、iii) 両者のマッチング、の3つの要素が関与すると考えられる。教材としては、書籍が数としてはもっとも多く、Amazonなどのサイトでは利用者からのフィードバックに基づくレーティング情報が提供されている。しかし、高評価な教材も、難度が高い内容が含まれていれば、スキルが低い利用者にとっては有用でないものと考えられる。そこで、オンラインの自習講座(MOOCs)等も参考としつつ、最適な教材のマッチング手法の開発を目指した。

まず、自習者側の基本的なスキルとして、人工知能に関する教材の習熟には、数学力、

表 1. 教材レーティングの評価項目

| | |
|---------------------|-------|
| AI の理論の理解に役立つ | ☆☆☆☆☆ |
| AI の実装(プログラミング)に役立つ | ☆☆☆☆☆ |
| 深層学習の理解に役立つ | ☆☆☆☆☆ |
| 数学の難しさ | ☆☆☆☆☆ |
| 総合 | ☆☆☆☆☆ |

プログラミング能力、英語力、の3点が関わるものと想定し、構築する推薦手法の試行対象としてスキルの異なる初学者のリクルートを行った。

また、研究協力者に依頼し、足立悠・著『はじめての TensorFlow - 数式なしのディープラーニング』等、主要な教材を利用したうえで、個々の教材についての評価を進めた。その際、初期には定性的な評価を行い、その後、試行錯誤を通じて定量的な評価基準を定めたうえで、教材毎のテーマや難度等のデータ化を進めた。

さらに、これらと平行して、自習者と教材をマッチングするための手法の検討を進めた。候補として、学習ガイドをデータベースとして提供するか、習熟すべきトピックや教材を視覚的に表現した関係図を作成し、自習者のスキルに応じてその関係図を加工して表示する等の検討案を立て、今回求める推薦手法に合致するマッチング手法の検討を進めた。

C. 研究結果

自習者側のスキル評価

まず、人工知能技術の習得にあたり自習者側に求められる能力について、整理した。その一環として、現在の人工知能技術の根幹の一つとなるディープラーニング(深層学習)技術に要求される数学のリストアップを行った(図 1)。これらの機械学習の理解を深めるには、統計学の知識も求められる。結果として、大学初年度程度の数学につい

ては、全て学んで頂く必要があるものと考えられた。また、「メディカル AI 専門コース・オンライン講義資料」等、実際に公開されているオンライン教材等に取り組むことを通じて、プログラミング初心者にとっても人工知能技術の習得には困難が生じる点が明らかとなった。

教材側のテーマや難度評価

また、刊行されている関連書籍やオンライン教材をリスト化したうえで、それぞれのテーマや難度の評価を行った。教材のテーマとしては、試行錯誤を経て、「AI: 人工知能全般、読み物」、「ML: 機械学習についての解説」、「DL: 深層学習を主眼にした解説」、「ST: 統計学」、「MA: 数学」の5区分に分類した。ただし、これらの境界は必ずしもクリアでない。また、難易度の分類としては、当初、「S: 動作の深い理解」、「A: 動作の軽い理解」、「B: ライブラリの利用(説明)」、「C: 読み物」を想定したが、こちらも試行錯誤を経て、「S: 専門書」、「B: とにかくライブラリを使用していそうな本」、「A: その他」と簡略化された。さらに、表 1 に示す5つの観点から、手動でのレーティング情報とコメントを加えた。コメントは、たとえば、「数式を理解するには、大学初年度程度の数学が必要」といったものとなる。本タスクを通じて、合計 115 件の教材をデータ化することが出来た。

両者のマッチング手法

最後に、これらの情報を用いた、学習者毎の推薦手法の検討を行った。当初、文献のデータベース化を行って収録データを増やすと共に、詳細な文献紹介の整備を検討した。しかし、マッチングのためには、自習者側のニーズやスキルを正しく引き出し評価する必要がある、そのためには受動的なデータベースは必ずしも有効でないものと考えられた。そこで、システム側から学習者に質問を出し、その回答を通じて学習者のスキルを評価すると共に、ニーズに即した推薦ができるような対話型システムの設計に切り替えた。結果として構築したシステムのイメージを補遺として文末に示す。

D. 考察

人工知能技術の学習に際しては、そもそも、その学習過程そのものに人工知能を役立てるアプローチが存在する。

たとえば、“Personalized Learning”は、学習者のスキルとニーズに合致する形で教材をカスタマイズして提示することで、学習効果の最大化を図る。こうした教育は、分野を限定すれば有る程度の自動化が実現している。人工知能技術のように技術進歩のペースが速く、また、多彩なトピックを含むテーマにおいては、自動化は困難であるにせよ、優れた指導者を配することにより有る程度は実現可能なものと考えられる。それでも、そうした指導者を確保するにはコストが掛かることから、現在求められている研究開発者を支える人材の育成という観点からは現実的な解とはいえない。

今回試みた教材推薦という試みは、低コストに一定の目的を達成するうえでは現実的な選択と考えられた。ただし、システムの有用性を高めていくためには、多くの利用者に活用頂くと共に、利用者からのフィ

ードバックを元にして改良を重ねていく必要がある。今年度の研究班活動においては、時間的な制約が強かったことからそのフェーズに移行することができず、研究班終了後の課題として残されることとなった。

E. 結論

本研究分担では、医療用人工知能研究の生産性を高める人材育成に向けて、さまざまな選択肢が存在する人工知能技術の自習教材のなかから、学習者のスキルとニーズに応じて適切な教材を推薦する手法について検討を行った。

当初は、教材のデータベースを開発すると共に、人工知能技術の習得に求められるスキルやステップを図示することを目指した。しかし、適切な教材を提示するためには、自習者側のニーズやスキルを正しく引き出し評価する必要がある。そのためには、自習者からの入力データに応じて答えを返す受動的なシステムは必ずしも有効でないものと考えられた。そこで、システム側から学習者に質問を提示し、その回答を通じて学習者のスキルを評価すると共に、ニーズに即した推薦を行う対話型システムの構築を行った。

今回の検討により、一定の有用性を備えたプロトタイプを開発することが出来た。一方で、開発したプロトタイプを利用者へと提示し、そのフィードバックに基づいて改良を加えていくフェーズへと移行することは、時間的な制約により実現しなかった。

今後、研究班代表が研究班成果物の広報を進めてゆく北見工業大学は、文部科学省による「数理及びデータサイエンスに係る教育強化協力校」へと選定されており、大学における教育活動においてシステムを活用していくことができる。来年度、研究班の成果物広報サイトにおいて教材推薦サービスを提供すると共に、利用者からのフィ

ードバックを収集し、当該分野の人材育成への貢献を目指したブラッシュアップを図りたい。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

オンライン AI 自習教材ガイド

はじめに

人工知能を実現する方法として、今までいくつかの方法が開発されてきました。たとえば、「全ての人間は、死ぬ」、「ソクラテスは人間である」と教えると、「ソクラテスは、死ぬ」と答えるプログラムがあるとします。こうしたプログラムは、知的な振る舞いをするため、人工知能と呼べるかも知れませんが、こうしたプログラムにいろいろな知識を教えると、「とある病気において、患者が死ぬかどうか」を答えてくれるプログラムが実現するかも知れません。

しかし、人工知能の長い研究の結果、明らかとなったのは、そうしたプログラムが実用的な動作をするようになるまでには判断の根拠となる膨大な医学知識を整備する必要があるという点でした。そして、医学知識の理解にはより一般的な知識の整備も求められることから、その編纂に要するコストも膨れ上がり、およそ実用的でない水準となることが明らかとなりました。こうして、期待されたほど実用的なアプリケーションが実現しなかったことから、人工知能技術への関心は長らく停滞することになりました。

その後、人工知能が再び脚光を浴びるようになった背景には、いくつかの技術革新がありました。まず、コンピュータが知的な振る舞いをする上で必要になる知識を人間が教えるのではなく、問題を単純化することによって、機械が自ら学ぶことが可能となりました(機械学習)。また、人間の脳に含まれる神経網をモデルとしたニューラルネットワーク技術が発展し、様々な実用的なアプリケーションが実現しました(いわゆるディープラーニング)。さらに、コンピュータの性能一般が向上したことに加えて、機械学習やディープラーニングに求められる計算に特化した演算回路(GPU)が安価に入手可能となりました。

以上の結果、人工知能技術が、再び社会の注目を集めるようになりました。コンピュータ囲碁が、人間のトッププロに勝てるようになったことを聞いた方もおられるでしょう。自動運転車や医療用人工知能についてのニュースも、数多く聞かれます。そうした現在の人工知能技術の核にあるのが、与えられたデータから法則性を学びとる、機械学習と称される一連の手法です。このページでは、人工知能について自習してみたいとお考えの方のために、最適な教材を探り当てるお手伝いを試みます。

次の質問に答えて適切な教材を探しましょう

Q. 人工知能を学ぶ目的は何ですか？

一般的な概要について
知りたい

プログラミングを通して
実践してみたい

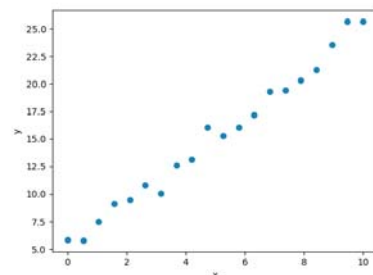
仕組み・アルゴリズム・理論
について理解を深めたい

ふさわしい教材の選定のために、数学とプログラミングの能力についてチェックしてみましょう。

AIの中に機械学習という分野がありますので、その典型的な例として「回帰」の問題を考えてみましょう

回帰の具体例として、身長から体重を推定したい、塩分摂取量から血圧を推定したい、といった問題があります。

2つの実数の組のデータが $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ の n 個あるとします。 x を説明変数、 y を目的変数といいます。これらのデータの分布が右の図のようになっていたとします。この図をみると、データを直線であてはめることができそうです。つまり、データの背後に比例関係という「法則」がありそうです。



人工知能・機械学習と回帰の
関係が分からない

引き続き回帰の
問題を考える

Q. 次の文章内の数式を理解できますか？

実際に直線 $y = wx + b$ でフィッティングして、与えられていない未知のデータ x から y を予測できるようにします。実測データ y_i とモデルからの予測値 $w x_i + b$ のずれ(誤差)が最小になるようにモデルパラメータ w, b を求めます。これを機械学習では「学習」といいます。ここでは、「損失関数」

$$L = \sum (w x_i + b - y_i)^2 \quad (1)$$

が最小になるという条件を採用します。 L を w と b の関数と考えると、 L が最小(極小)になる

式(1)の段階で
数式が分からない

$$\frac{\partial L}{\partial w} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial b} = 0 \quad (3)$$

という条件から、 w と b の連立方程式

$$\left(\sum x_i x_i\right)w + \left(\sum x_i\right)b - \sum x_i y_i = 0 \quad (4)$$

$$\left(\sum x_i\right)w + nb - \sum y_i = 0 \quad (5)$$

が得られ、これを解くと

$$w = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{n \sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (7)$$

となります。

求めたパラメータを用いて直線を引くと右の図ようになります。以上の方法を最小二乗法といい、パラメータが解析的に求まりました。より複雑な問題の場合、「勾配法」を用いて損失関数を最小化しパラメータを決定します。

最後に統計学との関連を述べておきます。実測値と予測値のずれ

$e_i = y_i - wx_i - b$ が平均0、分散 σ^2 の正規分布

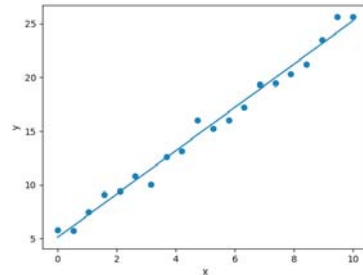
$$P(\{y_i\}|\{x_i\}, w, b) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi\sigma^2})^n} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum (y_i - wx_i - b)^2\right) \quad (8)$$

に従っているものと仮定します。これは、モデルパラメータが与えられたときにデータが得られる条件付き確率であり、「尤度」といいます。先ほど設定した損失関数最小の条件は尤度が最大になる条件と一致します。

式(2), (3)の段階で
数式が分からない

式(4)-(7)の段階で
数式が分からない

式(7)までは分かる



Q. 以下は回帰の問題を扱うPythonプログラムの冒頭部分ですが、何を実行しようとしているか分かりますか？

```
import numpy as np

xmin = 0.0
xmax = 10.0
n=20
x_data = np.linspace(xmin,xmax,n)
y_data = x_data*2 + 5 + np.random.randn(n)
```

すべての行を理解できない

いくつかの行は理解できる

分からない行があるが
想像で補える

すべての行を説明できる

「回帰」の問題を概観しましたが、ここに出てきた考え方は機械学習・深層学習において基本的かつ重要なものです。例えば、深層学習などのニューラルネットワークを用いた「学習」では、「損失関数」を最小にすることでニューラルネットワークの重みパラメータを調節します。このとき用いられる「勾配法」を「誤差逆伝播法」といいます。教材に取り組みの際に、これらのキーワードを手がかりにされるとよいでしょう。

おすすめの教材は

文献リスト

人工知能について学ぶために参考になりそうな文献を集めてみました。深層学習の流行により多くの新刊が発行されていますので、最近の本が中心であり、決して網羅的なものではありません。人工知能全般 / 機械学習 / 深層学習 / 数学・統計学のように分類しましたが、境界はあいまいであり、機械学習の本の中で必要な数学・統計学・プログラミングについて解説されているものがほとんどです。またオンライン教材も充実しているものが多々ありますので、いくつか挙列しました。機械学習についての書籍で評価の定まったものとして「パターン認識と機械学習 上・下」(C.M. Bishop)がありますが、初学者がこの大著を読みこなすには少々困難があるかと思います。なるべく簡単な本をまず手にとってプログラミングの実践とともに読むのが有効であると思われます。また、文献リストの中からいくつかを選び、その概要紹介を行っています。

| | | | | |
|--------|---------|------|--------|---------|
| 人工知能全般 | 統計的機械学習 | 深層学習 | 数学・統計学 | オンライン教材 |
|--------|---------|------|--------|---------|



あたらしい人工知能の教科書 - プロダクト・サービス開発に必要な基礎知識

著者名：多田智史 石井一夫
 価格：2808円
 352ページ
 出版社：翔泳社
 ISBN：4798145602
 発売日：2016.12.17

| | | |
|--------------------|-------|------------------------|
| AIの理論の理解に役立つ | ★★★☆☆ | AIの全体像を知るには有用 |
| AIの実装（プログラミング）に役立つ | ☆☆☆☆☆ | プログラミングについての記述はない |
| 深層学習の理解に役立つ | ★★☆☆☆ | 深層学習の概要を知るには有用 |
| 数学の難しさ | ★★★☆☆ | 数式を理解するには大学初年度程度の数学が必要 |
| 総合 | ★★★☆☆ | |



Pythonで動かして学ぶ! あたらしい機械学習の教科書

著者名：伊藤真
 価格：2894円
 400ページ
 出版社：翔泳社
 ISBN：4798144983
 発売日：2018.1.24
 キーワード：Python, 数学, 回帰, 分類, ニューラルネットワーク, 教師なし学習

| | | |
|--------------------|-------|------------------------|
| AIの理論の理解に役立つ | ★★★★☆ | 機械学習の基本を習得できる |
| AIの実装（プログラミング）に役立つ | ★★★★☆ | プログラミングを初歩から学ぶことができる |
| 深層学習の理解に役立つ | ★★☆☆☆ | 簡潔な説明がなされている |
| 数学の難しさ | ★★★☆☆ | 数式を理解するには大学初年度程度の数学が必要 |
| 総合 | ★★★★☆ | |



ゼロから作るDeep Learning - Pythonで学ぶディープラーニングの理論と実装

著者名：斎藤康毅
 価格：3672円
 320ページ
 出版社：オライリージャパン
 ISBN：4873117585
 発売日：2016.9.24
 キーワード：Python, パーセプトロン, ニューラルネットワーク, CNN

| | | |
|--------------------|-------|------------------------|
| AIの理論の理解に役立つ | ★★★★☆ | 深層学習の基本を習得できる |
| AIの実装（プログラミング）に役立つ | ★★★★☆ | 深層学習をゼロから実装できる |
| 深層学習の理解に役立つ | ★★★★☆ | 基本から丁寧な説明がなされている |
| 数学の難しさ | ★★★☆☆ | 数式を理解するには大学初年度程度の数学が必要 |
| 総合 | ★★★★★ | |

データサイエンティスト養成読本 - 機械学習入門編

著者名：比戸将平 馬場雪乃 里洋平 戸嶋龍哉 得居誠也 福島真太郎 加藤公一 関喜史 阿部巖 熊崎宏樹
 価格：2462円
 192ページ
 出版社：技術評論社

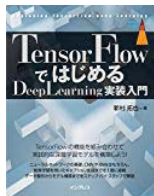


ISBN : 4774176311

発売日 : 2015.9.10

キーワード : 機械学習, 予測モデル, ニューラルネットワーク, Python, 画像認識, 異常検知

| | | |
|--------------------|-------|--------------------------|
| AIの理論の理解に役立つ | ★★☆☆☆ | AIの全体像を知るには有用 |
| AIの実装（プログラミング）に役立つ | ★★★★☆ | Pythonライブラリの使用方法などを学習できる |
| 深層学習の理解に役立つ | ★☆☆☆☆ | 深層学習についてはあまり触れられていない |
| 数学の難しさ | ★★★★☆ | 数式を理解するには大学初年度程度の数学が必要 |
| 総合 | ★★★★☆ | |



TensorFlowではじめるDeep Learning実装入門

著者名 : 新村拓也

価格 : 2808円

208ページ

出版社 : インプレス

ISBN : 4295003182

発売日 : 2018.2.16

キーワード : TensorFlow, CNN, RNN

| | | |
|--------------------|-------|------------------------|
| AIの理論の理解に役立つ | ★★★★★ | ニューラルネットの作成について理解できる |
| AIの実装（プログラミング）に役立つ | ★★★★★ | 多種の深層学習を実装するプログラムが学習可能 |
| 深層学習の理解に役立つ | ★★★★★ | 深層学習の構築に必要な計算、手順を学習可能 |
| 数学の難しさ | ★★★★☆ | 数式を理解するには大学初年度程度の数学が必要 |
| 総合 | ★★★★★ | |



人工知能は人間を超えるか - ディープラーニングの先にあるもの

著者名：松尾豊
価格：1512円
263ページ
出版社：KADOKAWA
ISBN：4040800206
発売日：2015.3.11



AI教育ガイドライン

著者名：藤原幸一



閉じる

