

厚生労働科学研究費補助金（政策科学総合研究事業）
分担研究報告書

歯科における人工知能 ― 国内における研究動向と人材育成

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）

研究要旨

医療用 AI の研究プロジェクトを進めるうえで、研究の多様性を高める人材育成が求められている。そこで、わが国の歯科保健医療の分野における人工知能(AI)研究の動向について文献レビューと情報収集を行った。また、その結果を踏まえ、歯科における人材育成の方向性について検討した。

医中誌において論文タイトルに「歯科」が含まれる AI に関連した文献を検索したところ、71 件がヒットした。その内訳をみると歯科学士向けの患者教育用ロボットの開発に関するものが圧倒的に多かった。全般的に研究の進展は低調であり、業界としての関心度合いの目安となる業界誌での扱いも少なかった。しかしながら、ネット検索では、音声認識技術など歯科に応用可能な技術が認められた。

こうした状況を前進させる人材育成に向けた取り組みとして、まずは歯科関係者側に対する AI 教育の適切なプログラムが求められる。また、AI 活用が有用と考えられる課題を見出すと共に、AI 専門家と歯科関係者が相互交流できる機会の構築が有益と考えられた。

A. 研究目的

人工知能(Artificial Intelligence、以下、AI)は、20 世紀半ばに初めてその名称が用いられて以来、ブームと冬の時代を繰り返し、現在、第 3 次ブームを迎えているといわれている 1)。

保健医療の分野では、厚生労働省の懇談会 2)により、人工知能(AI)を利用した病気の診断や医薬品開発の支援、患者の遺伝情報に応じたゲノム医療など 6 分野を重点領域として選定した。しかし、奥村 3)は、こうした状況について、論文作成が進みやすい分野や民間投資がビジネスとして成り立つ分野に限定されがちであり、公益性が高くても論文になりにくかったり収益が望めない分野については過小投資になりがちである点を指摘している。

今後、分野の健全な発展に向けては、現

状の施策の「穴」を補う試みが求められる。そこで、本研究班では、医療用 AI の研究プロジェクトを進めるうえで制約となる三種の人材育成として、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、を目的とした。そのなかで、本分担研究は、②の研究の多様性を高める人材育成の一環として、歯科を対象とした AI 人材の育成を目的とした。

歯科の産業規模を金額的にみると、国民医療費統計 4)における歯科医療費 2 兆 8294 億円に自費診療分 5)が加わった年間 3 兆円余の規模であり、就労者数は歯科医療が供給される主たる場である歯科診療所の勤務者(歯科医師、歯科衛生士、歯科技工士、診療補助者、事務職など)は約 30 万人 6)である。

本研究分担では、まず、こうした状況にある歯科の業界(以下、歯科界と称す)においてなされてきた AI に関する研究・利用について、文献検索とネット検索を行い概観する。そのうえで、簡単な現況調査を行い、歯科界における AI 活用に関する人材育成について考察する。これにより、AI 活用の多様性向上の一端を担う意義が期待される。

B. 研究方法

1. 文献検索

本分担報告では国内の動向を把握することを目的としていることから、医中誌を用い、「歯科」に関する文献で、タイトルまたは要約中に「人工知能」の文言が含まれている文献を検索した。検索式は以下の通りである。

(人工知能/TH or 人工知能/AL)
and 歯科/TI

また、歯科の業界誌における取り上げ方をみると業界としての注目度を大まかに把握できると考え、代表的な歯科業界誌である 5 誌(歯界展望、日本歯科評論、The Quintessence、デンタルダイヤモンド、アポロニア)における掲載状況を確認した。

2. ネット検索

Google を用いて「歯科 AI」ないし「歯科 人工知能」による検索を行った。

3. その他

2018 年 3 月 9 日に開催された歯科と AI に関するシンポジウム、「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」(図 1) 7)に参加し、当該分野の現状を視察した。

C. 研究結果

1. 文献検索

医中誌における検索式「(人工知能/TH or 人工知能/AL) and 歯科/TI」では計 71 件がヒットし、内容を歯科の分野別に分類したところ、内容的に AI とは言えないものが 7 件あり、残る 65 件の内訳は以下の通りであった。

- ・ロボット(学生教育用の患者ロボット)に関するもの：44 件
- ・画像診断に関するもの：8 件
- ・エキスパートシステム (歯科補綴関連)：4 件
- ・歯科技工 (CAD/CAM) 関連：3 件
- ・AI 全般：2 件
- ・診療録関連：2 件
- ・アポイントシステム：1 件

上述のように、ロボットに関するものが半数以上と圧倒的多数を占めた。これらは大学における歯科学学生への教育に用いる患者ロボットに関するもの 8-11)である。

画像診断に関するものは、大学病院における歯科矯正治療 12)や嚢胞 13)の自動診断に関するものや遺体身元判定を目的とした X 線写真からの歯の自動記録に向けた基礎的研究などであった。

エキスパートシステムに関する文献 14,15)は、いずれも歯科補綴学の分野に関するもので、いずれも第五世代コンピュータ 1)が注目を集めた時期に出されたものであった。

歯科技工については新たなデジタル技術が歯科技工に及ぼす影響に関する解説 16)などであった。

AI 全般に関する文献は、社会の動向を簡潔に述べる短い内容のもの 17,18)であった。

次に、代表的な歯科業界誌 5 誌(歯界展望、日本歯科評論、The Quintessence、デンタルダイヤモンド、アポロニア)のうち、「人工知能」に関する記事があったのは 3 誌(日本歯科評論、The Quintessence、デンタルダイヤモンド)のみで、このうち、The Quintessence、デンタルダイヤモンドでは 10 年以上前の論文のみで、ここ 10 年間で掲載されたのは日本歯科評論 17,18) のみであった。

2. ネット検索

Google で「AI 歯科」と検索すると検索上位を狙って命名した歯科医院などがヒットするため、「人工知能 歯科」で検索したところ、以下のようなサイトがヒットした(上位 20 件)。

- ・ 大阪大学における取り組み (後述)
- ・ 歯科用 CAD プログラム (業者)
- ・ 歯科予約管理システム (業者)
- ・ AI を活用している歯科医院 等々

上記以外では音声入力アプリ開発による衣類採寸業務が効率化したこと 19)を報じるニュースサイトへの Twitter によるレスポンスとして歯科健診における活用可能性を予測・期待する声があった 20)。

また、MR(Mixed Reality：複合現実)の応用による歯科治療シミュレーションシステムのサイトも注目された 21)。

3. その他

2018 年 3 月 9 日に大阪大学にて行われた「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」(図 1) 7)において発表された歯科の取り組みは、以下の通りであった。

- ・ 矯正歯科治療における機械学習と臨床への応用

- ・ 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
- ・ データ同化技術を用いた歯の喪失シミュレーション



図 1. 大阪大学歯学部附属病院が主催したシンポジウムのポスター

D. 考察

わが国における歯科の AI 研究について医中誌により文献レビューを行ったところ、我が国で最も早期に開始された歯科の AI 研究は、歯科補綴の分野において義歯の設計に関するエキスパートシステム構築等に関するものであった 1)。この頃は第 5 世代コンピュータがもてはやされた第 2 期 AI ブームの時期であった。その後のわが国における AI 研究は、学生教育用の患者ロボットに関するものが突出して多く、画像診断に関する研究がこれに続いていた。PubMed による世界の動向に関する文献レビュー結果と比較すると、歯科学生向

け患者教育用ロボットに関する研究が多いのは我が国の特徴であり、対外的な評価も高い²²⁾。他方、研究の幅でみると、我が国の研究は海外の取り組み状況に比べると、分野が比較的限定されてきたといえる。

参考のため PubMed を用い、医中誌の検索式と同様、下記の検索を行った。

((dentistry[ti])or(dental[ti])) and
(artificial intelligence)

その結果、112 件がヒットしたが、内容的には医中誌による検索結果よりも研究の幅は広く、患者教育用ロボットに偏ったものではなかった。医中誌による検索結果と比較すると、医中誌で最も多かったロボットに関するものは PubMed 検索ヒット件数(112)の 1 割強と、過半数を超えていた医中誌に比べると割合が少なかった。医中誌検索でロボットに次いでヒット件数が多かった(a) 画像診断関連、(b) エキスパートシステム、(c) 歯科技工(CAD/CAM)の PubMed 検索におけるヒット件数はいずれも全ヒット件数の 1 割前後であり、画像診断関連と歯科技工(CAD/CAM)では医中誌検索結果と類似していたが、エキスパートシステムでは PubMed 検索におけるヒット割合が高かった。また、全般的にみて PubMed 検索では歯科臨床における診断に関連するものが多かったが、内容的には多様であった。

AI と歯科に関する国内外の文献検索結果を比較すると、歯科学学生教育用患者ロボットの開発に関する研究が多かった我が国に対し、海外での取り組みは多様と言える。PubMed と医中誌では文献の分類基準が同一と考えにくい面があり、今回行ったような単純な検索結果から類推できる内容には限界があるが、それを踏まえても上述した違いは際立っていた。

以上を総括すると、わが国の歯科分野における AI の研究動向の現状は、満足のいくレベルにはほど遠いと言える。歯科界と

しての関心度合いについては、歯科の業界誌における取り扱いが 1 つの目安になるが、扱いそのものが少なく、業界としての関心の低さとみることができる。

一方、歯科分野における AI 活用のニーズについて考えてみると、歯科医院でのニーズは決して低くなく、既に予約システムなど商品化が進んでいるものもあるが、これらは民間市場ベースでの対応が主と考えられるが、学会を中心とした研究ベースでの取り組みの進展も重要と考えられる。

AI の研究開発は、投資金額の規模として公的研究費よりも民間動向に依るところが大きい。反面、電化製品のように、ほぼ全面的に民間企業に委ねる性質のものとは必ずしも言えない面も有していると考えられる。もしそうであれば、今後、AI が今後、社会の各層に浸透していく状況を踏まえると、これに対応できる人材育成を行う必要性は意外と高い可能性がある。とくに学会などの公的側面も有している団体の果たす役割としては、その団体の専門領域において AI 活用のメリットを見出すことが重要と考えられる。

とくに歯科の分野においては、AI そのものに詳しい人材は数少ない現状にあると思われるので、まずは AI の基本的なところや他分野での活用例などを学び、周囲に AI 活用が期待できるものがあるかどうかを検討することが肝要であろう。

近年、幼児が歯ブラシを加えたまま転倒した際の事故が問題視されるようになったが、幼児用の柔らかな材質の歯ブラシが開発されたが、これなどは子どもの事故に関するデータベースが構築されたことが契機になったとのことであり²³⁾、参考にすべきと思われる。

近年、音声認識の技術が進み、衣料の裁断を行う民間企業では採寸した数値を音声入力できるようになり、業務効率が上がったことが NHK のニュースによって報じられたが、このニュースに対して歯科での応用が可能であることを示唆したツイートがある²⁰⁾。

歯科における音声入力には既に臨床の場における診療室限定のシステムが販売されているが、歯科健診は診療室だけでなく乳幼児や園児・学童・生徒や成人に対して診療室の外でも様々な形で行われているので、汎用性の高い音声入力が可能になれば多くの歯科医師から歓迎されると思われる。

E. 結論

わが国の歯科保健医療の分野におけるAI研究の動向について文献レビューを行ったところ、歯科学生向けの患者教育用ロボットの開発に関するものが多かった。全般的に、歯科用AI研究の進展は低調であり、業界としての関心度合いも低かった。

この結果を踏まえて、歯科保健医療の分野における人材育成のあり方について検討を行った。今後、AI導入について技術的検討が必要になると思われるが、歯科関係の職種で、これに対応できる人材は希少であり、AIに関して専門性の高い人材の関与が必須となる。そこで、これらAI人材と歯科人材とが研究交流できる機会をどのように設けるかが課題となると考えられる。その一助として、歯科側からの情報発信は不可欠であり、今後、当事者が求めていること、或いは現状をありのまま伝える手段が必要と思われる。

次年度は、学会等の関係者にアプローチし、様々な意見聴取を行い、それをAI技術として実現を図っていくにはどのようにやり方が有用なのかを検討してみたい。

F. 参考文献

- 1) 大野浩. 俯瞰図から見える日本型“AI 人工知能” ビジネスモデル. 日刊工業新聞社. 2017.
- 2) 保健医療分野におけるAI活用推進懇談会 報告書.
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000169233.html> (厚生労働省ウェブサイト、2018年5月14日アクセス)
- 3) 奥村貴史. プライマリ・ケアと人工知能. プライマリ・ケア 2018 ; 3(1) : 80-83.
- 4) 結果の概要 平成27年度 国民医療費の概況.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/15/dl/kekka.pdf> (厚生労働省ウェブサイト、2018年5月14日アクセス)
- 5) 医療経済実態調査.
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/iryouhoken/database/zenpan/iryoukikan01.html> (厚生労働省ウェブサイト、2018年5月16日アクセス)
- 6) 結果の概要4 従事者数の状況 平成26年(2014)医療施設(静態・動態)調査・病院報告の概況.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryouso/14/dl/1-4.pdf>(厚生労働省ウェブサイト、2018年5月14日アクセス)
- 7) 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、2018年5月14日アクセス)
- 8) 秋山仁志、宇塚 聡、宮下 渉、原 節宏、新田俊彦、三代冬彦、羽村 章. ヒト型患者ロボットシミュレーションシステム(SIMROID)を用いた歯科硬組織修復研修. 日本シミュレーション医療教育学会雑誌 2016 ; 4 : 10-17.
- 9) 高信英明、大久保則男、鈴木健司、三浦宏文、榎 宏太郎、宮崎芳和、丹澤 豪、高本陽一、高西淳夫. 歯科患者ロボットにおける呼吸機能と口腔内温湿度. 日本咀嚼学会雑誌 2015 ; 25(1) : 2-7.
- 10) 丹澤 豪、間所 睦、長谷川篤司、高信英明、高西淳夫、榎 宏太郎. ヒューマノイドロボットを応用した歯科偶発症シミュレーション教育. 日本シミュレー

- ション外科学会誌 2010 ; 18(1) : 1-10.
- 11) 間所 睦、丹澤 豪、榎 宏太郎、高信英明、高西淳夫. 歯科臨床教育用患者ロボットの開発(解説). 日本歯科医学会誌 2010 ; 29 : 37-41.
 - 12) 谷川千尋、石垣光昂、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.
 - 13) Banumathi A., Kannammal A., Arthee R., Raju S., Abhaikumar V. Automated Diagnosis and Severity Measurement of Cysts in Dental X-ray Images Using Neural Network. Biomedical Soft Computing and Human Sciences 2006; 11(1):15-19.
 - 14) 堤 定美. 歯科における人工知能の応用. 日本歯科評論 1986 ; 524 : 203-214.
 - 15) 林 恭平. 歯科領域における人工知能の応用. 第 5 回医療情報学連合大会 : 1985.11 : 同論文集. 523-528.
 - 16) 滝沢琢也. 陸 誠. (連載ー歯科技工作業のデジタル化はわれわれをどこに連れて行くのか? 将来残る手作業とは?) 匠の技とデジタルの融合から、さらなる新しいステージへ(第 1 回) 総論 歯科技工の現状とデジタル化. Quintessence of Dental Technology 2017; 42(9): 1452-1463.
 - 17) 須崎 明. 臨床の行方 いまこそ大切にすべきもの 歯科医療におけるイノベーションとソリューション. 日本歯科評論 2017 ; 77(11) : 8-9.
 - 18) 羽村 章. 歯学の行方 学会ニュース・トピックス 社会の変化と未来の歯科医師. 日本歯科評論 2016 : 76(11) : 11-13.
 - 19) 「RECAIUS フィールドボイス」が、株式会社ささげ屋の”衣類採寸業務”に採用. http://www.toshiba-sol.co.jp/news/detail/20171207.htm?_ga=2.196569775.2068685419.1514989353-454912206.1514989353(東芝デジタルソリューションズ ウェブサイト、2018 年 5 月 15 日アクセス)
 - 20) Haruhiko Okumura. https://twitter.com/h_okumura/status/948136760998948864
 - 21) 神崎洋治. MR 技術を医療に応用 世界初の歯科治療 MR シミュレーションシステムの意義としくみ. <https://robotstart.info/2017/04/28/mr-dental.html>(ロボスタ ウェブサイト、2018 年 5 月 15 日アクセス)
 - 22) Khanna S. Artificial intelligence: contemporary applications and future compass. Int Dent J. 2010;60(4):269-272.
 - 23) 西田佳史、北村光司、今井健太、山中 龍. 人工知能とビッグデータを活用した子どもの事故による傷害の予防. チャイルドヘルス 2017 ; 20(4) : 281-285.

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし