

I. 統括研究報告書

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

研究代表者 奥村 貴史
(北見工業大学 工学部 教授)

研究要旨

(目的) 人工知能(AI)技術の医療への応用が期待されている。しかし、米中が熾烈な研究開発競争を進めるなか、我が国における医療用人工知能の研究開発は国際競争力を獲得しているとは言い難い状況にある。その背景として、そもそもの研究開発人材の欠如に加えて、研究プロジェクトを支える人材の欠如により大きな制約を受けている点が懸念される。そこで、本研究班は、医療用人工知能の研究開発を支える人材育成を通じて研究分野の発展に寄与することを目的とした。

(方法) 医療用人工知能研究に関わる研究開発者を支える 3 種の人材を対象に、効率的な人材育成の検討や啓発資料の作成を行う。まず、医療機関や政策当局において医療用 AI の導入意志決定に関わる人材の理解促進に資する啓発資料の開発を目指した。また、応用分野を開拓していくため、医療の周辺領域の研究分野における AI 活用について、参入促進に向けた現況調査を図った。最後に、データ生成や研究開発に関わる、研究の生産性向上に資する人材育成の検討を行った。

(結果) 昨年度の活動成果と合わせて、医療用人工知能の研究開発に関わる多様な教材、啓発資料、研究班広報サイト上のウェブ記事の集積が実現した。また、研究活動を通じて、現在の医療用人工知能研究における各種の課題とその対応に向けた提言を行うことができた。人工知能技術は技術革新が続いており、技術解説等にコストを掛けても短期間で陳腐化することが予想される。この問題への対策としては、単に記事を公開するのではなく、参加者が自発的に学びまた情報共有してゆくコミュニティの確立が重要となる。そこで、研究班終了後の広報サイトの継続的な維持と利用者からのフィードバックに基づく改定に向けた体制構築を行った。

(結語) 現在の我が国の医療用人工知能分野では、戦略的な研究開発投資が行われていない。研究助成の選択と集中は研究の多様性を損ない、国際競争力を損なう逆説的な状況を生じている。国内の各研究チームは、個別に意思決定者への啓発を行うと共に研究協力者の訓練を行わざるを得ず、非効率な競争を強いられている。今後、研究班の活動を通じた問題提起と整備した成果物が医療用人工知能研究の多様化と効率化をもたらし、当該分野の国際競争力向上へと繋がることを願っている。

研究分担者

安藤 雄一	国立保健医療科学院
福田 敬	国立保健医療科学院
中村 素典	国立情報学研究所
神谷 達夫	福知山公立大学
岡本 悦司	福知山公立大学
木村 眞司	札幌医科大学
亀田 義人	千葉大学
藤原 幸一	名古屋大学

A. 研究目的

研究代表者は、コンピュータの基礎研究分野である計算機科学にて学位を取得した医師である。2009年、厚生労働省の研究教育機関である国立保健医療科学院に赴任以降、医療用人工知能研究に関わってきた。

2009年、当時の舛添厚労大臣によって厚生労働省が難病研究に充てる予算が大幅に増額されると共に、医学研究や公費助成の対象となる、いわゆる「難病」とされる疾患の拡大に向けた政策検討が進められた。その際に課題となったのが、制度の充実によって既知の難病については手当が充実していくことが期待される一方で、そもそも疾患概念として確立していない疾患については制度変更によっても救われまいという点であった。そこで、疾患概念として確立していない潜在的な難病を扱う方法論の探求のため、「未分類疾患の情報集約に関する研究」(研究班班長: 林謙治 国立保健医療科学院院長)が設置された。そもそも疾患概念が確立していなければ、症例定義を行うことができず、症例定義が行えなければ患者情報を集積することができない。研究班は、この難問に取り組むべく、専門施設からの情報集約や難治性疾患の疾患概念が確立していく過程に関する分析等を進めた。

そうした研究班において研究代表者らを取り組んだのが、全国すべての医師に「診断困難症例に対する高品質な診断支援システムを提供する」という手法であった。多数の医師がこのシステムを利用することで、診断に難渋する症例の情報が全国レベルで集約される。このデータは、未知の疾患を効率的に発見することを可能とするだけでなく、輸入感染症など国内での発生事例が少ない既知疾患やバイオテロの効率的な検知をも実現する。そこで、臨床的な有用性の高い診断支援システムの研究開発と関連した基礎研究を継続してきた。しかしながら、当時、人工知能技術は「冬の時代」にあり、研究予算にも限りがあったことに加えて、世間的な認知は極めて低く、とりわけ医療分野への人工知能技術の応用には大きな困難が伴った。

この状況が変化したのは2010年代の後半、いわゆる「第3次AIブーム」が生じてしばらく経過した後のことであった。それでも、いくつかの事情により医療分野への応用に向けた政策面での対応は2017年以降に遅れた。さらに、技術的な特性や研究開発上の非効率への配慮を欠いた施策が続いた。我々のグループは、医療用情報技術に関する研究開発だけではなく政策面での検討の必要性を痛感し、(一財)新技術振興渡辺記念会からの研究助成により「医療用人工知能の技術革新と国際競争力向上に資する制度設計に関する研究」に取り組む運びとなった。

この研究を通じて、我が国の医療用人工知能の研究開発にさまざまな問題があり、米中が熾烈な研究開発競争を進めるなか、国際競争力を獲得しているとは言い難い状況にあることが明らかとなった。その背景に、そもそもの研究開発人材の欠如に加えて、研究プロジェクトを支える人材の欠如により大きな制約を受けている点が懸念された。そこで、研究分野の発展に寄与することを目指し、医療用人工知能の研究開発を支える本人材育成研究に取り組む運びとなった。

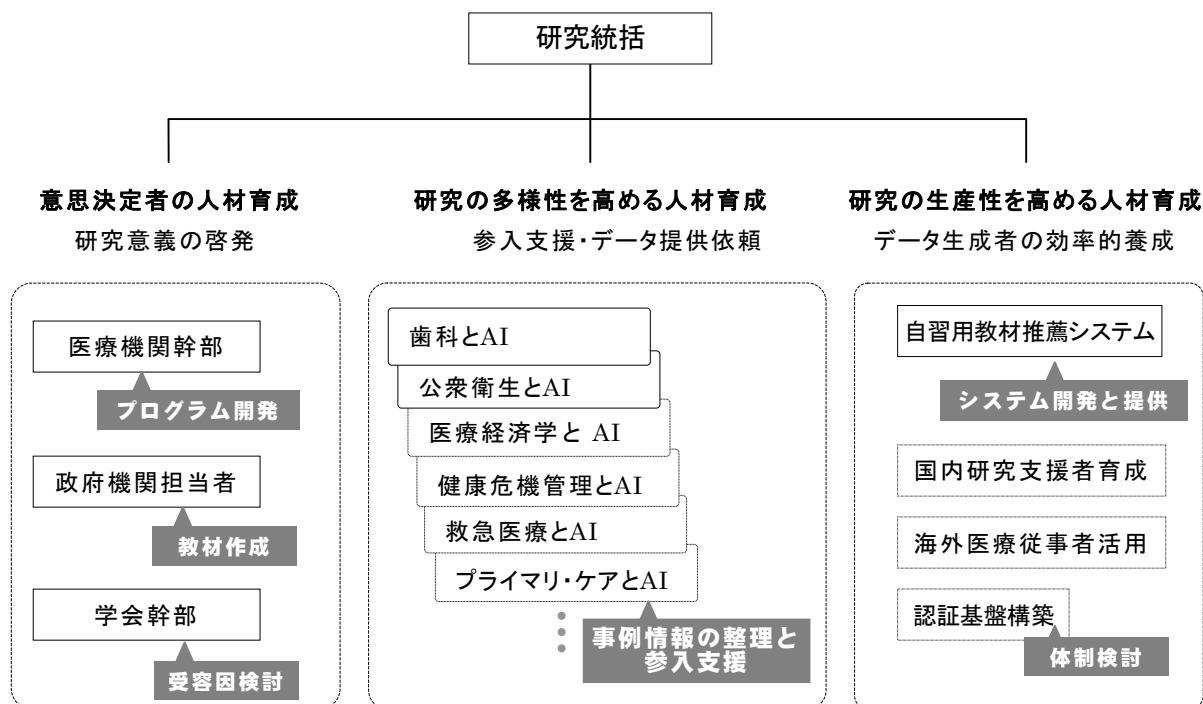


図 1 研究班全体体制

B. 研究方法

上記の研究目的の達成に向け、我々は、研究統括を含む 10 名 3 グループの研究班を組織し、昨年度より活動を進めた。今年度は、昨年度の研究に引き続き、図 1 に示す研究分担が活動を進めた。

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

医療用人工知能の研究開発に際しては、学会レベルでの大規模研究の組織や医療機関における臨床研究に向け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、既存の人工知能教材は、研究開発の当事者に向けたものがほとんどであり、医療系組織の意思決定に関与する人材を対象とした教材はほとんど知られていない。その結果、意思決定者を対象とした啓発は各研究当事者が個別に努力を重ねる必要があった。また、我が国では医療機器に対して

厳しい品質管理が課されており、医療用 AI にも規制が適用される。しかし、我々の政策研究により、この状況が今後の研究開発競争において米国・中国と比して著しい制約となることが示唆されていた。今後、医療用 AI 政策に関わる政府人材を対象として、現行政策の問題点を整理し情報提供していくことが望まれる。

そこで、亀田分担(千葉大学医学部附属病院)は、医療機関における意思決定者を対象とした人材育成を目指した。藤原分担(名古屋大学大学院工学研究科)は、行政官を対象とした啓発資料の作成に取り組んだ。木村分担(札幌医科大学)は、医療系学会幹部を対象とした啓発活動のあり方を検討した。

研究の多様性を高める人材育成

現在取り組みが進んでいる医療用人工知能に関する研究の多くは、ディープラーニング技術を活用した画像認識研究が主体となっている。そうしたなか、国による

研究助成も同分野に偏ることで、研究の多様性が損なわれる懸念がある。とりわけ、画像認識技術には性能限界があることから、その後を見据えた研究の多様化が不可欠である。そこで、医療用人工知能技術の様々な応用分野を検討し、研究の多様化に資する情報提供を目指した。

安藤分担(国立保健医療科学院)では、昨年度より取り組んでいる歯科における人工知能技術の応用に向けた動向調査を継続した。神谷・岡本分担(福知山公立大学)は、さまざまな業務において膨大な手作業を介在させている公衆衛生行政において、AI 技術を活用した効率化を図ることができないか検討を進めた。

研究の生産性を高める人材育成

現在の医療用人工知能の研究開発には、学習や評価に際して、医療従事者によるデータ生成のために膨大な単純作業が求められる。しかし、医療従事者のほとんどは、臨床や研究には動機付けられるものの、膨大な単純作業に興味を示さない。そこで昨年度は、研究協力者を対象として、「そもそも医療用人工知能とは何か」、「なぜ単純作業が必要なのか」を啓発していくための資料整備を行った。今年度は、その次のステップとして、医療用人工知能の研究開発実務に関わるエンジニアを中心として、**同技術の習熟や理解を目指す方々を対象とした自習環境の整備**という課題に取り組んだ。

また、医療における人工知能技術の発展の基盤となる医師向けの認証基盤技術の必要性について、啓発活動を行った。

研究統括

研究統括は、整備を進めた各種教材や記事の一般公開に向けて、研究班の広報サイ

トの構築準備を担った。また、各分担研究の企画段階、実施段階、報告段階それぞれに個別のディスカッションを行い、研究班全体の方向性を定めた。さらに、事例検討の対象として、研究班代表が携わってきた医療用人工知能研究を継続して実施した。

C. 研究結果

各分担研究の研究状況とその結果について、3つのサブテーマそれぞれに分けて以下に整理する。

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

亀田分担では、医療機関における経営幹部を対象とした人工知能教育を検討し、その成果を「医療機関における意思決定者に対する人工知能教育」としてまとめた。検討に際しては、医療における人工知能技術の活用に向けた研究者と事業者の討議の場として、「医療×AIシンポジウム」と称するシンポジウムをマイクロソフト社と開催した。このシンポジウムには100名を超える参加者があり、アンケートを通じて医療用人工知能教育に求められる要件を整理することができた。

また、人工知能分野においては、技術革新が現在進行形で続いていることから、単に教材を作るだけでは短期間で内容が古くなってしまいう懸念がある。そこで、**自発的に学びその内容を共有して規模拡大していくようなコミュニティの構築こそが、もっとも効果的な人材育成基盤であろうとの観点から、医療用人工知能技術に関する学習コミュニティの立ち上げ**を行った。医療機関の経営幹部に対しても、千葉大学病院において続けている教育プログラム(ちば医経塾)の活動をを通じて啓発活動を行うと共に、啓発用教材の改定を行った。

藤原分担では、主に行政官を対象とした、医療用人工知能技術の人材育成における政策的な支援に関する検討を進め、成果を「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」としてまとめた。まず、さまざまシンポジウムでの討議を通じて、医療系人材と工学系人材のそれぞれに対する医療用人工知能教育と、両人材の融合に向けた論点整理を行った。昨年度の検討では、この分野の発展に向けて、Funding Agency機能を持った橋渡し支援組織と橋渡し人材の育成を提言した。今年度は、新たな提案として、工学系の優秀な人材に医学部で医学を専門的に学ぶ機会を与えるための奨学金の設置を提言した。この手法は、優秀な医療用人工知能の研究開発人材を低コストに育成しうる可能性がある。また、行政官向けの人工知能教材として、日本における情報政策の施行と失敗の歴史と、主要国において進められている保健医療用人工知能の動向と政策概要を調査し、別添するレポートにまとめた。これらのレポートは、今後のブラッシュアップを通じて、人工知能分野における政策的な支援の改善に繋がることが期待される。

木村・奥村分担では、各種医学系学会の幹部を対象とした啓発を実現していく前提として、医師の有する「人工知能技術に対する受容を決める要因」について検討し、成果を「医療用人工知能技術の医師受容要因に関する検討」としてまとめた。検討に際しては、人工知能技術に興味を有する医学生に依頼し、医師を対象にした構造化インタビューを重ねた。インタビューの状況全てを研究報告書に含めることができなかったが、医療用人工知能技術に好意的な医師といくぶん否定的な医師双方へのヒアリングを重ね、(自らの診療科への)「関連度」、(技術の)「利便性」と、(技術に対する)「理解度」が、技術受容に関わる可能性を

明らかとした。そのうえで、この定性的な仮説を定量的に実証するための研究デザインを行った。また、一連の活動を通じて、両担当者が所属するプライマリ・ケア連合学会において、プライマリ・ケア分野の長期戦略策定に向けた学会長諮問委員会に人工知能技術の発展と活用を検討する体制を敷くことが実現した。

研究の多様性を高める人材育成

安藤分担は、医療用AI技術の歯科応用に関する動向調査に取り組んだ。昨年度から取り組み始めたこの調査に際しては、当初は研究発表も限られており調査も手探りであった。昨年度末に至って、大阪大学歯学部附属病院を中心としたグループがシンポジウムを開催することが明らかとなり、情報収集を進めた結果、その後の1年間で研究でテーマの質、量ともに大幅に拡大したことが明らかになった。そこで、同グループの発展に焦点を絞り、「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～」と題した事例検討にまとめた。

その大幅な発展の要因として、単なる研究費上の支援や人材供給だけではなく、組織の研究者が自発的に人工知能技術により知的好奇心を刺激された点が特筆される。この要素の影響は研究分野の発展において無視し得ないものであり、阪大にはそうした研究者間の自発的な活動を推進する組織的な素地があったことから多くの教員が研究テーマに「のめり込んでいった」点の指摘がなされた。この点は、他の応用分野の発展に向けても示唆に富むものと考えられた。

神谷・岡本分担は、公衆衛生におけるAI活用という課題に取り組んだ。そのために、昨年度は、国保データベースを対象とした各種事務作業を自動化するRPA(Robotic Pr

process Automation)に取り組み、公衆衛生業界においておそらく最初期のものとなるRPA技術の評価を行った。今年度は、いくつかの方向性を検討した末に、要介護認定業務におけるAI技術の活用について試行した。

要介護認定審査においては、対象者の実地調査結果を元にアルゴリズムに基づいて「一次判定」を行い、そのうえで、人力により「二次判定」を行う。この二次判定を自動化することが可能かを検証するために、事例として公開されている判定対象のデータを利用して、その判定結果のアルゴリズムによる予測がどの程度の正答率となるかを確認した。具体的には、二次判定に用いられる文章から「形態素解析」によってキーワードを自動抽出したうえで、そのキーワードの出現パターンが判定結果に及ぼす影響をロジスティック回帰モデルで予測した。結果として、100%の予測精度が実現し、要介護認定業務に人工知能技術が貢献する可能性を示すことができた。この成果は、「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」として報告書に収載されている。

研究の生産性を高める人材育成

研究の生産性を高める人材育成としては、奥村分担として、「医療用人工知能の自習教材推薦に関する検討」に取り組んだ。現在、人工知能技術への期待が大変高まっている結果、書籍やオンライン講座として大変多くの教材が刊行されるに至っている。これらの教材は、テーマや内容の難易度も教材によって大きく異なることから、初学者にとって自分の興味やレベルにあった教材を見つけることに困難が生じている。そこで、研究の生産性を高める人材育成の一環として、初学者に対して各々のスキルやニーズに合致した自習用教材を推薦するための仕組みについて検討した。

同分担では、当初、教材データベースの構築を目指した。しかし、自習者側の入力を元にマッチングを行うモデルでは、スキルやニーズの抽出に限界があることから、検討を重ねた結果、対話的に利用者のスキルやニーズを引き出し望ましい教材を提示していくウェブシステムを構築する運びとなった。今後、研究班の成果広報を進めてゆくことになる研究代表者が所属する北見工業大学は、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。

また、昨年度に引き続き、医療用人工知能研究の生産性向上に向けて、奥村・中村分担として医師学術認証基盤の実現に向けた検討とコンテンツ作成を進めた。

D. 考察

今年度の研究においては、各分担にそれぞれのテーマでの研究の遂行を依頼しつつ、研究代表は主にそれら研究成果を配布していくための研究班広報サイトの公開に向けた作業に時間の多くを割くことになった。一般的な厚労省研究班においては、数年間の研究期間中に研究班公式サイトを構築し、維持するものの、研究班の終了と共にサイト運営の予算が枯渇し、サイトの維持が困難となっていくケースが少なからず存在する。

一方、人材育成に関する研究班は、その成果を今後も継続して提供すると共に必要なアップデートを重ねていく必要がある。そのためには、研究年度終了と共に予算的、人員的基盤を失う研究班組織によるサイト運営ではなく、その後も恒常的なサイト運営を行うことができる組織による運営維持が望ましい。その観点からは、大学組織のように、組織として恒常性を有しつつ目的

自体に教育に関わる主体による運営が望まれる。

そこで、今後の継続的なサイト運営を実現するために、研究代表者の所属大学へのコンテンツ移管を目指した調整を重ねた。また、同時並行で、広報サイトに収載される各種記事の執筆と校正作業を進めていった。結果として、北見工業大学の有するドメインにおいて、研究班終了後も継続した運営体制を設けることが可能となった。今後、コンテンツのさらなる充実を目指すと共に、利用者からのフィードバックに基づいた記事やレポートのブラッシュアップを目指したい。

最後に、研究班が集積した各種教材に対する評価について考察する。そもそも教材の有する教育効果に対する評価は短期的に定めることが容易ではない。また、長期的な評価を行う際も、さまざまな要因に埋没することから正確な評価には原理的な限界がある。そこで、研究班の開始段階より、教育対象に対する教育効果の評価は困難であることを示したうえで、今回の研究期間における研究活動を対象とした定性的、定量的な評価を提案していた。

定性的には、今回の研究班活動を通じて、「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」、「研究の多様性を高める人材育成」、「研究の生産性を高める人材育成」のそれぞれに対して、今後の議論や啓発を進めるうえでの基盤となる論点整理や教材整備を行うことができた。

定量的には、研究計画時、今回の研究班を基点として開始された医療用人工知能研究の数を定量的に評価することを提案していた。その観点では、本研究班をきっかけとして新たに 5 件の研究が新規に開始されている。一方で、人工知能技術の発展に伴い、多くの学会や医師、企業が、人工知能系プロジェクトを開始しており、この 2 年

間で、既に数の面では十二分な供給が生じる結果となった。ただし、研究の多くは医療用画像に関わるものであることに加えて、研究の生産性という点では少なからず非効率が見受けられる。そうした状況に対する本研究班の貢献については、今後の継続的な活動を通じた評価が望まれる。

E. 結論

研究班開始後の初年度、研究班活動の準備に加えて、一部分担において教材作成活動を開始した。年度後半からの研究班設置という背景に加えて、研究班の扱うテーマが幅広いこともあり、まずは研究体制の確立を目指した。2 年目、かつ最終年度にあたる今年度は、各分担による調査や検討、教材作成を進めた。研究班代表は、主に広報サイトの企画に取り組みつつ、それぞれの分担研究者と協議を重ね、研究班全体の方向性と各分担研究内容との調整を心がけた。

この一年半で、医療用人工知能技術に関する情勢は、いくぶん変化を見せた。医学系学会において人工知能に関するシンポジウムが数多く企画され、人工知能に関する演題も珍しいものではなくなった。各大学医学部においても、人工知能技術に関する関心は高く、多くの試みが開始されるに至っている。一方で、放射線科や病理、内視鏡等の画像診断を中心に展開される科以外において、たとえば、外科や小児科における人工知能技術への関心は必ずしも高くない。また、研究との関わりが薄い市中病院や開業医師における理解は、技術の潜在力と比して、高いものではない印象を受ける。そして、研究開発や人材育成に対する政策的なサポートとしては、この 1 年半で本質的な進展は生じていない。

したがって、医療用人工知能を取り巻く情勢は大きく変わってはいるものの、研究班が掲げた「医療用人工知能に関わる研究開発者の支援人材の育成」という観点は、依然とし

て有効なものと考えられる。端的に述べて、現在の我が国の医療用知能政策では、戦略的な人材育成、研究開発投資が行われていないことに加えて、薬機法の規制により分野の発展に制約がある。その点、本研究班の試みた意思決定者の人材育成、研究の多様性を高める人材育成、研究の生産性を高める人材育成は、既存の施策に欠けた要素であり、分野への貢献として有意義なものであったと考えられる。研究資金を通じてご支援頂いた厚生労働省に感謝したい。

ただし、諸外国に目を向けてみると、我が国の医療用人工知能技術は、客観的な情勢として米中両国に大きく後れを取る懸念が強い。今後、研究班の活動を通じて整理した成果物の公開と継続的な改定を図りたい。これにより我が国における医療用人工知能研究の多様化と効率化へと貢献し、医療用人工知能分野における数多くの技術革新と国際競争力の向上がもたらされることを願っている。

F. 研究発表

1. 論文発表

Tanaka H, Ueda K, Watanuki S, Watari T, Tokuda Y, Okumura T (2018) Disease vocabulary size as a surrogate marker for physicians' disease knowledge volume. PLoS ONE 13(12): e0209551.

古崎晃司, 堀口祐正, 奥村貴史, 津本周作, "OS-27 人工知能の医療応用." 人工知能, Vol. 33 No. 6, 2018, pp.843-848.

奥村貴史, "プライマリ・ケアと人工知能", プライマリ・ケア, 日本プライマリ・ケア連合学会, プライマリ・ケア, Vol.3, No.1, 2018, pp.72-75.

2. 学会発表

大村 舞, 松本 裕治, 奥村貴史, "疾患間類似度計算における分散表現の活用手法", 言語処理学会第25回年次大会(NLP2019), 2019年3月14日.

奥村 貴史, 「オホーツク圏における医療用人工知能研究の現状と展望」, オホーツク医学大会, 2019年3月9日.

奥村 貴史, 『医療用人工知能における 政策課題と人材育成』, 「医療×AIシンポジウム」, 日本マイクロソフトDEEP LEARNING LAB, 2019.2.10.

人工知能の医療応用, 2018年度人工知能学会全国大会(第32回), JSAI2018 オーガナイズドセッション(OS-27).

奥村 貴史, 「保健医療分野における人工知能の研究開発に向けた課題と人材育成」, 国立保健医療科学院 公開シンポジウム2018 『AI・ビッグデータ・IoT技術はわが国の保健医療行政をどう変革するのか』, 2018.6.29.