

厚生労働科学研究費補助金

政策科学総合研究事業
(臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業)

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)

平成 30 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 奥村 貴史

平成 31 (2019) 年 3 月

目 次

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	3
奥村 貴史 (北見工業大学)	

II. 分担研究報告書

意思決定者の人材育成

医療機関における意思決定者に対する人工知能教育	13
亀田 義人 (千葉大学)	
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	23
藤原 幸一 (名古屋大学)	
医療用人工知能技術の医師受容要因に関する検討	33
木村 眞司 (札幌医科大学)	

研究の多様性を高める人材育成

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	41
安藤 雄一 (国立保健医療科学院)	
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	59
神谷 達夫・岡本 悦司 (福知山公立大学)	

研究の生産性を高める人材育成

医療用人工知能の自習教材推薦に関する検討	69
奥村 貴史 (国立保健医療科学院)	

III. 開発教材サンプル^(*)

医療・ヘルスケア AI 入門 (亀田分担)	83
情報政策の歴史と失敗政策 (仮) (藤原分担)	125
保健医療用人工知能に関する主要各国の政策状況概要 (仮) (藤原分担)	177
研究班成果広報サイト記事抜粋 (奥村代表)	223

(※) 各教材は、今後の検討を通じて絶えず更新・改良するものとし、確定版ではない

I. 統括研究報告書

厚生労働科学研究費補助金（政策科学総合研究事業）
総括研究報告書

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な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が取り組んだのが、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。

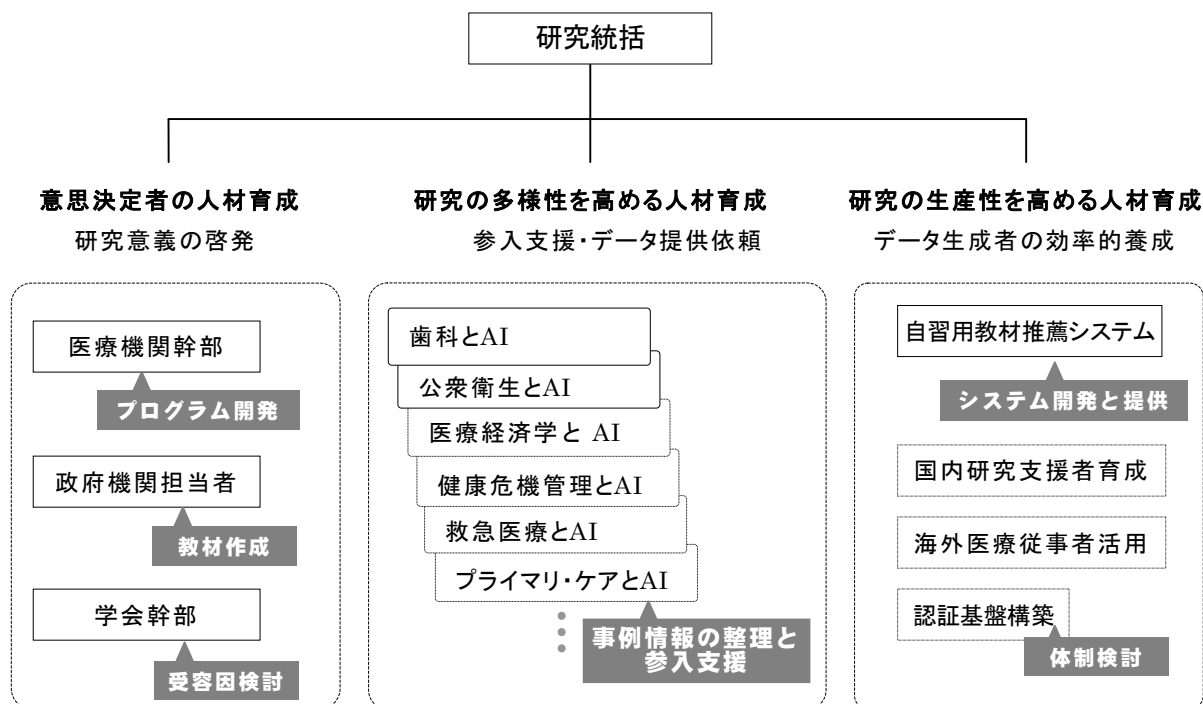


図1 研究班全体体制

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(千葉大学医学部付属病院)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、さまざまな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.

Ⅱ. 分担研究報告書

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

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/>

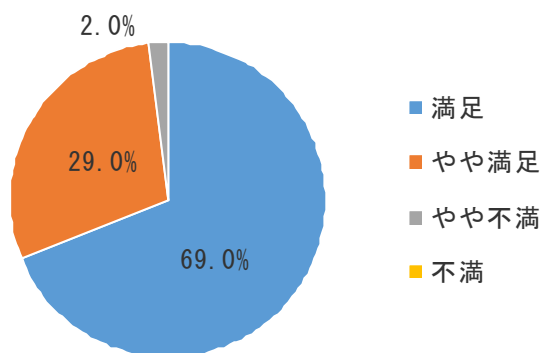


図 1. シンポジウムの満足度

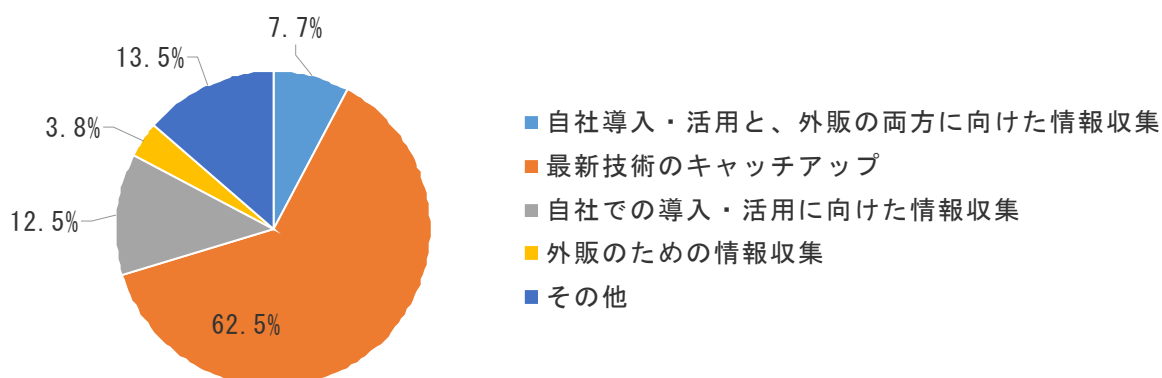


図 2. シンポジウムへの参加目的 (最も当てはまるもの)

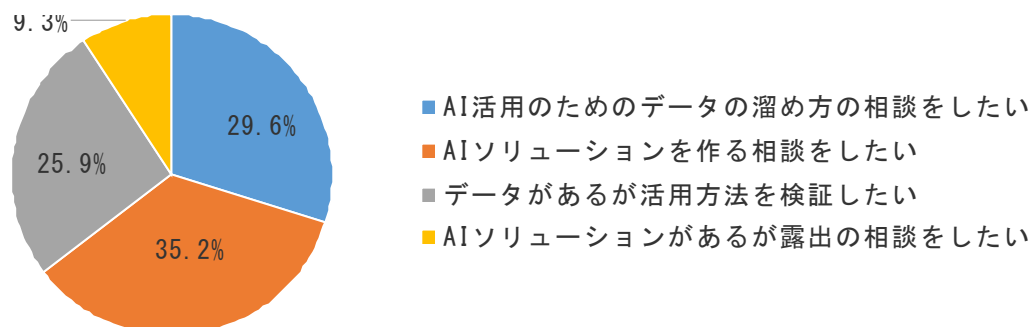


図 3. 現在解決したい AI に関する課題

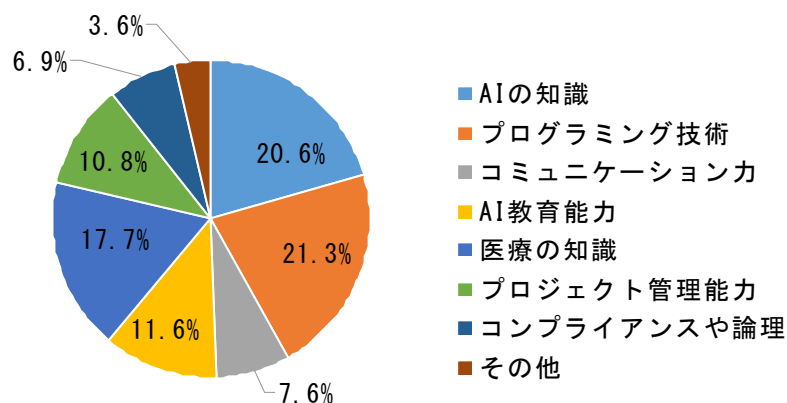


図 4. 医療分野への AI 技術の活用に必要なとなる能力

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ぎ込まれて、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お願いします。
- ・ 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。
- ・ そのものの 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がられるか?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っ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なると感じました。
- ・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

- ・ 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
 株式会社ダンクネット
 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
日本医科大学付属病院
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

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

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だけでなく、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、互いに十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、厚生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。そこでは戦略に係る構造改革の事例として農業、物流にらんで健康・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リー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

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

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になった。

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に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用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。現状の医療用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、両氏共に医療用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用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、それ次第で医療用人工知

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。医療用人工知能に関わる領域は広く、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用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、医療用人工知能技術の啓発に向けて医療用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用人工知能に関する理解を深める機会を設けることは、医療用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に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、医療用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、医療用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、医療用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。

医療用人工知能としては、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、医療用人工知能の機能と精度の向上に向けた実作業としては、医療用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

医療用人工知能は、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、医療用人工知能の発展に向けた貢献が期待される。

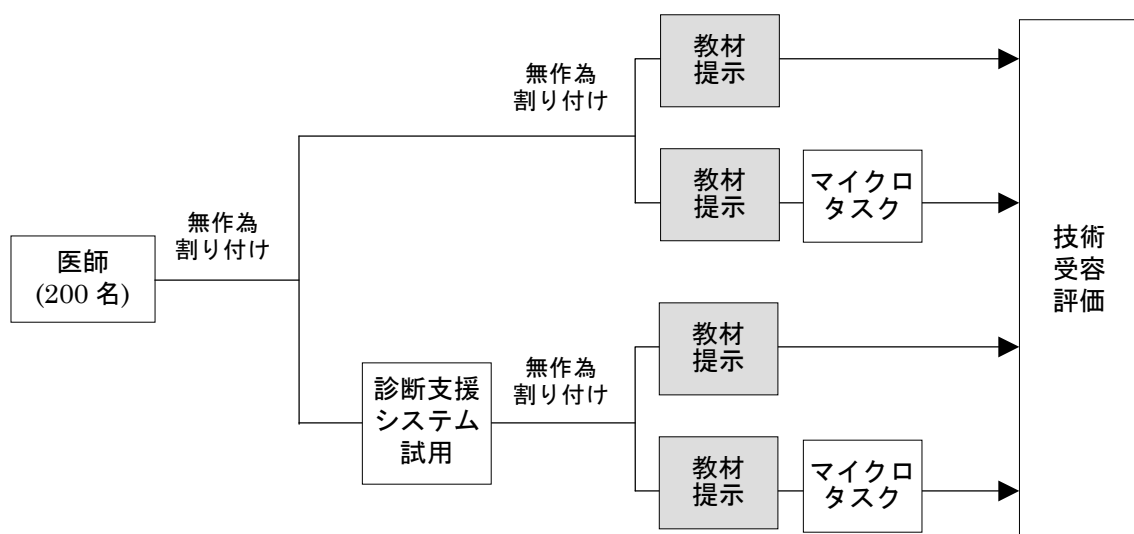


図1. 医師による医療用人工知能の技術受容検討

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

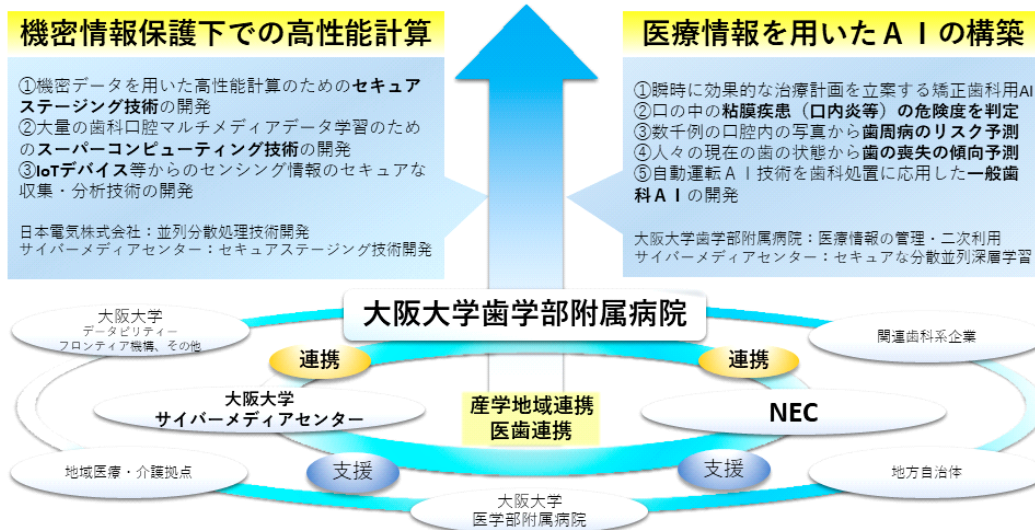


図 1. ソーシャル・スマートデンタルホスピタル (S2DH) 構想の概要

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に行っていない。

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関し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.
- 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組み 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, 三原佑介, 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 情報交換会(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 すずむ)

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。

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

第 1 部 研究成果報告

大阪大学歯学部 弓倉記念ホール

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、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、 $PD \leq 2mm$ をnormal、 $6mm \geq PD$ 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、Peiying(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すめている研究の概要について述べさせていただく。

第 1 部 研究成果報告

大阪大学歯学部 弓倉記念ホール

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する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



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。

3-3 床ずれについて、あてはまる番号に一つだけ○印をつけてください。	※ 3		
1. できる	2. 一部介助	3. 全介助	4. 行っていない
4-1 じょうこう(床ずれ)等の状態について、あてはまる番号に○印をつけてください。	※ 4		
ア.じょうこう(床ずれ)がありますか	1. ない	2. ある	
イ.じょうこう(床ずれ)以外で皮膚や手足に必要の処置が必要がありますか	1. ない	2. ある	
4-2 足元下について、あてはまる番号に一つだけ○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○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 排泄について、あてはまる番号に一つだけ○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 掃除について、あてはまる番号に一つだけ○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 洗濯について、あてはまる番号に一つだけ○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○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.洗髪	1. 2. 3.		
ウ.洗脚	1. 2. 3.		
エ.洗足	1. 2. 3.		
オ.洗足	1. 2. 3.		
カ.洗足	1. 2. 3.		
キ.洗足	1. 2. 3.		
ク.洗足	1. 2. 3.		
4-7 衣服の整理について、あてはまる番号に一つだけ○印をつけてください。	※ 4		
1. できる	2. 一部介助	3. 全介助	
4-8 靴の整理について、あてはまる番号に一つだけ○印をつけてください。	※ 4		
1. できる	2. 一部介助	3. 全介助	
4-9 電話の利便について、あてはまる番号に一つだけ○印をつけてください。	※ 4		
1. できる	2. 一部介助	3. 全介助	

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応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いかった。

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・機構的な部分の開発は、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的な業務の自動化には 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)

Logistic regression																						
計数式										AIC												
定数項										選別度												
必要										充分												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	3	2	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	1	3	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	0	0	0	0	1	2	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	9	2	8	3	0	1	2	0	1	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	1	1	1	1	2	2	0	1	0	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3	2	2	2	2	3	2	2	1	3	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3	5	1	3	3	2	2	0	0	5	1	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	2	0	1	5	1	0	2	2	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	3	1	1	3	0	3	7	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	2	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

図 4 表計算ソフトウェア上での実行例

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

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。

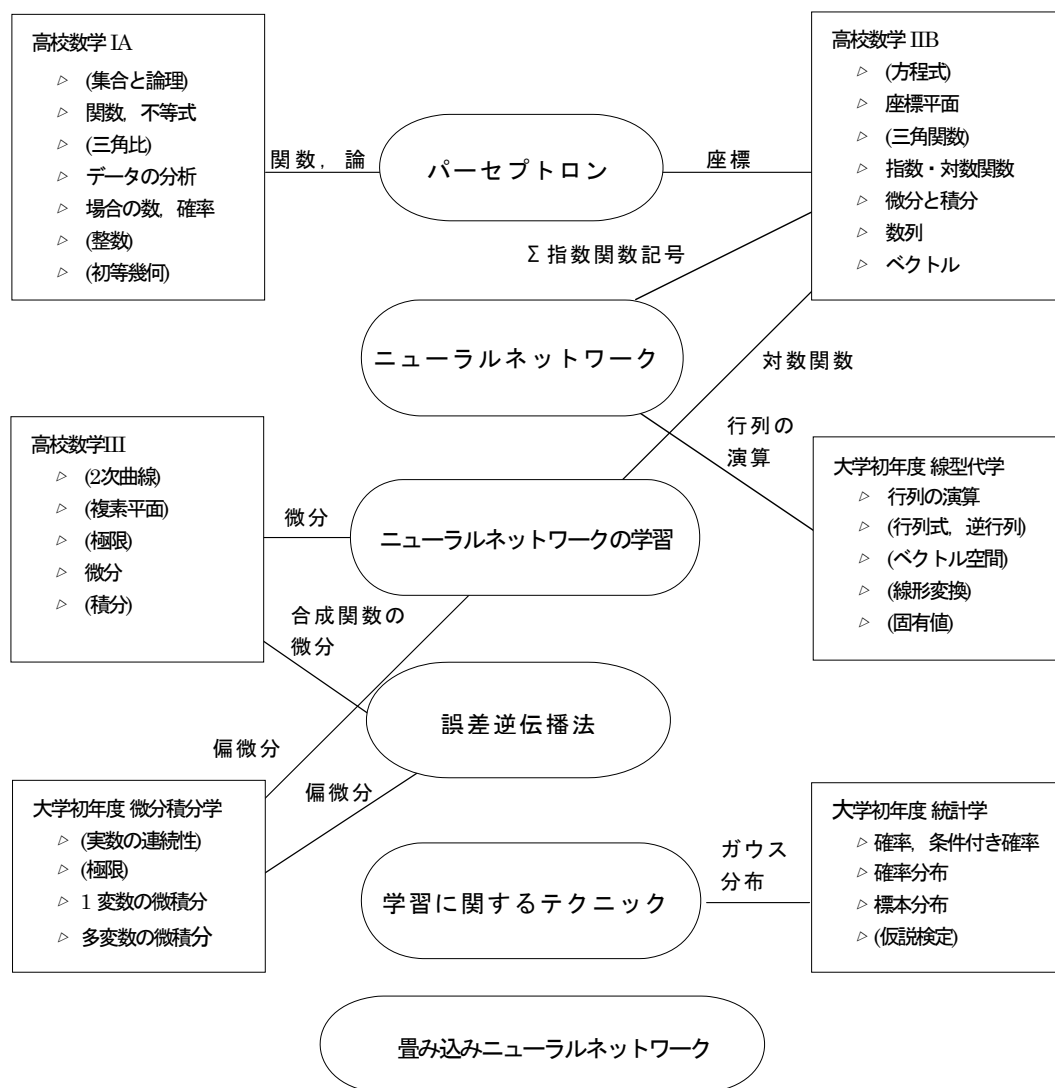


図 1. 自習教材に要求される数学

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載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、学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、学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、学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。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します。

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

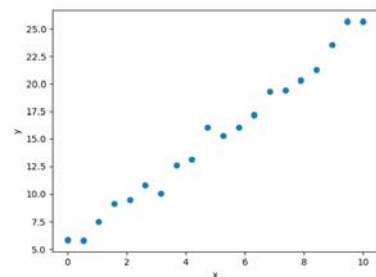
仕組み・アルゴリズム・理論
について理解を深めたい

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」があるそうです。



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

$$e_i = y_i - wx_i - b \text{ が平均0, 分散 } \sigma^2 \text{ の正規分布}$$

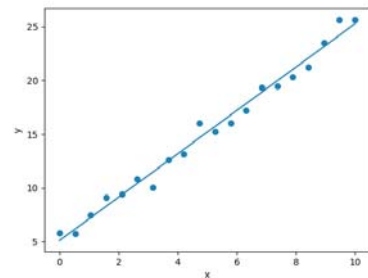
$$P(\{y_i\}|\{x_i\}, w, b) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi}\sigma^2)^n} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum (y_i - wx_i - b)^2\right) \quad (8)$$

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。教材に取り組み始める際に、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、いくつか列挙しました。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。なるべく簡単そう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DeepLearning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

III. 開発教材サンプル

医療・ヘルスケア AI 入門

「医療・ヘルスケア A I 入門」

千葉大学病院病院長企画室
病院経営管理研究センター 特任講師
亀田 義人

1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
4. ディープラーニングの理論的な背景
5. 医療における人工知能の活用領域
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について

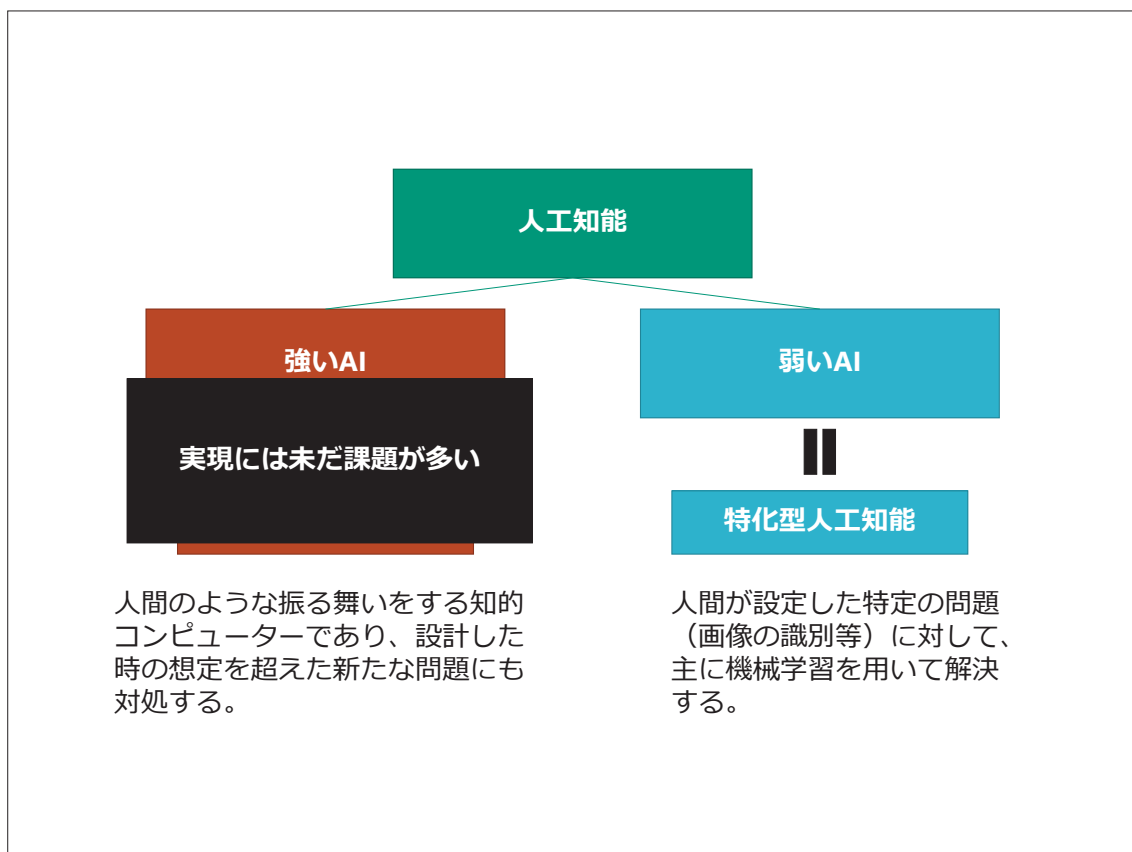
- そもそも知能とは？ ➡ 一般的には
知的な活動の能力 をいう。
- 知的な活動とは？ ➡ 問題解決・推論・学習などの情報処理能力
抽象化・一般化など
- 人工知能とは？ ➡ 一般に、
「何らかの知的動作が可能な計算機システム」
- 「知的動作」とは？ ➡ 定義が無い

**人工知能では、知能のシミュレーションすることになるが、
知能のシミュレーションが知能といえるか？という疑問**

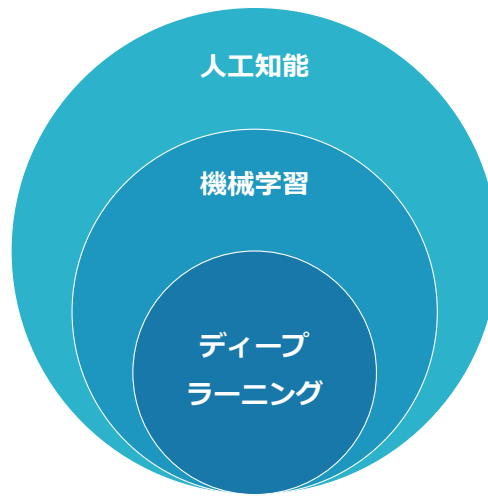
国内の主な研究者による人工知能の定義

中島秀之	公立はこだて未来大学	人工的につくられた、知能を持つ実態。あるいはそれをつくろうと
武田英明	国立情報学研究所	することによって知能自体を研究する分野である
西田豊明	京都大学	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
溝口理一郎	北陸先端科学技術大学院	人工的につくった知的な振る舞いをするためのもの（システム）で
長尾真		ある
堀浩一		
浅田稔		
松原仁		
池上高志		
山口高平		
栗原聡	電気通信大学	いるものを想像している
山川宏	ドワンゴ人工知能研究所	計算機知能のうちで、人間が直接・間接に設計する場合を人工知能と呼んで良いのではないと思う
松尾豊	東京大学	人工的につくられた人間のような知能、ないしはそれをつくる技術。人間のように知的であるとは、「気づくことのできる」コンピュータ、つまり、データの中から特徴量を生成し現象をモデル化することのできるコンピュータという意味である

総務省 平成28年度情報通信白書



人工知能と機械学習及び、ディープラーニングの関係性



人工知能の 二つの 理論背景

線形代数

DNNなど

確率統計

ベイズ統計など

DNN: Deep Neural Network

人工知能の 二つの 問題解決 手法

回帰問題の解決

結果の
推計・推定

分類問題の解決

分類

大量の
利用可能
なデータ

計算機能
力の向上

機械学習
アルゴリズムの開発

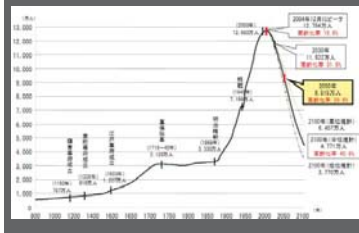
人工知能に問題解決をさせる上で重要な要素

1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
4. ディープラーニングの理論的な背景
5. 医療における人工知能の活用領域
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について

日本の人口及び産業構造の変化



人口ボーナス期 と 人口オーナス期



人口ボーナス期

総人口に占める「生産年齢人口（15歳～64歳の人口）」比率が圧倒的に多い状態。

安価で豊富な労働力があり、従属人口が少ないため、教育費や社会保障費の負担が少ない状態。

国家予算を経済政策に振り向けやすく、また他国からの投資を呼び込めるので、経済が活性化する。

後半になると高学歴化による人件費上昇と晩婚化・晩産化による少子化していく。

人口ボーナス期で経済発展に成功した後、医療や年金制度が充実して高齢化が進み人口オーナス期に突入する。

オーナスとは、「重荷・負担」という意味。

「支えられる人」が「支える人」を上回り、社会保障費などが重い負担となるため、消費や貯蓄、投資が停滞する。

日本は人口オーナス期に突入して長いけど、十分な対策がなされてこなかった。

人口オーナス期

各国で人工知能は国家戦略に位置づけられている

ドイツ	インダストリー4.0
日本	世界最先端IT国家創造宣言
米国	米人工知能研究開発戦略
中国	新一代人工智能発展計画

世界最先端IT国家創造宣言 目指すべき社会・姿

1. IT 利用の深化により未来に向けて成長する社会
2. IT を利活用したまち・ひと・しごとの活性化による活力ある社会
3. IT を利活用した安全・安心・豊かさが実感できる社会
4. IT を利活用した公共サービスがワンストップで受けられる社



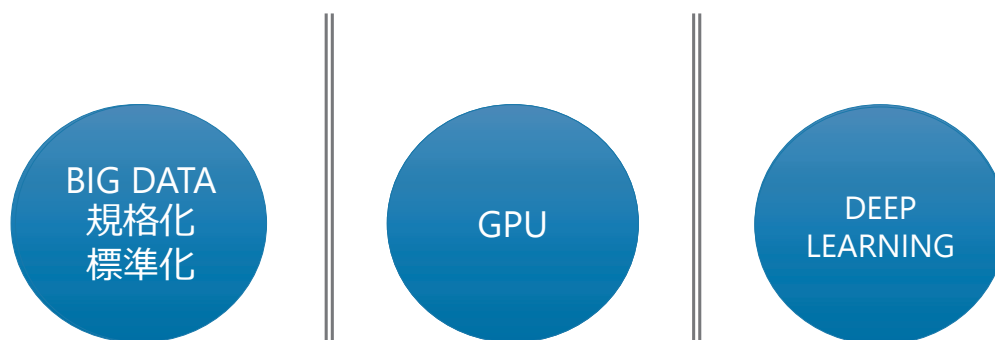
産業革命前後

同様の変革が起きようとしているのかもしれない

1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
- 3. 人工知能の歴史とトレンド**
4. ディープラーニングの理論的な背景
5. 医療における人工知能の活用領域
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について

人工知能の3回のブーム

第1次	1950年代～	コンピューターによる「推論」や「探索」、パーセプトロンや人工対話システムELIZA	複雑な問題の解決が困難
第2次	1980年代～	「エキスパートシステム」、「ファジィ」や「ニューロ」コンピューティング	十分な情報処理能力をコンピューターが持たず限定的な能力も持つにとどまり、商業的にも一部「ファジィ」搭載という程度
第3次	2000年代～現在まで	「ディープラーニング」（2006年）などの機械学習アルゴリズム	「ビッグデータ」を、この間発達したコンピューターの計算能力（GPU/CPU）を元に、機械学習アルゴリズムを用いることにより様々な課題解決ができる様に



人工知能に問題解決をさせる上で重要な要素

DATAの標準化・規格化と BIG DATAの活用

- 日本ではまだそのインフラ整備が途上にあるが、様々な領域で電子化が進んでいる
- 海外では例えば米国のNational Library of Medicine内のNational Center for Biotechnology InformationのPubmedなど、標準化された情報の集積化が先行している

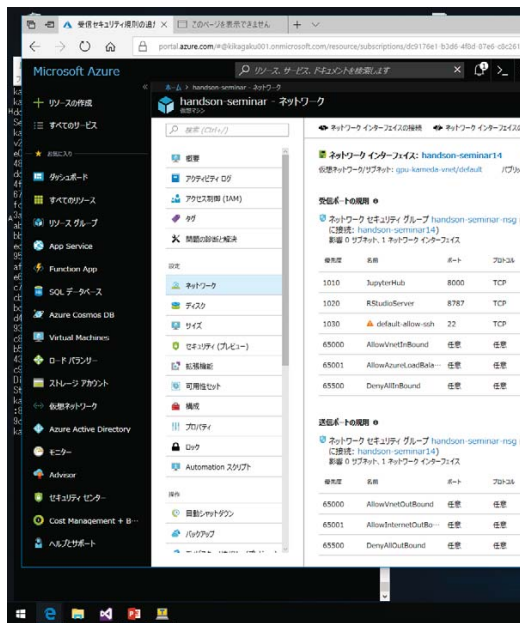
今後はIoT等により標準化された情報の集積と活用も課題



高性能なGPUの登場により演算能力の課題が克服された

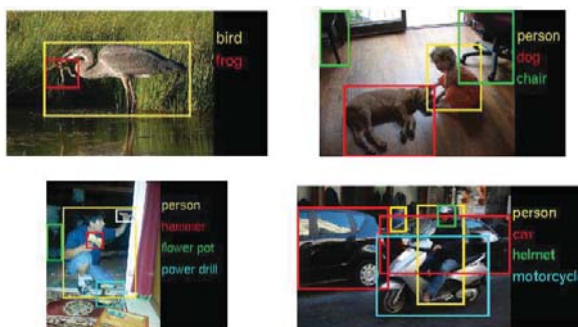
- GPU : Graphics Processing Unite

CPU(Central Precessing Unite)に対して、特に主に画像処理に関して処理能力を高めたもの。CPUが、一つのコア（演算処理を行う部分）が複雑な計算を行う事を念頭に設計されているのに対して、GPUでは単純な計算を多数並列処理させる事を念頭に設計されており、コア数も多い。



クラウドによるGPU利用 環境提供サービスの普及

- 自前で大量のGPUを搭載したコンピュータを構築しなくても、クラウド環境でGPU利用環境を提供してくれる有料サービスが普及している。
- 左はMicrosoft Azureの仮想機械に実際にアクセスしているところ

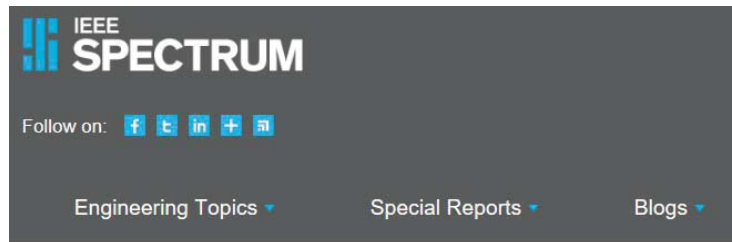


※画像はILSVRC 2013のもの

DEEP LEARNINGの登場

- 2012年に開催された画像認識コンテスト、Large Scale Visual Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012)において、カナダ・トロント大学のGeoffrey Hintonチームがディープラーニングを用いて、著しく高い精度での画像認識を達成。

<http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2013/>



Interactive: The Top Programming Languages 2017

Find the programming languages that are most important to you

The Institute of Electrical and Electronics Engineers

<https://spectrum.ieee.org/static/interactive-the-top-programming-languages-2017>

プログラム言語 Pythonの台頭

IEEE spectrumのプログラム言語ランキングにおいて、2016年に3位であったPythonが2017年に遂に1位に上昇。

人工知能・機械学習の利用環境がフリーで整えられ、社会実装の促進に貢献

Language Rank	Types	Spectrum Ranking
1. Python	🌐 🖥️ 📱	100.0
2. C	📱 🖥️ 📱	99.7
3. Java	🌐 📱 🖥️	99.4
4. C++	📱 🖥️ 📱	97.2
5. C#	🌐 📱 🖥️	88.6
6. R	🖥️	88.2
7. JavaScript	🌐 📱	85.4
8. PHP	🌐	81.1
9. Go	🌐 🖥️	75.8
10. Swift	📱 🖥️	75.0
11. Arduino	📱	72.4
12. Ruby	🌐 🖥️	72.1
13. Assembly	📱	71.8
14. Matlab	🖥️	68.6
15. Scala	🌐 📱	68.1
16. HTML	🌐	67.2

人工知能利活用のための無料プラットフォーム



Documentation Blog Contact Anaconda Cloud
What is Anaconda? Products Support Community Resources About [Download](#)

Anaconda Data Science Certification

Objectively Demonstrate Your Data Science Experience

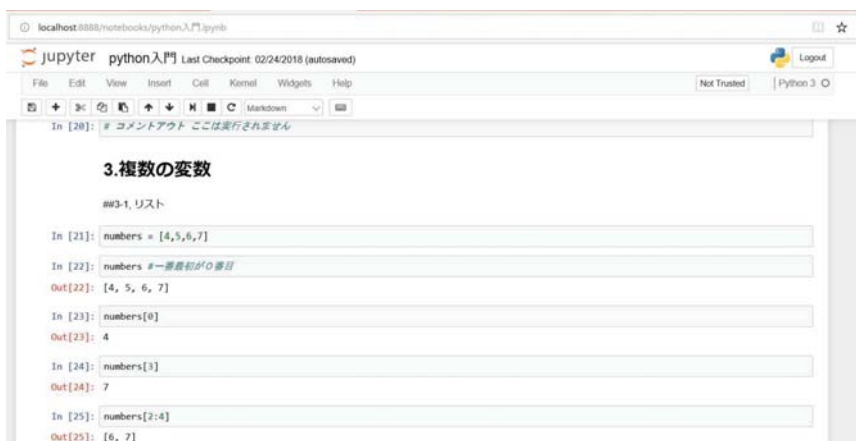
[Learn More](#)

The Most Popular Python Data Science Platform

機械学習やデータ処理が簡単に行えるライブラリ※を多数標準装備したPythonのDistribution（利用環境をパッケージ化したもの）も登場

※ある特定の機能を持つプログラムを定型化して、他のプログラムが引用できる状態にしたものを、複数集めてまとめたファイル

ブラウザ上でJupyter notebookというPythonのインターフェースも活用可能



代表的なDNN※ライブラリ

※DNN : Deep Neural Network DNNを用いてDeep Learning させる

TensorFlow

googleが開発したDNNライブラリ。googleが実際に使っているライブラリをオープン化している。

<https://www.tensorflow.org/versions/master/tutorials/>

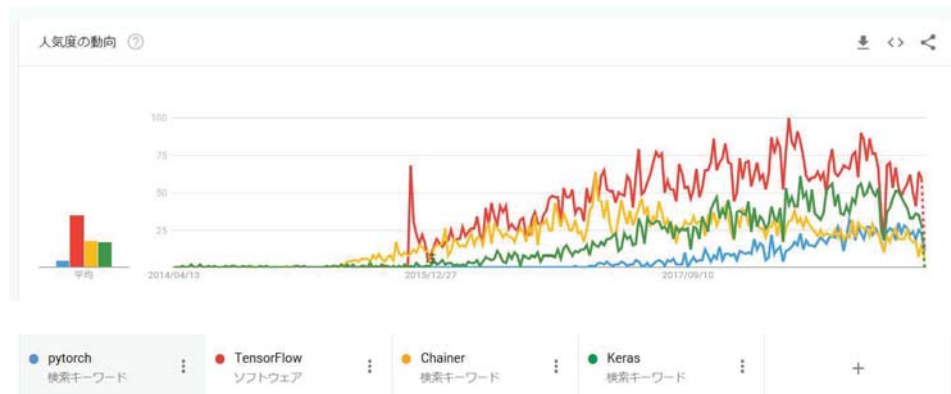
Chainer

国内ベンチャー企業であるPreferred Networksが開発したDNNライブラリ。Preferred NetworksはMicrosoftとの協業や国内各大手企業と提携している。こちらもライブラリをオープン化している。

<https://docs.chainer.org/en/stable/guides/>

グーグルトレンドによるヒット数推移





1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
- 4. ディープラーニングの理論的な背景**
5. 医療における人工知能の活用領域
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について



学習及び推論のしくみ

$$y = ax + b$$

x : 入力変数
 y : 出力変数 = 教師データ
 a, b : パラメータ



学習: 学習データセット (x, y) を用いてパラメータ a, b を求める

※通常はより複雑な式であるため、偏微分して極値が0であること等を用いてパラメータを算出する

$$y = ax + b$$



推論: 学習により得られた式に入力変数 x_i を入れて y_i を求める

$$y_i = ax_i + b$$

得られた結果が学習データを用いた場合の結果とどれだけ乖離があるかで精度を見る

人工知能を活用した問題解決の基本的な枠組み

- 1) 解決したい問題に対して計算モデルを決める
- 2) 評価関数（損失関数）を決める
- 3) 評価関数（損失関数）を最大化もしくは最小化する

人工知能を活用した問題解決の基本的な枠組み

重回帰分析を例にとると

- 1) 解決したい問題に対して計算モデルを決める

⇒ 回帰式（目的変数を説明変数で計算する式）を設定

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k + b$$

- 2) 評価関数（損失関数）を決める

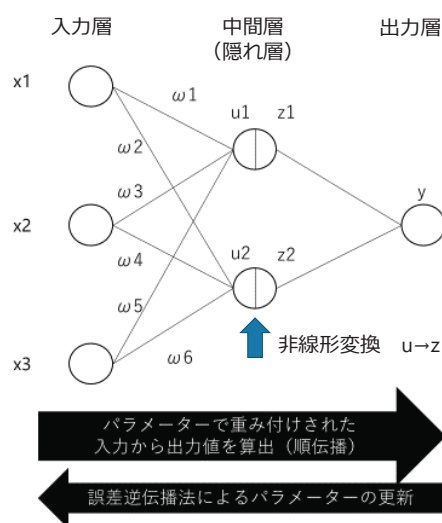
⇒ 最小二乗法

- 3) 評価関数（損失関数）を最大化もしくは最小化する

⇒ 「従属変数の測定値と、独立変数の測定値および回帰式を用いて求めた推定値の差の二乗和誤差」が最小になるように回帰式の係数を求める

シンプルな DNNモデル例

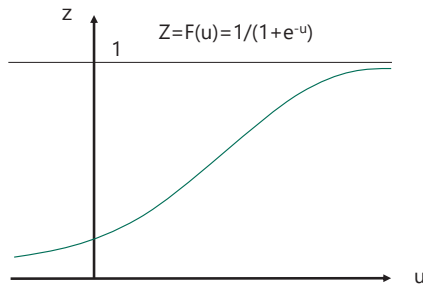
DNNは入力層、中間層（隠れ層）、出力層からなる。中間層を何層置くか、隠れ層のノードをいくつ置くかについてもヒトが設定する必要がある。パラメーターWの値ははじめランダムに設定する。



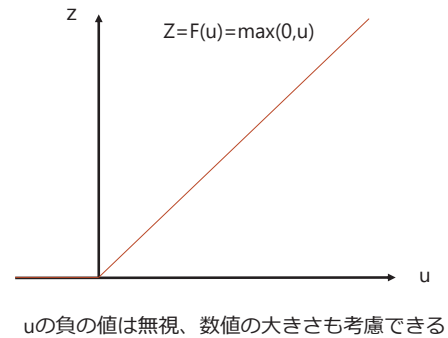
上記は回帰モデル。
分類問題の場合は出力層 y が複数となる。

非線形変換に用いる活性化関数

シグモイド関数



Relu関数



評価関数（損失関数）を決める

回帰問題のとき

平均二乗誤差

Mean Squared Errorを用いる

$$L = (y - t)^2$$

分類問題のとき

ソフトマックス関数を用いて

クロスエントロピー誤差を求める

(参考)

ソフトマックス関数

$$f(x) = (\exp(x_i) / \sum \exp(x_j)) \quad i=1,2,3,\dots,K$$

クロスエントロピー誤差

$$L(hL) = \sum (y_i \log hL_i + (1 - y_i) \log (1 - hL_i))$$

実際はChainerライブラリ等の中に定義されていて
F.softmax_cross_entropy(y,t)等と入力すれば計算してくれる

損失関数を最小化する (+ そのためのパラメータ w を求める)

最急降下法

1) ランダムに w の初期値を決める

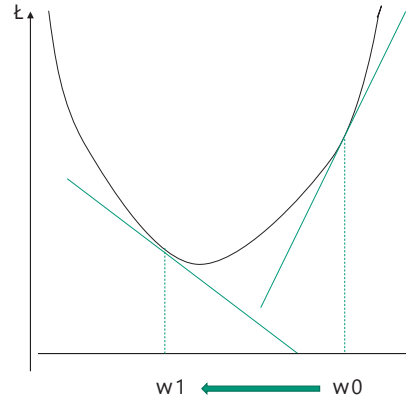
2) 損失関数の微分値（傾き）を求める

$d/dw(l)$

3) パラメータを更新する

損失関数の微分値を引く

$w \leftarrow w - d/dw(l) (\times \rho : \text{学習係数})$



(参考)

目的別に最適化されたNeural Network

画像認識 ⇒ Convolutional Neural Network

時系列解析 ⇒ Recurrent Neural Network

1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
4. ディープラーニングの理論的な背景
- 5. 医療における人工知能の活用領域**
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について

医療においても様々な領域で人工知能の活用が期待されている

人工知能（AI）の実用化における機能領域

識別	音声認識	予測	数値予測	実効	表現生成
	画像認識		マッチング		デザイン
	動画認識		意図予測		行動最適化
	言語解析		ニーズ予測		作業の自動化

（出典）総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」（平成28年）

一つの分類方法として、総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」において識別、予測、実効に分類している。これらを医療に照らし合わせることで、AIを活用してどのような事が実現可能か考える手がかりになるかもしれない。

医療における人工知能の活用の具体例

既に医療における人工知能の利活用の事例は幅広く存在しており、増え続けているため、すべてを紹介するのは困難となっている。ここでは一部の領域についてピックアップする

- 1) 医療画像処理
- 2) がんのPrecision Medicine
- 3) 自然言語処理等の活用



1) 医療画像処理

画像処理・画像認識は第3次人工知能ブームの火付け役となった領域の一つであり、活用が特に先行している分野である。

画像診断、病理診断や患者の外観からの疾病予測等取り組まれている。

TED Stanford大学Fei Fei Li氏のプレゼンテーション
https://www.ted.com/talks/fei_fei_li_how_we_re_teaching_computers_to_understand_pictures?language=ja

人工知能による脳動脈瘤等の診断支援

富士フイルム 東京大学発ベンチャー「エルピクセル」と提携
ー AI技術を医療画像診断支援に活用 ー

2018年4月12日
富士フイルム株式会社

富士フイルム株式会社(社長:助野 健児)は、医療領域の画像解析に強みを持つエルピクセル株式会社(以下:エルピクセル)と医療画像の診断支援に用いられるAI技術に関するパートナーシップについて2018年4月10日に合意しました。今後、エルピクセルが開発する診断支援AI技術を、富士フイルムの医用画像情報システム(以下:PAOS)に搭載していくことを目指します。

人工知能を活用した医療画像診断支援技術「EIRL (エイル)」を
発表

発表者: 富士フイルム株式会社 医学部 放射線科 佐藤 孝一

2017年11月24日



人工知能を活用した術中迅速病理診断支援

2018年1月31日

東芝デジタルソリューションズと千葉大学フロンティア医工学センター、AIによる胃がんのリンパ節転移巣検出の共同研究を開始

東芝デジタルソリューションズ株式会社

※ マークの付いたリンクは、別ウィンドウで開きます。

東芝デジタルソリューションズ株式会社(神奈川県川崎市 取締役社長 錦織 弘信 以下、当社は、国立大学法人千葉大学(千葉県千葉市以下、千葉大学)フロンティア医工学センター 林秀樹教授、医学研究院先端応用外科学 松原久裕教授、医学部診断病理学教室 松嶋博助教授らの研究グループと、AI(人工知能)による病理組織画像からの胃がんのリンパ節転移巣検出の共同研究を開始しました。

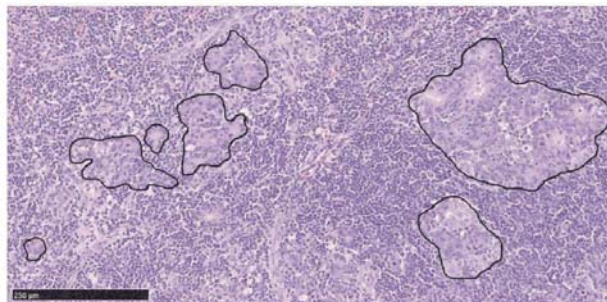


図1 胃がんのリンパ節転移(リンパ節のHE染色組織画像:実線で囲まれた部分が転移組織)

2) がんのPrecision Medicine



国立がん研究センター 人工知能を用いた統合的ながん医療システムの開発

https://www.ncc.go.jp/jp/information/pr_release/2016/1129/press_release_20161129_01.pdf

3) 自然言語処理等の活用

総務省 次世代人工知能社会実装WG 自然言語処理の医療応用

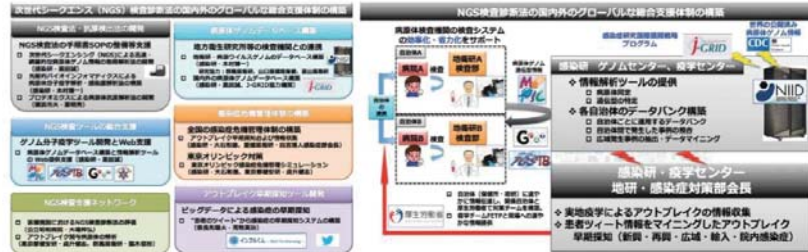
http://www.soumu.go.jp/main_content/000474414.pdf

+ SOCIAL

ソーシャルのデータの活用



迅速・網羅的病原体ゲノム解析法の開発及び感染症危機管理体制の構築に資する研究



感染症危機管理体制の構築に資する網羅的な診断系を確立
Twitterの“つぶやき”から自然言語処理にて感染症発生を
推定するツールを開発し、そのアラートが実際の現場（病院・地
研・感染研）で正しい事象を捕捉しているのか否かを検証する。
海外来訪者の増大と東京オリンピック対策を兼ねて、
感染研・東京都健康安全研究所との連携を密にし、
実地疫学とNGS検査法を軸にネットワーク構築する。

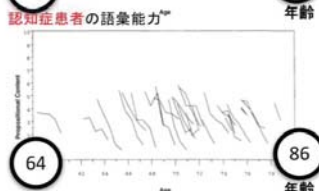
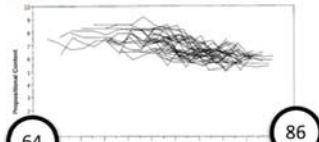
黒田誠（国立感染症研究所）
木村博一（国立感染症研究所）
梁明秀（横浜市立大学大学院）
大石和徳（国立感染症研究所）
四宮博人（愛媛県環境衛生研究所）
貞升健志（東京都健康安全研究所）
大場邦弘（公立昭和病院）
荒牧英治（奈良先端技術大学院大学）

+ BRAIN

個人発話データの利活用

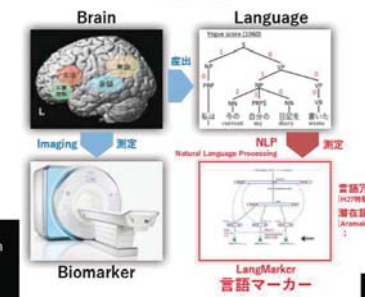
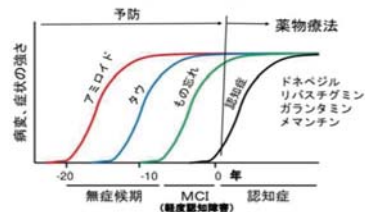
Snowdonや Kemperは英語言語にて認知症者の語彙力が発症の30年前から予測できる可能性を示唆

健常者の語彙能力



Snowdon, D. A., Kemper, S., Mortimer, J. A., Greiner, L. H., Weksstein, D. R., & Markesbery, W. R. (1996). Linguistic ability in early life and cognitive function and Alzheimer's disease in late life: Findings from the Nun Study. *Journal of the American Medical Association*, 276, 528-532.

病理的妥当性



1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
4. ディープラーニングの理論的な背景
5. 医療における人工知能の活用領域
- 6. 人工知能の限界と適切な活用**
7. 人工知能を活用した製品の調達について

人工知能の限界

哲学的・概念的な問題から、技術的・実践倫理的・法的課題まで

- 1) チューリングテスト
- 2) 中国語の部屋
- 3) フレーム問題
- 4) 記号接地問題
- 5) 瑕疵があった場合の責任の所在
- 6) トロッコ問題

1) チューリングテスト

チューリングテストという、機械に応答させて人間が応答しているか機械が応答しているか、判断するテストがある。30%の審査員に人だと判断させれば合格で、2014年に33%にて達成はされたが、未だ十分に人間らしい反応であるという成果を挙げてはいない。

2) 中国語の部屋

中国語を知っているヒトがコンピュータに対して中国語を入力、別の部屋で中国語を知らないヒトが中国語を記号として認識して、ある記号に対してはこの記号、というように返答すると、見かけ上中国語を理解しているヒトが対応している様に見える。単に記号を操作するだけで知能をシミュレートしており、知能はヒトにも機械にもでっち上げられるというもの。

3) フレーム問題

フレーム問題とは、考慮すべき事項が有限でない限り、無限の可能性について考えざるを得ないため、無限の計算時間を要し、限定的に課題を与えられなければ解決ができないという問題。

アメリカ合衆国の哲学者・認知科学者のダニエル・デネットの例

1. あるロボットに洞窟の中に時限爆弾付きのバッテリーがあり、「バッテリーを洞窟から取ってくる」よう指示したところ、バッテリーを外に持ってくるまではできたが、爆弾がついたままであつたので爆発してしまった。

2. 副次的に発生する事項も考慮する様にロボットを改良したところ、ロボットはバッテリーの前まで到着すると、バッテリーが爆発する副次的状況を延々と計算しつづけ、そこで止まってしまった。

3. そこで、更なる改良を加えて、目的の遂行に取って無関係な事を考慮しないようにしたところ、洞窟に入る前に全く動かなくなってしまった。これは、目的と無関係な事項というものが無限にあるため、無限に計算時間を要するからであった。

以上の様に、人工知能は、自身で考慮すべき範囲を決定することはできず、課題ややるべき事を限定して与える必要がある、という限界を持っている。

汎用人工知能を開発するに当たって、このフレーム問題をいかに解決するか（少なくとも、見だ目に解決している様に見える事ができるか）が課題の一つとなっている。

4) 記号接地問題

記号を実世界の意味と結びつけられるかという問題。コンピュータは記号の意味を理解していないので、記号の操作だけで知能を実現できない。例えば、シマ+ウマ=シマウマという様な概念を一般化して獲得する事はできない。

5) 瑕疵があった場合の責任の所在

人工知能を搭載した製品を使用して起きた問題の中で、人工知能の判断が誤っていたために起きた問題の責任は、製品製造者にあるか、製品使用者にあるか。

人工知能が出した解答に従って起きた問題の所在は、どのような場合にどこに置くべきか。

6) トロッコ問題

トロッコ問題は「ある人を助けるために他の人を犠牲にするのは許されるか？」という倫理学の思考実験の1つ。ハーバード大学教授のマイケル・サンデルが講義に取り入れ注目を浴びた。内容としては以下の通り。

・線路を走っていたトロッコが制御不能となり、このまま進むと前方で作業をしている5人が轢かれてしまう状況で、たまたまA氏は分岐器のそばにいる。

・A氏が分岐器を動かせば5人は助かるが、分岐路の先にはB氏が作業しており、5人の代わりに轢かれる。

・A氏が取るべき行動とは？

人工知能は、教師データを元に「正解」を学習させる必要がある事が多いが、何を持って「正解」をするかを定める事が困難な場合が存在する。

この思考実験は、自動運転などでも議論がされている。例えば、自動運転で衝突が予測されたとき、トロッコ問題と類似した状況で、どちらにハンドルを切るべきか、人工知能にあらかじめ「正解」を学習させることはできるだろうか。

医療においても、人工知能が普及していけば、このような選択の機会が生じる状況下に置かれる事もあるかもしれない。

あるいはこのような選択下に置かれないような運用を考える必要が生じるかもしれない。また、瑕疵があった場合、すなわち、人工知能を搭載した製品を活用して起きた問題にたいしての責任の所在は、開発者にあるか、使用者にあるか、人工知能が出した解答に従って起きた問題の所在は法的にどこに置くべきか議論となっている。

官民 ITS 構想・ロードマップ 2017

ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム)

【表 1】自動運転レベルの定義 (J3016) の概要 ⁴

レベル	概要	安全運転に係る監視、対応主体
運転者が全てあるいは一部の運転タスクを実施		
SAE レベル 0 運転自動化なし	・ 運転者が全ての運転タスクを実施	運転者
SAE レベル 1 運転支援	・ システムが前後・左右のいずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
SAE レベル 2 部分運転自動化	・ システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
自動運転システムが全ての運転タスクを実施		
SAE レベル 3 条件付運転自動化	・ システムが全ての運転タスクを実施 (限定領域内 ⁵⁾) ・ 作動継続が困難な場合は、システムの介入要求等に対して、適切に 대응することが期待される	システム (作動継続が困難な場合は運転者)
SAE レベル 4 高度運転自動化	・ システムが全ての運転タスクを実施 (限定領域内 ⁶⁾) ・ 作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない	システム
SAE レベル 5 完全運転自動化	・ システムが全ての運転タスクを実施 (限定領域内 ⁷⁾ ではない) ・ 作動継続が困難な場合、利用者 ⁸ が応答することは期待されない	システム

自動運転の分野ではAI活用により生じた責任の所在も議論されている

＜高度自動運転の制度整備に係る基本的考え方＞

高度自動運転の実現のための制度整備の方針（大綱）の検討にあたっては、我が国としては、以下の基本的な考え方（戦略）に基づいて検討を行うものとする。

- i. 中期的視点に立った制度面における国際的リーダーシップの発揮
- ii. 安全性を確保しつつイノベーションが促進されるような制度枠組みの策定
- iii. 社会受容性を前提としつつイノベーションが促進されるような責任関係の明確化

人工知能の適切な活用

Asilomar AI Principles (2017)

2017年1月、カリフォルニア州アシロマにて行われた、全世界のAIの研究者と経済学、法律、倫理、哲学の専門家が集まり議論された人類にとって有益なAIに関する原則。研究に関する5項目、倫理と価値観に関する13項目、長期的な問題に関する5項目計23項目が挙げられた。

AIネットワーク社会推進会議報告書2018

総務省情報通信政策研究所が、平成28年10月から「AIネットワーク社会推進会議」を開催し、AIネットワーク化をめぐる社会的・経済的・倫理的・法的な課題について検討を進めている。平成30年7月に報告書が発出され、その中でAI利活用原則案が示された。

Asilomar AI Principles (2017)

研究課題

- 1) **研究目標** : AI研究の目標は、無秩序な知性ではなく有益な知性を創出することである。
- 2) **研究資金** : AIへの投資には、コンピュータサイエンス、経済、法律、倫理、社会研究などの難問を含む、有益な利用を保证するための研究資金の提供が必要。
- 3) **科学政策連携** : AI研究者と政策立案者との間に建設的で健全な交流が必要である。
- 4) **研究文化** : AIの研究者や開発者の間で、協力、信頼、透明性の文化を育むべきである。
- 5) **競争回避** : AIシステムを開発するチームは、安全基準の手抜きを避けるため積極的に協力する必要がある。

倫理と価値

- 6) **安全性** : AIシステムは、運用寿命を通じて安全で堅牢でなければならず、適用可能性や実現可能性が検証可能でなければならない。
- 7) **障害の透明性** : AIシステムが危害を引き起こした場合、その理由を確かめることができなければならない。
- 8) **司法の透明性** : 司法上の意思決定における自律システムの関与は、管轄の人権機関によって監査可能な満足いく説明を提供するものでなければならない。
- 9) **責任** : AIシステムの設計者およびビルダーは、その使用、誤用、および行為の道徳的影響に関わる関係者であり、その影響を形作る責任と機会があります。
- 10) **価値観の一致性** : 高度に自律的なAIシステムは、目標や行動が人間の価値観と一致するように設計されている必要がある。
- 11) **人間の価値** : AIシステムは、人間の尊厳、権利、自由、文化的多様性の理想に適合するように設計され運用されるべきである。
- 12) **個人のプライバシー** : 人々は、AIシステムがそのデータを分析して利用することを前提として、自分が生成したデータにアクセスし、管理し、制御する権利を持っていないなければならない。

13) 自由とプライバシー：AIによる個人情報の利用は、人々が本来持つもしくは持つはずの自由を不当に侵害してはならない。

14) 共同利益：AI技術は、できるだけ多くの人々に利益をもたらし、権限を与えるべきである。

15) 共通繁栄：人類のすべてに利益をもたらすために、AIによって生み出された経済的繁栄は広く共有されるべきである。

16) 人間のコントロール：人間が選択した目的を達成するために、AIシステムに意思決定を委任する方法と選択するかどうかを人間自身が選択する必要があります。

17) 非転覆：高度AIシステムの制御によって与えられる力は、健全な社会が依存する社会的および市民的プロセスを覆すのではなく、尊重し、改善するべきである。

18) AI兵器競争：死を招く自律AI兵器の競争は避けなければならない。

長期的な課題

19) 能力への注意：コンセンサスがないので、将来のAI能力の上限に関する前提を避けるべきである。

20) 重要性：高度なAIは、地球上の生命の歴史に深刻な変化をもたらし、相応の配慮や資源のために計画され、管理されるべきである。

21) リスク：AIシステムによってもたらされるリスク、特に壊滅的または存亡のリスクは、予想される影響に見合った計画および緩和対策の対象とすべき。

22) 再帰的自己改善：AIシステムは、再帰的に自己改良するか、自己複製するように設計されているため、品質や量が急激に増加する可能性があり、厳重な安全管理措置を要する。

23) 公益：スーパーインテリジェンスは広く共有された倫理的理想のために、また特定の地域や組織ではなくすべての人類の利益のために開発されるべきである。

AIネットワーク社会推進会議 報告書2018「A I 利活用原則案」

第3章 AIの利活用において留意することが期待される事項②

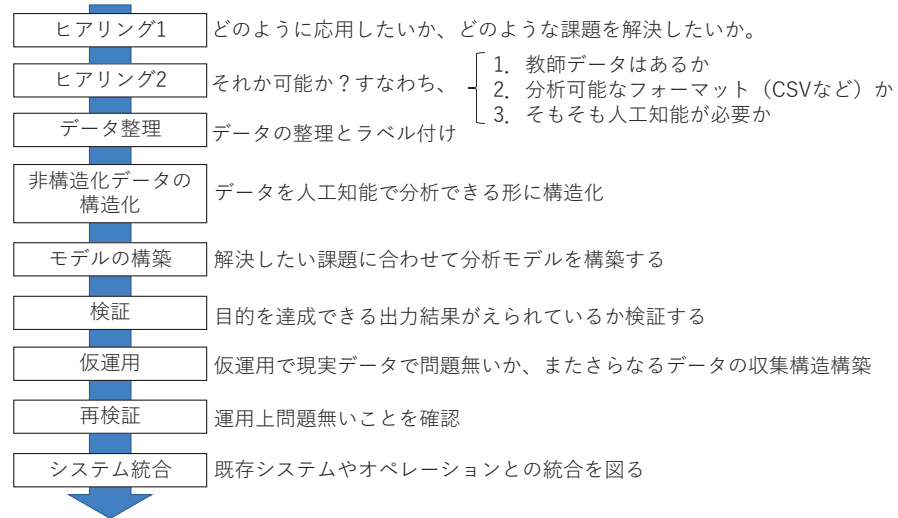
AI利活用原則案	国際的な議論のためのものとして、また、非規制的かつ非拘束的なもの(いわゆるソフトロー)として取りまとめ
<p>① 適正利用の原則 [安全][役割分担] 利用者は、人間とAIシステムとの間及び利用者間における適切な役割分担のもと、適正な範囲及び方法でAIシステム又はAIサービスを利 用するよう努める。</p> <p>② 適正学習の原則 [データ][正当性・公平性] 利用者及びデータ提供者は、AIシステムの学習等に用いるデータの質に留意する。</p> <p>③ 連携の原則 [連携] AIサービスプロバイダ、ビジネス利用者及びデータ提供者は、AIシステム又はAIサービス相互間の連携に留意する。また、利用者は、AIシ ステムがネットワーク化することによってリスクが惹起・増幅される可能性があることに留意する。</p> <p>④ 安全の原則 [安全] 利用者は、AIシステム又はAIサービスの利活用により、アクチュエータ等を通じて、利用者等及び第三者の生命・身体・財産に危害を及ぼす ことがないよう配慮する。</p> <p>⑤ セキュリティの原則 [セキュリティ] 利用者及びデータ提供者は、AIシステム又はAIサービスのセキュリティに留意する。</p> <p>⑥ プライバシーの原則 [プライバシー] 利用者及びデータ提供者は、AIシステム又はAIサービスの利活用において、他者又は自己のプライバシーが侵害されないよう配慮する。</p> <p>⑦ 尊厳・自律の原則 [正当性・公平性] 利用者は、AIシステム又はAIサービスの利活用において、人間の尊厳と個人の自律を尊重する。</p> <p>⑧ 公平性の原則 [正当性・公平性] AIサービスプロバイダ、ビジネス利用者及びデータ提供者は、AIシステム又はAIサービスの判断によって個人が不当に差別されないよう配 慮する。</p> <p>⑨ 透明性の原則 [ブラックボックス化] AIサービスプロバイダ及びビジネス利用者は、AIシステム又はAIサービスの入出力の検証可能性及び判断結果の説明可能性に留意する。</p> <p>⑩ アカウンタビリティの原則 [受容性] AIサービスプロバイダ及びビジネス利用者は、消費者的利用者及び間接利用者を含むステークホルダに対しアカウンタビリティを果たすよう 努める。</p>	<p>主に 便益の増進 に関係</p> <p>主に リスクの抑制 に関係</p> <p>主に 信頼の醸成 に関係</p>

(注) AIの開発において留意することが期待される事項については、本推進会議において「国際的な議論のためのAI開発ガイドライン案」を取りまとめた『報告書2017』。
関係するステークホルダ(政府、業界団体等)が取り組む環境整備に関する課題については、第4章「今後の課題」において整理している。

8

1. 人工知能とは何か
2. 人工知能を活用する意義
3. 人工知能の歴史とトレンド
4. ディープラーニングの理論的な背景
5. 医療における人工知能の活用領域
6. 人工知能の限界と適切な活用
7. 人工知能を活用した製品の調達について

機械学習を含んだ人工知能製品の開発運用フロー例



人工知能搭載製品を調達したり開発したりする場合、通常の製品と開発のプロセスが異なる部分がある。主に異なる部分としては、

- ① PoC（Proof of Concept）が必要になること、
 - ② それに伴って本格的な開発前にデータの分析等の作業やコストが発生すること
 - ③ 運用フェーズで人工知能特有のモニタリングやメンテナンスが必要となること
- などが挙げられる。

製品開発フローの比較



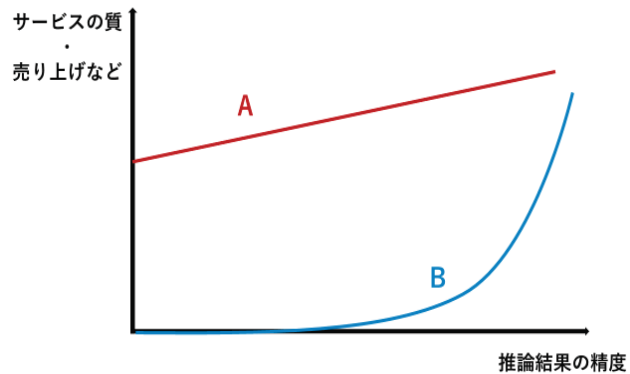
企画・ヒアリング

製品開発全般に言えることだが、まずはどのような目的で何をしたいのか、どのようにそれを実現していくのか、企画を立てる必要がある。その中で、技術者や現場との間でヒアリングを重ねてすり合わせをして、製品のコンセプトを確立していく必要がある。

出発点として、課題意識をもってその解決を目的とすることが前提となり、目的が明確化し、企画を立てる段階となった場合に十分確認しておかなければならないこととして、以下3点が挙げられる。

- 1 目的達成のために、そもそも人工知能（機械学習）を活用する必要があるか？
- 2 教師データを持っているか？
- 3 その教師データは分析可能なフォーマットになっているか？

上記検討により、機械学習を活用した方が良いと判断された場合、その推論結果の精度に応じて品質や売り上げなどの成果の向上が期待されるが、成果と推論精度の向上との関係について図のような2つのパターンが考えられる。



Aのパターンでは必ずしも人工知能を用いなくてもサービス本体で成り立ち、その価値を高めるもの、Bは推論精度が上がらなければそもそもサービスとして成り立たないものとなる。

PoC (Proof of Concept)

人工知能を搭載した製品を開発・実装する場合、PoC (Proof of Concept) のフェーズが必要になる。PoCとは、思った通りに目的を達成できるかどうか、本格的な開発に入る前に事前検証すること。活用できるデータや、アルゴリズムで目的を達成することができそうか、推論するときにすなわち期待されるような精度が出せるかが製品として成り立つかどうかにかかわってくる。

開発・検証

PoCである程度の結果が出ることが確認でき、プロジェクトを進行することになれば、推論精度を更に向上するために、推論モデルの精緻化と推論精度の検証を行える。人工知能技術者がアルゴリズムなどの機能性要件定義を満たせるように取り組むだけでなく、どのような使用画面でどのくらいの情報を扱うことができ、どのようなセキュリティレベルかなどの非機能性要件定義を満たすために開発ベンダーが人工知能以外の部分も開発を行っていく。

継続的にデータを集めて、再学習させていく環境整備も未整備ならば必要になる。また、仮運用を行い、現場のオペレーションとの調整や他のシステムとの統合も行っていく必要がある。

運用・再学習

人工知能システムは、日々の運用の中でデータが更に集まり、そのデータで学習していくことによって、運用を続けていくほど「育っていく」という特徴を持っている。ゆえに、人工知能を搭載した製品は、前述のように、運用の過程でも継続的に学習ができるようなデータ環境を整備し、学習させ、また精度が落ちてこないか監視を行うことが必要になる。外部環境の大きな変化から、従来学習させていた内容では推論の精度が落ちてしまうケースや、より精度を上げるために追加すべき新たな情報が追加となるようなケースもあり、精度管理を継続的行っていく必要がある。

日本はイノベーション能力が低いと評価されている

第Ⅱ-3-2-1-1 表 WEF イノベーションランキング 2016-2017 年版

	イノベーション ランキング	イノベーション 能力	科学技術 調査機関の質	企業の研究 開発投資	研究開発にお ける産学協業	先進技術に対 する政府調達	科学者・技術者 の対応領域と数	PCT 国際出願 件数
スイス	1	1	1	1	1	28	14	3
イスラエル	2	4	3	3	3	9	8	5
フィンランド	3	6	8	7	2	26	1	4
米国	4	2	5	2	4	11	2	10
ドイツ	5	5	11	5	8	6	16	7
スウェーデン	6	3	7	6	12	23	20	2
オランダ	7	10	4	14	5	21	21	9
日本	8	21	13	4	18	16	3	1
シンガポール	9	20	10	15	7	4	9	13
デンマーク	10	18	16	16	14	53	37	8

備考：PCT 出願とは、特許協力条約に基づいた特許申請。

資料：WEF「The Global Competitiveness Report (2016-2017 年版)」から経済産業省作成。

平成29年版通商白書 経済産業省

http://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2017/pdf/2017_00-all.pdf

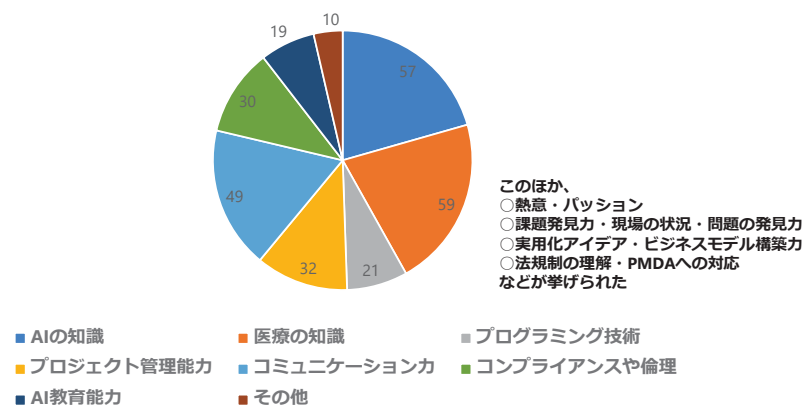
イノベーションのためのコミュニティづくり

医療 × AI シンポジウム
-医療 × AI 推進人材を考える-

参加団体一覧

AOI国際病院	株式会社AIメディカルサービス	聖マリアンナ医科大学
Intuitive Surgical	株式会社GRCS	千葉大学
JBアドバンスト・テクノロジー株式会社	株式会社アーク情報システム	千葉大学医学部附属病院
NTTコミュニケーションズ	株式会社イードクトル	全薬工業株式会社
アクセンチュア株式会社	株式会社エクサウィザーズ	総合南東北病院
イサナドットネット株式会社	株式会社クレスコ	第一三共株式会社
エイツーヘルスケア株式会社	株式会社ケアネット	東京医科歯科大学
オムロン株式会社	株式会社ジュビターテレコム	東京医科大学
オリンパス株式会社	株式会社ダンクネット	東京医療保健大学
クアドリティクス株式会社	株式会社メディカルデザイン	東京慈恵会医科大学
シスメックス株式会社	株式会社メドレー	東京大学
スカイライトコンサルティング株式会社	株式会社モルフォ	東京都立駒込病院
スタジオアンス●ウ	株式会社曙ブレーキ中央技術研究所	特定非営利活動法人日本医療政策機構
ソニー株式会社	株式会社博報堂	日本医科大学付属病院
たかセクリニック	株式会社富士キメラ総研	日本電気株式会社
バーソルプロセス&テクノロジー株式会社	近畿大学	日立建機株式会社
リコージャパン株式会社	公益財団法人がん研究会	富士フイルム株式会社
レノボ・ジャパン株式会社	合同会社Noteip	富士通エフ・アイ・ビー株式会社
旭化成株式会社	国立がん研究センター中央病院	北海道大学
医療法人弘遠会	国立大学法人千葉大学医学部附属病院	北海道大学病院
科研製薬株式会社	住ベ情報システム株式会社	北里大学北里研究所病院
	新日鐵住金株式会社	名古屋大学

5. 医療分野へのAIの社会実装のために持つべき必要な能力は何だと思いますか？



人工知能の推進に関して行政府に求めることは？

- ・ 情報学出身者の医師免許取得の推進・支援政策。
- ・ 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。
- ・ まとめた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。
- ・ 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。・ 手続き関連をやりやすく手軽に・ 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。・ 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。
- ・ 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。・ PMDAの講演を聞きたい。
- ・ 医療AIについての承認ルールの明確化
- ・ ベンチャーへの資金的な支援。・ 費用の抛出。費用のかくとかのChanceを広げてほしい
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 産官学のコラボレーションの仕組み。・ 薬事承認のための多施設研究を行うための仲継ぎ、など。
- ・ 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。
- ・ 特許に関するサポート。

イノベーションに向けて行動して行くことが重要

情報政策の歴史と失敗政策 (仮)

序文

近年、情報科学技術の進歩は目まぐるしく、次々と新たな技術が生み出されている。そして、その技術をどう利活用するかという課題も常に政府にのしかかっている。日本の情報政策の歴史は古く、1950年代に遡る。本研究では、これまでの日本の情報政策を俯瞰し、その動向とその政策に対する評価を取り上げる。そして特に費用対効果の観点で失敗であると考えられる政策に関しても取り上げるとともに、今後の政策立案への期待を示す。

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

1. 情報政策の変遷

1-1 情報政策とは

まず始めに、本稿における「情報政策」の定義に関して述べる。現在、情報化が社会に浸透し、「情報政策」という言葉も多義的に使われ、多領域を含み使われる概念となっている。情報政策の歴史は古く、1950年代から世界各地で議論されてきたにもかかわらず、いまだに確立された定義がない。1976年の米国では、ロックフェラーレポートにおいて、情報政策は「社会に影響を及ぼす情報を管理統治する政策」と定義された。日本においては、「情報学事典」(2002年6月刊行、弘文堂)の中で中村円は、「情報政策の定義は確立していない」としたうえで「通信政策、情報通信政策、情報化政策、情報基盤政策、情報産業政策、情報管理政策などが含まれる」としている[1]。また Sandra Brama は、情報政策は情報の創造、情報処理、流通、アクセス及び利用に関連した法令と、社会全体の構造に対して重要な影響を与えるような意思決定と実践から構成されるものとしており[2]、堀部政男は、「情報政策とは、国または地方公共団体の機関等が、社内的に、例えばOAシステム化等により、情報自由化・情報保護化・情報高度化等を図ることを明確にするばかりでなく、国際的・全国的・地域的に、たとえば情報システム・情報公開・プライバシー保護・広報公聴等により、情報自由化・情報保護化・情報高度化を進めることも明らかにする基本的な方針である」とどちらも包括的な広い定義を述べている[3]。

一方、電気通信政策総合研究所の報告書によれば、「情報政策という言葉はおもに自治体レベルでの情報化政策を総称する場合に用いられる傾向にある。」、「各省庁がそれぞれの所管領域との関連のなかで推進する情報化政策に加えて、通信政策や放送政策、あるいは情報産業政策や技術開発政策など、社会全体にわたる情報化対応を総合的にくくる概念は十分に認識されているとは言えないだろう」とし限定的な政策を対象とする場合もある可能性を示している[4]。

このように様々な定義がある中で、東京大学社会情報研究所の浜田純一は、情報政策の概念として「通信政策、電気通信政策やコミュニケーション政策の内容をすべて含み込む、さらに広い射程を有するものとして観念すべき」としている[5]。国際大学グローバルコミュニケーションセンターの砂田薫も、コンピュータ政策と電気通信政策とが不可分になっている状況と、情報政策が産業中心のものから社会全体に関わるものへと広範囲に及ぶようになり、他の政策との連携が不可欠になっている状況を鑑みて、情報政策を広い概念として捉えている[6]。

本研究の目的の一つにはこれまでの情報政策をまとめ俯瞰することにある。近年の情報技術の進歩は目まぐるしく、情報技術開発の政策とその利活用との政策とは切っても切れない関係性になりつつある。加えて情報政策の課題が個人レベルや組織レベルのものから社会レベルのものへと広範囲に拡大しており、多くの分野を跨いで実施されることが不可欠になっていることを考えると特異的な政策だけに注目してしまうと全体像を見出す事が

出来ないだろう。したがって、本研究では情報政策に関して、とりわけ制限をせずに広い概念で捉えることにする。

1-2 これまでの情報政策

1-2-1 20 世紀の情報政策

戦後の日本における情報政策は、主に通商産業省(現：経済産業省)と郵政省(2001 年 1 月情報通信部門が総務省として移管)によって行われ、情報政策が進められてきた[7,8]。通商産業省は、産業政策を推進し 1954 年に、通商産業省工業技術院電気試験所(以下電気試験所；1970 年 7 月に電子技術総合研究所に改組、2001 年 4 月に独立行政法人産業総合研究所に組織変更)の中に「電子部」が設置した。これが皮切りに政府による情報政策が始まった。第二次世界大戦中にコンピュータの電子技術が急速に進歩した欧米や西欧と比べると、当時の日本の技術レベルは未熟であった。そこで、日本電信電話公社電気通信研究所(以下、電気通信研究所)は「MUSASINO(むさしの)」というプロジェクトで、日本独自のパラメترون式コンピュータの技術開発に力を注いだ。それに対して電気試験所はいち早くトランジスタ式コンピュータの開発に乗り掛かった。この電気通信研究所と電気試験所の 2 つの国立研究期間がコンピュータ産業の育成に関して大きな役割を担っていることは多くの文献で散見される[7,9,10]。そして、1950 年代はこれらの国立研究機関が中心となって産官学連携のコンピュータ開発が行われ、商用化のための情報技術政策が推進された。研究開発の目的でなくコンピュータ技術を社会に取り入れようとする試みは評価できることである。

1957 年 6 月には、コンピュータ産業の育成政策に関する最初の法律として「電子工業振興臨時措置法」(以下、電振法；1957 年法律第 171 号)が制定された[9]。この法律が施行されたことが、日本の産業政策が重化学工業から電子工業へと変わる転換点となった[7]。1960 年代に入ると、通商産業省本省で情報分野の産業政策が本格化し、多くの情報産業政策が立案、実施されていった。1960 年 10 月には「電子計算機国産化 5 力年計画」を実施し、1961 年 8 月には通商産業省の主導により、日本のコンピュータ産業の育成発展を目的として、大手コンピュータメーカー各社の共同出資で、コンピュータ専門レンタル会社「日本電子計算機株式会社(JECC)」を設立した。また、1962 年 9 月には富士通、沖電気及び日本電気の 3 社による「電子計算機技術研究組合」を結成し、3 億 3800 万円の補助金を受けて、FONTAC(Fujitsu Oki Nippondenki Triple Allied Computer)という当時大計算コンピュータを開発した。1964 年 4 月に IBM が汎用コンピュータ「System/360」を発表すると、これを受けて通商産業省は 1966 年に大型プロジェクト「超高性能電子計算機プロジェクト」をスタートさせ、5 年間で 101 億円を投入し、対抗機を完成させた。また電電公社(現：NTT)は国産コンピュータの開発だけでなく、IT の先端のユーザとしてコンピュータの応用の開拓を進めており、電電公社が果たした役割も大きかった[7]。そして、情報化に関しては、アメリカからの経営情報システムの導入により、MS ブーム(MS；マネージメント・インフォメーション・システム)が起こった。このように政府と企業が一丸となって国産コンピュータの開発を推進したのが 1960 年代であり、その推進力は熱狂的とも言える状況だった[11]。

1967年に通商産業省の産業構造審議会(以下、産構審)の中に情報産業部会が設置されると、情報政策に関する最初の産業構造審議会答申として1969年に「情報処理および情報産業の発展のための施策に関する答申」をまとめるとその中に「日本が情報社会への扉を開く」ことを明記した。この答申を受ける形で、通商産業省重工業局の中に「電子政策課」が設立され、人材育成として情報処理技術者試験も開始された。一方で郵政省は1969年9月に「データ通信のための通信回線自由化に関する基本方針」を発表するとともに、郵政審議会に「データ通信のための通信回線利用制度について」を諮問した。郵政省は通信政策を進めていた。郵政省は主に郵政事業を中心に取り扱う部署であり、電波・電気通信についてはあまり主流ではない取り組みであった[12]。しかしながら、日本の情報化が進み、インターネット化が急激に加速、拡大していたことからデータ通信に対する取り組みが活発化していった[4]。

1970年5月には「情報処理振興事業協会に関する法律(略称：情振法またはIPA法)」が公布され、それを受け同年10月に通商産業省に情報処理振興課が発足した(同法は1985年に「情報処理の促進に関する法律(略称：情促法)」と改められた)。そして、情報処理振興事業協会(独立行政法人情報処理推進機構の前身、以下いずれもIPA)とソフトウェア産業振興協会の2つの業界団体が設立された。1971年4月の「特定電子工業及び特定機械工業振興臨時法(略称、機電法)」施行後、1972年の電子計算機等開発促進費補助金制度の創設し、民間企業に500億円の資金援助を行い国産コンピュータの開発を急がせるなどハードウェアの発展に関する政策が行われた。そして、1975年にコンピュータの資本、輸入の完全自由化に踏み切った。また1978年には「特定機械情報産業振興臨時措置法(略称、機情報)」が施行され、従来のハードウェア産業の育成に加えて、振興対象としてソフトウェアが追加され、ソフトウェア分野の強化が図られた。1970年代までに通商産業省の行ってきた情報産業は、ハードウェア、ソフトウェア、レンタル販売、人材育成、国産機の優遇といったように産業政策と技術政策を一体化された包括的な政策となっており、この一連の政策は「MITIモデル」として注目されるようになった。「MITIモデル」は、鉄のトライアングルとも呼ばれる政官財のトライアングルにより支えられた。「政」は1969年に発足した自民党の情報産業議員連盟であり、「官」は通商産業省電子政策課(現在の情報政策課)、「業」は富士通・日立製作所・東芝・三菱電機・沖電気工業のコンピュータメーカー大手6社である[7]。さらに、官民連携のパイプ役として、経団連や通商産業省管轄の業界団体が存在していた。このような大きなコミュニティの中で「MITIモデル」は推進されていった。

1980年代は、「MITIモデル」の限界が見え始めるとともに、日米ハイテク摩擦への対策が課題となった時代である。1981年には、1980年代の主要政策を網羅した重要な産構審答申が発表され「1980年代には第二次情報化すなわち情報化が社会全般に広く浸透していく新局面に入る」と指摘し、「情報立国」になることを目指した。通商産業省は1981年度から9年間にわたって「科学技術用高速計算システム」というスーパーコンピュータに関するプロジェクトを実施し、翌年の1982年には「電子計算機基礎技術開発(第5世代コンピュータ・プロジェクト)」が開始された。しかし、1982年6月にIBM産業スパイ事件が発生すると、半導体やスーパーコンピュータをめぐる日米摩擦が加熱してしまい、政府はどう対処していくのかという課題が浮上した。1980年代後半になると、「情報立国」に変

わり「国際化」というスローガンが付け加わり、矛盾するスローガンが打ち出されてしまった。政府は、政策立案段階から一貫性を欠いていたとしているが、この背景には急速な IT 発展により企業が国際進出に乗り出し、官民一体が強みであった「MITI モデル」が崩れ始めてしまったことが挙げられる。こうして、国産技術の振興を維持しつづけることは困難になってしまった。この時期に IT 市場の起こった急激な変化により競争力を大きく低下させた。そして、1992 年 12 月、産構審情報産業部会の基本政策小委員会は、IT 市場の急激な変化を踏まえ「緊急提言：ソフトウェア新時代」を発表し、ハードウェア重視の従来の方針を早急に改め、情報産業の構造転換を促すべきだと論じた。エンドユーザーに近いソフトウェア業界が抱いていた危機感がここに代弁されている。この答申をきっかけに通商産業省は、これまでのコンピュータメーカーの大手 6 社への助成を減らし、CALS(Commerce at night speed)を通じてエンドユーザー側の助成を増大するという方向転換を行なった。

この時期の郵政省の取り組みとしては、1979 年、当時実用段階であった通信・放送衛星の管理・運用を行うため、「通信・放送衛星機構法」に基づき、通信・放送衛星機構(以下 TAO)」が設立された。この機構は、通信衛星や放送衛星の位置を制御し、これらの人工衛星に搭載された無線設備を利用してもらうことにより、無線通信の普及と電波の有効利用を図ることを目的に発足された。また 1985 年は、情報通信分野が大きく動いた年である。まず制度として、「電気通信事業法」(1984 年法律第 86 号)と「日本電信電話株式会社法」(1984 年法律第 85 号)が施行されたことにより電気通信市場が自由化され、電気通信分野への競争原理が導入されることになった。また、それまでの電気通信事業は、国内が電電公社、国際は国際電電による独占状態が続いており、これらの法律により日本電信電話公社の民営化(日本電信電話会社(以下 NTT)の創設)が行われ、電電公社の民営化とともに新たな枠組みが形成された。これは日本の通信政策上の大きな転換期となったとされている[13]。

インターネットに関しては、主に通商産業省が 1990 年代ごろから着目していたが、当初は、学術研究用インターネットのバックボーン整備と、バックボーンのトラフィックをエクステンジする JIX(ジャパン・インターネット・エクステンジ)の整備の 2 つを主軸にしていた。そして、1993 年に国のインフラとなるソフトウェアやネットワークに公共投資すべきだという「新社会資本」の議論を展開した。通商産業省は日本におけるインターネットの普及を担っていたが、その一方で国の調達基準にも指定していた OSI を無視できなかった。政策担当者は TCP/IP が OSI に取って代わると十分予想していたにもかかわらず、1993 年産構審答申ではまだインターネットを「相互運用を可能にするひとつの選択肢」という扱いしかしていない。政府が公式にインターネットに関して述べたのは、1998 年の高度情報通信社会推進本部の基本方針であった。その後、2000 年の産業構造審議会情報経済部会の答申で、インターネットが経済や社会にもたらす根本的な変革について初めて言及するという経緯をたどっている。このように、インターネットの普及に関する通商産業省の取り組みは世界の技術進歩の流れに対して、大きなタイムラグが生じている。これは、「MITI モデル」から脱却し、インターネットの利用へと情報政策を大きく転換させたことが一因となっている[基準論文]。そして、1996 年には電子商取引の国内共通プラットフォームの構築を目指し電子商取引推進協議会(ECOM)を設立し、インターネット時代の企業活

動に関する調査や実証実験を推進した。また、1990年代後半には、「不正アクセス行為の禁止等に関する法律(不正アクセス禁止法)」(1999年法律 128号)などインターネットの利用を考慮した様々な制度や基盤整備整備が行われた。

このように戦後の日本の情報政策は、コンピュータ産業の推進とその拡大に伴う通信インフラの整備の両輪で行われてきたのである。このように日本の情報化が進んでいき、インターネットによりコンピュータ同士が繋がっていき、社会を覆い始めたとき、通産省の推し進めていったコンピュータ産業の領域と郵政省の電気通信の領域が混じり始めたのである[15]。それによって、それぞれの政策を所管する両省が権限争いや施策の重複などが起こり始めた[16]。

1-2-2 IT 革命と IT 基本法の成立

インターネットの歴史は古く、1969年の米国国防総省の ARPA ネット(Advanced Research Projects Agency Network)の実験に始まったとされている。その後、インターネットは主に研究者間において、ネットワーク化が進められてきた。日本も 1980年代後半から大学間を中心にネットワークが構築されており、インターネットは、一般に広く知られるようになった。1990年代中頃になるとパーソナルコンピュータ(略、パソコン、PC)の普及と同時にインターネット利用者も急速に増加した。これを受けて、政府は 1994年に日本の高度情報通信社会の構築に向けた施策を総合的に推進するとともに、情報通信の高度化に関する国際的な取組に積極的に協力するため、内閣総理大臣を本部長とする「高度情報通信社会推進本部」を閣議決定によって内閣に設置した。また翌年の 1995年には「高度情報通信社会に向けた基本方針」を決定した[17]。

米国では 1980年代の深刻な不況を、積極的な情報化投資や企業経営への「IT」導入等、「IT 革命」により乗り切った[18]と評価され、情報通信技術の進歩により社会経済が急速に変化するとする「IT 革命」[19]に注目が集まった。諸外国においても、インターネットの利用者は増加し、それと共に、情報通信関連の政策の重要性が高まっていった。例えば、韓国では、1997年のアジア通貨危機以降、情報通信技術が社会の構造改革のツールとして使われ、1999年の「サイバーコリア 21」の下、情報化が進められた[20]。このように世界中で情報政策が進められ、「IT 革命」に世界各国が注目している中、小渕恵三内閣総理大臣(小渕内閣；1998年 7月～2000年 4月)は、1999年 12月に「ミレニアム・プロジェクト」において重要性や緊急性の高い 3分野の 1つに情報化を挙げた[21]。また、2000年の第 26回主要国首脳会議(九州・沖縄サミット)でも、主要議題の 1つとして「IT 革命」を取り上げたいとの意向を示すなど、小渕内閣が情報政策を重要視している姿勢を見せた[22]。小渕内閣後の森内閣では、九州・沖縄サミットにおいて「グローバルな情報社会に関する沖縄憲章」(IT 憲章)が採択された。IT 憲章において、IT は「21世紀を形作る最強の力の一つである」ことが示され、「IT が提供する機会の活用」や「情報格差の解消」などが掲げられた[23]。

その後の 2000 年 7 月、森内閣は内閣総理大臣を本部長とする「情報通信技術戦略本部」を内閣に設置した。また、本部の下に民間の有識者で構成される「IT 戦略会議」を設け、戦略的かつ重点的に取り組むべき事項の検討を行った。森首相は 2000 年の第 150 回国会(臨時会)冒頭の所信表明演説で、「日本新生の最も重要な柱は IT 戦略」であり、「日本型 IT 社会の実現こそが、二十一世紀という時代に合った豊かな国民生活の実現と我が国の競争力の強化を実現するためのかぎ」とした[24]。同国会では IT 戦略会議・情報通信技術(IT)戦略本部合同会議における議論を経て制定すべきこととされた IT 基本法案[25]が提出され、成立した。IT 基本法が内閣総理大臣の主導する体制のもと成立した背景には、前述の韓国のほか、米国、ヨーロッパ等において IT 推進の取組等が進められていたという国際的な趨勢や国内のインターネット普及率の状況、インターネット教育の状況等があったものと考えられる[26, 27]。

2001 年 1 月、中央省庁の再編にともない、内閣に高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(以下、IT 戦略本部)が設置され、省庁連携時代へと移りつつある。また、同年は中央省庁の再編と並んで政策評価制度の導入が進められたのはすでに述べたとおりである。ただし、情報政策におけるデマンドサイド重視の傾向はその後も基本的に継承されている。e-Japan 戦略とは、政府や自治体をはじめとして教育機関、医療機関など日本全体が IT の活用度を高める情報化政策の一環と見ることができる。情報産業政策が後退し、代わって情報化政策が重視されるようになったこと、望ましい情報社会を構築するための制度やルールの基盤整備に力が入れていることもこれまでの政策の延長上にあるといえるだろう。

IT 基本法は 2001 年 1 月に施行された。この法律は、「高度情報通信ネットワーク社会の形成に関する施策を迅速かつ重点的に推進すること」を目的とした法律であり、国・地方公共団体の責務等が定められた。大きく分けて 3 つの部分からなり、第 1 条から第 15 条までは総則で目的、定義、基本理念等が示されている。続く第 2 章「施策の策定に係る基本方針」では、IT 政策の基本的な方向を示すものとして、ネットワークの整備、人材育成の推進、電子商取引の促進などが列挙されている。第 3 章、第 4 章が IT 政策の推進体制に関するものであり、高度情報通信ネットワーク社会の推進に係る施策の推進のため内閣に内閣総理大臣を本部長とし、全ての国务大臣及び有識者を本部員とする IT 戦略本部を設置すること、高度情報通信ネットワーク社会の形成に関し政府が重点的に講ずべき施策等について定めた重点計画を策定することが定められた。IT 基本法の立案作業に携わった内閣官房 IT 担当室の武田博之氏は、法案化の過程において、内閣法制局との間で論点となった点として、「なぜ内閣に IT 戦略本部を設置するのか」という点を挙げている。本部等が無秩序に内閣に設置することは、かえって内閣の機能の強化・弾力性を損なう可能性があり、内閣に設置する特別の組織は限られた要件を充たすものに限るべきという考え方がその背景にある。しかし、IT 戦略本部は、同本部が IT 革命を限られた時間の中で仕上げるという時限性、政策の調査をし、大臣に対して具申を行うという通常の審議会の機能とは異なり政策自体を審議し決定する機関であるという性質、施策を実行するのは各省庁であり IT 戦略本部はその実施状況をチェックし推進するという役割を担う、という 3 つの機能を有することから、他の組織と比較して、内閣に設置することが適当とされた。[26]

1-2-3 「IT 基本戦略」の策定から「e-Japan 戦略」

この情報通信技術戦略本部によって最初に策定された戦略が IT 基本戦略である。IT 基本法の成立する前の 2000 年 11 月に開催された IT 戦略会議・情報通信技術(IT)戦略本部合同会議の第 6 回会合で、世界最先端の IT 国家を目指した基本戦略(IT 基本戦略)が取りまとめられた。IT 基本戦略は、「すべての国民が情報技術(IT)を積極的に活用し、かつその恩恵を最大限に享受できる知識創発型社会の実現」と「5 年以内に世界最先端の IT 国家となること」を目的に掲げられている[28]。また、IT 基本戦略は、「基本理念」と「重点政策分野」から成っており、基本理念では、「IT 革命の歴史的意義」、「各国の IT 革命への取り組みと日本の遅れ」、「基本戦略」の三つの大項目が掲げられ、具体的な記述がなされている。その中には、日本のインターネット利用は世界と比べて遅れているものとし、その遅れは、地域通信市場における通信事業の事実上の独占による高い通信料金と利用規制によるところが大きいとした。1985 年に通信事業の民営化が行われ、また外資規制の緩和などが実施されたが、未だに数多くの規制や煩雑な手続きを必要とする規則が通信事業者間の公正かつ活発な競争を妨げている現状を踏まえ、情報通信基盤整備を中心とした情報政策に関して基本戦略を定めた上で、具体的な施策を推進することが謳われている[28]。また IT 基本戦略では、前述した「すべての国民が情報技術(IT)を積極的に活用し、かつその恩恵を最大限に享受できる知識創発型社会の実現」のため、4 つの政策目標について「重点政策分野」として具体的に記されている。

IT 基本戦略が策定された 2 日後に、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法(以下、IT 基本法)が成立した。この法律に基づいて、2001 年 1 月に高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(以下、IT 戦略本部)が内閣に設置され、IT 戦略会議・情報通信技術(IT)戦略本部は廃止となった。そして、同月 22 日に開かれた第 1 回会合で IT 基本戦略に基づき、この IT 戦略本部の主導の下、IT に関する国家戦略として e-Japan 戦略が策定された。

「e-Japan 戦略」では、「IT 革命」の歴史的意義について「コンピュータや通信技術の急速な発展とともに世界規模で進行する IT 革命」が社会に歴史的な転換をもたらそうとしており、「世界は知識の相互連鎖的な進化により高度な付加価値が生み出される知識創発型社会に急速に移行していく」とした[29]。そして、「我が国が引き続き経済的に繁栄し、国民全体の更に豊かな生活を実現するためには、情報と知識が付加価値の源泉となる新しい社会にふさわしい法制度や情報通信インフラなどの国家基盤を早急に確立する」必要性があるとされた。そのうえで、各国の IT 国家戦略に比した遅れを指摘し、必要とされる制度改革や施策を緊急かつ集中的に実行し、5 年以内に「世界最先端の IT 国家」となることを目標として掲げた。目指すべき社会像としては、教育、芸術・科学、医療・介護など分野ごとの具体的な像が描かれたが、これを実現するために、超高速ネットワークインフラ整備及び競争政策、電子商取引と新たな環境整備、電子政府の実現、人材育成の強化の 4 つの重点政策分野に集中的に取り組むことが必要とされた。つまり、この重点政策分野をみると、e-Japan 戦略は主として、インフラの整備といった高度情報通信ネットワーク社会の基盤整備

を目指した戦略であることが窺える。この方針に対して、「IT戦略会議・IT戦略本部合同会議」の第1回会合では、「ITの促進について、官民の役割分担を明確に意識してほしい。簡単に言えば、民はビジネスの開発、そして官はインフラの整備、この大きな区分をしっかりと意識する必要がある。」との指摘があり[27]、このe-Japan戦略の目標を誰がどこまで行うのかという明確な線引きはなく、大きな目標を掲げて見切り発車してしまったことがわかる。

e-Japan戦略は、IT基本戦略を根拠とし、IT基本戦略から時間を置かずに策定されたこともあり、その大半がIT基本戦略と同様の内容である。e-Japan戦略も、IT基本戦略と同様に「基本理念」と「重点政策分野」から構成されており、その大半の項目は踏襲されている。しかし、e-Japan戦略は、IT基本戦略とは異なり、戦略を受ける計画としてe-Japan重点計画が策定されている(IT基本法第35条に基づく)。e-Japan重点計画における本重点計画は、

「「e-Japan戦略」を具体化し、高度情報通信ネットワーク社会の形成のために政府が迅速かつ重点的に実施すべき施策の全容を明らかにするものである。」とし、基本的な方針から世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成、電子商取引等の促進や行政の情報化及び公共分野における情報通信技術の活用の推進、高度情報通信ネットワークの安全性及び信頼性の確保など7つの項目が記載されている。2001年のe-Japan重点計画に続いて、次の2002年には、e-Japan重点計画-2002が策定された。このe-Japan重点計画-2002は、前のe-Japan重点計画から若干の構成上の変化が加えられている。具体的には、e-Japan重点計画-2002では、「基本的な方針」・「重点政策5分野」、「横断的な課題」の三つの主要部分から構成されているのである。このうち、「重点政策5分野」の中には、e-Japan重点計画において、「2. 世界最高水準の高度情報通信ネットワークの形成」から「6. 高度情報通信ネットワークの安全性及び信頼性の確保」として独立に項立てされていた事項が「5分野」として並べられている。

多くの懸念があった一方で、e-Japan戦略は比較的順調に進められていき、2002年9月のIT戦略本部の第14回会合では、「高速インターネットを3000万世帯に、超高速インターネットを1000万世帯に」という「利用可能環境整備」の目標が達成されるなど[30]、「IT戦略の第一期の目標は達成されつつある」と政府は評価した[31]。一方で、「e-Japan戦略」での目標は5年以内とされたことを鑑みれば、目標が早期に達成されたと考えることも可能だが、一方でインターネット環境の人口普及率についてみると、世界における順位は下がったとの指摘もされている[32]。また実利用では、高速インターネット・超高速インターネットを併せて1000万人程度に留まっていたおり、環境整備は進んだが、未だ利活用の普及に課題があることが挙げられた[33]。また、電子行政の推進については、2003年度末までに、行政への申請・届出等の97%をオンライン化することが可能となったが、国民による利用が浸透していたとは言い難かったと指摘されている[33]。

そして、IT戦略本部の第15回会合(2002年11月)で「IT戦略の今後の在り方に関する専門調査会」(以下、在り方専門調査会)を置くことが決定され、在り方専門調査会において「e-Japan戦略」のレビューと新戦略策定に向けた議論が行われた[34]。調査会での提出された資料の中、「e-Japan戦略」の民間の評価が示され、10段階評価で5.75点と民間の評

価は厳しいものであった[35]。政府の見解としてはインフラ整備に関して評価しており[36]、これは民間の評価と一致している。また IT ベースにした通信事業は過去から概念を踏襲しているだけであり、新たな概念として考えていくべきとの指摘や、データ交換が認められているのにも関わらず保存が認められていないという矛盾を抱えたものを整備する必要性も指摘された[37-39]。このような指摘の中、2003 年 1 月では、「インターネット接続環境整備は民間任せで、政府の施策が有効に働いたとはいえない」、利用環境は変化しているのにもかかわらず「企業の業務改革や個人の生活向上につながっていない」といった評価があり、利活用を軸とした見直しが求められた[40]。

1-2-4 「e-Japan 戦略 II」の策定

2003 年 7 月に、e-Japan 戦略 II が策定された[31]。e-Japan 戦略 II は、e-Japan 戦略とは構成を異にし、「基本理念」、「先導的取り組みによる IT 利活用の推進」、「新しい IT 社会基盤の整備」、「方策一覧表」の 4 部構成からなる。e-Japan 戦略 II では、「IT の利活用により元気・安心・感動・便利な社会を目指す」ことが基本理念とされ、日本が得意とする技術や基盤の応用・実践という、次の段階の構想を記している。e-Japan 戦略では、情報通信インフラの整備に注力することが全体の基調となっており、一定の成果を出した一方で、そのインフラをどのように利活用していくのかという課題に戦略の焦点が移った。具体的な施策に関しては、「先導的取り組みによる IT 利活用の推進」という項目に「医療」、「食」、「生活」、「中小企業金融」、「知」、「就労・労働」、「行政サービス」という 7 つの分野が挙げられ、それぞれに関して施策が述べられている。7 分野には「e-Japan 戦略」で目標とされた電子政府の実現といったテーマを引き継いだものが含まれる一方で、その時期の課題への対応という視点が見受けられる。例えば、「食」では、この時期に問題となった牛海綿状脳症(BSE)や、その後に発覚した不正表示問題など食の安全に注目が集まっていた。それを受け、国産牛のトレーサビリティシステム(追跡可能システム)の稼働が示された。その後、2003 年に「牛の個体識別のための情報の管理及び伝達に関する特別措置法」(2003 年法律第 72 号)が施行され、実際にトレーサビリティシステムが稼働している。

「e-Japan 戦略 II」の新規性としては、新たな戦略的視点として、情報セキュリティ対策と国際戦略が追加されたことと、新しい IT 社会基盤の整備策として、次世代情報通信基盤の整備、安全・安心な利用環境の整備、次世代の知を生み出す研究開発、IT 人材の育成と学習振興、新たな国際関係の展開が組み込まれたことが挙げられる。そして、その実現のために、「既存の仕組みの無駄を排除し、経営資源を有効活用することにより、民は利益が出る体質を、官は費用対効果が最大となる仕組みを再構築する」という意味での「構造改革」が必要であるとし、同時にそれによって得られた経済力により「これまでに無い新たな産業や市場を創り出す「新価値創造」が重要である」とした。また e-Japan 戦略 II においても、重点計画は発表され、2003 と 2004 にそれぞれ e-Japan 重点計画が策定された。e-Japan 重点計画-2003 では、e-Japan 重点計画-2002 と同様に、それまでの取り組みに関する成果が確認された後に、総合行政ネットワーク(LGWAN)の整備や公的個人認証サービス制度の整備について、年限を定めて、実現すべき事柄が明示されている。

また、「新戦略に関する政府の取り組み状況を事後評価し、他国との比較や新施策の提案を行う等、IT 戦略本部に対して民間の立場から貢献することを目的」とした民間人による専門調査会である「評価専門調査会」が IT 戦略本部傘下に置かれ、政府 IT 戦略の PDCA サイクルを回していくことになったことも特徴である[41]。評価専門調査会では、2004 年 3 月の第一次中間報告書以来、一貫して「PDCA サイクルの確立と利用者視点の成果主義」を基本として評価を行い、2005 年 12 月に最終の報告書が提示された[42]。この評価専門調査会の報告書においては、e-Japan 戦略、及び e-Japan 戦略 II の 5 年間の取り組みに関して、インフラのブロードバンド化をはじめとして世界最先端と言える基盤が整ったとし、IT 戦略における実績を評価している。また、2001 年 1 月に施行された IT 基本法に掲げてある実現したい社会のイメージを目標に、民間共通のビジョンを示すことにより政策の体系化を促したことは成功例だとした上で、これらの目標について、実現したことと、実現には至らなかったことの両方があるとした。しかし、デジタル・ディバイドや情報セキュリティについては、ネットワークの高速な発展により、問題の深刻化している可能性を指摘している。そして、今後の IT 戦略を考える上で、「電子政府・電子自治体」、「教育・人材」、「医療」の 3 分野について、いずれも人的資源、推進体制、財政等に構造的な課題を残している分野であり、今後も更なる取組の必要があるとしている。また、「e-Japan 戦略」では政治、司法、安全保障等の国家としての重要な課題や、「環境」、「防災」、「移動・交通」といった国民にとって喫緊の課題に関しても対応が不十分であった点も反省点として述べている。[42]

1-2-5 IT 新改革戦略

IT 基本戦略の目標期であった 5 年が満期となり、新たに 2010 年度を目標年限とした IT 新改革戦略が策定されることとなった。IT 新改革戦略は、これまでの戦略と類似し、「基本理念」と「今後の IT 政策の重点」の 2 部構成となっている[42]。「基本理念」では、「IT 新改革戦略」では、「e-Japan 戦略」の 5 年間で、日本がインフラ整備や電子商取引の環境整備等におけるように世界最先端の IT 国家となっており、21 世紀の IT 社会の構築において世界を先導する局面に至りつつあるというように政府としての現状認識が示されていれ、これに続けて、目指すべき社会像や推進体制などが確認されている。そして、「今後の IT 政策の重点」は、「IT の構造改革力の追求」、「IT 基盤の整備」、「世界への発信」の 3 つの項目から構成される。そのうちの「IT の構造改革力の追求」では、21 世紀に克服すべき社会的課題への対応、安全・安心な社会の実現、21 世紀型社会経済活動の 3 つの項目を取り上げている。この IT 新改革戦略全体を俯瞰してみると、全体を覆う基調は、「基本理念」の部分でも確認されているように、整備が進んだ情報通信インフラの利活用である。また「IT 新改革戦略」では、2010 年度に「IT による改革を完成」することを宣言している。この戦略では、目指すべき姿の 1 つとして「e-Japan 戦略 II」以降重要視されていたユビキタスなネットワークの実現を挙げ、副題も「いつでも、どこでも、誰でも IT の恩恵を実感できる社会の実現」となっている。

重点的に取り組む IT 政策としては、大きく 3 つの政策群が挙げられた。1 つは、「IT の構造改革力を追求して、日本の社会が抱えるさまざまな課題解決を IT によって行おうとす

る政策群」(課題解決)、次に「IT の構造改革力を支えるとともに、来るべきユビキタスネットワーク社会に向けた基盤の整備を行うための政策群」(基盤整備)、最後に「2 つの政策群を通じて達成される成果を、日本から世界への発信する[ママ]という国際貢献のための政策群」(国際貢献)である。

IT 戦略の今後の在り方に関する専門各政策群に分類された個別分野の数は 15 分野となっており、これだけ多分野に渡ってしまったことに対して、「IT 新改革戦略」の策定に関わった委員が、在り方専門調査会において反省を述べている[43]。

しかし、これらの課題解決政策群について、「IT による医療の構造改革」や「世界一便利で効率的な電子行政」などが挙げられるなど、規制緩和の路線にあった自民党の小泉純一郎政権下での方向性に沿った施策が掲げられたとも言える。戦略の推進体制についても「IT 新改革戦略」では、同戦略の意図する IT による構造改革の推進が、経済財政諮問会議等と問題意識を共有するものであり、これら関係する会議との意見交換を密にし、役割分担を明確にするとともに、方策の実施等において緊密に協力することが示されている。

しかし、2006 年 9 月に小泉首相が退任した以降の内閣は必ずしも情報政策に注力しなくなったとの見方もされている。これまで、2000 年 7 月に IT 基本法を受け、情報通信技術戦略本部(IT 戦略本部)が設置されて以降、情報通信技術(IT)政策大臣、いわゆる IT 担当大臣が置かれてきたが、2006 年の安倍晋三内閣発足以降、この職務に該当する大臣は置かれることはなかったことから言えるだろう。その後、2012 年 12 月に発足した第 2 次安倍内閣まで、自民党政権下において IT 担当大臣が置かれることはなかった。結果として、IT 戦略本部の求心力も低下し、通信業界の側も新しいインフラを十分に活用するまでに至らなかったという評価がある[44]。しかし、IT 担当大臣がいるからといって戦略が好調に進むというわけではなく、IT 基本戦略からこの時期までの約 6 年間で 12 人もの IT 担当大臣が交代しており、これも一貫した IT 戦略を採ることを妨げたとする見方もされている[44]。

IT 新改革戦略策定から約 2 年経過した頃に世界的金融危機、いわゆるリーマン・ショックが起これ、世界的な景気後退が問題となった。情報政策においてもその影響は無視できず、2009 年 3 月には、「デジタル新時代に向けた新たな戦略」が発表された[45]。これは、2009 年 9 月までに策定予定であった新規戦略について、その一部を緊急で前倒しにして発表されたものである。デジタル新時代に向けた新たな戦略の「基本的方針」では、2015 年に向けて目指すべき社会イメージを提示した上で、前倒しで戦略を発表す意義を述べ、特に推進すべき施策について列挙している。推進すべき施策について述べている「具体的施策」は、デジタル特区等による三大重点プロジェクトの推進、産業・地域の活性化及び新産業を育成するための取組、あらゆる分野の発展を支えるデジタル基盤の整備推進の 3 つの項目から成る。このうち、「デジタル特区等による三大重点プロジェクトの推進」に記載されている。

1-2-6 i-Japan 戦略 2015

このような情報政策への急務感が揺らいでいる中で、デジタル新時代に向けた新たな戦略が発表されたのと同じ 2009 年、新たな政府 IT 戦略として「i-Japan 戦略 2015」が策定された[46]。当初、IT 新改革戦略は 2006 年から 2010 年までの 5 年間を政策期間としていたが、デジタル技術の急速な発展により、IT 新改革戦略策定時には想定していなかった技術が具現化しつつあること[47]、そして、リーマン・ショックへの対応策が強く求められていること、米国をはじめとする諸外国ではデジタル技術に焦点をあてた新たな戦略を検討、策定しているとの現状を踏まえ、IT 戦略本部で 2015 年に向けた中長期戦略が策定された[46]。そのため、2010 年度までの間「IT 新改革戦略」についても、「i-Japan 戦略 2015」との関係性を踏まえつつフォローアップを行うこととされた。i-Japan 戦略 2015 の構成に関しては、総論、分野別の戦略、戦略的に一層の検討を行うべき事項の 3 章構成となっている。「分野別の戦略」に記載された 3 大重点分野として、電子政府・電子自治体分野、医療分野、教育・人材分野に加えて、産業・地域の活性化及び新産業と、デジタル基盤の整備という 3+2 分野の構成が取られ、重点化が図られた。「i-Japan 戦略 2015」策定に当たっても、これまでの情報政策の反省として、ブロードバンドを中心とするインフラ整備が進んでいる一方、とりわけ利活用の面で多くの国民がその成果を実感するに至っていないという問題認識があり、その理由の 1 つとして、これまでの戦略が技術優先、サービス供給者優先の戦略であったことが挙げられていた。

しかし、「i-Japan 戦略 2015」が 2009(平成 21)年 7 月 6 日に決定された直後、同月 21 日の衆議院解散に伴い実施された第 45 回衆議院議員総選挙の結果、民主党政権が誕生し、同政権下での新たな戦略が策定されることになった。しかし、第 45 回衆議院議員総選挙において、情報政策は大きな論点ではなかった[48,49]。

1-2-7 民主党政権下における「新たな情報通信技術戦略」

2009 年 8 月に、それまで政権を担ってきた自民党(及び公明党)が下野をして、民主党を中心とした新しい政権が誕生した。そして、鳩山由紀夫内閣発足後、いくつかの省にて情報政策に関連した戦略が始まった[50]。総務省では原口一博総務大臣により、新たな情報政策のあり方について検討するために、2009 年 10 月「グローバル時代における ICT 政策に関するタスクフォース」が設置された。そして、2009 年 12 月に「原口ビジョン」[51]を公表、2010 年 4 月には、これを見直し「可能な限り、具体的な時期とビジョンを数値化する、目標を数値化するということに配慮」した「新たな成長戦略ビジョン」原口ビジョンⅡ」[52]を公表した。このビジョンでは、経済・社会のあらゆる分野における ICT の徹底利活用の促進、地域の自給力と創富力を高める地域主権型社会の構築、そして埋もれている資産の有効活用につながる政策を総動員することにより、2020 年以降、毎年 3%を上回る持続的な経済成長を実現しようとするものとしたものであった。一方、「民主党は明らかに IT への理解が乏しい」と悲嘆にくれていた IT 業界は民主党議員たちに働きかけ、その結果民主党内に「情報通信議員連盟」が誕生し 2010 年 4 月「情報通信八策」という政策集が示さ

れた。また、経済産業省では、2010年5月に電子立国再興に向けて今後のエレクトロニクス・IT産業の取り組みを示した「情報経済革新戦略」が策定された[54]。

これらのIT関連戦略がまとめられ、2010年5月に「新たな情報通信技術戦略」が決定された[55]。この戦略の策定にあたって、IT戦略本部に新たに「企画委員会」が設置された。企画委員会は主に副大臣や政務官級の議員によって構成されており、この設置により、これまでの政府IT戦略の策定に関わってきた在り方専門調査会は廃止された。この組織の変更の目的は、それまで政治家の関与が戦略策定の最終段階に限定されていたことから戦略の検討等を政治主導で行うことにあるとされている[56]。結果として、過去の戦略が各省の戦略の集約であるのに対して、「事務方レベルでは出てこなかったような施策も盛り込まれた」とされる[57]。

戦略の内容は、基本認識、3つの柱と目標、分野別戦略、今後の検討事項の4つの部分から構成されている。「基本認識」には、過去のIT戦略の延長線上にあるのではなく、新たな国民主権の社会を確立するための、非連続な飛躍を支える重点戦略(3本柱)に絞り込んだ戦略である、との記述がある。3本柱は、「3つの柱と目標」において示され、国民本位の電子行政の実現、地域の絆の再生、新市場の創出と国際展開の3つの項目で構成されている。民主党を中心とした新たな政権が誕生し、情報通信戦略も塗り替えられ、電子政府の位置付けも変化が見られることになった。1つ目の「国民本位の電子行政の実現」では、情報通信技術を活用した行政刷新と見える化、オープンガバメント等の確立の2項目が立てられた。これらの項目の内容としては、行政サービスのオンライン利用の計画化や国民ID制度の導入[58,59]、行政情報の二次利用可能な形での公開などが盛り込まれた。国民ID制度は「行政機関等が保有する国民に関する情報を、個人情報保護の確保を図りながら、IDを利用し、情報保有機関相互間で安全かつ効率的に情報連携を行うための仕組みを整備しようとするもの」であり、国民本位の電子行政を実現するため、社会保障・税の共通番号の検討と整合性を図りつつ、電子行政の共通基盤としての利用が期待された。2つ目の「地域の絆の再生」は原ロビジョンに当初から使用されていた用語であり、医療分野の取組、高齢者等に対する取組、教育分野の取組、地域主権と地域の安心安全の確立に向けた4つの取り組みとなっており、これらの内容は「原ロビジョン」との類似しているものが多い[50]。3点目の新市場の創出と国際展開については、経済産業省の産業構造審議会で使われていた用語であり、これは情報経済革新戦略の中核をなしていた。具体的には、低炭素社会の実現、研究開発等の推進、若い世代の能力を生かした新事業の創出・展開、クラウドコンピューティングサービスの競争力確保等、国際標準の獲得・展開及び輸出・投資の促進が項目として挙げられた。これら3つの柱に加え、安全・安心な情報セキュリティ環境の実現、政治活動に関する電子化が含まれている。

また、「新たな情報通信技術戦略」では情報政策戦略として初めて「工程表」が作成された[60]。IT新改革戦略策定後の「IT政策ロードマップ」など工程表に類似したものも作られたこともあるが戦略内で正式に策定されたのはこれが初めてである。IT戦略本部が設置されて以降、2008年まで「重点計画」が各年度で作成され、各情報政策の趣旨と時代背景を鑑みて、1年間に実行すべき施策について記載されていた。今回作成された工程表は、

その期限に対して法的な位置付けはないものの、各府省がどのような施策を行うべきか示している。工程表は企画委員会による進捗状況のフォローアップ等 PDCA サイクルの中で、必要に応じて修正されることとされた。企画委員会下に置かれたタスクフォース等における議論や東日本大震災からの復興に向けた対応等を踏まえ、2011 年 8 月、2012 年 7 月にそれぞれ改訂が決定されている[61, 62]。

1-2-8 「世界最先端 IT 国家創造宣言」

2012 年 12 月に行われた第 46 回衆議院議員総選挙の結果、民主党を中心とした政権から自民党を中心とした政権への再度の政権交代が起きた。安倍晋三内閣総理大臣は第 2 次安倍内閣において、「財政政策」、「金融政策」、「成長戦略」を三本の矢とする一連の経済政策、いわゆる「アベノミクス」を発表した。情報政策はこのうちの「成長戦略」の柱の 1 つと位置付けられた。そして、再度自民党政権下、第 3 回日本経済再生本部における安倍首相の指示[63]を受けて、「IT 戦略起草委員会」が置かれ、政府 IT 戦略見直しの議論が進められた。IT 戦略起草委員会は「世界最高水準の IT 社会を実現するべく、IT 戦略を再構築する」という目的で 2013 年 3 月に IT 戦略本部に設置され、政府 CIO を委員長とし、IT 戦略本部有識者を委員とする委員会である。IT 戦略起草委員会[64]での議論を経て、情報通信戦略として位置付けられる世界最先端 IT 国家創造宣言が 2013 年 5 月に閣議決定された。同日閣議決定された「日本再興戦略」の中でも[65]、日本産業再開プランの一つとして、「世界最高水準の IT 社会の実現」が掲げられ、世界最先端 IT 国家創造宣言を「精力的に推進し、規制・制度改革の徹底並びに情報通信、セキュリティ及び人材面での基盤整備を進める」こととされた。

世界最先端 IT 国家創造宣言は、基本理念、目指すべき社会・姿、目指すべき社会・姿を実現するための取組、利活用の裾野拡大を推進するための基盤の強化、戦略の推進体制・推進方策という五つの部分から構成されている[66]。このうち、「目指すべき社会・姿」には、三つの大項目がある。そのうちの 1 つが「公共サービスがワンストップで誰でもどこでもいつでも受けられる社会」である。これまで日本の電子政府政策において常にその実現が目指されてきたワンストップサービスの実現が改めて目指すべき社会・姿として定位されたと述べている。そして、IT を経済成長実現のカギであるとともに、社会を抜本的に変革し、安全・安心・快適な生活を実現するための重要なツールとして認識し、府省庁の縦割りを取り払い、各種施策の推進に取り組もうとした。

これまでの政府 IT 戦略が、IT 戦略本部における決定であったのに対し、IT 国家宣言は閣議決定となっている。これには、「内閣の大きな方針として、高い位置付けで意思決定」をしたいという山本一太 IT 政策担当大臣の意向があったとされている[67]。また、高度情報通信ネットワーク社会の形成(IT 基本法)に関する重点計画として位置付けもされている[68]。

世界最先端 IT 国家創造宣言では、これまでの情報政策では IT の利活用を中心に進めてきたのにもかかわらず、多くの国民がその成果を実感するに至っていないとし、その理由として、従来の戦略が、IT 利活用を強調しつつも、IT 化や IT 活用という名目だけで、利用者

ニーズを十分把握せず、組織を超えた業務改革(BPR)を行わなかった点が挙げられている。また、各省がバラバラに IT 投資、施策を推進し、重複投資や施策効果が発揮できない状況を生み出してきた点も反省点として挙げている。その反省を踏まえ、経済財政諮問会議、産業競争力会議、規制改革会議とも連携し、総合的に情報政策を取りまとめる「司令塔」として高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部の呼称を「IT 戦略本部」から「IT 総合戦略本部」とした。この「IT 総合戦略本部」が、府省の縦割りを排し、「横串」を通すことが強調されている。また、「IT 利活用の裾野拡大」が不可欠であり、そのために、政府自身が自己変革を強力に進め、障害となる組織の壁や制度、ルールを打破するとともに、各省連携により政策資源を集中投下し、成功モデルを実証する国家プロジェクトを推進するなど、政府が民間の活力や投資を引き出せる環境整備に取り組み、戦略の実現を現実のものとする必要があるとした。

政府全体の情報政策推進体制における近年の大きな変化として、内閣情報通信政策監(以下、政府 CIO)が法的に位置付けられたことが挙げられる[69]。中央省庁では 2002 年に IT 戦略本部の下に各府省情報化統括責任者連絡会議(各府省 CIO 連絡会議)が設置された。また、2001 年に IT 担当大臣が置かれた際には、政府全体に対する CIO としての役割も期待されていた[27]。その後も、情報システムが各府省で個別に運用されており、全体最適が図られていないこと、電子政府の国民サービスの利用率が伸び悩んでいることなどが指摘されてきた[70]。2009 年に公表された「i-Japan 戦略」以降、政府の各種戦略において、行政の効率化推進を目的として政府 CIO 設置の必要性が議論されていた。2012 年には、民主党政権における税と社会保障の一体改革との関連もあり、政府情報化統括責任者が置かれ[71]、遠藤紘一氏がその職についたが、法的な位置付けはなかった。2013 年、「内閣法等の一部を改正する法律」(平成 25 年法律第 25 号。以下、「政府 CIO 法」とする。)が成立し、内閣官房に政府 CIO の職が置かれることになり、その初代に政府情報化統括責任者であった遠藤紘一氏が就いた。政府 CIO の設置には、府省の縦割りの体制を打破し、政府システム全体のガバナンス強化を行う役割が期待されている[70]。これは、政府 CIO 法において政府 CIO は IT 戦略本部の本部員となるとともに、「府省横断的な計画の作成」を行わせることができることから見て取れる。また、IT 国家宣言では、政府 CIO に「政府全体を「横串」で通す必要のある IT 施策」を前進させるための役割が期待されている。しかし、政府 CIO の権限に拡大に関しては、「行政の近代化効率化のために電子政府を推進する責任者としての業務に専念する CIO という、政府 CIO 本来のあるべき姿」からずれているという批判的な見解もある[72]。

具体的な施策としては、2020 年までに、世界最高水準の IT 利活用社会の実現とその成果を国際展開することを目標とし、IT・データの利活用による、国民が日本経済の再生を実感できる革新的な技術や複合サービスの創造による新産業創出と全産業分野の成長への貢献、国民が健康で安心して快適に生活できる、世界一安全で災害に強い社会への貢献、公共サービスがワンストップで誰でもどこでもいつでも受けられるように、国民利用者の視点に立った電子行政サービスの実現と行政改革への貢献、の 3 項目を柱として掲げた。これらを推進する取組として可能な限り、定量的な評価指標(KPI(重要業績評価指標：Key Performance Indicator))を設けたうえ、戦略の PDCA サイクルを確実に実行するために「工程

表」が作成された。その後、政府 CIO を中心とした新戦略推進専門調査会[73]による PDCA サイクルの推進管理を踏まえ、東京オリンピック・パラリンピックの招致決定など状況の変化を受けた形で 2014(平成 26)年 6 月に世界最先端 IT 国家創造宣言の改定を閣議決定している[74]。

これまで日本の累次の情報通信戦略は e-Japan 戦略が改訂をされて「II」が発表された以外は、前倒しで策定されるとしても題名を変更したものを出すという方式が踏襲されてきたが、安倍政権下で出された世界最先端の IT 国家創造宣言は、改訂を行うことによってバージョンアップが図られてきた。これには一貫したアベノミクスとの対応と長期ビジョンでの情報政策への取り組みを示すものとなっている。世界最先端 IT 国家創造宣言は、2015 年 6 月と 2016 年 5 月に再度改訂される[75,76]。毎年改定がなされている点は、この宣言の新規性である。この 2015 年 6 月の改訂の大きな特徴は、「目指すべき社会・姿」の大きな変更である。具体的には、IT 利活用の深化により未来に向けて成長する社会、IT を利活用したまち・ひと・しごとの活性化による活力ある社会、IT を利活用した安全・安心・豊かさが実感できる社会、IT を利活用した公共サービスがワンストップで受けられる社会の項目が増加し、各項目についてもその内容を変更している。

1-2-9 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

2016 年 12 月に「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」を策定し、閣議決定した[77]。今後は同計画を策定した「IT 本部・官民データ戦略会議」を中心に、政府一丸となって推進していくことになった。この計画の策定により、これまでの「世界最先端 IT 国家創造宣言」は廃止された。新計画では 8 つの重点分野として、電子行政や健康・医療・介護、農林水産などに加えて観光も指定され、2020 年を一つの区切りとし、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になっている。特に、日本が集中的に対応すべき諸課題としてあげた項目のうち、観光は「地域の活性化」によって新たに掘り起こされる観光需要に応じた地域の高齢者の雇用創出や、「生産性向上、イノベーション、働き方改革」での効果が期待されている。

そして、2018 年に「世界最先端 IT 国家創造宣言」から「世界最先端デジタル国家創造宣言」へと名称が変更され、この宣言部分の記述も大きな変更が加えられた[78]。また、2017 年までは、「第 1 部：総論」、「第 2 部：官民データ活用推進基本計画」から構成されていたところ、改訂では「第 1 部：世界最先端デジタル国家創造宣言」、「第 2 部：官民データ活用推進基本計画」から構成されている。第 1 部が宣言部分であることが明確となり、なおかつ第 1 部について、その内容が大きな変更がなされている点が本年の特徴である。

「世界最先端デジタル国家創造宣言」は、「世界最先端 IT 国家創造宣言」の対応部分と大きく異なり、実行すべきことが明確になった。2017 年までの「世界最先端 IT 国家創造宣言」は、問題の背景や現状の認識を説明する文章が中心となり、具体的に政府として着手すべき事柄や目標といったことが分かり難いものであった。「世界最先端 IT 国家創造宣

言」をさまざまな政策や施策に活用することために多くの根拠を示したことにより焦点が不明確になっていた。それに対して、「世界最先端デジタル国家創造宣言」では、実行すべきこと、そして、その目標がこれまでよりも明確なものとなった。ITを活用した社会システムの抜本改革の項目の中に、デジタル技術を徹底的に活用した行政サービス改革の断行として、行政サービスの100%デジタル化、行政保有データの100%オープン化など詳細な数値まで盛り込んである。しかし、これらの個別の事項を見ると、既視感があるものも並んでおり、これまでの日本政府における電子政府政策の積み残しをあらためてここで解消しようとしているともとれる。特に「ワンストップサービス」の実現はこれまでの電子行政の取り組みにおいて何度も繰り返し謳われてきた事項である。マイナンバー制度が導入される際にも、ワンストップサービスの実現が目標として挙げられていた。実現していない事柄につき、あらためて実現へ向けて力を入れることを表明しているということである。あらためて見直すと、「地方のデジタル改革」の「地方公共団体におけるクラウド導入の促進」や「オープンデータの推進」も既に取り組みされてきた事柄の促進を謳っているに過ぎない。「シェアリングエコノミーの推進」のように新たに重点化された事項もあるが、それよりも既に着手している事柄についての取り組みを加速しようというのがこの変更であったように思われる。これまでの取り組みで実現できていなかったことを明確にし、それを今度こそ実現しようとするように思える。「世界最先端 IT 国家創造宣言」の宣言部分には、「事業者等との連携・協力」という項目があった。しかし、その内容は付け足し程度の扱いであった。今回の変更では、「ITを活用した社会システムの抜本改革」の中に「民間部門のデジタル改革」という項目が設けられた。しかし、「民間部門のデジタル改革」の中身は、従来の包括的な記述とあまり変わるところがない。データ流通に関する部分など抽象的な表現が多く、具体性に欠けるものとなっている。今後検討すべき事項が多い分野であることは誰もが承知するところだが、「行政サービスの100%デジタル化」といった明確な目標を打ち出したところからは、どうしても物足りなさを感じるものとなっている。

1-3 情報政策の課題

これまで情報政策の変遷を追ってきたが、戦略の重点項目について、インフラ整備を中心とした「e-Japan 戦略」を除けば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。その内容は、その時代の政党の思考、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。しかしながら、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おらず、「各省がやりたいことを単にホッチキス止めしただけ」との批判もある[79]。重点分野として絞り込んだとする分野も実質的にまとめ方が異なるだけというケースもあり、戦略自体の大変換はほとんど見られなかった。また、政府の情報政策が目標年限を迎え、その評価を経て新たな情報政策の策定を行ったのは「IT 新改革戦略」の1回のみである。その他の戦略は、経済的、社会的、政治的な変化により目標年限の途中で策定あるいは改定が行われてきた。どの時代であっても縦割り行政に対する批判的な指摘がなされており、重複する施策の排除も主張されてきたが、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[74]。これを踏まえると今後の情報政策においては、まずこれまで

の政策の評価を適切に行い、失敗を踏まえた上で現状に噛み合った情報政策を立案し、常に慎重な検討と不断の見直しが求められる。

2. 情報政策の失敗事例 (1)

2-1 電子政府政策の取り組み

2-1-1 はじめに

これまで日本の情報政策を時代に沿って考察してきたが、2001年からこれまでに途方もない予算が注ぎ込まれてきたことは容易に想像される。実際にその額は15年間で20兆円を超える。その中でも最も金額が多いのが「電子政府政策」であり、広範囲での「電子政府政策」という捉え方をするとおよそ「6兆円」以上使用されてきている。今回は、その内容がIT基本法成立以降の約15年の間でどのように変化していったのかを追いながら、その中で失敗とも言える事例を取り上げ、考察をする。

2-1-2 電子政府の定義

電子政府について論じる前に、まず本研究における電子政府の定義について述べる。電子政府の始まりは、1990年代の米国のクリントン政権期の公文書において、「e-government」という用語が初めて使用された頃だと言われている[80]。2000年代に入ると米国連邦政府のみならず、世界各国で電子政府が整備され始めるようになり、日本もこの時期に電子政府政策が始まった。電子政府は、ITの技術革新の影響を如実に受けるため、その定義についても、時代や論者の立場によって多少なりとも異なることが指摘されている[81]。しかしながら、政府がITを利活用することであるという認識に関しては大方一致をしている[82]。様々な定義がある一方、本研究では、これまで取り上げてきた情報政策に含まれている「電子政府」政策を指すことにし、広い定義にて電子政府を捉えることにする。ただし、日本の情報政策における「電子政府」に関しても、その内容は時間と共に変化していることには注意が必要である[83]。

2-2-1 IT 基本戦略と e-Japan 戦略

2000年に情報通信技術戦略本部が内閣に設置され、「IT基本戦略」が策定されると、その重点政策分野の一つに「電子政府の実現」が挙げられた[28]。ここで重要なのは、情報通信インフラの整備と商取引のルール整備といった日本政府が世界と比べて後進しているとされた政策課題に並び、電子政府の実現が挙げられていることである。この当時は、世界的にも電子政府に関する取り組みが活発になっているわけではなく、このような中で日本政府が電子政府の実現を情報通信政策に関する戦略の中に組み込んだことは、日本政府の先駆性を示しているとも言える[84]。「IT基本戦略」の電子政府の項目の中において、電子政府に関する定義付けとして、「電子政府は、行政内部や行政と国民・事業者との間で書類ベース、対面ベースで行われている業務をオンライン化し、情報ネットワークを通じて省庁横断的、国・地方一体的に情報を瞬時に共有・活用する新たな行政を実現するもの」と記載されている。この文章から、この当時の電子政府とは、行政業務のオンライン化により国と地方を繋げ、新たな行政の実現を目指すことであることがわかる。また、具体的

な施策として、まず行政内部の電子化や官民接点のオンライン化が挙げられることから、従来まで紙の書類で行われてきた行政手続きを電子化することが主要な取り組みであったように窺える。そして、具体的な施策の一つとして、行政情報のインターネット公開、利用促進という目標からは、この当時急速に発展していったコンピュータ産業とインターネットを利用することが述べられている。これを受け、中央官庁のWebサイトが次々に開設され情報提供の一つのツールとなっていった。そして、行政情報を公開するとなると問題となることは、どこまで公開して良いものかということである。これを境に行政情報の公開に関して様々な規制が決まれ整備されていくことになる。以上をまとめると、IT基本戦略における電子政府は、情報化の波に合わせて、行政組織内の電子化とインターネットを利用した情報提供、そしてそれに伴う制度の見直しの3つの軸で行われていたことがわかる。

2001年にe-Japan戦略が策定された[29]が、その内容は大半がIT基本戦略を踏襲したものであった。電子政府の定義もIT基本戦略で示された定義と変わりはなく、行政内部の電子化や官民接点のオンライン化など具体的に推進すべき施策もIT基本戦略の毛色を強く残している。その後に発表された2001年のe-Japan重点計画[85]では、重点的に行う施策の一つとして、行政の情報化及び公共分野における情報通信技術の活用の推進が挙げられている。その内容は、e-Japan戦略で示された文書の電子化やペーパーレス化の推進などの目標が最初に掲げられ、その後に現状と課題から施策の意義、具体的施策と詳細な記述がなされている。現状と課題では、国の申請・届出等手続のオンライン化手続数や国の行政機関のホームページ開設数など日本の情報化の現状が示されている。施策の意義では、行政の情報化について、「国、地方公共団体の行政手続が時間的・地理的な制約なく行えることを可能」とするために、「自宅や職場からインターネットを経由し、原則として、行政手続が24時間受付可能」とすることで、国民の生活や産業活動の活性化と利便性の向上」が見込まれることが述べられている。そして、これらを踏まえて、2003年度までのビジョンとして「申請・届出等に必要の手数料納付、納税等をインターネットにより行うことが可能に」といったこと等が明示されている。具体的施策では、「行政の情報化」と「公共分野」に分けて、取り組むべき具体的な施策が示されている。「行政の情報化」では、国民、企業と行政との間の情報化、行政の事務・事業の情報化、その他の三つに分類して、各種の取り組みが列挙されている。具体的には、行政情報の電子的提供、申請・届出等手続の電子化、ペーパーレス化(電子化)、職員の情報リテラシーの向上と意識改革、法令の見直、アウトソーシングの推進、ICカードといった項目が並んでおり、IT基本戦略と変わらないものから、ICカードなど新しい技術の利活用まで追加して含まれていることわかる。一方、「公共分野」では、科学技術・学術研究分野の情報化、芸術・文化分野の情報化、保健・医療・福祉分野の情報化、雇用分野の情報化、高度道路交通システム(ITS)の推進などの他分野の項目が並び、各省庁が取り組むべき施策が示されている。e-Japan戦略においても「電子政府の実現」の中で「推進すべき方策」において具体的な施策が示されていたのであるが、e-Japan重点計画では目標の年限が明記され、また広範な分野における取り組みと連携を図ることが確認されるなど、具体性が増した記述が見られるようになっている。

翌年には策定されたe-Japan重点計画-2002[32]では、前年のe-Japan重点計画から大幅な変更はないが、新しく前年度の成果が示された項目がある。この中で成果として挙げられるのは、いわゆる行政手続オンライン化法の国会への法案提出や電子政府の総合窓口システム(e-Gov)の稼働開始、総合行政ネットワークシステム(LGWAN)と霞が関WANとの相互接続の実現などである。この成果を総括すると、この時点で、政府における情報通信インフラの整備や行政手続オンライン化の実現へ向けた取り組みが着実に進んできた様子が窺える。電子政府政策については、e-Japan重点計画-2002の中の「先導的取り組みによるIT利活用の推進」のは7つの項目が掲げられおり、電子政府は、7つ目の「行政サービス」において言及されている。「行政サービス」において、「重複投資は徹底排除、行政の透明性を高め、民の参画を促進」が大目標として掲げられている。そして、実現したいことや実現のための方策が記されている。実現したいこととしては、「日本の国際競争力の基盤となる効率的で質が高く、24時間365日ノンストップ・ワンストップの行政サービスを提供する」とことと、「国民が必要な時に政治、行政、司法部門の情報を入手し、発言ができるようにすることで、広く国民が参画できる社会を形成する」ことの2点が挙げられている。そして、実現のための方策として、行政ポータルサイトの整備や一括してオンライン申請が可能となるワンストップサービスの整備など8つがあげられている。e-Japan重点計画-2002において注目されることは、「行政サービス」という項はあるものの、電子政府に関する定義付けのようなことはなされず、電子政府という語が登場するのは、「行政サービス」の「実現のための方策」の中で、「電子政府の総合窓口と各府省、地方公共団体等のシステムと連携し、関連手続を一括してオンライン申請できるワンストップサービスを整備する。」という文章がある程度である。ITの利用が社会的に広まるなかで、改めて「電子政府」という語を使用せず、端的に行政サービスにあってもITの利活用を進めるということが、このe-Japan重点計画-2002で表明されているのである。また在り方検討会において、電子入札の開始や住基ネットの稼働などある程度進展していることに対する評価の声が上がる一方で、行政の効率化(BPR、手続の簡素化、人員削減等)につながっていないことや、国と地方が一体でなく、進捗状況や導入システムに全国的な統一感、整合性がないことなど本来目指すべき社会像になりきれていない現状を指摘されている。

2-2-2 e-Japan 戦略□

e-Japan 戦略では重要施策として取り上げられてきた電子政府であるが、e-Japan 戦略□の中には電子政府に関する明言した文書はない[31]。強いて電子政府政策に関連した点を挙げるならば、行政サービス分野における具体的な方策について説明されている場面において、「電子政府の総合窓口と各府省、地方公共団体等のシステムと連携し、関連手続を一括してオンライン申請できるワンストップサービスを整備する」との文面がある。この「ワンストップサービス」の実現は、これ以降も日本の電子政府政策の主要な目標となる。ワンストップ化の実現の過程については、行政手続のオンライン化が主要な課題とし、2003年には、行政手続オンライン化法が施行されている。この法律は、日本の行政における行政手続全般について包括的にオンライン化の対象とすることを定めたものであり、オンライン化の対象外とする一部の手続に関しては、限定的にそれを列挙する構造となってい

る。この法律により、日本政府はあらゆる行政手続のオンライン化を強く推進し、ワンストップ化を目指した。

e-Japan 戦略 II に基づき、e-Japan 重点計画-2003 や e-Japan 重点計画-2004 が策定された[86, 87]。e-Japan 重点計画-2003 では、e-Japan 重点計画-2002 と同様に、それまでの取り組みに関する成果が確認された後に、総合行政ネットワーク(LGWAN)の整備や公的個人認証サービス制度の整備について、年限を定めて、実現すべき事柄が明示されている。電子政府に関しては、e-Japan 重点計画-2003 よりも一か月ほど前に、各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議により決定された「電子政府構築計画」に基づいて各種取り組みが進められることとされている[88]。そこで、電子政府構築計画を見てみると、この計画は「基本的考え方」、「施策の基本方針」、「府省別計画」の三つの主要部分から構成されている。「基本的考え方」では、電子政府の構築に関して、「利用者本位で、透明性が高く、効率的で、安全な行政サービスの提供」と「行政内部の業務・システムの最適化(効率化・合理化)」との記載があり、利用者目線での取り組みの重要性が記載され、電子政府の構築が行政における業務や行政サービスのあり方そのものを変革することを指していることが確認されている。2000 年の IT 基本戦略の以来、社会の情報化の拡大に伴い、行政においてもどこに IT を活用していくのが焦点となっていたが、どの分野であっても IT の利活用が一般的となり、IT の利活用と同時に行政のあり方そのものの変革までも視野に入れざるをえなくなってきた状況が窺える。具体的な内容に関して見てみると、電子政府構築計画の「施策の基本方針」では、国民の利便性・サービスの向上、IT 化に対応した業務改革、共通的な環境整備の 3 つの主要項目が掲げられている。

このうちの「国民の利便性・サービスの向上」では、e-Gov や各府省のサイトを利用した行政手続のオンライン化とその利用の促進が謳われており、この計画に至るまでの累次の戦略や計画との継続性も見取れる。しかし、「IT 化に対応した業務改革」では、「業務・システムの最適化」が最初に掲げられており、IT をどこに使用することで行政組織の変革が行えるのかという点に重きを置きつつあることが窺える。また、「共通的な環境整備」という項目は、2000 年代に入ってから各府省で導入してきた各種の情報システムの全体最適化が求められるという認識からである。また「府省別計画」として各府省が最適化に関してどのような取り組みをなすべきなのかを記したのも項目として追加されている。このように、政府による戦略とは別に電子政府構築計画が策定されることとなった。これは、IT を行政に導入する段階から IT で行政を変える段階へと至ったことの現れであるとみなすことができる[89]。

また、評価専門調査会の報告書においては、e-Japan 戦略 II の電子政府施策に関して主に 3 つの問題点を挙げている。1 つ目は、先端的な電子政府基盤が整備されると共に電子自治体も整備されつつあるが、国民の利便性の実感が足りないことと IT を利活用した国民参加の拡大が不十分であることである。2 つ目には、電子政府の推進体制において、PDCA の体制が不備であり IT 投資の費用対効果の検証が不十分であること、3 つ目には、情報リテラシー向上、抜本的業務改革の推進、民間活力の活用といった社会的な推進と協力に関する不十分さを指摘している。この 3 つの反省点を述べた上で対応案として、国民が利用しや

すいように煩雑な手続きを簡素化するために一連の手続きの見直しの必要性和、IT の利活用による業務改革を進め、民間活力の積極的利用も視野に入れ、行政全体としてのスリム化、最適化を推進すべきとしている。この反省を見てもわかるように、この頃であっても電子政府導入による国民の利便性への実感は薄いものであることが窺える。

2-2-3 IT 新改革戦略

2006 年に発表された IT 新改革戦略の「基本理念」では、情報化社会の現状への解釈として情報通信インフラの分野では世界に対する遅れを取り戻したという認識を示している。また電子政府に関しては、早稲田大学等の研究機関などにより、その達成度についてランキングが発表され、日本政府の取り組みは高い評価を得た[90,91]。このように自他共に情報政策が評価されている中で、今後は IT の利活用の観点での取り組みを課題としている。また目指すべき社会像や推進体制なども記されており、その具体的な利活用の構想が描かれている。また、電子政府政策に関する言及としては、「今後の IT 政策の重点」の項目に「「世界一便利で効率的な電子行政」として見出す事ができる。

IT 新改革戦略では、これまでの情報戦略で唯一、現状と課題が明確に述べられており、その中で行政手続のオンライン化が進捗している一方で、「国民・企業等による電子政府の利用は進んでおらず、また住民サービスに直結する地方公共団体の電子化が不十分であるなど、国民・企業等利用者が利便性・サービスの向上を実感できていない」との課題が指摘されている。この利活用の課題と政府全体のシステム最適化の課題への認識については、既に決定されていた電子政府構築計画などと共通している。そして、目標として、「申請・届出等手続におけるオンライン利用率を 2010 年度までに 50%以上」や「政府全体の業務・システム最適化を図り、効率的な電子政府を実現する」が掲げられた。このように電子政府に関する取り組みはシステム構築の段階からシステム運用の段階に中心が移ってきていることが窺える。また、ここで言及されている電子政府とは、e-Japan 戦略 II でも利用の促進が謳われたポータルサイトを介したオンライン申請のことを指しているものと考えられる。

IT 新改革戦略の中の「実現に向けた方策」では、オンライン利用の促進のために「利用促進行動計画」を策定することが謳われていたため、2008 年 6 月には「オンライン利用の拡大に向けた基本方針」と「重点手続分野ごとの取組方針及び目標値」から成る「オンライン利用拡大行動計画」が策定された[92]。この計画は、「認証基盤の抜本的な普及拡大策」や「使い勝手の向上」といった技術的な側面での障壁の除去に言及する一方で、「経済的インセンティブの向上等」や「添付書類の削減に向けた方策」といった制度改革に踏み込む内容となっている。そして、従来の情報政策と同じ目標を掲げているものではあるものの、実際に利用されていないオンラインでの手続は利用停止することも明示された。このオンライン利用拡大行動計画により、行政手続のオンライン化推進という一辺倒の拡大策から、利用可能性を考慮し、オンライン化を吟味しながら推進するという方針へと変更された。具体的施策の一つの柱として、デジタル特区等による三大重点プロジェクトの推進が掲げられ、その中で国民がサービスの利便性を実感できる新しい電子政府・電子自治体

の推進が取り上げられている。ここでは、「電子政府・電子自治体の推進は、2008 年における OECD 加盟国の ICT 政策において最優先課題とされている」としている。そして、その取り組みとして、行政手続のオンライン化、ワンストップサービスや希望する個人又は企業に提供される高度なセキュリティ機能を持った電子空間上のアカウントである国民電子私書箱の整備、全体最適化の実現が挙げられている。この取り組みの一覧を俯瞰してみると、国民電子私書箱の整備以外は従来の取り組みと同じままである。しかし、これまでの IT 戦略と比べて、電子政府政策の位置付けは上昇している。

評価専門調査会において電子政府施策の推進状況を評価することを目的として「電子政府評価委員会」が設置された[93-95]。「電子政府評価委員会」は 2006 年度から 2008 年度までの 3 年間に於いて評価報告書を公表している。2006 年度と 2007 年度の報告書では、電子行政の課題を□利用者視点に立った「見える化」と成果主義、□フロントオフィス改革とバックオフィス改革の連動強化、□オンラインに係る共通基盤整備・普及、及び府省内・間連携、国・地方連携、官民連携による全体最適の実現の三つの観点から指摘している。業務システムの最適化計画による投資予定額の 3 割削減や、自治体向け電子自治体オンライン利用促進指針の策定、各府省 PMO や府省共通 GPMO の設置によるガバナンス体制の強化などは評価できるとする一方で、オンラインの利用率の低迷と最適化へ取り組みや PMO の活用も不十分であるとされた。オンライン利用に対しては、使い勝手の悪さと利用者の業務フローが煩雑になってしまっていることに問題点を挙げている。また電子証明書の発行件数は急増しているものの、年間運用経費にバラツキがあることに對しても問題としている。2008 年度の報告書では、□利用者視点に立った「見える化」と成果主義に関する課題を取り上げ、その中でオンライン利用率が 20%を超えほぼ目標を達成し、利用率が低迷しているオンライン手続きの見直しや廃止を検討している点を評価している。また課題として、政府 CIO の設置の検討やサービス時間の延長、社会における電子的証明書の普及等を課題としてあげている。

2-2-4 デジタル新時代に向けた新たな戦略

2009 年 3 月には、「デジタル新時代に向けた新たな戦略」が発表された。「基本的方針」では、2015 年に向けて目指すべき社会イメージを提示した上で、前倒しで戦略を発表す意義を述べ、特に推進すべき施策について列挙している[45]。電子政府の取り組みに関しては、具体的施策の中の「デジタル特区等による三大重点プロジェクトの推進」において、国民がサービスの利便性を実感できる新しい電子政府・電子自治体の推進が含まれている。このプロジェクトに関して、現状と課題として、日本が電子政府政策を先駆的に進めてきたものの、諸外国も同様の取り組みを進めてきたため、諸外国に比べて遅れが目立つようになってきているとし、ワンストップサービスの実現や行政の業務改革の推進にかかわる取り組みを行っていくことが明記されている。特に強調されるのは、国民電子私書箱の構想である。政府は、国民電子私書箱を「希望する個人又は企業に提供される高度なセキュリティ機能を持った電子空間上のアカウント」として定義付けをしている。民間ビジネスの分野では、一人一人の顧客に向けたサービスの提供が IT を活用することで可能となるなか、行政にあっても一人一人の国民に合わせたサービスの提供を実現しようとしたのであ

る。国民電子私書箱は、希望する国民・企業等に提供される、電子空間上で安心して年金記録等の情報を入手し、管理できる専用の口座であり、社会保障分野のみならず幅広い分野でワンストップの行政サービスを提供するものである。この電子私書箱の導入は、社会保障カードの導入とセットで考えられている。既に、国民が所持出来るカードとして、住民基本台帳ネットワークの導入に際して作られた住基カードが存在していたが、その普及が伸び悩んでいた。そのような状況にあって、国民電子私書箱の整備が構想され、社会保障カードの導入も併せて検討されるところとなったのである。しかし、この国民電子私書箱は結局のところ現在まで実現せずに終わり、社会保障カードについては、税と社会保障の一体改革とも関連して構築されることが決まった税と社会に関わる共通番号制度の中で導入が決まっている。国民電子私書箱が構想された時には、いわゆる「消えた年金」問題が社会的な関心を集めており、その対応策として、このような仕組みが電子政府政策の中で位置付けられたのである。

2-2-5 i-Japan 戦略 2015

2009年7月には、3月に発表された「デジタル新時代に向けた新たな戦略」との整合性も保ちつつ、当初策定予定であったi-Japan戦略2015が発表された[46]。このi-Japan戦略2015においても、政府が力を入れる三大分野の一つに「電子政府・電子自治体分野」が挙げられている。これは、IT新改革戦略と比較してみると、推進体制強化のための法制度整備、及び利用者視点での利便性向上や業務効率化に重点が移った内容となっている。そして、この戦略では、行政窓口改革・行政オフィス改革・行政見える化改革を推進することによって、「国際的に世界一の評価を受け、「国民に開かれた電子政府・電子自治体」を実現する。」という目標が謳われている。これまでの電子政府政策に関する政策では、ITの利用が前面に出されていた。しかし、行政窓口改革では、従来から存在する行政の窓口やコンビニにおけるキオスク端末の利用なども視野に入れた改革案が示されている。また国際的なランキングで隣国の韓国が世界一を獲得するなど、日本の電子政府政策の進展に遅れが見られるようになったことにともない、国際的な評価も改めて獲得すべく、行政情報システムの統合化や業務改革の実現、国民電子私書箱の整備、電子政府構築の推進体制の強化などが具体的な方策として示された。ただし、その内容自体は前の戦略を引き継ぐもので、必ずしも新規性を持つものではない。この後、民主党を中心とした政権交代が起き、情報通信戦略も改めて策定し直される事態が起き、電子政府に関する内容にも大きな変化が見られることになる。

2-2-6 新たな情報通信技術戦略

2009年8月に民主党政権に変わり、その9ヶ月後に発表された「新たな情報通信技術戦略」は、一つ前の自民政権下での「i-Japan2015」の策定から1年未満という短期間での改定ということもあってか、大きな施策内容の変更はなかった[55]。電子行政に関しても、i-Japan2015と同様、目標の1番目の項目に書かれている。その具体的内容も、主に2020年までに行政手続のワンストップ化の実現と行政の見える化の実現が掲げられており、過去の戦略と変わりはない。ただし、インターネットによる行政情報の情報公開をすることによるオープンガバメントの推進が具体的な方策として明記されている点は新規性がある。オ

オープンガバメントについては、「国民本位の電子行政の実現」に「2013年までに、個人情報保護に配慮した上で、2次利用可能な形で行政情報を公開し、原則としてすべてインターネットで容易に入手することを可能にし、国民がオープンガバメントを実感できるようにする。」との記述があり、抽象的ではあるがその目標が掲げられた。

2011年8月には「電子行政推進に関する基本方針」が出され、その中の「重要施策の推進」において、主に国民ID制度、行政サービスのオンライン利用、オープンガバメントが掲げられている[96]。国民ID制度は、後に税と社会保障に関わる番号制度であるマイナンバーに結実する。一方、この段階に至っても、行政サービスのオンライン化が提唱されているのである。そして、同年に更に、新たな情報通信技術戦略を受けた「新たなオンライン利用に関する計画」が策定された[97]。行政手続のオンライン化については、それまでと同様に、計画を策定して、施策を推進することとされたのである。行政情報の公開・提供は、つまりはオープンデータの推進であり、実際にその取り組みがなされていくことになり、議論を先取りすれば、政権に返り咲いた自民の安倍総理の下で発表される情報通信戦略においては特に重点的に扱われるテーマとなる。国民の意見の収集と政策形成過程への参加については、「電子行政推進に関する基本方針」が出される前の2010年2月から3週間、経済産業省が国民からの意見募集サイト「経済産業省アイデアボックス」を開設し、IT政策に関する意見募集を行っていた。さらに、同年4月からは文部科学省が学校・家庭・地域の教育現場の声を集め、熟議を通じて教育政策を創り出すことを目指し、Webサイト「熟議カケアイ」を開設していた。この時期には国民の政策形成過程への参画を目指した取り組みが模索されていた。しかし、これらの取り組み以降は、意見募集や政策形成過程への国民の参加に関する取り組みの影は薄れ、日本政府におけるオープンガバメントの取り組みは、いわゆるオープンデータの推進へと傾斜したものとなっていく。そこで発表されたのが、2012年の「電子行政オープンデータ戦略」である[98]。「電子行政オープンデータ戦略」では、その策定理由に関して、「「新たな情報通信技術戦略」及び「電子行政推進に関する基本方針」の趣旨に則り、オープンガバメントの推進に当たっては、公共データは国民共有の財産であるという認識の下、公共データの活用を促進するため取組に速やかに着手し、それを広く展開することにより、国民生活の向上、企業活動の活性化等を図り、日本の社会経済全体発展に寄与することが重要であるため、公共データの活用促進のため基本戦略として、「電子行政オープンデータ戦略」を以下のとおり策定する。」と記載がされている。この文章からも明らかなように、新たな情報通信技術戦略や電子行政推進に関する基本方針を受けて、オープンデータ推進のための戦略が策定されることになったのであり、オープンガバメントの取り組みは日本においてはオープンデータの推進に集約されることになっていったと言えよう。2012年12月からは、「電子行政オープンデータ実務者会議」が組織され、この場で具体的なデータの公開方法や活用方法が検討されている[99]。

2-2-7 世界最先端 IT 国家創造宣言

2013年5月に、世界最先端IT国家創造宣言が閣議決定された[74]。世界最先端IT国家創造宣言において、「目指すべき社会・姿」のひとつに「公共サービスがワンストップで誰でもどこでもいつでも受けられる社会」がある。これまで日本の電子政府政策において常にその実現が目指されてきたワンストップサービスの実現が改めて目指すべき社会・姿として定位されたのである。また「目指すべき社会・姿」のもう一つの「革新的な新産業・新サービスの創出と全産業の成長を促進する社会の実現」の中の最初の項目には、「オープンデータ・ビッグデータの活用推進」が謳われている。目次からもわかるように世界最先端IT国家創造宣言では、オープンガバメントではなく、オープンデータが前面に押し出されるかたちになっている。ただし、ここでも公共サービスのワンストップでの提供が項目として掲げられており、この点については従来の電子政府政策を引き継いでいると言える。オープンデータの取り組みについては、政府が保有するデータの整理が行われ、2013年12月には、オープンデータの「データカタログサイト試行版」が公開され、このサイトがデータカタログサイトとして、一時予算の切れ目による中断も挟みながら、現在は本格版として運用が続けられている[100]。電子政府政策に関しては、「利便性の高い電子行政サービスの提供」として、官民協同の利便性の高いサービスの創造、クラウドを活用したオープンな利用環境の整備が掲げられ、「国・地方を通じた行政情報システムの改革」では、2018年度までにシステム数(現在約1500)を半減、2021年度までに原則すべての政府情報システムをクラウド化し、運用コストの3割減、番号制度を導入する行政分野の業務改革及びシステム改革の着実な実施が目標とされた。また「政府におけるITガバナンスの強化」として、IT投資計画を2014年度予算から予算編成に合わせて策定・推進、日本版「ITダッシュボード」を整備し[101]、2014年度早期から運用開始、政府IT調達に係る標準化・共通化の推進、技術力評価の見直し等を実施し、調達コストの削減、透明性向上、競争市場の促進をはかるとしている。この世界最先端IT国家創造宣言は、当初e-Japan戦略に比べると、生活重視から産業振興重視へ戦略目標の方針転換がはかられている一方で、電子政府政策の戦略目標に関しては、行政サービスの効率性から利用者の利便性重視へとシフトしている。

2-2-8 世界最先端の IT 国家創造宣言の再改訂

2015年6月に再改訂においては、「目指すべき社会・姿」の項目で「ITを利活用した公共サービスがワンストップで受けられる社会」が追加され、大幅な内容の変更となった[75]。内容としては、「今後は、全ての行政サービスが電子的に受けられることを原則とし、クラウド及びマイナンバー制度の徹底活用により、オープンで利便性の高い公共サービスを提供し、電子行政サービスがワンストップでどんな端末でも受けられる「便利なくらし」社会を実現する。」、「こういった取組に加え、データ駆動型の行政運営に取り組み、革新的かつ透明性の高い電子政府の実現を目指す。今後、政府においては、組織や業務の壁を越えた分野横断的なデータの利活用を含め、データを駆使した行政運営を強化し、政策企画や評価の高度化、サービスの品質向上、行政運営の効率化を図る。」と記載されており、クラウド技術とマイナンバー制度を念頭にした政策であることが見て取れる。電子政

府という用語自体、久しぶりに政府の戦略の中に登場したということもあるが、行政手続のオンライン化ではなく、データ駆動型の行政運営という文脈の中に電子政府を改めて定位し直したという意味でも画期的な改訂になっていると言える。「目指すべき社会・姿を実現するための取組」において、電子政府政策に関わる項目は、「利活用の深化により未来に向けて成長する社会」において、新たなIT利活用環境の整備、ビッグデータ利活用による新事業・サービスの促進、公共データの民間開放(オープンデータ)の推進とし、「ITを利活用した公共サービスがワンストップで受けられる社会」として、安全・安心を前提としたマイナンバー制度の活用、利便性の高い電子行政サービスの提供、国・地方を通じた行政情報システムの改革、政府におけるITガバナンスの強化となっている。今回の改訂において、これまでは同じ項目内で論じられていたビッグデータとオープンデータを切り分け、電子政府政策に関連して、オープンデータの促進に注力することが書かれていることは注目するに値する。

ワンストップサービスの実現については、改めて主張されるところとなっているが、マイナンバーの活用・オンラインでのサービス提供についての利便性の向上・行政情報システム改革・政府CIOを中心としたガバナンス体制の強化と、電子政府に関して一体的な取り組みを図ることが明確にされている。ここでは、自治体の取り組みに関しても、これまで以上に踏み込んだ記述がなされている。これまでの戦略では、電子政府政策はワンストップサービスの実現に傾斜したものとなっており、そこにオープンガバメントやオープンデータの側面が加わってきたというのが一つの理解の方法であったと思われる。その流れを汲んで、ワンストップサービスとオープンデータの両側面を統合的に位置付けたのが現在の日本の電子政府政策であると結論付けられるだろう。しかし、現在においても未だに国民の利便性に関する実感が向上しているとは言えず、マイナンバーの活用に関して難儀を示す人々も多い。

3. 情報政策の失敗事例 (2)

3-1 電子カルテと地域医療連携

3-1-1 はじめに

地域医療連携を進めている日本において、オーダーリングシステムや電子カルテによる医療の情報化は必須なものとなっている。電子カルテを含めた医療情報の共有と標準化は相互運用性実現の手段の一つであり、医療の効率化が課題とされる社会保障においては重要な項目であるといえる。現在、データの利活用が活発化しデータ指向型社会となった現在では、医療情報の価値は増大しておりその重要性も日々増している。しかし電子カルテに関しては普及率が低いこと、標準化がされていないことなど多くの課題が残っているのは事実であり、政府の取り組みについても疑問視されることが多い。今回は電子カルテに関する情報政策を取り上げ、その変遷を述べると共にその問題を述べる。

電子カルテに関する情報政策について述べる前に、現状の電子カルテの普及率に関して述べる。平成29年度の厚生労働省の医療施設調査によると、一般病院における電子カルテシステムの普及率は46.7%(3432/7353施設)であり、病床規模別に見てみると400床以上の病院では85.4%と高い水準であるが、400床以下の病院だと42.5%、とりわけ200床以下の病院に絞ると36.9%と低い普及率となっている。オーダーリングシステムも電子カルテよりも普及が進んでいるものの、一般病院全体では55.6%(4088/7353施設)であり、400床以上の病院では91.4%、400床以下の病院だと51.8%と電子カルテと同様の傾向を示している。このように現在も電子カルテやオーダーリングシステムの普及は不完全な状態である[102]。

3-2-1 IT 基本戦略前の取り組み

日本では医療情報システムの普及は1950年代に始まり、諸外国に比べてかなり早い取り組みであった。当時は事務処理の合理化がIT化の主目的であり、医療情報の標準化は重視されなかった。このようなシステムの普及が医療情報の利活用のための標準化の普及を遅らせたことは否めない。本来ならば、医療行為の最適化や患者情報の適切な管理といった目的で医療の情報化を進めて行くべきであるのだが、日本のIT化はこれとは違った道を歩むことになる。この時代にはまだパソコンはなく、部屋を覆い尽くす巨大な機械としてのコンピュータであった。このようにコンピュータが開発されてもない時点で、すでに医療機関は情報化に取り組んだのである。これには、診療報酬明細書(以下レセプト)という日本独特の医療制度による影響が大きい。日本は、現在まで全ての手術等の医療行為や処置、薬剤や医療材料に1点につき10円の点数がつけられており、医療機関は毎月一人の患者ごとに点数を集計し、細かなルールの下でレセプトを作成して10日までに支払機関に送り、翌月末に報酬が振り込まれる、という流れになっている。10日を過ぎると報酬の受け取りが1カ月遅れることもあり、ほとんどの医療機関では、毎月7日と8日は、職員は徹夜に近い状態で業務をこなしていた。当時は紙のカルテだったので、これらを全部見直して点数を調べ、

罫紙に記入し、そろばんで計算し、書類を作成し、それを10日の午前中に送付するという作業である。このような単なる点数の足し算とごく簡単な条件分岐といった作業は、極めて能力の低い当時のコンピュータでも行うことができた。したがって、コンピュータの導入により、業務時間は短縮し、残業時間や休日出勤が減少した。これは医療機関の経営者にとって、とても大きなインセンティブであり、少々高かろうが、場所をとろうが、各医療機関はこぞってコンピュータ化を進めていった。コンピュータ化といっても、電卓に近い、あるいはワープロに近い装置であるにもかかわらず、60年代後半には、規模の大きい医療機関ではほぼ100%、このレセプトを処理するコンピュータ、通称「レセコン」が導入されるようになった。そして、1970年代には医事会計システムや臨床検査システムなど、部分的な病院内部システムが普及することになる。

また、1980年代、日本の景気の変動と同時に医療制度の破綻危機という問題が明確になり、普及が進んだのがオーダーリング・システムである。医療費の抑制が求められる中、医療にかかわるコストで削れる部分、すなわち、事務経費の大半を占める人件費を削ろうという動きが活発化し、その代替としてオーダーリング・システムの導入が進んだ。オーダーリング・システムとは、紙の伝票を使わずに最初からコンピュータに入力するもので、医事課で入れ直す必要がなくなる。その結果、医事課で入力作業をしていた20数人の職員は不要になり、人件費削減となる。医療費を当面上げない状態でも病院が従来通り運営を続けることができるということで、オーダーリング・システムの導入が進んだ。オーダーリング・システムを導入するためには、医療の現場にコンピュータを置き、伝票をなくすためにコンピュータの画面に入力する必要があった。また放射線の画像については品質を落とせば可能ということで、高い品質を必要としないフォロー・アップの段階等で活用が進んだ。オーダーリング・システムが普及した要因は、医療機関の人員削減、つまり経営状態の改善につながるという経済的なインセンティブだ。このため、導入に数億円かかろうが導入につながった。

その後、オーダーリング・システムの技術を、例えば仕事の合理化や患者への説明の際に活用できないかということで、90年代から開発が始まったのが単体試行システムの電子カルテである。1988年5月厚生省健政局通知により、作成した医師等の責任が明白であればワードプロセッサ等いわゆるOA機器により診療録を作成することができるとされたことから、少数ではあるが、既に電子カルテを採用、紙に転記し保存している医療機関が見られた。しかし、レセコンやオーダーリング・システムに比べると、電子カルテの進歩は非常に遅かった。これは、電子カルテには医療機関にとって経済的なメリットが薄かったためである。もちろん、医師や看護師の労働効率が多少改善し、患者の満足度が向上するというメリットはあるが、医療機関の経営が楽になるという経済的なメリットは薄い。このため、医療機関は高い理想のために自腹を切ってITシステムを導入するということにはならなかった。

1999年の厚生省健康政策局長通達「診療録等の電子媒体による保存について」が出される前は、医療法第24条の解釈を巡って、カルテの記載を紙に限定すべきか、電子化を認めるべきかで議論が行われていた。その後、医師会が折れる形で、厚生省は1999年4月に、診

療録等の電子保存を認める通知を各都道府県に送付した[103]。これまで紙による保存を義務づけていたが、これにより診療録、助産録、医療法上の病院管理、運営記録、調剤録、診療報酬上必要な記録等10種の医療記録のフロッピーディスク、CD-ROM、MO等の電子媒体での保存が可能となったのである。そして、電子媒体で保存する場合、情報の真正性の確保(故意または過失による虚偽入力、書き換え、消去および混同防止と作成の責任所在の明確化)、情報の見読性の確保(必要時肉眼で見読が容易であり、内容を書面に表示できること)、情報の保存性の確保(法令に定める保存期間内は復元可能な状態で保存されること)の3条件(電子媒体での保存3原則)を満たすことが必要とされている。その後、6月には看護料の算定の際の届出要件となっている看護記録についても電子媒体での保存を認める疑義解釈を各都道府県担当課に送付した。このように1990年代半ばに電子カルテやレセプト電算処理システムなどの院内情報システムが急速に普及し始めると同時に、地域や国レベルで電子カルテに蓄えられた医療情報等を共有しようとする基盤構築に向けた動きが既に始まっていたが、現時点において、当時想定されていたほどの発展は見られなかった。

3-2-2 e-Japan 戦略での取り組み

この時代から、経済産業省が主にシステム開発・実証等を行い、厚生労働省が制度改正・普及事業等を実施する政策を取ることになる。厚生労働省の保健医療情報システム検討会は、e-Japan戦略を受けて、2001年12月に「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」の最終提言を策定した[104]。数値目標として、電子カルテにおいては、2006年度までに全国の400床以上の病院及び全診療所の6割以上、レセプト電算処理については、2006年度までに全国の病院レセプトの7割以上に普及させる目標を掲げた。これにも謳われているように医療のIT化は、「21世紀の医療提供の姿を考える際に不可欠の要素」であり「実現すべき具体的な政策課題」とされた。厚生労働省では、医療施設のIT化に向け助成金を基本とした事業をいくつも行うことになる。まず、2000年度の補正予算において90億円をかけ、「病院内情報システム整備促進事業」を行なった[105]。これは医療情報化のために病院内情報システム(電子カルテシステム、オーダーリングシステム、医事会計システム)の導入を促進する目的でシステム導入に係る費用の一部を補助するものであった。この事業を通して、108施設の病院が援助を受けた。その後、厚生労働省では、2002年から2年間に渡り電子カルテの促進政策として「電子カルテ導入施設整備事業」を施行した[105]。これは、電子カルテ導入助成金にて行われ、2002年には124億円をかけ108施設で、2003年には188億円をかけ141施設が対象となった。この後、「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」で掲げた2006年度まで目標を達成すべきと、約5年間で9事業が実施され、合計500億円ほどの予算が使用された[105]。

一方、ITを使った診療情報の地域での共有は全国各地で進められているものの、うまくいかないケースが多いとされている。この状況に対して真っ先に政策的介入をすることを決めたのは経済産業省である。経済産業省は2000年に「先進的情報技術活用型医療機関等ネットワーク化推進事業(電子カルテの共有モデル事業)」が開始され、全国26ヶ所に総予算56億円をもって地域の電子カルテ医療連携システムが構築された。2003年3月に発表された先進的情報技術活用型医療機関等ネットワーク化推進事業事後評価報告書では、利用者の4割

が持続継続の意思があるとの評価であった[106]。しかしこれを裏返すと、6割は事業から撤退する意志があることを意味しており、実際にこれらの多くは5年も経たないうちに休止されていると報道されている[107]。この敗因にはまず地域医療のニーズに合わない技術の押し付け合いとなってしまったことが挙げられる。早期に各地方において様々なベンダーが独自に技術を導入させてしまったため、標準化の観点においても整備が遅れる障害にもなった。また事業開始時の継続性の十分な検討がされずに実施されてしまったことも問題視されている。システム導入における費用もさることながらシステム運用の費用も決して少ないわけではない。システム導入では補助金で何とか実施することができたが、事業維持の計画が曖昧であるため予算的に継続が出来ないことが多いであろう。またシステムへの入力の手間もよく取り上げられる観点である。ユーザーインターフェースの問題や二重入力問題、異なるベンダーやシステム間の非連携・非互換性などは使用者にとっては悩みの種である。また地域医療連携の観点でいうと、連携双方(病院、診療所)のIT導入レベルの差違やITリテラシーの差異、個人情報・プライバシーの問題などもある。

IT戦略本部においては、2001年のe-Japan戦略では医療の情報化に関しては明記がないものの、2003年7月に「e-Japan戦略II」を策定し、医療分野を国民にとって身近で重要な「先導的7分野」に位置付けた[31]。その中で実現したいこととして目指す社会像が描かれており、電子カルテに関する項目では、□電子カルテに生涯にわたる健康状態を国民自らが把握し、健康増進に役立てるための総合的な保健・医療サービスが提供される体制の整備、□患者が複数の医療機関において継続性のある治療を受けられ、専門家の意見も踏まえながら適切な医療機関を選択できるなど、患者基点の医療体制を整備する(2005年までに、保健医療分野における認証基盤を整備するとともに、すみやかに電子カルテのネットワーク転送、外部保存を容認する)、□診療報酬請求業務の効率化及び合理化を進めることにより、医療機関のキャッシュフローの改善を図る(診療報酬請求業務のオンライン化について2004年度から開始し、2010年までに希望する医療機関等について100%対応可能とする)などが記載されている。これらの実現のための方策として、現場の業務の観点において、患者医療情報を医療・保健機関間で連携活用できる仕組みの確立や請求業務オンライン化による診療報酬請求業務の効率化及び合理化の実現等が挙げられ、国民の視点では医療機関についての情報の国民開示する仕組みを構築などが挙げられている。そして、方策実施上の課題と対応として、病名や医薬品等の統一コードの整備や医療関連のセキュリティ・ポリシーや個人情報保護に関するガイドラインの整備など標準化や周辺の法整備に関する課題をあげている。e-Japan戦略IIでは評価をどのようなものにするかについても記載されているが、患者本位の医療が実現や医療の質の向上等が達成されたかどうかや、医療機関がより良質な医療を高い経営効率の下に提供できるようになったかどうかと、評価項目としては抽象的な表現でまとめられているものとなっている。

その後、e-Japan重点計画2004[87]では、電子カルテの普及促進が明記された。具体的には、ITを活用した医療情報の連携活用、ITを活用した医療に関する情報の提供、電子カルテの普及促進、レセプトの電算化及びオンライン請求、遠隔医療の普及促進の5つの項目が挙げられている。ITを活用した医療情報の連携活用においては、e-Japan戦略IIと同様、成果目標として電子カルテのネットワーク転送と外部保存等による、患者の医療情報を医療・保

健機関間で連携活用できる仕組みの確立が掲げられ、保健医療分野における認証基盤の開発・整備、電子カルテの医療機関外での保存の容認、電子カルテの連携活用に対応したセキュリティ等に関するガイドラインの作成、電子カルテの連携活用を行う医療機関への支援が具体的な施策として挙げられている。また、電子カルテの普及促進に関しては、「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」の目標に合わせて、電子カルテの普及を2004年度までに全国の二次医療圏の中核的な病院、2006年度までに400床以上の病院及び全診療所のうち6割以上にすることが挙げており、具体的に電子カルテの用語・コードの標準化及び相互運用性の確保、診療情報の電子化など医療分野でのIT利用促進、医療情報化に係る人材育成を実施するとされている。レセプトの電算化及びオンライン請求の普及に関しても述べられており、電算化では2004年度までに全病院レセプトの5割以上、2006年度までに全病院のレセプトの7割以上を、オンライン請求では2004年度から開始し、2010年までに希望する医療機関等に対して100%対応可能にすることを掲げ、医療機関への普及促進、審査支払機関及び保険者における電子レセプトへの対応整備、オンライン請求開始に向けた体制整備を通して診療報酬請求業務の効率化及び合理化を図っている。

2005年2月に発表されたIT政策パッケージ-2005では、医療IT化課題と診療報酬インセンティブに関して述べられており、医療分野においても一層のIT化が求められた[108]。基本的な方針は変わらずに主にIT導入に関するコスト削減について述べられる項目が増えた。電子カルテの普及促進に関しても、これまでと同様に電子カルテの標準化の推進が謳われた後に、新しく電子カルテの導入及び運用に係る負担の軽減として、地域中核病院等にWeb型電子カルテの導入が挙げられ、診療所等の電子カルテ利用を支援する新規事業を2005年度に実施するとしている。レセプトの電算化及びオンライン化の推進に関しても、レセプト電算化の導入コストの低減のための対策やレセプト電算化の導入インセンティブの付与など金銭的なハードルへの対応が見られる。

3-2-3 新 IT 改革戦略

2006年に策定された「新IT改革戦略」では、医療分野への積極的なIT活用に向けて、「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」等为目标に掲げられている[42]。さらに2006年6月には、医療IT推進協議会が発足された。「新IT改革戦略」では、医療分野の情報化の現状と課題について、e-Japan戦略IIの策定以降、先導的7分野の一つとして重点的に取り組んできたところであるが、情報化の状況は未だ低いレベルに止まっているとし、レセプトのほとんどは紙で処理されているため、医療保険事務の高コスト化を招くとともに、予防医療等へのレセプトデータの活用が十分になされていないこと、電子カルテの普及が進んでいない状況にあるとの現状を示している。その上で、個人情報保護及びセキュリティに配慮しつつ、導入コストの低減や奨励策の活用等により、情報化を積極的に進めていく必要があるとしている。また国民医療費の急速な伸びが予想される中、疾病の予防、医療の質の向上と効率化、医療費の適正化を図るためにITによる構造改革が必要不可欠との認識を示した。2006年時点において、「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」で掲げられた目標は達成できず、再度目標設定をし、遅くとも2011年度当初までにレセプトの完全オンライン化をすることに延長修正を行った。医療

機関・薬局と審査支払機関の間のレセプトの提出及び受領について、2006年度よりオンラインで行えるようにすることとし、遅くとも2011年度当初から原則として全てのレセプトについてオンラインで提出及び受領しなければならないものとする(大病院・薬局、中病院、小病院・診療所といった区分により2005年度中に期限を設定)。そして、この頃から熱が入り始めたレセプトのデータベース化とその疫学的活用を推進するために、「医療機関・薬局及び審査支払機関が電子媒体又はオンラインで提供及び受領するレセプトは、全項目が分析可能なデータ形式によること」とされた。また、レセプトのオンラインでの提出及び受領を促進するための奨励策(医療機関に対する診療報酬上の評価等)を2006年度までに導入し、紙又は電子媒体での提出及び受領に対する抑制策(診療報酬の支払い期日の伸延等)を2011年度当初までに順次導入するとし、標準化に関しても医療機関等におけるオンライン化に伴うシステム導入・改変が適正な価格で行われるよう今後販売される全てのレセプトコンピュータへの標準コードの標準搭載化を順次進め、2010年度までに完了するとした。

電子カルテに関しては、統合系医療情報システム(オーダーリングシステム、統合的電子カルテ等)を200床以上の医療機関のほとんどに導入し、業務の効率化、医療安全および診療情報の提供を実現するとし、具体的な数値目標として2008年度まで400床以上の医療施設で、2010年度までに400床未満の医療施設で導入をすることが掲げられた。そして、なかなか電子カルテの導入が進まない小規模な医療機関に対して、低コストで診療情報連携に適した電子カルテ等を用いることで2010年度までに医療連携を図ることが示された。また、個人単位での医療電子データの基盤づくりとして、電子データとして収集される健診結果等の健康情報を個人、保険者等が活用するための基盤(健康情報を管理するデータベース、ICカードを活用した個人による自らの健康情報への参照機能等)の整備を2008年度までに開始し、2010年度までにその普及を推進することも掲げている。医療機関間の診療情報連携、マルチベンダー化によるシステム導入コストの低減を実現するため、システムベンダーは標準的なデータフォーマット及びデータ交換規約の医療情報システムへの標準搭載を2006年度より開始するとした。これらの目標のため、厚生労働省と経済産業省は2005年頃から2007年頃まで様々な実証事業を行い、病院内部のシステムの統合化・マルチベンダー化を図るための院内システム間の情報接続標準化を政策的に推進した。ベンダー間でシステムが接続できないなどの問題の解決に取り組み、院内システムの情報接続は一定の成果があるとされている一方で、病院間の情報接続は未だ達成されていなかった。

2007年3月に厚生労働省が、2001年の「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン」に引き続き、「医療・健康・介護・福祉分野の情報化グランドデザイン」いわゆる「新グランドデザイン」を厚生労働省が公表し、医療IT化に係る総合的施策の着実な実施等を目指した[109]。同年の2007年には、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」が始まった[110]。この頃から厚生労働省と経済産業省に加えて、総務省も医療IT化に事業として介入することになる。この事業は日本の縦割り行政にしては珍しく3省連携事業であったが、その進捗はあまり順調とは言えない状況であった。この要因の一つに医療と介護で共通のIDがないことが挙げられる。レセプトを見ても、医療保険には医療保険のID、介護保険には介護保険のIDが入っているのだが同一人物のものか判断できない。また、検診データに関しても共通IDがないため個人単位で突合

することができない。会社員が受けている労働安全衛生法上の健診は、事業者の責任により事業者によって実施されるため、その情報は社員番号で識別されることが多い。一方、40歳から始まる特定健診は保険者の責任で、医療保険の番号で管理される。これにより労働安全衛生法上の健診と特定健診はそのままでは突合することができない状態であった。結局、このプロジェクト期間である3年の間、参加者自らが健康管理の記録を白紙のノートに入力してもらうという事態になってしまった。その結果、生活習慣病を中心に取り組もうとしているにもかかわらず、あまり魅力のあるものにはならなかった。

3-2-4 i-japan 戦略 2015 と地域医療再生基金

2009年に策定された「i-japan戦略2015」では、三大重点分野に医療・健康分野が含まれ、「地域の医師不足等の医療が直面する問題への対応」と「日本版HER(仮称)の実現」という二本柱が掲げられた[46]。電子カルテに関する記述は、「地域の医師不足等の医療が直面する問題への対応」の中の方策の1つとしての立ち位置となっており、これまでの戦略のような電子カルテの普及そのものを1つの課題とするのではなく、地域医療情報システムの構築のためのインフラ基盤としての立ち位置に変わった。そのため本文中でも「適切な価格で医療機関等における情報処理環境の整備に資するASP・SaaS等を活用した電子カルテシステムや遠隔診療機器等の導入支援等を行い、地域医療連携や健康管理等のための医療機関等の間の情報連携の仕組みを整備する」という記載になっている。また、これまでも重要政策として取り上げられてきたレセプトオンライン化に関しても、この方策の1つに組み込まれており、「レセプトオンライン化の導入に伴う諸課題を解決しつつ、医療機関・薬局等におけるデジタル技術導入の取組を引き続き支援し、レセプト請求審査業務等の医療保険事務の効率化を図る」とこれまで通りの内容となっている。標準化に関しては、「地域の医師不足等の医療が直面する問題への対応」と「日本版HER(仮称)の実現」とともに記述があるがあくまでも方策の一つという記載である。この後のIT戦略本部が打ち出す情報政策には電子カルテの項目はなくなって、電子カルテの普及は主に地域医療再生臨時特例交付金(以下、地域医療再生基金)にて地域医療情報システム事業と共に行われることになる。厚生労働省は2009年度補正予算として、地域医療再生基金を打ち出した[111]。この地域医療再生基金は、救急医療の確保や医師の確保などのために、都道府県が策定する地域医療再生計画に基づく取り組みを支援する事業のことであり、電子カルテ普及を含めた地域医療の情報化はこの地域医療再生基金を基に行われることとなる。しかし、都道府県から厚労省への計画提出の締め切りまでの期間が短く、十分な議論が行われた地域は少ないこと、地域のネットワークの整備ではなく病院施設そのものの建設といった、いわゆる"ハコモノ"を整備する計画が多いなど批判が多かった。2009年から3年間で約5000億円が予算として当てられた。しかし2011年の東北での震災以降、2012年度からは東北地方の復興支援として重心が移った。

その後、地域医療再生基金に代わり、2014年6月に「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)」が成立し、この法律に基づき地域医療介護総合確保基金が策定された[112, 113]。

この地域医療介護総合確保基金は消費税の増収分を活用して各都道府県に設置した財政支援制度であり、高度急性期から在宅医療・介護までの一連のサービスを地域で総合的に確保するため、医療・介護の整合的な計画策定に向けた措置や、医療・介護の実施事業を対象として財政支援を行うものである。具体的な対象事業は、地域医療構想の達成に向けた医療機関の施設または設備の整備(病床の機能分化・連携)に関する事業、居宅等における医療(在宅医療)の提供に関する事業、介護施設などの整備に関する事業(地域密着型サービスなど)、医療従事者の確保に関する事業、介護従事者の確保に関する事業の5分野であり医療分と介護分で分けて予算がつけられている。医療介護総合確保推進法の基本的方向として、効率的で質の高い医療提供体制の構築と地域包括ケアシステムの構築、質の高い医療・介護人材の確保と多職種連携の推進といったことに加え、情報通信技術(ICT)の活用も示されている。また、2015年6月の「日本再興戦略」改訂により、2018年度までに地域医療情報連携ネットワークの全国各地への普及を実現するという目標を受け、地域医療介護総合確保基金を財源として利用していくことになった[114]。この地域医療介護総合確保基金の予算は、2014年の予算から2018年度予算まで医療分ではおよそ4500億円が投じられた。この金額は医療施設そのものの建設やその他の費用も含まれるため、電子カルテ事業にかかった費用ではない。しかし、電子カルテの普及事業が2000年から始まっていることを踏まえると、20年ほど経った現在でも電子カルテが普及しておらず、今もなお予算が注ぎ込まれている現状は問題視せざるを得ない。

3-2-5 縦割り行政の失敗

これらの縦割り行政が上手く機能しなかったことが窺える顕著な事例に「3省4ガイドライン」が挙げられる。「3省4ガイドライン」は厚生労働省、経済産業省、総務省の3省が出している4つのガイドラインの総称である。具体的には、厚生労働省が定めた「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」、総務省が定めた「ASP・SaaSにおける情報セキュリティ対策ガイドライン」および「ASP・SaaS事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン」、経済産業省が定めた「医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン」を指す。事業者が電子カルテをはじめ、電子化された医療情報をパブリッククラウドなどに外部保存する際に必要な事項をまとめたガイドラインが必要である。しかし、「3省4ガイドライン」のために、クラウド環境で医療情報システムサービスを提供する事業者(開発会社やデータセンター、クラウド事業者など)は、これらすべてのガイドラインの対策項目を満たす必要が求められているのである。

この「3省4ガイドライン」のベースとなっているガイドラインが、厚生労働省の「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」である[115]。2005年3月に第1版が発行された。その後、1年もしくは2年に1度改定されており、2017年5月末には第5版が発行された。対象を病院、診療所(一般、歯科)、薬局、助産所、訪問看護ステーション、介護事業者、医療情報連携ネットワーク運営事業者等とし、これら組織で扱う医療・介護情報システムを運営するための組織体制や設置基準、外部委託時に外部事業者と定める内容などを提示している。具体的には、電子的な医療情報を扱う際の責任のあり方や情報システムの基本的な安全管理、診療録と診療諸記録を外部に保存する際の基準、運用管理などに

について定められている。さまざまな要求項目などに対して、その考え方、最低限実施すべき対策、さらに推奨される対策などが示されている。この厚生労働省の「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に対して ASP(Application Service Provider)・SaaS(Software as a Service)事業者の観点から追加・補強したものが総務省の 2008 年 1 月に「ASP・SaaS 事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン」である[116]。医療情報の処理を ASP・SaaS で提供する事業者や団体などを対象とするもの(ただし、医療情報の外部保存のみをサービスとして提供する者は含まない)。ASP・SaaS 事業者が医療情報の処理を行う際の責任や安全管理に関する要求事項、医療機関の管理者との責任分界の考え方や安全管理の実施における医療機関との合意形成のあり方などが示されている。同じく総務省が 2010 年 12 月に策定した「ASP・SaaS における情報セキュリティ対策ガイドライン」は、医療分野に限らず、ASP・SaaS 事業者が ASP・SaaS サービスを提供する際に実施すべき情報セキュリティ対策の指針を示しており、組織・運用および物理的・技術的対策が述べられている[117]。主にクラウド上で稼働するアプリケーションサービスが提供する ASP・SaaS サービスを提供する際に実施すべき情報セキュリティ対策の指針、組織・運用および物理的・技術的な対策などを規定している。事項を提示している。

一方、厚生労働省の「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に対して情報処理事業者の観点から追加・補強したものが 2012 年 10 月に施行された経済産業省の「医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン」である[118]。医療情報を受託管理する情報処理事業者を対象とし、医療情報処理施設や装置の物理的安全対策、装置やソフトウェア、ネットワークの技術的安全対策、人的安全対策などの要求が述べられている。

このような運用し難い状況を鑑みて、総務省は 2018 年 7 月、医療情報を扱うクラウドサービス事業者向けの「クラウドサービス事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン(第 1 版)」を公表した[119]。これにより「3 省 4 ガイドライン」から「3 省 3 ガイドライン」への対応へと変わった。2018 年 5 月 22 日から 6 月 21 日まで実施したパブリックコメント募集を受け、加筆・修正を加えた第 1 版の正式版である。今回のガイドラインは、2010 年に公表された「ASP・SaaS 事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン(1.1 版)」と「ASP・SaaS 事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドラインに基づく SLA 参考例」を見直し[120]、改称したものである。医療向けクラウドサービスが、ASP・SaaS のみならず、IaaS、PaaS などに拡大し、サービス利用形態が多様化したことを受け、ガイドラインの対象範囲を明確化した。特に、具体的な対象サービスとしての EHR(医療連携ネットワーク運営事業者など)や医療情報を含む PHR、オンライン診療サービスなどの位置付けを明確化した。さらに、医療情報を扱う際に事業者が順守すべき総務省のもう一つのガイドラインである「クラウドサービス提供における情報セキュリティ対策ガイドライン」との整合性を取った。これにより、医療情報を取り扱うサービスを提供する事業者は、いわゆる「3 省 4 ガイドライン」から「3 省 3 ガイドライン」へ対応すれば良いことになった。

また、1 カ月間の意見公募では、個人やクラウドサービス事業者などから 19 件の意見が寄せられたという。それらに対する総務省の見解を示すとともに、意見を踏まえて加筆・修正し、第 1 版の正式版とした。総務省と経済産業省は 2019 年度中に、今回公表したガイドラインと経済産業省「医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン」(2017 年 5 月に第 5 版公表)の整理・統合を共催会議で検討する考え。つまり、事業者向けガイドラインを「3 省 2 ガイドライン」としていく予定だ。さらに、厚生労働省の「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」との整合性確保も検討するとしている。

結語

これまで情報政策を取り上げ、そのうちの2つの主な失敗を時代とともに追ってきた。この2つの失敗に共通することは、どちらも世界と比べて先駆的な取り組みであったのにも関わらず、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したため、

将来、起こると予想できた障壁を考慮できなかったことに尽きる。過去の政策を鑑みて、これまでの関係性を考慮して政策や事業者選択をするのであれば、これから急激に発展し複雑化していく情報化社会において世界のトップを掴み取ることはできないであろう。今後、抜本的な情報政策の見直しと先を見通した政策立案を期待する。

脚注・参考文献

- [1] 中村円「情報政策」北川高嗣ほか編『情報学事典』弘文堂,2002, pp.461-462.
- [2] Sandra Braman, “Defining Information Policy,” Journal of Information Policy, vol.1, 2011, pp.1-5.
- [3] 堀部政男「自治体情報政策の課題と展望」『自治体情報政策の課題と展望』労働旬報社, 1985
- [4] 電気通信政策総合研究所編『わが国における情報政策の展開—情報化の理論と施策—』電気通信政策総合研究所, 1991.3.
- [5] 浜田純一「情報政策論への視点—社会情報研究の一場面—」東京大学社会情報研究所編『社会情報と情報日本における情報政策の展開—環境』東京大学出版会, 1994, pp.125-146.
- [6] 砂田薫「情報政策史の時代区分に関する提案—経済産業省と情報産業を中心に—」『日本社会情報学会学会誌』19(1), 2007.3, pp.45-57.
- [7] 「過去の情報施策と情報産業に関する調査・分析について調査報告書」情報処理推進機構, 2004.
- [8] 高橋洋「イノベーションと政治学」勁草書房, 2009.
- [9] 中村清司「コンピューター産業の育成とコンピューター利用の開始」中山茂ほか編『通史』日本の科学技術第3巻』学陽書房,1995,pp.193-212.
- [10] 青木洋「日本の初期コンピュータ開発と国公立研究機関の役割」『横浜経営研究』(横浜国立大学) 第21巻第1-2号, 2000.
- [11] 池田誠一『離陸する情報産業』コンピュータ・エージ社, 1969.
- [12] 小笠原龍三「「通信白書」をめぐって」『ジュリスト』631号,1977.2.15,pp.77-81.
- [13] 岡本剛和「情報通信政策論—二つの転換点と今後の論点—」『情報学研究:東京大学大学院情報学環紀要』84号,2013.3,pp.99-103.
- [14] 神足祐太郎「日本における情報政策の展開—IT基本法以降の政府IT戦略を中心に—」国立国会図書館 情報通信をめぐる諸課題(科学技術に関する調査プロジェクト2014)
- [15] 川本裕司『ニューメディア「誤算」の構造』リベルタ出版,2007,pp.185-200
- [16] 総務庁行政監察局『地域情報化推進施策の総合性の確保に関する調査結果報告書』1997.
- [17] 「高度情報通信社会に向けた基本方針」(平成7年2月21日高度情報通信社会推進本部決定)<<http://www.kantei.go.jp/it/990422ho-7.html>>
- [18] 「第1章 序節1 IT革命」郵政省編『通信白書平成12年版』<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h12/html/C1010000.htm>>
- [19] 山口広文「"IT革命"の世界的展開—アメリカの主導性と日本の対応を中心に—」『レファレンス』51(5),2001.5,pp.43-58.
- [20] 土屋大洋「韓国構造改革のツール」C&C振興財団編『ブロードバンド国家戦略—世界の取り組み—』NTT出版,2003,pp.75-98.
- [21] 「ミレニアム・プロジェクト(新しい千年紀プロジェクト)について」内閣総理大臣決定(平成11年12月19日)<<http://www.kantei.go.jp/jp/mille/991222millpro.pdf>>

- [22] 「第3章情報通信政策の動向(2)九州・沖縄サミット」郵政省編『通信白書平成12年版』<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h12/html/C3712000.html>>
- [23] 「グローバルな情報社会に関する沖縄憲章(仮訳)」外務省ウェブサイト<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/ko_2000/documents/it1.html>
- [24] 第150回国会衆議院会議録第1号平成12年9月21日 pp.2-5.
- [25] 第150回国会閣法第14号
- [26] 武田博之「資料<北大立法過程研究会>IT基本法の立法過程について」『北大法学論集』53(3),2002,pp.761-785.
- [27] 「第1回IT戦略会議・IT戦略本部合同会議議事要旨」IT戦略会議・IT戦略本部合同会議(平成12年7月18日)<<http://www.kantei.go.jp/jp/it/goudoukaigi/dai1/1gijiyousi.html>>
- [28] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「IT基本戦略」2000.11.27.<<https://www.kantei.go.jp/jp/it/goudoukaigi/dai6/pdfs/6siryou2.pdf>>
- [29] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「e-Japan戦略」2001.1.22.<http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/dai1/pdfs/s5_2.pdf>
- [30] 「第14回IT戦略本部議事録」2002.9.18.IT戦略本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai14/14gijiroku..html>>
- [31] IT戦略本部「e-Japan戦略II」2003.7.2.<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/030702ejapan.pdf>>
- [32] 「はじめに」『e-Japan重点計画-2002』2002.6.18.IT戦略本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/020618-1.html>>
- [33] 河野太志「e-Japan戦略IIにおけるオープンソース(Linux)の導入をはじめとしたIT利活用のポイント(インターネット時代のCOBOL活用セミナー~COBOL資産を活用したXML/Linuxによる新システム構築~発表資料)」2003.12.COBO Consortium ウェブサイト<http://www.cobol.gr.jp/knowledge/material/031211_report/01.pdf>
- [34] 「第15回IT戦略本部議事録」2002.11.7.IT戦略本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai15/15gijiroku..html>>
- [35] 岸曉「第15回IT戦略本部資料5：e-Japan戦略の見直しの方向性について」2002.11.7<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai15/15siryou5.pdf>>
- [36] 「第16回IT戦略本部資料7,9：「e-Japan重点計画-2002」に掲げられた施策の進捗状況の調査状況報告概要(2002年秋)」2002.12.9<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai16/16siryou7.pdf>>,<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai16/16siryou9.pdf>>
- [37] 鈴木幸一「第15回IT戦略本部資料6：IT戦略本部の課題」2002.11.7<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai15/15siryou6.pdf>>
- [38] 「第16回IT戦略本部資料10：「事業活動のIT化に係る規制の現状と課題」2002.12.9<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai16/16siryou10.pdf>>
- [39] 「第19回IT戦略本部資料8,10：「e-Japan重点計画-2002」に掲げられた施策の進捗状況の調査状況報告概要(2003年春)」2003.7.29<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai19/19siryou8.pdf>>,<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai19/19siryou10.pdf>>
- [40] 「インフラ作れど魂入らぬe-Japan"苦手"の利用促進が焦点にIPv6や超小型チップに託す」『日経コミュニケーション』381号,2003.1.6,pp.66-67.
- [41] 八木隆「e-Japan戦略の総括と今後のIT政策」『FUJITSU』58(6), 2007.11, pp.472-476<<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jmag/vol58-6/paper02.pdf>>

- [42] IT 戦略本部「IT 新改革戦略—いつでも、どこでも、誰でも IT の恩恵を実感できる社会の実現—」2006.1.19.<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>>
- [43] 「IT 戦略の今後の在り方に関する専門調査会(第 1 回)議事録」2009.2.6.IT 戦略本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kongo/digital/dai1/1gijiroku.pdf>>
- [44] 関口和一「グローバル時代の情報通信産業と政府の役割」国際大学グローバル・コミュニケーション・センター編『未来を創る情報通信政策—世界に学ぶ日本の針路—』NTT 出版, 2010, pp.3-18.
- [45] 「デジタル新時代に向けた新たな戦略 三か年緊急プラン」IT 戦略の今後の在り方に関する専門調査会(平成 21 年 4 月 9 日)
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai50/siryou2.pdf>>
- [46] IT 戦略本部「i-Japan 戦略 2015—国民主役の「デジタル安心・活力社会」の実現を目指して—」2009.7.6.<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/090706honbun.pdf>>
- [47] 「デジタル新時代に向けた新戦略の策定について全治 3 年の経済危機からの脱却」内閣官房 IT 担当室(平成 21 年 2 月 6 日)
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kongo/digital/dai1/siryou4.pdf>>
- [48] 中村伊知哉「中村伊知哉のもういっぺんイってみな!(17):情報通信八策」@IT,2012.9.14.<<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1209/14/news121..html>>
- [49] 奥井規晶「新 IT 戦略」の読み解き方第 1 回なぜ、今、国家 IT 戦略なのか」ITPro,2010.8.16.
<<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20100804/351018/?ST=govtech>>
- [50] 奥井規晶「新 IT 戦略」の読み解き方第 2 回一体どれが本当の IT 戦略なのか(1)」ITPro,2010.8.17.
<<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20100804/351019/?ST=govtech>>
- [51] 原口一博「原口ビジョン」総務省ウェブサイト
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2922795/www.soumu.go.jp/main_content/000048728.pdf>
- [52] 原口一博「新たな成長戦略ビジョン—原口ビジョン II—」総務省ウェブサイト
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2922795/www.soumu.go.jp/main_content/000064871.pdf>
- [53] 原口内閣府特命担当大臣記者会見要旨(平成 22 年 4 月 27 日)
<https://www.cao.go.jp/minister/0909_k_haraguchi/kaiken/2010/0427kaiken..html>
- [54] 産業構造審議会情報経済分科会「情報経済革新戦略～情報通信コストの劇的低減を前提とした複合新産業の創出と社会システム構造の改革～」平成 22 年 5 月
<<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1052065/www.meti.go.jp/committee/summary/ipc0002/report05.pdf>>
- [55] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「新たな情報通信技術戦略」2010.5.11.
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/100511honbun.pdf>>
- [56] 「企画委員会の設置等について(案)(IT 戦略本部第 52 回会合資料)」2010.3.19.IT 戦略本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai52/siryou2.pdf>>
- [57] 富岡秀夫「ICT 分野における新たな戦略について」『電気通信』765 号,2010.10,pp.2-10.
- [58] 「(3)国民 ID 制度の導入」総務省編『平成 23 年版情報通信白書』
<<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h23/html/nc351130..html>>
- [59] 河本敏夫「国民 ID 制度とは」ITPro,2010.11.4
<<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Keyword/20101102/353721/>>

- [60] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「新たな情報通信技術戦略工程表」平成 22 年 6 月 22 日決定<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/dai54/siryou1.pdf>>
- [61] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「新たな情報通信技術戦略工程表」平成 23 年 8 月 3 日改訂<http://www.e-gov.go.jp/doc/pdf/110803_koutei.pdf>
- [62] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部「新たな情報通信技術戦略工程表」平成 24 年 7 月 4 日改訂<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/120704_siryou1.pdf>
- [63] 安倍晋三「第 1 回産業競争力会議の議論を踏まえた当面の政策対応について(第 3 回日本経済再生本部配布資料)」2013.1.25.日本経済再生本部ウェブサイト<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/dai3/siryou03.pdf>>
- [64] 「IT 戦略起草委員会について」(平成 25 年 3 月 28 日高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部長決定)
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kisou/dai1/siryou1.pdf>>
- [65] 日本再興戦略 -JAPAN is BACK
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf>
- [66] 「世界最先端 IT 国家創造宣言について」平成 25 年 6 月 14 日
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20130614/siryou1.pdf>>
- [67] 二宮清治「新「IT 戦略」の概要」『CIAJ JOURNAL』53(10), 2013.10, pp.10-17.
- [68] 内閣官房 IT 総合戦略室「世界最先端 IT 国家創造宣言改定(案)に対する意見募集について」2014.6.3.IT 戦略本部ウェブサイト
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/boshu/ikenboshu260603..html>>
- [69] 本田正美,須藤修「日本政府における政府 CIO 職の創出過程」『情報学研究:東京大学大学院情報学環紀要』86 号,2014.4,pp.121-142.
<http://www.iii.u-tokyo.ac.jp/wordpress/wp-content/uploads/2014/10/86_7.pdf>
- [70] NTT データ前掲注「電子行政推進に関する基本方針」高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定(平成 23 年 8 月 3 日)
<http://www.e-gov.go.jp/doc/pdf/110803_denshi.pdf>
- [71] 大平利幸「政府における情報システムの調達改革と政府 CIO 制度について」『法とコンピュータ』32 号,2014.7,pp.69-78.
- [72] 奥村裕一「政府 CIO の法的設置の内容と課題」『行政&情報システム』49(4),2013.8,pp.8-13.
- [73] 「新戦略推進専門調査会について」(平成 25 年 6 月 14 日高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定)
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20130614/siryou7.pdf>>
- [74] 「世界最先端 IT 国家創造宣言の変更について」(平成 26 年 6 月 24 日閣議決定)
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20140624/siryou1.pdf>>
- [75] 「世界最先端 IT 国家創造宣言の変更について」(平成 27 年 6 月 30 日閣議決定)
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20150630/siryou1.pdf>>
- [76] 「世界最先端 IT 国家創造宣言の変更について」(平成 28 年 5 月 20 日閣議決定)
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20160520/siryou1.pdf>>
- [77] 「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について」(平成 29 年 5 月 30 日閣議決定)
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/siryou1.pdf>>
- [78] 「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画について」(平成 30 年 6 月 15 日閣議決定)
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryou1.pdf>>

- [79] 経済産業省中部経済産業局「中小企業参入のための IT 利活用による地域活性化方策検討調査報告書」平成 25 年 3 月
<http://www.chubu.meti.go.jp/kikaku/itrikatsuyou_torimatome/2zentai.pdf>
- [80] Yildiz, M. “E-Government Research: Reviewing the Literature, Limitations, and Ways Forward”, Government Information Quarterly 24, 2007, pp.646-665
- [81] Homburg Vincent, Understanding E-Government, Routledge, 2008
- [82] 本田正美「情報社会の進展と電子政府政策の推進に関する考察」, 情報文化学会第 19 回全国大会講演予稿集, 2011, pp.80-83
- [83] 本田正美「日本の電子政府政策に見る「電子政府」の変遷」, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集(4), 2012, pp.487-488
- [84] Yonemaru Tsuneharu, “Electronic government in Japan” In National Electronic Government: Comparing governance structures in multi-layer administrations, Eifert Martin and Püschel Jan Ole(eds.), Routledge, pp.136-181.
- [85] IT 戦略本部「e-Japan 重点計画－高度情報通信ネットワーク社会の形成に関する重点計画－」 <<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/010329honbun..html>>
- [86] IT 戦略本部「e-Japan 重点計画-2003」平成 15 年 8 月 8 日
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/ejapan2003/030808honbun.pdf>>
- [87] IT 戦略本部「e-Japan 重点計画-2004」平成 16 年 6 月 15 日
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/040615honbun.pdf>>
- [88] 各府省情報化統括責任者(CIO)連絡会議決定「電子政府構築計画」2003 年 7 月 17 日、2004 年 6 月 14 日一部改定<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/cio/dai9/9siryou2.pdf>>
- [89] 本田正美「「電子政府」の変遷に見る社会環境と政府の情報システムの相互関連」情報処理学会研究報告, 2013, 125(12).
- [90] Montargil Filipe[2010] “E-Government and government transformation: Technical interactivity, political influence and citizen return” In Nixion Paul G., Koutrakou Vassiliki N. and Rawal Rajash,(eds.)
- [91] 早稲田大学電子政府世界ランキング 2005 年～2018 年版, 早稲田大学電子政府自治体研究所
- [92] IT戦略本部「オンライン利用拡大行動計画」平成20年9月12日
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/080916honbun.pdf>>
- [93] 電子政府評価委員会 「平成 18 年度報告書」
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/ithyouka/houkoku/huzoku2.pdf>>
- [94] 電子政府評価委員会 「平成 19 年度報告書」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/ithyouka/houkoku/2007/den_huzoku2.pdf>
- [95] 電子政府評価委員会 「平成 20 年度報告書」
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/ithyouka/houkoku/2008/den_huzoku2.pdf
- [96] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定「電子行政推進に関する基本方針」平成 23 年 8 月 3 日
<https://www.e-gov.go.jp/doc/pdf/110803_denshi.pdf>
- [97] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定「新たなオンライン利用に関する計画」平成 23 年 8 月 3 日
<<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/denshigyousei/dai16/sankou3.pdf>>
- [98] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定「電子行政オープンデータ戦略」平成24年7月4日<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/120704_siryou2.pdf>

- [99] 首相官邸政策会議「電子行政オープンデータ実務者会議」
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/densi/>>
- [100] データカタログサイト「DATA.GO.JP」の本格版<<http://www.data.go.jp/>>
- [101] 内閣官房情報通信技術(IT)総合戦略室日本版「ITダッシュボード」
<<https://www.itdashboard.go.jp/>>
- [102] 厚生労働省「平成 29 年(2017)医療施設(静態・動態)調査・病院報告の概況」
<<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/iryosd/17/>>
- [103] 厚生省健康政策局研究開発振興課医療技術情報推進室 「診療録等の電子媒体による保存について」 <https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/1104/h0423-1_10.html>
- [104] 保健医療情報システム検討会「保健医療分野の情報化にむけてのグランドデザイン最終提言」平成 13 年 12 月 26 日<<https://www.mhlw.go.jp/shingi/0112/s1226-1a.html>>
- [105] 厚生労働省「医療施設等施設・設備整備費補助金(IT 化関係)について」
<[https://www.wam.go.jp/wamappl/bb11GS20.nsf/0/b4205701ce10825d4925706f001c684d/\\$FILE/2-2.pdf](https://www.wam.go.jp/wamappl/bb11GS20.nsf/0/b4205701ce10825d4925706f001c684d/$FILE/2-2.pdf)>
- [106] 経済産業省「先進的情報技術活用型医療機関等ネットワーク化推進事業 (平成 12 年度補正事業)事後評価書」平成 15 年 3 月
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/hyouka/dai10/10siryu2_1_2.pdf>
- [107] 読売新聞 2006 年 8 月 13 日記事
- [108] IT 政策パッケージ-2005 ― 世界最先端の IT 国家の実現に向けて ― 平成 17 年 2 月 24 日 IT 戦略本部決定
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/050224/pac.pdf>>
- [109] 医療・健康・介護・福祉分野の情報化グランドデザイン 平成 19 年 3 月 27 日 厚生労働省<<https://www.mhlw.go.jp/houdou/2007/03/dl/h0327-3b.pdf>>
- [110] 経済産業省「健康情報活用基盤構築のための標準化及び実証事業」平成 20 年度成果報告書(概要)平成 21 年 3 月<https://www.accenture.com/jp-ja/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/Microsites/Documents9/Accenture-HPSV-Meti-Microsite-2-1-Word>
- [111] 厚生労働省 地域医療基金
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/saiseikikin/index..html>
- [112] 地域医療介護総合確保基金
<<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000060713..html>>
- [113] 厚生労働省医政局地域医療計画課「平成 30 年度地域医療介護総合確保基金について」(平成 29 年度医療計画策定研修会) 2018.2.9<<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000194587.pdf>>
- [114] 「「日本再興戦略」改訂 2015―未来への投資・生産性革命―」平成 27 年 6 月 30 日
<<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf>>
- [115] 厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第 5 版」平成 29 年 5 月<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-SeisakutoukatsukanSanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000166260.pdf>
- [116] 総務省 ASP・SaaS の情報セキュリティ対策に関する研究会「ASP・SaaS における情報セキュリティ対策ガイドライン」平成 20 年 1 月 30 日
<<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/07/dl/s0730-18l.pdf>>
- [117] 総務省「ASP・SaaS 事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン第 1.1 版」平成 22 年 12 月<http://www.soumu.go.jp/main_content/000095031.pdf>
- [118] 経済産業省「医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン」(平成 24 年 10 月 15 日経済産業省告示第 228 号)平成 24 年 10 月

<http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/privacy/iryogl.pdf>

- [119] 総務省「クラウドサービス事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン第1版」平成30年7月<http://www.soumu.go.jp/main_content/000567229.pdf>
- [120] 総務省「ASP・SaaS 事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドラインに基づく SLA 参考例」平成22年12月
<http://www.soumu.go.jp/main_content/000095028.pdf>

*本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2019年1月17日である。

保健医療用人工知能に関する主要各国の政策状況概要 (仮)

序文

人工知能(AI)の世界的な競争とその様々な分野への影響は著しく、2018年に日本政府はAI戦略実行会議を通じてAI戦略パッケージを策定した。そこでは戦略に関係する構造改革の事例として農業、物流に代わって健康・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は各々の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、実行している。その中で盛んに議論されていることとして、保健医療という政府による規制が他の業界にくらべて強く働く領域においては、AIとの将来を考えるにあたって、その規制・推進にかかわらず積極的な政策的議論は避けられないということである。本レポートは、そういった各国の動きを調査し、今後の日本における保険医療用AIのための具体的政策策定及びその実行の比較対象や検討材料とするためのものである。

各国のAI戦略及び保健医療用AI政策あるいは保健医療データ政策の事例として、AI研究において大きな存在感をみせる米国、NHSを代表に保険医療制度の政策あるいは研究でモデルケースとされることの多いイギリス、米国やイギリスの周縁にある国として自身の路線をさだめるフランスとカナダ、特徴的なガバナンスにより率先して保険医療を視野にいれたAIの政策や制度を定めたシンガポール、近年の躍進著しい中国をとりあげる。それぞれの国について、ここ数年間の政府あるいは議会のAIに関する国家プラン、保険医療を所管する組織による現状の取り組みと今後の方針、及び関連するシンクタンクのレポートを調査し整理した。

調査の結果、各国が保健医療の将来においてAIあるいはデータを重視していることがわかった。また保健医療用AIそのものを国家戦略とされているかどうかは国によるものの、AIあるいはデータの将来については、制度、倫理なども通じて保健医療上の問題と密接に関係しうる重要なものとして捉えられていた。そのため、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も展開されており、同じような主張であってもその背景や議論の経路が異なる可能性があった。

日本は、現状の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、将来性をふまえた上で、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ふまえた包括的な政策議論を今後展開していくことが期待されている。今回調査した各国は、いずれもそれ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ところも多く、彼らの動向と日本における医療、ITの政策及びその現状を踏まえることでより効果的な政策立案が期待できるのではないかと。

2018年12月31日

NPO 法人 STeLA Japan 奈須野文槻(リサーチャー)

要旨

保険医療用の AI の政策議論にいたる経緯においては、ICT 技術の応用先としての視点、国内の保健医療における課題解決の視点、既存の医療・生物統計学あるいはデータサイエンスの一分野としての視点などがその中心となる。各国はその国ごとに、従来の政策の議論や国内外の情勢を踏まえて議論していた。また保険医療用 AI の国家戦略及び政策における捉え方も、それぞれの政策の議論を反映して大きく異なっていた。

アメリカは公衆衛生・保険政策の視点からだけではなく、病院経営を含む保険医療用ソフトウェア、研究データベース構築といった ICT を強く意識した異なる視座からも盛んな議論がおこなわれてきており、現行の保健医療データの政策議論についても同様であった。アメリカには過去の多くの医学研究のデータが蓄積されていることから、データサイエンスを通じた広い視野からの施策が目立ち、その一分野として AI としても考えられるような ICT システム、ソフトウェアの開発へ取り組んでいた。

イギリスは、保健医療用 AI 戦略及び方針について他国と比較しても高い精度と具体性を持って議論、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、国策としてそういった連携をすすめ倫理的なガイドラインを自ら設定しそのプロダクトを実行にうつしている。またその特徴として、国と地域の公衆衛生・保険政策のレイヤーを強く意識した、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。現実には NHS との連携のもと一部のスタートアップによる保険医療用 AI を、国内でサービス提供、実証実験のプロセスにうつしていることからそれが伺える。

フランス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 政策がすすんでおり、とりわけ医療に重点を置いている。一方でその決定プロセスは当該資料の調査からは不透明であった。その戦略及び政策に基づいた実際の取り組みは今後展開していくものと思われる。

カナダの AI 一般に対する戦略については、国家政策と州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中心となっていた。保健医療等といった個別の分野への重点的な投資や具体的な制度議論ではなく、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を重視していた。各ファンディングエージェンシーは、個別に保健医療と AI の領域についての新しい研究資金を設定しており、今後その具体的な研究開発計画が決まっていくものと思われる。

シンガポールはイギリスとは異なる、IT 主導の立国という観点から AI に関する戦略や制度が高い精度で議論されている。人材育成や議論のための組織体制についても参考になる取り組みが多く、国民・国営企業・民間企業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。

中国は国の産業としての諸外国と競争するための医療、国家間のレイヤーを重視している。中国は政策において、Alibaba や Tencent に代表される民間企業主導の取り組みを中心に据えたことが特徴的である。民間企業が各地域において、研究開発と実証実験を行っている。

諸外国各論

1. 事例(1) アメリカ

1-1 アメリカ合衆国保健福祉局

アメリカ合衆国保健福祉局(HHS)はアメリカの保健福祉サービス及び、科学の安定的かつ持続的な発展による米国民の保険福祉の向上を図ることを目的とする米国連邦政府機関である。HHS は食品医薬品局(FDA)及びアメリカ国立衛生研究所(NIH)の所轄機関である。¹NIH の方針については後述する。ここでは HHS の研究に限らない保険医療用 AI に対する取り組みの姿勢、及びその土台となっている方針について説明する。

1-1-1 HHS Information Technology Strategic Plan FY 2017-2020

これは従来の Information Resources Management Plan,2014-2018 を置き換え、FITARA 実行計画²を踏まえた HHS として初の IT の戦略計画であり、2017 年 3 月に発表された。本計画中では「Artificial Intelligence」と AI について特出して触れる記述は見られないが、データ取引やビジネスインテリジェンス³の文脈において、EHR や遠隔医療、患者のモニタリング、ウェアラブル技術といった AI とむすびつけて考えられることの多い技術群を念頭においており、その内容は他国の議論する保険医療用 AI をも十分に射程に捉えていると言える。

戦略の大目標としては、国の保健医療の強化を原則として、イノベーション、カスタマー/ユーザーエクスペリエンスへの注力、情報の品質と可用性、効率、価値を掲げながら、5 つの具体的戦略目標を設定している。そのうち目標 1 は IT 人材、目標 4 はデータの相互運用性や使いやすさ、目標 5 では IT マネジメントの観点から IT 人材やデータの議論だけでなく、それぞれ HHS における人材及び組織体制のあり方について深く議論され、今後の戦略の設定や提案がなされている。そこでこの 3 つに特に焦点をしばって説明したい。

¹ 日下部哲也 米国保健福祉省 HHS の組織構造<<https://www.pmda.go.jp/files/000157800.pdf>>より

² オバマ政権時代の 2014 年に制定された「修正連邦 IT 調達改革法」に基づき制定された実行計画のこと。

³ ビジネスインテリジェンスとは、経営上の意思決定支援ツールなど。例えば病院の会計自動化ソフトウェアなども含まれる。

Figure 1: HHS IT Strategy Overview

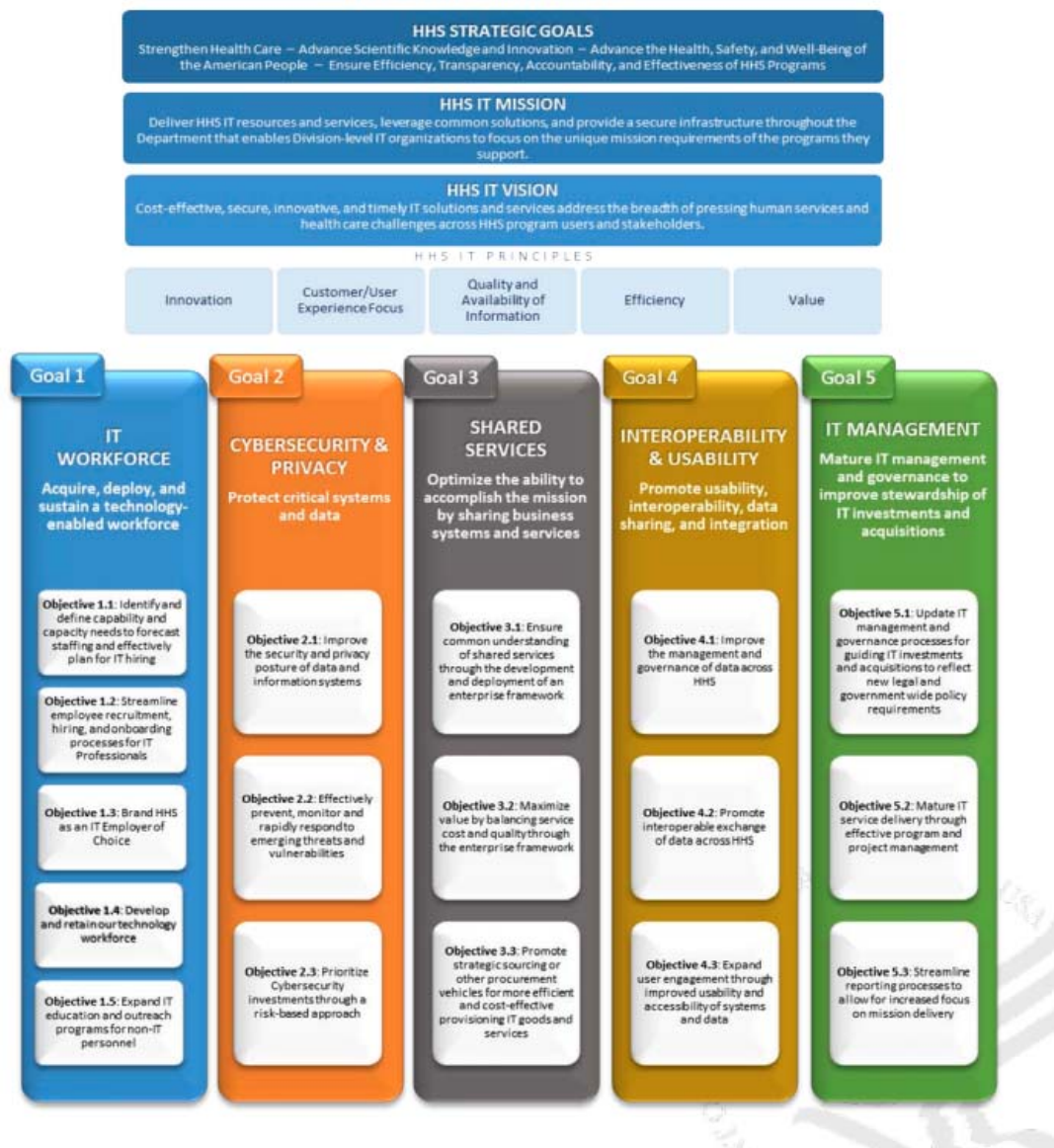


図 1-1. HHS の IT 戦略概観(資料より)

目標 1 は「IT WORKFORCE」と設定され、具体的には技術を可能にするための人材を獲得し、展開し、維持すると説明されている。IT に関する組織のもっとも重要な側面は人だとし、HHS を IT 人材にとって政府系の IT コミュニティのなかでも魅力的なブランドとするとともに(Objective 1.3)、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すすめる(Objective 1.1)としている。また IT に関係しない職員についても HHS のミッションの達成のため生産性向上ツールなどのテクノロジーの活用のための理解を求めている。The Office of the Chief Information Officers(OCIO)と協力しながら内部での IT 教育やアウトリーチプログラムの充実を通じ、HHS 全体の IT への適正を向上させるとしている。(Objective 1.5)

Strategies	Objective 5.1 Management and Governance Processes	Objective 5.2 Service Delivery Maturity	Objective 5.3 Streamlined Reporting
Update policies and governance mechanisms for IT investment, budget and acquisition review and approvals to be consistent with new / updated policies	X	-	-
To implement FITARA, clarify roles and responsibilities at the Headquarters, Operating Division and Staff Division-levels for IT investment, budget and acquisition decision making	X	-	X
Update the integrated governance framework for managing IT investments, budgets and acquisitions to be consistent with new / updated policies	X	-	X
Update Enterprise Performance Life Cycle (EPLC) tools, templates, and training to incorporate innovative, incremental techniques	-	X	X
Update training for IT program and project managers to improve knowledge of innovative, incremental processes and practices	-	X	-
Utilize project costs and schedule dashboards based on bottoms-up data feeds to help communicate IT project health transparently both internally and externally to HHS	-	X	X
Improve coordination of project reporting across HHS administration and management functions and lines of business	-	-	X

図 1-2. 目標5に関する戦略と対応する小目標(p.19)

すでに実行された例としてサイバーセキュリティ部門における教育パイロットプログラムの例が取り上げられている。これはNICE フレームワーク⁴を活用した人材に関する取り組みで、とくに IT 人材のトレーニングとツール及びマテリアル開発に注力したものである。これを通じて、人材の分析やターゲットを絞った採用、人材配置計画、能力の測定、専門的な開発努力、パフォーマンスと人材をマネジメントする計画を、よりよい情報や特性に基づいて実行することが期待されている。

目標 4 では相互運用性やユーザービリティ、データシェアリングやデータの統合を推進していくことが語られている。そのなかで HHS 全体の取り組みを前提としており、データの管理ガバナンスから相互運用性のあるデータ取引などは HHS 全体で取り組んでいく目標 (Objective 4.1、Objective 4.2)であるとしている。

目標 5 では成熟した IT マネジメントとガバナンスによって、IT 投資と IT の購入の管理・受託を改善することを目標としている。そこでは FITARA の体制を強化しながら、HHS の IT に関するリソースや投資をより可視化し、わかりやすくすることで、ミッションの優先事項の接続を強化し、IT と事業のリスクマネジメントや予算のプロセスにおける IT ガバナンス

⁴ アメリカ国立標準技術研究所が設定した、National Initiative for Cybersecurity Education フレームワークのこと

を統合する。加えて、プログラムにおいてリーダーシップを発揮することで情報をよりよく入手し、IT プロジェクトが既存の可能性をひろげるだけでなく、法令を最新のものにしたり経営上の出費を減らしたりすることにおいてもうまくいくように意志決定ができる。

(Objective 5.1)

またプログラム、プロジェクト自身においても、それらを有効的に実行することでより成熟した IT サービスを提供することも目標としている。(Objective 5.2) ミッションを実現すること、行政上の機能、IT の可能性のギャップを埋めることで、HHS が革新的なミッションのアイデアを、革新的なミッションの回答へと変容させていく過程の障害を減らすことができると考えている。またこれらの改善全体により、所轄官庁の企画能力、管理能力そして予算内で需要にこたえる IT プロジェクトを実現する能力が高まるとしている。

HHS の内部ガバナンスとしてはもう 1 点、報告プロセスの流れに無駄をなくして、ミッション提供により重きを置くことを目標としている。(Objective 5.3) テクノロジーに多額のお金が毎年使われる HHS のような組織ではとくに、プログラムやプロジェクトの効果的な報告を通じ、透明性やアカウンタビリティを推進することができる。しかし必要とされている報告は組織における複数の機能に、開発のレベルに始まる複数のレイヤーにおいてまたがっている場合があり、研究室から機関のレベルまで返答を必要とすることが課題である。

それぞれの小目標に対応するように、戦略が設定されている。その中には事業評価ライフサイクルツールの更新やトレーニングの充実化や、マネージャー向けの革新的かつ漸進的なプロセスと取り組みのためのトレーニングが明言されている。

1-1-2 HHS の近年の取り組み.

HHS は 2018 年 6 月に、AI イノベーションのためのアクセラレータを 8 つ選定した。全体としての注力領域は、治療における患者の安全性の改善を見据えて、従来のワクチンと薬剤中心のあり方ではない感染の早期発見や敗血症の発見手法といったものとしている。⁵これにより、公的私的セクターのさらなる投資を呼び込むことが期待される。HHS の新しく BARDA⁶のもとに設定される組織「DRIVE」⁷が監督する。取り組みの狙いはアクセラレータと協力しながら、スタートアップや他の企業が知見をもつパートナーとなり、BARDA の専門家と効果的に協力しながら新しいアイデアについて規制認可へとつなげることだ。

HHS は自身の調達ツールについても、AI を活用した取り組みをしている。BUYMASTER は、公式の調達プロセスをより効率的にするために、AI を用いて契約内容を分析するツールである。⁸HHS に限らず公的機関はこれを用いて調達のプロセスのなかでも、

⁵ HHS Names Accelerators for Artificial Intelligence Innovation, HEALTH IT ANALYTICS
<<https://healthitanalytics.com/news/hhs-names-accelerators-for-artificial-intelligence-innovation>>

⁶ Biomedical Advanced Research and Development Authority のこと

⁷ DRIVE<<https://drive.hhs.gov/>>

⁸ HHS BUYMASTER <<https://www.hhs.gov/grants/contracts/buysmaster/index.html>>、
HHS BUYMASTER JOURNEY: OUR SUCCESSES THUS FAR <<https://www.hhs.gov/sites/default/files/hhs-buysmaster-journey.pdf>>

一般的なものや大量購入などに伴うコストを下げる事が期待されている。⁹プロセスを自動化するだけでなく、契約内容のモニタリングや要旨の共有における活用もありうる。

1-2 アメリカ国立衛生研究所

アメリカ国立衛生研究所(NIH)は、HHS の下にある医学研究拠点である。特徴として NIH に属する研究施設経営だけでなく、研究所外の研究者及び施設での研究についての大型支援予算を運営している。米国のアカデミアにおいては、研究費のかなり大部分をこの NIH のグラント(科学研究費補助金)が占めている。そこで、ここでは NIH の各研究所個別の研究テーマではなく、戦略に係る NIH 全体の AI 及びデータサイエンスにまつわる方針や連携について説明する。

1-2-1 NIH Strategic Plan for Data Science

NIH は2018 年6 月に新たなデータサイエンスに係るストラテジックプランを設定した。そもそも NIH は2014 年にはデータサイエンス専門のアソシエイトディレクターを設置し、Big Data to Knowledge などのプログラムを通じてソフトウェア開発について研究費を投資してきた経緯がある。その範囲は多岐にわたり、データの単純な比較からアルゴリズム開発、ウェブベースのソフトウェアから特定のもののための API のサービス提供から、公的データベースや計算機科学の支援などをこなしてきた。このストラテジックプランの実行のために NIH はさらにリーダーシップを発揮するための役職として NIH Chief Data Strategist を導入した。そして NIH だけでなく HHS の各部門はもちろん、アメリカ国立科学財団やアメリカ合衆国エネルギー省¹⁰や国外の機関及び民間セクターとも連携していくとしている。

本ストラテジックプランでは NIH による研究資金配分を通じて、現在データの増加により急激な変化が起きている生物医科学研究及び医学研究において、データによる価値提供を最大化することをミッションとしている。そのため今後取り組むべきものとしてプレスリリースにて以下のようなものをあげている。

- ・ NIH によって資金提供されたデータセットやデータリソースの見つかりやすさ、相互関連性、相互運用性
- ・ 既存のデータツールとの統合および互換性、そしてそれを踏まえた新規開発
- ・ アカデミアの科学者によって開発された革新的なアルゴリズムやツールが、事業に用いることのできるような産業界に基準に適したリソースとして展開できるほどの普及すること
- ・ データマネジメントコストの増大

同時に現状の課題についてプラン内では以下をあげている。¹¹

⁹HHS “BUYSMARTER”: Modernizing Acquisitions Through Artificial Intelligence and Blockchain
<https://www.ncmahq.org/docs/default-source/default-document-library/presentations/wc18/wc18_g16---hhs---modernizing-acquisitions-through-artificial-intelligence-and-blockchain.pdf>

¹⁰ いずれもアメリカ合衆国連邦政府を代表する大規模グラントを交付する機関

¹¹ プレスリリースとプラン本体において記述の順序、内容が異なるため双方をのせた。

- ・ データマネジメントコストの増大によって、科学者による科学的営みと公衆衛生的な営みをするための NIH の能力が阻害されうる。
- ・ データがサイロ化しており、統合されていない。
- ・ 重要なデータセットが異なるフォーマットで存在している。
- ・ 過去にも NIH は研究資金配分することで取り組みを支援してきたが、それらが目的や評価の期待値からずれてしまってきた経緯がある。
- ・ ツールの開発やデータリソースへの投資はもつれており、それぞれを独立してユーティリティを図ることも価値や効率を最大化することも難しい。
- ・ アカデミアの科学者によって開発されたアルゴリズムやツールの中に、事業に用いることのできるような産業界の基準に容易に適しており、かつ効率も良いリソースとして展開できるものが存在しないこと。

NIH は努力目標(Goal)として5つを設定している。それぞれデータストレージとセキュリティの最適化(Goal 1)、データリソースエコシステムの最新化の推進(Goal 2)、データマネジメント・分析・可視化のより発展したツールを開発し普及させる(Goal 3)、生物医学のデータサイエンスにおける人材育成を強化する(Goal 4)、受託管理責任と持続性を支える適切な政策を実行する(Goal 5)である。とくに人材に係る Goal 4 について説明する。

NIH データサイエンスの人材育成の強化のために、まずトレーニングや新しい仕組みでのデータの専門家やコンピューターサイエンスの専門家の雇用を推進することが述べられている。NHI data fellow プログラムという形でもそれを支え、NIH の Cancer Moonshot や BRAIN initiative といった既存のプロジェクトにもくみこむとしている。また広い視点でも、国の研究労働力での拡大を訴えている。すでに The NLM Institutional Training Grants for Research Training in Biomedical Informatics and Data Science (T15) program¹² という形でそれに相当する人材育成のための研究資金配分がある。今後はさらに大学生、大学院生、ポスドクのレベルで計量と計算についてのトレーニング、また逆にデータサイエンティストに対して生物医学領域のトレーニングをすることを検討している。同時に研究において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のためのトレーニングを NIH の гранトを通じて学生を対象として進めることも検討されている。人材の新規育成以外の部分では、ライブラリアンや情報の専門家を、データサイエンスを通じたソリューションやプログラムに関与させること、人材の多様性をみるためにデータドリブンな手法を用いることを訴えている。

またプランではより広いコミュニティとの関与を達成目標に設定している。NIH は、生物医学の研究のためのサンドボックスを研究者のなかでもコミュニティレッジや非研究機関に所属する人、そして市民科学者にも提供することで、クラウドソーシングを通じた新しい公との関わりや専門家と非専門家のデジタルメディアを通じた新しい相互作用のなかでも

¹²The NLM Institutional Training Grants for Research Training in Biomedical Informatics and Data Science (T15) program
< https://www.nlm.nih.gov/pubs/plan/lrp17/NLM_StrategicReport2017_2027.html >

開発を推進している。今後 NIH はさらに Hack The Pentagon¹³の事例をあげながら、Bug Bounty programs(バグ探し懸賞金稼ぎプログラム)の導入も検討しており、アメリカ合衆国司法省やアメリカ国立標準技術研究所、アメリカ合衆国国土安全保障省、そして民間企業との密接な連携が必要だと考えている。またデータサイエンスをつうじた治療への応用についてヘルスケア事業従事者についてトレーニングのための教材を開発するとしている。

1-2-2 NIH と Google の連携¹⁴

2018 年 7 月に Google が、NIH の STRIDES Initiative¹⁵のパートナーとして提携した。Google はクラウドコンピューティングサービス「Google Cloud」を提供し、そのサービスを通じて NIH によって資金援助がされたデータセットを適切なプライバシーの管理とともに活用できるようにしている。Google はすでに Global Alliance for Genomics & Health¹⁶や the BioCompute Consortium などと連携しており、その連携を活かしながら、産業界のデータへのアクセスや発見、クラウドコンピューティングの基準策定も同時に進めると発表した。こうして研究者の新しい発見を支援するとしている。

1-3 JASON の政策提言「Artificial Intelligence for Health and Health Care」

JASON¹⁷が HHS からの受託のもと作成し 2017 年 12 月に発表した、アメリカ合衆国における医療用 AI の今後についてのレポートである。2017 年時におけるアメリカの保健医療における大きな不満でもある品質とデリバリーというものに着目し、公衆衛生やコミュニティヘルス、ヘルスケアデリバリーが今後 10 年間の AI の技術的な可能性と限界、そして応用例についてまとめたものである。HHS の医療 IT に関する公式情報ポータルサイトにて閲覧できる Artificial Intelligence(AI)をターゲットにした数少ない準政府資料である。

本レポートでは保健医療領域において AI を用いたツールはすでに、スマホにおける健康志向のアプリなどにおいて普及していると説明している。特に、過去の AI をめぐっておきた社会的熱狂とは違い、今回の健康領域における AI の応用は違いをうむとしている。その理由として遺産として受け継がれてきた現行の保健医療システムに対するフラストレーションの高まり、社会におけるユビキタスなスマートデバイスの展開、amazon の商品に例をあげられる家庭用デバイスの普及をあげている。

そうした状況下において本レポートの目的は、HHS への提言を通じて

- ・ 個人のネットワーク機器と AI を用いたツールの合流をレバレッジすること。

¹³ アメリカ合衆国防総省のウェブサイトの脆弱性を探すバグ探し賞金稼ぎプログラム
<<https://www.hackerone.com/resources/hack-the-pentagon>>

¹⁴ Google Cloud の NIH との連携を発表<<https://www.blog.google/products/google-cloud/building-a-global-biomedical-data-ecosystem-with-the-national-institutes-of-health/>>

¹⁵ Science and Technology Research Infrastructure for Discovery, Experimentation, and Sustainability の略語
<<https://commonfund.nih.gov/data>>

¹⁶ 健康情報や診療情報、遺伝学的情報といったデータについて、その世界的な共有の推進とそのためのフレームワークの開発をする組織。

¹⁷ 科学者による政策提言および科学的政策提言の非営利の専門機関。

- ・ それを通じて AI の応用例がつくられ、維持されるような質のいいトレーニングデータを使えるようにすること。
- ・ 見逃されたデータも含めて、大規模なデータ収集を実行する。
- ・ 他の領域での成功にならって、関係する AI の競争をつくること。
- ・ 健康、保健医療領域の AI 応用の限界を知ること。

を達成することとしている。それに合わせて、米国の AI をもちいた健康産業の事例紹介や技術用語の解説にはじまり、最終的に個別具体に向けた政策提言までカバーしている。とくに現状のアセスメントとそれに応じた政策提言について説明する。

現状分析と提言内容は大きく 6 つにまとめられている。一点目は治療現場における AI 応用事例のありかたについてである。標準治療として新しい技術を開発するプロセスにおいては、ピアレビューの研究開発をロバストに実行する。そうすることで、そのプロセスのなかで AI アルゴリズムの当てにならない使い方や AI アルゴリズムがちゃんと検証されず使われることに対してセーフガードを設けられる。また AI による診断を現行のものと置き換え標準とするには、AI を意志決定のための情報支援ツールとして使うのに比べて高い水準での妥当性確認が必要であると分析している。

そこで AI 由来の結果が治療現場で受け入れられるためには厳しい認可の仕組みが必要であり、この準備を支援する必要があると提言している。AI をトレーニング環境とは違う条件化に置いて、そのアルゴリズムのパフォーマンスを評価するテスト、妥当性評価アプローチが具体的には必要であるとまとめている。

二点目は AI と健康や疾患をモニタリングするスマートデバイスの合流である。個人のヘルスを見るためのスマートデバイスによって健康及び保健医療領域での革新的な変化はすでに始まっており、伝統的な診断や治療現場の外において、こういった技術の発展が台頭している状況であると分析している。また将来的に AI とデバイスは現状よりも相互依存したものになり、健康に関する場合でもそれは同じであると考えている。それぞれのモニタリングデバイスやアプリの弱いもののその結果莫大なデータセットがつくられ、それがまた AI を用いたツールの開発につながると考えている。

この状況をふまえてモニタリングデバイスやアプリの活用を強化する AI の応用を活用すべきだとしている。その際にデータの収集と統合を担うデータのインフラストラクチャーの構成、プライバシーと透明性を担保するような開発手法を求めると、そして他国の保健医療システムを観察しその結果失敗と有用なものを探すことなどを提言している。

また高品質のデータセットをベースにした AI アルゴリズムがすでに医療画像において高い精度をしめしている状況を三点目にふれ、トレーニングデータベースを AI を用いたツールの開発のために整備することが必要であるとしている。高いクオリティの臨床におけるデータが利用可能であることアクセスできることが AI の応用において重要であるとしている。AI の応用については、疾患における新しい相関関係の発見やより多くの人に最適な治療を提供

するなどを想定し、データの統合を課題ととらえている。同時に EHR¹⁸をトレーニングデータとして用いる際には厳重に注意する必要があり、その誤った情報や予期せぬ見えない相関要因により結果が意味のないものになりうると喚起している。ラベルのついていないデータから学習する技術を用いて、多様なソースからのデータを用いる時の問題について解決につながる可能性をしめしている。

データベースについての提言では、ラベルされた研究用のデータベースやラベルされていない健康データ双方について開発とアクセスを支援すること、データのシェアをどうインセンティブをつけられるかの調査協力をする、従来のアセスメントを超えるラベルデータで訓練された AI アルゴリズムのアセスメントをすること、データの質・情報(データの複雑性、密度)とサンプルサイズのトレードオフを特徴づける研究をすることについて援助が必要だとしている。健康上の重要なデータギャップについては、それを埋めるための戦略を策定し発展させることを提案している。また AI ツールのために広いデータ収集をフォーマット化したものを自動キュレーションできる手法を開発するべきだと提案している。

四点目は、致命的なデータギャップを埋めることを提案している。トレーニングデータに重大なもれがあると AI を応用してもうまくいかない。また健康状態は、多様な環境暴露と社会行動によって影響されるものである。しかし、AI によるプレジジョンメディシン(精密医療)の技術を応用するため広いデータを集める努力も、現状まだ達していない。

そこで環境暴露のデータを将来性を見据えたクリエイティブな形で収集することを支援するべきだと提案している。その例としては血液のデータ、都市のデータ、またウェアラブルデバイスそのものの開発があげられている。その上でデータを集めて統合するプロトコルと IT 能力を開発するべきだと提案している。

五点目では冒頭に説明したようなクラウドソーシングの動きに触れている。AI コンペの形をとることで、データが広く使われることを推進し、キュレーションの結果よいラベリングがされたデータに基づいた AI が健康領域においても高い能力をしめすことを示すためである。

ここでの提案内容はコンペの支援とパブリックフォーラムにおけるデータのシェアである。

六点目として AI による限界を理解することの重要性を説明している。AI はデータのなかに誤情報が増殖することが原因で害をなす。時には AI を健康目的で応用することへの受容を妨げることもある。その課題について科学コミュニティにおいても、閉鎖的な大規模データについて、透明性の観点や学術的な再生産の視点からはじまったばかりであると説明している。

その現状を踏まえて、深刻な事象を防ぐ仕組みをつくることを提案している。その仕組みが AI を公衆衛生、コミュニティヘルス、ヘルスケアデリバリーにおいて受容されるためには

¹⁸ Electronic Health Record のこと。健康電子記録、電子カルテとも。

不可欠であると考えている。具体的には透明性のあるプロセスと方針を導入して大規模な計算モデルの再現性を担保する取り組みと、専門家、専門機関の関与を通じて誤情報が増えることを防ぐことを提案している。

2. 事例(2) イギリス

2-1 Reform:NHS への提言「Thinking on its own: AI in the NHS」

本レポートはイギリスの保守系シンクタンク Reform がイギリスの国民保健サービス(NHS) への政策提言として 2018 年 1 月にまとめ、発表したものである。レポートのアドバイザーボードには NHS やイギリスの Science Technology Committee の役員がおかれている。NHS の設定しているイギリスの保健医療の課題について AI を通じて解決することが可能であり、Deepmind をはじめとする AI 技術の強みがあることを提言している。

NHS の設定した課題とは、その五カ年計画において設定された 3 つの格差は以下のようになっている。

- ある個人や集団についての疾患リスクを予想することで発生する健康上の格差。及びその格差に対してどう NHS が最適な治療を届けるか。
- 治療とクオリティにおける格差。その格差をどう減らし、AI ツールが医療従事者をどう助けるか。
- 効率と資金投下における格差。資金を投下しても、効率的にうごかないシステムへの問題提起である。医療システムの自動化、患者のセルフケアができるようにすることとシステムをどう効率化できるか。
- それらについて AI を活用したアプローチが格差の解決に有効であるとしている。

また AI の社会的側面、倫理的側面についても意見を述べている。まず AI の活用について賛同者は増えているものの、人々と医療従事者の不安は克服される必要があるとしている。NHS と外部機関においてより多くのデータが共有されることへの人々からの信頼は重要であることを明言している。またデータを正しく得ることについても論じている。現状の保健医療のシステムが紙に依存しているか、あるいは公開規格にそってない IT システムを使用していることは課題であると考えている。そこを改善し、またデータのクオリティを上げることが AI のアルゴリズムの正確性とフェアネスのために重要である。同様に AI を作成する際の倫理面について、NHS のデータに基づいて民間企業がアルゴリズムを作成する際には、長期的にヘルスケア産業にとってためになることを保証しなくてはならないと議論している。保健医療は間違いが個人の生命にかかわるハイリスクな領域である。現行の規制はアップデートされ、AI の活用がよりよいよく、効率的なものになるようにするべきであると論じている。

全体として 16 種類の提案が本資料において提案されている。それは NHS の個別事情にあわせた具体的なものである。とくに人材やその政策に係る部分を抜粋すると

- 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。(Recommendation 1)
- AI システムの調達について明確なフレームワークを NHS England と National Institute for Health and Care Excellence はつくるべきだ(Recommendation 2)

- DQMI¹⁹を義務化(Recommendation 5)
- 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イギリスの保健省と医薬品・医療製品規制庁はつくるべきだ。(Recommendation 16)

2-1-1 NHS の Reform の AI レポートへの応答

NHS は NHS Digital の公式サイト上で、この Reform のレポートに対して応答している。²⁰そこでもレポートと同様に DQMI を重視する姿勢がみてとれる。データクオリティの保証のため DQMI の推進を考えており、今後もフィードバックを期待していると応答している。

NHS Digital ではテストデータを用いて作成した AI アルゴリズムの外挿性、AI による意志決定がどのタイミングで行われるのが患者にとって一番利益であるといえるかなどの点が課題だとして今後克服する必要があるとしている。また健康関連データはパーソナルでセンシティブなので、どのように、いつ使われて公開・共有されるのかについては厳しいルールを設定する必要があるとしている。一方で、ある特定の分野において AI は非常に高い可能性をしめし、NHS にもよい事例はあるとも説明している。

2-2 NHS の取り組み

2-2-1 NHS と Deepmind、Babylon Health の連携

Google に買収された AI 開発企業である Deepmind は 2016 年以来、NHS や NHS トラスト²¹のひとつである Royal Free 病院と協力し Deepmind Health というヘルスケアのための AI 開発の取り組みをつづけている。²²AI を活用した医療従事者向けのモバイルアプリの開発や画像診断アルゴリズムの開発が活発である。

一方で、その活動にはたびたび問題意識がなげかけられている。2018 年 6 月には、政府関係者及び研究者により構成された Deepmind から独立した監査パネル²³よりイギリス中の健康保険サービスが閉鎖的な状態で Deepmind によって独占されていること、透明性の欠如について指摘された。また Bloomberg は同年 11 月にイギリスと Deepmind の間でかわされた契約ややり取りされているデータ、その成果物が Google 全体へと拡張する懸念をしめしている。²⁴現状、Deepmind Health は Google とは分離した状態で進められているとされている。

¹⁹ Data Quality Maturity Index。2016 年 5 月に National Information Board のグループによる臨床データデットのクオリティ向上のための取り組みとして開始。<<https://blogs.bmj.com/quality/2016/12/13/improving-clinical-data-quality-the-digital-health-challenge/>>

²⁰

²¹ 病院機構とも、各病院施設や地域の医療機関を管轄する組織のこと。

²² Deepmind Health <<https://deepmind.com/applied/deepmind-health/>>

²³ DeepMind Health's Independent Review Panel

<<https://deepmind.com/applied/deepmind-health/transparency-independent-reviewers/independent-reviewers/>>

²⁴ Bloomberg より

<<https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-11-21/google-taking-over-health-records-raises-patient-privacy-fears>>

ものの、プライバシーをはじめとするデータの安全性について人々が不安を感じうるのではないかと問題視している。

Babylon Health はイギリス初のチャットボットアプリを開発する企業である。²⁵2015 年より AI チャットボットのスマートフォン用アプリをイギリスにてサービス開始した。現在は NHS と提携し、イングランドにおいて「GP at Hand」を通じて GP サービスの支援と改善に取り組んでいる。また Babylon Health は中国においては Tencent(騰訊控股)と提携し AI チャットボットによる健康支援アプリを提供している。

2-2-2 NHS Health Education England「Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future」

NHS Health Education England(NHS HEE)の 2018 年 6 月に発表された健康教育の観点からの仮レポートであり、今後の調査及びエビデンス収集のためのたたき台となるものである。今後 20 年のゲノム科学、デジタルメディシン、AI とロボティクスによる、患者とヘルスケアの人材への影響力を重大にとらえている。NHS はヨーロッパ最大の世界でも 5 つの指にはいる雇用主であり、120 万人のスタッフを雇っているゆえの責任を踏まえている。このレポートは 3 つのプリンシパル、患者、エビデンス、Gift of time(テクノロジーの adoption に時間を与えること)を中心に記されている。そして NHS HEE はこのレポートを仮のものであるとし、さらなる議論・会話のきっかけとすることをもくろんでいる。今回はとくにその AI とロボティクスに関する項目を説明する。

テーマ 3 として本レポートでは AI とロボティクスを取り上げている。まず AI のフィールドは現在、深層学習を含む機械学習のエリアに現在有名な成果物が集中していることに触れている。レポートにおいて NHS HEE は、最新の注意をはらってデザインされた AI アルゴリズムによって、だいた工程について楽観視してるともいえるが、NHS の生産性を向上させ、診療の流れや公衆衛生への応用を強化するだろうと説明している。AI と関係する領域では医療用ソフトだけでなくハードでの発展も著しく、診療用ロボットの開発が進んでいる。ロボット技術は、ソフトロボティクスや微小手術(マイクロサージェリー)のためのロボットプラットフォーム、発展型のロボット内視鏡、カプセルロボットやウェアラブルロボット(外骨格など)も含む。リハビリ用や認知症当事者を助けるものが目下開発中であることに触れている。

このについて健康教育における今後の取り組みを 3 つのステークホルダー、患者、医療従事者、医療システム全体の視点からそれぞれ説明している。

まず患者からの視点において重要なことは、AI 導入によってバーチャルヘルスコーチが可能になることである。行動科学を盛り込んだものを活用し、患者をナッジして、よりよい生活スタイルや服薬、リスクの軽減につなげることが可能であると説明している。具体的には、

²⁵NHS に対する意見団体である NHS Support Federation より <<http://www.nhsfor sale.info/private-providers/babylon-health.html>>

患者が自分で記述する情報と EHR をパーソナルレコードとして統合することで、長期疾患や長期の状態を自分でマネジメントしやすくなるとしている。またインターネット環境によって、メンタルヘルスに関して問題をもつ人がどこにいても必要なときにセラピーにアクセスできるようになり、そこで自然言語処理が CBT²⁶の強化のため活用されていることに触れている。ロボット技術としては、バイオニックアーム(義手)をあげており、小さいこどもにも使えるような 3D スキャナーとプリンターの活用に触れている。

健康教育をつうじた患者へのアプローチについてレポートでは、患者はつねに最新のデジタルテクノロジーのも最適な使用方法や、どうやってセットアップするかについて教育と技術的サポートがえられるようになってなくてはならないと訴えている。患者教育と患者サポートの改善は、新しい専門家・ロールをつくることや、コミュニティの薬剤師やプライマリ・ケアナース、巡回保健師といった医療従事者のスキルを向上させることを通じて集団をファシリテーションすることで達成できると述べている。

ヘルスケアに携わる専門家については、15~70%の時間を管理業務に費やしていることを述べている。試験薬・試験器具を注文したり、医療記録をコンパイルしたりするような経営管理業務を、AI システムが近い将来のうちにこなすようになるだろうと NHS HEE はみている。こうした AI システムは NHS 全体におおきな生産性の向上をもたらし、ヘルスケアの専門家が、人間にしかできないと患者に思われているような診療行為に集中できる。つまり専門家がインタラクションやコミュニケーションによりおおくの時間をさけるようになるだろうと考えている。

また AI のなかでもとくに機械学習やロボット技術によって、臨床家・治療の実務家がより安全でクオリティの高いケアをとどけることを支援すると述べている。すでに機械学習による早期発見技術は、病院において容態が悪化するリスクのある患者にたいして使われている。深層学習は医療画像、たとえば乳癌や皮膚癌、目の疾患においてはすでにその専門家レベルの成果をしめしている。放射線、病理、眼科はとくによく AI ツールに影響される見込みの高い領域と見られている。しかしながら、影響はすべての医療・治療行為の専門家、実務家に対してあると NHS HEE は考えている。

そこで、すべての臨床現場の者は倫理的基準と AI とともに働くためのやり方を習得しているべき、それはつまりデータキュレーションやデータガバナンスの適切やり方や、診療統計や AI からのレコメンデーションの読み解き方について教育されているべきであるという主張をしている。また NHS はその達成のために、患者と医療従事者の必要とするものを理解し、あらゆる治療の現場状況へとすすんで入っていき、AI システムを目的にあったものとする AI の専門家を必要としていると考えている。

また医療従事者向けの事例も紹介されている。ひとつめは眼の光干渉断層計スキャンを地域の検眼医はおこなわせ、そのスキャン画像を深層学習にもとづくアルゴリズムで糖尿病由

²⁶ 認知行動療法のこと。うつ病をはじめとする精神疾患に対する治療として使われる。

来の視野狭窄網膜障害や加齢黄斑変性を診断しようとする事例だ。結果として眼科医と検眼医²⁷双方にとって有益な結果となったと報告している。

もうひとつの事例は Chief Clinical Information Officer(CCIO)の制度である。2016 年に NHS は、初の CCIO を任命し、その CCIO 制度は NHS トラストに広がりつつあることを説明している。CCIO は患者のアウトカムと患者へのケアの継続的改善における生産性を重視した活動を行っている。CCIO は通常、医師やナースが多いものの、10 年以上の医療従事者としての経験がありそして、医療システムやプロセス再設計についての追加的な経験があることが多いと説明している。

システムの視点においては、現在の AI による適用による効率や生産性の改善のみこみがある例として、病院での患者フローの最適化と予測、現在の調達の費用対効果やその効率をよくしたり、労働力のロジスティクスやサービス設計を強化したりすることをあげている。くわえて AI を公衆衛生上のトレンドを読んだり、ポピュレーションヘルス(集団の健康)の効果がある動きや取り組みをみつけたりすることにもつかえると説明している。

AI テクノロジーを使うことの重要なゴールは、デジタルデータをコミュニティの健康サービスの提供のため統合、分析、パーソナライズすることであり、そうすれば病院における治療など急速に必要ななくなることもありうるとしている。機械の画像認識能力は進歩し、もし慎重に技術が実行されれば、リモートモニタリングと合わせて患者が自身の快適な家から安全にケアをうけることができる。それは同時にスタッフも中央集権的ではない、現代的なヘルスシステムで働くように教育され、トレーニングされることによって可能になる。リモートモニタリングはヘルスサービスが急に必要となることをへらすための手法として、明確に可能性があるかと訴えている。

NHS 自身の強みとして、包括的なデータセットをあげている。AI や機械学習はデータを分析することで、そこに潜在するベネフィットを具体化できる。そこで NHS には高いクオリティーで安全な情報インフラが必要であり、それは同時に人々を巻き込んで作られ、彼らから同意を得られたものでなくてはならないと説明している。そして患者自身由来の情報とそれとは異なるいろいろな健康医療環境で取られたデータを集計し統合できる能力が必要だと訴えている。NHS の現在の取り組みとしてインフラを Local Health and Care Record Exemplar²⁸を通じて集めていること、2016 年から CCIO が NHS に導入し、潮流や将来的な患者の需要に即したユーザーフレンドリーな EHR の導入が進められていることが挙げられる。

よりよい統合された電子健康データセットを用いることで診療におけるリスクを様々な疾患、とくに複雑な疾患でより予測することできるようになる。この手法は、ある特定患者個人のセラピーを準備する時に、個人の需要に即したようによりよく準備することにも使える。加えて機械学習はたとえば老人や複数の健康上の問題をもっているような、「複雑な患者」

²⁷ イギリスにおいて Ophthalmologist は Medical Doctor を所持する目の専門医であり、Optometrist は目の検査を専門とする職種である。ここでは前者を眼科医、後者を検眼医とした。

²⁸ 地域健康医療記録雛形、LHCRE とも。

にもアプローチする手法でもある。彼らのように治験から除外されてしまいがちな人のためのセラピーを見つけることで、その不平等を解決しようとする研究を機械学習によってファシリテートしうることを提案している。

2-3 UK Research and Innovation の医療用 AI への多額投資

英国政府による取り組みである UK research and Innovation(UKRI)が運営している Industrial Strategy Challenge Fund から医療用 AI のプログラムに対して総額 5000 万ポンドを投資することを 2018 年 11 月に発表し、²⁹この投資はより高度な診断やプリシジョンメディシンのために AI を活用するためのイノベーションを進めるためにもちいられる。具体的にはデジタル技術を活用した病理、医療画像、そして AI を活用した施設の立ち上げとネットワーク構築のためにつかわれる。

そのなかでも 1750 万ポンドをオックスフォード大学に投資をすることも同時に発表された。³⁰この投資は「National Consortium of Intelligent Medical Imaging」というコンソーシアムを、オックスフォード大学を中心に形成する取り組みにも使われる。このコンソーシアムはとくに医療画像と診断に注目しており、15 の病院のほかにも地元の中小企業とも連携して、今後の課題である早期診断のスピードと精度の向上などにとりくんでいきたいとしている。

²⁹ <<http://www.oncology.ox.ac.uk/article/oxford-secures-innovate-uk-funding-use-ai-improve-diagnosis>>

³⁰ Oxford University の各部門におけるプレスリリース

<<https://www.nds.ox.ac.uk/news/oxford-secures-ps17-5-million-to-lead-national-ai-healthcare-programmes>>

<<https://www.medsci.ox.ac.uk/news/oxford-secures-ps17-5-million-to-lead-national-ai-healthcare-programmes>>

<<http://www.ox.ac.uk/news/2018-11-06-oxford-secures-%C2%A3175-million-lead-national-ai-healthcare-programmes>>

3. 事例(3) フランス

フランス政府は AI 領域への 15 億ユーロの出資³¹の計画を 2018 年 3 月に明らかにした。これはアメリカや中国のテックジャイアントと呼ばれる企業群による「Brain Drain」³²への対策として説明されている。フランスのもつアセットや障害とふまえて AI 戦略にむけ投資をすすめることが語られた。

このマクロン政権による戦略は昨年度にフィールズ賞を受賞したことで著名な数学者・国民議会議員であるセドリック・ヴィラニ(Cédric Villani)氏によって発表された政府調査³³の結果を受けてのものであるとされている。マクロン政権はフランスの中央集権的なヘルスケアシステムのような公的機関により運営される組織を通じてデータを集めることを推進している。そしてそのデータを通じて AI による効率化と意思決定を行おうとしている。

3-1 セドリック・ヴィラニによる「FOR A MEANINGFUL ARTIFICIAL INTELLIGENCE」

本レポートではフランスの 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、その結果より活動が充実している他国へ人材が流出してしまうことへの懸念を念頭においている。そこで、政府がすすんで AI 開発の努力を傾注させる優先領域を選定する戦略の必要性を訴え、その領域にはヘルス、移動、環境、国防があたると提言している。今回はとくにその医療及び領域選定に係る部分について説明したい。

まず AI 開発においては、領域ごとの公共の利益に合わせたアクセスの開放が重要であると述べている。

³¹ ロイターより <<https://www.reuters.com/article/us-france-tech/france-to-spend-1-8-billion-on-ai-to-compete-with-u-s-china-idUSKBN1H51XP>>

³² 高度技能人材の移動、とくに一部の先進的な場所に人材が集中しようと国外へ流出していくこと

³³ フィールズ賞受賞者ヴィラニ氏による AI に関する報告書

<<http://crds.jst.go.jp/dw/20180522/2018052216023/>>

Possible uses for data of public interest

	Examples of data	Interest for AI
Health	Data relating to general well-being generated by devices connected to the Internet	Pre-diagnosis, assistance in getting patients appropriate treatment, etc
Transport	Data generated by motorway CCTV	Training driverless car prototypes, etc
	Transport data generated by hybrid bikes; geolocation of drivers and traffic speeds	The development of an intelligent and dynamic system for regulating traffic, congestion prediction, etc

図 3-1. 医療と移動におけるデータと AI の活用例と公共の利益について(資料より)

そしてフランス、同時にヨーロッパの AI エコシステムを強化するためには、経済的な比較優位があるもののなかでもニッチをとれるものである必要があるとしている。制限されたリソースを薄く分散投資させるのではなく、短中期的に大きな機会がみこめるセクターに、公的なイノベーション支援は優先してなされる必要があると提言している。

そのセクターがみたすべき条件として以下のようなものがあげられている。

- インパクトの大きさ
- エコシステムの存在
- 最初の段階で「燃料」があること、そして短期以上の長期間にわたってこの「燃料」が使えること。ここでの「燃料」ではファイナンシャルな面は些細であり、かわりにたとえばデータ、ユースケース、ビジネスノウハウ、リソース、フレキシブルな市場、マーケットなどが重要である。とくにデータが大事なファクターで、比較優位を生み出す源泉であるとしている。
- ファイナンスとリソースの存在。公的資金、民間資金が動くようになっていること。また資金と同時に必要な人材もいっしょに動く必要があるとしている。
- マーケットと公開性。フランス内外の公的・私的マーケットで各アクターがノウハウを活用できることも、AI のスケールアップと今後の大きな市場を見据えるために重要であるとしている。
- 領域の二面性と技術ろ過。もしそれまでの努力や投資が特定のあるものに向けられていたとしても、それが後にまた技術ろ過³⁴が担保されるような領域を選べること。
- 国家による弾み。関係するセクターは、国家自身が変革のために大部分において巻き込まれることが必要としている。

³⁴ ある分野での技術が、急激に他のものへ動かすことが可能であること

以上によって健康、移動、環境、国防が注力すべき4領域であることが、明確に言えると説明している。

その4領域についてレポートでは、現状の課題をまとめて以下のように述べており、これらによってAIの推進がおくれているとしている。

- ・ 組織的な限界。組織の運営管理体制はAIを活用することができるようにつくられていないことと説明している。それは組織の性質としても見られるものであり、いろいろなミッションを達成しようとする時に課題となりうることを訴えている。
- ・ 歴史的に受け継がれてきた遺産。AIの技術を割り当て適用する際に、そのAIの発展のためからすると好ましくない文化や物事の進め方と対立する事が多々ある。組織の情報システムと搾取的な開発のあり方がそれにあたり、データの収集と公開性のこととなるとプロセスや調達、実行のすべての局面において対立がうまれることを訴えている。
- ・ パラダイムの変更。AIは新しく勃興する需要が解決方法を伴って表出する状況がありうる、そのため重要なニーズと仕様の表現方法は無効のもとなることを訴えている。
- ・ サイロエフェクト。将来的にAIを使用するにあたって、見通しや横断的な思考なしでは将来的なAIの発展と合致しない孤立した環境で、排他的に設計された優先付ありきの仕組みとなってしまうことを訴えている。こうした見通しや思考の欠如は、あるデータのコントロールについて、それを失いたくないという恐れから生まれることも多く、そういった「サイロロジック」をつづけることでデータの流通を大きく阻害する恐れがあることを訴えている。
- ・ セクターの制約に適合したAIのため、対象にしたいデータを集めるプラットフォームがないこと。加えてそれを利用するために必要な計算機資源と実験的運用的アプリケーションを開発するために必要なソフトウェアスタックを提供するプラットフォームが資材としてないことを訴えている。
- ・ AI開発に関係している規制と法的フレームワークが、需要に対して不適切に適合しているように見えることを訴えている。

こういった課題を解決するためにレポートでは、研究機関ネットワークと研究応用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の人材を養成することを訴えている。

4. 事例(4) カナダ

4-1 Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology の取り組み

カナダ上院は Committee on Social Affairs, Science and Technology³⁵は2017年10月31日に、レポート「Challenge Ahead: Integrating Robotics, Artificial Intelligence (AI), and 3D Printing Technologies into Canada's Healthcare Systems³⁶」を発表した。委員会は今後避けることのできない究極的かつ急進的な保健医療サービスの変革について周知至らしめることを目標として設定している。

保健医療サービスに変革をもたらす技術としてレポートは、ロボット、AI、3Dプリンティングの3つを上げている。そしてレポートを通じてそれらの中でもとくにAIについてはカナダにおける先進的な研究の取り組みを資本化し、多様なステークホルダーによる規制やモニタリングの統合のための議論を進めることが喫緊の課題であると連邦政府にもとめている。またレポートではロボットも含めて自動化された保健医療サービスが効率的に成果をさげるためには、連邦政府からの資金援助の必要性を訴えている。

AIの研究開発に加えて、倫理・プライバシーの議論、ホームケアを含むヘルスケアを届ける方法の一新、地方における遠隔ヘルスケアサービス、労働力・教育・トレーニングの最適化、規制における見逃しについても今後は特段注意して議論を進める必要があるのではないかと委員会は述べている。またAI産業界からのヒアリングを通じて、委員会は技術をマーケットに出す際の不満あるいは摩擦、事例として州政府による政府調達の仕事などの問題点の存在を指摘した。

4-2 Canadian Institutes of Health Research の取り組み

カナダの医科学研究にかかわる連邦研究機関 The Canadian Institutes of Health Research(CIHR)³⁷は2018年5月に Collaborative Health Research Projects(CHRP)において、AIへの取り組み・公募を開始することを発表した。CHRPは革新的かつ学際的なコラボレーションを必要とする研究プロジェクトを支援するための取り組みであり、自然科学や工学・技術コミュニティと健康科学コミュニティのそれぞれ参加が必要とされる。また研究成果である知見や技術を利用する人向けにその成果を「翻訳」することにも重点を置いており、そのためアカデミアや研修環境外の関係するステークホルダーも重視していると説明されている。

³⁵ Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology's 2017 report on AI in Health
< <https://sencanada.ca/en/newsroom/soci-challenge-ahead/> >

³⁶ < https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/SOCI/reports/RoboticsAI3DFinal_Web_e.pdf >

³⁷ Collaborative Health Research Projects (CHRP) with a Special Call: Artificial Intelligence, Health and Society
< <http://www.cihr-irsc.gc.ca/e/50922.html> >

2018 年 5 月に発表されたものは Special Call として「Artificial Intelligence, Health and Society」、つまり AI と健康、社会における研究を募集するものである。この取組においては CHRP の枠組みを最大限活用して、The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada、The Canadian Institutes of Health Research、The Social Sciences and Humanities Research Council of Canada(CHRP へは初参加)などの研究基金組織の 3 機関連携での資金提供をおこなうと発表した。総額 2487.5 万ドルが提供され、そのうち 600 万ドルは倫理・法学・社会的影響の研究にわりあてられる。2018 10 月 30 日が応募の締切であった。

4-3 Canadian Institute for Advanced Research の取り組み

カナダ政府及びケベック州、オンタリオ州、ブリティッシュコロンビア州、アルバータ州政府から支援をうけて先端的な科学技術研究とグローバルな研究ネットワークの維持に携わる Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR)³⁸は、脳の発達過程の解明や生化学の研究を含む多分野の研究開発のためにプログラムに加えて AI に特化するために複数のストラテジー、プログラムをそれらとは別に³⁹推進している。

その AI に関する取り組みの基底にあるのが 2017 年に連邦予算にて制定された Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy⁴⁰の推進・実行を担っている。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 4 つの目標(1)カナダから排出する優れた AI の研究者・学位習得者の数を増やす。(2)エドモントン、モントリオール、トロントのカナダの 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をつくる。(3)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を育成すること。(4)AI に関する国家的な研究コミュニティを支援すること。の達成を掲げている。

このストラテジーにおいては保健医療用 AI や農業用 AI といった特定領域に特化した AI の研究開発については名言されていない。しかし、推進委員として名をつらねる研究者のなかにはトロント大学において自然言語処理技術を通じた保険医療用 AI の研究開発にとりくむものもいる。

CIFAR は加えて AI & Society⁴¹という取り組みを推進している。この取り組みは AI システムによって社会へ提起される問題・影響について、イギリスの UK Research and Innovation、フランスの Centre national de la recherche scientifique や NGO などと協力しながらワークショップなどを通じて考えていく取り組みである。問題意識の一つとして、労働市場と雇用の問題、アルゴリズムの規制の考えなどに並べられて医療についても AI によって、現行の制度及び慣行が考え直される機会がきていると説明している。

³⁸ CIFAR <<https://www.cifar.ca/>>

³⁹ CIFAR AI <<https://www.cifar.ca/ai/>>

⁴⁰ CIFAR Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy <<https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>>

⁴¹ CIFAR AI & SOCIETY <<https://www.cifar.ca/ai/ai-society>>

5. 事例(5) シンガポール

5-1 AI Singapore の取り組み

AI Singapore とはシンガポール政府 National Research Foundation(NRF)による、シンガポールの AI の能力を最大化させる取り組みである。⁴²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や AI エコシステムの構築を通じて、世界的にシンガポールを AI の領域において台頭させることを目指している。

NRF を始めとして、シンガポール政府機能のデジタル化をめざす Smart Nation Singapore、シンガポールの経済計画を担当する EDB Singapore、情報通信を担う Info-communications Media Development Authority(IMDA)、健康・保健医療領域における電子化を推進する IHiS やイノベーション推進機関 SGINNOVATE といった政府機関、政府公認機関、準政府機関といったステークホルダーと多数連携している。また研究パートナーとして国内のトップ大学と契約している。

取り組みは多岐にわたり、AI の領域における研究の資金支援や他施設連携研究のための運営支援などから、後述する技術の実践の場である Grand Challenge、人材育成の視点にたった多数の取り組みがある。

とくに人材育成の視点の取り組みにおいて AI for Industry(AI4I)と AI for Everyone(AI4E)は、大学や教育機関を対象としていないという点において特徴的である。AI Singapore は 2018 年 8 月に今後 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プランを発表した。⁴³まず産業化にむけては AI4I を通じて 2,000 人の経営層向けに AI 技術の基礎やデータを応用して用いることを盛り込んだ 3 ヶ月の基礎コースを提供する。またより広い対象として、AI4E を通じて無料で 3 時間の AI とデータサイエンスに関わるワークショップを、10,000 人に提供する計画である。その資金はシンガポールの IMDA の他マイクロソフトやインテルといった企業によって運営されることも明かした。

5-1-1 AI Singapore による AI in Health Grand Challenge⁴⁴

AI Singapore の主導する Grand Challenge の取り組みにおいて、そのテーマとしてヘルス、都市、金融の 3 つが指定された。学際的なチームを支援するため取り組みであり、AI の専門家、ドメインの専門家、政策決定者などがシンガポール国内外より人選され関わっている。ヘルスについてはすでに AI in Health Grand Challenge としてプログラムが実行された。⁴⁵

⁴² About AI Singapore<<https://www.aisingapore.org/about-us/>>

⁴³ Leg-up for AI with moves to develop Singaporean talent
<<https://www.straitstimes.com/singapore/leg-up-for-ai-with-moves-to-develop-singaporean-talent/>>

⁴⁴ AI in Health Grand Challenge <<https://www.aisingapore.org/grand-challenges/health/>>

⁴⁵ AI SINGAPORE AI IN HEALTH GRAND CHALLENGE Challenge Rules & Guidelines

AI in Health Grand Challenge のルールとガイドラインは AI Singapore とシンガポール国立大学によって設定された。この Grand Challenge は AI によるプライマリーケアの強化をテーマとした競争的リサーチファンドとして機能することを目的として設計された。テーマはとくにシンガポールにおける主要慢性疾患の進行、複雑化をとめることと遅らせることがあげられ、主要慢性疾患の例として糖尿病、高血圧、高コレステロール血症の3種類の疾患(3H)があげられていた。

健康で幸福な状態となるためのプライマリーケアを AI によって強化することを通じて、2030 年までにこの 3H を予防することを目標として掲げるにあたって、AI シンガポールはこの取組においては5年以内に患者数で20%の疾患の進行・複雑化の予防という目標を設定した。またこのプログラムは、公的基金にもとづく教育機関である IHLs⁴⁶と A*STAR Institutes⁴⁷に公開されるものとして設計された。

5-2 IHiS の取り組み

IHiS は Integrated Health Information Systems の略称であり、シンガポール保健省の所有する外部組織・企業である。シンガポールのヘルスシステムをデジタル化し、それらを接続そして分析することを推進していくヘルスケア IT 領域におけるリーダーを自称している。⁴⁸とくにシンガポールの大手の公立病院において、電子医療記録に関して患者のケアにおいた先端的な技術を使われているかの国際的ベンチマークである HIMSS EMRAM のステージ6と7を達成するために貢献したことが業績としてあげられている。また IHiS の CEO の Bruce Liang はシンガポール保健省の Chief Information Officer も務めている。

AI に関する自身の主導の取り組みとしては、National HealthTech Challenge 2018⁴⁹において Govtech Singapore やシンガポール保健省に並んで AI Singapore と連携している事例がある。次の TeSA との連携とともに説明する。

5-2-1 IHiS と TeSA の連携

医療用 AI よりも広範であるが、ヘルスケアと IT、ヘルスケアと ICT という文脈から IHiS は人材育成事業を行っている。そこでは IMDA が中心となって Workforce Singapore、SkillsFuture Singapore といったシンガポールの組織と協力しながら行っている IT 技術のス

<<https://www.aisingapore.org/wp-content/uploads/2018/11/AI-Singapore-AI-in-Health-Grand-Challenge-Rules-and-Guidelines.pdf>>

⁴⁶ Institute of Higher Learning のこと。おそらく The National University of Singapore (NUS)、Nanyang Technological University (NTU)、Singapore Management University (SMU)、Singapore Institute of Technology (SIT)、Singapore University of Technology and Design (SUTD)のシンガポールの国立大学群に準国立大学や研究教育機関を加えたものを指す。定義範囲は不明確。

⁴⁷ シンガポール科学技術研究庁(A*STAR)に属する研究機関のこと

⁴⁸ About IHiS milestones <https://www.ihis.com.sg/About_IHiS/Pages/milestones.aspx>

⁴⁹ National HealthTech Challenge 2018 <<https://www.ihis.com.sg/nhtchallenge>>

キルを教育する仕組みである TechSkills Accelerator⁵⁰(TeSA)と IHiS が連携している事例があげられる。

2018 年 3 月にパートナーシップを締結したことを発表した。⁵¹この連携を通じてヘルステックの領域での専門家の優秀な人材プールを国内に引き寄せ、さらに人材開発していくことを目標としている。またこの連携は若手やミッドキャリアの ICT プロフェッショナルのヘルスケア領域などでの雇用を触媒すること、とくにヘルスケアセクターにおいてそのエコシステムの創出に寄与すると発表された。

この連携は先に説明した National Healthtech Challenge の開催へとつながった。この IHiS 主催の National HealthTech Challenge は、医療従事者、研究機関、ハイテク業界を集集しその技術を通じて国内規模の緊急の医療問題を特定・解決しようという試みとして企画されたものである。このチャレンジでは、シンガポール保健省の提示する 3 つの変化

- ・ ヘルスケアを超えてヘルスへ
- ・ 病院を超えてコミュニティへ
- ・ そしてクオリティを超えてバリューへ

をテーマにすると発表された。このテーマのもと、様々な選抜によって IHiS は最大 10 の有望なソリューションを選択し、政策とコンプライアンス、規制および倫理的承認、開発資金の確保、臨床試験のセットアップなど、パイロットプロジェクトの支援を行うことを発表した。

またそのパイロットプロジェクトの結果において価値があると評価された場合、そのソリューションは IHiS と公衆衛生に携わる医療機関の支援を受けて、関連する医療セクター全体の規模へと拡大される。このチャレンジは 3 月に開始され、最終的なショートリストセッションは 2018 年第 3 四半期に実施される予定であった。

同時にシンガポールマネジメント大学での Health Economics and Managemnt のセカンドメジャーを、IHiS と IDMA が連携して設定することも発表された。

5-3 IMDA、Personal Data Protection Commision の取り組み

2018 年 5 月、IMDA によって活動を支援されているシンガポールの個人情報保護を議論する委員会 Personal Data Protection Commision(PDPC)が AI に特化した倫理的基準を設置した。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。そこでこの内容について説明する。

⁵⁰ TeSA

< <https://www.imda.gov.sg/infocentre/about-us/frameworks-and-initiatives/techskills-accelerator--tesa> >

⁵¹ Major Push to Develop ICT Talent for Health Tech Careers、IMDA, IHiS and TeSA

< https://www.ihis.com.sg/Latest_News/Media_Releases/Documents/2018%20Media%20Releases/Major%20Push%20to%20Develop%20ICT%20Talent%20for%20Health%20Tech%20Careers/Media%20Release_Health%20Tech%20Day%20by%20TeSA%2016%20March.pdf >

資料では、データによって推進されるテクノロジーの一部としての AI 技術があることがあげられている。AI の可能性については、生産性を向上、ビジネスの変革、経済成長、人々の生活のエンハンスメントなど多様な可能性をしめしている。AI ソリューションの商業上において開発し、それを応用にむけた問題を分析すると大きく二段階にわかれるとしている。一段階目は AI それ自身のガバナンスを、技術的に中立であるように適切に運用することである。そして二段階目データからアルゴリズムを生成してモデルを選ぶ過程、つまり AI バリューチェーン及びデプロイプロセス(実行プロセス)である。



図 5-1. AI バリューチェーンを説明する図

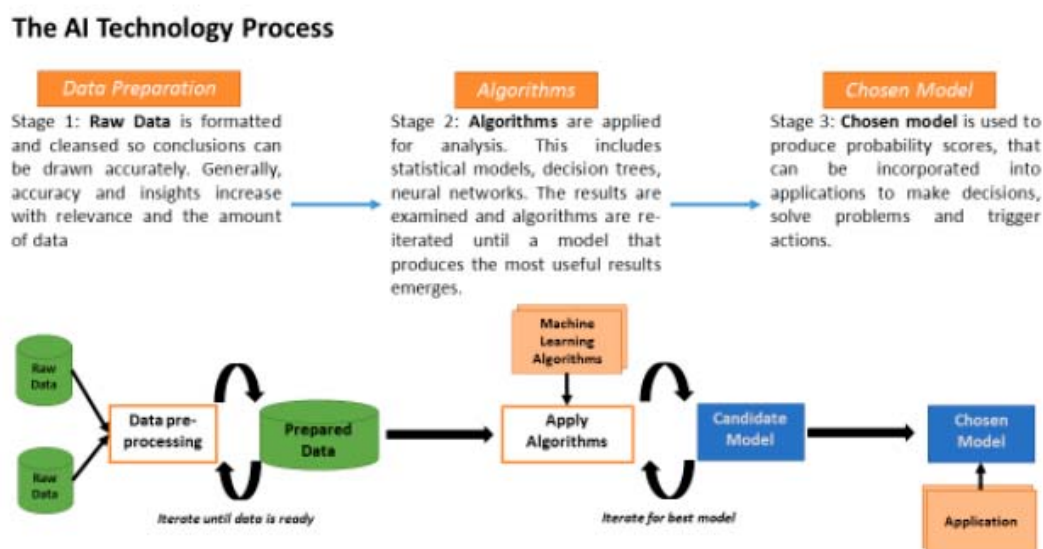


図 5-2. AI のデプロイのプロセスを技術の観点から説明したもの

PDPC は AI 自身のありかたについて「RESPONSIBLE AI」という指針を提案している。ここでは大きくわけて 2 つの柱によって概念を説明している。1 つ目は AI の補助の下、あるいは AI によってなされた意志決定は説明可能、透明性があり、フェアでなくてはならないという点である。2 点目は AI システム、ロボット、AI をつかってできた意志決定は人間中心的であるべきだという点である。この 2 点目には倫理的にいうところの善行原則、あるいは無害原則が原理としてある。ここでの害には身体的、精神的、心理的、経済的なものが含まれ、最小限の害をみとめるにはそれを上回る便益の必要があるとも説明している。

Assumptions	Limits
<ul style="list-style-type: none"> • Technology Neutral: The proposed framework focuses on the design, application and use of technology in contexts affecting individuals without being specific to the AI technology. • Sector-agnostic: The proposed framework should be applicable to all sectors as a baseline standard. This does not preclude specific sectors and organisations to incorporate additional standards above the baseline set out in the proposed framework. 	<ul style="list-style-type: none"> • Legal Liability: The proposed framework does not set out to address or resolve specific questions of legal liability or apportionment of damages or restitution. However, some of the practices advocated in this framework are likely to assist in the management of disputes and ensure the availability of evidence that may be required to resolve such questions.

図 5-3. ガバナンスフレームワークの前提と限界

AI バリューチェーンのあり方とこの指針にもとづいて報告書では、ガバナンスフレームワークを提案している。同時にその 2 種類の前提と 1 種類の限界についてまず説明されている。前提としては技術の中立性とセクターに依存しないことを設定し、そして限界としては法的な信頼性について述べられていないことをあげている。

具体的なガバナンスのフレームワークについて説明する。PDPC はガバナンスフレームワークを 4 段階に設定した。AI ガバナンスフレームワークの目的の設定、組織における適切なガバナンス指標の選定、顧客関係マネジメントプロセスのあり方、意志決定リスクアセスメントのフレームワークの作成の 4 段階である。順を追って説明する。

AI ガバナンスフレームワークの目的の設定は 3 つのプロセスに分解される。まず、説明可能性と検証可能性をみることである。これはニューラルネットのような意志決定の仕組みが難しいような時でも同様であり、AI エンジンの種類は関係ない。最低限、組織は AI エンジンが設定された技術的・倫理的パラメータの範囲の予想内でうごいていることを検証できることが必要である。また説明可能な AI であることを達成するためには、バリューチェーンにおける異なるステークホルダーの役割を考え、それに合わせて説明のありかたを考える必要がある。

2 点目はデータアカウンタビリティのための実践手法である。組織は、データについてまずデータの系統を理解しなくてはならないとしている。データがもともとどこから来て、どのように集められ、キュレートされ、組織のなかで動かされるのか、そして経過とともにどうその制度を維持しているのかがそれに該当する。またバイアスのリスクを最小化するために組織は努力する必要がある。データの正確性やクオリティーは、データセットのなかから、

バイアスが将来的に見つかったりすでに潜在していたりするリスクと関係している。組織はデータのなかにもあるかもしれないバイアスを見つけられるような実践方法を、今後バイアスの問題に取り組んでいけるように採用する必要があるとしている。データの系統のためにも一般的に重要であるのは、データの出処の記録を維持することであると説明している。しかし時には出処の異なるデータがAIのデプロイプロセスモデルやAIバリューチェーン全体に使われ、記録されつづけることもある。こうした要因による第一種と第二種の間違いがなく、意図しない差別被害のリスクがないと消費者が安心できるようにデータアカウンタビリティを考える必要があるとしている。最後に、AIのユーザー企業にとっては、データの準備やモデル作成の段階におけるデータアカウンタビリティと、組織が差別的であったりフェアでなかったり法を遵守してない意志決定をしたりするのを避ける責任概念を同一なものとして扱わないことも大事である。

3点目は透明性である。AIバリューチェーンにおける多様なステークホルダーとのオープンで透明なコミュニケーションは、AIエコシステム全体の信頼を築くために貢献すると説明している。

AIガバナンスフレームワークの2段階目は組織における適切なガバナンス指標の選定とされている。これは規制者の視点か個人の視点から見ても、ステークホルダー同士によっても、ケースによっても指標の選定はかわってくるものだと説明している。ルールベースや機械学習といったAIのエンジン、組織のセクター、意志決定の種類、自動化の程度(例：Man-in-the-loop か Man-out-of-the-loop⁵²)によってもカスタマイズもするべきだ。

指標の選定はガバナンスの観点からと、組織のオペレーションやマネジメントの観点からのものと大きく2分される。ガバナンスの観点からは、3点あげられている。まず組織の内部ガバナンスである。AIを使うことへの責任意識を考え、そのうえで見落としのメカニズムが存在することを前提にして取り組む必要があると説明している。またモニタリングあるいはレポーティングシステムをガバナンス内に組み込み、定期的なレビューの機会を儲ける必要がある。2点目はリスクあるいは危害の緩和に取り組むことである。リスク・インパクトアセスメントを導入するべきだと説明している。AIを実行するにあたり、その候補となるモデルを選ぶ時にもモデルの精度だけでなく、モデルによるリスク・インパクトアセスメントが大事となる。このような倫理的な考慮があるべきだと説明しており、またその考慮におけるリスクやインパクトの見積もりは記録化あるいは資料化しておくべきだと主張している。3点目はAIのデプロイメントやAIによる意志決定が適切であると、その時点における暫定的な結論を出すために定期的なレビューをすることが必要であるとしている。

オペレーションマネジメントとシステムデザインの観点からは4点あげられている。

1点目にあげられているのは、データアカウンタビリティである。データの完全性をはじめ、データが集められたり更新されたりしたのがどれほど最近であるのか、データはコンピューターなどの機械によって理解可能な形式であるかどうか、そしてその集められたデー

⁵² Man-in-the-loop はシステム・プロセスのなかに人の関与を含むこと、人間参加型、Man-out-of-the-loop はその逆。また Man-over-the-loop というシステム・プロセスでは、最終的に人による決定がなされる。

データのソースは何であるのか、データは第一目的で集められたのかそれとも副次目的として集められたのかなど多様な項目についてアカウントビリティが大事である。組織の観点からは、データアカウントビリティについて発生しうる問題について、記録をどうとりそしてどう対処するか書面化しておく必要がある。開発者の観点からは、トレーニングデータの正確性スコアについて考慮し、バイアスのリスクを最小化する必要がある。AIを利用する企業は、第二の正確性スコアとしてオペレーション上で使用するデータやインプットするデータについて検証するべきであるとしている。

2点目に再現可能性、つまりAIが同じシナリオ同じ状況で一貫して動作するかの点である。そのためには再現可能性のアセスメントが必要である。それに加えてたとえもし再現可能でない状況においても、例外の存在がどのように特定され、対処されるのか考えてAIを設計しておく方法もある。再現可能性の測定結果は確認できるようにしておくべきで、またその結果が経過や時間とともに変更するとき、例としては時間を変数にふくむデータである時や、AIが時間に沿って進化していく時、には追加で説明が必要であるとしている。

3点目にはトレーサビリティ、つまり追跡可能性が設置されている。AIにおける監査証跡をつくり、またAIにたいしてブラックボックスレコーダーを設置することでそれが実現される。AIアルゴリズムのアクセスと監査どちらか、あるいは両方を組織のリスクマネジメント機能として設置することを求めている。

4点目にはAIモデルのチューニングについて述べられている。モデルの選択、モデルのチューニングは十分な考慮をともなった決定であるべきで、プロセスや理由は書面化することを求めている。そしてなにより継続的にAIをアップデートすること、AIモデルのチューニングを継続的にすることが重要であると述べている。

指標の選定に続いて、顧客関係マネジメントプロセスのあり方を考えるにあたってPDPCは透明性、インタラクション、コミュニケーションの3つの観点から説明している。透明性の観点からはAIの停止のための方針及び、AIやその意思決定をどう説明するかについての方針を設定することを訴えている。

インタラクションつまり相互交流の観点からはヒューリスティック評価、つまり経験則に基づいたAIのユーザビリティやユーザーインターフェースを評価することと、オプトアウト方式の採用による組織のオペレーション効率の向上が提案されている。

コミュニケーションの観点からは、組織においてフィードバックのための個人向けの窓口を設置することと、意思決定による個人への影響を評価することを求めている。窓口については、それを通じて個人が自身のデータへアクセスすることが可能でありデータの校正をすることができるようなものが特にデータの正確性の担保のためになると説明している。

以上を踏まえて、ガバナンスフレームワークの最終段階として意思決定フレームワークとリスクアセスメントフレームワークの構成にいたるとPDPCは説明している。AIを活用した

意思決定のモデルのありかたとして、**Human-in-the-loop**、**Human-out-of-the-loop** と **Human-over-the-loop** を提案している。**Human-in-the-loop** モデルは、人間の意思決定者が AI を含む知的情報システムによる 1 つ以上の選択肢をもとに、最終意思決定をするモデルである。**Human-out-of-the-loop** は事前にいくつかきまったシナリオに応じてシステムによって自動的に意思決定がなされるモデルであり、現実にも掃除用ロボットなどに採用されており人間による立ち入り禁止ゾーンなどの設定によってシナリオを制限している。**Human-over-the-loop** はシステムによる選択肢を参考にして、人間の意思決定者が自身の判断で意思決定をするモデルであり、地図のナビゲーション機能に近いとしている。

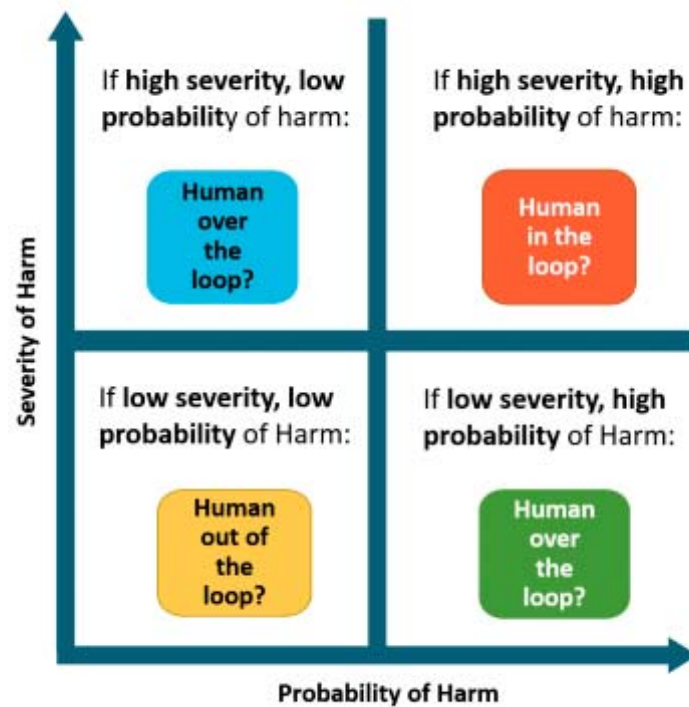


図 5-4: リスクアセスメントフレームワークのための意思決定マトリクス(資料 p.14)

リスクアセスメントフレームワークは上記のような図を用いて説明された。有害事象のリスクに応じて、意思決定のモデルを使い分け可能であることが提案されている。PDPCはこの資料について、こういったフレームワークを様々な組織体での議論の参考にしてもらう目的で作成したと結んでいる。

6. 事例(6) 中国

6-1 次世代 AI 発展計画における取り組み

2017 年 1 月に次世代 AI 発展計画が中国では発表された。これは 2020 年までに AI 産業を中国経済の中心に据え置き、それを通じて中国全体の経済成長のための計画⁵³である。またそれに合わせて 2017 年 11 月に中華人民共和国科学技術部を中心として「次世代 AI 発展計画推進室」が設置された。この組織は「次世代 AI 発展計画」の遂行と AI を活用したイノベーションの実現に責任を負う。⁵⁴科学技術部を筆頭に国家発展改革委員会や財政部、教育部など 15 の部門と、中国科学アカデミーや工学アカデミー、中国科学協会等の AI 専門家や学者を含む関係者 27 名で構成されている。現状の中国の経済の課題として、高齢化や医師不足が国内外⁵⁵からあげられるなか、AI を活用した対策に期待されている。

本計画の特徴として研究開発の予算をつけるだけでなく、政府が民間企業を指名して官民連携体制を率先してとる仕組みがあげられる。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くある。

⁵³ 国务院关于印发 新一代人工智能发展规划的通知

<http://www.gov.cn/jingji/content/2017-07/20/content_5211996.htm>

英語訳は、中国政府の Department of International Cooperation Ministry of Science and Technology(中華人民共和国科学技術部 国際連携部門)発行の China Science Technology Newsletter Sep.2017 号を参照。

<<http://www.cistc.gov.cn/upfile/901.pdf>>

⁵⁴ 日本総合研究所 AI(AI)強国を目指す中国 <<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/rim/pdf/10456.pdf>>

⁵⁵ 世界経済フォーラム AI による中国の医師不足問題の解決は可能か

<<https://www.weforum.org/agenda/2018/09/ai-can-solve-china-s-doctor-shortage-here-s-how/>>

省・市	発表時期	政策名	内容
上海	2017.11	「本市における次世代人工知能の発展推進に関する実施意見」	2020年までに、人工知能応用の中身を絶えず深化させ、人工知能革新応用モデル区を約6カ所建設し、人工知能の深いレベルでの応用を約60カ所で実現し、人工知能応用モデルプロジェクトを100件以上建設する。最先端理論とキーテクノロジーの研究能力を大幅に向上し、一部の重要分野を世界先進レベルにまで引き上げ、人工知能革新プラットフォームを約10カ所建設する。人工知能特色産業クラスターを約5カ所建設し、人工知能革新モデル企業を約10社育成し、人工知能重点産業の規模を1,000億元以上に引き上げる。うち、スマートドライビング産業、スマートロボット産業、スマートハードウェア産業、スマートソフトウェア産業、スマートコアチップ産業の規模はいずれも200億元に到達させる。産業や家庭用電化製品に応用されるハイエンドスマートセンサーの産業化でブレイクスルーを実現し、国内の空白を埋める。2030年までに、人工知能の全体的な発展レベルで国際先進レベルの仲間入りを果たし、世界的な影響力を持つ人工知能発展の重要拠点を初歩的に完成させる。
湖北	2017.11	「東湖ハイテク産業開発区人工知能産業計画」	2020年までに、中国光谷（中国オプティカル・バレー）の人工知能産業の規模を100億元に、波及効果が及ぶ関連産業の規模500億元以上に引き上げる。
重慶	2017.11	「人工知能重要特別プロジェクト説明会」	人工知能重要特別プロジェクトを開始させ、3年以内に全社会のイノベーションの実体から1,000億元以上の投資を誘致し、人工知能の技術革新および応用モデルプロジェクトを進める。
浙江	2017.12	「浙江省次世代人工知能発展計画」	2022年までに、浙江省における人工知能の基礎理論と最先端理論、中核技術、サポートプラットフォーム、革新的な応用、産業発展などの分野で重要な進展を果たし、人工知能の全体的な技術と産業発展のレベルを全国トップレベルに引き上げると同時に、国際先進レベルの仲間入りを果たす。人工知能の核心産業の規模を500億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を5,000億元以上に引き上げる。
吉林	2017.12	「次世代人工知能発展計画の着実な実施に関する意見」	2020年までに、人工知能の核心産業の規模を50億元に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を400億元に引き上げる。2025年までに、人工知能の核心産業の規模を200億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を2,000億元に引き上げる。2030年までに、特色が鮮明で優位性が明確な次世代人工知能・科学技術革新体系と産業発展体系を形成する。
天津	2018.1	「天津市人工知能・科学技術革新特別プロジェクト行動計画」	2020年までに、一連の重要な基礎ソフト・ハードウェア製品を開発し、重要な基盤技術および「切り札」となる製品を100件開発し、国の手配・配置に組み込まれる重要分野を3～5分野に増やし、人工知能・科学技術のリーディングカンパニー10社を育成し、国家級あるいは部・委員会級の革新プラットフォームを2～3カ所建設し、人工知能のソーシャル・イノベーション拠点と人工知能産業パークを1～2カ所設立する。2025年までに、基礎ソフト・ハードウェア、自然言語処理、クロスメディア分析推理技術などのキーテクノロジーおよび一部の応用分野で世界トップレベルの仲間入りを果たし、若干の国家級重大革新基地を建設し、開放的で協力し合う「大知能」革新体系を初歩的に建設する。
遼寧	2018.1	「遼寧省次世代人工知能発展計画」	2020年までに、人工知能技術と応用の一部の分野を国内トップレベルに引き上げ、核心産業の規模を60億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を400億元以上に引き上げる。2025年までに、人工知能の一部の分野の基礎研究とキーテクノロジーで重要な飛躍を果たし、核心産業の規模を160億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を2,000億元以上に引き上げる。2030年までに、人工知能の理論・技術・応用の全ての分野を国内先進レベルに引き上げ、北東アジア人工知能イノベーションセンターを打ち立て、核心産業の規模を400億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を4,000億元以上に引き上げる。
河北	2018.2	「河北省戦略的新興産業発展三年行動計画」	2020年までに、人工知能とスマート機器産業の主要営業収入を1,000億元に引き上げる。省級以上の革新プラットフォームを新たに40カ所建設する。ロボット、ハイエンドNC工作機械、重要コア部品などの分野における一連のキーテクノロジーで飛躍を果たす。省級の戦略的新興産業モデル基地3カ所の建設を手配し、「專精特新（專業化、高精度化、特約化、イノベーション化）」の人工知能およびスマート機器大手企業を育成する。
黒竜江	2018.2	「黒竜江省人工知能産業三年特別プロジェクト行動計画（2018～2020年）」	2020年までに、省全体の人工知能産業の規模を50億元に引き上げ、人工知能革新チームを10以上育成し、人工知能革新プラットフォームを3～5カ所設立する。

省・市	発表時期	政策名	内容
広東	2018.3	「次世代人工知能の発展加速に関する実施意見」	2020年までに、人工知能産業の総合的な競争力を全国トップレベルに引き上げ、核心産業の規模を500億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を3,000億元以上に引き上げる。2025年までに、国際的な競争力を持つ人工知能革新型産業クラスターをいくつか形成し、核心産業の規模を1,500億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を1兆8千億元以上に引き上げる。2030年までに、人工知能産業の発展を世界のバリューチェーンの上流に位置づけ、世界の人工知能産業の技術革新の最先端に成長させる。スマート経済とスマート社会の飛躍的な発展を実現する。
福建	2018.3	「次世代人工知能の発展加速に関する実施意見」	2020年までに、国内で影響力を持つ人工知能の「双高（ハイテク・高成長）」企業を50社以上育成し、波及効果が及ぶ関連産業の規模を1,000億元以上に引き上げる。
四川	2018.3	「四川省次世代人工知能発展実施ソリューション（2018～2022）」	2022年までに、国内で影響力を持つ人工知能企業を30社育成し、人工知能の核心産業の規模を1,000億元以上に、波及効果が及ぶ関連産業の規模を5,000億元以上に引き上げ、四川省の人工知能産業を全国先進レベルにまで引き上げる。

図 6-1.「中国における AI 研究開発の現状と動向」より

科学技術部は11月に、自動運転に関してはBaiduと、スマートシティに関してはAlibabaと、医療画像・医療診断についてはTencentと密接に協力していくことを発表した。とくにここでは保健医療に関わるAIを開発しているステークホルダーとしてAlibabaとTencentに注目したい。Alibabaは都市の視点から、救急医療などにおける保健医療に関わるAIの開発をしている。またTencentはゲノムによる個人医療に投資してきた強みとSNSプラットフォームサービス「WeChat」という強みがある。実際に、2018年4月にイギリスのBabylon HealthとTencentがパートナーシップを結んでおり、加えて38,000個のWeChatのアカウントをもつ中国の病院のうち60%がオンラインでの予約に対応し、また2,000の病院がWeChat経由での支払いを認めている。一方で、以前に中国国内において積み上げられてきたデータは存在しない、あるいは不十分であり中国のスタートアップのなかにはiCarbonXのように米国のデータと市場を求めて米国に進出する企業もある。⁵⁶

6-1-1 Alibabaと次世代AI発展計画の取り組み

Alibaba2018年2月に浙江大学附属病院に5億6000万元の寄付を行った。そしてAIによるスマート医療サービスを推し進め、中国大衆の診療難や高額医療費の問題を解決したいと表明⁵⁷するなど次世代AI発展計画のなかで指定されたスマートシティという領域以上に活動範囲を拡大している。Alibabaによる決済プラットフォーム「支付宝」や信用調査会社「芝麻信用」との連携による患者と医療費支払いシステムの構築が気配されている。また医療領域では「Alibaba Cloud ET Brain」と呼ばれるAI製品のなかで「ET医療大腦」と呼ばれるサービスを開発している。「医療大腦」は1. 医療の品質管理、2. 精密な運営分析、3. AI

⁵⁶Rise Of China's Big Tech In AI: What Baidu, Alibaba, And Tencent Are Working On
<<https://www.cbinsights.com/research/china-baidu-alibaba-tencent-artificial-intelligence-dominance/>>

⁵⁷アリババ、新しい病院のあり方示す「未来医院」構想を発表<<https://www.msn.com/ja-jp/money/news/%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%83%90%E3%83%90%E3%80%81%E6%96%B0%E3%81%97%E3%81%84%E7%97%85%E9%99%A2%E3%81%AE%E3%81%82%E3%82%8A%E6%96%B9%E7%A4%BA%E3%81%99%E3%80%8C%E6%9C%AA%E6%9D%A5%E5%8C%BB%E9%99%A2%E3%80%8D%E6%A7%8B%E6%83%B3%E3%82%92%E7%99%BA%E8%A1%A8/ar-BBjloRU#page=2>>

の接続、4. インテリジェントリソースの配置をサービスとして提供するとされているが、実用については未知数である。⁵⁸

また北京市は Alibaba と提携し「医療用 AI プラットフォーム」を開発していくことが発表された。⁵⁹北京市科学技術委員会と Alibaba のヘルスケア関連企業が手を握り、「医学 AI 開放革新応用プラットフォーム」をつくり、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ベースにしたオープン型研究エンジンの基礎プラットフォームを構築し、エンジン応用サービスセンターを設置すると報道されている。他の地域では、杭州市も Alibaba との連携を実践している。⁶⁰救急車と都市部の信号が連携させ、AI によってそれらを最適化しようという取り組みである。背景には、医師不足や都市部の大病院の混雑の一方、中央政府主導のヘルスケアシステム改革が遅れていることがあると言われている。病院のデジタル化も遅れ、病院のシステムもいまだ未統合でその管理は州の息のかかった企業に支配されている面もあり、こうした大都市と Alibaba の連携につながっていると考えられる。

6-1-2 Tencent と次世代 AI 発展計画の取り組み

Tencent は先に説明したような iCarbonX への投資をはやくから行うなど、医療と IT の領域において存在感をしめしている。「覓影」という製品を通じて、1. 病気のスクリーニング、2. カルテの構造化・診断、3. リスクモニタリング、4. 医師による臨床診断をサポートするサービスを提供しており、医療機関とすでに提携し実用化されている。⁶¹

⁵⁸ 「中国における AI 研究開発の現状と動向」 JST 中国総合研究・さくらサイエンスセンター
<https://www.spc.jst.go.jp/investigation/downloads/r_2018_04.pdf>

⁵⁹ アリババと北京市が提携し「医療用 AI プラットフォーム」を開発へ
<<https://roboteer-tokyo.com/archives/13524>>

⁶⁰ AI ambulances and robot doctors: China seeks digital salve to ease hospital strain
<<https://uk.reuters.com/article/us-china-healthcare-tech/ai-ambulances-and-robot-doctors-china-seeks-digital-salve-to-ease-hospital-strain-idUKKBN1JO1VB>>

⁶¹ 「中国における AI 研究開発の現状と動向」 JST 中国総合研究・さくらサイエンスセンター
<https://www.spc.jst.go.jp/investigation/downloads/r_2018_04.pdf>

6-2 The Chinese Intelligent Medicine Association の設立

2018 年 5 月に中国政府は The Chinese Intelligent Medicine Association を設立することを発表した⁶²。このアソシエーションを通じて医療の品質向上のために、AI 技術と医療の統合について推進する目論見である。アソシエーションのスーパーバイザーを務める Zhang Yanling によると医療における AI 技術の活用を推進すると同時に、この機関を通じて政府が技術標準か規制を制定していくことも支援したいと語っている。アソシエーションの代表をつとめる Dong Jiahong は医師や IT リサーチャーはその才能を活用すべきだと訴えた。

過去の事例、具体的には広州の眼科においては 2017 年より AI を診断支援に用いている事例、が挙げられた。導入した病院の説明によれば、目の画像をプラットフォームにあげることで数分以内に診断がくだり、AI による診断の精度は 90%を超える。また IBM 社の製品である「Watson for Oncology」が中国における 39 の都市の 65 の大病院において活用されている事例も紹介されている。

本アソシエーションの取り組みには、医療・ヘルスケアと IT の領域における中国政府のマクロな取り組みである「Internet-plus Healthcare」⁶³とも関係し、そのガイドラインに従ってこのアソシエーションの取り組みは今後実行されるとしている。

Internet-plus Healthcare は 2018 年 4 月に中華人民共和国国務院によって発表された。インターネットを含む IT を通じて、オンライン病院であったり、ビッグデータを通じて疫学的な予想、感染症の症状のモニタリングの可能性が示されている。この取組の推進を通じて、中国政府はヘルスケアの現代的なマネジメントの導入と、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標とすると説明している。⁶⁴そのために国内においてデータのカatalogや標準システムが、統合され制度化されるべきであること、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、情報のシェアができるようになるべきであることを訴えている。

⁶² Merger of IT, medical care to be fostered <http://english.gov.cn/news/top_news/2018/05/07/content_281476137912606.htm>

⁶³ State Council issues guideline on Internet Plus healthcare
<http://english.gov.cn/policies/latest_releases/2018/04/28/content_281476127312948.htm>

⁶⁴ Guideline blends internet, medicine to assist patients
<http://english.gov.cn/news/top_news/2018/04/17/content_281476115003829.htm>

結語

保健医療用 AI の各国の方針の建て方については大きく分類する(一つの国家において、複数文脈で方針をたてる国もありうる。)と、アメリカや中国のように医療・ヘルスケアと IT の複合領域における過去の取り組みを踏まえ、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手法。イギリスや中国のように自身の国家の保健医療の体制の問題点を踏まえて、自国の研究開発をおこなうスタートアップや有力な IT 企業、プラットフォーム企業と密接に連携する手法。それらの変形系として、シンガポールのように医療・ヘルスケアと IT、AI と規制、IT と教育など複数方面からの既存の取り組みや自国の研究機関を強調させる手法。フランスのようにトップダウンで AI 戦略を制定し、その注力領域をきめてしまう手法のように言えるのではないかな。

アメリカの取り組みは AI に限定せずにデータサイエンスというより広い視野にたっているもので、その具体的手法もプロジェクトマネジメントから調達、研究資金など多岐にわたる。イギリスの取り組みは現在成果をあげており、NHS HEE の資料はそれを前提としてすでに具体的な実践を計画しているように思える。一方で、その倫理的課題、ガバナンス面からの不安は拭いきれていない。シンガポールの倫理面におけるフレームワークの制定は、諸外国と比較した際に特徴的であり独自の競争戦略を思わせる。一方で、研究開発の支援については遅れを見せている。中国の取り組みはその民間企業に完全に依存した仕組みであるのに加えて、すでにその民間企業が独自に地方政権と連携し実証実験を行っているという点において特徴的である。

以上を踏まえて、保健医療用 AI に関し以下のような政策面での提案と提案の際に参考にするべき諸外国をあげる。

- ・ 医療やデータベースの電子化・インターネット化のための取り組みの更新・さらなる推進
アメリカの「HHS Information Technology Strategic Plan FY 2017-2020」および「NIH Strategic Plan for Data Science」が参考になるのではないかな。
- ・ データベースの効率的な仕組みやデータの品質及び正確性を保証するためのガイドラインあるいは制度の設定
アメリカの「NIH Strategic Plan for Data Science」、Reform の NHS への提言「Thinking on its own:AI in the NHS」が参考になるのではないかな。
- ・ AI による診断に限らず、病院経営や患者のリスクアセスメント、研究環境での支援ソフトウェアなど多様な AI の活用方法の受容
中国において Alibaba や Tencent が実際に提供しているサービス、Reform の NHS への提言「Thinking on its own:AI in the NHS」が参考になるのではないかな。

- ・ 臨床現場での医療従事者、病院経営者や政策決定者、患者などそれぞれに対して適切なトレーニングと教育内容の策定

NHS Health Education England「Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future」とシンガポール IHiS の取り組みが参考になるのではないかな。

- ・ 政策決定組織や研究資金配分機関、病院経営組織において CIO や CDO といった人材を配置すること。またその配置は上層部のみとどまらず、各意思決定部門・レイヤーにおいても同様に専門人材を配置すること。

アメリカの「NIH Strategic Plan for Data Science」、シンガポールの AI Singapore、TeSA が参考になるのではないかな。

- ・ トレーニングデータの構築など政府主導によるオープンな取り組み

JASON の政策提言「Artificial Intelligence for Health and Health Care」が参考になるのではないかな。

- ・ 適切な官民連携体制と研究開発機関への支援

NIH、NHS の取り組みが参考になるのではないかな

この調査の限界及び今後の調査課題として本調査は、とくに AI 及び人工知能を諸外国がどう政策面でとらえているかという文脈のもとであるために、各国がいままでとりこんできた保健医療領域におけるインターネット化・電子化のための政策、国や自治体に関わるデータのための政策についての調査が不十分である。

中国に関しては民間企業との具体的な連携のためのノウハウが地方政権に、保健医療用 AI の開発に関する指針も民間企業内にあるのではないかと想像される。中央政府の政策文書の読み解きだけでは不十分である。

アメリカやカナダに関して、その国内にある IT 企業や国際的コンソーシアムは今回対象外とした。「Tech Giants」と呼ばれる企業はもちろんながら、GA4GH や Sage Bionetworks など高名な医療に関わるデータ・コンピューターサイエンスに取り組み、積極的に政策への関与もしている組織の指針についても調査の価値があるのではないかな。

脚注・参考文献

レポート中に引用したもの

- [1] the Department of Health and Human Services, Information Technology Strategic Plan, 2017-2020、HHS
<<https://www.hhs.gov/sites/default/files/hhs-it-strategic-plan-final-fy2017-2020.pdf>>
- [2] NIH Strategic Plan for Data Science、NIH
<https://datascience.nih.gov/sites/default/files/NIH_Strategic_Plan_for_Data_Science_Final_508.pdf>
- [3] Artificial Intelligence for Health and Health Care、JASON
<https://www.healthit.gov/sites/default/files/jsr-17-task-002_aiforhealthandhealthcare12122017.pdf>
- [4] Thinking on its own:AI in the NHS、Reform
<<https://reform.uk/research/thinking-its-own-ai-nhs>>
- [5] Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future、NHS Health Education England
<https://www.hee.nhs.uk/sites/default/files/documents/Topol%20Review%20interim%20report_0.pdf>
- [6] FOR A MEANINGFUL ARTIFICIAL INTELLIGENCE、Cédric Villani
<https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf>
- [7] Challenge Ahead: Integrating Robotics, Artificial Intelligence (AI), and 3D Printing Technologies into Canada's Healthcare Systems、the Senate Committee on Social Affairs, Science and Technology、Canada
<https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/SOCI/reports/RoboticsAI3DFinal_Web_e.pdf>
- [8] DISCUSSION PAPER ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AND PERSONAL DATA –FOSTERING RESPONSIBLE DEVELOPMENT AND ADOPTION OF AI、PDPC
<<https://www.pdpc.gov.sg/-/media/Files/PDPC/PDF-Files/Resource-for-Organisation/AI/Discussion-Paper-on-AI-and-PD---050618.pdf>>

以下の資料は具体内容をレポート中では取り上げなかったため、簡単な解説をつける。

- [9] Healthcare AI Radiology's Next Frontier、Dr. Keith Dreyer
<<http://on-demand.gputechconf.com/gtcdc/2017/presentation/dc7240-keith-dreyer-harnessing-ai-in-healthcare.pdf>>

ハーバード大学の最大の病院であるマサチューセッツ総合病院の Chief Data Science Officer である Dr.Keith Dreyer の医療用画像を中心とした AI の解説。とくに放射線医学に詳しい。

- [10] AI in the UK: ready, willing and able? select Committee on Artificial Intelligence, HOUSE OF LORDS

<<https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/100.pdf>>

イギリス貴族院の専門委員会による AI についての調査文書。国が政策として取り組むべき理由や制度法律面やスタートアップにおける支援方法、他の貴族院議員にむけた AI に関する用語の解説、現状イギリスの抱える移民や医療などにおける AI に期待される役割の説明などが詳しい。

- [11] Artificial intelligence (AI) in healthcare and research, Nuffield Council on Bioethics

<<http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/Artificial-Intelligence-AI-in-healthcare-and-research.pdf>>

遺伝子検査における医療倫理・ガイドライン策定への貢献で著名なイギリスのナフィールド生命倫理審議会によるヘルスケア領域における倫理面からの提言。

- [12] Shaping the Future of Health and Medicine, Canadian Medical Association

<www.cma.ca/sites/default/files/pdf/Media-Releases/Shaping%20the%20Future%20of%20Health%20and%20Medicine.pdf>

カナダ国内における政策アドボカシー活動も盛んなカナダ内科学会による、技術によって変化する保健医療の未来像に関する調査。AI、バーチャル訪問、モニタリングデバイスに焦点をあてて、それぞれカナダの人々に対してその技術による社会一般へのインパクトの期待や、保健医療に限ったその技術による改善の結果期待すること、医者・看護師とその技術の関係の在り方などについてアンケート調査した結果が記載されている。アンケートは今後の政策議論・研究の在り方の議論のためになされたとしている。

- [13] Bringing AI to Clinical Implementation At NUHS, Prof.Kee Yuan Ngiam, National University Health System

<http://www.nextcenter.org/wp-content/uploads/2018/01/Talk-3-PPT_Ngiam-Kee-Yuan.pdf>

シンガポールの NUS、NUHS における医療用 AI の研究状況、実証実験に詳しい

- [14] 2018 World AI Industry Development Blue Book, 中国通信院、Gartner

<<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/P020180918696200669434.pdf>>

Gartner と中国通信院による AI 産業に関するレポート。中国政府各部門の近年の AI 関連の動きに詳しい。

- [15] National Strategy for Artificial Intelligence, NITI Aayog

<http://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf>

インド政府におけるインドのための革新的改革をすすめるための組織 NITI Aayog の提案した AI に関する戦略方針。国策として AI を扱うための市場分析や AI とはなにかの解説が詳しい。ヘルスケア、農業、移動を注力領域として設定している。

*本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2018 年 11 月 31 日である。

研究班成果広報サイト記事抜粋



ピックアップ記事

2018/03/15

医師向け

「AIは医療をどう変えるか ～AI研究者と語る医療の未来～」前・後編

近年、AI（人工知能）の技術を利用した製品やサービスが身近なものとなり、私たちの生活に様々な変化をもたらしています。医療の分野においてもAIの導入は始まっており、診断の精度やスピードの向上などに期待が寄せられています。AIが医療の進歩に貢献する一方で、医療のあり方にはどのような変化が起きるのでしょうか。AIを利用した診断支援研究の分野で活躍されている奥村貴史先生を招いての対談の様子を前後編でお...

2018/03/10

行政官向け

医師学術認証基盤構想

日本の医療用人工知能は、米国、中国に大きく差をつけられつつあります。その背景には、いくつかの理由があり、とりわけ、研究開発と技術の実用化に要する様々なコストが高い点への対応は急務です。「医師学術認証基盤構想」は、この問題への有力な解決策の一つとして、我々が提案してきた施策です。この研究開発基盤により、医療用人工知能研究への対応を切り口に、「医師認証基盤の普及」、「医療用人工知能の発展」、「医師キャリアの効率的な追跡」という、日本の医療を支え...

トピックス

2018/04/01 お知らせ

Digital Evolution Laboratory drivenサイトをリリースしました



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

このサイトについて

[厚労科研奥村班 ミッション](#)

[厚労科研奥村班 メンバー](#)

[奥村・鎗目プロジェクト紹介](#)

このサイトについて

本サイトは「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関する研究」の一環として制作された医療用人工知能の普及促進を図るための情報発信と情報交換のためのウェブサイトです。医療用人工知能をこれから学ぼうとする方、これから関わっていく方、導入を検討する方、関連技術の研究開発に携わる方に有益なコンテンツをご用意しました。また、本サイトでは単に医療用人工知能の紹介・解説・最新情報を記事として提供するだけに留まらず、中国情報・研究資料・学習教材なども提供しております。人工知能の開発者・研究者、医療関係者、学生の皆様に価値あるサイトとなれば幸いです。



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

このサイトについて

[厚労科研奥村班 ミッション](#)[厚労科研奥村班 メンバー](#)[奥村・鎗目プロジェクト紹介](#)

厚労科研奥村班 研究班員紹介

研究代表

奥村 貴史：北見工業大学 教授・保健管理センター長

ピッツバーグ大学大学院卒。計算機科学の博士号を取得した医師であり、国立情報学研究所客員教授、理化学研究所 革新知能統合研究センター(AIP) 客員研究員。2009年、国立保健医療科学院に赴任して以来、医療用人工知能の研究開発に携わってきた。また、医療や公衆衛生の情報化に関する政策評価研究を進めている。

研究分担

安藤 雄一：国立保健医療科学院 統括研究官

新潟大学歯学部卒。国立保健医療科学院統括研究官として、歯科保健に関する疫学研究、並びに、人材育成に携わる。本研究班においては、医療用人工知能技術の歯科応用について分担した。

福田 敬：国立保健医療科学院 保健医療経済評価研究センター長

東京大学医学部保健学科卒。国立保健医療科学院において、保健や医療、福祉サービスの医療経済学的な評価に取り組んできた。我が国における医療技術評価(HTA)研究をリードしており、中央社会保険医療協議会を通じた政策応用を進めている。本研究班においては、医療用人工知能技術の医療経済学応用について分担した。

神谷 達夫：福知山公立大学 地域経営学部 教授

大阪電気通信大学大学院工学研究科修了。感性情報学の立場から、ビデオゲームと人間の認知や疲労の研究に取り組んできた。ここ数年間は、同大学岡本悦司教授と共同し、データウェアハウスによるビッグデータ解析やレセプトデータの利活用に取り組んでいる。本研究班においては、医療用人工知能の保健医療行政への応用について分担した。

岡本 悦司：福知山公立大学 地域経営学部 教授

大阪大学大学院医学研究科修了。近畿大学講師、国立保健医療科学院統括研究官を経て、福知山公立大学教授に赴任。レセプトデータ解析のトップランナーであり、厚生労働科学研究「保健医療福祉計画策定のためのデータウェアハウス構築に関する研究」や「レセプトデータを活用したデータヘルス事業の現状と課題」などの研究班代表を務めてきた。本研究班においては、医療用人工知能の保健医療行政への応用について分担した。

木村 眞司：札幌医科大学 医療人育成センター 教授

札幌医大卒。横須賀米海軍病院、茅ヶ崎・大和徳洲会病院を経て、米国家庭医療科レジデント、老年科フェロー。北海道松前町立松前病院院長を経て、札幌医大教授。専門は総合診療。日本プライマリ・ケア連合学会副理事長として、プライマリ・ケアに関する啓発活動に携わる。本研究班においては、医療用人工知能技術に関する医師の技術受容について分担した。

中村 素典：国立情報学研究所 学術基盤推進部 特任教授

京都大学大学院工学研究科修了。立命館大学理工学部助手、京都大学経済学部助教授、京都大学学術情報メディアセンター助教授を経て、2007年より国立情報学研究所教授。本研究班においては、医師の学術認証基盤について分担した。

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

千葉大学大学院医学薬学府博士課程修了。厚生労働省雇用均等児童家庭局母子保健課課長補佐、医薬食品局血液対策課課長補佐を経て、千葉大学医学部附属病院病院長企画室にて医療機関の経営幹部を育成を目指す「ちば医経塾」に携わっている。本研究班においては、医療機関の幹部を対象とした医療用人工知能教育について分担した。

藤原 幸一：名古屋大学工学研究科 准教授

京都大学工学部卒。京都大学情報学研究科システム科学専攻助教を経て、名古屋大学工学研究科物質プロセス工学准教授。JSTさきがけ研究員。中枢系の疾患を対象として病院や研究機関と連携して臨床データを収集し、てんかん発作の予測研究などを行っている。本研究班においては、医療機関の幹部を対象とした医療用人工知能教育について分担した。

市川 学：芝浦工業大学システム理工学部 准教授

東京工業大学大学院総合理工学研究科修了。東京工業大学部署大学院総合理工学研究科 助教、国立保健医療科学院健康危機管理研究部を経て、芝浦工業大学システム理工学部准教授。コンピュータシミュレーションを利用した公衆衛生・健康危機管理・医療制度の分析に取り組んできた。本研究班においては、人工知能の健康危機管理への応用について分担した。



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

このサイトについて

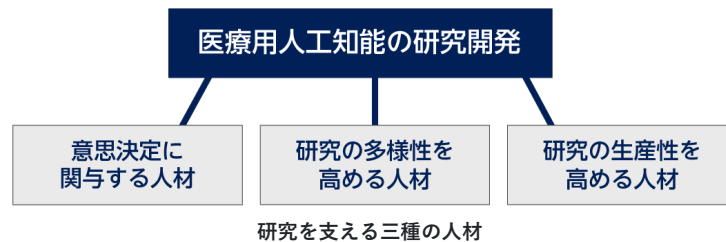
[厚労科研奥村班 ミッション](#)

[厚労科研奥村班 メンバー](#)

[奥村・鎗目プロジェクト紹介](#)

厚労科研奥村班 ミッション

ミッション



技術革新が進む人工知能技術の医療応用が期待されています。しかし、医療用人工知能の研究開発にはさまざまな障害があり、制度的な支援策も限定的なものとなっています。そうした問題のひとつが、医療用人工知能の研究開発に関わる人材育成策です。

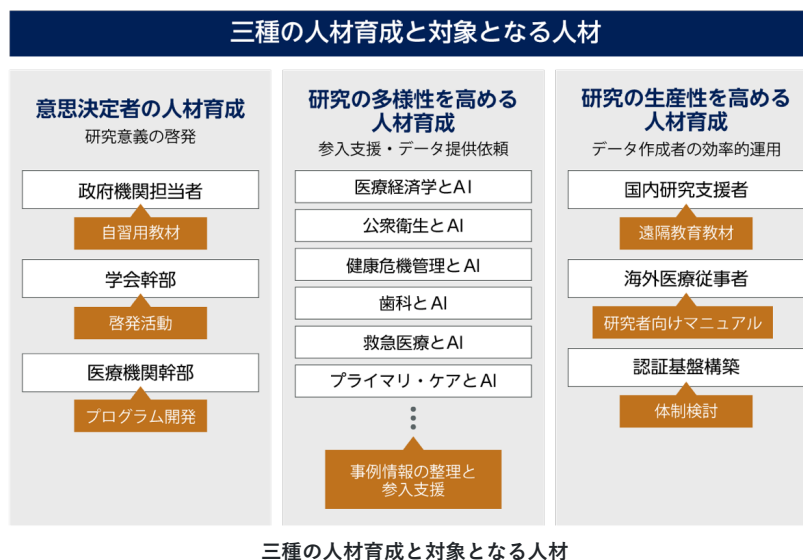
人工知能分野の人材育成と言うと、その対象としてまず機械学習の基礎研究者や機械学習の医療応用に関する研究者が思い起こされるかもしれません。しかし、この分野の研究人材は、既存の教育機関が積極的に育成していることに加え、文部科学省による支援策なども既に講じられています。また、周辺領域の人材を対象とした自習環境も充実しており、こうした人材の育成策は充実しつつあります。一方、研究に必要な不可欠でありながら育成支援策が不足している人材があります。それは医療用人工知能研究を「支える人材」です。そこで私達は研究を支える人材の育成策に目を向けることにしました。

このプロジェクトでは、医療用人工知能を支える人材を大きく「研究開発や導入の意志決定に関与する人材」「研究の多様性を高める人材」「研究の生産性を高める人材」の3つに分けました。この三種の人材は人工知能研究に大きな影響を与える人材であるにもかかわらず、十分な育成策が講じられておらず、常に不足している状態です。既にそれによる弊害も出るようになっており、研究を「支える人材」の育成は急務となっています。そこで、私達はそれぞれ効率的な育成プログラムを策定することで、研究分野の発展を促進することを目指しました。

こうした研究を「支える人材」を充実させることにより、医療用人工知能の研究開発と普及が促進され、コストが低廉化され、医療用情報技術に多彩な技術革新がもたらされるはずです。その上で、大幅な技術進歩を果たした情報技術の恩恵を、多くの困難を抱えた我が国の医療と医療現場に役立てていくための基礎となるでしょう。

研究を支える三種の人材育成

医療用人工知能の研究は研究者達の力だけで成し得るものではありません。研究を支える人材がいて、初めて医療用人工知能の研究開発は前に進むのです。私達はこうした研究を支える人材として以下の3種を想定し、その育成策について提案していきます。



医療用人工知能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、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スタディの実現等において、各組織の長や学会幹部の理解が不可欠です。しかし、これら意思決定に関与する人材を対象とした教材は存在せず、プロジェクト毎に教材を作成する形になっており、これは研究者にとって大きな負担となっています。

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、同様の規制が医療用人工知能にも規制が適用されます。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ます。スタンフォード大学のレポート

(<https://ai100.stanford.edu/2016-report>)でも、政府機関における人材育成の必要性が提言されており、人工知能技術に精通した意思決定者の人材育成が世界的に見ても必要不可欠なものとして注目されるようになりました。

「医療機関・学会幹部」「政府機関の政策担当者」に対する学習プログラム開発・教材作成・啓発活動などを進めていきます。こうした「研究成果の社会実装を支える意思決定者」の育成は、国・自治体・医療機関レベルでの医療用人工知能の普及・発展を促進し、医療現場をより良く変えていくことに繋がっていきます。

研究の多様性を高める人材育成

医療用人工知能に関する研究は既に類似研究の山となっています。国による研究助成もディープラーニングによる画像認識研究が多く、多様性が損なわれているのが現状です。こうした画像認識処理には性能限界があるため、その後を見据えた研究の多様化が不可欠です。たとえば、質の高い「スモールデータ」を活用する試みや、カルテ等医療文書を対象とした自然言語処理技術の発展等が望まれます。そこで、様々な職種の専門家を対象とした医療用人工知能の啓発と研究の多様化に資する教育プログラムを策定します。

そのためには現場側からのアイデアや意見を取り入れていくことが重要であり、一方的な情報提供は必ずしも教育効果を示しません。十分なヒアリングを行った上で、各々の事情に即した支援策が必要です。そこで、学会シンポジウム等を通じた相互理解の醸成や各分野において影響力のある指導層を対象に絞った「インフルエンサー・マーケティング」手法の適用を検討します。

本プロジェクトでは「医療経済学」「公衆衛生」「歯科医療」「健康危機管理」「プライマリ・ケア」について焦点を当て、医療用人工知能の影響やその活用について情報交換を進めます。これにより、医療用人工知能について理解を深めた「意義のある応用分野の発見と有用性の向上に欠かせない橋渡し人材」を育成し、医療用人工知能研究の多様化を促し、持続的な研究開発へと繋げていきます。

研究の生産性を高める人材育成

医療用人工知能の研究開発には、学習や評価に要するデータ生成に際して、医療従事者の協力による膨大な単純作業が求められます。このためには研究協力者である医療従事者に「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」を理解して貰う必要がありますが、そのための手段が限られています。そして、その単純作業を訓練する手法も各チームの努力に負っているため、研究協力者に対する広報・教育・訓練のプロセスがそのまま研究チームの負担となっているのです。そのため、研究協力者を対象として研究の意義を広報し、実際の作業を訓練する場を設けることでこうした負担を軽減することができれば、医療用人工知能の研究効率は大きく向上します。

そこで、医療用人工知能 研究への協力者を対象に、研究支援の人材育成手法を開発します。研究コストを下げるうえで、私達が今までに進めてきた発展途上国の医療従事者の組織化手法を教材化し、ひいては「研究に求められる各種データを地道にかつ高品質で生成する協力者」の育成へと繋げ、各種研究開発の効率化と低廉化を目指します。



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

医療用人工知能を知る

[医療用人工知能とは \(研究者向け\)](#)

[医療用人工知能とは \(医師向け\)](#)

[医療用人工知能の応用事例](#)

医学生と民医連の情報誌「Medi-Wing」72・73号 特集

「AIは医療をどう変えるか ～AI研究者と語る医療の未来～」 前・後編

医師向け

この記事は20分で読めます

講師（敬称略）

- ・奥村 貴史（おくむら たかし）
北見工業大学 工学部・工学研究科 教授 保健管理センター長
ピッツバーグ大学 大学院 計算機科学科
旭川医科大学 医学部 医学科 卒

インタビュアー（敬称略）

- ・井村 春樹（いむら はるき）
尼崎医療生協病院 内科/感染症内科 旭川医科大学 医学部 医学科 卒
京都大学大学院医学研究科
社会健康医学系専攻 健康情報学分野 専門職学位課程修了
現在、博士後期課程在籍中
- ・山田 康平（やまだ こうへい）
横浜市立医科大学 医学部 医学科2年

[医学生と民医連の情報誌「Medi-Wing」](#)

近年、AI（人工知能）の技術を利用した製品やサービスが身近なものとなり、私たちの生活に様々な変化をもたらしています。医療の分野においてもAIの導入は始まっており、診断の精度やスピードの向上などに期待が寄せられています。AIが医療の進歩に貢献する一方で、医療のあり方にはどのような変化が起きるのでしょうか。

AIを利用した診断支援研究の分野で活躍されている奥村貴史先生を招いての対談の様子を前後編でお届けします。



(mediwingより)

臨床研修を通じて感じた疑問

井村： 尼崎医療生協病院で内科をしています、井村と申します。診療支援や意思決定支援に興味がありまして、今回参加させていただきました。よろしくお願いいたします。

山田： 横浜市立大学医学部医学科2年の山田康平と申します。知識的に至らない点もあるかと思いますが、わくわくした気持ちで参加しました。よろしくお願いいたします。

奥村： 北見工業大学の奥村です。公衆衛生系の研究所にいて、公衆衛生や保健医療行政の情報化に携わっていました。そこで医療用のAI研究に出会い、10年ほど関わっています。

井村： 先生が、医療用AI研究の方針を決めるきっかけはあったのですか。

奥村： それは明確で、私が北海道の富良野で臨床研修をしていた時のことです。場所は北海道の富良野で、そこはいわゆる医療崩壊地域だったのですが、ちょうど私が研修をしていたときに、内科医が院長だけになってしまったんです。

井村： それは非常に厳しい状況ですね。

奥村： はい。見て見ぬふりをするわけにもいかず、院長と2人で内科を守りましょうということになりました。ですが、状況があまりに酷かったのです。電子カルテなど、本来仕事をサポートしてくれるはずの機械が、逆に仕事の効率を落としたり、待ち時間を増やしたりということがあまりに多く、「患者が死ぬか医師が死ぬか」というぐらいの苦境に追い込まれていました。

当時、コンピューターの基礎研究の学位を持った医師として、それはあまりにおかしいと考え、臨床研修2年が終わった後に厚労省の研究所へ行きました。こうした経験から「本来医師や看護師、パラメディカルの仕事を支えるべきコンピューターが、何故ここまで非効率なのか。それをどうにかしたい」という思いが当初からのモチベーションの1つでしたので、それに類似する依頼が来たときに「これはチャンスだ」と思い、自分のストーリーに近いところを見つけて取り組んだという経緯になります。

医療用AIの抱える課題

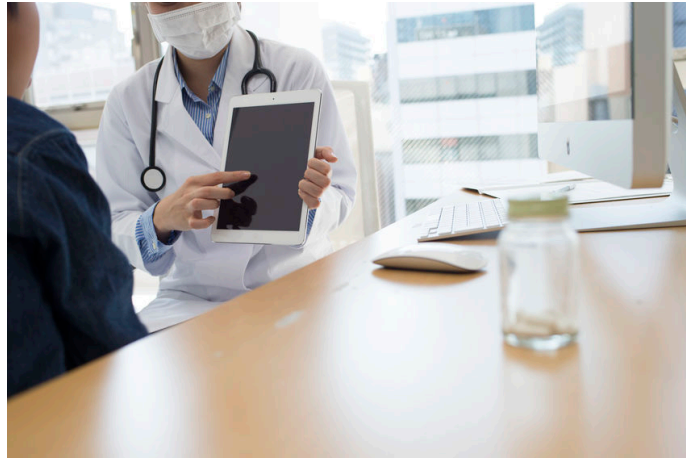
奥村： 医学生の山田君は、医療用AIについてどういうイメージをお持ちですか。

山田： 医学生としては、医療用AIがいま医療従事者がしている仕事のうち何を助けていく方針になっているのか、気になっているところです。

奥村： ありがとうございます。井村先生はいかがでしょう。

井村： 医療用AIについて初めて聞くような方、特に学生さんとか一般の医療従事者だと、AIって何かすごい魔法の道具で、場合によっては「人類を脅かしかねないのではないか」「仕事を奪われるのではないか」という懸念を抱いている方は多いと思います。僕はそうじゃない、むしろ助けてくれる技術だと思っています。基本的には補助のツールで、分かりやすい例で言うと電子カルテが挙げられます。また、奥村先生が開発を担当されている診療支援システムも医療用AIに含まれますね。

奥村： そもそも医療に限らず、社会生活一般でコンピューターと関わりがないものは、なかなか無いですね。医療研究を助けるAIは当然のようにあり、僕らが患者さんと向き合ったときに、診断を助けるAIもあります。治療法の選択や予後の予測、次の外来あるいは何年後かに振り返る際にも関わります。言ってみれば、医療の入口から出口まで、それぞれの過程に何らかの形でAI的な技術というのが関わり得るのです。ちょっぴりイメージが湧きますか？



山田： はい。今までは、医師が診断する道筋を示してくれたり、在宅の患者さんから情報を引き出して病院につなげていく、臨床の場でのAIを強くイメージしていましたが、研究利用であったり、他の分野にも広く散らばっている印象を受けました。

奥村： そうですね。これは医師側から見た説明ですが、患者さん側にも直接関わる技術ではありませんね。

井村： 患者さん自身が困っていることを自分でうまく表現できないとき、AIがどのように情報を引き出せるのか、というところは大きな課題だと思います。

例えば、患者さんが「頭が痛い」と言っているとき、本当に頭が痛いのか、痛みのステージはどうなのか、そういう情報をうまく引き出せるのかは、AIではなかなか代替、補助ができない部分ではないかと思っています。こういった部分は人でもバイアスが掛かるので、それを補助するものとしてAIを使った場合に、患者さん自身の誤解がシステム自体に影響を与える可能性も課題ではないかと思っています。

加えて、そもそもの課題としてAIが診断支援をするときに誰がその診断に責任を持つのか。確率的にまれな事象が起こった場合に、どう対応するのが、今後は問われてくると思っています。

奥村： ありがとうございます。大きく2つの課題を挙げていただきました、1つ目はAIと人間との接点、ユーザーインターフェースの問題です。相互に情報をやりとりしていく対話型のAIでないと、医師のもつバイアスに引き付けられて誤った解釈する可能性がある。それを排除するためには、人間の認知のバイアスなども含めたユーザーインターフェース研究を進める必要がありますが、なかなかそういう研究の蓄積がありません。私の行っている研究の1つがまさに、医療用AIのユーザーインターフェース研究になります。

2つ目は責任問題です。これは薬機法の問題になります。そのルール上、薬や医療機器は国が定めた品質管理基準を満たす必要があります。例えば「埋め込み型のペースメーカーで変な製品を体に入れてしまったらどうするのか」という話です。

そのため、リスクの大きなものはがちがちに縛る必要があります。しかし、実は今問題になっているのはソフトウェアの方です。医療用ソフトウェア自体は長らく薬事的な枠組みの外にありましたが、最近になって医療用ソフトウェアも薬事の網に掛けるという動きが出てきました。しかし、技術革新と品質管理を両立させていくための方法論が確立しているとは言い難い状況にあります。

井村： そうですね。

奥村： ただ、シンプルに考えると、人の体に入れるような命に直結するものは、安かろう悪かろうでは困りますよね。けれど一方で、診断支援において「95%はこれ、5%はこれ、0.5%でこの可能性もある」と可能性を提示して、医師に判断を委ねるシステムが直ちに患者の命を奪うでしょうか。

極論ですが、診断に困った医師を支援するシステムの出力はランダムでもいい。なぜかという、診断困難時の原因の多くは、コモンな疾患における稀な病態(atypical presentation)だからです。後から冷静になって振り返る、あるいは別の医師が関わると簡単に分かる。けれども、患者がその病院に来たときの経緯や、医師に伝えるストーリー、それまでの診療経験

など、医師は色々なバイアスに囚われがちです。その結果、本来であれば辿り着ける診断に辿り着けないというケースは、おそらく多い。

そうすると、診断支援システムも「答えはコレです」というより、「この可能性を見落としていませんか」と教えてくれる方が、実は誤診などの改善にもつながる。僕らはこのことを **debiasing**（デバイアシング）と呼び、医療用AIに求められる大きな機能の1つだと考えています。それは気付きを与えるものであれば何でも良くて、例えばチェックリストなど「この可能性を忘れていた」と気付かせてくれるものであれば、臨床的に有益です。

しかし、「AIの出力はこの品質を満たさなければならない」という品質管理基準を設けると、確率的に高い選択肢が上位に来ないとおかしくなる。それでは人間が持つバイアスを補強する結果になりかねない。逆に、ランダム出力を見せたほうが **debiasing** に資するとしたら、そもそも品質管理基準とは何なのかということになります。

井村： なるほど。

奥村： ですから、医療用のソフトウェアの品質は、生命予後に直結するような病態の判断に関わるソフトウェアか、そうでないもので考え方を分けるべきです。前者については、僕は法的規制派です。そうでないと技術の信用を落としてしまいます。

しかし、排除できないリスクが残るものについては、品質管理のためにレギュレーションを強めるのではなく、(自動車保険のように)何か起きた時の補償で守るべきです。そうすることで、研究者も医師も技術に対するハードルが下がり、いろいろなトライアルが可能になります。

なので、僕らはいっそのこと、間に医師が介在する相対的にリスクが少ないものは、レギュレーションの枠から外すべきだと主張しています。それが井村先生が問題提起された医療用AIの研究における責任問題に対する見解となります。



社会的な理解はこれから

井村： 先生は、他にどんな課題があるとお考えでしょうか。

奥村： 現状の課題は、大きく分けて3つあります。1つ目は先ほど話題になった、法的なレギュレーション。2つ目はデータの問題です。日本では、研究利用できるデータが諸外国と比べて明らかに不利な状況にあります。

井村： それは僕も日々実感しています。元々利用できるデータが非常に少なく、守秘義務や個人情報保護の問題もあり、オープンにされていないナショナルデータベースもかなりあります。

奥村： 3つ目は理解の問題です。それは医療従事者や医療機関トップ、あるいは各医学に関わる研究団体の執行部の理解、究極的には社会の理解の問題でもあります。AIはうまく使うべき技術ではありますが、社会的あるいは医療従事者側の理解はまだ相互不理解というか、意思疎通ができていないところがあります。

同じように、これから社会的な理解が進んでいく分野の例では、自動運転技術が挙げられま

す。AIには人間の持つバイアスがないので、おそらく死亡事故も減る。将来、自動運転がそのレベルになったときに、初めて社会的な合意が進んでいく、そういう時代が来るはずで。しかし、そこに至るまでには犠牲も出て、それに対する社会的な合意を形成しながら、少しずつ進んでいくと思います。

そこで振り返ってみて、医療用AIはどうか。僕らが現役の間はともかく、100年後、200年後と考えたときに、場合によっては医師よりもAIの方がミスが少ない分野がいくつも出てくるでしょう。人間を補う形で、技術の支援を得ようという時代は来る。そこに向けて、今の時代の研究者としてどう社会と向き合っていくのかは、考えるべき課題です。実際に僕らのところにもそういう疑問がよく寄せられています。先の話でも「医師が要らなくなるのではないか」などが挙げられましたね。

井村： そうです。「どの科がいらなくなる」あるいは「新しい診療科の形ができるのでは」という話もあります。私たちの予想では、内科系や精神科系の負担は増えるけれど、外科系や画像診断、病理などの科は、かなり自動化が進んでいくのではないかと考えています。

山田： 学部の中では、精神科に関しては「人が診ないと精神は分からない」という意見が大多数で、「AI導入後も今までと変わらない」という見方の人が多いです。一方でそれ以外の科は「自動化して負担は減っていく」と考えている人が多いと思います。

奥村： 技術進歩によって、必要なくなる治療や手技、検査はあってしかるべきで、僕らはちょうど歴史の転換期に立ち会っていると捉えた方が自然でしょう。100年後や200年後に「診断の入口自体がデジタル情報で、それに対しデジタルな反応をするタイプの診療行為は、機械の方が適している」という時代が来ても驚きはしません。ただ、恐らく僕らが現役のうちはそこまでは到達しないと思います。

井村： そうですね。いずれは洗練された外科医の技術が、オートメーション化されていく時代も来るでしょう。例えば、CTなどの画像検査においても、自分たちが見つけられていないものを教えてくれる技術は、どんどん進んでいくと思います。

それとは逆に、内科系や精神科系など、患者さんから情報を引き出す部分に関しては、もう少し時間がかかる気もします。ただ、精神科領域の診断に関しては、「対人間だとバイアスが入ってしまうが、AIだと冷静に分析できるのでは」という印象もあります。この辺りは技術の進歩とともに、自分たちが想像していないような形で変貌していくのでしょうね。

奥村： そういう意味では、懸念を持っておられる方々と、実際に研究であるとか、今の日本の医療が抱えている問題や技術が解決できるものをうまくすり合わせないと、本来は技術で突破すべきところにブレーキがかかってしまいますね。

井村： 「医療従事者の仕事が奪われる」という方向に向くと、そうなってしまいますね。本当はAIで業務がもっと楽になり、労働時間を短くするなどの目的が伝わればと思います。

奥村： 僕が言いたいのは、「医師の睡眠時間を長くする」、まさにこれです。それが意味ゴールの1つで、このような言い方をした方が社会的な理解が進むと思います。

僕らも医師という仕事に進んだ以上、自分の人生を捧げているわけですから、夜中に起こされることそのものに不満はない。けれども、コンピューターの待ち時間や、「1ヶ月前の心電図と最新の心電図とを比較したいが、古い方は隣の病院にあり電話して取り寄せる必要があるがなかなか手元に来ない」という事態には不満が出てきます。

井村： 画像診断でCDが送られてくるけれど読み込みに時間がかかることや、電子カルテを開く時間が長いなどもありますね。

奥村： そういった点は、AIを活用し業務改善につながればと考えています。

～後編～

社会との認識のギャップを埋める

奥村： AI技術はこれから発展が見込まれる、間違いなく人類に貢献する技術です。しかし、その研

究にはさまざまな制約があり、「少しずつでも成果を出していくためには、多くの方の理解を得ていかなければ」と感じています。
研究者が感じている課題と、世間あるいは一般の医師が感じている問題の間にあるギャップ。それを広く理解していただければと思います。

井村： 先生が感じておられるギャップとは、具体的にどのようなところでしょうか。

奥村： 「AIが誤診したらどうするのか」という一般の懸念に対して、問題の焦点は別にあるということです。コンピューターの誤りが、すぐさま患者の健康とか生命に影響を及ぼし得るような状況では、コンピューターを使わない。あるいは、とても高い品質管理のハードルを設ける。これは当たり前でしょう。
しかし、患者に直接的な不利益やQOLへの影響がない分野の研究開発までもが、「誤診したらどうするんだ」と同じ枠組みで捉えられてしまう。すると技術開発のハードルが上がリ、巡り巡って技術の可能性を狭めていると感じています。

山田： そうですね。診断の必要に迫られていて、なおかつ、患者さんの命に関わるときの誤診というのを、僕ら医学生も怖がっているというか、心配しているので、その誤解は大きいと思います。

奥村： 理解が進まない理由の1つは、使ってみる機会が限られていることだと思います。「現在の医療用AIはこういうもの」という情報がないまま、別の分野で発展しているAIの情報だけが大量にテレビで流れてくる。そのため、期待と実態との齟齬が生じてしまっているのだと思います。
例えば、今まさに日本中の医療機関で診断そのものを行うAI技術があります。何かイメージが湧くものはありますか。

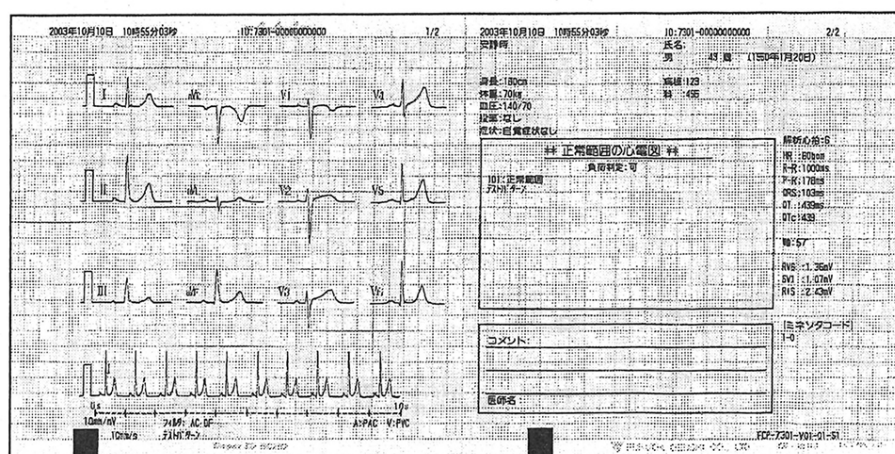
山田： 日本中の医療機関で使われている…。想像したこともありません。

井村： 心電図でしょうか。

奥村： おっしゃるとおり、心電図の自動診断です。山田さんは心電図を取っているところを見たことがありますか。

山田： はい。実習は年に何回か行っていて、その中で見たことがあります。

奥村： 「異常なし」「ノーマルECG」などの診断結果が機械から出てきますね。異常心電図だと「医師の確認を要す」としながら、機械が診断した病名が表示されます。



(カーディオスター「FCP-7301 ver.03 取扱説明書」より引用)

井村： そうですね。「心筋梗塞の疑い、医師の確認を要する」などと書かれています。

奥村： その診断結果が臨床現場でどう使われるのか。僕の場合は「機械読みの結果を見るな」と指

導されました。まず自分の目で診断した上で、その答え合わせのつもりで見なさいと。そうでないと、機械の診断結果というバイアスに囚われるからです。しかし、そういう習慣をつけた上で読んでみると、それなりにいいことが書かれています。

井村：「そういえば、この可能性を見落としていた」というときがあります。

奥村：はい。それが医療の質を上げているか下げているかという、確実に上げていると思います。

山田：今の話で、医療用AIが誤診する・しないのではなく、人のミスを減らすための1つの指針というか、「これも参考にしたほうがいい」という情報を提示してくれるものという印象が強まりました。

奥村：そうですね。そもそも医療現場では、重大な決断を単一の情報源だけでは決めません。仮に血液検査で1つの項目が異常値だったとしても、その他の項目や全身状態、これまでの経過などを総合して判断します。
心電図の例でいうと、病棟では、各部屋、各ベッドの患者さんの心電図を遠隔でモニターへ飛ばして、様子がある程度見えるようにしています。その時、アラートに誤診があるとなると、どう思われますか。

山田：それを監督するのはあくまで医師なので、それを使っている医師の責任がかなり大きいのかなと思っています。

奥村：法的な責任の所在はおっしゃる通りです。極端な話、僕らは、僕らの責任で相当なことをするわけですね。けれども、その機械が誤っていた責任についてはどう思いますか。

井村：モニターが間違っていたときですね。例えば波形を見て判断して、怪しかったらもう一回心電図を取ったりするので、機械の診断のみで何かをするというのは極めて少ない。

奥村：そうですね。詰所から見えない病棟のベッドで寝ている患者さんの状況を、僕らは24時間見守れません。100パーセントでなくても、99.99パーセント信頼できる機器を使うことで、医師や看護師の手と目だけでやるよりも、チームや病棟、全体での医療安全的なパフォーマンスは明らかに上がります。

井村：夜中に伺ったら冷たくなっていた、ということは格段に減ると思います。

奥村：そうですね。技術の本質、あるいは今実用性があるものがどういうもので、どういうことに使うべきか、使うべきでないのかという議論こそが求められています。具体的な議論の一步前で、医療用AIが危険かどうかという話が出るとすると、研究者あるいは医療制度を持っている側の広報が、まだまだ足りないのだと思います。

井村：実は臨床現場で浸透しているはずなのに、なぜかディープラーニングだとか世間のAI理論とごちゃ混ぜになっているんですね。僕自身も、心電図がAIだと結び付いていませんでしたが、実際に自動判定に助けられたことは何回かあります。そういう意味で、AIが自分の診療にも深く染み込んでいるなど、今改めて認識しました。
お話を伺って、医療人が「これが医療用AIだ」とまず認識するところから、理解が始まるような気がします。

奥村：認識のギャップをどう埋めるかというのも、僕ら研究者サイドの悩みではありますね。

井村：そうですね。先生が挙げられたポイントの中で「社会の理解」、すなわち医療用AIに対して「何か怖いもの」みたいな誤解が、この技術革新を妨げている一番大きい要因のような気がします。「実はそうじゃないよ」というところをうまく広報していく必要があると思います。医医療用AIの発展を続ける中で、どうすれば正しい情報をキャッチできるのか、何か具体的アドバイスはありますか。

奥村：そういう意味では、僕ら研究サイドも医療従事者、とりわけ医師を対象に広報の努力を始めたところですよ。どの医師でも使える診断支援のツールをネットに設置し、体感してもらって、医療用AIがどういうものかを分かっていたらこうとしています。

また、発展途上の技術なので、ぜひいろんな方に研究に参加してほしい。医学部を目指している高校生や、これから自分の専門を決めていく医学生、あるいは大学に戻って研究すると考えておられる医師など、さまざまな立場での参加があり得えます。ひょっとすると、この技術の研究に参加してもらうことが、一番の広報なのかなという気もしています。

井村：「医療従事者を含む多くの人々が、医療用AIの研究に携わる機会を作っていく」ということでしょうか。

奥村： はい。実際に今そのための準備をしているところです。

AIで変わる医療と、変わらないもの

山田： どの人にも、AIが導入された医療の形をイメージしきれない部分があると思います。「アルファ碁」のように自分で考え、情報を引き出してどんどん診断を進めていく医療用AI。それが誤診をしたときには、自動運転車の死亡事故のようにセンセーショナルな記事になる。そのようなイメージを持っている人も多いと思います。AIが導入された診断や、医療の形を視覚的にイメージできるようなものがありましたら、教えていただければと思います。

奥村： 技術予測はなかなか難しく、ある技術革新が「来ない」と言って来ることもあれば、その逆もあり得ます。ただ、少なくとも僕や山田さんが現役の時代に、AIが医師を代替するような事態にはならない。それは僕ら研究者が求めているゴールではなく、今はそこまで先の話をしていないんです。

医師が健康と家族を犠牲にして、どうにか成り立っている今の医療水準を、どう現実的なコストで持続可能にするのか。それこそが、まず僕らが取り組むべき課題です。それが達成できて初めて、「診療行為のうち、この辺は機械が置き換えていく」という話が現実味を持てきます。

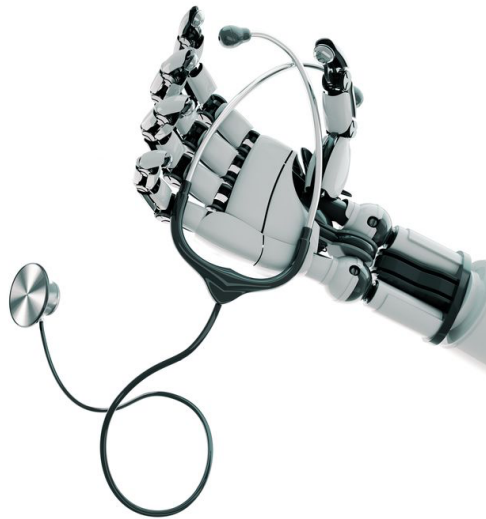
ただ世界では日本より医療水準や医師数が厳しい国があって、「AIでいいから診療所を支えてほしい」という状況もあります。そういった国では導入の議論も異なるでしょうが、日本では先ほど話した通り、医師の代替ではなく支援が喫緊の課題です。

井村：「医師の業務負担をできるだけ軽減する方向で、医師自身が仕事を長く続けられるように支援していきたい」ということですか。

奥村： それが結局のところ、日本の患者の利益になると考えています。

とりわけ地方だと、そこに医師がいないと、子どもが産めません。子どもが産めないと、人口を維持できません。それをどう解決するのが、僕らの社会が抱えている大きな問題であって、医師を代替するかどうかというのは当面問題にならないし、なるべきではない。

例えば映画で医療用ロボットが手術をしたり、出産を助けるシーンがあります。ゆくゆくはそういう時代が来るのかもしれませんが、突き詰めると医療と同胞意識って切り離せないんですよ。結局「人間がどう生きてどう死ぬか」という話だからです。機械に「あなたの寿命は78歳です。しかし今の習慣をやめれば、○パーセントの確率で80歳まで寿命が延びます」と言われて、それが三度の飯より好きなものの場合、やめられますか。



山田： 僕なら、それで「読書やめろ」と言われたらやめないと思います。

奥村： そうです。結局価値観の問題で、自分がどう生きてどう死ぬのかという判断に対して、客観が入り込む余地はあまりないのです。なので、医師がなくなると言われるれば、なくならない。じゃあ機械に負けるのかというと、負けたくはないですね。

僕は機械に負けないように学ばなければいけない。ただ、人間にもバイアスという大きな落とし穴があるので、機械と共に働くことで、どう自分たちのパフォーマンスを上げるかというのが、僕らが考えて取り組むべき課題です。

井村： そうですね。AIは医師の代わりにはならないだろうし、なるべきでもない。対立すべき存在ではなく、医師と医療用AIが共働して、人の支援に当たるというか。

奥村： より良い医療を目指すということかと思います。

井村： そうですね。医師の側だけでなく患者の側も含めて、そういう未来が訪れるのを信じて、誤解が解けていけばいいな、と感じました。僕自身、目からたくさん鱗が落ちました。非常に良い機会をいただきました。どうもありがとうございました。

奥村・山田： ありがとうございました。



医療用人工知能を知る

[医療用人工知能とは \(研究者向け\)](#)

[医療用人工知能とは \(医師向け\)](#)

[医療用人工知能の応用事例](#)

プライマリ・ケアと人工知能

医師向け

この記事は11分で読めます

奥村 貴史(北見工業大学)

日常となった画像認識技術

先日、大学同期による恒例の忘年会にて、集合写真を撮りました。そして、出席できなかった同期のためにと、撮影者がFacebookにアップロード。これで良いか？と確認のために見せられた画面では、各顔写真にメンバーの名前が入っていました。Facebookでは、もうお馴染みの機能です(図1)。



図1. 顔認識技術の様子 (著作権フリー素材より作成)

このような人物画像を対象とした顔認識(Facial recognition)技術は、2000年代にはまだ珍しく、防犯等限られた分野でのみ利用されていました。しかし、認識精度の向上やインターネットの普及に伴い、とても身近な技術となりました。Facebookで友人の顔写真を自動的に認識するのはその一例です。デジタルカメラを購入すると、自動的に被写体の顔を認識し、フォーカスを合わせる機能が付いてきます。近頃では、病院の受付に顔認識を利用するケースもあるようです。

コンピュータは、従来、文章や画像の作成や表示が得意とされ、1990年代以降のインターネットの普及も静的なウェブページにより支えられてきました。2000年代に入り、コンピュータの性能が向上したことで、ネットにおける音楽や動画の利用も拡大して行きました。それでも、コンピュータの役割は情報の保存や閲覧に留まっていた。こうした状況が大きく変化した背景のひとつが、画像認識技術の発展です。コンピュータが静止画や動画を認識する技術が向上したことで、情報技術の活用範囲が一気に広まりました。これを、技術革新によってコンピュータが「眼」を持つに至ったと、進化になぞらえて説明する論者もいます1)。

「眼」を持ったコンピュータは、今まで実現しえなかった様々な技術を現実にしてきました。自動運転車は、コンピュータが人間の代わりに自動車を運転する技術です。公道での無人運転はまだ許されていませんが、特殊な用途ですでに実用水準に入っており、輸送コストの削減や渋滞緩和等、文明社会の在り方そのものを革新する可能性を秘めています。農業においては、従来自動化が困難であった収穫業務へのロボットの活用が試みられており2)、警備業の各社は、既に巡回警備用のロボットを実用化しています3) 4)。こうした技術は介護分野にも応用されており、夜間の見回りにロボットのPepperを活用するような試みも進められているようです5)。

画像認識技術の医療応用と人工知能

画像認識技術がこれだけ発達すると、医療へと応用したいと考えることも自然な成り行きです。実際、画像認識技術を胸部単純X線写真やマンモグラフィーに対して適用し、読影を支援する研究が長年試みられてきました。これは、検診によって発生する多量の画像を限られた医師で効率的に診断していくうえで、有意義な試みと考えられます。同様に、病院において撮影されるCTやMRI等の膨大な医療画像を対象として、肺癌や脳動脈瘤を指摘するような試みもなされてきました。このように、医療における人工知能というと、まずは画像診断が思い浮かぶかも知れません。実際、現在の人工知能技術の飛躍的な発展は、画像認識技術により牽引されてきました。そうした人工知能の応用先として、画像診断への期待は高いといえます。

実は、人工知能技術の診断への応用は、これら画像診断が一般化する遥か以前から行われてきました。Logoscope⁶⁾は、1950年代にイギリスのFirmin Nashが開発した診断支援ツールです(図1)。このツールには、主要な症状に対応した細い短冊が収められています。各短冊には、その症状を呈しうる疾患の位置に黒線が刻まれています。診断に際しては、患者の呈する症状に対応する短冊を選びだし、土台に並べます。すると、ところどころに黒線が並ぶので、土台に付属する移動式の拡大鏡を動かして黒線が揃った箇所を探し当てると、その隣に記された診断名が目に入るという寸法です。



図1. NashのLogoscope (筆者所蔵)

この仕組みは、Diagnostic slide rule(診断尺)とも呼ばれ、「症状」を入力し「診断名」が出力されるという点において、医療用人工知能の先駆であると考えられます。そして、20年を経て、実用的なコンピュータが一般化し、症状から診断名を推論するプログラムが開発されました。その代表的なシステムが、スタンフォード大学において開発されたMycinと呼ばれるシステムです⁷⁾。これは、医師が有する感染症に関する知識を、「Aであれば、Bが疑われる」といったルールの集合として表現し、この情報に基づいて感染症の診断推論を行うシステムでした。この試みは、その後、専門家の知識をコンピュータに代替させる「エキスパートシステム」と呼ばれるシステムの先駆となり、80年代におけるAIブームへと繋がりました。

そこからさらに30年を経た現在、医療用人工知能研究の主戦場は、画像認識技術の応用としての医療画像診断に加えて、ゲノムを対象とした生命情報科学にシフトしています。医療画像診断技術の発展は、いわゆる「ディープラーニング」技術によって画像認識の精度が飛躍的に向上したうえに、画像情報の標準化が進んでいたために応用研究が容易であったという背景がありそうです。後者もまた、技術革新に支えられゲノム情報の利用が低コストとなったことに加えて、画像認識技術のような「膨大な情報から一定のパターンを抽出する要素技術」の精度向上に支えられていると考えられます。つまるところ、認識の対象が画像かゲノムかという違いがあるだけで、これらはどちらも、技術革新により実現した「コンピュータの眼」を、医療の核である診断に応用した結果といえます。

プライマリ・ケアへの応用

このように、人工知能の医療応用は、診断支援という文脈で進展しつつあります。これは、プライマリ・ケアにおいても有用な技術に違いありません。しかし、プライマリ・ケアにおいて医師の接する患者の多くは、診断自体には困らないcommon diseaseとなります。したがって、プライマリ・ケアへの人工知能の応用では、このcommon diseaseへの対応に代表される「ルーチ的な業務」に対する支援に期待が持たれる

ことになります。また、プライマリ・ケアの発展に向けては、医師を対象とした診断支援だけでなく、患者やコメディカルを対象とした活用も考えられるでしょう。そこで以下では、表1に示す分類を用いて、人工知能技術のプライマリ・ケアへの応用の可能性について、概観してみましょう。

表1. プライマリケアにおける人工知能の応用例

	医師を対象	医師以外を対象
ルーチン的な業務	外来における検査・処方支援 退院サマリの自動生成	自動問診システム お薬手帳管理
非ルーチン的な業務	診断困難時の診療支援 (狭義の診断支援システム)	タクシー簡易救急車化

まず、一番に期待されるのが、医師を対象としたルーチン業務の支援です。たとえば、私達が携帯電話にてメッセージを送る場合、今までの入力履歴に基づいて文字入力を予測し、少ない操作で本文を記すことが一般的となっています。こうした「予測入力」技術をオーダーリングシステムに応用すれば、患者の所見に基づいて、検査や処方を提案してくれるような仕組みが実現します。こうした仕組みは、現在、薬事法(薬機法)の観点からの難しさがありますが、人工知能による医師の外来業務支援技術として期待されます。病棟業務の支援技術としては、入院カルテの情報を元にした「退院サマリの自動生成技術」などに、大きなニーズがあるでしょう。

次に重要となるのが、数の上で医師を上回る看護師などのコメディカルや、患者を直接支援する仕組みです。たとえば、最近では、問診票の代わりに、タブレット端末を用いた「自動問診システム」が数多く開発されています。こうしたシステムの多くは、紙の問診票を電子化し、入力結果を電子カルテに効率的に流し込む仕組みを備えています。今後、スマートフォン等で急速に発達している「対話システム」に類する人工知能を活用することにより、単純な選択肢による問診票以上に効果的な問診が実現できる可能性があります。「電子お薬手帳」と組み合わせることにより、多剤処方を患者側でチェックし薬剤師に質問できるようにするような仕組みも、プライマリ・ケアにおける人工知能の有益な応用と考えられます。

医師を対象とした非ルーチン業務としては、診断困難時を対象とした診断支援が想起されます。臨床においては、大学病院であれ地方の診療所であれ、病態生理をうまく説明できない診断困難症例に遭遇し得るでしょう。そうした際、医師に対して可能な鑑別疾患を示したり、有力な診断仮説を提示したり、次に行うべき検査を提案したりする技術があれば、医師の負担を大いに軽減するものと考えられます。これは狭義の診断支援システムにあたり、多くの研究がなされてきました。

最後が、医師以外を対象とした非ルーチン業務の支援策です。たとえば、現在、軽症患者による救急車の利用により、救急外来の負担が増し、特に台数が少ない地方において救急車が占有されてしまう問題があります。そこで、タクシー乗務員を対象とした診断支援ツールを提供してはどうでしょうか。乗客に「病院に行ってほしい」と頼まれた際、症状を入力すると、どのような疾患が疑われ、どの病院に送れば良いかわかるスマホアプリを開発し、配布するのです。スマホにはGPSが備わっているために、救急隊が利用している救急搬送先の病院データと組み合わせることで、最適な病院へのナビゲーションが実現します。メディカルコントロール医との連携機能を持たせることで、さらに有用性は増すでしょう。こうしたアプリがタクシー向けに提供されていれば、患者も安心してタクシーを利用することが可能となり、救急車の適正利用に繋がるでしょう。

医療用人工知能の研究開発に向けて

このように、医療用人工知能には、医療を支えていくためのさまざまな可能性があります。しかし、実際にはあまり研究が進んでいるとはいえない状況にあります。政府の投資は、研究として価値が高い、すなわち、論文になりやすい医療用画像認識やがん治療といった分野に偏っています。医療用人工知能分野は、民間の投資意欲も旺盛な分野ですが、民間投資はビジネスとして成り立つ分野に限定されます。結果として、公益性が高くても論文になりにくかったり、収益が望めなかったりする分野は、過少投資となりがちです。救急車支援技術などは、まさにこの状況が当てはまりそうです。

また、医療用人工知能の研究開発には、医療・医学と情報技術の双方に通じた人材が不可欠ですが、我が国にはそうした人材に限られており、研究開発における障害となっています。人材という点では、研究をリードする人材だけでなく、研究用の膨大なデータを準備して下さる研究支援者の不足も深刻です。現在の人工知能研究では、コンピュータは人間が作成した膨大な「お手本データ」から知識を獲得します。研究の価値を理解し、そのデータをこつこつと作成する医療従事者なしには、医療用人工知能研究は成り立ちません。こうして研究開発した医療用人工知能を試用し、また、評価を得ていく上で、各医療機関の経営者など意思決定者への啓発も重要です。

そこで我々は、今年度より、「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」(厚生労働科学研究費補助金研究)を開始しました。この研究により、我が国における医療用人工知能研究を進めていくうえでの課題となっている人材育成に、研究当事者として貢献することを目指しています。こうした試みにおいて、プライマリ・ケアに関わる医療従事者の関与は、技術の健全な発展に向けて欠かすことが出来ません。そこで、昨年のプライマリケア・連合学会学術大会でも、シンポジウム「プライマリ・ケアにおける人工知能の可能性」を開催させて頂きました。

医療用人工知能は、プライマリ・ケアを含め、医療・医学の発展に直結する技術です。しかし、その研究開発においては、人材不足の問題に加えて、薬事法制上の問題など、さまざまな課題が存在します。今後、本稿のような機会を通じて学会員の皆様と問題意識を共有すると共に、学会での討議を通じて、議論が深まることを期待しています。こうしてプライマリ・ケア分野ならではの成果を示していくことにより、医療全体における人工知能の健全な活用に繋がることを願っています。

参考文献

1. 松尾豊. 人工知能は人間を超えるか. 株式会社KADOKAWA. 2015年3月.
2. 宇賀神 幸司. 熟れた実だけ採取する「農業収穫ロボ」の実力: 日経ビジネスオンライン.
<http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/226265/093000057/> (2017年12月28日アクセス).
3. セコム株式会社. HYPERLINK "<https://www.secom.co.jp/campaign/robotx.html>" (2017年12月26日アクセス)
4. 総合警備保障株式会社. HYPERLINK "<http://www.alsok.co.jp/corporate/robot/>"
<http://www.alsok.co.jp/corporate/robot/> (2017年12月26日アクセス)
5. エヌ・デーソフトウェア株式会社. HYPERLINK "<http://www.ndsoft.jp/bizapp/>"
<http://www.ndsoft.jp/bizapp/> (2017年12月26日アクセス)
6. Nash, F.A. Diagnostic reasoning and the Logoscope. The Lancet 276.7166(1960):1442-1446.
7. Shortliffe, Edward H. A rule-based computer program for advising physicians regarding antimicrobial therapy selection. Proceedings of the 1974 annual ACM conference-Volume 2. ACM, 1974.

出典

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.



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

医療用人工知能を知る

[医療用人工知能とは \(研究者向け\)](#)

[医療用人工知能とは \(医師向け\)](#)

[医療用人工知能の応用事例](#)

国立保健医療科学院における診断支援研究

医師向け

診断支援AI「PGY-01」の歴史・現状・展望

2017年8月10日 奥村貴史 (国立保健医療科学院 研究情報支援研究センター 特命上席主任研究官、国立情報学研究所客員教授)

診断支援システムの実際

本年5月13日、第8回 日本プライマリ・ケア連合学会学術大会において、「プライマリ・ケアにおける人工知能の可能性」と題したシンポジウムが開催されました。人工知能(AI)技術の医療への応用が進むことで、各学会においてもAIに関連した研究発表やシンポジウムが増えています。そうした中でも、医療用AIがプライマリ・ケアという第一線の医療現場における活用についても討議されるまでになったことは、この分野の試みが基礎研究から応用研究にまで幅広く広がってきたことを示しています。

「私たちは、このシンポジウムで、「診断困難症例の診断支援」と題した発表を行いました。臨床では、大きな大学病院から小さな診療所に至るまで、どのような環境であっても、時折、診断に困る症例に遭遇するでしょう。そうした際、全身状態が悪ければ、必要に応じて高次施設に紹介するかもしれません。しかし、他施設に紹介するにしても、適切な科に送りたいという心理は働きます。症状が軽く明らかに生命予後に関わらなければ、診断が付かない状況でも経過観察を選択するかもしれません。それでも、自分を頼って受診をしてくださった患者のためにまずは診断を付けたいという気持ちも、医師誰もが感じることでしょう。

そうした際、診断の糸口をつかむために、先生方は何をどのように調べられるのでしょうか。病名が明らかとなっている際には、成書を確認するというのが正しいあり方かもしれません。しかし、そもそも診断が付いていない場合には、症状を頼りにウェブで関係しそうな疾患を検索するという方法が少なからず行われているようです。この方法の問題は、良質な情報にたどり着くためには、検索結果に現れる膨大なページや論文を一つ一つ確認する等の手間と経験が必要である点です。昔であれば図書館に行かなければならなかった文献検索が、昨今ではネットで簡単に調べられるようになりました。一方で、手に入れられる情報も膨大となり、新たな非効率を生んでいます。

私たちは、この問題に取り組み、診断困難症例への対応を支援するシステムを2009年から研究してきました。図1は、その入力画面です。画面上部にある「基本情報欄」には、患者の基本情報を入力します。例えば、年齢と性別を入力することで、診断の計算に発症年齢や性別を加味することが可能となります。同様に、急性か慢性か、あるいは亜急性かといった発症様式を問うことにより、疾患の自然歴を加味した計算が可能となります。主訴現症欄は、入力情報の中心となります。これら臨床所見を入力する毎に、画面右にある「選択症状」に追加され、必要な情報を入力した後に「病名診断」ボタンを押すと、結果画面へと切り替わります。

図2は、結果の表示画面です。「神経系の疾患」という表示の中に、中枢神経系の炎症性疾患や変性疾患といった疾患グループが並び、さらにその中にあるアルツハイマー病やレビー小体病が並んでいます。このように疾患を階層的に表示することにより、何百という鑑別疾患を効率的に閲覧することが可能となります。システムには、現在、1500ほどの疾患情報が登録されており、今年度中に5465件ほどに拡張される予定です。

さらに、図3に示すように、それぞれの疾患に関する説明文や詳細情報を効率的に確認することが可能となっています。画面例では、疾患説明文の下に、疾患情報、所見情報、関連疾患、参考文献の詳細情報タブが示されています。参考文献はとりわけ有用で、それぞれの疾患に関するオンライン上の各種文献への

リンクが整備されています。そのなかでも、メルクマニュアルや難病情報センター等、品質の高いサイトはアイコン化されており、直接移動することができます。診断支援システムがウェブや論文の検索システムと比して大幅に効率的である点を、ご理解いただけることと思います。

図1 症状入力画面（提供：奥村氏）

図2 結果表示画面（提供：奥村氏）



図3 疾患情報表示 (提供：奥村氏)

国立保健医療科学院における診断支援研究

ここで、一つ疑問に思われるかもしれませんが。ご紹介したシステムは「それなりに有用に見える」のに、なぜ今まで知られていなかったのでしょうか。この疑問に答えるためには、私たちの研究の背景についてお伝えする必要があります。

従来、日本の医療では、公費負担の対象として56種類の「難病」が知られていました。その後、2015年に制度が変更され、現在では330疾患が認められています。これは、難病対策の大きな転換であったことから、その制度変更に先駆けてさまざまな検討がなされました。しかし、たとえ対象疾患を広げても、疾患概念として確立していない難病の患者を救うことはできません。疾患概念として確立していなければ、そもそも患者を診断することが困難です。診断基準の策定に向けた研究を進めようにも、明確な症例定義がなければ、症例を集めることも困難でしょう。

そこで2009年、「未分類疾患の情報集約に関する研究班」(研究代表：国立保健医療科学院の林謙治院長)が設けられました。医学は今までさまざまな疾患に対して多くの科学的知見をもたらしてきました。しかし、そもそも名前がなく症例定義も定まらない疾患に対する研究方法論は知られていませんでした。そこで私たちが着目したのが、オンラインの診断支援システムでした。臨床においては、大学病院や診療所といった施設区分を問わず、多かれ少なかれ診断に困る症例に遭遇します。そうした際のために医師の診断を効果的に支援するシステムをネット公開すれば、多くの医師が利用することになるでしょう。そして、もし、「未知の疾患」が既知の疾患と異なる症状を呈するのであれば、このシステムの検索履歴中に、既知疾患とは異なるパターンの検索が現れるはずです。そうした患者に地域集積性が認められれば、未知の公害病の端緒をつかめるかもしれません。もし職業集積性が認められれば、職業性胆管癌のような未知の公害が示唆されるかもしれません。国内で知られていない感染症が疑われれば、新興感染症やバイオテロの検知にもつながるでしょう。

このような体制を実現するためには、まず、臨床的に有用な診断支援システムを研究開発しなければなりません。そこで、私たちは、実際に動作する診断支援システムを試作した上で、医師を対象としたセミナーを開催して症例検討を行い、出席した先生方から頂戴したフィードバックを基にシステムを改良し、それをまた次のセミナーで供覧する、という試みを8年間ほど続けてきました。臨床現場での実用に耐えるシステムの研究開発には、大変地道な作業を要します。開発途中の不完全なシステムに対してフィードバックを得ていくためには、システムの将来的な価値を理解して下さる限られたテストユーザーから、根気強くフィードバックを集めていかなければなりません。その際、良質なフィードバックをいただくためには、頂戴したご意見を真摯に受け止めシステムを改良していかなければならず、多くの時間がかかることになります。

また、診断支援システムを大々的に広報する上では、診断性能を担保するために臨床的な評価を行う必要があります。しかし、臨床研究には多額の予算がかかります。そこで私たちは、まずは基礎研究として要素技術の完成度を高める道を選び、主に情報系の国際学会を中心に研究成果の発表を行ってきました。私たちに

としては、臨床的な性能評価を行ったり、広報を行い渉外に要する負担を増すよりも、現場の臨床医の先生方との対話を通じて技術としての完成度を高め、研究成果を一つ一つ積み重ねていくことが重要だったのです。

診断支援技術とその本質

さて、私たちの診断支援システムには既に8年の研究実績があることから、さぞ高度な診断が可能かと思われるかもしれません。しかし、私たちのシステムの診断性能そのものは、決して高いものではありません。それでも、私たちのシステムは、前述のシンポジウムや今まで積み重ねてきたセミナーにおいて、臨床の先生方より高い評価をいただけてきました。次に、その理由をお伝えすることで、そもそも診断支援とは何かという技術の本質を明らかにしたいと思います。

医師の有する知識の補完

人類が今までに発見した疾患がどれくらいあるか、ご存知でしょうか。数え方にもよりますが、WHO（世界保健機関）は、2万～3万という数字を挙げています。分子生物学の発展によってさまざまな疾患に多くの責任遺伝子が見出されてきたことで、区別できる疾患の数が増えたことが背景にあるようです。歴史的には、18世紀頃には既に2400種程度の疾患が知られていたようですので、医学の進歩が疾患概念をおよそ10倍に増やしたと言えるでしょう。

問題は、この中で一人の医師が知っている疾患数はどれくらいかというものです。実は、この問題には正確な調査がなく、私たちの調査により概算で2000疾患弱であると推計されています。つまり、普通の医師は既知疾患の一部を知っているにすぎず、実は大多数の希少疾患については知らないことになるのです。この希少疾患に関する知識量では、生身の医師はコンピュータに決してかないません。医師が知らない希少疾患についての知識をコンピュータが支援することができれば、人間と機械が得手不得手を補い合うことができることになります。

医師の有する各種バイアスとデバイアシング

以上のように記すと、「医師は希少疾患を知らないかもしれないが、医学知識に基づいた診断推論が可能であり、簡単に機械には負けないのではないか」と思いになられるかもしれません。これはその通りで、AIは網羅的なデータベースを用いることで、可能性のある疾患を列挙することは得意ですが、今のところ医師が有するような診断推論能力はありません。一般的な症例において医師の診断能力がAIを凌駕するのも、人間の診断推論能力が高度であることが理由の一つです。

しかし、医師の推論能力にも、大きな欠陥があります。それが、人間だれもが有する「バイアス」です。診断に際して、医師はさまざまな情報に影響を受けます。患者からの訴えや説明、患者が発する雰囲気、その日に診察した他の患者の容態や自分が今までに診た患者、とりわけ、困難な診断にたどり着いた成功体験などは、とりわけ医師の思考を制約します。CT上に見つけた重要所見に意識を奪われ、隣のスライスにあったわずかな変化を見逃すような経験は、誰もが通る道でしょう。AIの長所の一つは、人間と異なりこれらのバイアスに影響を受けない点です。バイアスがないことで、機械は時折、医師が想像もしていなかった可能性を提示します。診断支援システムは、たとえ正解を示すことができないとしても、この「デバイアシング(debiasing)」能力によって医師の有するバイアスをキャンセルすることが臨床に高い価値を有するものと考えられます。

関連情報の効率的な提示

進行に時間がかかる疾患においては、診察時に全ての症状が発現しているとは限りません。その場合、限られた所見から正確な診断を下すことは原理的に困難です。例えば、腹部の違和感という病歴のみから、胃軸捻転症を確定診断することはできません。したがって、診断困難症例の診察を支援する診断支援システムは、正確な診断結果を示すことよりも、「診断に役立つ情報を提供すること」に価値があると考えられます。とりわけ、診断困難な症例に接した際に、質の良い診断仮説を提示したり、その質の良い診断仮説に基づいて次に行うべき検査を示唆したりということ機能は、臨床的に極めて有益です。

そのように考えると、診断支援システムにおいては、答えが分かっている症例に対する正診率が99%あるかないかという単体性能で評価することが困難であることをご理解いただけるでしょう。診断支援システムは、医師と相互補完的に働くものであり、その総体として評価しなければ、診断支援システムの利用による臨床的なアウトカムを正しく把握することは困難なのです。したがって、診断に関連した情報を的確に、また、効率的に提示することが、診断支援システムにおいて本質的な要素となります。

医師と診断AIの協働に向けて

今までの研究を通じて、医療用AIが発達することによって「医師が怠惰となる」懸念を少なからずお伺いしてきました。このように、機械の発達によって人間の能力が落ちるのではないかという危惧は、AIの本格的な登場以前より指摘されてきました。とりわけ深刻であったのが、飛行機の自動操縦が発達することによってパイロットの技量が衰え、異常事態への対処能力というパイロットにとっての根源的な能力が衰えるのではないかという危惧でした。こうした事態をautomation complacencyといい、医療においても当てはまるのかもしれません。確かに、CTやMRIの普及によって頭部の画像診断が容易となったことで、医師の神経学的診察能力は低下してきたのかもしれません。この後、診断までもを機械に依存することで医師の診断能力が衰えていくことは、決して望ましい未来ではありません。

しかし、多くの医師が臨床において眼鏡という「機械」に頼っていますが、医師の臨床能力は減退したでしょうか。靴を履くことによって、人間の活動領域は明らかに広がりました。これらの事例は、機械と人間とがうまく補い合うことができれば、人間の能力が減退ではなく発展していくことも可能であることを示しています。とりわけ大切なことは、診断支援システムや医療用AIは医師や医師の診断を置き換えるものではなく、医師と相互補完的に働くものだという認識です。実際、診断学分野で有名なUCSF（米カリフォルニア大学サンフランシスコ校）のDr. Dhaliwalも、自身で診断を行った後に、診断支援システムを用いて自分自身の診断推論に見落としがないか確認されるそうです。教育への応用も重要でしょう。今後は、眼鏡が人間の能力を拡張したように、また、飛行機が人間を豊かにしたように、診断支援技術が人類の将来に貢献するような方向に研究開発を導いていくことが重要と言えます。

そのためには、診断支援システムの要素技術がバランス良く健全に発展していく必要があるでしょう。具体的には、医学知識をコンピュータが利用可能な形に整備した「知識ベース」、医師とのやり取りを担う「ユーザーインターフェース」と、入力された所見等から実際の診断を行う「診断エンジン」、それぞれが高度化していく必要があります。そこで、私たちは、「疾患知識ベース」から研究に取り組み始め、現在、医師とコンピュータが協働していく要となる診断AIのユーザーインターフェース研究へと辿り着きました。

私たちのシステムは、1年目研修医の状況に似ていると考えています。つまり、「国家試験に通ったばかりであることから覚えている疾患の単純な数はベテランよりも多い」ものの、「学んだ知識を組み合わせる診断を行ったり適切な治療を考えたりという能力は一般的な医師には到底及ばない」という状態です。そこで、研修医が先達に育てられ経験を積むことで臨床能力を高めていくように、私たちのシステムも先生方からの指導を通じてより有用で効果的なシステムへと育つことを願って、1年目研修医を意味するPGY-01(※)と名付けています。今後、医療用AIのユーザーインターフェース研究を中心に基礎研究を進めつつ、臨床の先生方との共同研究を少しずつ増やすことにより、より有益なシステムへと育つこと、そして、医学の発展に資する研究成果につながることを願っています。

※ PGYは、本来Post-Graduate Yearですが、ここではProgrammed General physician。

※M3.com『[医療維新](#)』より許可を得て転載



医療用人工知能を作る

[イベント報告・論文紹介](#)

[医療用人工知能と政策](#)

[医療用人工知能の作り方 / 研究開発の中心となるデータ作成の実例](#)

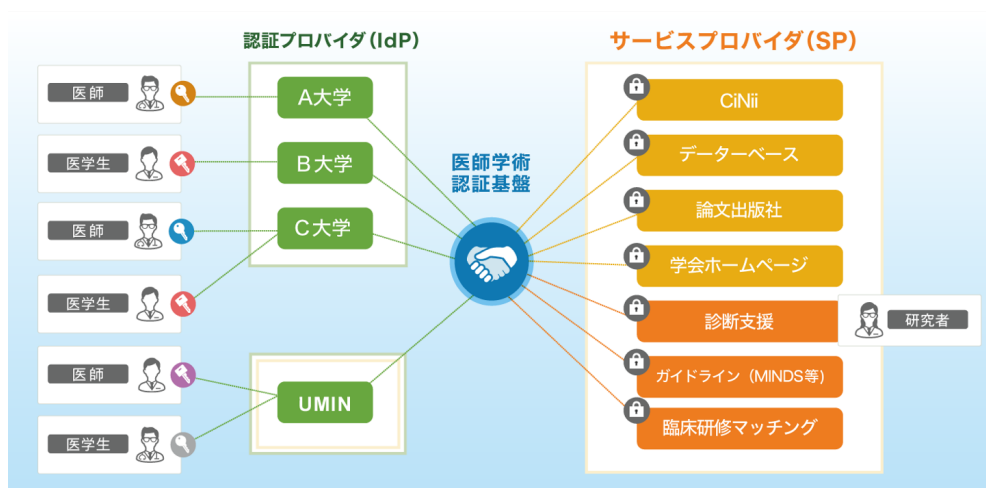
[医療用人工知能研究に求められるデータ作成作業の海外委託](#)

行政官向け

医師学術認証基盤構想

この記事は9分で読めます

日本の医療用人工知能は、米国、中国に大きく差をつけられつつあります。その背景には、いくつかの理由があり、とりわけ、研究開発と技術の実用化に要する様々なコストが高い点への対応は急務です。「医師学術認証基盤構想」は、この問題への有力な解決策の一つとして、我々が提案してきた施策です。この研究開発基盤により、医療用人工知能研究への対応を切り口に、「医師認証基盤の普及」、「医療用人工知能の発展」、「医師キャリアの効率的な追跡」という、日本の医療を支える多彩な波及効果が期待されます。



[資料ダウンロード \(PDF: 1.7MB\)](#)

医師学術認証基盤とは

医師学術認証基盤とは、医師を対象としたオンラインの認証サービスを提供する仕組みです。医師が普段利用するアカウントを利用し、中医療関連分野の様々なサービスを利用することを実現します。

政府は今まで、保険医療分野の公的な認証基盤(HPKI)の運用を支援してきました。しかし、この基盤は法的な効力を有する電子署名システムとして構築されており、医師にとっては紹介状の電子署名以外の使い道がないことから、利活用も進んでいませんでした。医師学術認証基盤は、普段から利用されているアカウントを活用することで、この厳密な認証を必要としない幅広いアプリケーションを低コストに実現し、医療の情報化にさまざまなメリットと波及効果をもたらすことが期待されます。

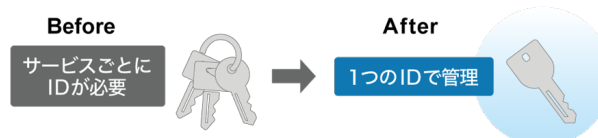
医師学術認証基盤が実現するメリット

医師学術認証基盤には、[パンフレット]が示すように、12項目にも及ぶメリットが期待されています。ここでは、医療用人工知能と保健医療福祉行政にとっての代表的なメリットを抜粋します。

〔メリット1ー医師向けサービスの統合認証化〕

医師は、日常的に各種学会や医療サービスをオンライン上で利用していますが、それぞれのサービスでIDを作成し、管理する必要がありました。医師学術認証を用いることで、所属大学やUMIN等、日常的に利用しているアカウントを用いて、連携する各種学会・医療情報サービスにアクセスできるようになります。これにより、医師は様々な医師向けオンラインシステムのために、いくつかのアカウント情報を管理する手間から開放されます。

こうした認証システムは、コンシューマ向けのサービスでは既に実現されています。たとえば、FacebookやTwitter、Google等のアカウントを使って様々なウェブサービスを利用できることをご存知ではないでしょうか。このように、単一のアカウントにより様々なサービスを利用できるサービスを、「シングルサインオン」と称します。医師学術認証基盤により、医師向けな多彩なサービスのシングルサインオン化が実現します。



〔メリット２－医療用AIの研究開発促進〕

医療用人工知能の研究開発には、人工知能に正解を伝えたり、開発した人工知能の精度管理を行なうために、多くのデータが必要となります。こうしたデータの生成に関しては、医師でなければ品質を確保することが困難であることが少なくありません。しかし、膨大な数のデータを生成する単純作業に従事して下さる臨床医は決して多くはありません。また、その単純作業の意義を啓発するためにも、時間と手間を要します。

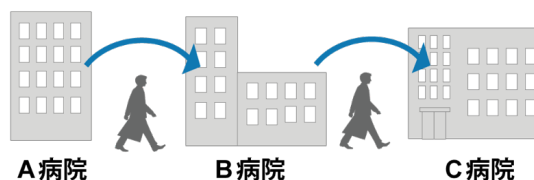
医師学術認証が実現することにより、たとえば、研究用データの生成タスクをインターネット上で公開し、医師のみを限定して受け入れるような体制が簡単に実現できるようになります。医師学術認証は、このように、研究協力をして下さる医師の参加促進を通じて、医療用人工知能研究のコストを大幅に低減します。これは、医師学術認証基盤を医療用人工知能の開発に必要なデータを作成する「クラウドソーシング」(別記事：「[医療用人工知能研究に求められるデータ生成・監査タスクを海外委託する](#)」参照)に活用する試みです。実際にクラウドサービス上で医師にデータ生成を依頼する試みも行われていますが、国内ではクラウドサービスを通じてタスクを請け負う医師は多くありません。医師学術認証基盤は、医師の資格確認を大幅に軽減すると共に、アカウント管理の負担をなくすことにより、医療用人工知能研究のコスト削減を通じて研究開発の促進に貢献します。



〔メリット３－医師キャリアの効果的な追跡〕

医学部においては、卒業生の進路や勤務先の把握によって大学教育や入学試験制度の改善に繋げることができます。そこで、同窓会組織等を通じた卒業生の組織化が行われていますが、自主的な報告に基づく動向把握は完全ではなく、また、医師側、同窓会組織側の双方への負担が大きいものでした。適切な同意のもとに在籍医学部がアカウント発行を行うことは、そのアカウント情報を通じた卒業生のキャリアの効率的な把握を実現します。

政府は、医師需給に関する政策の検討に向けた基礎資料として、医師の卒後動向の調査システムの確立を望んでいました。しかし、こうしたシステムの確立のためには大きな予算を要することに加えて、たとえ予算化が実現したとしても、医師側に報告するインセンティブを設けることは容易ではありません。出身大学を含む各組織が協力する分散型の医師認証基盤を実現することにより、医師キャリアの効率的な追跡を低コストに実現します。



低コスト化の工夫

このように医師学術認証基盤には様々なメリットが期待されています。しかし、そのような施策の実施には、従来、多大なコストがハードルとなってきました。そこで次に、医師学術認証基盤が、なぜ、どのようにして低コストであるのかを紹介します。

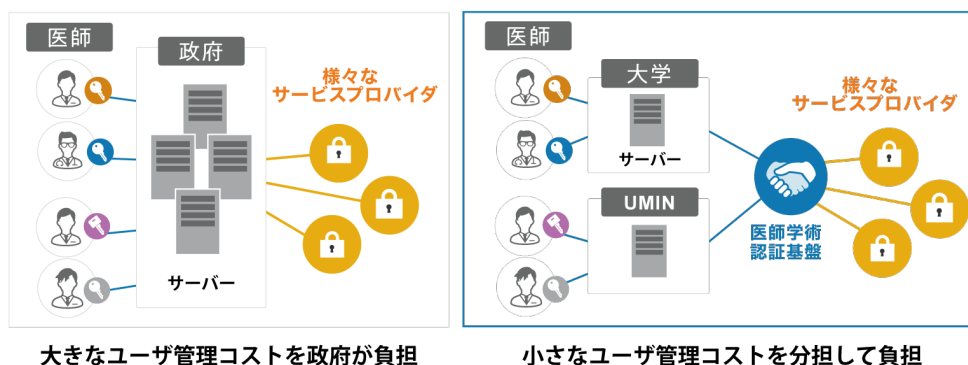
〔工夫１－フェデレーション型認証の利用〕

医師学術認証基盤では、新たな政府認証局のような公的基盤を構築「しません」。代わりに、各大学やUMIN(大学病院医療情報ネットワーク)等にて医師が利用しているアカウントを、相互接続します。これにより、各医師は、自分がメインで利用しているアカウントを維持するだけで、インターネット上の様々な医師向けサービスを利用することが可能となることが期待されます。FacebookやTwitterのアカウントにより、他のさまざまなオンラインサービスが利用できるようなイメージです。このような認証システムは、フェデレーション型の認証と呼び、世界の学術認証において利用されています。我が国においても、国立情報学研究所が、主として大学等の高等教育機関を対象として運用しているフェデレーション型認証基盤「学認」があり、その仕組みを再利用することで、低コストに医師向けの学術認証基盤を実現します。



〔工夫２－ユーザー管理コストの軽減〕

認証基盤の維持には、インフラの維持コストだけでなく、ユーザーの登録・維持といった管理コストが掛かります。提案手法では、ユーザーの管理は個々の大学医学部やUMINという既存組織に委ねられていることから、新たに政府は大きな管理コストを予算化する必要がありません。

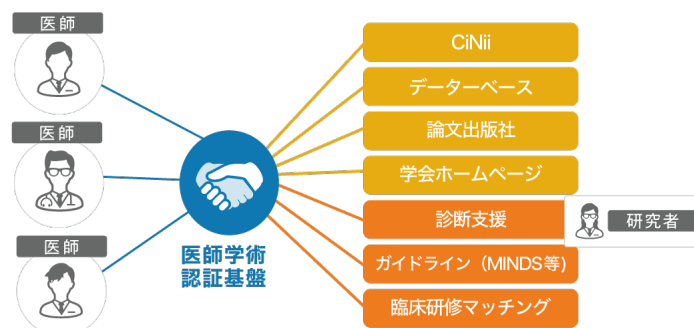


また、今まで政府は、「臨床研修マッチングプログラム」のために大きなコストを負担し全国の医学生にマッチングプログラム参加のためのアカウントを配布して来ましたが、このアカウントはマッチング終了と同時に利用が終わり、無駄が生じていました。医師学術認証基盤を利用することにより、医学生は、在学時に利用していたアカウントにより「臨床研修マッチングプログラム」への参加が実現します。これは、臨床研修予算を、医師学術認証基盤の実現に振り向けうることを意味しています。

〔工夫３－サービス提供コストの軽減〕

従来、医師向けサービスを提供する学会や事業者、公的機関は、ユーザーの獲得と維持のための事務コスト、システム運用コストと大きなコストを負担する必要がありました。このコストがハードルであることから、医師向けサービスを立ち上げたり拡大することは容易ではありません。結果として、医師を対象とした様々な情報システムの開発と普及が進まないという問題がありました。

医師学術認証基盤によって、サービス提供側は認証基盤への接続に要するコストを負担するだけで、多くの医師ユーザーを獲得することが可能となります。フェデレーションの運用のために要するコストは、商用サービスの接続に対して課金を行う等することにより容易に確保することが可能となると考えられます。



医師学術認証基盤の実現へ向けて

以上のように医師学術認証基盤は、サービスを利用する医師、サービスを提供する研究者や各種事業者、アカウントを提供する大学等組織のそれぞれに大きなメリットがあります。そして、このように参加各位に様々なメリットが存在することで、事業に参加する各種の主体が増し、サービス種別の拡大が情報基盤としての価値を高めます。こうして利用医師が増えることで、サービス提供者が拡大し、さらに利便が高まるサイクルが成立します。



こうした仕組みの整備は、インターネットが爆発的に普及した背景にある「イノベーションのためのシステム」の確立に似ています。政府は1980年代、日本社会の情報化に向けてキャプテンシステムやISDNといった公的情報技術の普及を目指し、多くの投資を行いながらも挫折を続けてきました。そうしたなか、1990年代に大きく普及したインターネットは、利用者が技術革新を主導することで絶え間ない技術革新を実現し、これがネットワークの価値を高めてさらなるユーザーを獲得するイノベーションシステムを実現し、爆発的な普及を実現しました。

我が国の医療用情報技術は、コストが高いうえに品質が低い特徴を有しています。そうした状況において技術革新を実現していくためには、コストを低廉化し、品質を上げる施策が不可欠です。そのためには、その公的な性質が故に目的が制限された政府認証基盤(HPKI)に加えて、ユーザー数とサービス種別の拡大を実現する医師学術認証基盤の導入が合理的です。今後、啓発活動を通じて関係者による理解を得ることで、施策化に向けた検討が進められることを願っています。



医療用人工知能を作る

[イベント報告・論文紹介](#)

[医療用人工知能と政策](#)

[医療用人工知能の作り方 / 研究開発の中心となるデータ作成の実例](#)

[医療用人工知能研究に求められるデータ作成作業の海外委託](#)

医療用AI開発者イベント参加記

-DEEPCORE+M3交流ピッチイベントに参加して-

この記事は7分で読めます

旭川医科大学 医学部医学科 小笠原亜美

(監修: 北見工業大学 奥村 貴史)



医師とITエンジニアの交流からみえた現代医療が抱える課題

2018年9月29日午後、東京文京区本郷にて、エムスリー社「AIラボ」とAI特化型インキュベーターであるディーブコア社による、医療AIについて医師とエンジニアの交流を目的としたイベントが開催された。講演や懇親会での交流を通じて、医師側とエンジニア側の双方が抱える疑問や課題について意見交換をすること、そこから新たな課題を発見することが今回のイベントの目的である。

主催者による開会の挨拶の後、多田智裕さん(医師AIメディカルサービス代表取締役予定)が基調講演を行った後、高橋秀徳さん(医師自治医科大学)をトップバッターに、医師、エンジニアを含む計10名による「ピッチ」と称するショートプレゼンテーションが行われた。

5時間に渡ったイベントにおいて医師側は、AIを医療の現場でどのように活用しているのか、また現場ではたらく医師がどのようなことをAIに期待しているのかといった話題を提供した。それに対してエンジニア側は、具体的にどのようにエンジニア側が現場や事業に介入できるのか、またビジネスとしての市場価値はどこにあるのかといった疑問を医師側に直接質問したり、意見を述べるなどした。

医療用AIに興味を持つ医学生として今回イベントに参加し、医師とITエンジニア双方から現状や今の状況に対する意見を聞いた結果、医療の現場に医療AIの導入やITエンジニアの参入を行うために解決した方がよい課題がみえてきた。イベント参加記として、以下に紹介したい。

医師の抱える困りごとから始まる医療用AI開発

開会式の後、最初に医師であり起業家でもある多田智裕さんによる基調講演が行われた。世界に挑戦する内視鏡AIというタイトルで、内視鏡画像から癌を識別するAIを作成した経緯や今後の展望について語った。「はじまりは現場の困りごとだった」と多田さんは述べた。さいたま市の市民検診で撮影された内視鏡画像のダブルチェックは終業後に行われる。検診を受けた市民の数は4~5万人、1人につき4、50枚の画像が存在

するので医師一人あたり毎週2,800枚もの内視鏡画像をチェックしなければならない。技術の進歩によって大量に生産されるようになった医療画像は専門医の処理能力を超えていた。このような日常業務の困りごとから、トップ医療機関と共同研究により、50万枚の内視鏡画像から、AIを用いたダブルチェックができるソフトが製作された。現在はリアルタイムで内視鏡を使用している間に癌を診断できるシステムを開発中である。AI内視鏡画像診断での癌の見逃しゼロを目指すとして述べながら、「治療方針や手技のサポートなどといった用途があり、AIは医師の道具である」と強調していた。

次に、眼科医師である高橋秀徳さんがプレゼンテーションを行った。タイトルは「たたみ込みニューラルネットワークで解決する画像診断」で、機械学習を用いた糖尿病網膜症病期分類のための画像診断AIについて発表した。現在AIは一般画像識別において画像識別に特化した人の認識率を超えたという。加えて人工知能に慣れていなくても、ディープラーニングが登場したことにより、人工知能の学習方法が洗練されたことで広いユーザーが使えるようになったと高橋さんは述べた。高橋さんが作成したAIは、診断、病期分類、数値推測これら全てがたたみ込みニューラルネットワークで画像から自動的に行き、開発したAIの病期的中率81%であったという。一方人工知能の開発で苦労した点の1つとして学習パラメータやハイパーパラメータの調整を挙げている。他には人工知能に学習させるためのデータを獲得するために様々な課題をクリアしなければならないと述べていた。精度の高い人工知能を作るためには大量の学習用データが必要とする。大学病院と周辺クリニックなどからデータをもらうためにデータの契約形態と協力形態の方法、個人情報のマスク方法を倫理委員会に通したり、大学病院の外の有識者委員会から許可を貰ったりと人工知能を開発する前の準備段階からの苦労がみえた。フロアからの質問で、今から作るには最小何例必要かという問いに対して、「特化型AIでは、1万枚は必要」と述べていた。

続いて現役医師10名による「ピッチ」が行われた。匿名、非公開を前提とした発表も多いことから氏名と内容については伏せるが、今の医療の課題を解決する手段としてAIをどのように利用しているか、AIに現場のどのような困りごとを解決してもらいたいと期待しているかなど、一人一人様々な視点で発表していた。

交流を通じて明らかとなる様々な困りごと

イベントの最後には懇親会が行われ、AIに造詣が深いITエンジニアと、AIを利用していないし興味のある医療関係者との、交流の場となった。本イベントを開催した方々、講演を行った医師やイベントに興味を持って参加した大学生など様々な立場の方と話す機会があった。

懇親会中、ディープコア社の田中さんは「いま医療用AIに興味を持ち、今の医療現場の状況に危機感をもって行動している有識者を日本中から集めてこの規模は本当に異常なこと」との懸念を述べていた。エンジニアと医師の交流イベントを設けても都内のビルのワンフロアで済んでしまった点について、今の医療の現場に対して危機感をもって行動に移そうとしている医師やエンジニアが少ないとの認識に立っての発言だ。

また同じくディープコア社の雨宮さんらに話をうかがったところ、医療という現場が特殊すぎることから、医学生や医師にとって当たり前の情報や状況を非医療従事者側が承知していないことが判明した。これは、興味がないと言うより、医療の現場の情報にITエンジニアらがアクセスする手段がなく、そういった情報を知る機会や手段がそもそも与えられていない、分からないということが大きいようだ。交流イベントや求人もほとんどなく、医療というフィールドは、当事者以外にはかなり閉鎖的であるということが理解できた。

続いて講演者の一人である高橋先生と話した。電子カルテや医師の問題意識の低さが、医療AIの導入の足かせになっているという。高橋先生は、「電子カルテのデータが先生毎に好き勝手にかかれていて規格化されていない、データ同士が紐付けされていない、簡単にアクセスできない、集約されていないデータが多すぎる。だから患者のデータを利用するときに無駄な作業が多くなってしまったり、データを抽出するのに時間がかかったり、一度取り出したデータが使い切りになったりしてしまいとても不便だ」と述べる。また電子カルテは導入も更新も高額であり、電子カルテを維持するのに数千万円がとんでしまい、ユーザーである医師が使いやすく改良したいという要望にまで手が回らないことも分かった。一方で、高橋先生の専門である眼科では、診察、検査、診断、手術といった一連の流れが1つの科でまかなえるため、AIやIT関連の導入が比較的しやすいとも述べていた。

コミュニケーションを目的としたイベントへの需要と効果

今回の参加者の割合、講演やピッチにおける質疑応答、懇親会を通じて、医療の現場にはIT側が介入できる課題(日常の困りごと)がとてたくさんあることが分かった。しかし、ビジネスの領域として、医療現場と医師はとても扱いづらい。医師側は「とにかく困っていて、患者さんを救いたい」という気持ちが強い。それ自体は悪いことではないが、必要な情報提供がうまくできない例も存在するのではないかという考えが浮かぶ。「どのくらいの症例があって、どのくらいの患者がいて、それをどのようにしたら問題が解決するのか、ビジネスたり得る利益はあるのか、そういった具体的な話や背景が分からなければエンジニア側も仕事を受けられない」、ピッチの質疑応答でのエンジニアのコメントである。

また、解決が求められる困りごとだけでなく、医療の現場には、大量にデータがある。それは、外来カルテ、入院カルテのみならず、各検査や画像、さらに健康診断のデータなどにおよび、AIの研究開発に利用できるデータの原石はたくさんあることが今回のイベントで再確認できた。しかし、そのデータの管理が画一化されていないため、いわゆる「汚いデータ」であるのが難点となる点も認識できた。こうした問題を解決していくためには、電子カルテのデータベース化、ユーザーインターフェースの簡便化と画一化が求められる。

こうした問題を解決していくためには、ITエンジニア側が、常に医療者側のオーダーを聞きながらシステムを改良し続けることができる、そして医師もエンジニアを信頼して定期的にプロジェクトの会議に参加したり要望を具体的に話したりといった基盤が必要だと感じた。医師側のAIへの興味・期待、ITエンジニア側の医療領域への興味は共に高い。しかし、AIやプログラミング言語の勉強会、医師の困りごとを定期的にフォローするシステムなど人工知能を臨床現場に導入する前に、準備しなければ成らない課題がまだ数多くある。

AIに興味のある医療者でもAIを万能機だと思っている方が多く、難しいことや分からないことは人間にできないことはAIに全部任せれば解決するのではないか、という考えの方もいた。医療用AIの発展に向けた基盤を整備し、また、医療従事者とITエンジニアの相互理解を深めるうえで、双方のコミュニケーションを目的としたイベントには潜在的な需要が大きく、また、効果的な情報交換が実現すると実感できた。



医療用人工知能を作る

[イベント報告・論文紹介](#)

[医療用人工知能と政策](#)

[医療用人工知能の作り方 / 研究開発の中心となるデータ作成の実際](#)

[医療用人工知能研究に求められるデータ作成作業の海外委託](#)

医療用人工知能の作り方

～研究開発の中心となるデータ作成の実際～

この記事は15分で読めます

概要

機械学習を用いた人工知能に開発において、学習データは必要不可欠なものとなってきました。この学習データの生成には人間による作業が必要不可欠あり、学習データの種類によってはその作業に高度な専門的な知識を要求します。そんな中、医療用データを用いて学習を行なう医療用人工知能は学習データの生成に医師の協力が必要となることがあります。

ところが、このデータ生成には膨大な単純作業が含まれ、医師の多くがそういった作業を好みません。こうした状況は医療用人工知能の開発を遅らせる大きな原因となり得ます。こうした作業に関して医師の理解を得られれば、医療用人工知能の実用化に向けて大きな一歩となります。

1. 人工知能と機械学習

近年、人工知能が急激に進歩したことで、関連技術があらゆる領域で話題になっています。顔認識技術がスマートフォンなどのセキュリティ分野に応用され、記者の代わりに記事を書き、症状から疾患を提示して医師の手助けをするようになってきました。人間の知能を再現するという人工知能の試みは長い年月を経てようやく形になってきました。こうした人工知能の成長を支えているのがディープラーニングを始めとする機械学習です。

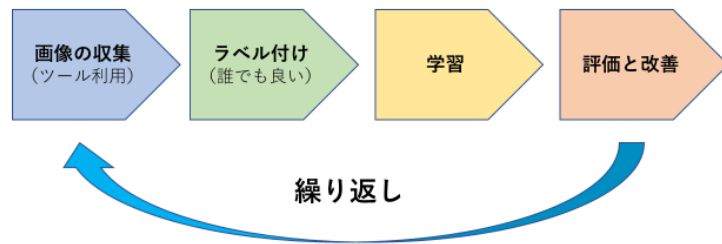
今までは人工知能の認識・判断・行動に関わるあらゆるルールを人間が自ら教えていました。しかし、人間が直接教えられることには限界があり、特に人間が無意識に行っている感覚的なタスクである画像認識や音声認識などの領域では長らく壁にぶつかっていました。それがディープラーニングによって壊れたのです。

大きく進歩した人工知能による認識能力によって人工知能は改めて注目を集めるようになり、様々な応用に期待がかかるようになってきました。その一方で、人工知能がどのように学習し、成長しているかという点についてはよく理解されていません。そこで、画像認識システムの学習プロセスを例に挙げ、機械学習の特性について簡単に解説していきます。

2. 画像認識を行なう人工知能の開発

人工知能の開発と一口に言っても様々なアプローチがあります。人工知能の目的と目的達成の手法、使われる技術によって開発方法は全く異なっており、全ての人工知能が同じプロセスで作られているわけではありません。今回、人工知能の応用技術の中でも社会に大きなインパクトを与えた「画像認識システム」における画像の学習プロセスについて紹介します。

機械学習には大きく分けて人間が学習データに正しい情報を付与する「教師あり学習」と正しい情報を付けない「教師なし学習」があります。ここでは学習効率に優れた教師あり学習について解説します。この場合、学習プロセスは「データの収集」「データへのラベル付け」「ラベル付きデータでの学習」「性能評価と改善」の4つです。性能評価で満足の行く結果が出ればこのプロセスは終了しますが、出なければアルゴリズムや学習方法に改善を加え、必要に応じて新たにデータ収集・ラベル付け・学習・評価を繰り返します。次に、各プロセスで何が行われているのかを細かく見ていきましょう。



<データの収集>

まずは学習させたい対象の画像を収集します。人間の顔であれば人間の顔を、犬の画像であれば犬の画像を集めることになります。ここで収集される画像の枚数は時に数千万に及び、手軽に集められるものではありません。さらに、同じ人間の画像であっても角度・背景・光によって見え方が異なるように、全く同じ物体の画像であっても、バリエーションに富んでいることが望ましいのです。

当然ながら「どこからそんなに沢山の画像を集めてくるか」という点が問題になります。一昔前であれば、この段階で画像が集められず人工知能の性能は頭打ちになっていたところですが、今ならインターネットがあります。キーワードで検索すれば大量の画像がヒットする上に、動画を使えば1つの動画から同じ対象の角度の違う画像を複数枚入手できるため、「人間や動物の画像」であればさほど学習用データの収集には困らなくなりました。

<ラベル付け>

ところが、こうして得られたデータはそのまま学習に使うことはできません。データを集める際に人間が一枚一枚選んでいた場合はともかく、通常はより多くのデータを一度に収集できるようにするためにデータ収集用のプログラムを作り、そのプログラムにデータを集めさせます。そのプログラムはあくまで「特定のキーワードで得られた画像を全て収集する」もしくは「特定のキーワードで検索した動画の中からランダムに画像を抽出する」などのタスクを行なうだけのものであることが多く、全く関連性の無い画像も多数混ざっています。

そのため、収集した画像は人間が目で見分けて分類していかなければなりません。人間の顔を認識させたいのであれば、人間の顔が含まれている画像に「人間の顔」というラベルを付け、犬を識別したいのであれば犬が含まれている画像に「犬」というラベルを付けていきます。この作業は人間の顔や犬を識別出来る人間なら誰でも出来る極めて単純な作業ですが、それを1人で何千何万と行なうため、ここでも効率化のためにプログラムを組むことが多いです。

例えば、犬を識別するために、画像と一緒に「犬である」「犬ではない」と書かれたボタンが表示され、クリックすると次が表示されるようなプログラムを作れば、人間が行う作業は画像を見てマウスやキーボードを押すだけになります。単純作業でも、最低限の作業で済むプロセスを作ることによって時間と労力は最小限に抑えられます。

<データでの学習>

退屈なラベル付けの作業が終わると今度はそれを使って人工知能に画像を識別するための学習を施します。この際、ラベルの付け方によって成果は大きく変わってきます。例えば、「犬である」「犬ではない」というシンプルなラベルしか貼っていないのであれば、人工知能が学習するのは犬か犬ではないかだけで、犬の種類までは識別しません。もし、「犬であるかどうか」に加えて「犬の種類」も加えれば犬の種類も学習できますし、犬ではないものに「人」や「猫」を加えれば、そのデータを使って人や猫の識別について学習させることもできるでしょう。

そして、人工知能の学習時間は画像の枚数・アルゴリズム・コンピューターの性能にもよりますが、学習プロセス全体から見てそれほど多くの時間はかかりません。場合によっては一瞬で終わります。人工知能の開発プロセスにおいて「学習」は重要なプロセスであることに変わりありませんが、手間と時間がかかるのはそれ以外のプロセスなのです。

<性能評価と改善>

学習が終わった後に行なうのは性能評価です。ここでは、学習用のデータとは別に作っておいたテスト用のデータを使って検証します。人工知能は学習を経て「犬だと思った画像」「犬ではないと思った画像」を出力します。こうして出力されたデータを人間がチェックし、その精度などを評価します。

ここで良い結果が出て、悪い結果が出て、評価と改善のプロセスは重要です。以前と比べて良くなった原因、悪くなった原因を推察し、アルゴリズムにさらなる改良を加えていきます。もし機械学習のアルゴリズムではなく学習データに問題があった場合は、次に収集する画像データの集め方やラベルの付け方についても検討していかなければなりません。場合によっては、画像をゼロから集め直すこともありますし、ラベルを最初から付け直すこともあります。

ここまでで画像認識システムの学習プロセスはとりあえず終了です。しかし前述の通り、必要に応じて何度も何度も繰り返されます。作り始めたばかりのシステムであれば、繰り返す回数は1回や2回ではなく、場合によっては何十回と繰り返すことになります。そのたびに学習データを集め直し、ラベルを付けるわけですので、これは途方もない労力を伴うプロセスであることが分かります。

3. 医療用人工知能で同じことができるのか

前述の画像認識システムのプロセスは、画像・文字・音声などの認識タスクを行なう人工知能の多くで共通しています。この学習プロセスをきちんと回すことができれば、一定水準の認識タスクを実行できる人工知能が完成するでしょう。

しかし、一見単純そうに見える学習プロセスにも大きな問題があります。学習に必要なデータが膨大なのです。データはインターネットから適当に拾ってくるだけでは不十分で、ラベル付けなどの作業によって学習に使えるデータに変えていかなければなりません。前述の画像認識システムのように「犬」を識別するだけの作業であればそれほど難しくはないでしょう。犬が何なんなのか認識してラベルを付けるだけであれば小中学生だって構いませんし、日本以外にもいくらでも依頼できる相手が存在します。

その一方で、認識すべき情報の「答え」が分かる人間が少ない場合には非常に厄介です。例えば、肺のレントゲン写真を見てその「答え」となる疾患を当てることができる人間は医師など医療の専門家だけに限られます。必然的にラベル付けの作業は経験豊富な医師に依頼せざるを得ませんが、こうした単純作業のために医師を確保し、医師に見合った高額な報酬を支払うことは容易ではありません。

問題は人手や費用が集めにくいだけに留まらず、医師であっても疾患があるかないかの判別は犬がいるかいないかという判別に比べて遥かに難解で、画像によってははっきりと断定できない「疑いがある」レベルに留まるようなケースも多いのです。開発者と作業者である医師間での基準に関する議論も欠かせないため、ラベルの判定基準ですら簡単には決められません。

医療用人工知能に限らず、人工知能の学習は学習に用いる情報の認識・理解に高度な専門知識が必要なケースになるほど難しくなります。しかも、医療用人工知能の場合は学習に使うデータが個人情報に関わるケースも少なくないため、インターネットで何でも集まる時代であるにもかかわらず、データを集めることにも苦労します。そして、苦労して収集したデータにラベル付けをしようにも頼める医師がいなければ雇うお金もないのです。

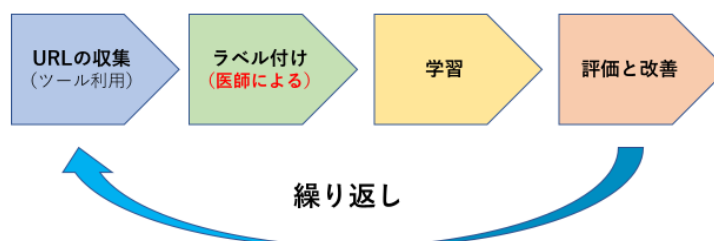
医療用人工知能の開発が画像認識の人工知能のように行かない理由はわかりました。では、実際に医療用人工知能のケースでどのような作業が行われるのかについて説明していきましょう。

4. 文献のリファレンスを表示する医療用人工知能の開発

医療用人工知能にも様々な種類が存在し、中でも注目を集めているのが診断支援を行なう人工知能です。今までは医師にしか識別することができなかった様々な疾患を、画像を含む各種検査データや症状から自動で判別してくれるようになりました。これだけでも十分優れているのですが、もしこうした診断支援システムが疾患に関連する文献のリファレンスを上げてくれたらどれほど医師の仕事が楽になるでしょうか。

そこで、診断支援システムに文献のリファレンスを表示する機能を追加するとします。そのためには疾患別のリファレンスリストが必要となりますが、次々に増えていく膨大なリストを人力で整理するのは難しいでしょう。そこで文献を確認し、自動で整理してくれる分類用の人工知能を作ることになります。

この場合、膨大な医学文献を適切に分類するためのルールを人間の手で入力していくことは現実的ではないため、機械学習を用いて人工知能に自ら学ばせるのが現実的です。その際の学習プロセスは前述の画像認識システムの学習プロセスと殆ど変わりません。ただ、医療用人工知能であるため、各プロセスで必要となる作業が微妙に異なってきます。



※学習プロセス自体は画像の学習と変わらない

<データの収集>

まず、文献データの収集を行います。画像認識システムの学習と同様にこれも自動で行ないます。ただし、検索時のキーワードは疾患名であったり医学用語であったり、より専門性の高いものとなるため、ヒットする件数が少ないこともあれば無関係なものも少なくありません。また、今回はインターネットを使った文献の収集であるため、実際に収集するのはウェブページのURLとなります。URLにはWikipediaから公的機関の医療サイトまで含まれており、情報の形態は多岐に渡ります。画像認識システムの学習データのように一つの動画から複数の画像ファイルを入手することもできなければ、ヒットした画像ファイルそのまま集めれば良いというわけでもないので収集用のツールの開発も簡単ではありません。

<ラベル付け>

そうしてデータを収集した後は、URLのリンク先のウェブサイトを確認し、医療用の文献としてリファレンスリストに掲載する価値があるかをチェックすることになります。この時点では、キーワードでヒットしたURLが集められているだけであり、疾患の名前が入っているだけで無意味なURLもあれば、疾患とは全く無関係のURLも存在します。

分類用の人工知能には、まずこうした無価値な文献を可能な限り取り除いて貰う必要があります。価値のある文献かどうかの確認は専門知識を持った人間にしかできないため、この作業は医師に依頼します。ただ、医師に依頼するからといって実質的な作業内容が複雑になるわけではありません。タスクとしては極めて単純で、URLリストに含まれている文献を1つ1つ確認し、価値があるか無いかのラベルをひたすら付けていくだけです。

<データでの学習>

ラベル付きデータが完成したら、そのデータを使って分類用の人工知能が価値のあるデータだけを出力するように学習させます。この際、価値のあるデータだけではなく「不要」というラベルが付いたデータも同時に入力することが重要です。インターネット上に存在する文献には無数の種類があり、価値ある文献に似た無価値な文献も存在します。こうしたものも可能な限り正しく分類し、不要なデータを正確に「不要である」と分類できるようにならなければなりません。

<性能評価と改善>

学習完了後、改めて文献を分類させ評価します。価値あるデータが出てくれば良いのですが、そう簡単にはいきません。価値のあるデータとして主力されたものの中に含まれる無価値なデータがなぜ含まれたのかを分析し、アルゴリズムの改善やデータの収集・ラベル付けの改善に生かして行かなければなりません。この際、ラベル付けには「価値がある」「価値がない」だけでなく、「なぜ価値があるのか」「なぜ価値がないのか」についてのラベルもあることが望ましいでしょう。

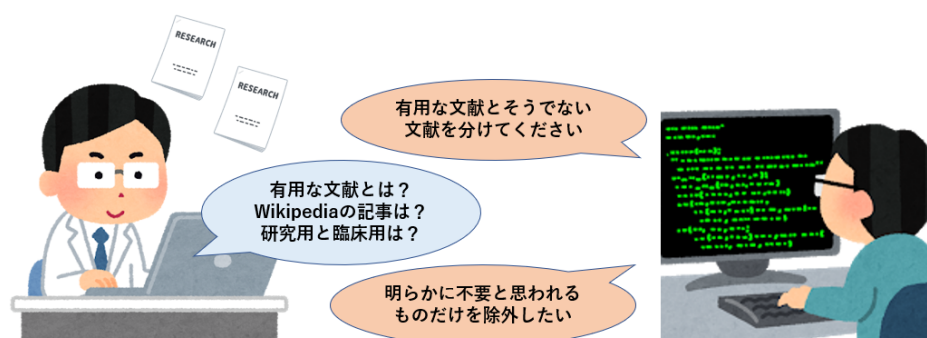
分類プログラム自体は「価値がある」「価値がない」という分類しかしませんが、人間が評価・改善を行うためにより詳細なラベルが付いていることが望ましいからです。もちろん、この評価・改善プロセスで新たにラベルが追加されることもあればラベルが修正されることもあり、収集・ラベル付け・学習・評価を繰り返すことはより大きな意味を持てきます。

5. 医師による医学文献のチェック作業 – ガイドラインの策定 –

ここまでの解説で、内容に微妙な違いはあれども、大まかなプロセスは画像認識システムの学習と医療用人工知能でさほど変わらないことは分かって頂けたと思います。ただ、小さな違いが大きな問題を生むことがあります。それは「ラベル付け」の工程です。分類用人工知能に出力してもらいたいのは「医師がリファレンスとして読む文献として価値のあるもの」であり、その答えを知っているのは医師だけです。医学的な知識がない人間には頼めません。そのため、医師に文献が使えるか使えないかのラベル付け作業をしてもらうことになります。

もう少し具体的に掘り下げてみましょう。まず、医師は大量のURLリストを渡され「有用な文献とそうでない文献を分けてください」と依頼されます。ところがすぐに、このケースで言う「有用な文献って何だ」という話になります。つまり、判定基準に関する情報が不足しているのです。すぐにラベル付けに関するガイドラインの策定が必要になります。画像認識システムの学習のように「犬である」「犬ではない」という話であれば簡単ですが、医療に関わるデータの分類はそう簡単な話ではありません。

例えば、「Wikipediaなどのサイトでは、医学的に有用な情報はあるものの信頼できるとは言えない文献がある。これは価値があるといえるのか?」「研究領域では価値があるものの、臨床現場では価値のない論文はどうなるのか?」などの疑問が生まれます。こうした疑問に対し、人工知能の開発者は「明らかに不要と思われるものだけを除外したい。そのため、用途によっては価値がある文献は価値があると判定して欲しい」という回答を返します。



最初にURLを数件チェックしただけでもこれぐらいの質疑応答が行われます。こうしたやり取りを経てようやく暫定的なガイドラインが作られるのです。当然ながら、素人に「研究領域で価値のあるもの」と「臨床現場で価値のあるもの」の区別はつきません。今回のケースでは両方共価値があるとされたましたが、臨床現場だけで利用するものであれば区別する必要があったかもしれません。

6. 医師による医学文献のチェック作業 – ラベル付け作業 –

暫定的なガイドラインが完成してようやく実作業に入ります。ただ、膨大なURLを1つ1つ開いてチェックするのではどれだけ時間がかかるかわかりません。そのため、画像認識システムの学習時と同様に、チェック作業を効率化するツールが作られます。今回のケースでは、URLをいちいち開くのは手間なので、リンク先のキャプチャー画像と一緒にラベル選択のボタンが表示されるツールが作成されました。これによって医師はいちいちURLを開く必要がなくなり、少なくともキャプチャー画像のみで判断できるレベルのデータであれば簡単に分類できるようになりました。



単純作業が続く

しかし、ツールを用いたとしても単純作業がひたすら続くことには変わりありません。医療関係者向けの公的機関のサイトで、内容的にも明らかに価値があるだろうと見ただけで判断できるケースもあれば、リンク先に飛び、文献をしっかりと読まなければならないケースもあるため、集中力の必要な作業が続きます。さらに、その過程で先に作成した暫定的なガイドラインでは対応できない問題にも遭遇します。

例えば、「疾患をまとめた便利なリストが含まれているケース」「医学的に価値があるが、そもそも動物に関する疾患であるケース」「医学的な文献だけど情報不足なケース」「英語で書かれていない文献」などです。これらの文献は状況によっては価値を持つ文献であり、一概に無価値と分類するのは避けたいところです。そこで、人工知能の開発者はラベル付けのガイドラインを改定し、「リスト」「ミスマッチ」「情報不足」「非英語」「その他」などのラベルを追加しました。

それに合わせてツールを修正し、合わせてツールの使い勝手についても医師のフィードバックを受け、ツールについてもより効率的に作業できるように改善していきます。こうしたやり取りを繰り返しながらガイドラインを確定することで、ようやく安定して作業が進むようになります。

7. 医療用人工知能の完成に一步近づいた

分類用の人工知能はこうして分けられた文献を使って「価値がある文献」が何なのか学習していきます。医学生なら、分類された文献を何件か読めば「価値がある」とされる基準を理解できるかもしれませんが、人工知能ではそうはいきません。何千何万もの文献を読みながら、少しずつ学習していきます。また、何千何万もの価値があると判定された文献の中に大量に実は「価値のない文献」が混ざっていると学習が進まないため、ラベル付けの質は重要です。単純作業だからと十分な知識のない人間に頼むと、せっかく集めたデータが無駄になってしまいます。人工知能の性能向上において、このラベル付けの作業は非常に重要な作業と言えるでしょう。

ラベル付けを終え、データを使って学習させ、評価と改善が終われば医療用人工知能が完成するかというそうは行きません。評価の内容次第では新たに文献を集めて同じ工程を繰り返す必要があります。そうして何とか分類用の人工知能が価値ある文献を見つけ出してくれるようになったとしても、これは診断支援システムに搭載する追加機能であるため、実際にどのように表示するのか、表示する順番はどう選定するのか、関連のある文献をどう絞り込むのかなど、問題は山積しています。

診断支援システムが鑑別と合わせて文献を表示し、それが医師の業務に役立つようなレベルに達するまでの道のりはまだまだ遠いです。しかし、医療用人工知能が現場で使えるようになり、患者に治療に役立つようになるためには、この長い道のりを少しずつ進んでいかなければなりません。

8. まとめ

機械学習を用いた人工知能の開発において、学習用データは必要不可欠です。しかし、学習用データの作成過程で人間の手が必要になり、それが膨大な単純作業であることはあまり認識されていません。また、学習に用いるデータによってデータの加工作業を行う人間に求められるスキルが違い、それによってこの単純作業の担い手が限られ、人工知能の開発に大きな影響を与えることもあまり知られていません。

残念ながら、医療用人工知能の学習では医師によるデータ加工が必要であるにも関わらずこの作業の重要性が正しく理解されておらず、協力者を得ることが難しくなっています。データの加工作業自体は非常に単調ではあるものの、こうした地道な作業が医療用人工知能の実用化には必要不可欠です。本記事を通じて、医療用人工知能の開発には医師の協力が非常に重要である点をご理解頂ければ幸いです。



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.

医療用人工知能を作る

[イベント報告・論文紹介](#)[医療用人工知能と政策](#)[医療用人工知能の作り方 / 研究開発の中心となるデータ作成の実例](#)[医療用人工知能研究に求められるデータ作成作業の海外委託](#)

医療用人工知能研究に求められるデータ生成・監査タスクを海外委託する

この記事は12分で読めます

サマリー

医療用人工知能の学習データの作成には時間とコストがかかります。そこで、インターネットを活用して軽作業を委託する「クラウドソーシング」を通じて海外の医療従事者に作業を委託する試みを行いました。今回の試みでは、利用者の多いクラウドソーシングサイトである「UpWork」を利用し、スリランカ在住の医師に自動的に生成した文献データの医学的な監査作業を委託しました。UpWorkでは委託管理のシステムが確立されていたため、実作業において、応募・作業・決済はスムーズに進みました。また、作業履歴も遠隔で確認することができ、結果的に研究利用するうえで十分な品質のデータが完成しています。最終的に、国内医師を雇用するケースに比べて5分の1程度のコストで監査作業を行うことができました。合わせて行った作業者へヒアリングを行ったところ、作業者側にとっても大きなストレスなく作業を行えることが確認できています。クラウドソーシングを利用した作業委託は応用範囲が広いと、今後は医療用人工知能の研究開発への活用が期待できそうです。

海外に作業を委託する理由

近年、人工知能の研究開発が活発になっています。その中でも目覚ましい成果を上げているのが機械学習によって能力を向上させていくタイプの人工知能です。この種の人工知能では多かれ少なかれデータが必要になるため、データをどのように集め、学習させ、検証するかが人工知能研究の鍵になってきます。この人工知能研究に必要なデータの作成には、人間が関与せざるをえない部分が少なからず存在し、殆どの場合は膨大な単純作業を必要とします。これは人手と時間がかかる作業で、大きな課題となっていました。

これは医療用人工知能研究でも変わりません。プログラムが出力したデータが医学的に正しいか、有用であるかはその領域に関する知識と経験の豊富な人間が判断するしかなく、信頼のおける医療従事者が不可欠となります。しかし、国内の医療従事者の人件費は高く、一般的な人工知能研究に比べてデータ生成にかかるコストが高額になってしまうのです。この状況は、日本の医療用人工知能研究の研究コストを増加させることとなり、人工知能の研究開発が進まない一因となっています。また、問題は開発コストだけではなく、医師は精神的な集中を要求される膨大な単純作業を好まないため、予算があっても協力者の確保は簡単なことではありません。

もし、海外の医療従事者を効率的にリクルートし、データ生成業務を委託することが出来れば、この人件費の問題と研究協力者の確保の問題が解決する可能性が出てきます。とりわけ、データ作成の多くは単純作業であることから、コミュニケーションにハードルがある海外医療従事者であっても必要事項の伝達は容易であり、データ生成業務の委託も現実的な選択肢として考えられるようになります。加えて、クラウドソーシングサービスが発達したことで、最近では海外の単純作業者を探すことも容易になっています。大規模なものになると世界数十カ国から一千万人以上のワーカーが集まり、総額一千億円以上の取引がなされる巨大な労働市場が形成されています。言語を問わなければ有望な労働者をすぐに見つけられるでしょう。具体的には、作業ジャンルを問わないクラウドサービスとして「UpWork」「Freelancer.com」が存在し、特定の作業に特化したサービスとしては「Amazon Mechanical Turk」などが知られています。

このクラウドソーシングを利用することで、委託者は海外の賃金の安い作業者を簡単に確保でき、作業者は自国の賃金よりも高い報酬で作業ができることも多いため、多くの医師やエンジニアが海外の作業を受注しています。そこで、こうしたサービスを利用することで、安価に医療用人工知能研究のデータ生成ができないか検証を試みました。

委託内容と作業手順

今回クラウドサービスで委託する業務として取り上げるのは「医療に関するウェブページの内容検証作業」です。ここで検証するウェブページは、医療関係のウェブサイトの中から有用と考えられるものをアルゴリズムが自動的に選んだ結果です。具体的な検証作業としては、ウェブサイトの名称やURLなどが含まれている一覧ファイルに対し、作業者は各URLの内容を確認し、それが特定の疾患に関する医学的に有用なウェブサイトかどうかを判断するということです。

66687	Partial epilepsy with pericentral spikes	omim_607221_0 omim_607221	0	74769	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20183	OK	abstract
6218	Familial primary cryofibrinogenemia	omim_123540_0 omim_123540	0	34473	20141006	google	http://www.wikipedia.org/wiki/Cryofibrinogenemia	OK	wikipedia
127	Achard syndrome	omim_100700_0 omim_100700	0	36468	20141006	google	http://www.rightdiagnosis.com/a/achard_sy	OK	textbook
7775	Dyslexia	omim_127700_2 omim_127700	2	74426	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Reading_disability	OK	wikipedia
37398	Enterocolitis	omim_226150_0 omim_226150	0	26845	20160501	google	https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/	OK	textbook
26999	Seborrheic keratosis	omim_182000_0 omim_182000	0	32977	20141006	google	http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions	OK	textbook
5800	Spontaneous thrombosis with factor V excess	omim_134400_1 omim_134400	1	34619	20141006	google	http://www.uptodate.com/contents/congenital	OK	textbook
31477	Total intestinal aganglionosis	omim_202550_0 omim_202550	0	53839	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19939	OK	textbook
1135	Internal anal sphincter myopathy	omim_105665_0 omim_105665	0	76291	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19939	OK	abstract
17984	Multiple exostoses with spastic tetraparesis	omim_158345_0 omim_158345	0	76368	20160504	bing	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/89637	OK	abstract
75031	Megarbane-Jalks syndrome	omim_612785_1 omim_612785	1	75213	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15012	OK	abstract
45046	Ophthalmoplegic neuromuscular disorder	omim_258470_0 omim_258470	0	74823	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16003	OK	abstract
61582	Juvenile recurrent parotitis	omim_603588_0 omim_603588	0	72178	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17407	OK	abstract
60242	Pseudoacromegaly with severe insulin resist	omim_602511_0 omim_602511	0	140586	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Acromegaly	OK	wikipedia
42732	Progressive lymphoid system deterioration	omim_247630_0 omim_247630	0	133500	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Central_nervous	OK	wikipedia
58925	Sebaeus nevus syndrome and Hemimeg	omim_601359_0 omim_601359	0	74486	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/76254	OK	abstract
73479	Hunter-MacDonald syndrome	omim_611962_0 omim_611962	0	37333	20141006	google	http://rare diseases.info.nih.gov/gard/27518	OK	unknown
40888	Male hypogonadism	omim_241100_0 omim_241100	0	54933	20141006	google	http://www.uptodate.com/contents/testes	OK	textbook
55054	Paine syndrome	omim_311400_0 omim_311400	0	210081	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Payne_Stewart	OK	wikipedia
15106	Atopic IgE responsiveness	omim_147050_0 omim_147050	0	36871	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Handbook_of	OK	wikipedia
20174	Voluntary nystagmus	omim_164170_0 omim_164170	0	23439	20141006	google	http://www.rightdiagnosis.com/medical/volu	OK	textbook
60688	Apraxia of eyelid opening	omim_603119_0 omim_603119	0	45651	20141006	google	http://eyewiki.aao.org/Diagnosis	OK	wikipedia
15639	Katol formation	omim_148100_0 omim_148100	0	73421	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/94945	OK	abstract
66288	Peripheral arterial occlusive disease	omim_606787_0 omim_606787	0	104095	20141006	google	http://www.mef.org/afp/2004/02/16/525.htm	OK	unknown
75143	Glauchel syndrome	omim_612917_1 omim_612917	1	46853	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Handbook_of	OK	wikipedia
52286	Calvarial hyperostosis	omim_302030_0 omim_302030	0	25791	20141006	google	http://www.rightdiagnosis.com/medical/calv	OK	textbook
19454	Hartung type myoclonic epilepsy	omim_159600_0 omim_159600	0	101785	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Chorea_grandis	OK	wikipedia
11238	Giant platelet syndrome with thrombocytopen	omim_137560_0 omim_137560	0	76351	20141006	google	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14601	OK	abstract
49010	Tardive dyskinesia	omim_272620_0 omim_272620	0	34991	20141006	google	http://www.nytimes.com/health/guides/disea	OK	textbook
19724	Nevus flammeus of nape of neck	omim_163100_0 omim_163100	0	66081	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Nevus_flammeus	OK	wikipedia
39879	Normal-pressure hydrocephalus	omim_236690_0 omim_236690	0	59966	20141006	google	http://www.uptodate.com/contents/normal_p	OK	textbook
46778	Infantile polymyoclonus	omim_263550_0 omim_263550	0	78851	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Opaculous_my	OK	wikipedia
47685	Retinal telangiectasia and hypogammaglob	omim_267900_0 omim_267900	0	56125	20141006	google	http://en.wikipedia.org/wiki/Macular_telangi	OK	wikipedia

(ウェブサイトの名称・URL・疾患名などが含まれる一覧ファイル)

この一覧データに含まれるURLを「明らかに病気と無関係のデータ」や「有用性の低いデータ」として正しく判定することで、アルゴリズムの性能向上に役立てることができます。リストに含まれるウェブサイトの種類は多岐に渡り、公的機関の情報提供サイトや医学論文の概要を含むサイトもあればニュースの記事や製薬会社のホームページなども含まれています。こうした理由から、作業者は専門知識を有する医師が望ましいでしょう。

判定作業自体は極めてシンプルです。病名とURLが含まれるリストを渡された作業者はURLを1つ1つ確認しながら、有用なサイトには「Useful」とラベルを付けます。そうでないサイトには「Non medical」「Mismatch」「Poor」「List」「Other」「Garbage」「Non-English」のいずれかのラベルをつけます。この場合、「Useful」以外は不適切なサイトとして扱われることになります。

作業委託に使ったツール

この作業には時間がかかるため、Googleスプレッドシートのスクリプトを活用し、作業効率の向上が図られました。具体的には、リストの中で判定に必要となる「病名」「URL」「ウェブサイトのサムネイル」「ラベル（選択肢）」のみが画面表示され、作業者はサムネイルだけで判断できる場合はラベルをクリックして先に進み、判断が難しい場合にURLをクリックして詳細を確認します。マウスのみでの作業も可能となっており、100個のURLを20-30分程度で判定できるGoogleスプレッドシートのスクリプトを用意しました。

このツールを実現するために「判定に利用するウェブサイトのサムネイル作成」「URLリストの分割」「Googleスプレッドシートの作成」「スプレッドシートへのスクリプトの埋め込み」等の環境整備を予め行い、作業者が判定作業を行った後に「データのダウンロード」と「集計」を行って結果を出力する体制も整えておきました。

246925: McLeod neuroacanthocytosis syndrome

<http://rarediseases.info.nih.gov/gard/10731/mcleod-neuroacanthocytosis-syndrome/resources/1>

U.S. Department of Health & Human Services | National Institutes of Health | NCATS

NIH National Center for Advancing Translational Sciences | GARD Genetic and Rare Diseases Information Center | 1-888-205-2311

Diseases | Guides | News | About GARD | En Español

Search for Diseases, Organizations, News and More... GO

HOME > DISEASES > MCLEOD NEUROACANTHOCYTOSIS SYNDROME

McLeod neuroacanthocytosis syndrome

Other Names: McLeod syndrome; X-linked McLeod syndrome

Categories: Blood Diseases; Congenital and Genetic Diseases; Heart Diseases; [See More](#)

Summary

[Learn More](#)

McLeod neuroacanthocytosis syndrome is primarily a neurological disorder that occurs almost exclusively in males. Only about 150 cases have been reported worldwide. This condition affects movement in many parts of the body. People with this condition also have abnormal star-shaped red blood cells (acanthocytosis). This condition is one of a group of disorders called neuroacanthocytoses that involve neurological problems and abnormal red blood cells. McLeod neuroacanthocytosis syndrome is inherited in an X-linked recessive fashion and is caused by mutations in the *XK* gene.^[1]

Last updated: 7/15/2011

Symptoms

[Learn More](#)

The signs and symptoms of McLeod neuroacanthocytosis syndrome include muscle weakness (myopathy); muscle degeneration (atrophy); and involuntary jerking movements (chorea), particularly of the arms and legs. People with this condition may also have reduced sensation and weakness in their arms and legs (girdled neuropathy). Involuntary tensing of muscles (dystonia) in the face and throat can cause grunting and vocal tics (such as grunting and clicking noises). About half of all people with McLeod neuroacanthocytosis

Table of Contents

- Summary
- Symptoms
- Diagnosis
- Treatment
- Research
- Living With
- Learn More
- News & Events
- GARD Answers
- References
- Browse A-Z
- Find Diseases By Category
- List of FDA Orphan Drugs
- GARD Information Navigator
- FAQs About Rare Diseases

☐ Useful ☐ Non medical ☐ Mismatch ☐ Poor ☐ List

☐ Others ☐ Garbage ☐ Non-English

(ラベルとサムネイルが表示されている判定画面)

クラウドサービス上で作業者を募集する

upwork Find Freelancers

HOW IT WORKS | LOGIN | SIGN UP | [Post a Job](#)

Web Dev | Mobile Dev | Design | Writing | Admin Support | Customer Service | Marketing | Accounting | [View All Categories](#)

Get it done with a freelancer

Grow your business with the top freelancing website.

What type of work do you need? [Get Started](#)

TRUSTED BY 5M+ BUSINESSES

zendesk | Dropbox | airbnb | UCLA | accenture | P&G

(今回利用したクラウドサービス「UpWork」のホームページ)

今回、作業者を探すのに使ったクラウドサービスは「UpWork」です。oDeskとして2003年にサービスをスタートさせたUpWorkは、2017年の時点で全世界180カ国1400万人がユーザー登録しており、クラウドサービスとしては世界トップレベルの規模を誇ります。雇用者側が負担する手数料は支払額の2.75%、作業者側は報酬に応じて5%-20%の手数料が取られます（2018年1月時点）。高額の報酬になるほど手数料が減るシステムとなっているのも大きな特徴の一つです。

会員登録の段階ではクレジットカード情報などは不要で、必要な情報を入力したらすぐに仕事を作成して募集をかけることができます。一般募集はせずにワーカーを検索して直接依頼する事も可能です。また、ユーザー登録せずにワーカーを探すこともでき、利用の敷居を下げるための多くの工夫がこらされています。

す。ただし、ユーザー登録をしなければコンタクトを取ることはできず、プロジェクトを作成しての募集もできません。とりあえずワーカーを探してみて、見つかったら登録するという形で利用することできるでしょう。

Freelancer Preferences

Do you want freelancers to find and apply to your job?

- ☐ Freelancers using Upwork.com and public search engines can find this job.
- ☒ Only Upwork users can find this job.
- ☐ Only freelancers I have invited can find this job.

Do you have freelancers in mind that you would like to invite?

Select freelancers

Preferred Qualifications

Specify the qualifications you're looking for in a successful application. Freelancers may still apply if they do not meet your preferences, but they will be clearly notified that they are at a disadvantage.

[Hide Qualifications](#)

Freelancer Type

No preference

Job Success Score

90% Job Success & up

Rising Talent

Include Rising Talent

Hours Billed on Upwork

Any amount

Location

Any location

English Level (self-assigned)

Basic - Only communicates through written comm...

Group

No preference

Screening Questions

(UpWorkの求人票情報作成画面。ワーカーのレーティングなどを絞りこめる)

求人票を作成するために入力可能な情報は様々ですが、業務内容の説明さえ記入すればとりあえずの求人はできます。ただし、時給制かプロジェクト単位の支払いになるかは最初の段階で決めておく必要があります。業務内容を説明する項目では必要なスキルなども記載することが一般的で、通常はこちらに記載する形で募集するのが良いでしょう。その他にも、UpWork内での実績やレーティングを指定して絞り込むことも可能で、UpWorkのシステムを理解してきたらより細かな条件で作業者を探すこともできるようになっています。また、応募の際にワーカーが答える質問事項なども用意できるため、スキルの有無や実績についての質問を用意しておけば、応募者の選定が容易になるはずです。

求人票の提示段階では支払い方法の登録などは不要です。しかし、ワーカーと実際に契約する際には支払いに必要な情報を登録する必要があります。方法はクレジットカードの他にPaypalがあり、クレジットカードの場合は承認後に返金される数ドル程度事前課金（デポジット）が行われます。クレジットカードの課金がすぐに確認できない場合には承認にやや時間がかかるため、早めに対応しておくことが望ましいでしょう。

応募者の確認と契約まで

VIEW JOB POST
INVITE FREELANCERS
REVIEW PROPOSALS (15)
HIRE (1)

ALL PROPOSALS (15)
SHORTLISTED (0)
MESSAGED (0)
ARCHIVED (3)

Invite a coworker to help you hire
Once on your team, they can easily help you find, interview, and evaluate freelancers

Type email address and press enter
Invite Coworkers

☒ Also allow these coworkers to hire and pay with this account.

Search for applicants
Filters
Sort: Best Match
View

Best Match
Psychiatry writer
\$40.00 / hr
\$0 earned
United States

What past project or job have you had that is most like this one? - I have worked as a clinic ... Cover letter - Dear Employer, I am a psychiatrist from India with 6 years of experience in different medi ...

Best Match
Writer, editor, translator
\$30.00 / hr
\$0 earned
Poland

What past project or job have you had that is most like this one? - I am managing editor of t ... Cover letter - Hello, I am interested in taking this job. I have medical degree from Warsaw Medical Univ ...

Best Match
Pharmacist
\$32.00 / hr
\$8k+ earned
Brazil

What past project or job have you had that is most like this one? - Analyzing medical informa ... Cover letter - I'm pharmacist with 09 years experience working as a consultant. I work in State Secretary ...

(応募者の一覧画面。UpWorkにおける平均時給や実績などが表示される)

今回の委託では、医療分野の専門知識を持つワーカーを募集しました。その結果、1週間で10名前後、3週間で18名(辞退3名)の応募者が来ました。新規案件はユーザーに参照されやすいため、募集直後が最も応募者が増えるようです。応募者に対してこの段階でメッセージのやり取りなどをすることが可能で、応募時に用意した質問への回答を深掘りし、実績の詳細情報や医療従事者としての証明書の提示を求めることもできるようになっています。

今回の応募者を見てみると、職種は医師・薬剤師・研究者・医学生・ライターなどと幅広く、医師だけでも5名いました。他にも実績の豊富な医療の専門家と思しきワーカーは6-7名おり、半数以上が作業に適した医療関係者だったことになります。ただ、あくまでプロフィールや質問への回答から確認できるものだけであり、これだけでは信頼できるワーカーかどうかは分かりません。

また、募集してきたワーカーのUpWorkにおける平均時給は時給10ドルから65ドルと幅広いが、これは現在の職業の他に応募者が居住する地域にも大きな影響を受けているため、平均時給が高いからといってスキルのあるワーカーだとは限りません。むしろ、先進国の医師で時給が50ドル前後だった場合には却って注意が必要かもしれません。

Writing and editing a medical case report

APRIL 2015

Technical Writing english-proofreading, editing, content-writing, medical-writing

Report

The client had a partly written case report on a patient with a lichenoid drug eruption. He needed help in modifying the document with regard to content editing, text formatting and proofreading. He also wanted the conclusion and the abstract of the case report written within a word limit.

I rearranged... [more](#)

[Case report - A patient with a lichenoid drug eruption.pdf \(252.54 KB\)](#)

(UpWork上で確認できるワーカーの実績に関する資料)

作業者に目星をつけたら、直接メッセージを送って実績を証明できるものを提示してもらうこともできますし、UpWork上でこれまでの仕事の実績やフィードバックを確認することも可能です。過去の仕事の内容や成果物が提示されているケースもあるため、過去に同様の仕事をこなし、高く評価されているのであれば判断材料となるでしょう。

しかし、あくまで「本物の医師」に作業を依頼したいという場合には「UpWork上での実績」だけでは不十分です。日本や米国（州ごと）など医師データベースを提供している国ならそれを使用できますが、途上国のようにそうしたシステムが無い場合やそもそも相手がデータベースに登録していない場合には医師免許や学位証明書で医師であることを確認する必要があります。また、過去の実績や所属病院のウェブサイトを用いた存在確認の方法もあります。所属病院の医師リストと病院のドメインが入ったメールで本人確認すれば良いため、こちらは手軽に行なえます。実際のスキルを確認する場合は、求人票により詳細な質問を加えるか、Skypeでのインタビューの実施、小規模のプロジェクトによる試雇などが考えられます。実施するプロジェクトに応じて、それに合わせた資格・スキルの確認を行うと良いでしょう。

採用した作業者と賃金について



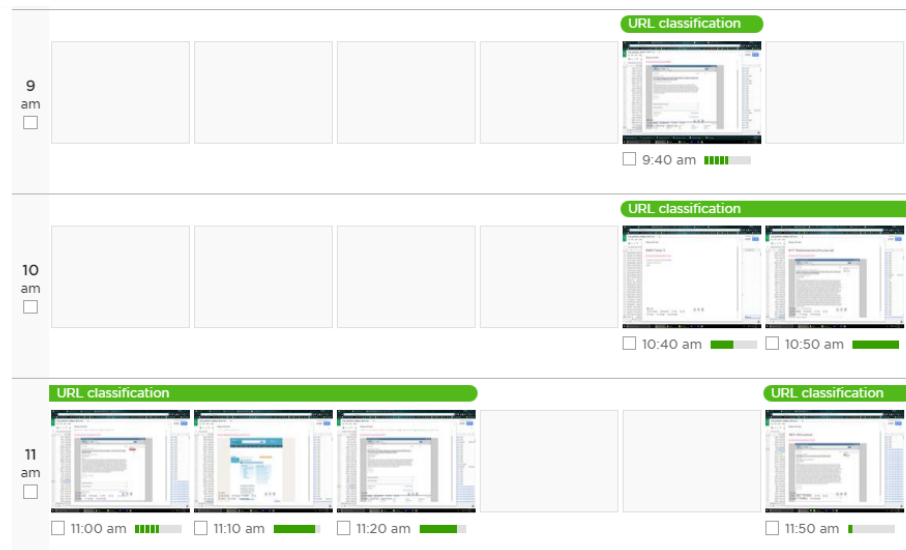
（委託したワーカーのプロフィール画面）

検討の結果、今回はスリランカのA医師に依頼することにしました。A氏はスリランカ最大の大学であるコロボ大学を卒業しており、国の研究機関での勤務経験もありました。UpWork上での実績も豊富で、論文の著者名でも名前が確認できていたため、A氏が専門的な知識を有するワーカーであることはほぼ間違いありませんでしたが、念のために学位証明書の提示を依頼すると快く証明書の写真を送ってくれました。

TIME & PAYMENTS	MESSAGES & FILES	WORK DIARY	TERMS & SETTINGS
Rate and Limits			
Rate	\$20.00 /hr		
Weekly Limit	30 hrs/week		
Manual Time	Manual time allowed		
Start Date	January 11, 2018		
View history of contract changes			

（UpWorkの契約内容画面。時給や上限などが確認できる）

契約を結ぶ前に金額などの条件についてワーカーと交渉します。A氏のUpWorkにおける平均時給は20ドル。この時給額をそのまま提示したところあっさり契約が成立しました。この時に「Weekly Limit」として週あたりの最大労働時間を設定することができるため、時給制でも予算オーバーは避けられます。また、UpWorkではワーカーの活動ログを測定するアプリを提供しており、アプリを使うことで労働時間の計測もできるようになっていました。アプリによる活動ログの結果をワーカーと依頼者双方の合意のもとに修正できるようになっているため、適宜柔軟に対応することも可能です。



(UpWorkで確認できる活動ログ。スクリーンショットと活動頻度が表示される)

この活動ログアプリを用いると、作業中に定期的に撮影されたスクリーンショット画像やキーボードとマウスの使用頻度がUpWork上に保存されます。この画面だけでも記録としては十分ですが、より細かく確認したければ1分おきに記録されたキーボードとマウスの使用状況を見ることができます。

TIME (UTC)	KEYBOARD	MOUSE
2:41:44 pm	22	1
2:42:44 pm	15	11
2:43:44 pm	16	4
2:44:44 pm	17	10
2:45:44 pm	15	26
2:46:44 pm	22	8
2:47:44 pm	23	11
2:48:44 pm	13	6
2:49:44 pm	10	20
2:50:44 pm	37	21
2:51:44 pm	13	15
2:52:08 pm	6	1

(マウスとキーボードの使用ログ)

このように、かなり細かくワーカー側の労働状況を確認することができるため、少なくともPC上で作業するタスクを依頼する場合には、労働時間をサバ読んで請求されることはなさそうです。もちろん、スクリーンショットや活動ログを見て作業をしていないと判断できる場合には合意の上で依頼者側が作業時間を調整することも可能です。

From:		INVOICE
Bill to:		INVOICE # T164817331 DATE Jan 28, 2018 DUE DATE Jan 29, 2018 TOTAL AMOUNT \$210.00 TOTAL DUE \$210.00
DESCRIPTION / MEMO		AMOUNT
- 10:30 hrs @ \$20.00/hr - 01/22/2018 - 01/28/2018		210.00
TOTAL AMOUNT:		\$210.00

Invoice created via **Upwork**

(UpWorkより発行される請求書)

作業が実施されると、作業ログを元に週毎にUpWorkから請求が行われます。請求書は以上の様な形態となっており、この金額にUpWork手数料（2.75%）を足した金額が週毎にUpWork経由で請求されます。支払いは登録された決済方法で自動的に行われるため、活動ログのチェックはそれまでに済ませなければいけません。

さらに、契約途中での金額変更やボーナスの支払いも可能なシステムになっており、タスクの状況が変化すれば同意の上で時給を変更することができます。予想以上の成果を挙げてくれた場合には追加報酬を支払うことで次の仕事に繋げることもできるため、システム上の限られたやり取りであったにも関わらず、かなり柔軟に報酬の設定を行うことができました。

委託の結果、時間あたりの作業量とコスト感

TIME & PAYMENTS

MESSAGES & FILES

WORK DIARY

TERMS & SETTINGS

...

Last 24hrs

3:50 hrs

Last worked 10 hours ago

This week

9:10 hrs

Of 30hr limit

Last week

7:10 hrs

\$143.33 Paid Dispute

Since start

35:30 hrs

\$526.67 Paid

Timesheet this Week

MON 2/12	TUE 2/13	WED 2/14	THU 2/15	FRI 2/16	SAT 2/17	SUN 2/18	HOURS	RATE	AMOUNT
5:20	3:50	—					9:10	\$20.00/hr	\$183.33

All Timesheets and Other Payments

Last 30 days: \$526.67

DATE	DESCRIPTION	CHARGE	INVOICE
Feb 12	Invoice for 02/05/2018-02/11/2018 - 7:10 hrs @ \$20.00/hr	\$143.33	
Feb 5	Invoice for 01/29/2018-02/04/2018 - 4:30 hrs @ \$20.00/hr	\$90.00	
Jan 29	Invoice for 01/22/2018-01/28/2018 - 10:30 hrs @ \$20.00/hr	\$210.00	
Jan 22	Invoice for 01/15/2018-01/21/2018 - 1:50 hrs @ \$20.00/hr	\$36.67	
Jan 15	Invoice for 01/08/2018-01/14/2018 - 2:20 hrs @ \$20.00/hr	\$46.67	

(全体及び曜日毎の労働時間と週毎の支払額)

今回の委託における最終的な作業時間はおよそ35時間で、支払額は約700ドル程度となりました。完了した判定作業は約7000件。作業初期に発生した判定基準の変更による再判定や別件で行ったヒアリングなども作業時間に含まれているため、それらを除いた概算で「1時間あたり約300件」の作業効率となっています。

作業に慣れる前はもう少し時間がかかっていたものの、最終的にはこの作業速度で落ち着きました。判定作業の品質も問題ありませんでした。さらに、作業に際しては作業の効率化に資する意見なども出して頂き、環境そのものを改善しながら進めることができたため、非常に有益な業務委託となりました。日本の医師の時給はおよそ1万円前後とされているため、仮にこの作業を日本の医師に依頼した場合は5倍のコストがかかることになります。

日本人の感覚からすると、医師を時給20ドルで働かせることに不安を覚えるかもしれません。しかし、スリランカの医師の月収は600-700ドルの水準であり、これは日本の医師の20分の1です。それを踏まえれば20ドルという時給は高額な部類に入り、今回の支払いだけでも月収に匹敵する収入になります。

スリランカ以外にも同じ賃金レベルの国は数多く存在するため、最適な作業者を見つけられさえすれば、より大規模な判定作業を行なうとしても同じようなコスト感で作業ができるワーカーを見つけられる可能性は十分にあるでしょう。

作業者の反応

今回はコストパフォーマンスの極めて高い作業委託となり、依頼者としては満足のいく契約になったが、作業側はどう感じているのかは疑問です。こうした委託が作業者にとって大きな負担となる場合、より大規模且つ長期間に渡って作業をする場合に問題になります。そのため、A氏に今回の案件に関連して簡単なヒアリングを行ったところ、以下のような返答が得られました。

Q「今回の賃金には満足していますか？」

A「ええ、当時の平均時給でしたので十分に満足しています。」

Q「作業についてどのような印象を持ちましたか？またやりたいと思いましたか？」

A「今回の作業は私の医学的な知識をフルに使い真剣に情報を評価するもので、退屈どころか興味深いものでした。コンピューターだけで作業ができましたし、作業時間も自由です。気持ちよく作業できましたので、こういった仕事はまたやりたいですね。」

Q「クラウドサービスを通じて作業をしたい医師や医療関係者は多いと思いますか？」

A「途上国では給料も少ないので、副業をしている医師は多いです。私の回りにもUpWorkで作業をしたいと考えている医師は何人かいますが、競争が激しいので最初の仕事を見つけるに苦労していますね。」

Q「UpWork以外でこうした作業を委託する作業者をどうやって見つければ良いと思いますか？」

A「同僚や知人を辿って探すことになるのではないのでしょうか。UpWork以外にも作業者を見つける方法はたくさんあると思いますが、先進国のクライアントにとってUpWorkは安価に雇用できる途上国のワーカーを探す魅力的な場になると思います。」

Q「UpWorkで仕事を見つける時にどのような問題がありますか？」

A「興味深いタスクが中々見つからないことです。提示額が低すぎるケースも多いです。あと、一番の問題は他の応募者との競争が激しいことです。応募しても中々採用されません。ただ、最近は定期的に招待されるようになったので特に困っていませんが。」

まとめ

委託者としては国内水準の5分の1という想定以上に安い費用で作業を委託できました。作業側も満足の行く賃金で作業できたようで、双方にとってメリットのある作業委託になったといえます。海外の作業者とのコミュニケーションは殆どUpWorkのシステム上で行ったものの、契約・作業・支払いまでのプロセスは非常にスムーズに進みました。実作業における作業プロセスが確立していれば、人員を増やしたとしても特に大きな問題はなさそうです。

一方、UpWorkのシステムではUpWork上で作業した実績しか参照できないため、実績のある作業者に依頼が集中する傾向がみられます。実際、委託する側としても実績のないワーカーには依頼しにくいという事情があるため、結果として最初の1件までのハードルが高くなり、潜在的なワーカーが仕事を得られていない事もヒアリングから明らかとなりました。こうしたワーカーの中から充分なスキルのある人材を見つけ出すこともコストパフォーマンスを高めるためには重要になります。

プロフィールやメッセージのやり取りを通じて実績やスキルの確認は可能です。単にUpWork上の実績を確認するだけではなく、手間を惜しまずUpWork上で実績の少ないユーザーとメッセージのやりとりをしてスキルの確認をすれば、隠れた有望なワーカーを見つけることもできそうです。

そして、一旦信頼できるワーカーを見つけられれば、同僚を紹介して貰う形でワーカーを増やすこともできます。大規模な作業の前に小規模な作業を委託し手順を確立した上で、ワーカーを紹介してもらう形で作業者を増やせば、より大きなプロジェクトにも応用できるのではないのでしょうか。

今回の作業はデータの検証作業でしたが、遠隔で作業が可能なシンプルなタスクであれば医療用人工知能のデータ検証以外のタスクにも応用はできます。もちろん、医療分野の他にも各種専門家にタスクを依頼するような作業には有用でしょう。特に人工知能研究ではデータ生成関連の単純作業が多いため、応用範囲は幅広いです。賃金についても、国内と海外の賃金格差の大きな職種ほどクラウドソーシングを使った海外業務委託のメリットは大きく、相対的に賃金の高い日本の研究プロジェクトであれば十分にメリットがあるでしょう。

また、今回の委託によって研究中のアルゴリズムの精度が概算で現状87%程度あることが確認できました。今回作成したデータを使って再度学習を進めることで、分類プログラムのさらなる性能向上が期待されます。今回の海外作業委託は成功だったと結論づけても良さそうです。このように、クラウドソーシングが人工知能の研究開発に大きなインパクトを有することがご理解頂けたら幸いです。



[お問い合わせ](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © hosted by Medical Crisis WG, WIDE Project, Japan.