



KGRI Working Papers

No.2

「AI を前提とした医療の創生」

Version1.0

August 2025

村井純、川森雅仁、山本隆太郎、佐野仁美

サイバー文明研究センター

メディカルインクリュージョン ワーキンググループ

Keio University Global Research Institute

© Copyright 2025 Jun MURAI, Masahito KAWAMORI, Ryutaro YAMAMOTO, Hitomi SANO,
Medical Inclusion WG, Cyber Civilization Research Center, Keio University Global Research Institute,
Keio University

「AIを前提とした医療の創生」

第4回医療と健康のDXセミナー 講演録

<要旨>

大規模な並列処理と膨大なデータ処理による新しいAI体系は、医療と健康の分野においての多大な貢献が期待され、医療システムの効率化、医療・健康データの運用、個人の予防医療、PHRの活用など、医療の提供方法や健康管理体制をも大きく変化させる。一方、AIの導入において、プライバシー、知財や公平性など様々な社会課題も顕在化している。個別専門分野毎にAIの利用を進めるだけでは不十分であり、インターネット、データセンター、クラウドインフラ、データ流通、AIアルゴリズムそのものなどの技術を包括的に捉え、各所が連携可能なAI前提の医療DXを推進する必要がある。慶應義塾大学サイバー文明研究センターではこれまで医療と健康のDXの未来に向けた道筋を各専門家と共有し議論を継続してきた。本稿は、AIを前提とする医療社会の創生を医療関係者とAIの技術者が学術、産業の枠組みを超えて横断的かつ実践的に議論した記録である。

A new AI paradigm, based on large-scale parallel and data processing, is expected to bring significant innovation to medical and healthcare. It has the potential to transform how medical services are delivered and how health is managed by improving the efficiency of healthcare systems, enabling better use of health and medical data, supporting preventive care, and promoting effective use of personal health records (PHRs). At the same time, the adoption of AI brings a variety of social challenges to the forefront, including issues of privacy, intellectual property, and fairness. It is not enough to develop AI applications within each specialized domain independently; instead, we must take a comprehensive view of the entire infrastructure—from the Internet, data centers, and cloud platforms to data distribution and AI algorithms—and build a system in which different sectors can collaborate. Cyber Civilization Research Center has continued to share and discuss

future directions for digital transformation (DX) in healthcare and medicine with experts from various fields. This paper serves as a record of interdisciplinary and practical discussions that go beyond academic and industrial boundaries, aiming to reimagine medical and healthcare in a society where AI is an essential foundation.

目次

<要旨>.....	1
目次.....	2
前書き.....	4
人を支える技術の創生と医療への使命 村井純.....	4
開会キーノートセッション.....	7
佐野仁美/ 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員 「イントロダクション」	8
天谷雅行/ 慶應義塾常任理事（研究担当） 「慶應義塾からの挨拶」	9
村井純/ 慶應義塾大学教授/サイバー文明研究センター共同センター長 「主催者挨拶」	11
尾身茂/ 公益財団法人結核予防会理事長 「公衆衛生専門家から見たAI・DXへの期待」	12
伊藤穰一/ 学校法人千葉工業大学学長 「ブロックチェーンと不確実性プログラミング時代における健康と医療データのアーキ テクチャ」	20
セッション1：健康医療のためのAIテクノロジー.....	37
鈴木蘭美/ ARC Therapies株式会社代表取締役CEO 「AI x 医療の展望：最適化と個別化に向けて」	37
浅井大史/ 株式会社Preferred Networksシニアリサーチャー・インフラ戦略担当VP（オ ンライン） 「デジタル社会基盤としてのAIに向けて」	41
田中邦裕/ さくらインターネット代表取締役社長 「日本語版医療用LLMが拓く、AI利活用の未来」	48
石田宏樹/ フリービット株式会社代表取締役社長CEO兼CTO 「AI前提の健康・医療」時代における非中央集権型 PHRアーキテクチャ実証事例」 ..	55
セッション2：大学・病院・研究機関から「医療健康データから見たAI」	66
山本龍彦/ 慶應義塾大学大学院法務研究科教授	

「個人情報保護、医療、AI——憲法の視点から」	66
森川富昭, 藤田医科大学学長補佐、リアルワールドデータ研究・開発講座教授	
「生成AI時代の医療DX」	75
橋本正弘/ 慶應義塾大学医学部専任講師	
「医療におけるDXの現状」	86
橋田浩一/ 理化学研究所 革新知能統合研究センター グループディレクター	
「パーソナルAIによるパーソナルデータの分散的活用と価値の最大化」	98
セッション3：産業界から「AIで変革する医療健康システム」	112
鈴木晋/ 株式会社Cure App開発統括取締役/医師	
「生成AI時代の治療アプリ」	112
湊和修/ 株式会社テックドクター代表取締役CEO	
「医師-患者間の分かり合えなさに取り組むAIとデジタルバイオマーカーの取り組み」 ...	122
泉啓介/ 株式会社テックドクター取締役代表医師, 慶應義塾大学医学部/東京医療センターリウマチ・膠原病内科	
「医師-患者間の分かり合えなさに取り組むAIとデジタルバイオマーカーの取り組み」 ...	128
瀬川翔/ 株式会社ディー・エヌ・エーヘルスケア事業本部長/株式会社データホライゾン代表取締役「AI時代も楽しみながら、健康に」	
138	
座談会「AI前提の健康・医療」	147
健康の社会的決定要因 (Social determinants of health).....	
149	
AIの現在地.....	
150	
医療健康データにおける個人と集合の境界.....	
154	
健康デバイスの進化.....	
157	
サージカルインテリジェンスの取り扱い.....	
159	
AIの責任を吸収する人間「責任スポンジ」	
161	
AI進化を支えるマルチステークホルダープロセス.....	
163	
信頼(トラスト)の築き方、対話、透明性.....	
167	
グローバルな技術とドメスティックな規制.....	
169	
日本だからできるAIと医療はあるのか.....	
171	
クロージング.....	177
David Farber/ 慶應義塾大学大学院法務研究科特別招聘教授, サイバー文明研究センター共同センター長	
「Closing Remarks」	178
松本純夫/ 独立行政法人国立病院機構東京医療センター名誉院長、厚生労働省顧問	
「閉会挨拶」	180
編集後記.....	183

山本隆太郎/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメンバー/ (一社) 日本医療ベンチャー協会副理事長 「AI時代における医療・ヘルスケア分野の成長に必要なこと～業界の垣根を超えた連 携～」	183
佐野仁美/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメンバー/ 慶應義塾 大学グローバルリサーチインスティテュート 研究員 「再び文明の転換点に立つ慶應と新しい医療の創生」	184
川森雅仁/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメンバー/ 東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任研究員 「AI時代を前提にしたQOLと医療・健康」	186
巻末 プログラム詳細.....	188

前書き

人を支える技術の創生と医療への使命

村井純

1. やりたいことをやること

コンピュータはその名の通り計算する道具として発明・発展して電気回路、そして、電子回路の技術によって、アナログコンピュータからデジタルコンピュータに至り、「数値を計算する道具」としてまず初期の役割を確立した。

一方、まず、文字や記号に一定の番号が与えられ、言語は文字、数字、記号、すなわち、どれも数値の並びとして表現ができるようになったことによって、コンピュータは、言語を含めた「計算」ができる道具となっていく。

私が1980年初頭にスタンフォード大学を訪れて、大学のコンピュータセンターが授業や研究にどの用に使われているかを調査したときに計算機が哲学の授業で使われていたことに驚いた。当時は本は電子化されていたが、今ではあたりまえの技術、書面から文字コードを生成するOCR（光学文字認識）もなかった。学生たちは手分けてして哲学書をコンピュータに打ち込んでいた。哲学者がどのような単語をどのような頻度で使うかを分析して哲学を学ぶということだった。今思うと、現在のAIの挑戦とされているニューロ・シンボリックアプローチAIの原点のようなことが、学部の授業で行われていたことになる。

「人から学びたい」という哲学科の学生がコンピュータを道具として使う。20代のコンピュータサイエンティストだった著者は新鮮な衝撃を受けたことを覚えている。

もう一つ、このころに出会った（数多くの）新鮮な衝撃（のうちのもう一つ）を共有しておきたい。

著者はコンピュータが、人間の普遍的な道具、それも、それまでの身体機能や筋肉の拡張でなく、脳の拡張としての道具として発展をした重要な役割は、UNIXというオペレーティングシステムであり、これを生み出したベル研究所の研究者だと考えている。UNIXはそれまでハードウェアの能力を発揮させるためにコンピュータベンダーが設計してきた手法をひっくり返して、はじめて利用者であるベル研が、人間の道具として機能するように設計したオペレーティングシステム（アプリケーションのプラットフォーム）である。今のインターネット文明の原点はここにある。

当時のベル研には、このオペレーティングシステムの研究グループ以外にも、UNIXに関わる様々な研究が行われていた。この中にロリンダチェリーという研究者がいた。彼女は、CCRCの共同代表を務めてもらっているDave Farber氏の10歳年下で、同じスティーブン工科大学を出て、同じベル研に入社している。

当時私が感銘した彼女の研究は、Writer's Workbench (WWB) というプロジェクトだった。もともと、UNIXのラインエディタedコマンドや'troff'などの開発にも携わっていて、UNIXという基本的に文字列をファイルとして処理するという革命的なオペレーティングシステムの周辺で、文字、構文、言語処理を実現する研究をしていた。WWBは、文の長さのばらつきが読みにくくする、論文は最初と最後の章が重要、などの良い文章のための無数のペダゴジーを、純粹に「道具」の集合として実現したものである。そのために、例えばWWBは文章中の文の長さを単純に「*」で表現したグラフで表示するとか、最初と最後の章以外は「#」で伏せ字にして論文を表示するとかがその機能である。

「良い文章を書きたい」という人に、文字単位の（コンピュータとしては極めて簡単な）分析をする道具を用意して、「アドバイス」を生成するソフトウェア体系だった。

人がやりたいこと、人自身が実行することを支援する。コンピュータのこのような力は、現代のDXやEBPMのような社会システムの変革へと帰着し、AIとして貢献するサイバー文明の礎となっている。

2. 人から学び、知りたいことを知ること

1989年、ヨーロッパの欧州原子核研究機構であるCERNでは、膨大に発生する研究者のデータや論文をどのように共有できるかという取り組みが行われていた。一方、既に世界の大学や研究機関を繋いでいたインターネットでは、ftpのファイル転送でアクセスしてダウンロードができるアーカイブを運営していた、MITやカリフォルニア大学バークレイ校などの大学、日本では東大、慶応大、東工大などの各アーカイブのサーバーは、膨大に膨れ上がって共有すべき論文やソフトウェアなどの資源の更新とサービスの提供に限界が来ていた。

CERNにおけるTim Berners-Leeの提案は、デジタル資源をアーカイブに集約するのでは

なく、それぞれの組織が自分のデジタル資源に対するアクセスするための「どこに何があるか」の情報を所内で公開し、必要なアクセスは自由に行うというシステムだった。更に、これをインターネット全体に開放し、アクセスするためのインターネット上の住所情報（URL）の形式とプロトコルを標準化し、世界で完全に公開するというものだった。World Wide Webの誕生である。

WWWの発達は人がインターネットを通じて世界の誰の知識にもほとんど自由にアクセスすることができるサービスへと発展した。

デジタル化の技術の発展で、言語のみならず、画像や音も、デジタルデータとして共有できるようになり、WWWで誰もがアクセス可能となったインターネットの空間では、人が書いた文章のみならず、作った作品、生み出した芸術、それぞれから誰もが知ること、学ぶことができるようになった。

無数の人が創り出したしたり、観察した資源だけではない。発達したカメラやセンサーが地上の至る所で、あるいは、地球の周りから観測する衛星からも取得したデータから、人や環境から学ぶことができるようになった。現代のAIは、人の脳に起因する論理やバイオに起因するニューロ的なアプローチに加え、このような観測データからも多くの知識を得て従来の「人工知能」の期待をはるかに超えて発展している。

このような環境にはもちろん課題がある。このような知識がAb Use、すなわち、悪用や濫用されることに抵抗しなければならない。

一部のSNSや選挙介入など、本来のインターネットサービスの濫用に悩まされていることの対策は、テクノロジーとポリシーの両面から対応しなければならない。悪用がされないためのシステム環境の整備は安全で安心なインターネット環境の運用を担う者にとっての最大の使命の一つだ。社会の責任には、教育やリテラシの向上に加えて、悪用を防ぐ制度整備が含まれる。更に重要な社会の責任は、人が知識を悪用でなく「善」用することの魅力や使命を伝えることだ。

人のために何かができると嬉しくなる。困っている人を助けたい。悪いことをしている人を懲らしめたい。人がやりたいことをやらせてあげたい。人を幸せにしたい。人をよろこばせたい。善い社会をつくりたい。善い子どもをそだてたい。善い人を増やしたい。

世界のインターネット未来論の中では、このような倫理的なインターネットの未来の役割を日本が先導するのではないか、という議論も聞こえてくる。果たして我々はその期待に答えられるのか。

3. サイバー文明センターのメディカルインクルージョン

インターネットを前提とするAI社会が生まれ、すべての人類がそこに生きる未来が具体化したときに、人類の歴史に鑑み、コンピュータという道具から生まれた社会とそこに生きる人を文明としてとらえ、その研究活動のためにサイバー文明研究センターを創設した。

インターネットを作ってきたコミュニティは、インターネットにアクセスすることができない人にアクセスできる環境を提供する作業全体をインターネットインクルージョンと呼ん

できた。医学部門選出で学術会議の議長を務められていた黒川清さんと話していたとき、「地球のどこかで死んでいく子供も、先端の医療があればなんの問題もなく生きられることがたくさんあるんだよなあ。デジタルの力でなんとかならないのかねえ」という問いをもらった。詳しい話をしようということになって、理想的なグローバル空間での健康と医療環境をイメージし、医療・健康はもとより、保険、経済、教育、政策の相談をできる人を集めよう、ということになった。結果として2018年の夏、メディカルインクルージョンというサブグループを作って議論することになった。

呼びかけによって、黒川さんのところで働いていた、フェムテックで社会を変革した杉本亜美菜さん、AI、宇宙、そして、文明論の経験と情熱を持つ慶応の佐野仁美さん、ブロックチェーンやNFTなどのエバンジェリストChris Daiさん、放射線の市民センサーを開発普及させたり、新生銀行の技術開発に携わるフィンテックの専門家Pieter Frankenさん、NTT研究所出身でITUをはじめとして技術標準化の多様な経験とアクセシビリティの研究で世界のネットワークをお持ちの、川森雅仁さん、医療ベンチャー協会幹部の山本隆太郎さん、元国立大学病院機構長で外科医の松本純生さん、など、が集まった。「『もし、地球で国境を意識しないで未来の医療と健康を考えたらどうなるか』そして、それをフランクに議論しましょう」という呼びかけで集まったのが、メディカルインクルージョンのサブグループだ。

ここでの理想論の議論は、現在の状況からのインクリメンタルな理解も欠かせない。そのためには、できるだけ多くのステイクホルダーで経験や理想を共有しようということで、開始したのが、「健康と医療のDX」シンポジウムだ。過去3回のシンポジウムはKGRIのワーキングペーパーとして納品し、その内容をインプレス社で出版もしていただいた。今回は4回目となるが、このテーマをバックキャストすれば、議論は尽きないことが明白だ。

本書がそのような未来とこれまでのアプローチが新しい力となってより善い未来の創造に貢献できれば幸いである。

開会キーノートセッション

佐野仁美/ 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科研究員 「イントロダクション」



まず冒頭に、本セミナーの開催背景と、主催機関である「サイバー文明研究センター（CCRC）」について簡単にご紹介させていただきます。

当センターは、デイビッド・ファーバー教授と、慶應義塾大学の村井純教授が共同センター長を務めております。両名は「インターネットの祖父」「インターネットの父」と称され、世界的なネットワークの基盤を築いてこられた方々です。

インターネットがもたらした社会変容を新たな文明への転換として捉え、単なる技術革新にとどまらず、社会構造そのものが再構築されていくこのプロセスは、サイバー文明の創生とその移行期と位置づけられます。そして、この文明転換をいかに滑らかに導くかは、CCRCに課された問いであり、主要な研究テーマでもあります。その中でも特に、「医療と健康」はサイバー文明を成熟させるうえで不可欠な支柱です。

このように文明の転換に議論を位置付ける背景には、慶應を創設した福澤諭吉の理念があります。福澤先生が、日本の近代化への転換期に「文明」という概念を用いて説明したことは有名ですが、『民情一新』では「インフルメーション」という言葉も用いて、当時の文明を推し進める根本的要因として、現代で例えれば情報とメディアとも言える存在にあることを見い出していました。また「狼狽」と言う言葉を用いて、新しいメディアの影響により人民の情(民情)が極端から極端に揺れ動く現象について注意喚起をしました。誤解を恐れずに言えば、福澤先生の文明論の理論構築と日本の近代化の実践の根底に、情報の流通と社会構造の変革が密接に関係していることを見抜いた先見性が見られるでしょう。

私たちは、こうした歴史的な文明の議論の蓄積の上に、人間の命のあり方の議論を新たな文明の核心として位置づけ本日のような議論を継続しているのです。ファーバー教授や村井

教授が構築された地球規模のインターネットは、もはや人類共通の資産となっており、日本に限る議論ではなくグローバルな文明の議論となりました。また、これまでのインターネットは、研究開発から産業への応用を通じて世界中に普及しましたが、コロナ以降は特に「デジタル技術を用いて人々の命をいかに守るか」という商業性から公共性の高い問題に深く関わり、フェイクニュースといった民衆の新たな「狼狽」についても、かつてないほど強く意識されるようになりました。

このセミナーシリーズも、デジタル医療への人々の意識が大きく変化したコロナ禍を背景に始まり、今回で第4回となります。これまでに40名以上の専門家からの報告をいただき、過去3回分の内容はすでにレポートや書籍として公開され、医療DXのユースケースの発信を続けています。これらの議論は、将来的に見返される価値のある資料になるでしょう。今後も皆さまからのご意見やコメントを頂戴しながら、共に新しい文明の可能性を探求して行きたいと思います。

天谷雅行/ 慶應義塾常任理事（研究担当）

「慶應義塾からの挨拶」



大学サイバー文明研究センターCCRCは、2018年の設立以来、デジタル技術がもたらす社会変革を研究し、その知見を広く社会に還元することを使命としています。

CCRCは新たな研究拠点として、CCRCプロジェクトルーム羽田キャンパスが開設され、3月8日に開所式がありました。羽田という立地からも、アジア太平洋地域との協力を深めながら、国際的な視点から、新しいデジタル社会のあり方を模索し、政策提言や技術開発に

貢献することを目指す上で最適な拠点になると確信しました。ファーバー教授と村井教授を共同センター長としてCCRCはさらに発展していくことは間違いないと思っております。

また、3月16日には歴史学者であるユヴァル・ノア・ハラリ氏が慶應義塾大学を来塾され、この北間ホールで伊藤塾長との対談と学生からの質疑応答が行われました。ハラリ氏の最新刊『ネクサス』では、現在の社会が非常に不透明な中、どうして今のような状態になっているのかを、非常にシャープな言葉で伝えています。その中でも、1点だけ本セミナーに関わる点として、歴史の中で情報がどう変わってきたかという観点をお話しします。

大学や教育機関の役割は、長い間「情報を集めること」だったと言われています。その1つが図書館などで、情報を集め、そこに人が学びに来て智を生み出すという役割を果たしていたと思います。しかし、今や情報を集めるという大学の役割は薄れつつあり、逆に情報が氾濫している時代に突入しました。

そして、その氾濫する膨大な情報の中に「真実」と「フィクション」が混在しています。「真実」は複雑でわかりにくく「フィクション」は簡単でわかりやすいという現実直面しています。さらに「真実」は痛みを伴うが「フィクション」は心地よい。「真実」を伝えるには、コストが掛かる。一方で「フィクション」は1人の頭の中で簡単に作成でき、コストもかからない。そのため「フィクション」は圧倒的に拡散しやすい状況にあります。そして、この「フィクション」を拡散するのは人間ではなく、AIによるアルゴリズムであるという事実があります。このアルゴリズムが非常に速いスピードで発展しており、その人類への影響を予測することは非常に難しい状況です。こうした状況の中でも重要なのは、人間同士の信頼関係(トラスト)だと、ハラリ氏は私たち学生にメッセージとして伝えていました。

これはまさに本セミナーのテーマである、健康と医療のDX（デジタルトランスフォーメーション）にも深く関わる視点だと感じました。AIをはじめとするデジタル技術が医療の現場を大きく変えつつある中、私たちは常に正確な情報を求め、誤った情報の見極めが求められています。診断の迅速化や医療システムの効率化が進む一方で、AIが生成する医療情報やアルゴリズムの公平性、さらには誤った情報が医療現場や個人の健康管理に与える影響についても慎重に議論する必要があると思います。本日のセミナーが、より良い医療と健康の未来につながる一歩となることを願ひまして、開会の挨拶とさせていただきます。

村井純/ 慶應義塾大学教授/サイバー文明研究センター共同センター長

「主催者挨拶」



デジタル技術が社会にどのように貢献できるかの方法は急激に変化してきました。私達がインターネットを作った際、1995年に「インターネットは全ての人々のもの」というキャッチフレーズを掲げていました。当時は、全人口の1%もインターネットを使っていなかったのですから、図々しい目標だったのではないかと今は思えます。95年には既に全人類がインターネットに繋がることを方針として目指し構築していたということです。30年たった今、台数で数えれば日本では100%以上の人々が、インターネットにアクセスできる状況となっています。このような状況を前提にして、どのような社会変革が必要なのかをDXとして考え続けてきました。インターネットの環境でみんなの知恵が世界中で共有できるという夢が開発の動機です。その夢の中で、常に、医療分野で必ずインターネットは貢献できると思いつけていたのです。一方で、やはり医療はとても慎重であるべきで、データの共有もリスクがあり、社会の中での他の分野のDXのスピードからは、遅れてしまう傾向がありました。コロナ禍で、社会のデジタル技術に対する理解が進み、2年間で20年分の進展があったといわれています。医療とDXの関係の理解も特に日本では歴史的に変わったと思います。

AIが急速に広がる中、医療分野でもその影響を受け、デジタル技術の活用が進み、社会の中では「狼狽」とも言える反応も起こっています。AI技術の発展は急激であり、その技術を

前提として医療現場でどう活用していくのかを考えようと、また、歴史的な変換点であることを鑑み、キーノートに尾身先生をお迎えしました。AIは医療のDXにとって非常に重要なテーマとなっており、AI技術の専門家や医療分野の専門家とともに、ネットワークとして発展させることが重要だと感じています。

尾身茂/ 公益財団法人結核予防会理事長 「公衆衛生専門家から見たAI・DXへの期待」



私はAIやデジタルの専門家ではありませんが、村井先生からはコロナ対策に深く関わった経験から医療のデジタル化についての色々な期待を述べてくれれば十分だということで、AIやデジタル化そのものというよりも、我々専門家がコロナ対策において、どのように感じたかをお話しします。そして、最後に私の提言といったものをお話したいと思います。



Emergency Operations Center 西浦教授より提供

さて、これは2020年1月の写真です。この時、我々日本の社会どうだったか覚えていますか？ 横浜に組員船が停泊していたあの時期です。あの時と同時期の韓国のソウルの対策本部の写真です。



感染症専門家より提供

そして、全く同じ時期の日本の対策本部がこちらです。両者の対策本部の様子に違いがありますが、なぜこうなったかという、皆さん、2009年にメキシコの豚由来の新型インフルエンザについて覚えてられると思います。実はそのパンデミックがある程度落ち着いたときに、日本は結構しっかりと検討会を開きました。その時にいろんなレコメンデーションが政府に対して出ました。その一つが、もっと医療情報、公衆衛生、疫学情報のデジタル化を

進めるべきだということでした。これは絶対にやってくださいという強い提言でした。他にも、PCR検査のキャパシティや、国と専門家のあり方等についての提言もありました。

ところが、日本はその2009年のデジタル化に対する強いレコメンデーションがほとんど実行されてこなかったのです。村井先生が先ほど、この2年間でデジタル化の状況に大きな変化があるという話をされていましたが、実は今回、私も分科会に関わってきた中で最も大きなフラストレーションは「情報が無い」ということでした。情報が我々のところに来ないのです。しかし、国は我々に対してどんな対策を取ればよいか、という助言を求めたのです。情報は極めて限られている中で、国が求める対策について提言をしなくてはならないという、強いジレンマ、フラストレーションがありました。

【I】 パンデミックの対応戦略

戦略の種類

- パンデミック（感染症の世界規模での大流行）の対応戦略は、大別すると以下の3種類である。

A. 封じ込め（Containment）

- 徹底的に封じ込めて感染者をゼロにする
例：中国
- COVID-19オミクロン株についてはもはや不可能

B. 感染抑制（Suppression） ←日本

- 感染者数を抑制し、死者数を一定数以下に留める

C. 被害抑制（Mitigation）

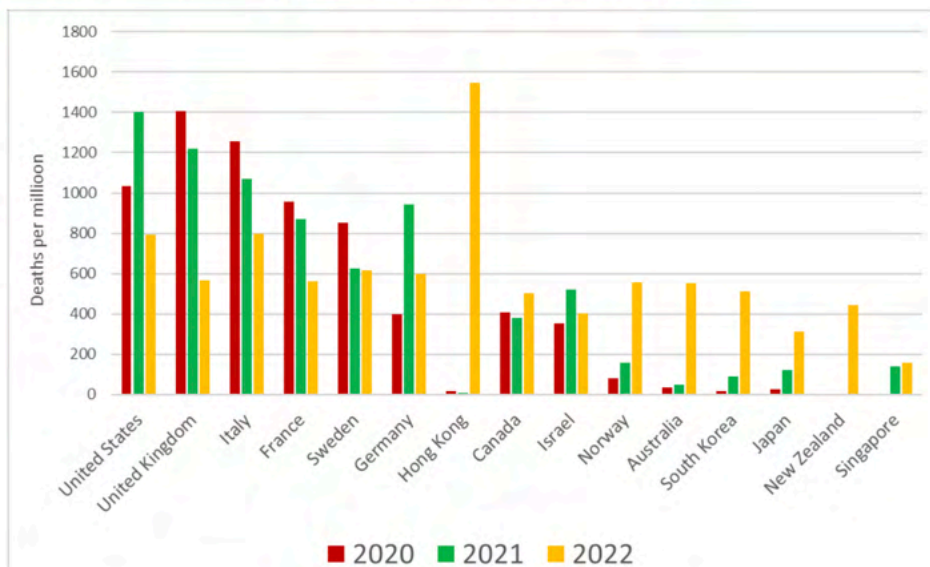
- 感染者数が増えることは許容し、重症者への対応に注力
例：スウェーデン

- どの戦略にも一長一短があるが、日本ではAとBの間で最適解を求めてきた
- 現在、多くの国では、少しずつCに近づいている



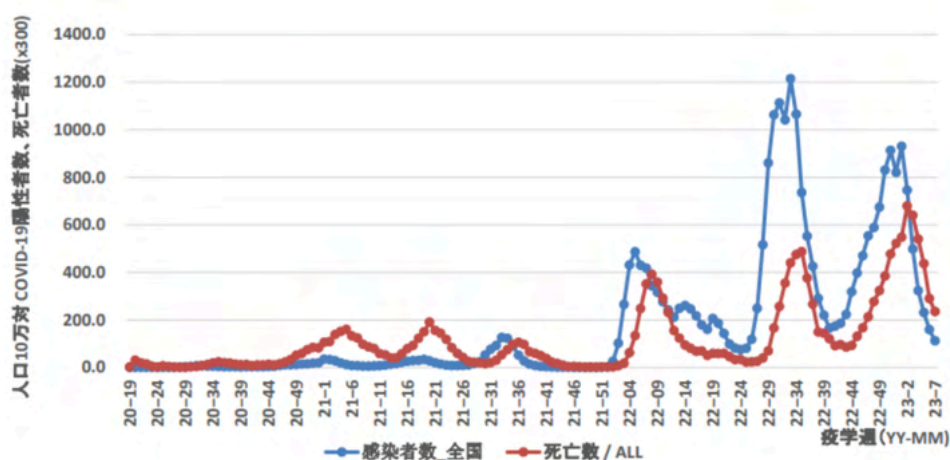
Cタイプの北欧スウェーデンなどの非常に合理的な国は「感染を抑えるなんてことはできない」として、一方、中国は「感染をゼロにしよう」とロックダウンを続けました。日本の場合は、北欧と中国とも違って、その中間のアプローチを取るという考えも全くなく、独自の方針を取りました。当初からある程度、この病気の本質は分かっていました。細かいことは分かっていますが、この病気の本質は分かっている、社会経済へのインパクトをなるべく最小限にし、感染のレベルを一定程度に抑えることが重要でした。そして、最も大事なことは死亡者を減らし、医療の逼迫をなるべく避けることでした。よく経済と感染症の両立という話をしますが、これは誰も否定しませんよね。しかし、医療の本当に崩壊が起きたら、この両者の両立なんていうのは無理です。したがって、我々は死亡者をゼロにするということは全く考えませんでした。死亡者は出るし、感染者も出ますが、医療の逼迫、崩壊だけは避けたいという哲学で進めてきました。

年別・国別・人口100万人あたりの死亡者数



この点についての評価はもう皆さんご存知のように、日本の場合には死亡者は少なかったのです。この図では、アメリカが一番左で、次がイギリス、日本は右から3番目です。このグラフを見ると、日本は死亡者が圧倒的に少ないことが分かります。年度ごとに色が変わっていますが、欧米では、初年度からすでに死亡者が多く、実際に、イギリスではかなりの人口が初年度に感染し、多くの死亡者が出て、医療崩壊に近いことが起きました。日本では、3年目に死亡者が増えています。最初はあまり死亡者が増えませんでしたでしたが、年を追うごとに高齢者が感染し、体力が落ちることによって亡くなるケースが増えたからです。

感染者数、死亡者数 全国

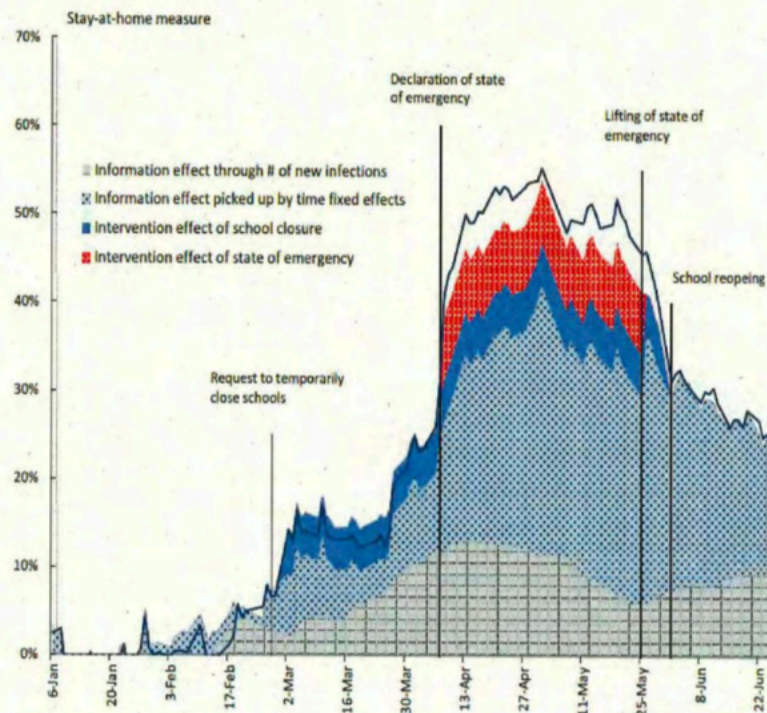


そして、興味深いグラフがこちらです。左から、1波、2波、3波の8波までの死亡者のグラフです。赤い線が死亡者の絶対数です。青い線が感染者の実数です。この横軸の中間あた

りで、致死率が減少してきたため、この病気は普通の病気として考えて良いのではないか、という説が出てきました。しかし、このグラフを見ると分かるように、致死率は確かに減少していましたが、感染伝播力は半端ではありませんでした。仮に致死率が低下しても感染力が倍になれば、感染者数は数倍になります。このように、致死率が下がったからと言って、病気が普通のものになったとは我々は考えていませんでした。そのため、社会経済的な影響を考慮した2類から5類のような話は、少しずつ慎重に議論すべきだという立場を取っていました。さらに、特に日本の特徴として、医療の逼迫が起きそうになると強い対策を取った点が挙げられます。例えば、第一波の時点では死亡者が少ないにもかかわらず、2020年4月7日には第一回目の緊急事態宣言を出したのです。その理由は、極めて限られた病院で対応しており、その医療が逼迫し、医療崩壊が起きることをなんとか防ぐためでした。これを行うことで、感染者数が減少し、医療逼迫も軽減されました。医療の逼迫が軽減されると、強い対策を解除し、また感染が拡大する。こうした強い対策と、緩めることを繰り返したことが、日本の特徴です。これを我々はハンマー&ダンスと呼んでいます。では、これだけ死亡率を抑えた日本は諸外国に比べてGDPへの影響がどうだったかについてですが、予想に反して、日本はずっとロックダウンを続けていたわけではなく、ハンマー&ダンスのアプローチを繰り返していたため、GDPへのネガティブな影響は、3年間で平均すると欧米並みの水準にとどまりました。

行動変容の決定要因に関する分析例

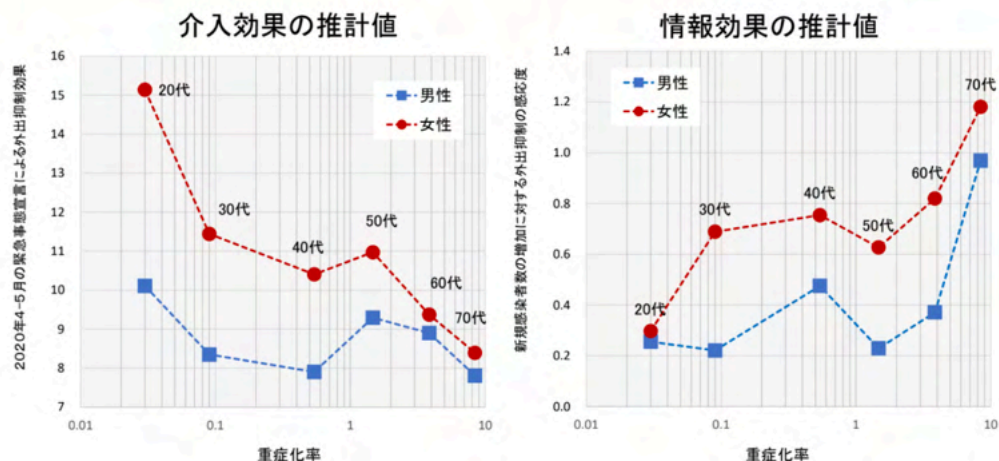
資料7-3



Source: T. Watanabe, T. Yabu, "Japan's Voluntary Lockdown." *Covid Economics: Vetted and Real-Time Papers*, Issue 46, 1-31, 1 September 2020, CEPR Press,.

その中で、もう一つのデジタル化に関する重要な話は、このグラフにあります。緊急事態宣言が出る前から、すでに多くの人々が自発的にマスクを着用していたことが示されています。この段階で、民間レベルでも非常に強い感覚が広がり、マスクの着用が広まりました。グラフの縦線Y軸は、人々が各国や自治体からの要請にどれだけ協力したかを示しています。上に行くほど協力が多かったということです。横軸は経過時間を示し、緊急事態宣言を出した時と、解除した時の縦線があります。グラフの色の内、赤は緊急事態宣言後の介入効果を示し、青は情報効果を示します。青の情報効果を見ると、緊急事態宣言前から人々は自主的に協力してくれていたことが分かります。これは情報効果で、新聞やインターネットでの死亡者数や医療逼迫情報が流れることで、宣言を出す前から人々の自主的な協力が始まったのです。一方、赤い部分（介入効果）は緊急事態宣言後で、国が法的な根拠に基づいて強い対策を求めた結果、協力がさらに増加したことを示します。

介入効果と情報効果の年齢別推計値



出所: T. Watanabe and T. Yabu. "Japan's Voluntary Lockdown: Further Evidence Based on Age-Specific Mobile Location Data" CARF Working Paper Series, CARF-F-508, February 2021.

右の図は情報効果の推計値ですが、情報効果は高齢者に効果的で、若い人々はあまり効果的ではなかったという傾向が見られます。高齢者は病気に対する重症化リスクを意識して協力した一方、若い人々は自分には関係ないと思っていた可能性があります。介入効果に関しては、高齢者にはあまり効果がなく、すでに情報効果で協力していたからです。一方で、若い人々は国の強い対策により協力したと考えられます。また、男女別で見ると、女性の方がより慎重に対応したという結果もありました。

日本の医療システムについて触れると、WHOの評価では日本の医療の質が世界でトップクラスですが、それでも医療の逼迫が起きたことはなぜかという、医療システムが高齢化社会に向けてシフトしており、パンデミックを想定したものではなかったことが一因です。医療制度に本質的な問題があり、医療関係者の多くの人は懸命に頑張ったと思います。

次に、データの絶対的不足の問題について述べたいと思います。このデータの絶対的不足の原因は大きく分けて2つの理由があると考えています。1つは、個人情報の扱いが自治体ごとに大きく異なったことです。看護師や保健師が患者に、感染経路などを直接インタビューするため、実は、かなり詳しい情報は医療の現場にはありました。絶対に情報を公表しないという信頼関係を元に情報が現場にあることが分かっていました。しかし、個人情報の扱いが各自治体により異なり、一番条件のキツイ条件に合わせるため、現場にある情報は我々専門家には一番最低のレベルの情報しか届かないというのが大きな課題でした。

そして、もう一つのデータの不足の原因として、医療デジタル化の遅れがあります。先ほどの、日本の対策本部の写真に写っている人は、専門家やその大学院生などでした。行政の人々は、クルーズ船の方の対応で手一杯でした。そして、その現場では、ファックスから出てくる情報から、鉛筆を舐め舐めして表を作っていたり、時には個人的なコネクションで現場の保健師さんに公表はしないから教えてとお願いしたりと、21世紀では考えられないよ

うな状況でした。専門家の中には、入院するほどのストレスがかかっていた状況であったことは申し上げておきたいと思います。

提言

- 合理的な対策を考える上での一丁目一番地＝必要な疫学情報の迅速な共有
- そのためには、、、
 - ・医療情報のデジタル化とシステム構築
 - ・感染症データのガバナンス化
- 具体的には、、、
 - ・システム構築にはIT専門家と医療公衆衛生専門家の連携
 - ・医療情報は大学病院だけでなく一般病院からのデータ収集・分析が必要
さらに、民間企業の参加も必要⇒ネットワーク構築
 - ・政府も文科省、厚労省、農林省、総務省など横断的な取り組みが必要
 - ・個人情報の扱いについて深い議論が必要

最後に、医療DXへの提言として、提言としては、まず合理的な対策を考える上で必要な疫学情報を迅速に取得する体制を整えることが重要です。そのためには、医療情報のデジタル化と日本全体としてのシステム構築が必要です。システム構築また、IT専門家と公衆衛生の専門家との連携が不足していた点を改善する必要があります。また、本当に必要なデータを取得するためには、大きな大学病院だけでなく、地域の病院も含めた情報共有の重要性が指摘されます。

さらに、民間企業の参加も必要不可欠です。村井先生も色々なことで長年ご苦労されてきたと思いますが、インターネットは本当は横断的なシステムであるはずですが、医療は省庁ごとに分断してしまい、視点が狭くなり、他の領域との交流が働くインセンティブに欠けてしまいます。これは厚労省や総務省の問題だけでなく、日本全体の問題であり、民間や大学などと広く全体として最適性を見出す必要があります。最後は、個人情報の扱いについて深い議論が必要ということです。

歴史学者のユヴァル・ノア・ハラリ氏が、ホモサピエンスが生き延びたのは、動物に対する情報をホモサピエンスが共有し、連携を行なったからだと言っていました。ところが、先述されたように現在は、情報が氾濫し、情報が分断を起こしている。このセミナーの皆様が連携し、さまざまな医療のAIやデジタル化による潜在的な課題を解決し、社会にうまく活用する知恵を、説得力のある政府への提言などに発信して頂ければと思います。

伊藤穰一/ 学校法人千葉工業大学学長

「ブロックチェーンと不確実性プログラミング時代における健康と医療データのアーキテクチャ」



不確実性プログラミング (確率系プログラミング)

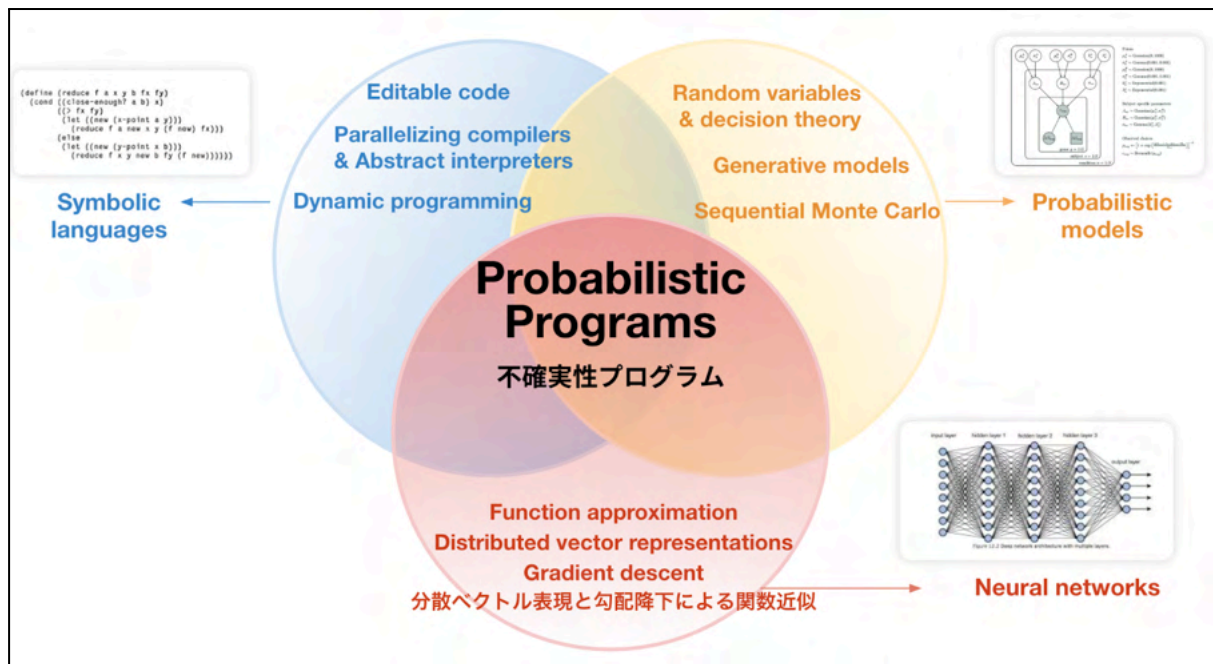
Probabilistic Programming

今日の話の中心となるのは、「不確実性プログラミング」と呼ばれるものです。英語では "Probabilistic Programming" と言います。日本語では「確率系プログラミング」と訳されることが多いですが、厳密には「確率」に限らず、不確実な情報をモデル化し、その情報をもとに判断を行うプログラミング手法を指します。現在のAIではあまり得意とされていない分野ですが、1990年代にはAI研究において主流の手法の一つでした。こうした統計を含む

不確実性を扱うプログラム言語は、これまで扱いが難しく、スケーラビリティにも課題がありました。また、数学的な難しさもあり、研究者が手作業でシステムを構築する必要がありました。

2013年頃、ニューラルネットワークが再び注目を集めるようになりました。当時私はMITに所属していましたが、その頃までMITではニューラルネットワークはほぼ見放されていました。しかし、大量のデータと計算リソースを投入することで、明確な理論的理解はないものの、特にラベル付きデータを用いたタスクでは非常に良い結果が得られることが分かりました。その結果、1990年代に不確実性プログラミングに取り組んでいた研究者の多くが、2010年以降、ニューラルネットワークへとシフトしていきました。ニューラルネットワークの発展には膨大なコンピューターリソースとデータが必要なため、大学よりもシリコンバレーの企業の方が優位な立場にあり、MITの技術者たちも次第にシリコンバレーへ移っていきました。一方、不確実性プログラミングに取り組んでいた数学者や研究者は、地道に研究を続けていました。私も9年ほど前から彼らと交流を持ち、MITの「プロバリスティックコンピューティングプロジェクト」という研究プロジェクトにも関わるようになりました。このプロジェクトは、脳科学や認知科学の分野とも関係が深く、人間の思考や推論の仕組みを探求するものです。

ニューラルネットワークには「neural（神経の）」という言葉が含まれていますが、実際の脳の動作とは大きく異なります。むしろ、不確実性プログラミングの方が、脳の認知メカニズムに近いのではないかと考えられています。1990年代には主流だった不確実性プログラミングは近年あまり聞かれなくなりましたが、再び注目を集めつつあります。現在、私たちの大学（慶應のメンバーも含む）も新しいコンソーシアムを立ち上げ、MITのチームと共同で応用研究を進めています。藤田医科大学もこのプロジェクトに参加しており、今年中には実際に利用可能なオープンソースのプログラミング言語として整備される見込みです。そのため、まだGoogleなどで検索しても情報はあまり出てきませんが、今後普及が進むと考えられます。



Probabilistic Programsの仕組みについて簡単に触れておきます。図の下にあるように、ニューラルネットワークは、言語データや画像データなどを入力し、「勾配降下法（gradient descent）」というアルゴリズムを用いて学習を行います。2010年代中頃には、この手法が大きく発展しました。一方で、左側にあるように、従来のプログラミング言語は、人間が理解しやすい、人間が読める「シンボリックな（記号的な）」言語でした。ニューラルネットワークは、こうした従来のプログラムとは異なり、その内部構造を人間が直接理解することが困難です。モデルの内部を見ても、どのような処理が行われているのか分かりにくく、人間が直接書いたり解析したりすることはできません。そのため、不確実性プログラミングのように、ニューラルネットワークの限界を補う、シンボリックなプログラミングと統計モデルとも異なるアプローチが注目されています。

右側にあるように、人間の推論の仕組みは、単純なロジックではなく、確率的な推定によって成り立っています。例えば、「村井先生はいつも黄色いネクタイをしているが、今日は違う」という観察から、私たちは彼の服装に関する確率モデルを更新します。また、「雨の日には転ぶ人が多い」というのも、経験に基づいた統計的なモデルです。医師の診断も同様で、患者の症状や背景情報から病気の確率を推定し、新たな情報が加わるたびにその確率を組み合わせながら更新していきます。医療は「ベイズ的（Bayesian）」な推論が必要で1つ新しい情報が入れば確率が変わってしまいます。現在のニューラルネットワークでは実現が難しいものです。どういう情報がいつ意味を持つのか、構造化されたモデリングが必要であり、今のニューラルネットワークでは対応できません。しかし、不確実性プログラミングでは、数学的な確率モデルとプログラミング言語を統合することで、より柔軟な推論が可能になります。

Applications where probabilistic programming now outperforms machine learning
 不確実性プログラミングが機械学習を凌駕するようになったアプリケーション

3D scene perception



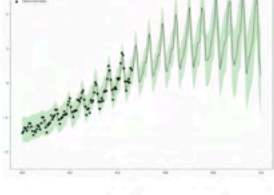
Gothoskar et al. (NeurIPS 2021)

Common-sense data cleaning



Lew, Agrawal, Sontag, and Mansinghka (AISTATS 2021)

Automated data modeling



Saad, Cusumano-Towner, Schaehtle, Rinard, Mansinghka (POPL 2019)
 Saad and Mansinghka (IJAI 2021)
 Schaehtle, Freer, Shelby, Saad, and Mansinghka (AutoML 2022)

Partners:



Startups:



Partners:



Partners:

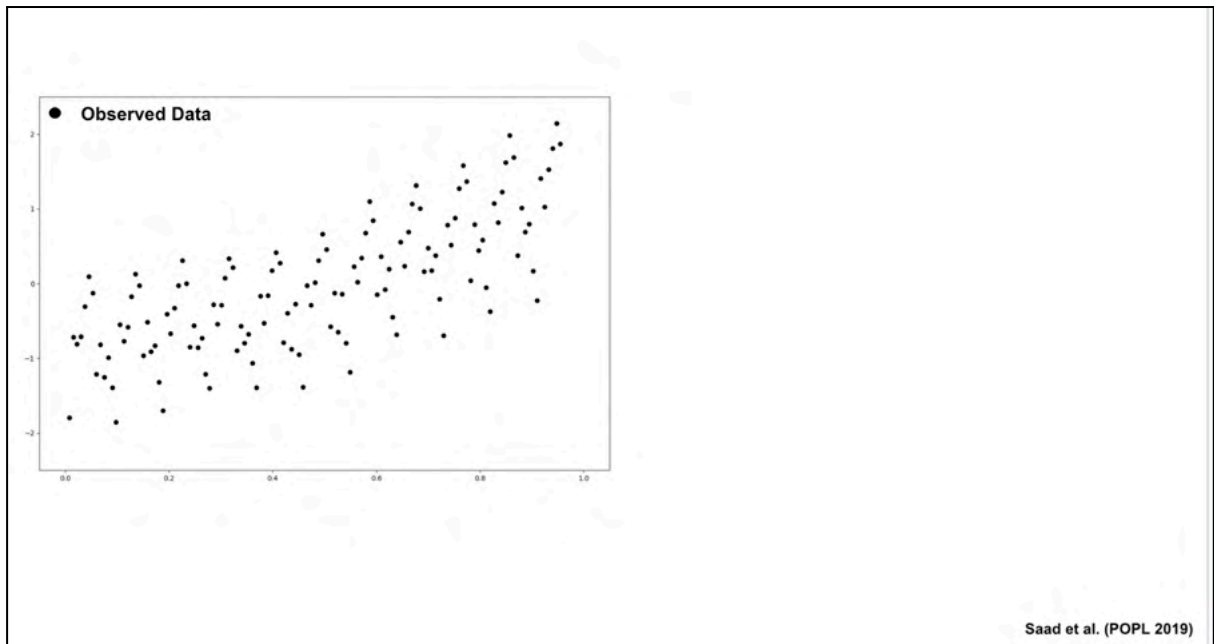


Startups:

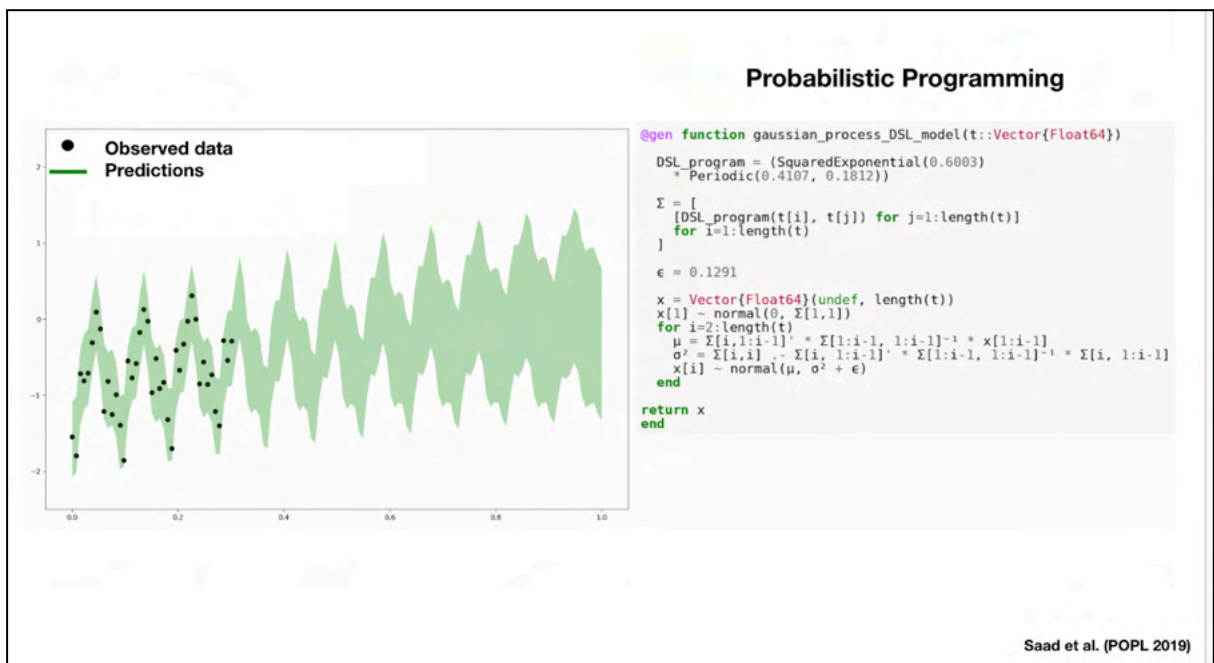
Prior Knowledge, Inc. (acq. in 2012)
 Empirical Systems, Inc. (acq. in 2018)



例えば、テスラの自動運転システムは、学習データにない状況に遭遇すると適切な判断ができなくなることがあります。一方で、人間の認知は「モジュール的 (modular)」であり、個々の概念を組み合わせることで新しい状況に対応できます。例えば「これは人間」、「これはボール」、「ボールには上下がないが、コップには上下がある」といった知識を組み合わせることで、新しい物体や状況を理解します。不確実性プログラミングはモジュラーな設計なので、このような人間の認知の仕組みに近い認識を再現することで、医療などの分野にも大きな影響を与えられる可能性があります。いろいろな情報を知って、その組み合わせで理解することは、統計学的に理解することと全く違うため、非常に効率よく、左図のようなオブジェクトの検出や、中央の図のような裏にいろいろな構造があるデータ解析、また、右の図のようなデータモデリングに、このプログラムが最適と言えるのです。

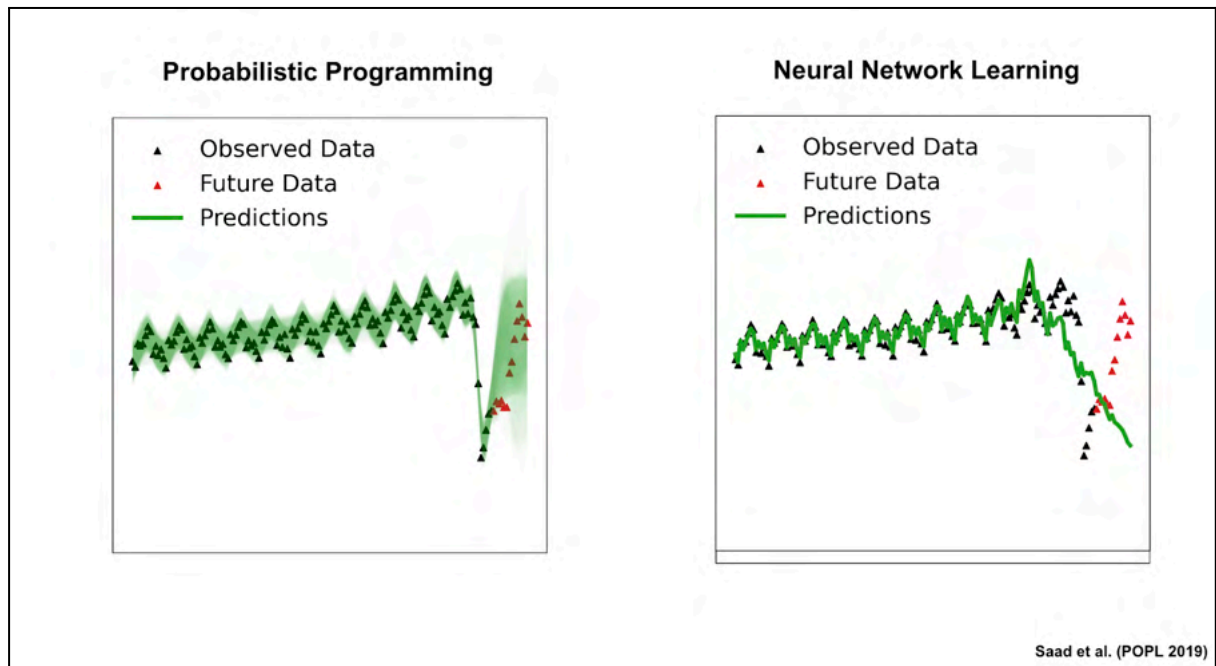


少し事例をご紹介します。この図では複数のデータポイントが示されていますが、よく見ると一定のパターンが見えてきます。ニューラルネットワークでは、大量のデータがなければパターンを識別することは困難ですが、人間や不確実性プログラミングは、少ないデータからでも徐々にモデルを構築し、データの量が増えるほどモデルの精度が向上していきます。



このデータは、航空会社の運航記録に関するもので、毎年一定の増加傾向が見られます。右側に示されているのは、不確実性プログラミングです。このプログラムは、ニューラルネットワークとは異なり、人間が読んで理解しやすい形式で処理されており、軽量のデータ構造を持っています。プログラムが行う処理は、人間の脳内で起きている思考過程と類似しており、緑色の線が予測結果を示しています。データが増加するにつれて予測の精度が向上

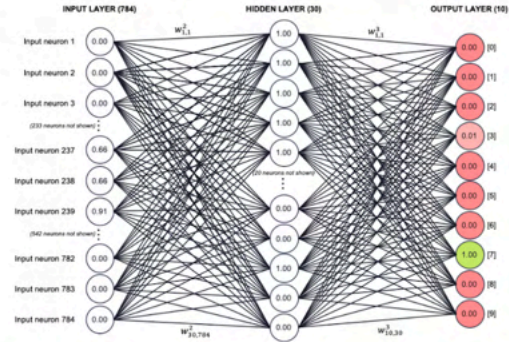
し、右側のプログラムも徐々に複雑化していきます。しかし、ニューラルネットワークと比較すると、はるかに少ないデータと低スペックのCPUで動作可能です。人間の脳は、消費電力が電球1個分程度にもかかわらず、高度な思考能力を持っています。これは、脳がより構造化された学習プロセスを採用しているためであり、ニューラルネットワークよりも効率的に機能していると言えます。



このスライドの右側に示された売上データは、ニューラルネットワークによる予測結果であり、左側は不確実性プログラミングによる予測です。新型コロナウイルスの流行により売上が急減し、その後回復するという変動が見られます。左のように構造化された情報としてデータを保持している場合、変化した要因を特定し予測を修正できますが、単なるパターン認識では変化の理由を理解できず、右側のように予測が困難になりエラーになります。

Probabilistic programs vs artificial neural networks 不確実性プログラミング VS ニューラルネットワーク

```
@gen function gaussian_process_DSL_model(t::Vector{Float64})
    DSL_program = (SquaredExponential(0.6083)
        * Periodic(0.4107, 0.1812))
    Σ = [
        [DSL_program(t[i], t[j]) for j=1:length(t)]
        for i=1:length(t)
    ]
    ε = 0.1291
    x = Vector{Float64}(undef, length(t))
    x[i] ~ normal(0, Σ[i,i])
    for i=2:length(t)
        μ = Σ[i,1:i-1]' * Σ[1:i-1, 1:i-1]⁻¹ * x[1:i-1]
        σ² = Σ[i,i] - Σ[i,1:i-1]' * Σ[1:i-1, 1:i-1]⁻¹ * Σ[i, 1:i-1]
        x[i] ~ normal(μ, σ² + ε)
    end
    return x
end
```



What's new in probabilistic programming, vs today's artificial neural networks:

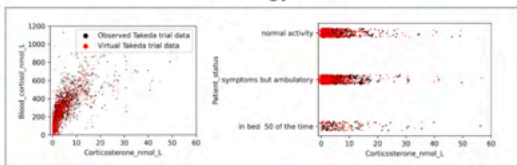
- Small, interpretable, symbolic programs — not large entangled vectors
- Structure is learned — not just parameters
- Real-time learning from human-scale data — not offline learning from massive data

Saad et al. (POPL 2019)

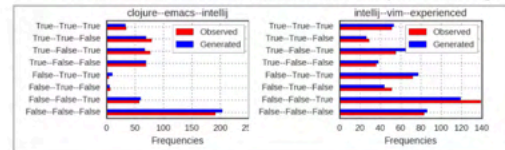
ニューラルネットワークとの違いをイメージとして考えてみましょう。左側は不確実性プログラミングで解析可能でベイズ的な、シンボリックなシステムを用いた予測であり、右側はニューラルネットワークによるものです。ニューラルネットワークは、確かに翻訳など特定の用途では非常に有効で、何に使うか分からないジェネラルなインテリジェンスに向いていると言えます。何をしたいか分かっている、目的が明確な場合は不確実性プログラミングの方が適しています。

Probabilistic programs accurately model diverse databases 多様なデータベースを正確にモデル化する不確実性プログラム

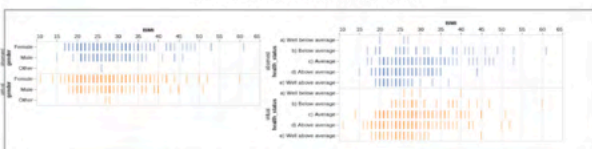
Oncology clinical trial



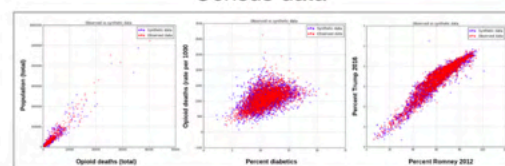
Stackoverflow software developer survey



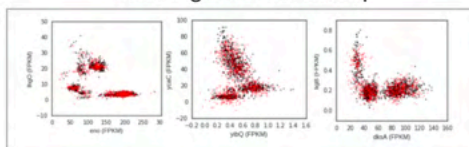
COVID-19 clinical trial



Census data



Whole-genome RNAseq

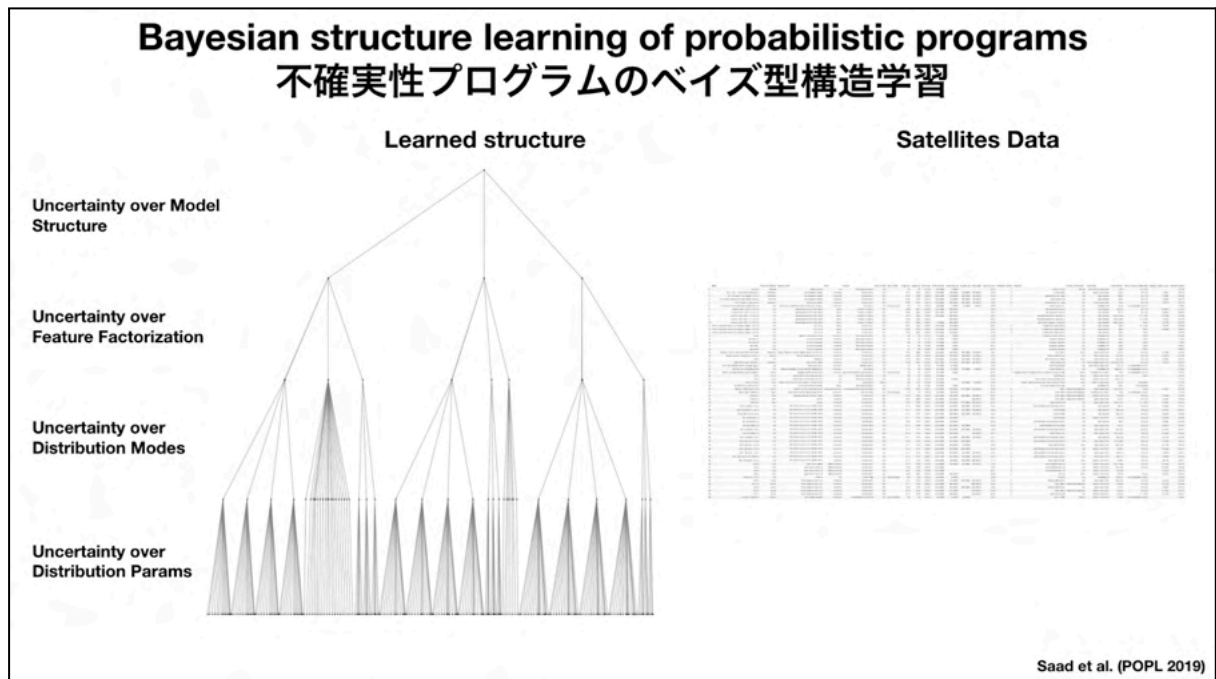


Saad & Mansinghka (NeurIPS 2016)
Mansinghka et al (JMLR 2016)

特に、医療分野においては、人口統計情報や多次元データの精密なモデリングには、ニューラルネットワークよりも不確実性プログラミングの活用が有効です。

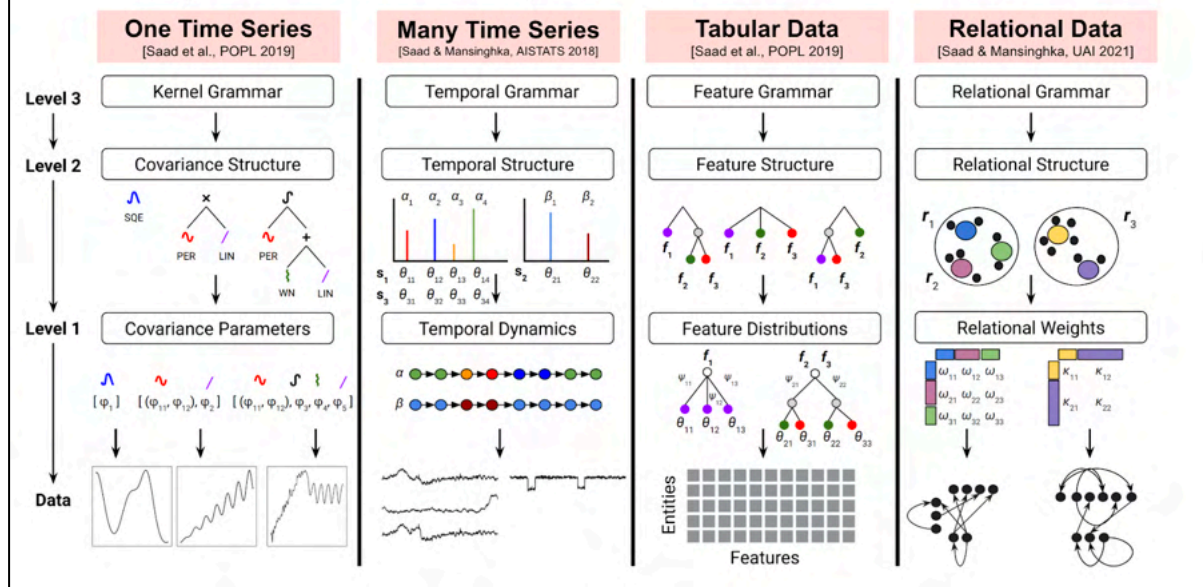
「大規模言語モデル (LLM)」という言葉が広く使われていますが、人口や人間のモデ

ルを構築すべきではないかと考え、「大規模人口モデル (Large Population Model) 」という言葉を作りました。



このプロジェクトの一環として、MITのチームによる衛星データを活用した分析があります。衛星には多様な種類があり、それぞれに特定の属性があり、それが変化しながら存在します。同様に、人間の学習も、動物や医療データの分類など、データを獲得しながら構造化が進行していきます。データの蓄積によって構造が変化する点は、脳の働きと類似しています。

Examples of structure priors for various domains



例えば、左側の航空運航データのようなデータを分析すると、毎年右肩上がりになりその先の変動が観察されます。このように構造的に理解することで単なるパターン認識とは異なる分析が可能になります。異常が発生した際には、モデルの構造を変化させ適応させることで、新たな変化に対応できる点が特徴です。

Source code of a probabilistic program, learned from data データから学習した不確実性プログラムのソースコード

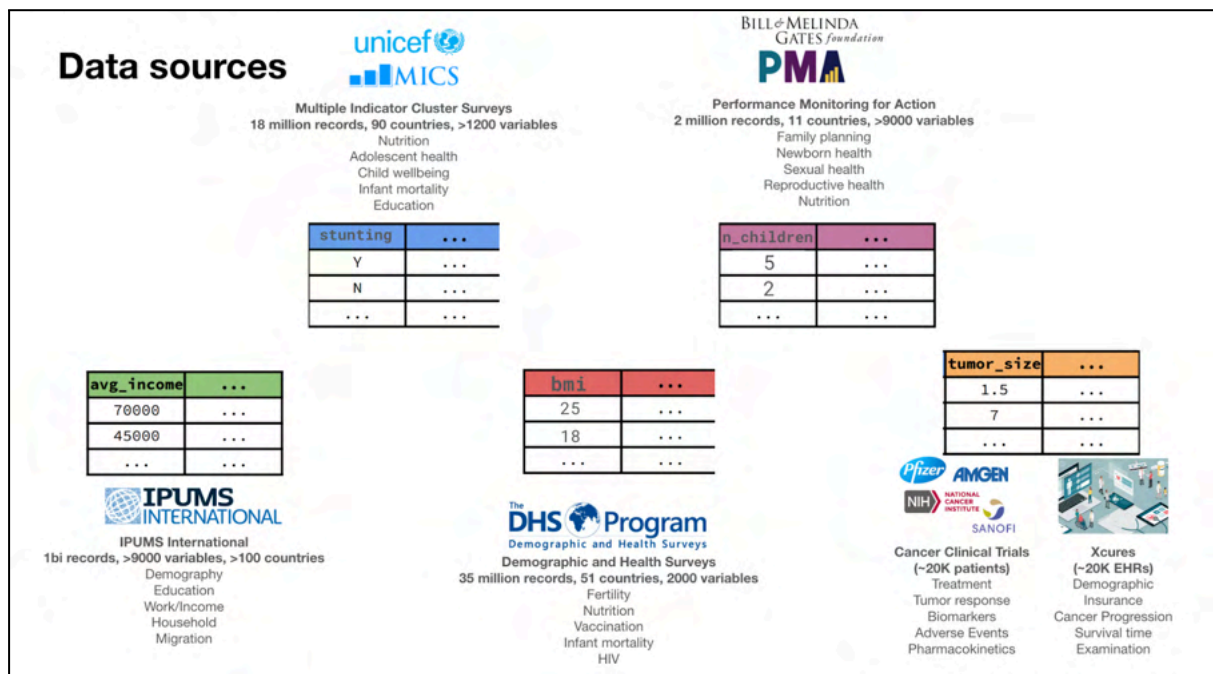
```
function view_1 model () {
  var cluster_id = categorical([0.945, 0.02, 0.01, ...]) + 1;
  var ret_val;
  if (cluster_id == 1) {
    ret_val = {
      "Eccentricity": gaussian(0.0020432129206960077, 0.01067912668646529)
    } else if (cluster_id == 2) {
      ret_val = {
        "Eccentricity": gaussian(0.07464751748477876, 0.015180096831659037)
      } else if (cluster_id == 3) {
        ret_val = {
          "Eccentricity": gaussian(0.285332228056967295, 0.017087455539365373)
        }
      }
    }
    return ret_val;
  }

  function view_2 model () {
    var cluster_id = categorical([0.45, 0.365, 0.01, ...]) + 1;
    var ret_val;
    if (cluster_id == 1) {
      ret_val = {
        "Power_watts": gaussian(870.3285769734457, 877.803380083731),
        "Launch_Mass_kg": gaussian(442.08158778373314, 528.6317071151509),
        "Dry_Mass_kg": gaussian(362.4518291923288, 321.643115056201),
        "Period_minutes": gaussian(101.6753514957961, 56.020420134225084),
        "Perigee": gaussian(683.404848571412, 1332.7961939636696),
        "Apogee": gaussian(742.683864344822, 2411.9120907160527);
      } else if (cluster_id == 2) {
        ret_val = {
          "Power_watts": gaussian(7157.582291136565, 4629.0978933649985),
          "Launch_Mass_kg": gaussian(3070.9605091838637, 1417.0856648235301),
          "Dry_Mass_kg": gaussian(1921.3138097297019, 762.0773307715083),
          "Period_minutes": gaussian(1435.6303089573516, 57.13415025152961),
          "Perigee": gaussian(35820.37445538106, 1434.570880223177),
          "Apogee": gaussian(35701.83498101731, 2548.6013462053966);
        } else if (cluster_id == 3) {
          ret_val = {
            "Power_watts": gaussian(663.6166769560301, 2248.1933836607705),
            "Launch_Mass_kg": gaussian(4155.624495377741, 1484.9293537892536),
            "Dry_Mass_kg": gaussian(963.0435893006063, 915.5101654965363),
            "Period_minutes": gaussian(24.00342908316594, 81.81512446233805),
            "Perigee": gaussian(135710.59527494806, 2091.167996855717),
            "Apogee": gaussian(35706.382689189195, 3696.3766128285724);
          }
        }
      }
    }
    return ret_val;
  }

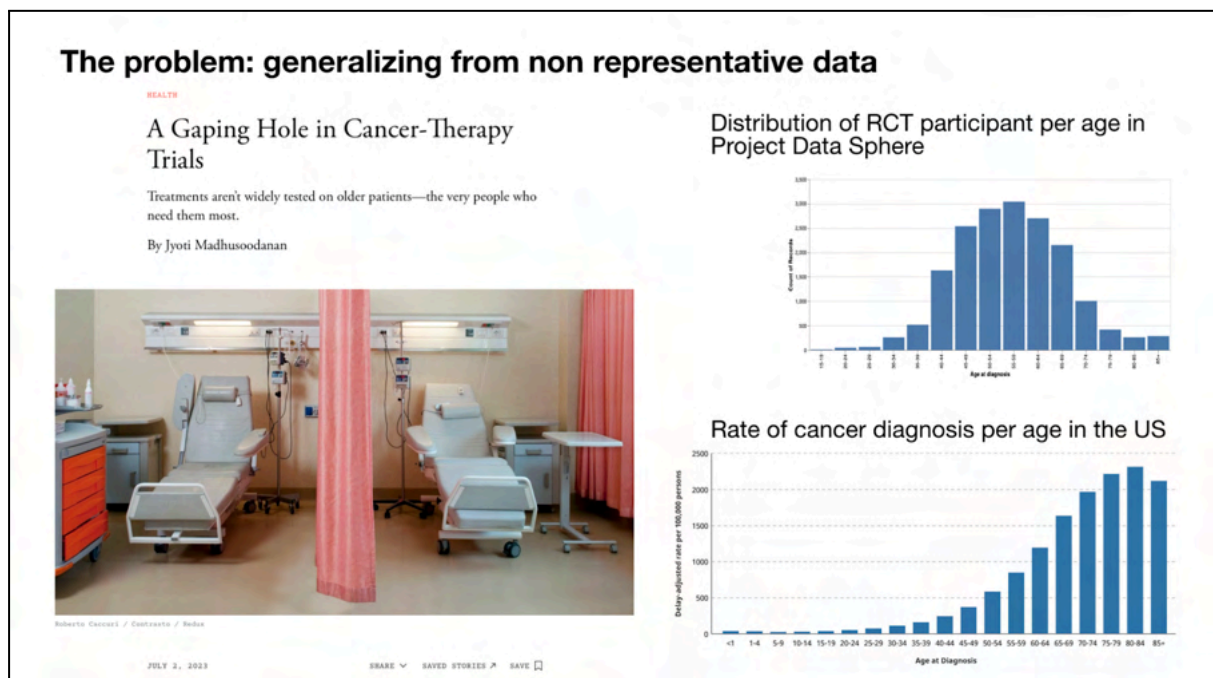
  function model() {
    var view_1 = view_1_model();
    var view_2 = view_2_model();
    return {...view_1, ...view_2};
  }
}
```

そのため、複雑なモデルであっても、人間がソースコードを見て、医師が「異常が発生している」「この変化はこういう理由だ」と判断することができます。以前、エキスパートシステムがありましたが、論理的処理が難しく、重くなりがちでしたが、不確実性プログラミングの活用は、複雑で不確実な情報を扱うエキスパートシステムのように捉えることがで

きると思います。

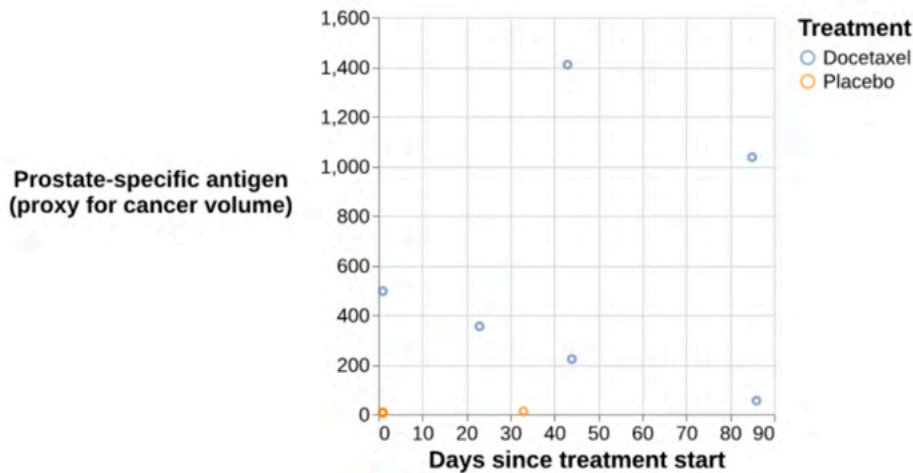


具体的なMITのチームの例をご紹介します。このように様々な医療データベースが存在しますが、これらを集めてどのように利用できるか探るという取り組みがあります。



例えば、がんの臨床試験では、試験参加者の年齢分布と実際のがん患者の年齢分布に大きな差があります。臨床試験には若年層が多く参加する一方で、実際のがん患者の多くは高齢者であるため、統計モデルにはバイアスが生じます。

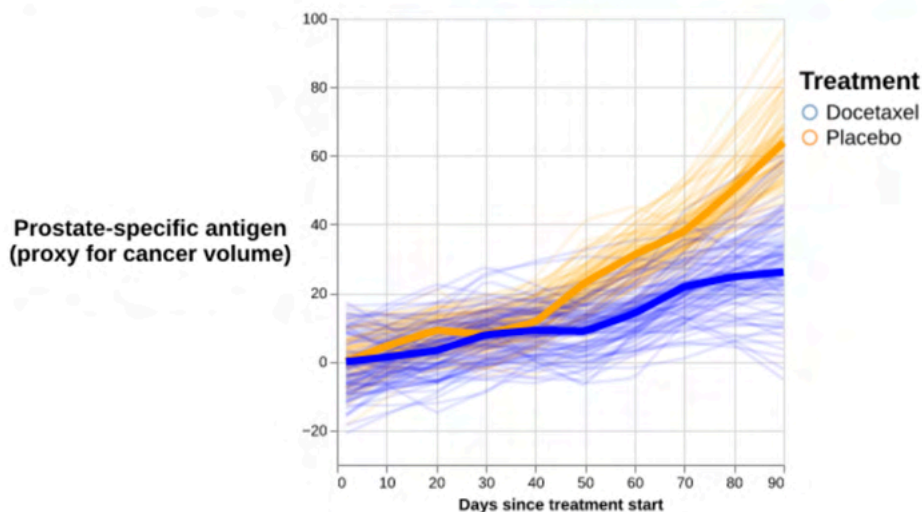
Comparison to similar patients: very few data points



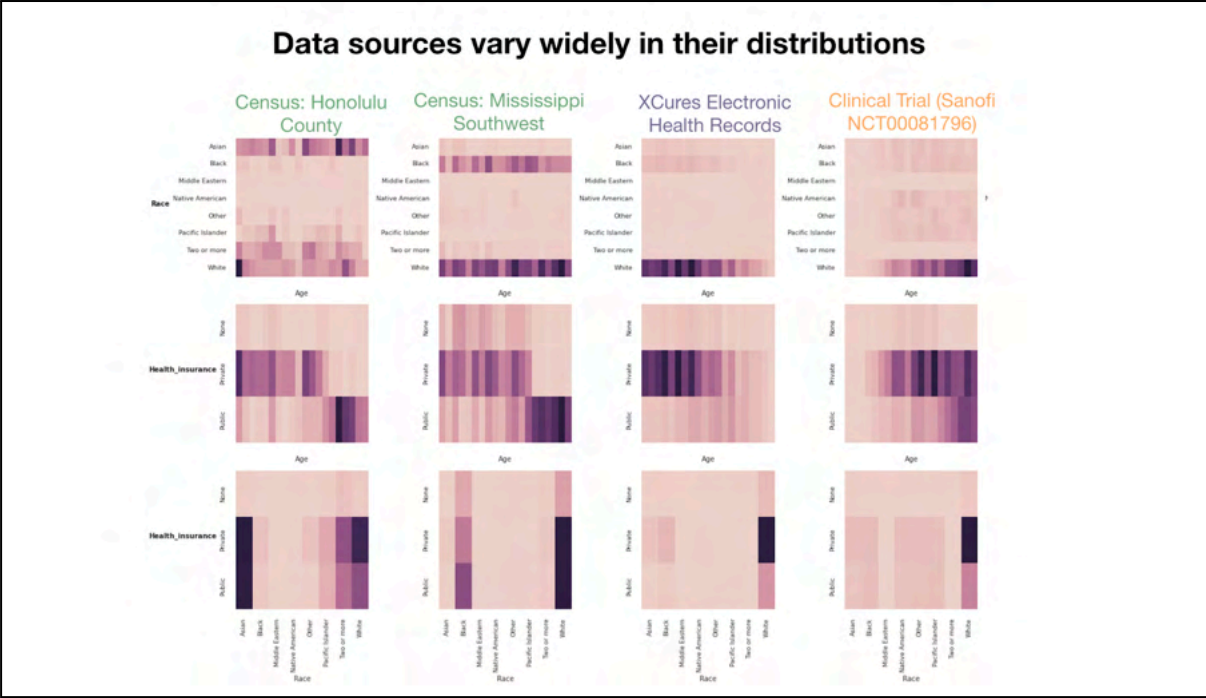
さらに、高齢者のみのデータを用いると、今度はデータ量が不足するという問題が発生します。例えば、「70歳の黒人男性が前立腺がんの治療を受けた場合と受けなかった場合の予後」を検討する際、データが不足しているためこのような統計データを見ても十分な判断ができないわけです。

ChiExpert use case: personalized treatment-conditioned prognoses

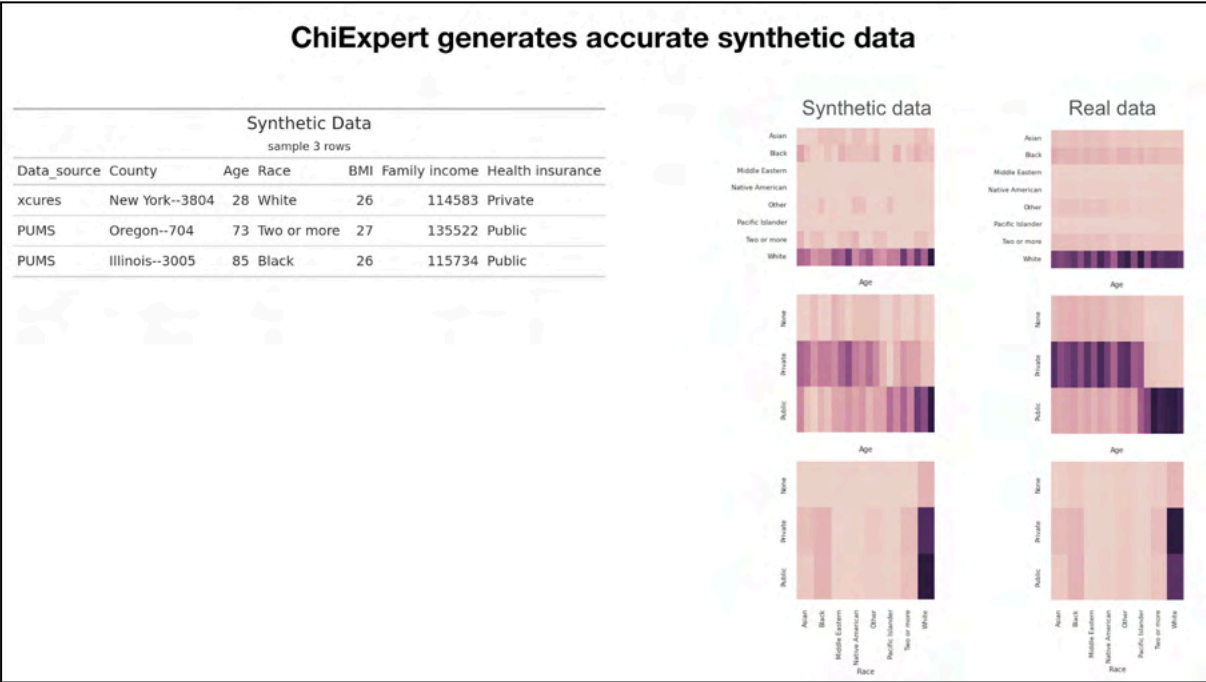
"My patient is a 70 year old black man. What happens **if we don't treat** his prostate cancer?
What if we do treat it?"



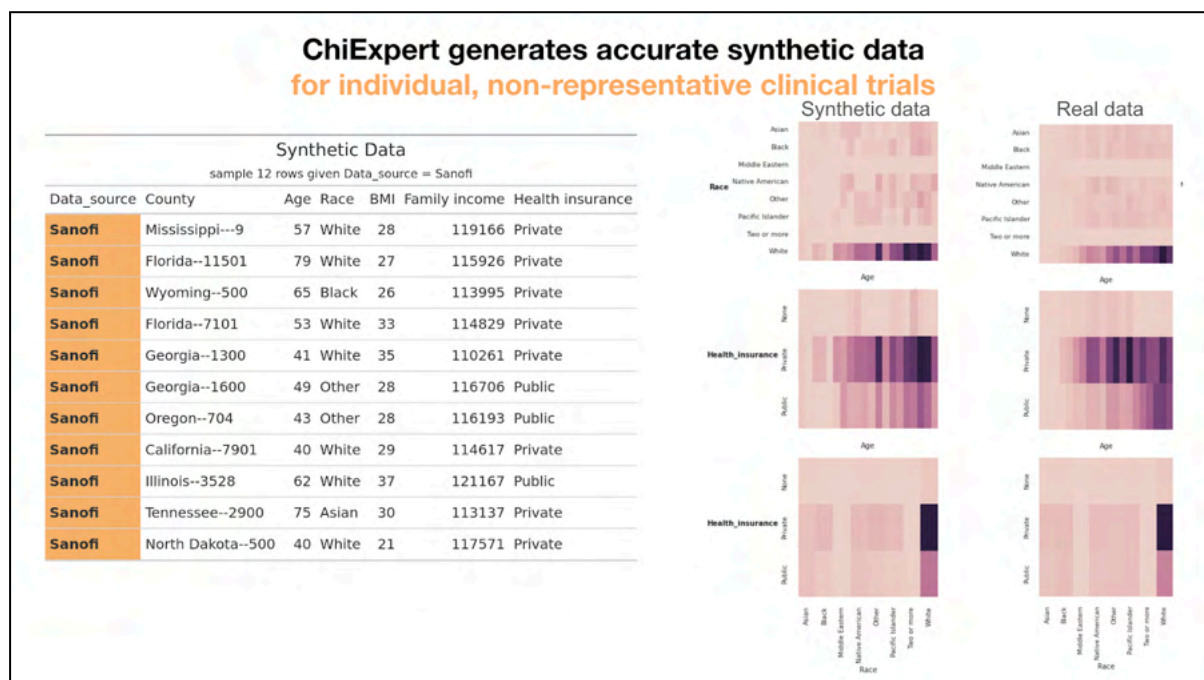
しかし、不確実性プログラミングを活用すれば、あらゆるデータを統合し、限られたデータから仮説を立て、推測することが可能です。他のデータを組み合わせることで、先ほどの図よりも、実際に現場の判断に参考になるようなデータになります。色々なデータを集めてプロの専門家に近い仮説を生み出すこともできるはずです。今後も、現場と共に様々なモデルを作っていきたいと思います。



ここではいくつかのデータセットを示しています。ただし、これらにはすべて何らかのバイアスが含まれています。例えば、このデータセットには特定の人種が多く含まれている場合があります。左上のデータにはアジア系の割合が高いといった特徴があります。また、保険のデータでは、高齢者の加入率が高い、あるいは若年層の加入率が低いといった偏りが見られます。個々のデータベースにはそれぞれバイアスが存在しますが、それらを統合することで、バイアスを抑えたモデルを構築することが可能になります。



す。



LMs contain a lot of world knowledge [GPT-o1]. But generalizing requires dealing with the data

Given all the clinical data you have access to, how does a breast cancer patient's probability of survival if they are treated with taxane vary with US location?

As of my knowledge cutoff in October 2023, there is limited publicly available data that provides a detailed comparison of breast cancer survival probabilities specifically for patients treated with taxanes across different U.S. locations. However, several factors contribute to variations in survival rates by geography, and understanding these can shed light on how outcomes may differ regionally.

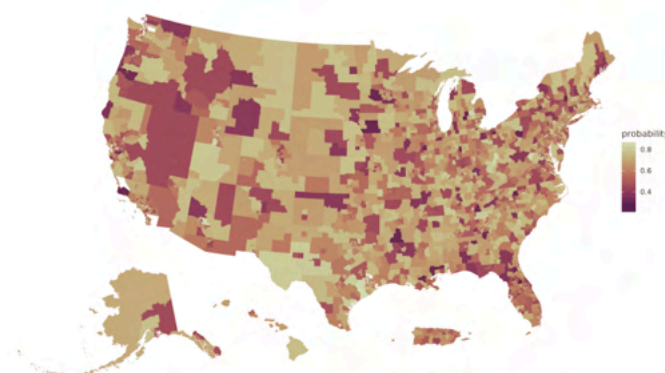
Factors Influencing Survival Rates by Location

- Access to Healthcare Services:**
 - Urban vs. Rural Areas:** Patients in urban centers often have better access to specialized oncology services, advanced treatments, and clinical trials involving taxanes (like paclitaxel and docetaxel). Rural areas may lack such resources, potentially affecting survival outcomes.
 - Proximity to Cancer Centers:** Being near comprehensive cancer centers can facilitate timely diagnosis, multidisciplinary care, and access to novel therapies.
- Socioeconomic Status:**
 - Income Levels:** Lower-income regions may experience higher mortality rates due to barriers in accessing quality care, affording medications, or maintaining consistent treatment schedules.
 - Education:** Areas with higher educational attainment may have better health literacy, leading to earlier detection and adherence to treatment plans.
- Healthcare Disparities:**
 - Insurance Coverage:** States that have not expanded Medicaid under the Affordable Care Act may have higher uninsured rates, limiting access to treatments like taxanes.
 - Racial and Ethnic Composition:** Minority populations, who are disproportionately represented in certain regions, may face systemic barriers leading to delayed diagnoses and treatment disparities.
- Regional Variations in Clinical Practice:**
 - Adherence to Guidelines:** Differences in how closely providers follow established breast cancer treatment guidelines can impact survival. Some regions may have more up-to-date practices regarding the use of taxanes.
 - Availability of Clinical Trials:** Access to clinical trials testing new taxane regimens can vary by location, potentially affecting outcomes.
- Public Health Initiatives and Policies:**
 - State-Level Programs:** States with robust cancer screening and prevention programs may detect breast cancer earlier, improving survival rates.
 - Health Policy Differences:** Variations in state health policies can influence overall access to care.

例えばある地域に住む患者が乳がんを発症した場合に、どの薬がどの程度リスクを伴うかを知りたい場合、現在の大規模言語モデル（LLM）では、どういうことを考えなければいけないかという提案はできますが、LLMにはデータの詳細な分析が難しいという側面があります。

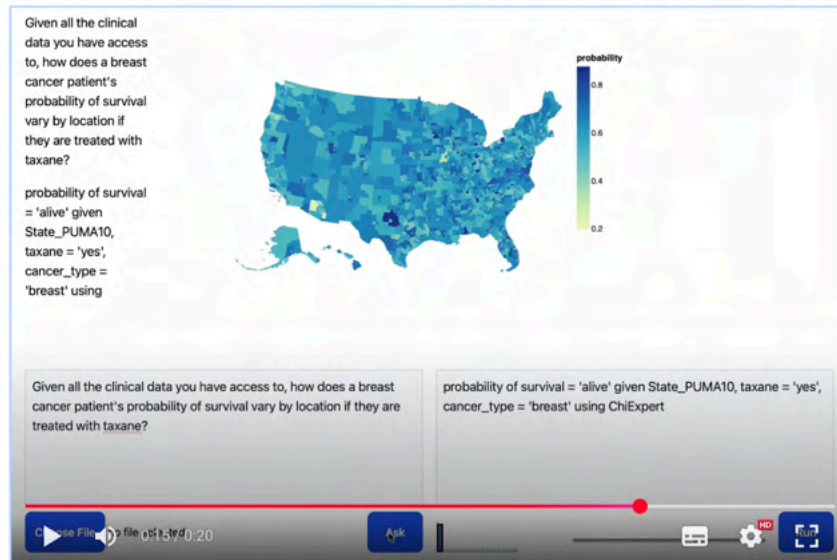
ChiExpert: rational-by-design AI, applied to correctly generalizing across randomized controlled trials, electronic health records, and administrative data

Given all the clinical data you have access to, what is a breast cancer patient's probability of survival if they are treated with taxane? Samples: 75



しかし、合成データを活用することで、地域ごとの確率モデルを構築し、より正確な予測を行うことができます。

ChiExpert: rational-by-design AI, applied to correctly generalizing across randomized controlled trials, electronic health records, and administrative data



そうすると、自然言語による質問に対し、データに基づいた視覚的なチャートを提示することも可能になります。この際、重要なのは統計モデルを用いることで、得られたデータの信頼性を評価し、どの程度の確信度を持っているかを明示できるようになることです。現在、既存のデータベースをLLMを通じて検索し、ある情報を取得して解析するプログラムを作ることは可能です。しかし、データが十分に存在しない領域においては、合成データを埋め込むことや、推論を立てることは、現在のAIでは困難です。その欠点を補う不確実性プログラミングを使ったChiExpertのような技術が実験的に導入されつつあります。

Creating a safer data economy with controlled information flow 情報の流れをコントロールし、より安全なデータエコノミーを実現する



不確実性プログラミングは、構造化された情報を扱うため、個人情報の管理が大きく変わる可能性があります。電子カルテや個人情報保護法の制約のもと、データの取り扱いには慎

重さが求められますが、LLMでは中身が分からないため個人情報のコントロールが難しく、そもそも個人情報を学習させない方向になります。不確実性プログラミングでは、合成データを活用しながらも、特定の属性間の関連性を細かく制御しつつ、個人情報の利用を可能にすることができます。例えば、年齢と給与の関連付けを分断することで、特定の個人情報が推測されるリスクを抑えるなどが可能になります。このような仕組みにより、データ利用のルールを地域ごとに柔軟に設定し、コミュニティの価値観に合わせたデータ活用が実現できます。現在の個人情報保護法では、「このデータは利用してはならない」といった制限が主ですが、数学的に特定の情報が抽出されないことを保証できる技術を活用すれば、様々なデータを含めた上で、特定の情報を取得できないようにするといった新しい枠組みを構築することが可能です。これにより、個人情報を守りながら、複数の病院のデータを統合し、日本国内だけでなく、国際的なデータ利活用の促進につなげることができるでしょう。

Public Health Culture of Japanese

最後に、文化的な側面について触れたいと思います。日本は色んな意味でAIにふさわしい国民性を持っているのに活用できていません。例えば、アメリカでは「自分が感染したくないからマスクをする」という考え方が一般的ですが、日本では「他者に感染させたくないからマスクをする」という、個人が全体のために我慢するという意識が根付いています。しかし、個人情報の利用に関していえば、日本の規制はアメリカと比較して制限が厳しく、AI活用の障壁となっています。日本においては、AIの活用が遅れている点も課題です。例えば、アメリカではAIに対する恐怖心が希望を上回る傾向がありますが、日本では「アトム」や「ドラえもん」といったキャラクターの影響もあり、比較的肯定的な受け止め方がされています。しかし、日本企業のAI導入率は世界的に見て低く、特に医療分野では法律や病院の規制が障壁となっているのは日本の悲劇です。医療AIの実用化には、政策立案者や医療従事者と技術者が連携し、現場のニーズに即したシステムを構築することが不可欠です。実際、医療AIに関する論文の多くは、現場への応用が難しく、90%以上が実用化に至らないという報告もあります。これは、医療データの収集やモデル構築の段階で現場のニーズとの

乖離があるためです。この問題を解決するには、医療機関内に技術者を配置し、エンジニアと医療従事者が協力する必要があります。しかし、日本では分野の縦割りが問題となり、医療と工学の分野が分離されており、両者の協力が進みにくい状況にあります。今後、医療分野におけるAIの実用化を推進するためには、学术界と実務の架け橋となる仕組みを構築し、技術と医療の融合を促進することが重要です。

セッション1：健康医療のためのAIテクノロジー

鈴木蘭美/ ARC Therapies株式会社代表取締役CEO

「AI x 医療の展望：最適化と個別化に向けて」



本日はこのような貴重な機会にお招きいただき、心より感謝申し上げます。私は長年、ヘルスケアITに強い関心を持ち続けておりました。若い頃、がんの完治を目指すことを決意し、創薬に携わってまいりましたが、10数年前、このままの延長線上ではがんの完治は難しいのではないかという不安を抱くようになりました。なぜそう感じたのかを深く考えた結果、必要とされる情報が不足しすぎていることに気がきました。



患者ごとに最適な治療を見出すためには、健康情報の有効活用が不可欠であるとの結論に至り、産官学のコンソーシアムを立ち上げました。その成果の一つとして、当時の安倍総理大臣に建白書を提出しております。また、本日ご出席の森川先生をはじめ、多くの専門家の方々から貴重なご意見を頂戴いたしました。



その後、創薬の観点から国立国会図書館に論考を発表いたしました。その内容を簡単に申し上げますと、現在の臨床の間ではエビデンスの欠落が大きな課題となっており、ある薬が本当に効果を発揮しているのかどうかを判断することが難しい状況です。この課題を解決するためには、治療効果のエビデンスを確実に示し、効果が認められない場合は治療を中止し、効果がある場合は継続するという仕組みを確立する必要があります。さらに、患者の多様なプロファイルデータと組み合わせることで、治療の有効性を可視化することが可能にな

ります。このアプローチを発展させることで、治療開始前の段階でもデータに基づいて最適な治療薬を選択できるようになり、それによって医療費の削減にもつながると考えております。このようなビジョンの実現にはまだ至っておりませんが、本日はARC Therapies株式会社がAIを活用して取り組んでいることについてご説明いたします。

ARC Therapies 株式会社概要





- 設立 令和4年5月18日
- 認定 国立がん研究センター発ベンチャー
- 研究所 国立がん研究センター (築地)
- 公的研究支援：AMED 革新がん (再生医療・非臨床), AMED 革新がん (再生医療・治験), AMED 次世代がん (探索フェーズ), AMED 橋渡し研究 シーズA, AMED 橋渡し研究 シーズpreF, AMED MB創業に関わる技術開発及び基盤構築, AMED スマートバイオ
- 高島国際特許事務所 知的財産顧問 駒谷剛志先生

ARC Therapiesは、おそらく皆様には馴染みのない企業かと存じますが、国立がん研究センター発のベンチャー企業として約3年前に設立されました。公的支援を受けながら、免疫・遺伝子・代謝の3要素を統合的に捉え、がんの完治を目指しております。

ARC Therapies 株式会社創立科学者



上田 龍三 教授

- 名古屋大学大学院医学系研究科 特任教授
- 成人T細胞白血病/リンパ腫 (ATL) の治療薬モガムリズマブを創出したトランスレーショナル・リサーチャー
- 受賞歴 2023年武田医学賞、2024年日本学士院賞など





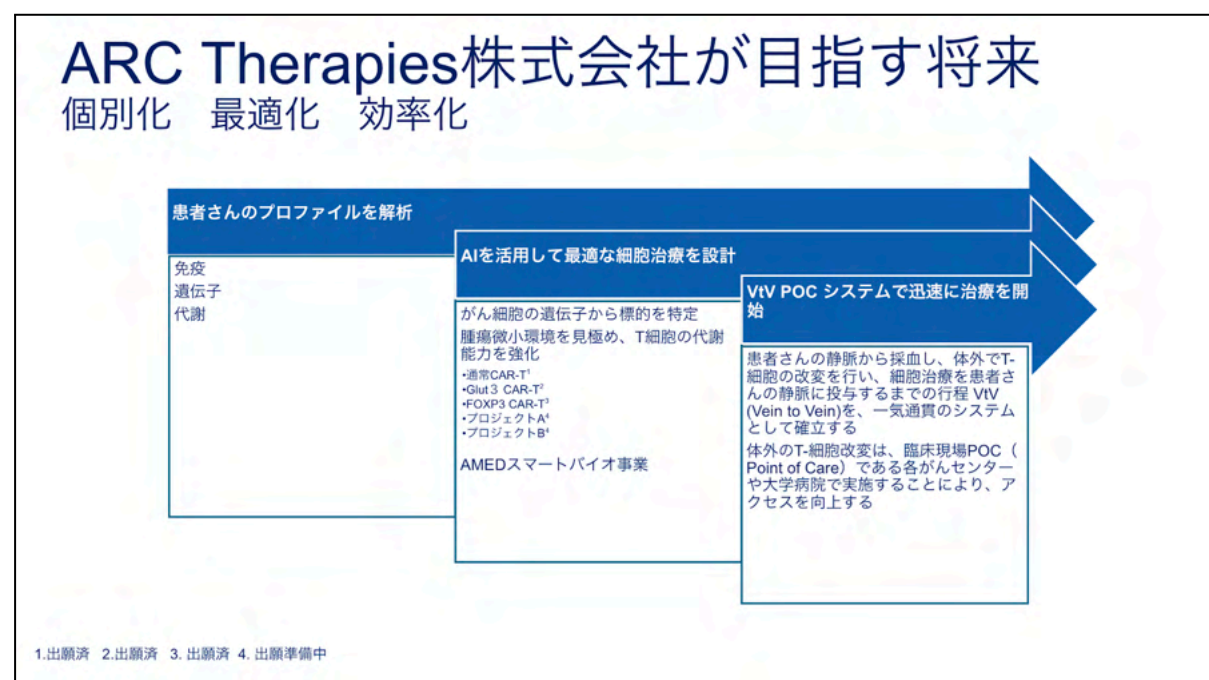
西川 博嘉 教授

- 京都大学大学院医学研究科のがん免疫学・多細胞システム制御部門教授 兼 国立がん研究センターのがん免疫学部門の部門長 兼 名古屋大学教授
- 網羅的免疫解析とゲノム解析を融合した解析 (免疫ゲノム解析)をヒトがん免疫研究に導入し、「免疫ゲノムがん進展説」を提唱
- 受賞歴 2023年上原賞など



弊社のファンディング・サイエンティストには、名古屋大学の上田龍三先生、京都大学および名古屋大学、そして国立がん研究センターに所属する西川先生がいらっしゃいます。上田先生は、白血病治療薬「モガムリズマブ」の開発に貢献され、トランスレーショナルリ

サーチの第一人者とされています。西川先生は免疫学の分野で著名な研究者であり、昨年発表された『Nature Reviews』では、がん細胞がどのように免疫細胞に影響を与え、それを制御するかについて論じられました。我々のパイプラインは、この「イミュノジェノミクス」の考え方に大きな影響を受けております。



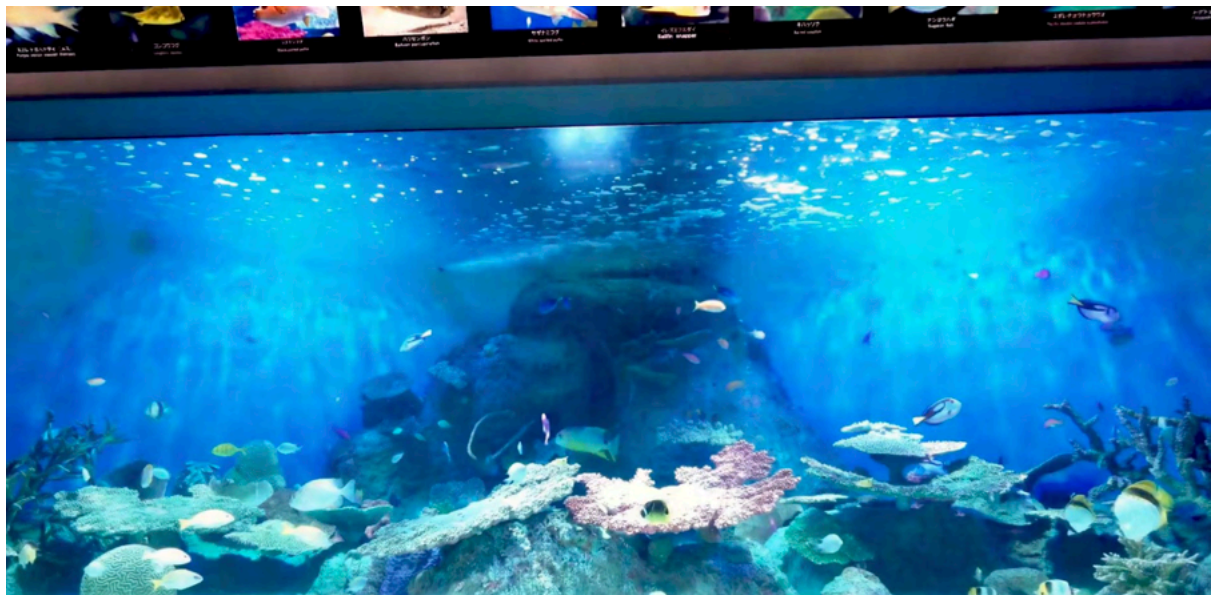
では、弊社がどのようにAIを活用しようとしているのかについてご説明いたします。まず、免疫・遺伝子・代謝の各データを網羅的に解析し、それらをAIに入力します。その上で、主に二つの取り組みを進めております。第一に、弊社が開発を進める細胞療法「CAR-T（カーティ）療法」において、T細胞がどのがん細胞を標的とするかを決定する際に、生成AIを活用して最適な設計を行うことです。第二に、固形がんの治療に関する課題の克服です。固形がんの微小環境は酸素や糖分が不足しており、がん細胞は生存できる一方で、T細胞などの免疫細胞は機能低下を起こしやすい状況にあります。弊社では、T細胞の代謝を強化し、機能低下を防ぐ技術を開発しております。さらに、AIを活用することで、どの代謝強化手法が最も効果的であるかを選択することを目指しています。

CAR-T療法は、特定の患者には極めて高い治療効果を示し、がんの完治に至る可能性のある画期的な治療法ですが、一方で費用が非常に高額であるという課題があります。現在の治療費は4,000万～5,000万円にのぼります。このコストを抑えつつ、臨床現場での実用性を高めることも、弊社が取り組む重要なテーマです。このため、弊社では「ベイン・トゥ・ベイン (Vein-to-Vein)」・「ポイント・オブ・ケア(Point of Care)システム」と呼ばれる仕組みを構築しようとしています。これは、患者さんの血液採取からT細胞の改変、そして体内への再投与に至るプロセス全体をデジタル化し、品質管理を一元的に行うシステムです。これにより、各大学病院やがんセンターで効率的に治療を提供できるようにすることを目指しております。

浅井大史/ 株式会社Preferred Networksシニアリサーチャー・インフラ戦略担当VP（オンライン）
「デジタル社会基盤としてのAIに向けて」

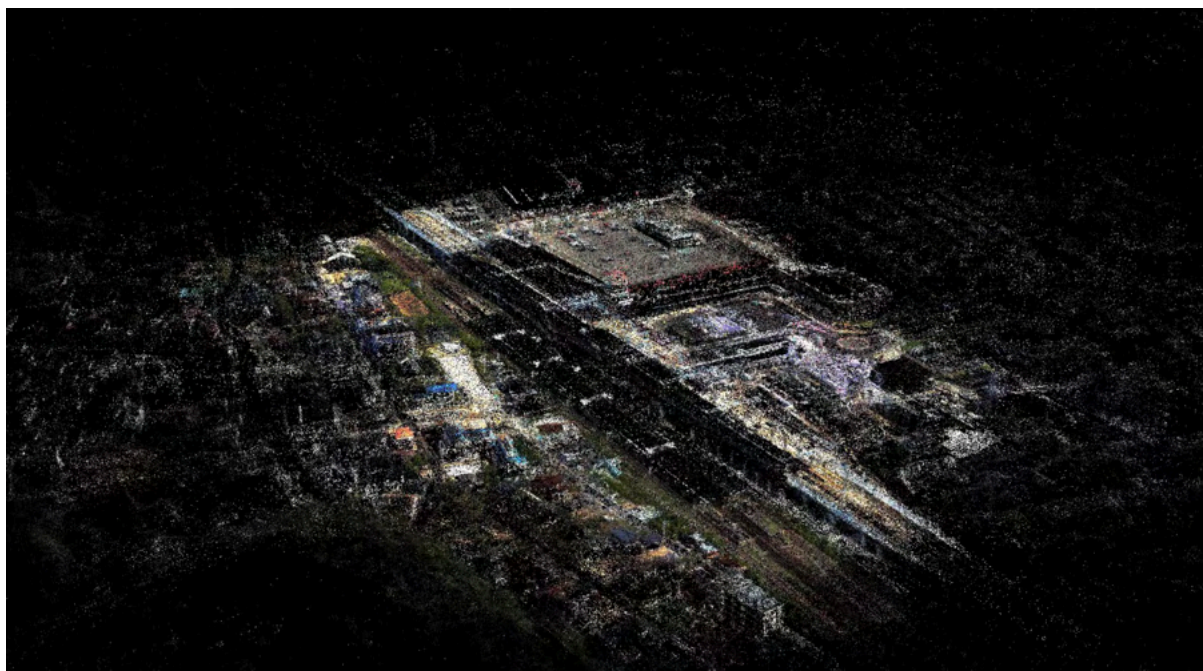


本日は「デジタル社会基盤としてのAI」についてお話しさせていただきます。弊社でもAI技術をさまざまな形で応用していますので、そういった視点と、私自身がこれまでインターネットやインフラに関する研究をしてきた経験を踏まえて、AIと社会基盤の関わりについてお話しできればと思います。

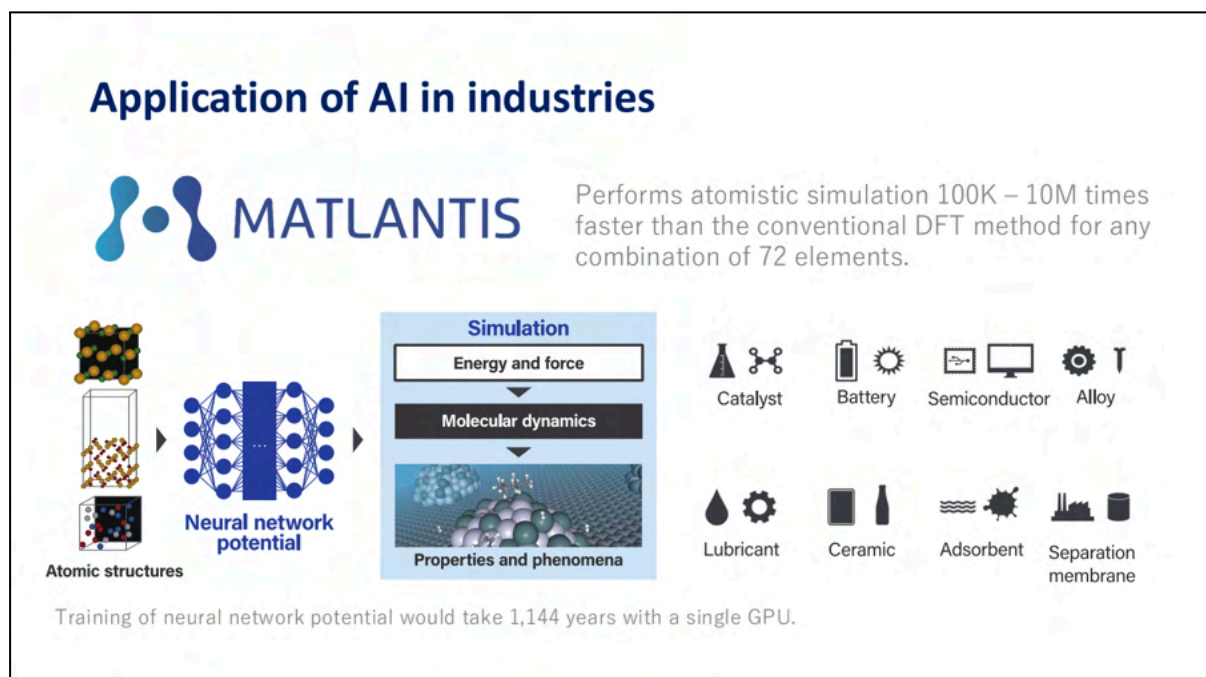


まず、弊社で開発しているAI技術について、簡単にご紹介します。こちらは、生成AIを活用したアプリケーションの一例です。水族館に設置したカメラで館内の様子をスキャンし、そのデータをもとに3D空間を再構成する技術です。私たちはこれを「4Dスキャン」と呼ん

でいます。従来、現実世界とデジタル空間の間には大きなギャップがありましたが、AIを活用することで、映像データから3D構造をデジタル化し、それを再び映像として表現できるようになっています。

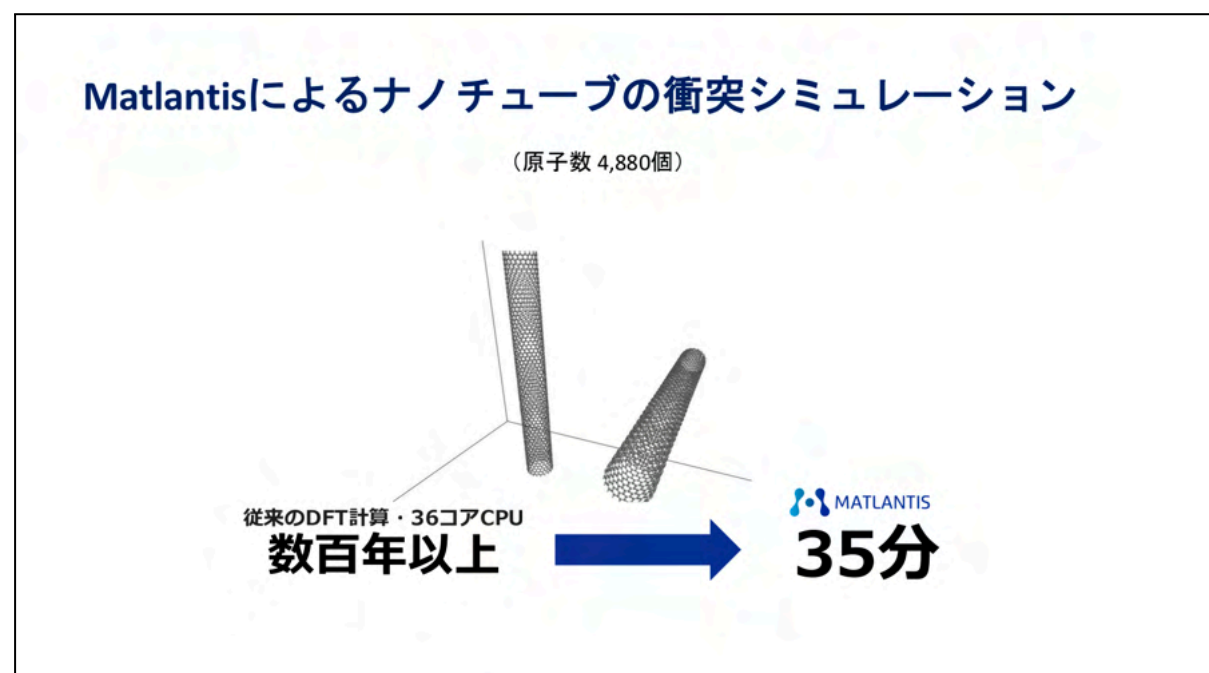


こちらは加賀温泉駅をドローンで撮影した映像を使った例です。実は法律上、ドローンは線路の上を飛ばせないのですが、生成AIを活用することで、デジタル空間上で再現し、映像を生成することが可能になります。

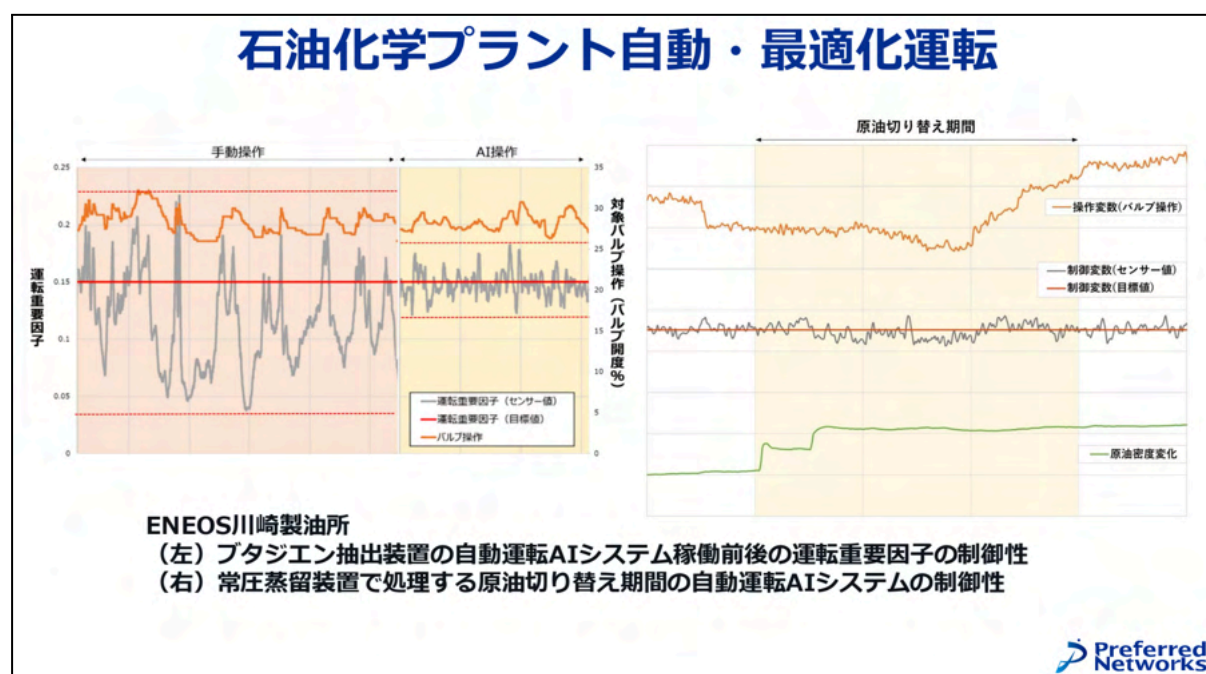


また、AIは産業分野でも幅広く活用されています。たとえば、弊社ではエネオス様と共同で、原子レベルのシミュレーション技術「アトランティス」を開発しました。従来の第一原理計算では非常に計算量が大きくなりましたが、ニューラルネットワークを活用した「サロ

ゲートモデル」によって、高速に計算できるようになりました。



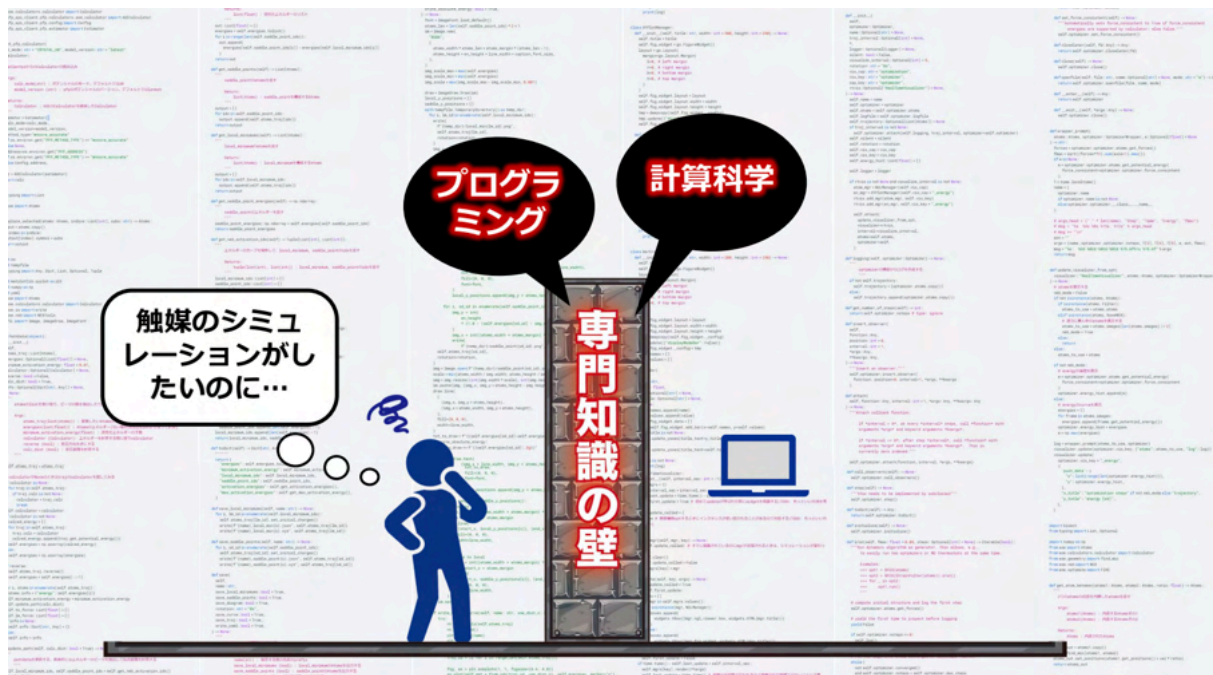
例えば、数百年かかるようなシミュレーションもわずか35分で処理できるようになりました。



また、石油プラントの自動化・最適化にもAIが使われています。従来は人間がセンサーの値を見ながら手動でバルブの調整などをしていましたが、AIがデータを解析し、最適な制御を自動で行えるようになっていきます。



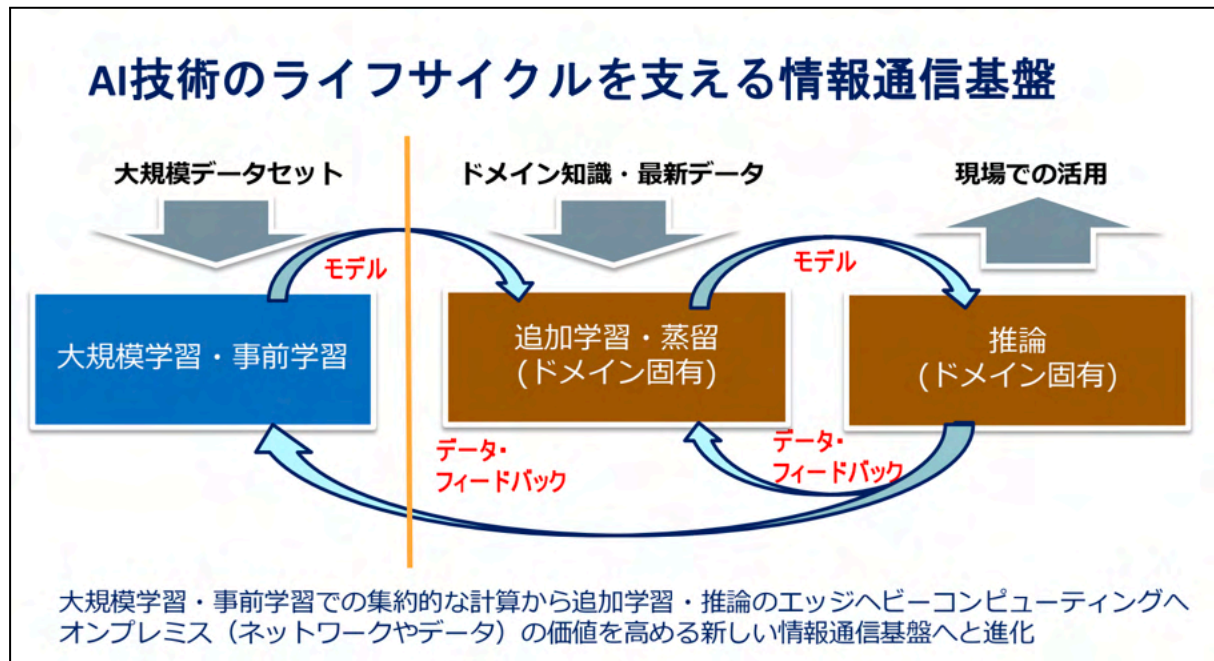
最近では「基盤モデル」の活用も注目されています。先ほどのドローン映像を3D空間に再構成する際、通常のAIでは距離の誤差が発生することがあります。しかし、基盤モデルを活用することで、より自然で正確な再構成が可能になります。LLMをはじめとした基盤モデルを応用することで、言語モデルだけでなく、映像に関しても現実の空間に近づけることができます。



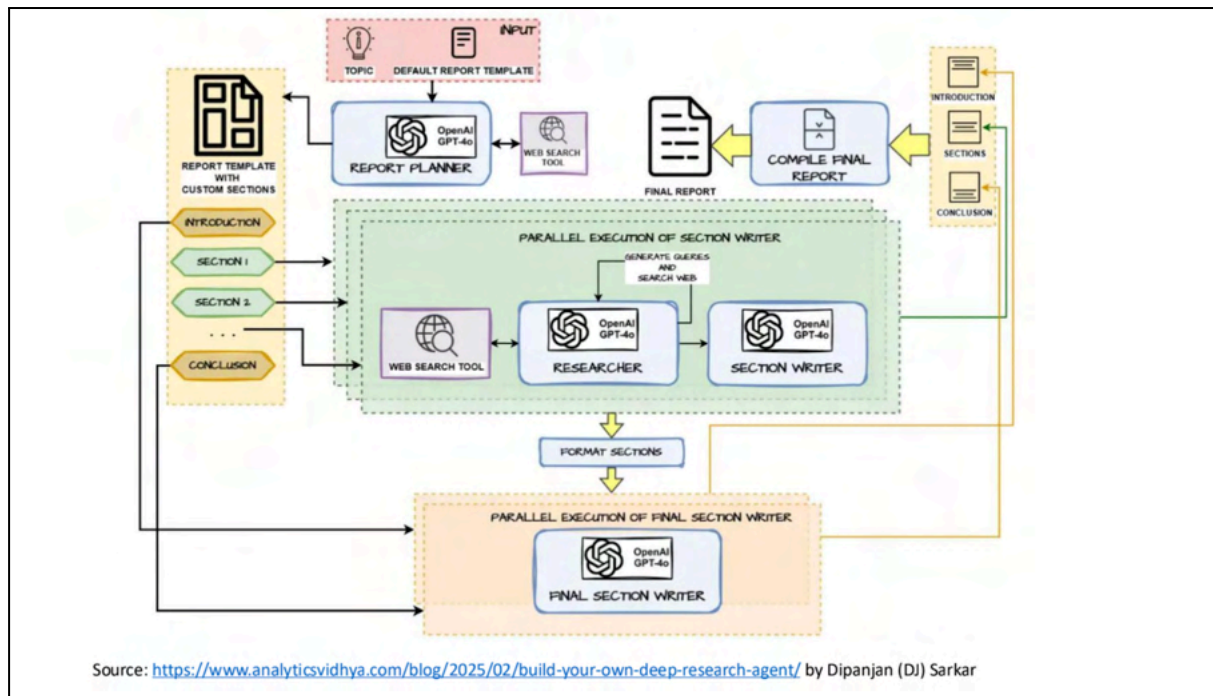
LLMの応用のひとつとして、医療の分野を含め、これまでデジタル空間でのプログラミングや作業は難しいと感じられることが多かったと思います。しかし、例えば「Copilot」のようなツールを活用すると、コードが書けない方でも、日本語の自然な指示で科学計算やシミュレーションが可能になります。たとえば、化学分野の専門性があれば触媒の活性を計

算し、グラフ化する作業も、コードを書くことなく実行できるようになっています。

このように、これまでのプログラミングはデジタルの専門家しか扱えないものでしたが、今では、科学分野など別の専門知識を持つ方でも、大規模言語モデル（LLM）を活用しながらAIの支援を受けて計算やプログラミングを行うことが可能になっています。



このような技術を支える基盤として、LLMや基盤モデルは、大量のデータと計算リソースを活用して学習されています。先ほどの例でもお見せしたように、こうした大規模なモデルを使うことで、さまざまな分野への応用が可能になります。たとえば、三次元空間を再構成する技術では、基盤モデルと4Dスキャンの技術を組み合わせることで、特定の領域に特化したモデルを開発することができます。こうしたアプリケーションは現在も進化し続けています。



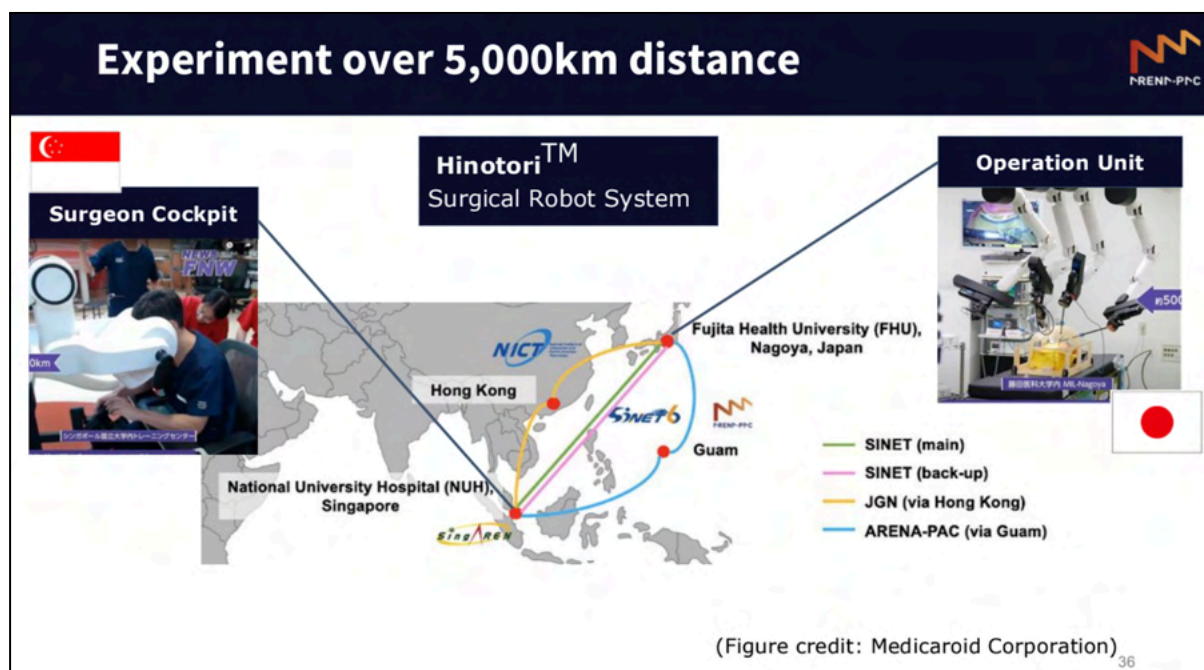
さらに、最近では複数のAIを組み合わせることも増えています。「Copilot」のようなツールでは、人が自然言語で指示を入力すると、AIが裏側で処理を行い、コードを生成します。また、最新のニュースを収集し、要約するAIなど、さまざまなAIが連携しながら動作するなどの仕組みも一般的になってきています。

医療AIとDXにむけて

- LLM for natural language based communication
 - Bridging digital (cyber space) and real world
 - Programming by non-programmers
- AI diagnosis assistance
 - Helping humans by AI
 - Collective intelligence
 - Training through human in the loop
- Agent model
 - Personal assistant with professional AI application“s”
 - Keep personal data in trusted data store (e.g., wallet)

AI技術の進展によって、デジタル空間と現実世界の間のマッピングが可能になってきました。LLMを活用することで、自然言語を使ってデジタル空間での指示ができるようになり、またAIが生成した情報を人間が理解しやすい形で翻訳・提示することも可能になっています。

「エージェントモデル」と呼ばれる技術も注目されています。これは、個人に特化したプロフェッショナルなAIをパーソナライズして活用するもので、特に医療データのような機密情報を扱う際には、データを外部に出さず、エージェント内部で処理を完結させることが可能になります。今後、個人情報の取り扱いの面でも、このようなエージェント型のAIが重要な役割を果たすのではないかと考えています。



さらに、私が関わっているアカデミックな活動の一環として村井先生の立ち上げられたWIDEプロジェクトでは、2023年には「Hinotori」を活用した遠隔手術の実験を支援しました。この実験では、シンガポールにコックピットを設置し、名古屋に手術ロボットを配置することで、遠隔手術の遅延の影響を評価する実験をしました。ロボットを通じた手術では、これまでアナログであった手術室内のあらゆるデジタルデータが生成されます。AIがこのような場面で活躍する可能性として、ロボットアシストや診断の精度向上が期待されます。

まとめとして、AIは急速に進化し、多くの分野で活用が広がっています。特に、デジタル空間と現実空間をつなぐ役割が大きく、デジタルの計算結果を現実空間や自然言語でわかりやすく提示する技術などが今後も発展していくと考えています。

田中邦裕/ さくらインターネット代表取締役社長
「日本語版医療用LLMが拓く、AI利活用の未来」



日本語版医療LLMが拓く、AI活用の未来
The Future of AI Application Pioneered by
Japanese-Language Medical LLM

さくらインターネット株式会社
代表取締役社長 田中 邦裕

Kunihiro Tanaka
CEO & Founder, President
SAKURA internet Inc.



© SAKURA internet Inc.

私は29年前、学生の頃にさくらインターネットを創業しました。業界団体の活動に参加したり、村井先生のサポートをしながら、北海道のデータセンターの普及など、さまざまなプロジェクトに携わってきました。

会社概要 Company Profile

インターネットで熱量をもって挑戦するすべての人の「『やりたいこと』を『できる』に変える」
Turning "WHAT YOU WANT TO DO" into "WHAT YOU CAN DO" for All those who are Passionately
Challenging themselves with the Internet

1996 ○ さくらインターネット創業
1996年12月に現社長の田中邦裕が、舞鶴高等学校中に学内ベンチャーとして創業

1999 ○ 株式会社を設立/最初のデータセンター開設
1998年8月に株式会社を設立。10月には、第1号となるデータセンターを大阪市中央区に開設

2005 ○ 東証マザーズ上場
2005年10月に東京証券取引所マザーズ市場に上場

2011 ○ 石狩データセンター開設
2011年11月、北海道石狩市に国内最大級の郊外型大規模データセンターを開設

2015 ○ 東証一部に市場変更
2015年11月に東京証券取引所市場第一部に市場変更

2023 ○ ガバメントクラウド提供事業者に選定
条件付きでの選定、日本企業としては唯一

2024 ○ グラングリーン大阪に本社を移転
オープンイノベーション施設Blooming Campを開設

会社概要 Company Profile

商 号 Firm Name	さくらインターネット株式会社 SAKURA internet Inc.
本 社 所 在 地 H e a d Q u a r t e r	大阪府大阪市北区大深町6-38 グラングリーン大阪 北館 JAM BASE 3F Osaka city, Osaka
創 業 年 月 日 D a t e o f F o u n d a t i o n	1996年12月23日 December 23, 1996 (会社設立は1999年8月17日) August 17, 1999 (Date of Incorporation)
上 場 年 月 日 D a t e o f L i s t e d	2005年10月12日 Oct. 12, 2005 (マザーズ Tokyo Stock Exchange Mothers) 2015年11月27日 Nov. 27, 2015 (東証一部(現プライム市場)へ市場変更) (Changed to the First Section of the Tokyo Stock Exchange, currently the Prime Market)
資 本 金 C a p i t a l	112億8,316万円 11,283,160,000 yen
従 業 員 数 N u m b e r o f E m p l o y e e s	831名 831 employees

(2025年2月末現在 As of Feb. 2025)




石狩データセンター Ishikari Data
自社運営する拡張性・柔軟性・環境性に優れたデータセンター
Self-operated data center with excellent scalability, flexibility, and environmental friendliness

さくらインターネットでは、もともと29年前からサーバーや計算機資源の提供を行っていましたが、その一環として大量のGPUを整備し、現在、独自の医療向けLLMを開発するプロジェクトに取り組んでいます。本日は、その取り組みについてご紹介します。

国家戦略との合致の中で大きな飛躍を実現 A Major Leap forward in Alignment with National Strategy

国家戦略である、日本国内のクラウドベンダー育成や生成AIインフラ整備の方針と合致し
当社の実績・アセット・社内リソース等が評価され認定を取得
Aligns with National Strategy to Develop Cloud Vendors and Generate AI Infrastructure in Japan
Obtained Certification in Recognition of our Performance, Assets, Internal Resources, etc.

ガバメントクラウド Government Cloud

ガバメントクラウド = 政府共通のクラウドサービスの利用環境
国内企業初・唯一の選定
First and Only Japanese Company Selected
2025年度末までに機能要件をすべて満たすことを条件に
デジタル庁より認定 (2023年11月)

- ガバメントクラウド採択状況 (2023年12月現在)

クラウドサービス名	事業者
Amazon Web Services (AWS)	米アマゾン・ウェブサービス
Google Cloud	米グーグル
Microsoft Azure	米マイクロソフト
Oracle Cloud Infrastructure (OCI)	米オラクル
さくらのクラウド	さくらインターネット

クラウドプログラム Cloud Programs

日本国内に事業基盤を有する事業者に対する基盤クラウドの安定供給支援
合計最大575億円の助成
Grants totaling up to 57.5 billion yen
生成AI向けGPU基盤提供の投資計画合計約1,130億円に対して、
経済産業省による「クラウドプログラム」供給確保計画の認定を受け
国から事業費の半分の助成を受ける予定

- 認定実績 (金額は最大助成額)

1. 東京大学：42億円	2. 当社：68億円	3. ソフトバンク：53億円
4. ゼウレカ：11億円	5. 当社：6億円	
6. GMOインターネットグループ：19.3億円	7. 当社：501億円	
8. RUTILEA / AI福島：25.6億円	9. KDDI：102.4億円	
10. ハイレゾ / ハイレゾ香川：77.0億円	11. ソフトバンク：421億円	

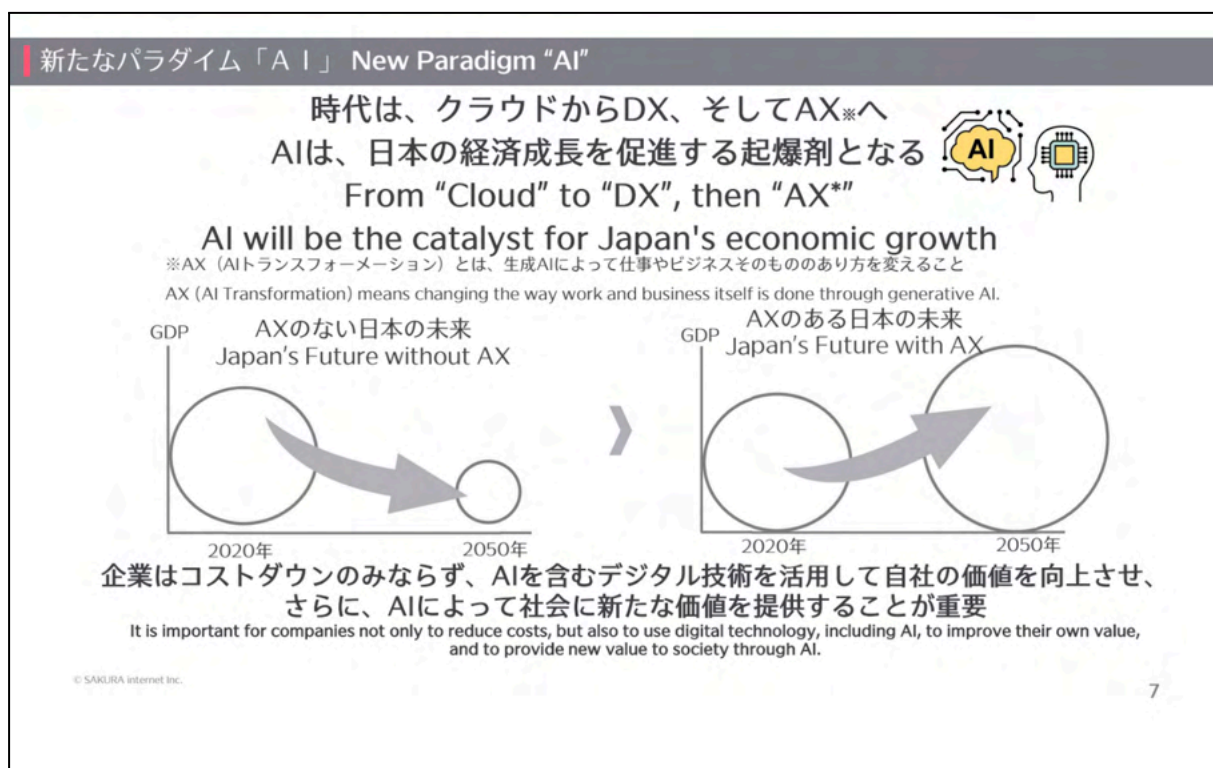
出典：クラウドプログラム (METI/経済産業省)

右のように、日本国内で計算資源を大規模に整備する必要があるという国の方針を受け、昨年から「クラウドプログラム」という施策のもと、大量のGPUを導入しています。現時点で約3000~4000基弱のH100を北海道のデータセンターに配置しています。

49

一方で左側は、政府のクラウド事業（ガバメントクラウド）ですが、始めにAmazonやGoogle、次にMicrosoftとOracleが選定されましたが、国内企業が入っていませんでした。その後、国内企業にも応募の機会が与えられ、弊社も応募しました。その結果、弊社だけが選定される形になりました。国内事業者の参入が少ないことには課題を感じていますが、現時点では弊社が唯一取り組んでいる状況です。

私は29年間、計算基盤の整備を自分たちで行うことの重要性を感じながら事業を続けてきました。学生時代に起業し、最初はすべて自分で構築しました。創業から2,3年目にはNSPやIXに接続し、BGPの運用も自ら行いました。サーバーの開発や、最近では仮想化クラウド基盤の開発なども自社で行っています。GPUそのものは作れませんが、GPUを活用したクラウドホスティングのソフトウェアも自社開発しています。



本日のテーマである医療LLMについてですが、デジタル技術の活用だけでなく、AIの活用も進める必要があります。さらに、技術を使うだけではなく、日本が「開発できる国」になることも重要です。現在、日本のデジタル貿易赤字は6.3兆円に達しています。デジタル技術を使うほど、海外に依存し、赤字が拡大するという構造になっているのです。DXによって国内の生産性は向上するかもしれませんが、それだけでは不十分で、デジタルやAI産業そのものでも稼げる国にならないければなりません。日本が6.3兆円のデジタル貿易赤字を、労働集約型の観光で取り戻している現状は、日本人の給与が上がらない要因にもなっています。その意識のもと、私はデジタルを活用するだけでなくAI産業、デジタル産業を開発する事業に取り組んでいます。

第5次産業革命「インダストリー5.0」の時代へ

Entering the Era of the 5th Industrial Revolution "Industry 5.0"

インダストリー5.0は、「持続可能性」「人間中心」「回復力」のアプローチを重視し、AIやIoTなどの技術を活用しつつ、人間の幸福と環境の持続可能性を優先することを目指す方針

※2021年2月に、欧州委員会が提唱 Industry 5.0 emphasizes a "sustainability," "human-centered," and "resilience" approach, policy that aims to prioritize human well-being and environmental sustainability while leveraging technologies such as AI and IoT. Proposed by the European Commission in Feb.

産業革命	期間	概要
インダストリー1.0 (第1次産業革命)	18世紀後半～19世紀初頭	蒸気機関の発明と機械化による工業の開始。生産効率の向上と大規模工場の出現。
インダストリー2.0 (第2次産業革命)	19世紀後半～20世紀初頭	電力の利用と大量生産方式の確立。鉄道の普及と重工業の発展。
インダストリー3.0 (第3次産業革命)	20世紀後半	コンピュータとオートメーション技術の導入。情報技術による生産性の向上とサービス産業の発展。
インダストリー4.0 (第4次産業革命)	21世紀初頭～現在	AI、ビッグデータ、IoTなどの先端技術による産業の知能化と高度自動化。
インダストリー5.0 (第5次産業革命)	21世紀中旬以降 (予測)	人間とAIの協働による価値創造。持続可能な社会と人間中心の技術革新。

●**持続可能性 (サステナビリティ) Sustainability**
脱炭素 (CN) の実現や、資源・エネルギーの循環型アプローチ、デジタルを活用したエコシステムの形成など

●**人間中心 (ヒューマンセントリック) Human Centric**
AIやテクノロジーに人間が支配されるのではなく、人とロボットの協働 (協働ロボットの開発) など

●**回復力 (レジリエンス) Resilience**
コロナ禍で拡大したIT技術を活用した非対面サービス、仮想空間に現実空間を再現するデジタルツインの活用など

すでに、インダストリー5.0の世界は実現されはじめており
デジタル革命を超える新たなパラダイムシフトが起こりつつある

The world of Industry 5.0 has already begun to be realized,
and a new paradigm shift beyond the digital revolution is underway

© SAKURA internet Inc.

8

現在、世界では「第5次産業革命」が進んでいます。先日、AIロボットの協議会が設立され、AIをロボットの制御に活用する取り組みが始まりました。しかし、AIはまだ業務改善の範囲でしか活用されていないケースが多いのが現状です。私は、単なるコスト削減ではなく、AIによって新しい価値を創造することが重要だと考えています。

SIP(第3期)「統合型ヘルスケアシステムの構築」の採択

Adoption of SIP (Phase 3) "Establishment of an Integrated Health Ca

現場の医療・ヘルスケアデータを標準化してデジタル空間に投影する「医療デジタルツイン」開発する

Development of a "Medical Digital Twin" that Standardizes and Projects on-site Medical and Healthcare Data into a Digital Space

目指すべき将来像 Future Vision
医学研究(知識発見)と医療実践(医療提供)が一体化
Integration of Medical Research (Knowledge Discovery) and Medical Practice

医学知識発見 デジタルツイン
Medical Knowledge Discovery/Digital Twin

医療実践・患者支援 デジタルツイン
Medical Practice Patient Support/Digital Twin

地域医療 デジタルツイン
Community Healthcare/Digital Twin

- 研究開発支援・知識発見ソリューションの開発 Development of R&D Support and Knowledge Discovery Solutions
医療データプラットフォームを構築し、新しい診療手法や新薬・医療機器の研究開発に貢献する医学知識の発見および医療の質の向上を実現する
- 患者・医療機関支援ソリューションの開発 Development of Patient and Medical Institution Support Solutions
医療現場・患者生活を支援するソリューションを開発することで、医療の質向上に加え、医療関連サービス事業者の参入を促し、経済価値を創出する
- 地方自治体・医療介護政策支援ソリューションの開発 Development of Local Government and Medical Care Policy Support Solutions
地方自治体の意思決定に資する医療データプラットフォームを構築し、地方自治体の医療資源最適配置・財源調整支援等を実現する
- デジタルツインのための先進的医療情報システム基盤の開発 Development of Advanced Medical Information System Infrastructure for Digital Twin
電子カルテ・部門システムなどに蓄積された医療データを、ベンダー・システムの垣根を超えて収集・統合するための基盤・技術を開発する
- 大容量医療データ解析基盤技術の開発 Development of Large-Volume Medical Data Analysis Platform Technology
多種多様な大容量データの効率的な管理・高速処理・高次解析するための基盤技術や医療文書のための自然言語処理技術(NLP)を開発する
- 統合型ヘルスケアシステムにおける生成AIの開発 Development of Generative AI in Integrated Healthcare Systems
医療情報の標準化・統合などにおける活用を視野に。医療LLM/LMM基盤およびソリューション・アプリケーションを開発し、これらの継続的な発展に資する医療データ基盤を構築する

© SAKURA internet Inc.

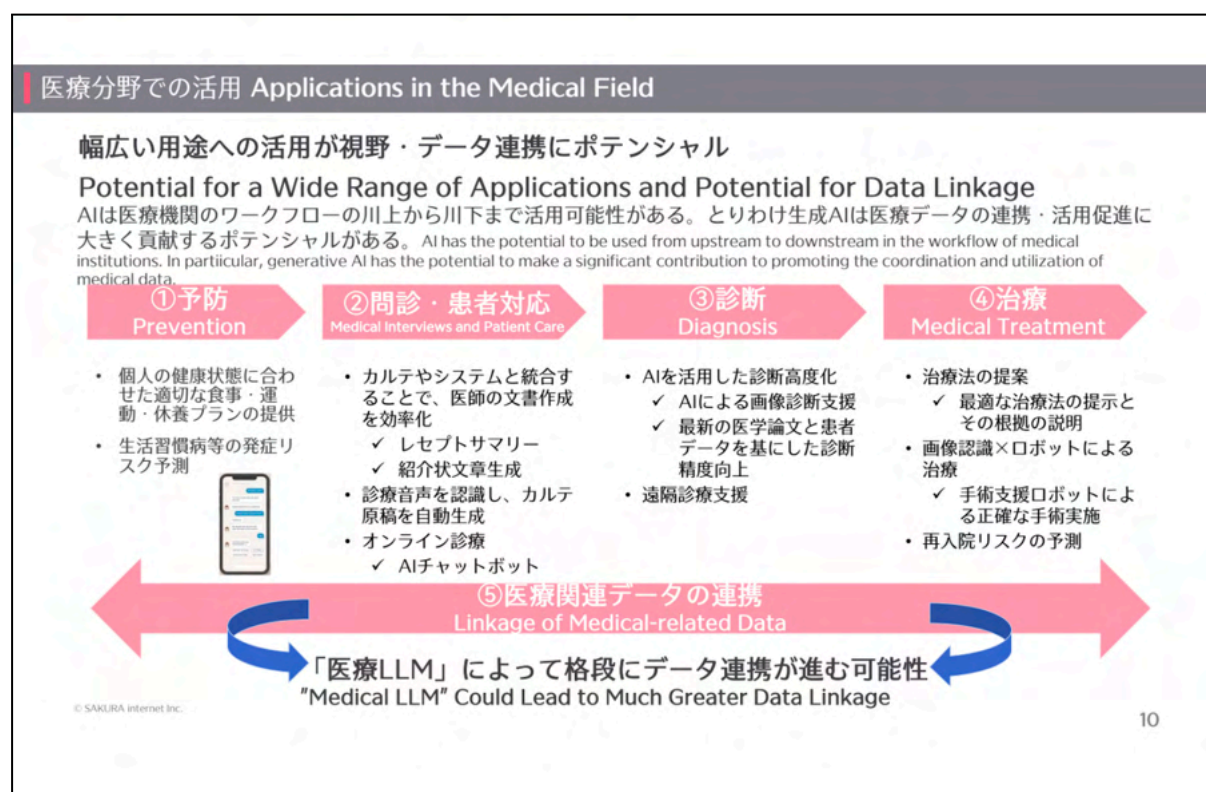
出典：内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 SIP第3期 各課題の概要 9

そのような中、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の統合型ヘルスケアシステ

ムの構築に関する公募があり、その中の医療LLMの開発を弊社が受託することになりました。ここで大切なのは、コスト削減ではなく、デジタルツインの活用などを通じて、これまで発見できなかったことを発見できるようにすることや、利便性を高め、患者さんにとって使いやすい環境を作ることです。さらに、ロボット医療などを活用し、遠隔地でも都市部と同じ医療を受けられるようにすることもAIを用いて社会実装することが求められています。

私は現在、沖縄に住んでいますが、東京と比べると医療水準に差があることを実感しています。離島では、ドクターヘリで搬送しても間に合わず、亡くなってしまうケースも少なくありません。私自身、趣味のダイビングで小笠原諸島に行くことがありますが、父島や母島では、内地の病院に行くのに15～20時間かかることもあります。これは、単にお金で解決できる問題ではなく、テクノロジーによる解決が必要です。

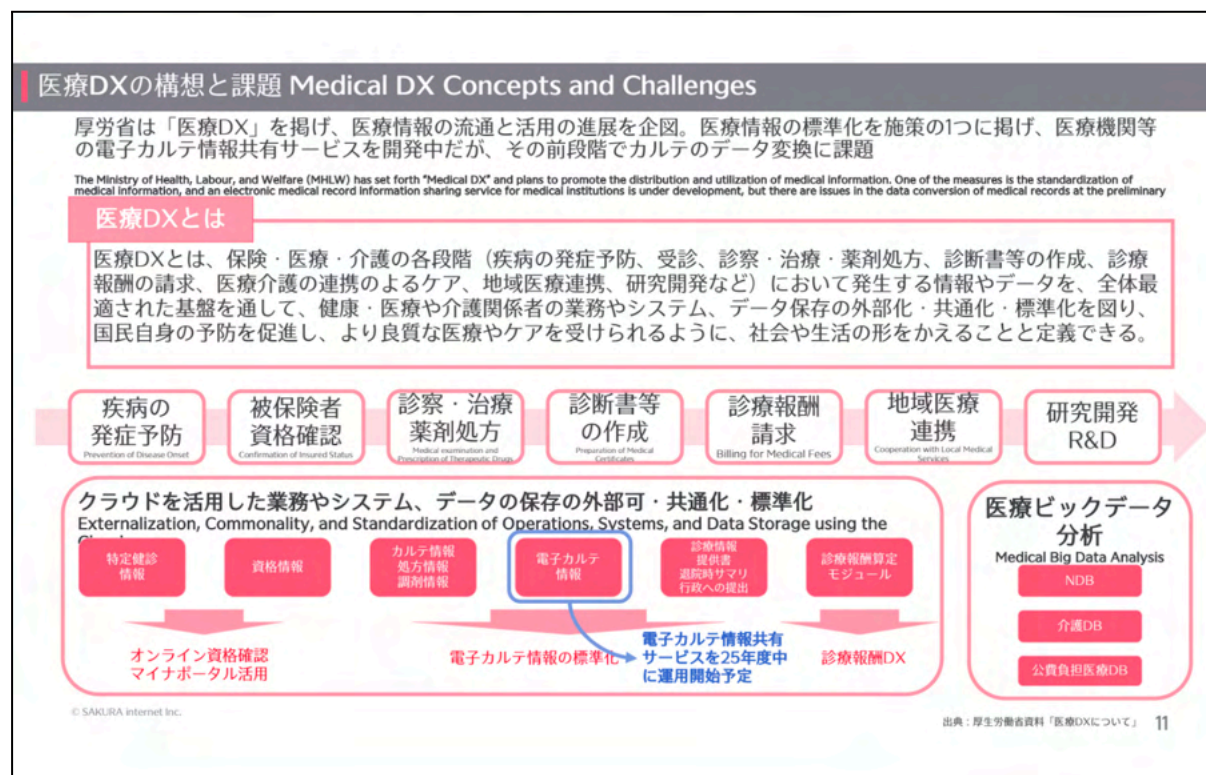
技術大国である日本は、単にデジタルやAIを活用するだけでなく、それを産業として発展させることが極めて重要です。AIの活用を通じて、東京にいなくても同じレベルの医療や生活環境を実現することが求められています。そして、医療LLMの開発を国内で行うことで、新たな産業の創出にもつなげることができます。



また、医療においては「予防から治療へ」のサイクルをどう繋げていくかが課題です。その中で、カルテ情報や膨大な医療の知見を活用し、医師が適切な判断を下せるよう支援するシステムの構築が重要です。さらに、これは国レベルで開発する必要があります。

現在、標準的なLLMの多くはWeb上の情報をもとに作られています。Webはリンクをすることによって多くの情報が1つになっていく偉大な発明であって、まさにthe Internet、1つしかないインターネットの上に、1つしかない情報グラフを構築したわけです。しかし、

医療の情報はWebにはほとんど存在せず、Webでは検索できません。Webでは検索できないものが、パブリックなLLMの次にやってくるものであると考えています。そのため、クローズドな環境で蓄積されている医療データを活用し、LLMを構築することには大きな意義があります。



その一環として、私たちは、電子カルテの情報を基に、多くの関係者と協力しながら、大規模言語モデル（LLM）の構築を進めるプロジェクトを推進しています。その過程で、医療ビッグデータ解析とも連携し、過去の知見や豊富な情報を活用することで、医師がより正確で深い診断を行えるよう支援することを目指しています。

電子カルテの情報は極めてセンシティブで、安易に公開すべきものではありません。そのため、国内においてクローズドな開発フェーズを経ながら、適切に活用することが重要です。しかし、こうした情報を活用しなければ、今後の医療の発展が阻害される可能性もあります。

まとめ Conclusion

- 人工知能の中でも、生成AIは急速な進展を見せ、生活や働き方を大きく変えていくポテンシャルを秘めている
Among AI, "Generative AI" is showing rapid progress and has the potential to significantly change the way we live and work.
 - ✓ 機能ごとにモデルが必要だった従来と比べ、多様なアプリケーションを開発できる汎用的なモデルが台頭
 - ✓ 将来的にはAIエージェントやエッジAIなどが一般化し、機能の深さ・用途の広さの双方で磨きがかかっていく
 - ✓ リスク、導入や活用には投資対効果を現実的に見極める必要がある
- 医療分野における活用可能性もますます広がっている
The potential for use in the medical field is also expanding increasingly.
 - ✓ 予防、問診、診断、治療など多くの分野で生成AIの活用余地が大
 - ✓ 医療DXという観点からは、医療情報を加工・流通し、どんな形にも使えるようにする上で医療LLMの果たす役割が重要
 - ✓ グローバルにも特化型・汎用型の両面で医療LLM開発が進む中、日本発の高性能な医療LLMを開発することの意義は大きい
 - ✓ 製薬でも、AIを使うことでタンパク質のふるまいをモデル化し、創業に活かすアプローチに期待がかかる
- これまで、物理・化学の分野は人間が理解できる少数の変数で現象を説明することに重きを置いてきた。ここでも人間が理解できない多数の変数の処理で解を導くAIのアプローチが認められるようになってきたことは非常に大きい
Until now, the fields of physics and chemistry have focused on explaining phenomena with a small number of variables that humans can understand. It is very significant that even here, AI approaches that derive solutions by processing a large number of variables that humans cannot understand are now being recognized.
- 医療や製薬分野でも、今後は人とAIの能力をバランスよく組み合わせ、優れた実践につなげていくことが重要。関係者の積極的な実践を期待する
In the medical and pharmaceutical fields, it is important to combine human and AI capabilities in a well-balanced manner to lead to excellent practices in the future. Active practice by all parties are expected.

まとめとなりますが、人工知能（AI）は非常に大きな可能性を秘めています。約10年前、ディープラーニングの進展によって画像認識技術が飛躍的に向上しました。その後、画像生成技術が発展し、さらにこの数年で、コンテキストを考慮した文章生成も可能になりました。文章生成は画像生成よりも高度な技術が求められ、広範な探索範囲と大容量のメモリ空間、強力な計算能力が必要ですが、現在ではそれらが実現しつつあります。

こうした汎用的なAIモデルは、すでに日常生活にも活用されていますが、医療分野での応用には特有の課題があります。特に、医療データはWebには情報がなく、機密性が極めて高く、クローズドな環境での取り扱いが求められます。また、国としても、単に資金を投じるだけでなく、テクノロジーを活用することで国民の安全を守る必要があります。そのため、医療分野でのLLM活用には、従来のものとは異なる背景や要件が存在します。

この技術を活用することで、より質の高い医療の提供が可能となるだけでなく、計算基盤が強くなれば創薬や新たな医療技術の開発にもつながると考えています。従来、研究開発は実験室で行われるのが一般的でしたが、今後は計算機上での研究開発が加速すると期待されています。

産業の中核は、かつては鉄や石油でしたが、現在では半導体や計算資源へと移行しています。特に計算資源に関しては、米国が圧倒的な優位性を持っていますが、日本も世界第2位の計算能力を確保しつつあります。かつては中国が強みを持っていましたが、最新のGPU導入においては、日本が優位な立場に立つケースも出てきています。

このような環境のもと、計算資源、技術的知見、研究開発を活用し、国民の健康と安全を支えることは、国の競争力向上や新たな輸出産業を創出する可能性も秘めています。

以上、私たちさくらインターネットが取り組んでいる医療LLMの開発と、その背景についてご報告いたしました。

石田宏樹/ フリービット株式会社代表取締役社長CEO兼CTO 「AI前提の健康・医療」時代における非中央集権型 PHRアー キテクチャ実証事例」



フリービットのCEO兼チーフアーキテクトを務めております、石田と申します。本日は「AI前提の健康医療時代の非中央集権型PHRアーキテクチャ」についてお話しさせていただきます。

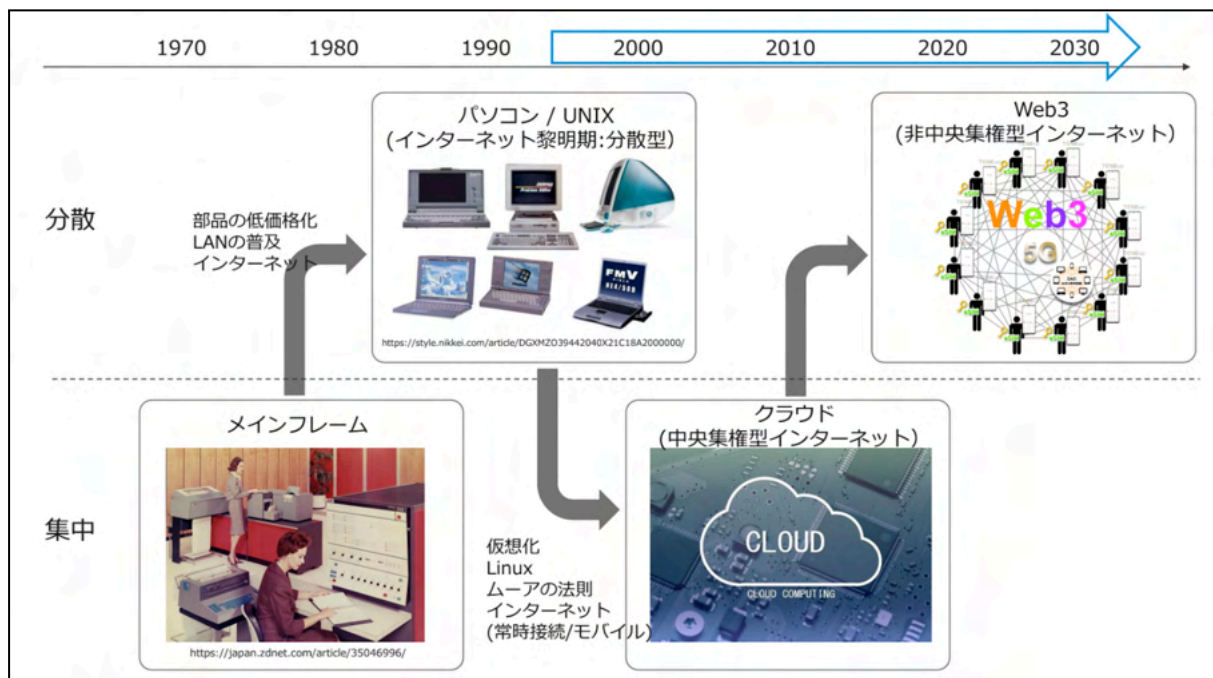
私はもともと村井研究会に所属しておりますが、この医療と健康のDXセミナーの第2回目から関わらせていただいておりますが、そこからスタートしたプロジェクトの、ある意味成果発表ということで本日はお話しさせていただきます。つまり、このセミナーを通じて生まれた考え方が、実際に形になったということです。



毎日、発明する会社

web1→web2→web3
インターネットインフラテクノロジー

本日のセミナーの構成も非常にうまくできていると感じていましたが、先ほど田中様がご報告された、高いコンピューティング能力を活用したデータセンター運営を運用していくというのは、ある意味真逆の方向から、私たちは、小さなコンピューターを集めて非中央集権型のPHRアーキテクチャー、それもPHR（パーソナル・ヘルス・レコード）というパーソナルデータとつなぐことで、個人情報問題や患者中心の医療にどう貢献していくか、というのを、藤田医科大学との共同研究で進めています。



フリービットは、インターネットそのものの通信インフラ技術に近い部分の開発を行ってきました。コンピューターサイエンスやネットワークアーキテクチャの分野では「集中と分散」を繰り返す流れがあります。もともとインターネットは分散型ネットワークでしたが、

丁寧に web2と web3の世界の橋渡しを

The collage includes the following circular icons:

- A blue server rack.
- A box labeled "E8".
- A blue USB drive.
- A blue and white device labeled "Plug-in Cloud".
- A hand holding a smartphone displaying a TON interface.
- A person standing next to a TON sign.
- A hand pointing at a screen showing a TON transaction.
- A green hexagonal logo.
- A white box labeled "freebit 株主DAO".
- A group of four people's portraits.
- A colorful stacked cube logo.
- An aerial view of a city.
- A modern building with a glass facade.

docomo

- 2021年12月より
全国のドコモショップ約2,000店舗で
トーンモバイルの売場展開を開始
- AIを安全・安心に利用したスマートフォン
サービスの展開
- TONE LaboにおけるモバイルB.C展示

SoftBank

- 2025年1月
ソフトバンクとの資本業務提携を発表
- 4つの事業戦略
 - web3/AIの社会実装の推進、加速化
 - 安全安心スマホの充実
 - IoTや無人デバイスの拡大
 - 住宅市場での競争力拡大

freebit
毎日、発明する会社

提携先

ALPSALPINE
Perfecting the Art of Electronics

- 2013年より事業面での提携を開始
- 2019年7月
CASEやMaas領域での包括的業務提携を発表
- 2023年3月
資本業務提携を発表、ギガプライズも含めて
5G Homestyle分野での技術連携を開始

藤田医科大学
FUJITA HEALTH UNIVERSITY

- 2024年5月
web3/Trustedwebによる医療データ管理に
関する共同研究を進める基本合意書を締結
- 上記に基づくPoCを実施(後述)

57

目指す運用を進めています。また、アルプスアルパインとはセンサーやアクチュエーターの活用、自動運転分野におけるWeb3技術の適用について、ソフトバンクとはデジタルアイデンティティ（DID）やVC（Verifiable Credential）の開発に関する共同研究を進めています。また、藤田医科大学とは昨年5月にWeb3技術を活用した医療データ管理に関する共同研究を開始し、現在はその実証実験を進めているところです。

このような考えた方で私たちは、スマートフォン自体を作りながら、AI自体をセンターシステム型ではなく、どうやってスマートフォン上で動かしていくか、個人データを外部に出さずに活用するかという仕組みの実現を、例えば、ドコモやソフトバンクとも協力しながら目指しています。



私たちの一つの事業であるMVNOのトーンモバイルでは、スマートフォン自体の設計からOS、ファームウェアまで開発を行い、AI技術を活用した安全・安心なデバイスを提供しています。



AI技術を安心・安全に寄せており、例えば、使いやすさの徹底やシニア向けの見守り機能、詐欺電話対策、子どもが被害に遭うリスクを防ぐ技術などに取り組んできました。

「ティーンズの自我撮り/デジタルタトゥー問題」を解く

TONEカメラ

やさしいスマホへ

TONE



TONEカメラ

だまされたり、脅されたりして自分の裸などの写真を撮影させられ、送られる「自画撮り被害」が社会問題となっています。

「TONEカメラ」は、自画撮り被害の防止に役立つAIフィルターを搭載した、トーンモバイル独自のカメラアプリです。

代表的な例として、ここ4年ほど取り組んでいるのが、子どもの自撮り被害問題です。近年、この問題がより注目されるようになっていきます。例えば、一度流出してしまったデジタル情報や、SNS上でのやりとりによって、子どもが自分の裸の写真を送ってしまうケースがあります。こうした問題に対処するため、クラウドではなくエッジAIを活用し、高い精度で画像を検出し、その場で自動的に判断できる仕組みを構築するなど、細かな努力を積み重ねています。



また、現在はエッジ型のLLM（大規模言語モデル）を活用し、安全性を評価するモデルの開発も進めています。従来のSNS上などのデータベース型のシステムでは、特定のキーワードにのみ反応し、全体の文脈を正しく把握することが難しいという課題がありましたが、私たちのモデルでは、会話や投稿全体の文脈を解析し、それが安全かどうかを判断する仕組みを取り入れています。

ライフログ (スマホのセンサーとAIを利用したPHR) since 2016

- ①センサーで日々の歩数だけではなく、中強度の運動も計測。
- ②活動量に応じて5段階のグループに自動で分類して10大疾病の発生率の変化を可視化。
- ③離れて暮らす家族にも健康状態をシェア。
- ④dポイント/Tポイントが貯まる。

FreeBit Co., Ltd. All Rights Reserved.

このような技術を医療分野にも応用し、AIとスマホのセンサーを活用したPHRのサービス

スも展開してきました。例えば、青柳先生の「奇跡の研究」とも称されるメソッドを、スマートフォン上で再現し、健康管理を行う仕組みを開発しました。

“奇跡の研究” と呼ばれる中之条メソッド

群馬県中之条町の65歳以上の高齢者約5000人を対象に、
15年間という長期に渡り行われた“奇跡の研究”(※)と呼ばれるもので、
 1年間の平均歩数（1日）、平均中強度活動時間（1日）と
 有病率・発症率の関連性を調べたところ、歩数と中強度活動時間が
 増すほど、有病率・発症率が低くなることが分かっています。

これにより、毎日“1日8000歩、速歩き20分”を続けると、
 「寝たきり」「うつ病」「認知症」「心疾患」「脳卒中」「がん」
 「動脈硬化」「骨粗しょう症」「高血圧症」「糖尿病」といった
生活習慣に関わる10の疾患の発病リスクを1/10に抑えられる
 とされています。

青柳幸利(あおやぎ ゆきとし)
 東京都健康長寿医療センター研究所
 老化制御研究チーム副部長
 運動科学研究室長

※1つの町の65歳以上の高齢者約5000人を対象に、24時間365日15年以上に渡って行ったこのような追跡調査は世界でも稀で、“奇跡の研究”と賞賛されています。

FreeBit Co., Ltd. All Rights Reserved.

このメソッドでは、1日20分、8000歩、早歩きを続けることで、さまざまな重大な疾患の発生率を下げられるとされています。この研究は、群馬県中之条町のすべての高齢者を対象に、10年間センサーを装着して行われた大規模な統計調査に基づいています。

Edge BlockChain

改ざん防止台帳をみんなの手で

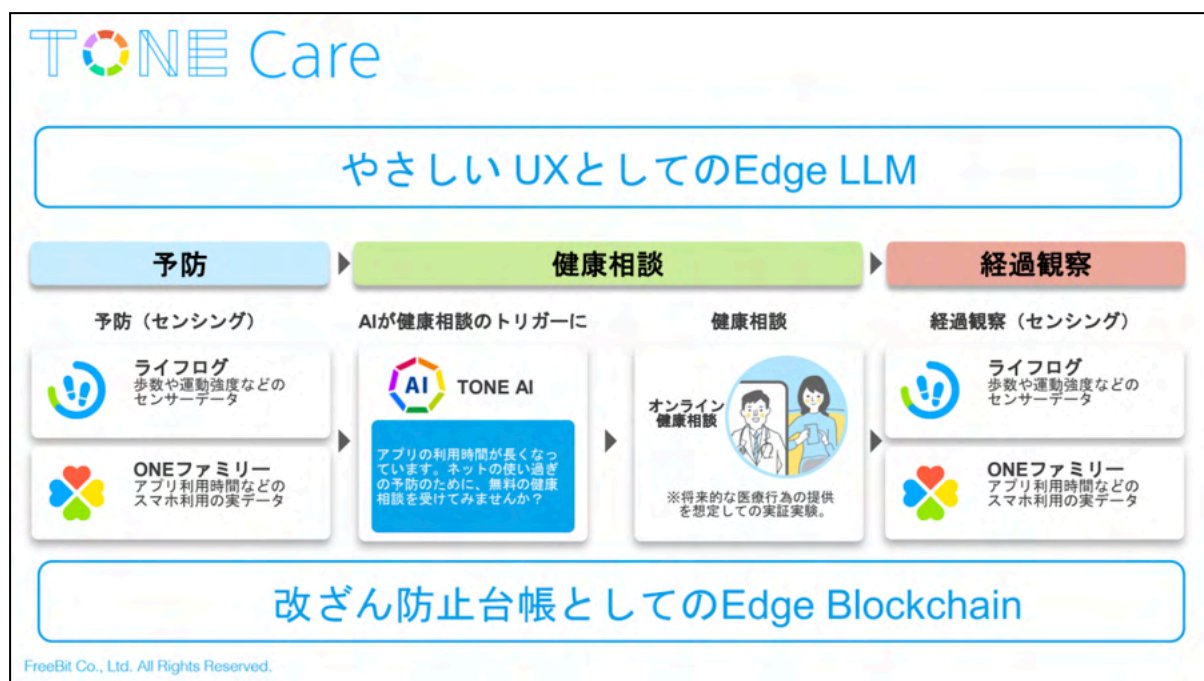
freebit web3 Blocks
(Powered by CountUp)

TONE Coin、ユーザーのNode数のみで世界3位規模に拡大 (2024年6月時点、自社調べ)
※Bitcoinは約100万ノードあり、TONE Coinは約6,296ノードあり。

Coin	Node Count (approx.)	Validators / Miners
Ethereum (PoS)	1,015,581	135ノード
Bitcoin	17,705	107ノード
TONE Coin	6,296	24ノード
Ethereum (PoW)	4,220	92ノード
Zcash	3,252	44ノード
Filecoin	2,574	49ノード
Polkadot	1,833	33ノード
Avalanche	1,791	33ノード
Solana	1,524	45ノード

また、そういったデータをどのように守るのか、ということにも取り組んでいます。従来の中央集権型システムでは、管理者が広範な権限を持つという問題がありましたが、スマートフォン上でコミュニティで動かすブロックチェーン技術を開発し、改ざん不可能な状態を実現する試みを進めています。承認を得たトーンモバイルのユーザーのスマートフォン上

で、Ethereum互換のレイヤー1のブロックチェーンを動作させ、分散ノードの実証実験を行いました。その結果、約7000台のスマートフォン上で動くレイヤー1ブロックチェーンのノード数として世界3位の規模に達しています。分散型技術の可能性を示すことができました。これらが常にネットワークにつながっているか、電源が切れていないかといったような、コンセンサスアルゴリズムを保っていくというのは難しい挑戦であった中で、非中央集権型技術が実際に動くということが証明されたということになります。



医療の分野において、私たちは、直接的な医療行為は行えないものの、トーンモバイルのユーザー向けに、「予防」「健康相談サービス」「経過観察」を含む3段階のサポートを提供してきました。具体的には、スマートフォン上のエッジAIを活用し、ライフログのデータを分析します。例えば、運動量の減少が見られ、重大な疾患のリスクが高まる兆候があれば、オンライン健康相談サービスへ誘導します。その後、ライフログデータの変化を継続的にモニタリングし、フィードバックを提供する仕組みを構築しています。これは、自動化されたPHRのシステムに近いものです。これらのユーザーインターフェースには、エッジ型LLMを活用し、またデータ保護の観点からエッジ型のブロックチェーン技術を導入しています。



この取り組みは、日本政府が推進する「Trusted Web」の構想とも共通点が多く、私たちは実装手段としてWeb3技術を活用し、医療分野における「Trusted Web」を医療においてはどのように推進できるのかということ、藤田医科大学と共同で進めています。



藤田医科大学
FUJITA HEALTH UNIVERSITY

×



freebit
毎日、発明する会社

web3技術を活用した 非中央集権型 PHR サービス

FreeBit Co., Ltd. All Rights Reserved.

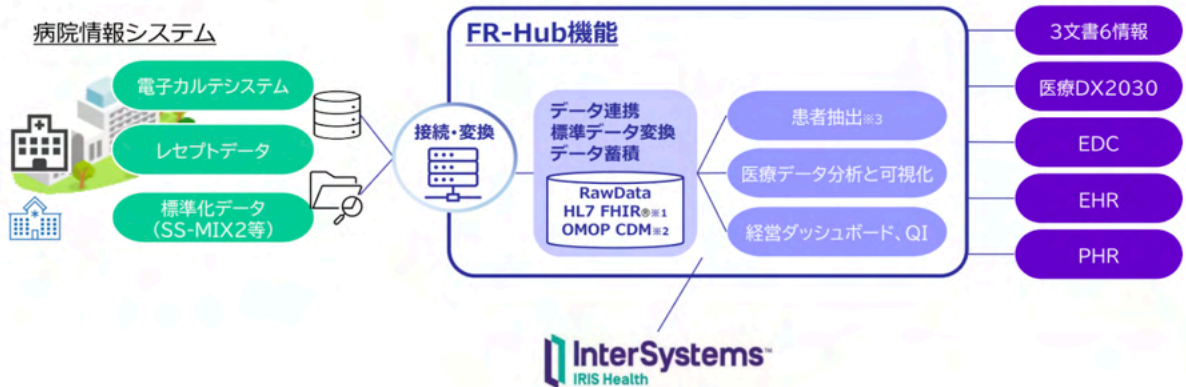
Web3技術を活用した非中央集権型PHRサービスは、日本では初の試みであり、世界的にも類を見ない仕組みとなっています。このサービスは、インターネット上から見ると、スマートフォンで動いているPHR自体が1つのノードとして動作していくというものになっています。

ファーストリアルハブ (FirstReal-Hub)

23

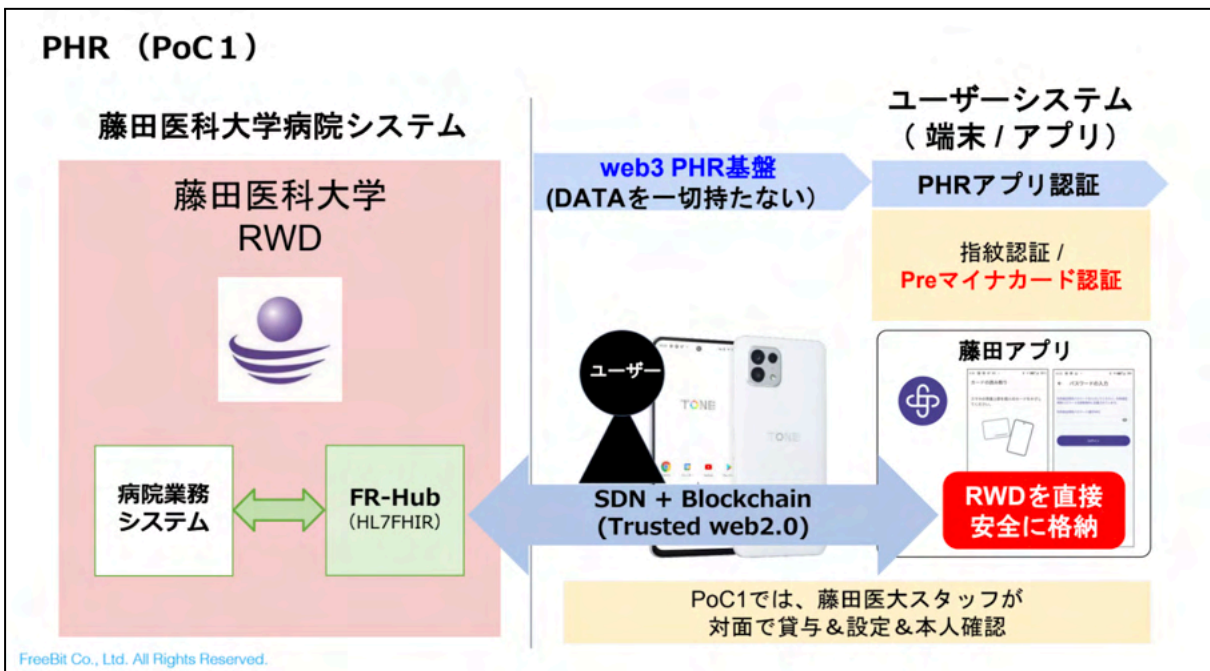
病院情報システムの各種データを収集、標準化を行い
医療情報データの利活用を促進する

※1: HL7 FHIR®(Fast Healthcare Interoperability Resources) は、医療を電子的に情報交換するための新しい標準規格。
※2: OMOP CDM(Observational Medical Outcomes Partnership Common Data Model)医療データの標準的な共通データモデル。
※3: 医療データのクレンジングに特化したノーコードソフトウェア。オフラインで動作し、データ分析の前処理を効率化。

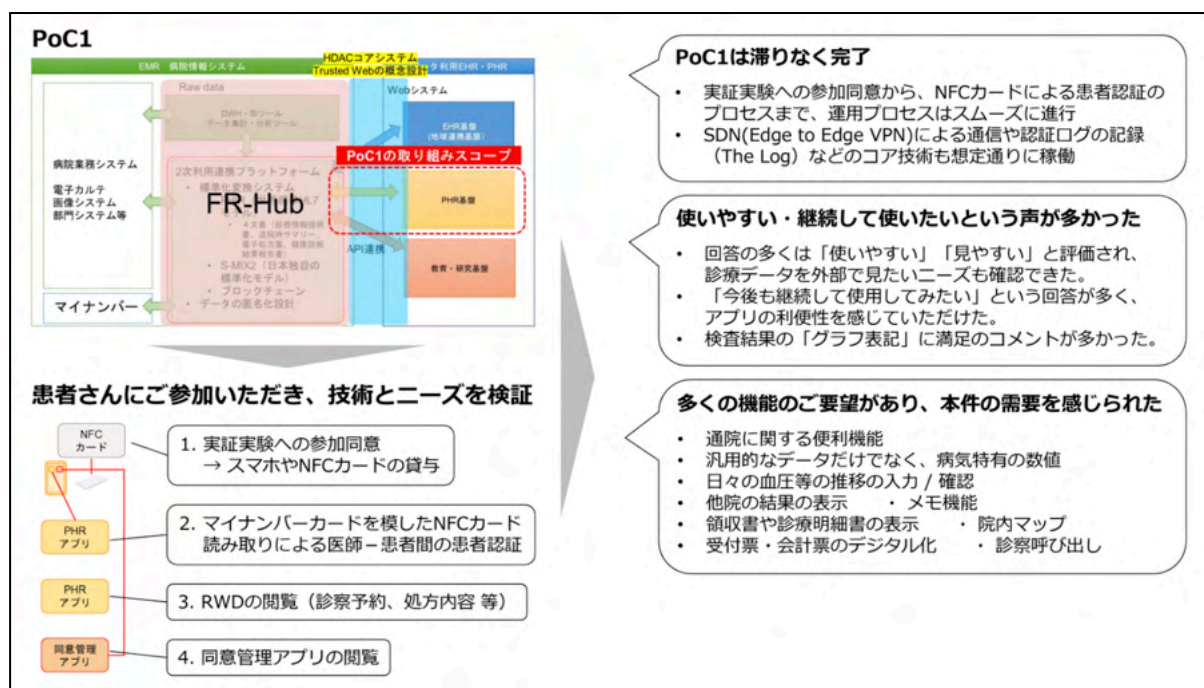


藤田医科大学では「FR-Hub」というシステムを運用しています。これは、異なるEHR（電子カルテシステム）などのデータを標準化データに変換し、PHRや地域連携に送り込んで連携することができるという優れたシステムです。

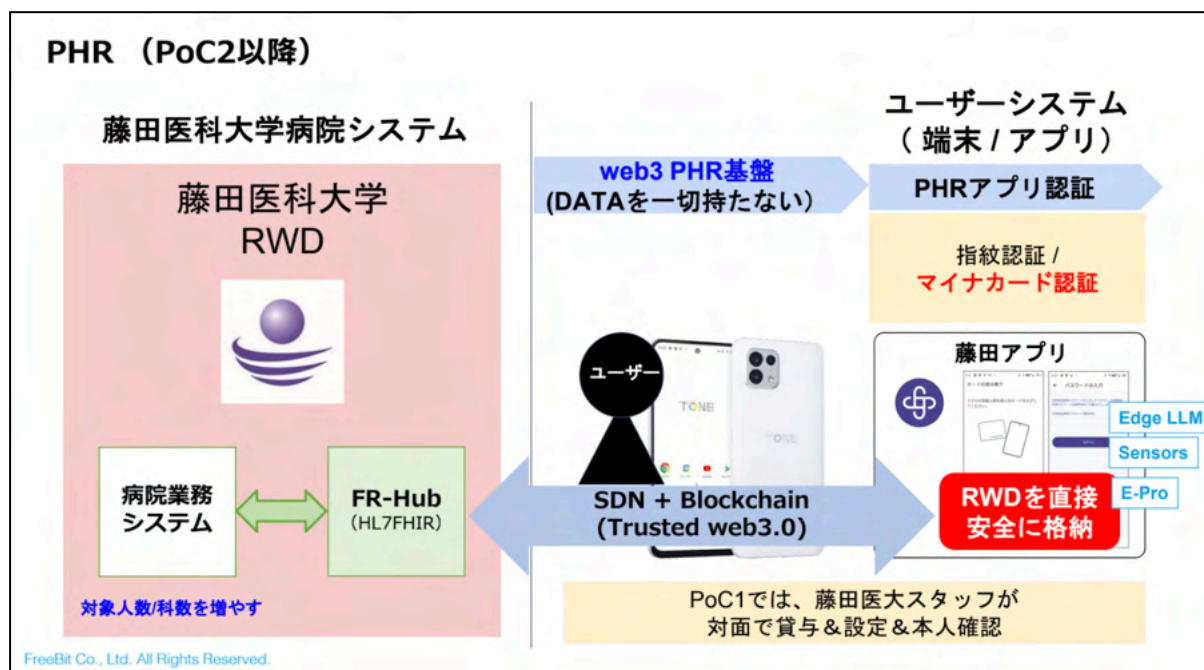
PHR (PoC1)



私たちは、この「FR-Hub」を活用し、「Trusted Web」の仕組みを利用して、リアルワールドデータを患者のPHRの中に、直接格納するという仕組みを構築しています。患者自身の実際の検査データや処方データは、病院のシステムではなく、患者のPHRに直接保存され、管理、活用できるようになるため、それをいつでも見ることができたり、例えば近隣のクリニックを受診する際にもスムーズに情報共有することが可能になります。



このシステムの構築には、フリービットが持つさまざまな技術基盤を活用しており、すでに第1段階の実証実験（PoC1）を実施しました。腎臓内科の協力のもと、高齢者を中心とした患者が実際にこのサービスを利用した結果、滞りなくご利用いただき、実際に需要があったことが確認されました。利用者からは「検査データを簡単に閲覧できる」「継続して使いたい」「さらに機能を充実させてほしい」といった声が寄せられています。



今後、実証実験の第2段階（PoC2）以降では、マイナンバー認証の導入や、エッジLLMを通して検査データを分かりやすく解説してくれる機能の追加、スマートフォンのセンサーを活用したデータ収集の強化などを進める予定です。このアプリ自体がノードとして機能するため、大規模な中央管理型のシステムを必要とせず、患者自身がデータの所有者として、

様々な場所で許可を与えることで、医療機関などと連携ができる仕組みになっています。これにより、患者を中心とした新しい医療インフラの構築に貢献できればと考えています。

セッション2：大学・病院・研究機関から「医療健康データから見たAI」

山本龍彦/ 慶應義塾大学大学院法務研究科教授

「個人情報保護、医療、AI——憲法の視点から」



私は、憲法の中でもプライバシーやテクノロジーと人権・民主主義の関係について研究しています。特に、プライバシーや個人情報保護の重要性について議論してきました。本日は限られた時間の中で、医療情報の保護に関するこれまでの流れを簡単に振り返り、その後、憲法の視点から医療AIに関する論点についてお話ししたいと思います。ただ、時間が限られていますので、全体的に概要をお伝えする形になることをご了承ください。

01 政府も医療DXや情報の利活用を推進

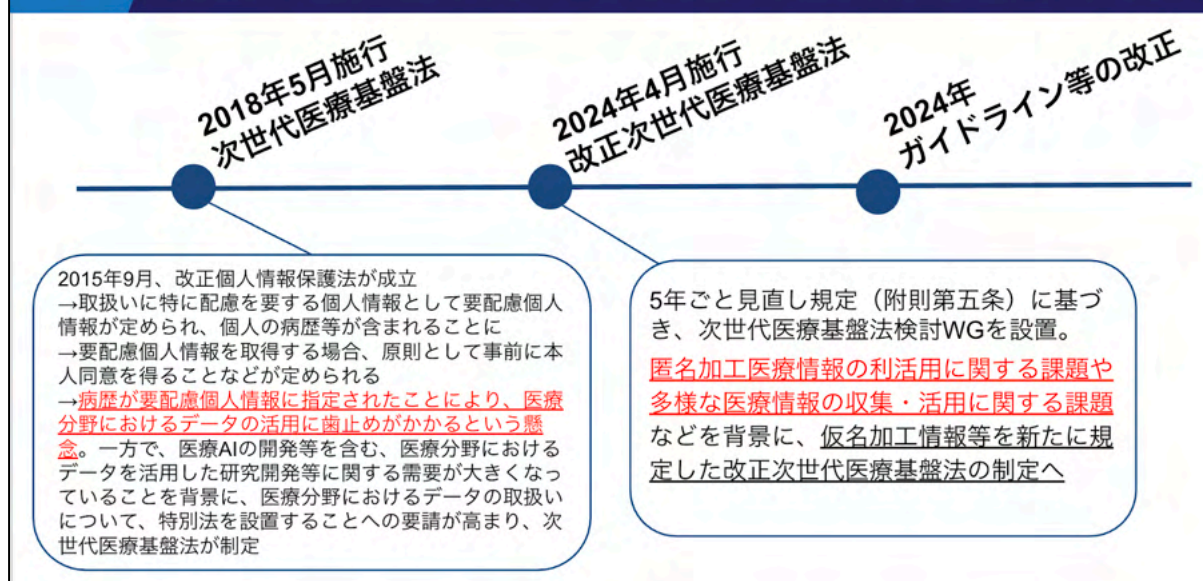
骨太の方針2024でも、医療における情報の利活用やDXに言及

医療データを活用し、医療のイノベーションを促進するため、必要な支援を行いつつ、政府を挙げて医療・介護DXを確実に着実に推進する。（中略）「医療DXの推進に関する工程表」31に基づき、「**全国医療情報プラットフォーム**」を構築するほか、電子カルテの導入や電子カルテ情報の標準化、診療報酬改定DX、PHRの整備・普及を強力に進める。調剤録等の薬局情報のDX・標準化の検討を進める。（中略）当該プラットフォームで共有される**情報を新しい医療技術の開発や創業等のために二次利用する環境整備、医療介護の公的データベースのデータ利活用を促進**するとともに、研究者、企業等が**質の高いデータを安全かつ効率的に利活用できる基盤を構築**する。医療DXに関連するシステム開発、運用主体として、社会保険診療報酬支払基金について、国が責任を持ってガバナンスを発揮できる仕組みを確保するとともに、情報通信技術の進歩に応じて、迅速かつ柔軟な意思決定が可能となる組織へと抜本的に改組し、必要な体制整備や医療費適正化の取組強化を図るほか、医療・介護DXを推進し、医療の効果的・効率的な提供を進めるための必要な法整備を行う。また、**AIホスピタルの社会実装を推進**するとともに、医療機関等におけるサイバーセキュリティ対策を着実に実施する。電子処方箋について、更なる全国的な普及拡大を図る。

内閣府「経済財政運営と改革の基本方針2024 ～賃上げと投資がけん引する成長型経済の実現～」（骨太方針2024）令和6年6月21日閣議決定より引用

政府の2024年の骨太の方針においても、医療データの活用やDX（デジタルトランスフォーメーション）が重要視されています。特に、医療データの活用を促進し、医療のイノベーションを進めるための全国医療情報プラットフォームの構築や、AIホスピタルの社会実装といった目標が掲げられています。

02 情報利活用推進のための次世代医療基盤法の制定



こうした流れを受け、医療情報の活用を支える法律として「次世代医療基盤法」があります。この法律も改正を重ね、より使いやすくなってきていますが、医療関係者の皆様からすると、まだ課題も多いと感じられるかもしれません。もともと、医療個人情報は個人情報保護法の中で「要配慮個人情報」として扱われてきたところがあり、一般的な個人情報よりも厳格な取り扱いが求められています。その一方で、医療データの活用は社会的にも大きな意

義を持っており、保護と積極的な活用のバランスを取ることが求められています。

こうしたジレンマに対応するために、次世代医療基盤法は、個人を特定できない形でデータを活用する枠組みを整えました。ただ、匿名化を徹底しすぎると、医療・医学研究の価値が損なわれる可能性があるという指摘もありました。また、手続きの煩雑さが障壁となるという批判もあり、昨年（2024年）4月に改正が行われました。今回の改正では、従来の「匿名加工」だけでなく、もう少し個人への追跡可能性を保持した「仮名加工」のデータも活用できるようになりました。特別な手続きは必要ですが、これによって、より有用な医療データの活用が進めやすくなりました。

04 改正次世代医療基盤法の概要

1. 仮名加工医療情報の利活用に係る仕組みの創設

新たに「仮名加工医療情報」を作成し、利用に供する仕組みを創設

(1) 仮名加工医療情報の作成事業者の認定

医療機関等から本人通知に基づき医療情報の提供を受けて仮名加工医療情報を作成・提供する事業者を国が認定

(2) 仮名加工医療情報の利活用者の認定

認定仮名加工医療情報作成事業者は、安全管理等の基準に基づき国が認定した利活用者に限り、仮名加工医療情報を提供可
→認定仮名加工医療情報利用事業者は、仮名加工医療情報の再識別及び第三者提供を禁止

(3) 薬事承認に資するための仮名加工医療情報の利活用

→薬事承認申請のため、認定仮名加工医療情報利用事業者からPMDA等に対する仮名加工医療情報の提供を可能に

→PMDAが、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）に基づいて認定仮名加工医療情報作成事業者に対して行う調査に対し、同事業者による再識別を可能とすることで回答できるようになる

2. NDB等の公的データベースとの連結

本法に基づく匿名加工医療情報と、NDBや介護DB等の公的データベースを連結解析できる状態で研究者等に提供可能に

3. 医療情報の利活用推進に関する施策への協力

医療情報取扱事業者に関し、認定事業者への医療情報提供等により国の施策への協力に努めることを規定

日本ではNDB（匿名医療保険等関連情報データベース）などの公的データベースと、他の医療データの連携が制限されていました。しかし、次世代医療基盤法の改正により、データの利活用が積極的に進められるようになっていきます。一定の条件のもとで公的データベースとの連携も検討されており、電子カルテを活用したAIによる病態予測など、医療データの応用が広がっています。

07 令和7年2月28日 初の仮名加工医療情報利用事業者の認定

個人情報保護法との関係を踏まえた検討のポイント (第315回個人情報保護委員会 資料2-1より引用)

- ① 仮名加工医療情報の性質及び規模を踏まえ、適切な安全管理措置を講じていること
- ② 医療分野の研究開発に必要な範囲において、仮名加工医療情報を取り扱うこと
- ③ 仮名加工医療情報を利用する必要がなくなったときは、遅滞なく、消去すること
- ④ 仮名加工医療情報の作成に用いられた医療情報に係る本人を識別するために、当該仮名加工医療情報を他の情報と照合することを禁止していること
- ⑤ 本人に対する連絡等のために、仮名加工医療情報に含まれる連絡先その他の情報の利用を禁止していること
- ⑥ 仮名加工医療情報について、第三者への提供を禁止していること（次世代医療基盤法第43条第1項各号及び第2項各号に規定する提供を除く。）

➡ アストラゼネカ株式会社及び国立研究開発法人理化学研究所の認定へ

利用可能な健康・医療データ(RWD: リアルワールドデータ)の増大により、医科学研究の一層の進展が期待

e.g. 理化学研究所は今後の展開として、健康・医療データを用いたAI予測医学研究などを強力に推進と発表 (https://www.riken.jp/pr/news/2025/20250228_1/index.html)

2024年2月には、アストラゼネカと理化学研究所が加盟加工医療情報利用者として認定され、リアルワールドデータの活用による医学研究の発展が期待されています。

08 医療における情報活用に関する日本の現状

次世代医療基盤法を中心に、データの主体たる患者等の権利利益の適切な保護と、研究開発におけるデータ利活用の促進を両立しつつ、医療分野を中心とした研究開発

- 次世代医療基盤法：民間を主体とした、RWDの収集・加工・利用に係るルールを定めており、次世代医療基盤法に基づくRWDの利活用が一層求められている
- 全国医療情報プラットフォーム：国民から得られた医療等情報の二次利用を適切に推進する方策が検討されており、リアルワールドデータ(RWD)の利活用を一層推進
- 大規模なバイオバンクの整備：バイオバンク・ジャパン、東北メディカル・メガバンク、ナショナルセンター・バイオバンクネットワークなど。バイオバンク等の研究データをつなぐ情報基盤やルールの整備、「全ゲノム解析等実行計画2022」に基づくゲノム情報の収集・解析が勧められる

➡ とはいえ、日本は、欧米諸国と比較して、**RWD*等の研究利用がしづらい状況**

原因① 匿名化情報等の利用は進められてきたが、研究利用への期待が大きい**匿名化情報等の利用・医療情報を提供する協力医療機関の拡大が進まないこと**

原因② **医療等データに関する様々なデータベースやレジストリが分散して存在し、研究者や企業等が利用する際の手の煩雑さや厳格な利用環境が求められるなど利用者の負担が大きい**

*RWD：日常の実臨床の中で得られる医療データの総称。日常の実臨床からデータを集めるため、臨床試験と比較してデータの正確性や信頼性は劣るもののデータのサイズが非常に大きく患者データの背景も多様な点で優れている

このような政府の方針もあり、次世代医療基盤法は進化しており、また全国医療情報プラットフォームの構築やバイオバンクの整備も進められていますが、欧米諸国と比べると、依然として研究利用のハードルは高いのが現状です。

09 【海外の事例】 欧州

2022年5月 欧州委員会がEU域内の医療データの単一市場の創出を目指す「欧州医療データ空間」の設置規則案を発表

2024年3月 EU理事会（閣僚理事会）と欧州議会はEU域内に医療データの単一市場である「**欧州医療データ空間**」を設置する規則案に関して、暫定的な政治合意に達したと発表

2025年1月 EU理事会は2025年1月21日、「**欧州医療健康データスペース規則（European Health Data Space：EHDS）**」を採択＝事実上、法律として成立し、今後、域内でRWDの利活用が一層促進されると予想

立法の背景

①GDPRに基づく医療データ等の取り扱いにおける加盟国の解釈や実施の差異

医療データはGDPR第9条「特別な種類の個人データ（special categories of personal data）」に該当

→GDPR第9条4「加盟国は、遺伝子データ、生体データ又は健康に関するデータの取扱いに関し、その制限を含め、付加的条件を維持又は導入することができる。」（ただし、追加的な法的根拠の導入や個人情報保護のレベルを引き下げは禁止）

- ・国内および国境を越えた電子健康データへのアクセスなど電子健康データに関する権利の行使が困難
- ・製薬メーカー等が他の加盟国に参入する際に障壁や追加コストに直面 等

EU域内での医療データの取り扱いのばらつきがデータの利活用の障壁に

②COVID-19 パンデミック

パンデミックにより、政策立案における電子健康データの重要性が明白に。

また、治療だけでなく、研究、技術革新、患者の安全、規制目的、政策立案、統計目的、個別化医療など、健康脅威への備えと対応のために、個人の電子健康データへのタイムリーなアクセスを確保することが不可欠であることも浮き彫りに

（欧州委員会「Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the European Health Data Space」2022年5月3日発表を参照）

欧州では、GDPR（一般データ保護規則）のもとで医療データが厳格に保護されており、加盟国ごとのルールの違いが統一的なデータ活用を妨げていました。しかし、コロナのパンデミックにより、医療データの利活用の必要性が明らかになり、新たにEHS（欧州医療健康データスペース法）が導入され、国内外の医療機関がデータを共有できる仕組みが整備されています。

10 EHDSについて

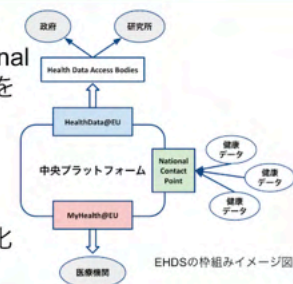
【EHDSの枠組み】

国内の医療機関等が有する健康医療データは、加盟各国に設置されたNational Contact Point（NCP）が窓口となり、中央プラットフォームを介して国境を越えたデータ交換

→各国のNCPと中央プラットフォームを結ぶインフラは

1次利用：MyHealth@EU、2次利用：HealthData@EU

*全加盟国に医療データをやり取りするデジタルインフラへの参加を義務化（域外の国や企業等の参加も認めている）



<1次利用（MyHealth@EU）>

患者の診療記録、処方箋、検査結果などデジタル化された医療データへのアクセスが可能に

*一部例外を除き、患者は医療従事者による医療データへのアクセスを拒否することが可能

<2次利用（HealthData@EU）>

EU全域で政策立案や研究開発の目的で、公的機関、研究機関、企業などは匿名化された医療データへのアクセスが可能に。

→Health Data Access Bodies（HDAB）という機関が、EHDS第34条に記載の利用目的に合致すると判断した場合に限り、個人が特定されない加工を施したうえで、データの利用が認められる

*患者は、2次利用におけるデータ提供への不参加を選択可能。ただし、公共政策のほか、公共の利益に適う研究開発などにおいては、例外的に不参加を認めないことで合意

簡単に申し上げますと、右上に示されているように、国内の医療機関が保有する健康・医療データは、加盟各国に設置された「ナショナルコンタクトポイント（NCP）」が窓口となり、中央プラットフォームを介して国境を越えたデータ交換を行う仕組みになっています。この仕組みは「一次利用」と「二次利用」の二つのレイヤーに分かれており、一次利用

に関しては「MyHealth@EU」というシステムが運用され、二次利用に関しては「HealthData@EU」というシステムが活用されます。一次利用の具体的な内容としては、患者の診療記録、処方箋、検査結果などのデジタル化された医療データへのアクセスが可能になります。ただし、一部の例外を除き、患者本人がアクセスを拒否することも可能であり、一次利用においては患者自身のコントロールが強く認められています。一方、二次利用については、できるだけ本人の同意や関与を制限し、広く活用していく方針が示されています。この点において、日本の「次世代医療基盤法」と理念的に共通する部分があるかもしれません。一次利用と二次利用のレイヤーにある種のメリハリをつけて、患者の関与の度合いを区別している点が特徴的であり、特に二次利用に関しては、より公共的な目的が重視される傾向にあります。

15 個人情報保護法の3年ごとの見直しに向けて

個人情報保護法のいわゆる3年ごと見直しの検討の充実に向けた視点

①

個人情報保護法の保護法益

②

本人の関与

③

事業者のガバナンス

④

官民を通じたデータの利活用等

○同意規制の在り方の検討

個人の権利利益の侵害が想定されない統計作成等であると整理できるAI開発等、以下の場合には同意不要と整理できるのではないかと

(1)統計作成等、特定の個人との対応関係が排斥された一般的・汎用的な分析結果の獲得と利用のみを目的とした取扱いを実施する場合

(2)取得の状況からみて本人の意思に反しない取扱いを実施する場合

(3)生命等の保護又は公衆衛生の向上等のために個人情報を取り扱う場合であって本人同意を得ないことに相当の理由があるとき

(4)病院等による学術研究目的での個人情報の取扱いに関しては、目的外利用規制、要配慮個人情報取得規制、第三者提供規制に係るいわゆる学術研究例外に依拠することができる主体である「学術研究機関等」に、医療の提供を目的とする機関又は団体が含まれることを明示することとする

令和7年2月5日 第314回個人情報保護委員会「個人情報保護法の制度的課題に対する考え方（案）について（個人データ等の取扱いにおける本人関与に係る規律の在り方）」を参照

日本の個人情報保護法は3年ごとに見直しが行われており、私自身もその検討会のメンバーとして関わっています。近年、医療データの利活用を求める声が強まっており、こうした意見を反映する形での議論が進められています。例えば、AIに学習させるデータについては、個人への直接的な影響が少ないため、本人の同意を必ずしも必要としないのではないかとといった考え方が示されています。また、医療機関を受診する際や、救急搬送時における1次利用のデータ活用は、本人の利益に反しないため、同意が不要ではないかという議論もなされています。さらに、公衆衛生の向上を目的とした個人情報の利用に関しても、相当な理由があれば、従来よりも柔軟に活用できる方向性が示されています。

15 基本的な考え方（私見）

1. 個人の世界（個人界）／集合の世界（集合界）

→個人情報保護委員会の整理（個人情報保護委員会「個人情報保護法の制度的課題に対する考え方（案）について」（2025年2月5日））：『本人の権利利益への直接の影響の有無等』を切り口として、規律の内容を検討していくことが望ましいのではないか

・直接の影響がある情報の処理＝個人界＝個人のコントローラビリティが重視されるべき（Personal Health Record, PHRなど）

→誰とシェアするかを主体的に決定できること（EUのEHDSも）

・直接の影響がない情報の処理（仮名加工、匿名加工）＝集合界＝制度的管理を前提に、徹底した利活用が重視されるべき（次世代医療基盤法など）

→医療AIの開発のために必要なのは集合界のデータではないか？

2. 一般法／特別法

→EUの構想：GDPRとEHDS

→GDPR（一般法）で個人データ保護の水準を一般的に確保したうえで、EHDSで例外的な取扱いを認める。

3. トラスト（信頼）の形成とケジメ

日本では、集合界の論理を個人界にも及ぼそうとする議論、特別法の論理を一般法にも及ぼそうとする議論が存在している印象。医療データの利活用（それによる医療AIの開発）には国民からのトラストが必要であり、そのためのケジメ（／スラッシュ）が必要ではないか。

全体として、医療データの利活用が進む流れにあると感じており、私自身も基本的にこの動きを支持しています。私自身、データの世界は大きく二つに分けられるのではないかと考えています。一つは「個人の世界（個人界）」もう一つは「集合の世界（集合界）」です。もちろん、この二つが混ざり合うこともあります。基本的には区別して考えることができるのではないかと思います。個人に直接影響を与える情報の処理、たとえばダイレクトマーケティングやターゲティング広告などでは、利用者のパーソナルデータや行動履歴が使われます。こうしたデータは、個人に直接影響を与えるものであり、個人の管理やコントロールが重要になると考えます。医療の領域では、特にPHR（パーソナル・ヘルス・レコード）などの考え方が大切で、誰とどの情報を共有するかを個人が主体的に決められる仕組みが求められます。一方、二次利用のように、研究などを目的としてデータを活用する場合、個人に直接影響を及ぼすわけではなく、集合データとして扱われることが一般的です。これらは集合界に属するものと考えべきでしょう。このように、個人界のデータと集合界のデータを適切に区別することが重要ですが、日本ではこの二つの領域が曖昧なまま議論されることが多いように感じています。

また、法律の観点からも「一般法」と「特別法」の関係が整理される必要があります。たとえばEUでは、GDPRという厳格な個人データ保護法がある一方で、EHDS（European Health Data Space）という特別法が設けられ、医療データの活用がしやすくなっています。日本では、一般法と特別法の関係が明確になっておらず、整理が不十分なまま進んでいる印象があります。

患者や一般消費者の信頼を得るためには、一般的なデータ保護はしっかり行いつつも、医療分野では特別な仕組みを設けて利活用しやすくするという「けじめ」が必要です。これがないと「すべてのデータが公益のためにいとも簡単に使われてしまうのではないか」「お国のために勝手に利用されるのではないか」といった不信感を招きかねません。そのため、一

般法と特別法の切り分けが今後ますます重要になると考えます。

最後に「信頼（トラスト）の形成」も非常に重要な課題です。その鍵となるのが、個人界データと集合界のデータとの違い、そして一般法と特別法との違いを明確にすることだと思います。

16 憲法学からみた医療AIの論点①

○旧優生保護法違憲判決

→旧優生保護法の優生規定に基づき不妊手術を受けさせられた者が、同規定の違憲性を理由に国家賠償を求めた事案。2024年5月29日最高裁判所は口頭弁論を開き、原告らの語りを直接聞いた。
また同年7月3日、不妊手術の強制は憲法13条の保障する「自己の意思に反して身体への侵襲を受けない自由」の重大な制約に当たり違憲であると述べたうえ、本件事実関係の下で上記請求権が「除斥期間の経過により消滅したものとするとは、著しく正義・公平の理念に反し、到底容認することができ」ず、本件で国が除斥期間の主張をすることは「信義則に反し、許されない」と述べ、先例を変更して一法的安定性を犠牲にして一損害賠償請求を認めた。

○AI・アルゴリズムの意思決定

定量化可能なデータの処理を得意とする。感情や道徳的・倫理的価値観のような定性的な要素を本来的に取り込むことができず、また「身体」をもたないがゆえに「痛み」を感じているフリしかできない。
→もしAI・アルゴリズムが上記事案を定量的・統計的に処理していたら、先例との整合性のみを重視して、除斥期間に対する国側の主張を認めていたかもしれない。

⇒医療の現場では、医師-患者間における「感情」の身体的な共有が必要ではないか（「痛み」の主観性を定量化できるのか？）。

⇒臨床における「人間」存在の必要（人間の関与）

もう一点、憲法に関わる論点についても触れたいと思います。医療AIには「身体を持たない」という特徴があります。そのため、人間のように痛みを感じることはなく、感情を持つことも難しいでしょう。もちろん、感情を持ったかのように振る舞うAIは開発されていますが、実際に人間の痛みや感情を共有できるわけではありません。このような状況の中で、患者との関係においてAIにどこまで任せるべきかという問題が生じます。

17 憲法学からみた医療AIの論点②

○テスラ(Tesla)社のポリシー

自動運転(完全自動運転を意味するレベル5を除く)において、緊急時にはソフトウェアが自動運転を停止し、人間の運転者に操縦を委ねるようにする

→実際、運輸省道路交通安全局(NHTSA)は、この使用に基づいて事故の1秒前に自動操縦が停止された事例を16件確認

→イーロン・マスク(Elon Musk)は、事故の瞬間は運転者に操縦権が移っていたがゆえにテスラ社は責任を負わないなどと主張

⇒クロートフらは、テスラ社のポリシー通り事故が起こる1秒前にハンドルを引き渡されたところで、人間は現実には何もできないのだから、緊急時に人間に判断を委ねようとするこのようなテスラ社の仕様は、結局は、事故の責任を「人間」(運転者)に転嫁するためだけに存在していると指摘。

⇒自動運転におけるハイブリッド型意思決定システムのなかの人間は、AIから責任を吸い取るための「責任スポンジ(liability sponge)」として存在する (Rebecca Crootof, Margot E. Kaminski & W. Nicholson Price II, Humans in the Loop, 76 VAND. L. REV. 429(2023))

テスラ社には自動運転のポリシーに関しては、事故が発生する直前、約1秒前にAIから人間へハンドルの操作が引き渡される仕組みになっています。これは、イーロン・マスクによれば、責任を人間に転嫁するための設計だとも言われています。つまり、いざ事故が起こる際に、直前で運転の制御が人間に戻されるため、結果的に責任が人間側にあることになるからです。しかし、事故の1秒前にハンドルを渡されたとしても、人間が即座に適切な対応を取ることは非常に困難です。そのため、「ヒューマン・イン・ザ・ループ (Human in the Loop)」という議論が生まれています。これは、人間が意思決定のプロセスに組み込まれているものの、実際には何もできない状況に陥ることを指します。このような状態の人間は「責任スポンジ」とも呼ばれ、実際の操作はAIが行っているにもかかわらず、事故の責任だけをスポンジのように吸収し、最終的に責任を負わされる構造になってしまうのです。さらに、「モラル・クランプ・ゾーン」という概念もあります。通常バンパーは衝撃を吸収して人間を守る役割を果たしますが、将来的には、逆に人間がバンパーのように扱われ、最終的に人間に責任を押し付けられ、AIを守るような構造になるのではないか、という議論です。こうした議論は、医療の現場にも関連しています。AIが医療に関与する際に、医師の役割をどこまでAIに任せるのか、また、AIと医師の間でどのように責任を分担するのか、といった問題が生じるからです。医師が「責任スポンジ」として、何もできないのにただ責任を追わされるだけの存在であるべきではないでしょう、AIの判断を医師がどのように監督し、どの段階で介入すべきか、そのインターフェースの設計が非常に重要になってくるでしょう。

森川富昭, 藤田医科大学学長補佐、リアルワールドデータ研究・開発講座教授

「生成AI時代の医療DX」



現在、病院の現場では生成AIを活用したさまざまな取り組みが行われています。本日は、その実践事例についてご報告いたします。本日の話の中心は、私たちが使用している電子カルテに生成AIを組み込み、どのように活用できるかという点です。すでに実装を進めており、その詳細をご紹介します。医療の現場には、医療従事者や技術者など、さまざまな専門分野の方々が関わっています。医療情報を扱う私たちの役割は、これらの領域をつなぎ、より良いサービスを提供することです。しかし、従来の医療情報システムには、データの共有が難しい、セキュリティの問題で外部に出せない、標準化が進んでいない、といった課題がありました。藤田医科大学では、こうした課題を解決するために、社会実装を意識した取り組みを進めています。国の医療DXの流れとも連携し、サンドボックス的な環境で実証実験を行っています。

現状の医療システムの問題

2

- 病院内の問題
 - システムコストがかかりすぎている。藤田医科大学 システムコスト。
 - オンプレシステムの更新の問題。OS（オペレーティングシステム）の更新により5、6年で更新しないとイケない。
 - HIS（病院情報システム）の各種システムに対して、現状では、クラウドに移行できるかを決定しづらい。
 - 各病院、共通化ができればクラウド活用がコストダウンにつながる
 - セキュリティ対策の評価基準が不透明。
 - 現状の標準化されていない医療情報では、2次利用が困難。
- 地域連携の問題
 - 患者連携のコストがかかりすぎている。医療情報の運用がデジタルtoアナログtoデジタルになっている。
 - ファックス対応が多すぎる。
 - セキュリティ対策が困難。
 - 病院毎の標準化が遅れている。

医療業務の効率化・働き方改革のためにどのような医療DXが必要か？

例えば、生成AIを活用した対話型医療記録の作成や、ロボット手術における画像アノテーションの自動化などが挙げられます。また、大学病院と市中病院、クリニックではシステムの数や規模が大きく異なります。電子カルテという言葉が広く使われていますが、実際の規模に応じながら、どのデータをどのように活用し、サービス連携を進めるべきかを慎重に考える必要があります。コストを抑えつつ、メーカーだけに依存せず医師の働き方なども考慮し、医療経営を意識しながら効率化を図ることも重要なポイントです。そのために、以下の3つの観点からシステム設計を進めています。

医療経営への経営合理性（医療DXの活用）

3

医療経営 → 医療の経営合理性 → 経営合理性のための医療DXを考える

医療における業務プロセスを理解し 経営合理性を考え
デジタルテクノロジーを用いて

医療業務の効率化・医師の働き方改革を実践する

• デジタルデータを利用したシステムの再構築およびデータ利活用

ポイント：

- ①デジタル連携：デジタルデータを再度、アナログデータに変更して利用しない
電子カルテ共有サービスへの運用実証開始
- ②データの利活用：生成AIを活用した設計
退院時サマリー・診療情報提供書の運用実証開始
- ③セキュリティ対策：ゼロトラストでの設計

医療システムの現状の課題を解決するための 医療デジタルインサイトへの挑戦

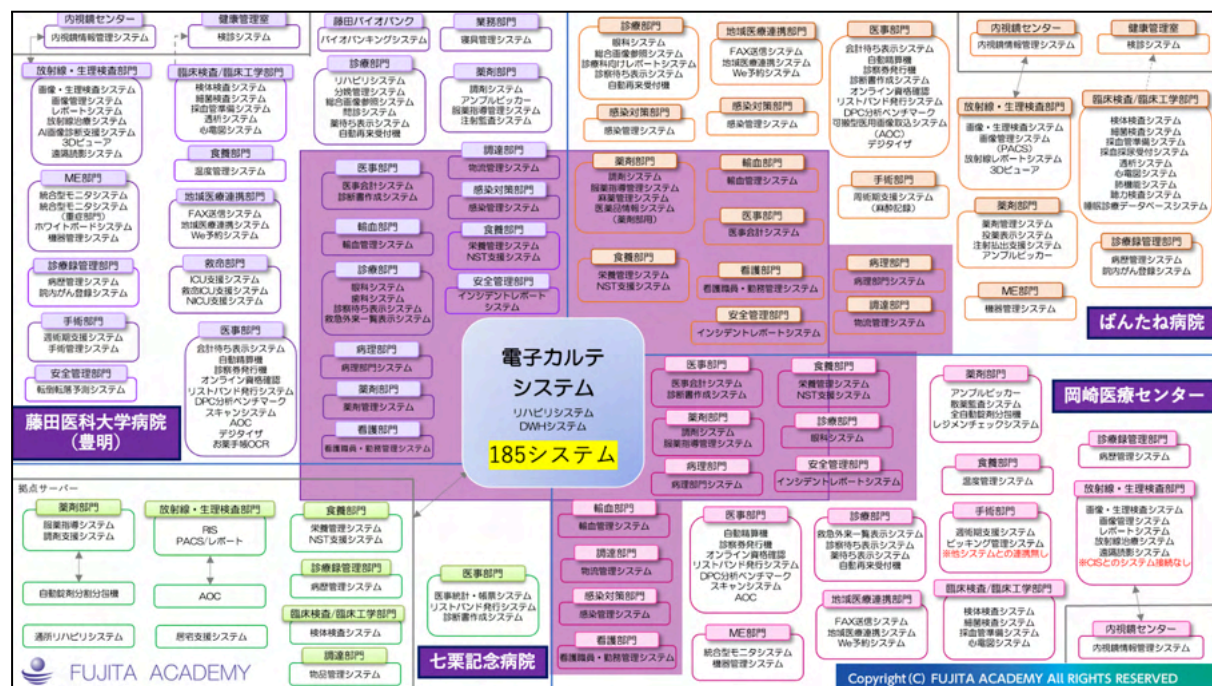
まず1つ目ですが、医療の現場では驚くほどFAXが使われています。本来、電子カルテは

大学病院をはじめ多くの医療機関で導入されていますが、一度紙に出力して患者さんに渡し、移動してもらうケースがまだまだあります。これは非常にもったいないことです。今、政府の「医療DX 2030」でも目指されているように、本来はデジタルからデジタルへとデータをやり取りする仕組みを整えていくべきです。そのためにも、この流れを加速させることが重要だと考えています。

また、標準化されたデータについてですが、大学病院のシステム全体を完全に標準化するのは現実的に難しいのではないかと考えています。すべてのシステムを標準化すると膨大な時間がかかってしまいます。そのため、必要なデータのみを標準化し、データを適切に取り出す仕組みを作ることが重要です。実際に、私たちは「FR-Hub」を活用し、データ連携の基盤を構築しています。例えば、先ほどのFreebit様やさくらインターネット様のご講演の中にあったように、PHR（Personal Health Record）やSIPの実証でもFR-Hubを通じてデータを連携しています。これにより、電子カルテの共有サービスにも活用できる仕組みが整いつつあります。こうした取り組みは、アカデミアが中心となって社会実装を進めないと、コストが膨らんでしまうという課題もあります。

2つ目のポイントは、システム設計の見直しです。特にサマリー作成に関して、生成AIの活用が可能になってきています。その具体的な活用方法についても、後ほどお話しします。

3つ目については、今回は詳しくお話ししませんが、医療データのやり取りには必ずセキュリティの問題が関わってきます。ですが、適切に設計すれば、安全で安心できるデータ連携の仕組みを作ることができます。私たちは、ゼロトラストの考え方を取り入れたセキュリティ対策を進めており、実際の運用を通じてその設計を検証しています。



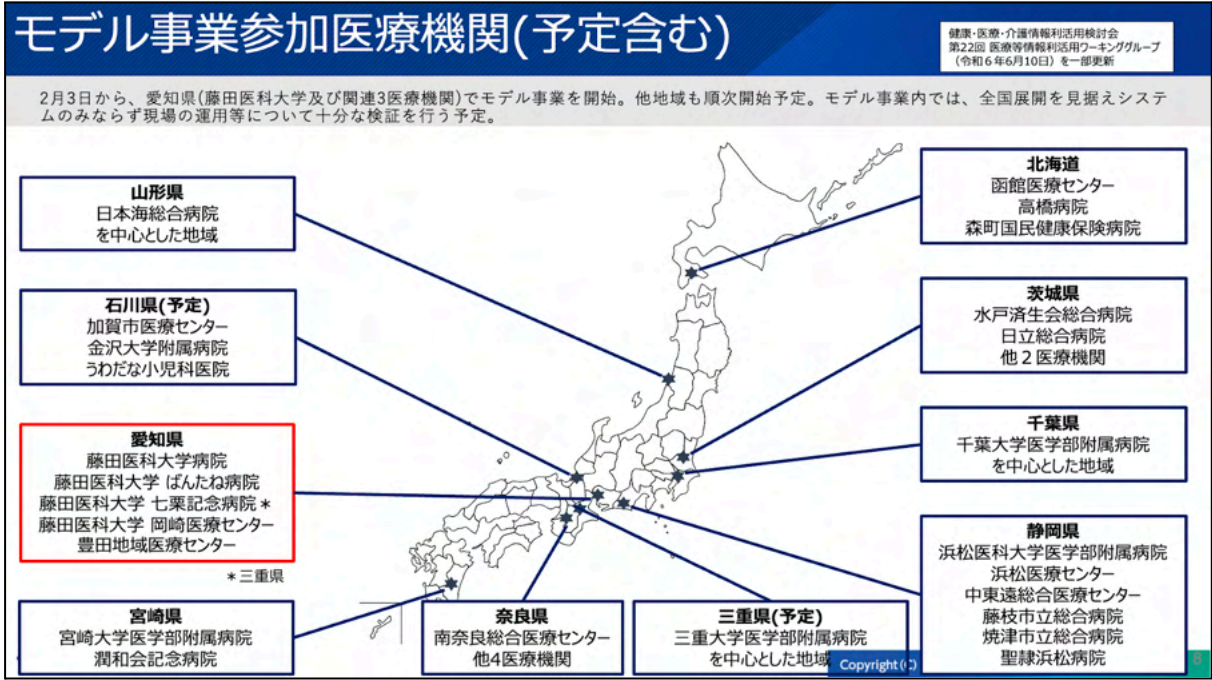
私たちの藤田医科大学には4つの病院があり、それぞれの病院だけでも185のシステムが稼働しています。羽田にも施設がありますが、羽田を含めると200以上のシステムが存在し

[illegible]

医療情報における構造化・非構造化データ	
構造化データ (Structured Data) 構造化データは、あらかじめ定義された形式や枠組みで保存されるデータ。 データベースや表形式（行・列）で管理され、検索や分析が容易。 1.患者情報 1. 氏名、年齢、性別、身長、体重 2. 連絡先情報（住所、電話番号） 3. 診療履歴（診療日、担当医、診療科） 2.バイタルデータ 1. 血圧、心拍数、体温、呼吸数 2. 血糖値、酸素飽和度 3.検査結果 1. 血液検査結果（ヘモグロビン値、白血球数） 2. 尿検査結果（pH、蛋白、糖分） 4.レセプトデータ 1. 診療報酬請求情報（診療コード、薬剤情報、費用） 5.予約・スケジュールデータ 1. 診療予約日、手術スケジュール 6.コード化されたデータ 1. ICDコード：国際疾病分類コード 2. NCDコード：手術や治療内容の分類 3. SNOMED CT：臨床用語の標準化データ	非構造化データ (Unstructured Data) 非構造化データは、形式が統一されていない自由なデータでありテキスト、画像、音声、動画などが含まれる。 電子カルテのテキストデータ 1. 診療録（医師の所見、経過記録） 2. 看護記録（看護師のメモ、患者観察結果） 3. 手術記録（手術手順や術中の所見） 1.画像データ 1. PACS画像：CT、MRI、X線、超音波画像 2. 内視鏡画像、病理組織画像 2.音声データ 1. 診察中の会話録音 2. 医師の音声メモ（例：ボイスレコーダーでの記録） 3.動画データ 1. 手術動画 2. リハビリ中の運動記録 3. 動的な心エコー動画 4.文書データ 1. 診断書、退院サマリー、紹介状 2. 学会提出資料、臨床研究論文 5.センサーおよびモニタリングデータ 1. ICUや手術室のリアルタイムモニタリングデータウェアラブルデバイスからの連続データ（心電図、血圧変動）

78

持っているデータを別の病院にそのまま適用するのは難しい状況です。これを解決するための方法を考えることが、今後の課題となっています。

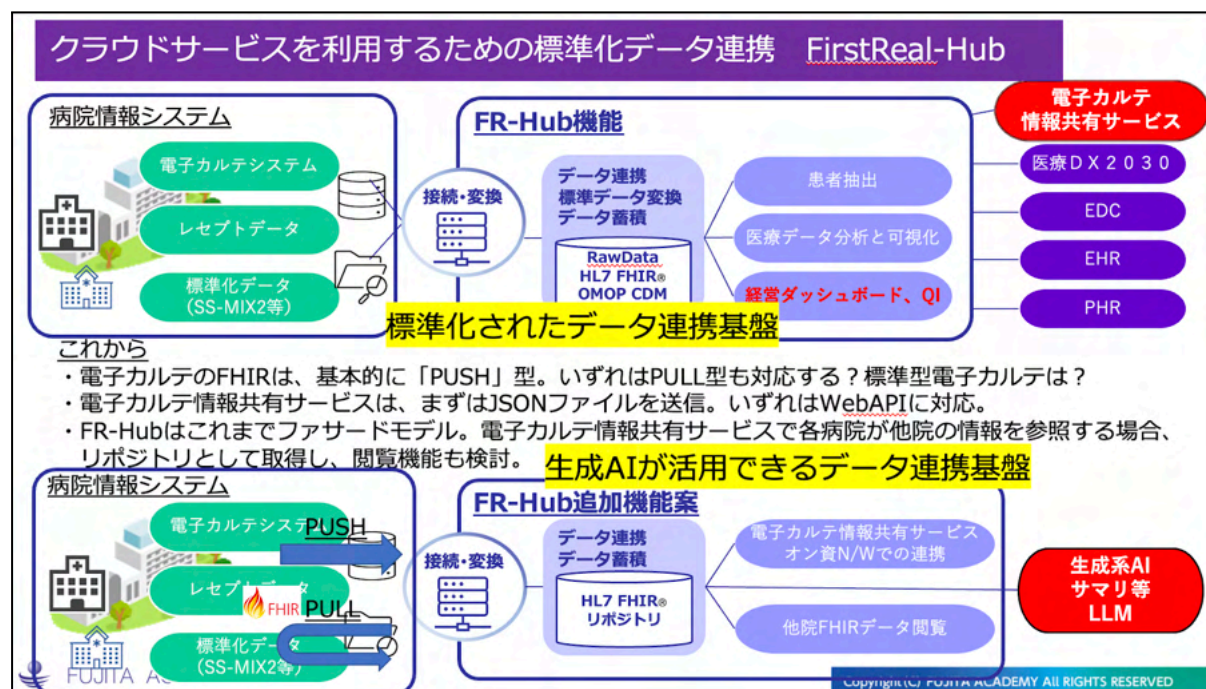


1つ目のポイントで触れたデジタルデータの連携についてですが、名古屋地域で実証を行っています。1月末には、電子カルテからFR-Hubを通じてデータを電子カルテ共有サービスに送る仕組みが整いました。まだ運用面での課題はありますが、安全かつ安心してデータをやり取りできる環境が整いつつあります。

3文書6情報の概要									
健康・医療・介護情報利活用検討会 第21回 医療等情報利活用ワーキンググループ 持ち回り開催(令和6年3月27日) 一部修正									
3文書	No	文書項目	概要	記述仕様	宛先指定	送付	電子署名	保存期間	
	1	健康診断結果報告書	特定健診、事業主健診、学校職員健診、人間ドック等を対象	HS037 健康診断結果報告書 HL7 FHIR記述仕様	なし	不可	不要	オンライン資格確認等システムに5年間保存	
	2	診療情報提供書	対保険医療機関向けの診療情報提供書を対象	HS038 診療情報提供書 HL7 FHIR記述仕様	必須	可能	任意	スタート時1月は、電子署名は実施しない	
	3	退院時サマリー	退院時サマリーを対象 ※診療情報提供書の添付(任意)としての取り扱い	HS039 退院時サマリー HL7 FHIR記述仕様	なし	可能	不要	退院後は1週間経過後に自動消去。	
6情報	No	情報項目	概要	対象となるFHIRリソース	主要コード	長期保管フラグ	未告知/未提供フラグ	照り当てる範囲(区分)	保存期間(オンプレ)
	1	傷病名	診断をつけた傷病名	Condition	ICD10対応標準病名マスターの病名管理番号	あり	あり	傷病名	5年間分
	2	感染症	梅毒STS、梅毒TP、HBs(B型肝炎)、HCV(C型肝炎)、HIVの分析物に関する検査結果	Observation	臨床検査項目基本コードセット内にあるJLAC(10/11)コード	あり	—	傷病名+手術情報+感染症	5年間分
	3	薬剤アレルギー等	診断をつけた薬剤アレルギー等情報(医薬品、生物学的製剤)	Allergy Intolerance	YJコード(及び派生コード*)テキスト (※銘柄を指定できない場合に限り、下3桁をzzz(一般名処方マスタに相当)で記載する。先頭にメタコードを付与する)	あり	—	—	5年間分
	4	その他アレルギー等	診断をつけた薬剤以外のアレルギー等情報(食品・飲料、環境等)	Allergy Intolerance	J-FAGYコード (J-FAGYで表現できないものはテキスト入力する)	—	—	食物アレルギーのみテキストで送付	5年間分
	5	検査	臨床検査項目基本コードセット(生活習慣病関連の項目、救急時に有用な項目)で指定された43項目の検体検査結果	Observation	臨床検査項目基本コードセット内にあるJLAC(10/11)コード	—	—	診療+お薬+アレルギー等+検査	1年間分 もしくは 直近3回分
	6	処方	※直接登録は行わない(文書から抽出した処方を取り扱う)	Medication Request	YJコード(及び派生コード*) (※銘柄を指定できない場合に限り、下3桁をzzz(一般名処方マスタに相当)で記載する)	—	—	—	100日間分 もしくは 直近3回分

具体的には、「3文書6情報」という形で、紹介状や退院サマリーなどのデータを連携できるようにになっています。電子カルテ共有サービスについて、1月末から私たち藤田医科大学病院のデータが、国の電子カルテ共有サービスに組み込まれるようになりました。これに

より、例えば災害時などにデータを活用できるようになるため、非常に有益な取り組みだと考えています。



この取り組みのポイントは、病院情報システムと「FR-Hub（ファーストリアルハブ）」という標準化されたデータをつなぐ基盤を、藤田医科大学独自で構築したことです。通常、電子カルテ（EHR）やパーソナルヘルスレコード（PHR）向けのシステムはメーカーごとに異なる設計がされるため、統一されていないとコストがかかりすぎます。例えば、電子処方箋の導入には病院1つにつき約900万円かかり、4病院で導入すると合計3600万円になります。国の補助があっても、負担が大きいのが現状です。しかし、FR-Hubを活用することで、こうしたコストを大幅に削減できる仕組みになっています。生成AIに通じるにしても、このFR-Hubを利用しております。

転院調整業務をサポートするシステムを構築

現状 7,000枚/月 ⇒ 450枚/月

電話やFAXの送受信



- 複数施設へFax送信の作業負担
- 診療情報のFax誤送信リスク
- Fax診療情報は不正確（文字つぶれ）

転院調整は膨大なAnalog作業

患者さんへの相談時間の減少

もっと相談したいのに



また、地域医療連携の面でも、これまで関連病院との紹介状のやり取りに月7000枚のFAXを使っていましたが、現在では450枚程度にまで削減されました。これは単なるコスト削減だけでなく、医療従事者の働き方改革にもつながっています。さらに、FR-Hubを活用することで、電子カルテ共有サービスとの連携もスムーズに進められています。病院間のデータ連携がデジタル化されることで、業務の効率化が図られることが期待されます。

生成AIを活用するための医療情報システムのあり方

現在までの医療情報システム

必要なシステムをデータ連携をしながら実施してきた→藤田185システム

生成AIを活用するシステム設計

これからの医療情報システムのあり方

1.医療業務オペレーションシステム（Operational Systems for Medical Practices）

医療行為そのものを実施・支援するシステム群

例：電子カルテ（EHR/EMR）、オーダーリングシステム、看護記録、画像診断システム（PACS）など

2.医療データ集約・サマリーシステム（Data Aggregation and Summary Systems）

医療行為のデータを整理・要約し、各種アウトプットを提供するシステム群

例：医療デジタルインサイト

1. 医療行為のサマリー生成（退院時サマリー、診療情報提供書等）

2. 各種診断書関係システム

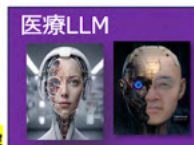
3. レセプト作成システム

4. ガン登録、学会提出データ（J-Osler、NCDなど）

5. 臨床研究や分析用データ管理

3.メディカルデータレイクハウス（Medical Data Lakehouse）データ連携基盤

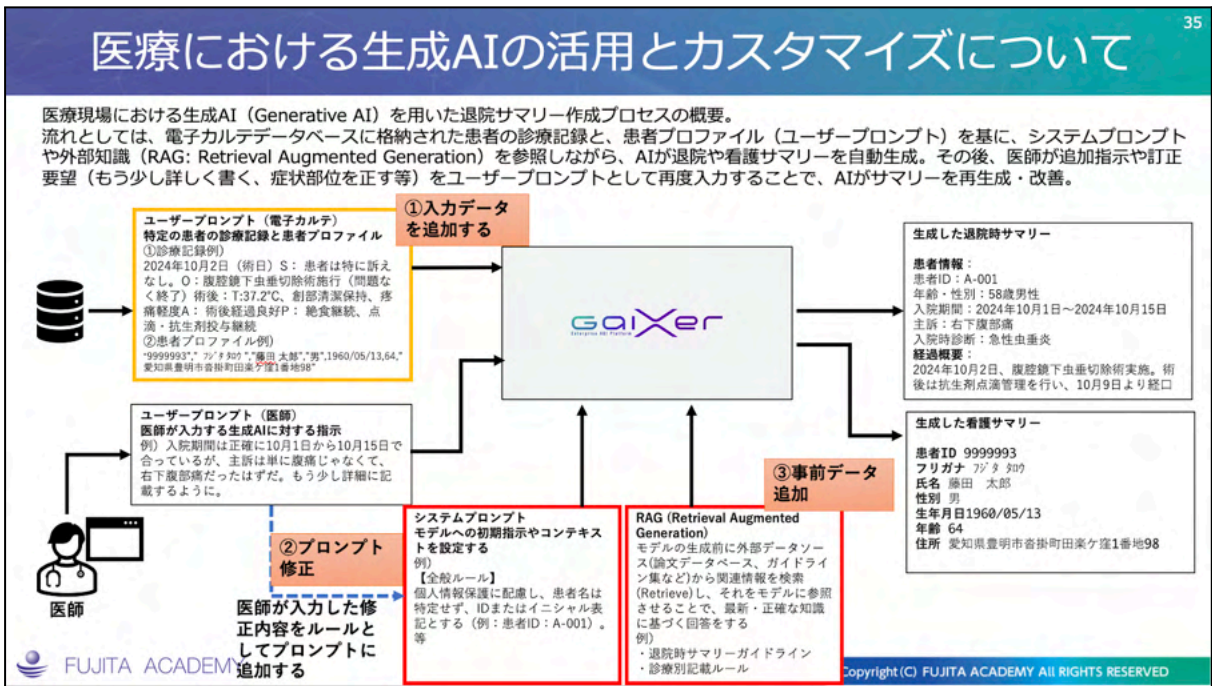
システム費用+人件費



生成AIの活用についても触れておきます。現在、退院サマリー（患者の入院から退院までの経過をまとめた文書）の作成に生成AIを導入し、入院のある33診療科のうち31診療科で運用を開始しました。これにより、従来15分ほどかかっていた退院サマリーの作成が、医師が最終確認するだけで済むようになりました。

生成AIを活用した退院時サマリー自動生成			23
医師が書いたサマリー	AIが生成したサマリー	医師の評価	
※リジナル（医師が作成した退院時サマリー） ※生成AIサマリー ※医師コメント	※生成AIサマリー ※医師コメント	※医師コメント	

この仕組みは、FR-Hubを通じて電子カルテと連携することで実現しています。AIが作成したサマリーと、医師のサマリーを比較し、医師の評価を加えながらレビューを行っており、生成AIの活用をさらに進めるために、プロンプト（AIへの指示）の改善にも取り組んでいます。実際に藤田医科大学病院の豊明キャンパスでは、1日あたり100名の退院患者があり、そのサマリーにもAIを実践的に利用しています。これにより、医師の負担軽減と業務の効率化が進んでいることが分かっています。



AIが日々の診療記録や看護師の記録、手術記録を解析してサマリーを作成する仕組みも整備しました。さらに、さまざまなLLM（大規模言語モデル）を活用し、ChatGPTや

Geminiなどを組み合わせて、英語や中国語への翻訳機能も実装済みです。藤田医科大学だけでなく、IBMや富士通やNECなどの他の企業とも連携しながら、FR-Hubを活用したデータ共有の実証実験を進めています。アンケート調査の結果からも、医師の評価は高く、より多くの業務に生成AIを活用したいという声が寄せられています。

44

生成AIによる医療文書作成支援アプリ



◆ 概要

医療文書の中で、最も作成件数の多い介護保険主治医意見書の分析を行い、他の文書でも活かせる手順の構築を行っていく


Copyright (C) FUJITA ACADEMY All RIGHTS RESERVED

また、新たな取り組みとして、診断書の自動作成にもチャレンジしており、4月から一部の実証実験が始まる予定です。藤田医科大学では、年間の診断書作成件数が膨大であるため、AIを活用することで、医師の負担軽減と業務効率化が期待されています。

49

東京-名古屋 完全遠隔手術 遠隔手術支援 実証実験 (Apr 7, 2023)









Medicaroid Intelligence Laboratory (MIL) 名古屋
愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪1-98
藤田医科大学 大学6号館1階
2020.4月1日開設

約300km

100Gbps商用イーサネット専用線
(アルテリアネットワークス、1Gbpsのみ使用)

【遅延】: 31msec

・圧縮・解凍: 25msec

・通信: 6msec

・揺らぎ: 1msec



東京遠隔ロボット実験施設(シスメックス社)
東京都港区元赤坂 1-1-5 富士陰ビル9F
2023.4月7日開設

- 午前(非公開): 人との類似性が高い生体(ブタ)を用いた完全遠隔hinotori™胃切除術(APU22141-MD1, D to P)
- 午後(公開) : 模擬臓器(胃統合モデル)を用いたhinotori™による遠隔手術支援 (D to P with D)

<https://www.youtube.com/watch?v=Te9f0Cgwwuo>


Copyright (C) FUJITA ACADEMY All RIGHTS RESERVED

遠隔手術の分野でも、村井先生の力を借りながらAIを活用した実証実験を進めています。

まとめ：医療経営への経営合理性（医療DXの活用）

医療業務の効率化・医師の働き方改革を実践する

- ①デジタル連携：デジタルデータを再度、アナログデータに変更して利用しない
電子カルテ共有サービスへの運用実証開始 **つながる医療・進化する地域**
- ②データの利活用：生成AIを活用した設計
退院時サマリー・診療情報提供書の運用実証開始 **進化する地域**
- ③セキュリティ対策：ゼロトラストでの設計

医療DXが病院経営に貢献する

今後も、生成AIとデータ連携を活用し、医療のDX（デジタルトランスフォーメーション）をさらに推進していきたいと考えています。

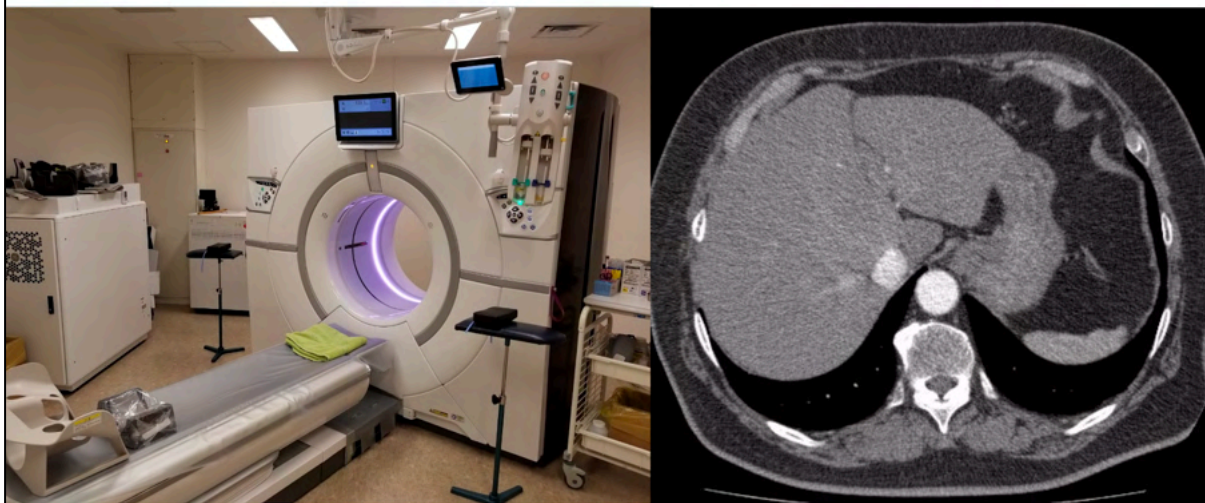
橋本正弘/ 慶應義塾大学医学部専任講師

「医療におけるDXの現状」



私は放射線科、つまり画像診断を専門にしている医師です。放射線科の分野では、DXが比較的早い段階から進んでいました。

病院における画像診断画像はほぼ全てデジタルデータ



今、画面に表示されているのはCTの画像と装置です。CTというのは「コンピューター断層撮影 (Computed Tomography)」の略で、コンピューターを使って計算しながら断層画像を撮影する技術です。つまり、CTは開発当初からデジタル技術を活用していた、ということになります。病院で扱う画像は、現在ほとんどがデジタル化されています。放射線科の医師は、病院全体のデジタル化を推進する立場にあることも多く、その関係で今日は私がこの場でお話をさせていただくことになりました。

人工知能

機械学習

ニューラルネット

深層学習

大規模言語モデル

主に画像

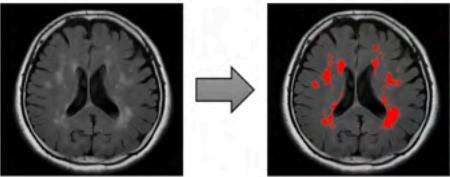
主に文章

今日のテーマは「AI」ですが、一口にAIと言ってもいろいろな技術がありますよね。その中でも、特に2010年代以降に広く普及した「深層学習 (ディープラーニング)」につい

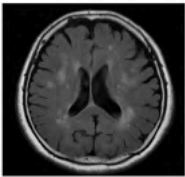
てお話ししたいと思います。先ほどの講演でも少し話が出ましたが、深層学習は、特に画像分野でブレイクスルーを起こした技術です。ですので、放射線科の分野では真っ先に取り入れられました。

2種類の深層学習

	従来型深層学習	大規模言語モデル
入力	数値・画像・音声・動画	文章・画像・音声・動画
出力	数値・画像	文章・画像・音声・プログラム
パラメータ数	数千万程度まで	10億以上
計算	PC・スマホでも可能	GPU・NPUが必須
医療機器への応用	市販済み	2025時点で未



この画像を説明して



1. 画像の撮影条件

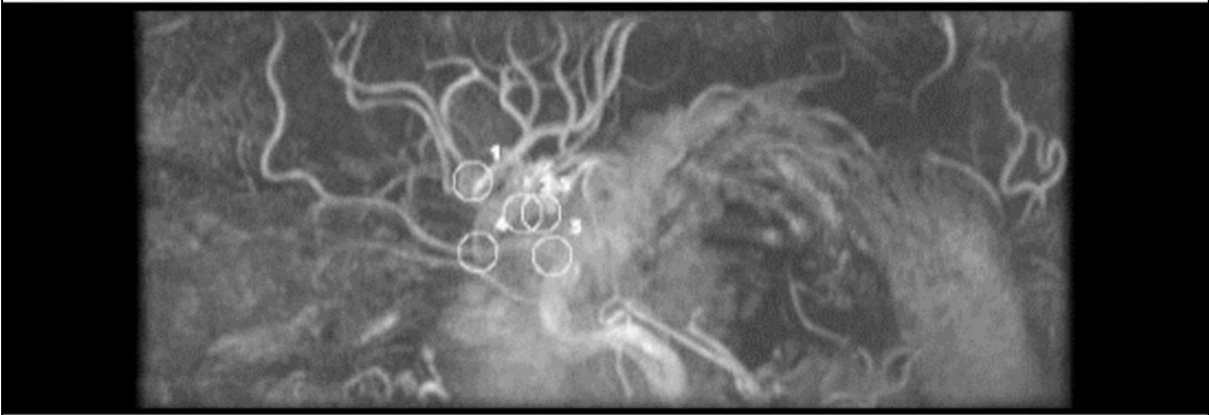
- この画像はT2-FLAIR(Fluid Attenuated Inversion Recovery)と呼ばれるMRIシーケンスの一断面(水平断/軸位断)と考えられます。
- FLAIR像では、脳脊髄液(CSF)の信号が抑制され、白質病変などT2で高信号となりやすい病変が強調されるため、脳の病変を見つけやすいのが特徴です。

2. 脳の構造の概略

- 画像の中心付近に左右対称に見える黒っぽい空間が側脳室(さくのうしつ)です。
- 画像外周の複雑なくぼみや溝は脳回・脳溝(灰白質や脳表面)を示しています。
- 白質は灰白質に比べてやや暗め(FLAIR像では灰白質より若干暗い)ですが、病変がある場合は高信号(明るく)映ることがあります。

ここ2〜3年の間に「大規模モデル」や「基盤モデル」が登場し、文章にも活用されるようになっていきます。今日は、従来型のAIと大規模モデルの違いについてもお話しできればと思います。

放射線画像診断で初のAI製品

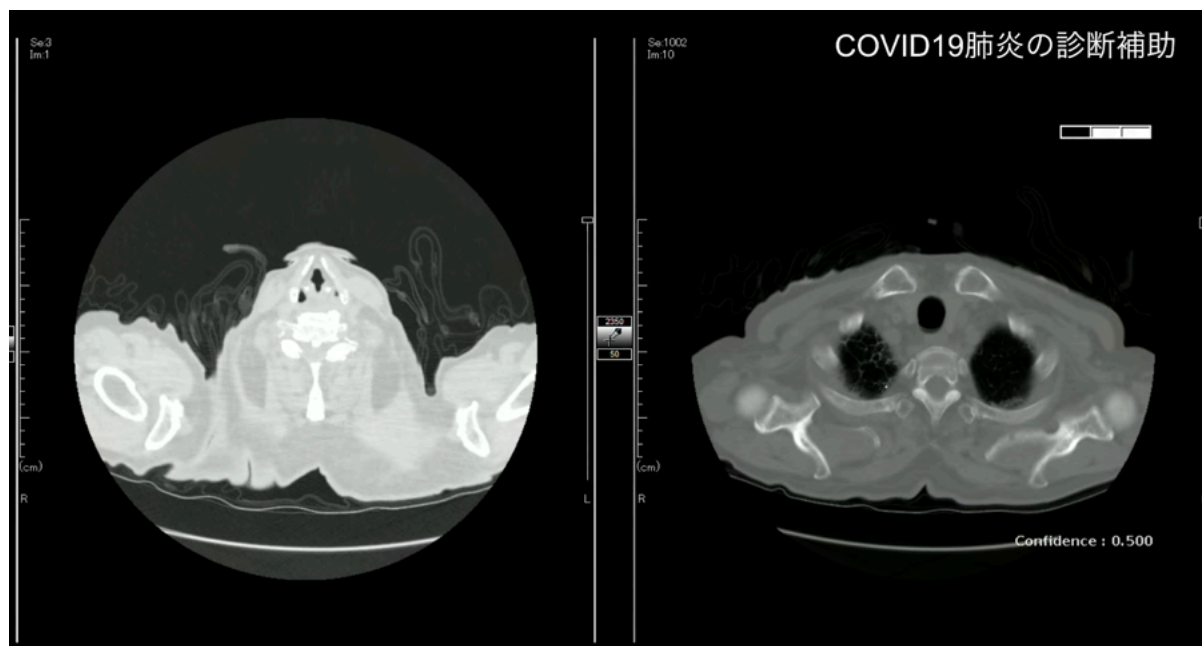


脳MRIで脳動脈瘤を検出

まずは、画像AIについてご紹介します。こちらの画面に映っているのは、日本で最初に販売された画像診断用のAI製品です。これは、頭部MRIの画像から「脳動脈瘤(のうどうみやくりゅう)」を検出し、「ここに動脈瘤がある可能性があります」と提示してくれるソフト

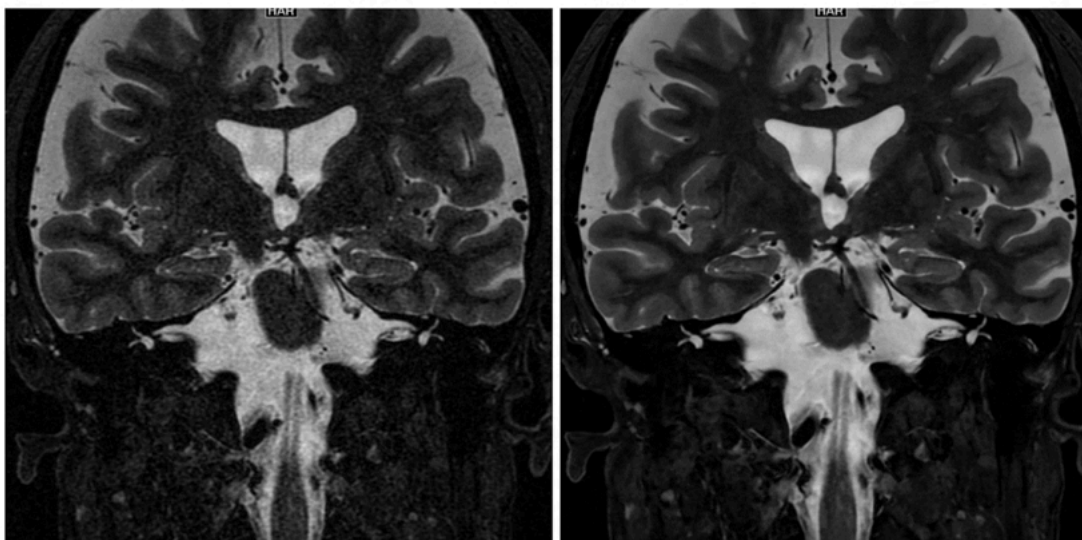
87

ウェアです。この画像では、候補としていくつか挙げられていますが、実は1番目の候補が実際の動脈瘤でした。私自身、この症例では見逃しそうになったのですが、AIが指摘してくれたおかげで正しく診断することができました。私がこのソフトウェアに助けられた経験は、幸いにもこの1例だけなのですが、それでも非常に印象深いAIによる出来事でした。



次にご紹介するのが、COVID-19（新型コロナウイルス感染症）の診断補助を目的としたAI製品です。これは、COVID-19肺炎の疑いがある領域を画像上で強調表示し、「この範囲にCOVID-19の特徴が見られます」と割合を分析してくれるものです。ただ、この製品は、実際に新型コロナウイルスの流行が収束してから市場に登場したため、放射線科の医師が活用する機会はほとんどありませんでした。もう少し早く開発されていれば、より多くの医療現場で役立ったかもしれませんね。

画質改善・撮影時間短縮



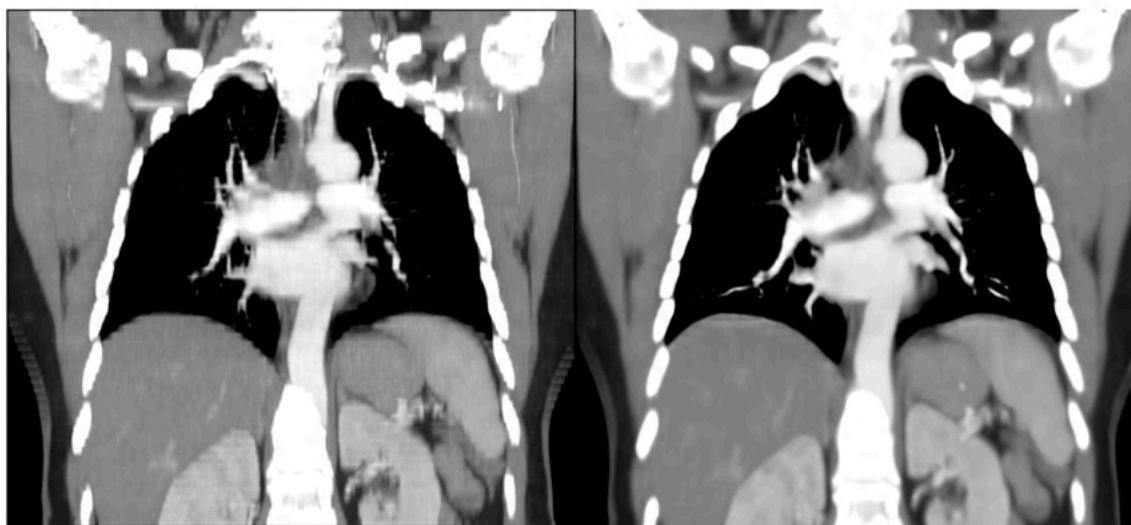
通常再構成

DL再構成

GEヘルスケア AIR Recon DLによる再構成

ほかにも、AIの活用方法として画像の画質を向上させる技術があります。例えば、ノイズの多い画像をAIが補正して、よりクリアな画像にすることが可能です。MRIの撮影では、撮影時間が短いほど画質が悪くなるというトレードオフの関係がありますが、AIの補正技術を活用することで、短時間で高画質な画像を取得できるようになってきています。

昔の厚いCT画像を元に、薄いCT画像を生成

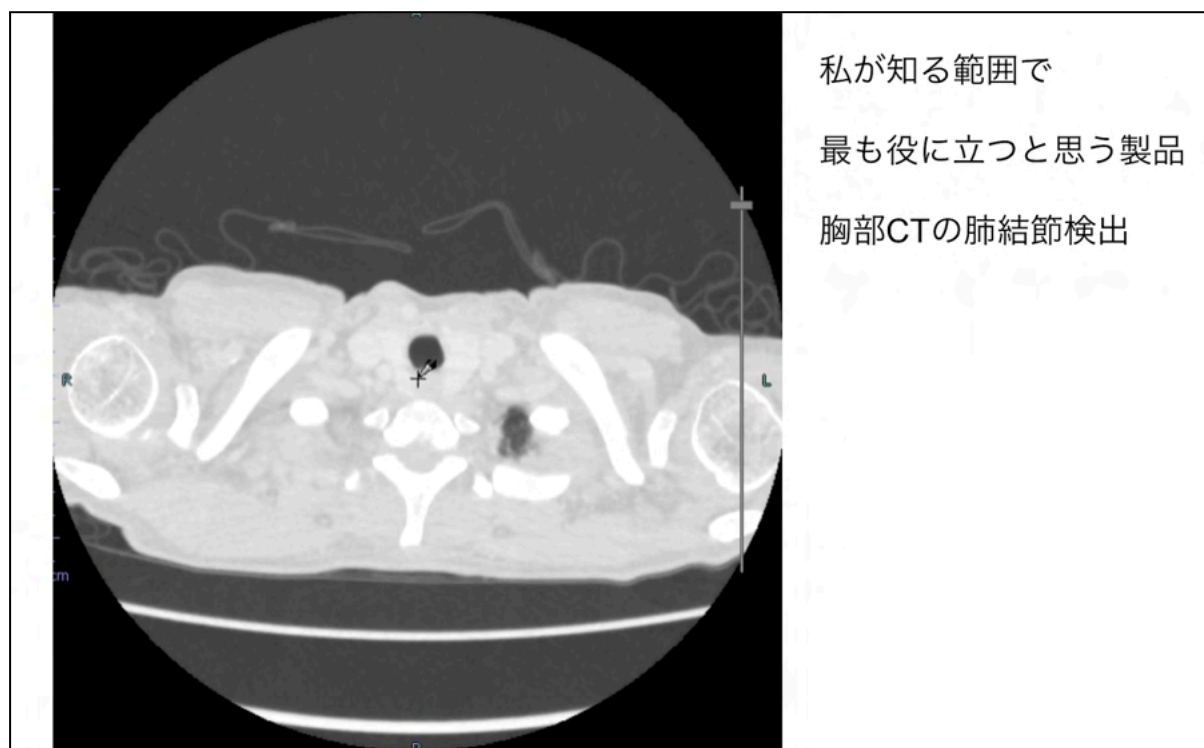


※生成された画像では画像診断は行えない

株式会社富士フイルム SYNAPSE SAI viewer Virtual Thinslice

また、昔のCT画像の補正にもAIが使われています。現在のCTは、0.5mmほどの薄いスライスで撮影できるので、ほぼ3Dデータとして扱えます。しかし、2000年代や2010年代初期のCT画像は、病院によってはスライスが厚く、解像度が低いものもありました。こうした古い画像をAIが補完し、より滑らかな画像に変換する技術も開発されています。ただし、こ

の補正画像は診断には使えないという規制があるため、現場での活用は限定的です。

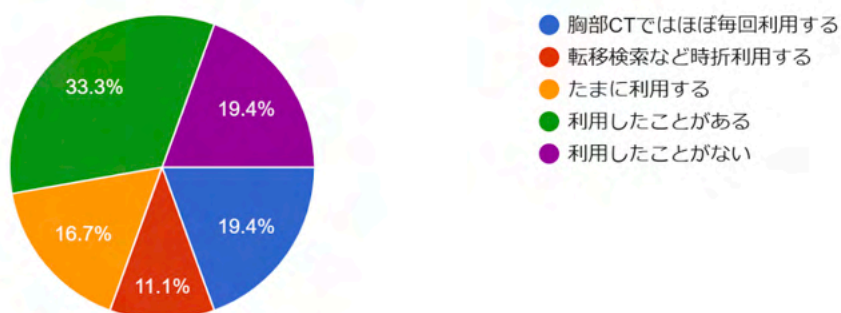


さて、今日ご紹介するAI製品の中で、私が最も実用的だと感じているのが「肺結節の検出AI」です。これは、CT画像から肺にできた結節（小さな腫瘍や異常な影）を自動的に探し出し、「ここに結節があります」と提示してくれるシステムです。さらに、このシステムは、単なる結節の検出だけでなく、レポートの下書きまで作成してくれます。これを見たときは、かなり画期的な技術だと感じました。そこで、2018年に私の勤務する慶應病院で導入し、運用を開始しました。

医局放射線科医へのアンケート

胸部CTの肺結節検出AIの利用頻度を教えてください

36件の回答



ところが、2年ほど経ってから医師たちにアンケートを取ってみたところ、思ったほど活

用されていないことが分かりました。頻繁に使っている医師もいるものの、半数以上の医師はほとんど使っていませんでした。なぜ活用が進まなかったのか？ アンケート結果を分析すると、25%の医師は「時間短縮に役立つ」と評価していた一方で、多くの医師が「診断の効率はまだ変わらない」と感じていました。特に経験豊富な専門医ほど、「AIが不要なものまで拾ってしまうので、むしろ手間が増える」と感じる傾向がありました。

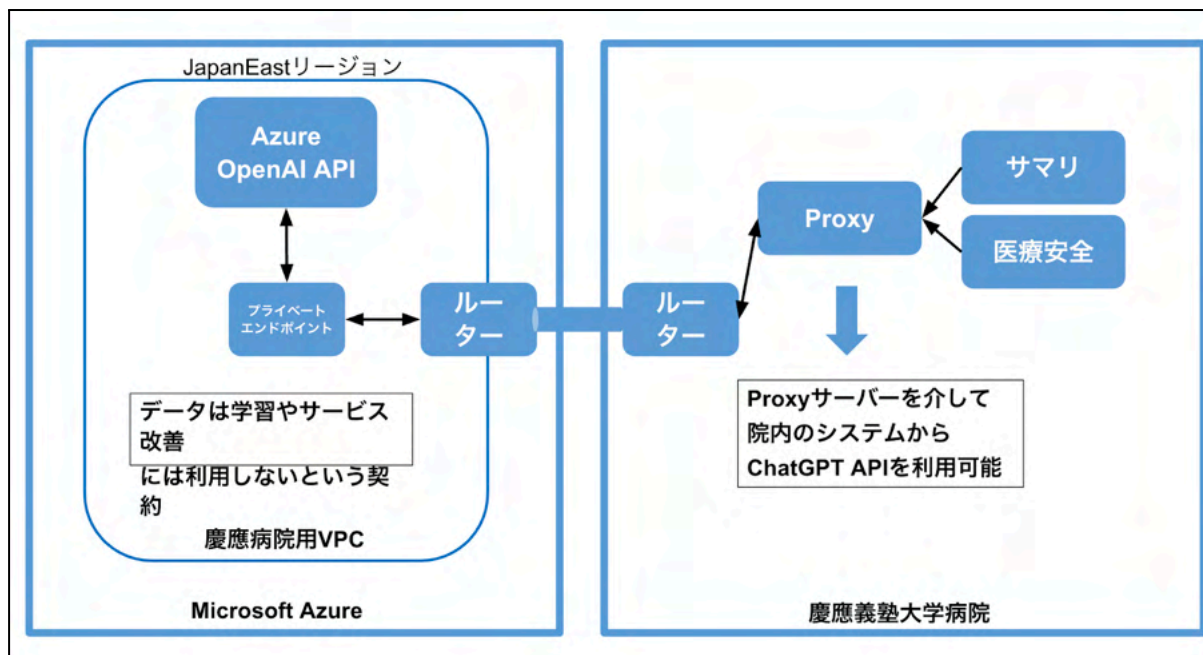
肺結節検出は読影業務のごく一部

甲状腺評価	大動脈評価	胸郭評価
気道確認	心拡大評価	肩関節
頸部リンパ節評価	大動脈弁石灰化検出	鎖骨
鎖骨上リンパ節評価	僧帽弁石灰化検出	胸骨
肺結節検出	冠動脈石灰化評価	傍郷骨リンパ節
肺浸潤影検出	食道評価	肋骨骨折検出
肺気腫検出	胸水評価	胸椎圧迫骨折検出
肺門リンパ節評価	気胸評価	
縦隔リンパ節評価		

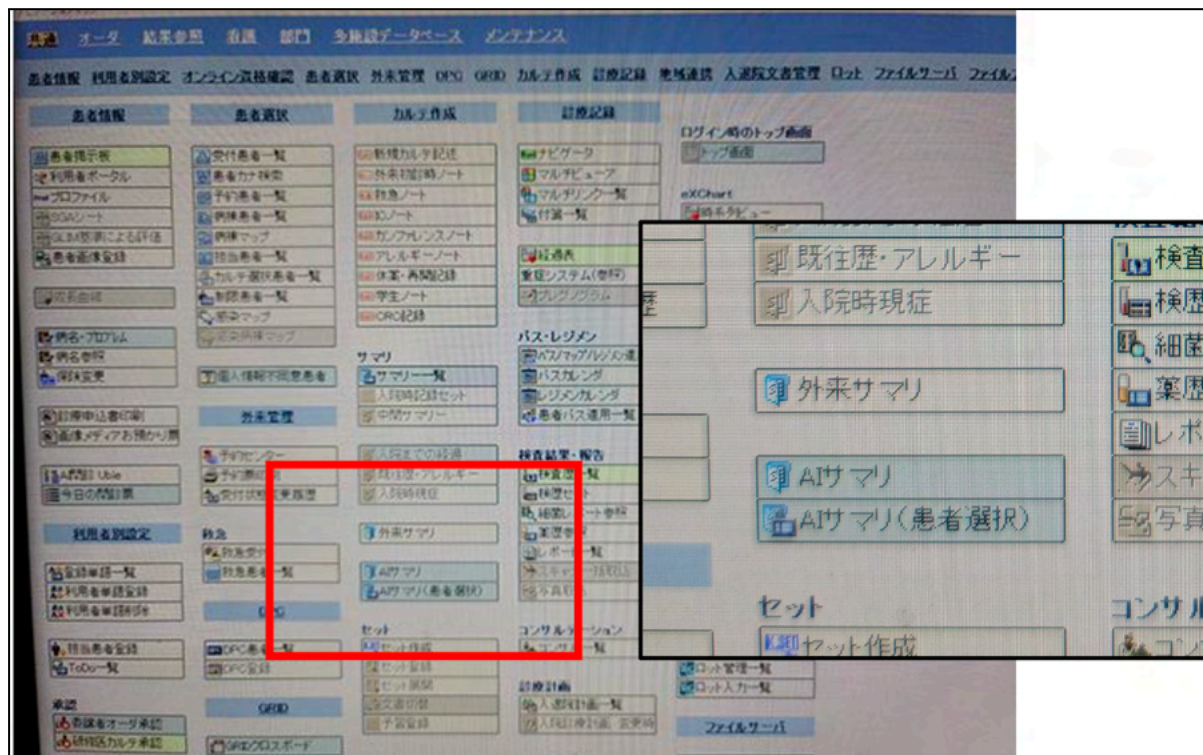


過去の検査があれば比較、必要に応じてカルテ参照
鑑別診断を検討し、レポート作成

何が要因かという点、CTの読影（画像診断）は、肺結節を探すことだけが目的ではありません。そのため、「AIが肺結節を見つけてくれる」というメリットよりも、「余計なものまで拾われて再評価が必要になる」というデメリットが上回ってしまい、結果としてAIを積極的に使う人が限られてしまったのです。



ここまでは画像AIの話でしたが、次に文章AIについても触れたいと思います。先ほどの発表にもありましたが、私たちの病院でも大規模言語モデル（LLM）を活用できないか、試行を進めています。個人情報の取り扱いについても、厚生労働省・経済産業省・総務省がガイドラインを出しており、その基準を満たした上で利用を進めています。慶應病院では、選択肢の中からを採用しました。



カルテの要約

≡ サマリ詳細画面（一括要約）

要約前のデータ	要約後のデータ
2003-12-21 09:41:02@看護・内分泌・代謝内科 【S】 入院の記録 【O】 ・本日の体温（ 36.4 ℃） ・1週間以内に発熱、咳、痰、喉の痛み、身体のだるさなど体調不良（ なし ） ・1週間以内に同居家族に発熱や体調不良（ なし ） 【P】 患者本人および健康増進室で健康状態を確認し、（ 10 時 分 ）以下判断した。 ●呼吸器感染症のリスク低いため、 ・予定の病室に案内した 2003-12-21 11:53:08@看護・内分泌・代謝内科 【S】 よろしくおねがいします インスリンうっていなかったのが原因かも 果物はバナナ1個orりんご3切れ 【P】 インスリンアッドヒアランスによる血糖悪化。ケトーシスが 疑われる。まずは、定時とおりのインスリンを打って血糖低下 プロンプトを表示 要約 あなたは電子カルテ原文から退院サマリを作成するプロです。 以下のセクションごとの条件に従って退院サマリを作成してください。 日本語で表現してください。	【期間】 2003年12月20日～2004年1月10日 【主訴】 慢性糖尿病 【現病歴】 2000年11月に急性肺炎を発症し、その後慢性糖尿病をきたし、2001年5月に当科入院しインスリン導入。2003年8月に施行された上部消化管内視鏡検査の後から食事摂取量が減少し、低血糖が増えていた。CT・内視鏡の結果では食慾不振の原因は明らかではなく、12月頃から食慾不振が改善していた。同年10月にシックデイルールの説明がされていたが理解できておらず、同年12月に就寝前のランタスを中断、ノボリッドを半量の2.41と減らしたことから血糖コントロールが悪化しHbA1c 10.6%、尿ケトン1+となったため2003年12月20日、糖尿病教育入院で当科入院となった。 【既往歴】 CSM-頸椎症性脊髄症（C2/3）、重症急性肺炎治療後（胆石性）、周術期、経腸管経石術後（2000/6/20）、胆嚢摘出術、HTN、甲状腺右葉結節、左腎血管狭窄症、肝血管腫、胆管性胆管炎、甲状腺右葉結節（2.5cm）、下肢静脈瘤、2型糖尿病左足壊疽、治療後、皮膚科、上大静脈DVT→PE、血栓消失しワーファリン中止、左変形性股関節症 2001年頃から、右膝骨折 2002年頃、左大腿骨骨折 2001年頃 【家族歴】 父：脳卒中 兄：肺癌 妹：糖尿病（インスリン導入） フィードバックを表示 役立つ度合い：8 自然さ（医学的な妥当性）：6

再要約 フィードバックを更新

※個人情報保護のため一部内容を改変しています

電子カルテには「AIサマリー作成」ボタンを設置し、ボタンを押すとChatGPTが診療記録を要約する仕組みを導入しました。興味深いのは、診療科ごと、さらにはチームや個人ごとに「最適なプロンプト（指示文）」が異なることが分かったことです。そのため、各自がプロンプトをカスタマイズできるようにしています。

ハルシネーション例

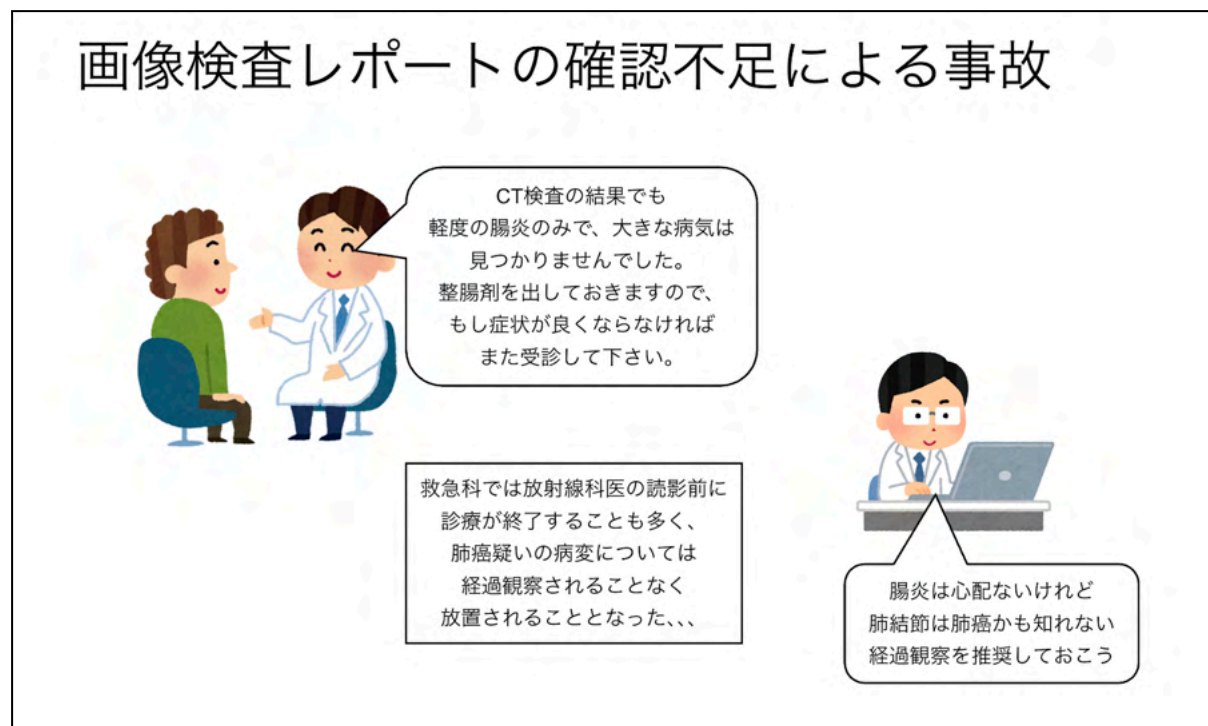
- ・日付を間違える
8月16日開始にも関わらず8月20日から治療開始と出力
- ・行っていない検査結果が出力される
プロンプトに「胸部XP：異常なし」のような出力例示
XP未実施なのに「胸部XP：異常なし」と出力されてしまった

GPT-4oでは1週間程度の経過の要約精度は比較的良好
長い経過の要約に関しては精度が十分ではなさそう

ただし、現在の大規模言語モデルには「ハルシネーション（誤情報を生成する現象）」という課題があり、慎重に運用する必要があります。今後は、この課題をどのように克服していくかが重要になります。ただ、この間違いをゼロにするのは非常に難しいのが現状です。いろいろとプロンプトを調整しているのですが、それでも例えば日付を間違えてしまったり、治療開始日は正しくても終了日が抜けてしまったりと、さまざまな問題が起こっています。

す。

こうした課題があるため、サマリー作成にAIを使うのはなかなか難しいというのが実感です。もちろん、いくつかの場面では活用されているのですが、時々利用が急に増えることがあり、理由を調べると「留学生が来ていて、英語のプレゼンをしなければならぬからChatGPTに下書きを作らせていた」というケースもありました。このように、一時的に活用されることもあります。



一方で、AIを画像診断の分野で医療安全に活用できないかと考え、試験的に導入している取り組みがあります。特に救急外来では、CT検査を行った後に放射線科の医師が読影をする前に、患者さんが診療を終えて帰ってしまうことがあります。その結果、実は小さな肺がんが写っていたのに見落とされる、という事例が発生することがあります。放射線科の医師はレポートに「肺がんの疑いがある」と記載するのですが、主治医がそれを見ないまま患者さんを帰してしまうことで、診断の遅れにつながることもあるのです。こうした事故を防ぐために、放射線科のレポートに「要対応」フラグを付与して管理していますが、完璧に事故を防ぐには至っていません。そこで、ChatGPTに放射線科のレポートと、その前後に記載されたカルテを読ませ、「CT画像に重要な所見があるが、主治医が気づいていない場合に警告を出す」というプロンプトを試しています。

プロンプト例

あなたは放射線科の医療安全管理責任医師です。以下はあるCT検査の依頼目的、結果のFindings、結果のImpressionが記載された画像報告書と、それを読んだ依頼医が記載したカルテ記事です。

この報告書に依頼医が全く予期出来ない生命予後に関わる重要所見（6mm以上の肺結節、肺腫瘍、間質性肺炎、腫瘍が疑われる所見、悪性新生物が疑われる所見、動脈瘤、動脈解離、伝染性の感染症、出血など）や画像報告書でフォローアップや精査が推奨されている所見が存在し、かつ、依頼医がその疾患の可能性や推奨事項に全く気付いていない場合にはunnoticed_important_findingsをtrueにして下さい。reasonには判定に至った理由を記載して下さい。

結果は下記のようなjson形式で出力して下さい。

```
{“unnoticed_important_findings”:false,  
“reason”:“重要所見が含まれるものの、専門外来受診が予定されている。”}
```



具体的には、このようなプロンプトを設定し、ChatGPTにデータを解析させます。そして、「これは見逃されると危ない」と判断されたケースがあれば、警告画面を表示し、救急科のセーフティマネージャーに通知が届く仕組みになっています。

ChatGPTにより要対応の可能性があることが検出されました

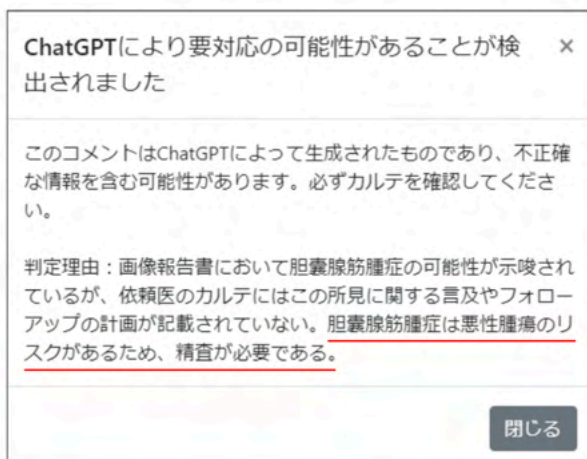
このコメントはChatGPTによって生成されたものであり、正確な情報を含む可能性があります。必ずカルテを確認してください。

判定理由：画像報告書に腹部大動脈の限局性拡張が記載されているが、依頼医のカルテにはこの所見に関するフォローアップや精査の記載がないため、依頼医がこの重要所見に気づいていないと判断した。

閉じる

現在、救急外来の先生方と協力しながら、プロンプトの調整を続けています。上記は導入初期のプロンプトで、幅広く拾いすぎて不要な警告が多かったため、どの程度の精度で運用するのが適切か、試行錯誤を重ねています。

ハルシネーション例



医療安全目的利用であれば
ハルシネーションの影響が臨床に適用
される前に必ずチェックが入る

ただ、残念ながらハルシネーションは完全には防げません。それでも、医療安全の分野では必ず最終的に人間がチェックを行うため、このような使い方であれば比較的安心して運用できるのではないかと考えています。

まとめ

- 従来型深層学習は画像に応用され病変検出や画質改善に利用
- 大規模言語モデルはカルテ要約に利用され始めているが、
ハルシネーションが課題

最後にまとめですが、これまでのディープラーニングは、画質の向上や病変の検出などに活用されてきました。一方で、大規模言語モデルが登場したことで、診療記録のサマリー作成など、より文章を扱う分野にも応用されるようになっていきます。先ほどの森川先生のお話では、比較的スムーズに受け入れられているという印象を受けました。しかし、私たちの病院では、プロンプトを細かく調整しても、特に入院期間が2週間以上の患者さんの場合、サマリーの品質が安定しないという課題があります。短期間の入院記録であれば比較的良い結果が得られるのですが、長期間の経過を要約するのは、まだ難しいと感じています。また、

ChatGPTは「医学的に重要なこと」と「患者さんにとって重要なこと」を区別できないことがあります。例えば、患者さんにとっては重要な出来事がしっかり記載されている一方で、医学的に大事な情報が抜け落ちてしまう、といったことが起こります。このあたりの優先度の調整は、現在のモデルではまだ限界があると感じています。そのため、今後は先ほどご講演にあったさくらインターネット様のような医療専用の大規模言語モデルを活用することが、より精度の高いサマリー作成や診療支援につながるのではないかと考えています。

橋田浩一/ 理化学研究所 革新知能統合研究センター グループ ディレクター

「パーソナルAIによるパーソナルデータの分散的活用と価値の
最大化」



パーソナルAI (PAI)による パーソナルデータの分散的活用と 価値の最大化

2025-03-18 橋田 浩一



革新知能統合研究センター
Center for Advanced Intelligence Project

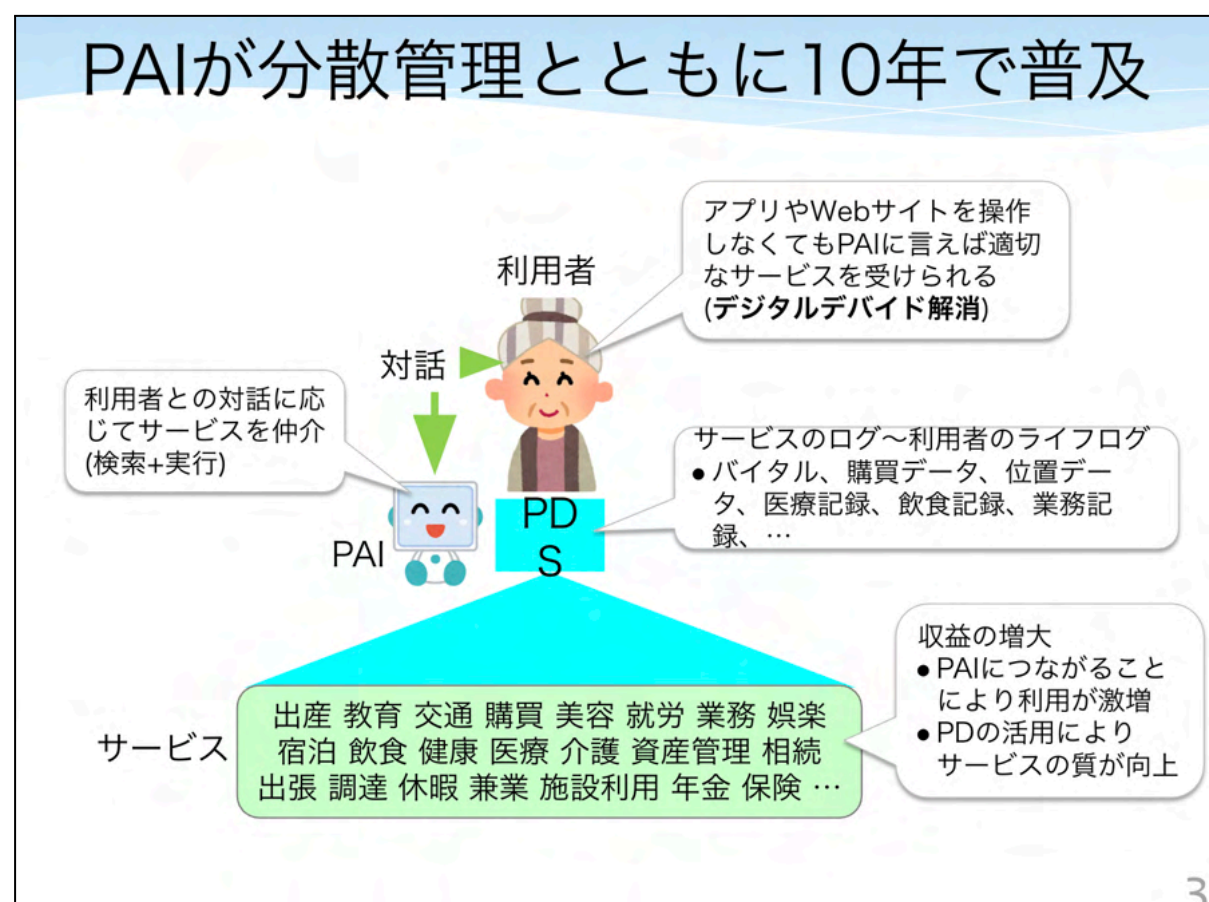
一見、医療とは関係なさそうなタイトルですが、後のスライドに医療の例が出てきます。

パーソナルデータ(PD)の分散管理

- 各個人についてPDを集約したいが、集約したPDの集中管理は危険なので、**管理を個人に分散**
 - ◆ 集中管理は多数の人々のデータが一挙に不正使用されるリスクを孕む
 - ◆ 分散管理にはそのリスクがなく、PDを本人の手もとに集めるだけでプライバシーリスクなしに名寄せされる
 - ◆ ただし、集団全体の最適化には集中管理が必須
 - * 課税、防災、教育、公衆衛生、治安維持、…
- 分散管理の方がPDを活用しやすいので**付加価値が大きい**
 - ◆ 1次利用…本人への介入のための活用
 - ◆ 2次利用…不特定多数の人のための活用

2

パーソナルデータ(PD)の分散管理をベースに、パーソナルAIが動きます。分散管理というのは、個人のデータをその人自身が管理する仕組みのことです。データを個人ごとにまとめることで便利になりますが、多くの個人のデータを一箇所で集中管理してしまうと、不正使用などのリスクが高まります。だからこそ、個人ごとに分散管理したほうが安全だという考え方です。集中管理だと、大量のデータが一気に流出するリスクがありますが、分散管理ならそういった危険を避けられます。また、データを個人の手元に置くことで、プライバシーを守りながら活用できるというメリットもあります。ただし、防災、教育、公共衛生、治安維持など、社会全体の最適化が必要な場合は、ある程度の集中管理が必要になるケースもあります。しかし、ほとんどのサービスでは分散管理のほうがパーソナルデータを活かしやすく、付加価値も大きいです。



パーソナルAIの仕組みですが、これは個人専属のAIがユーザーと会話をしながら、その人のニーズを理解し、最適なサービスを探して実行するというものです。技術的にはすでに可能になっていて、これが実現すると、いろんなアプリやウェブサイトを使わなくても、自分に合ったサービスを簡単に受けられるようになります。これによって、デジタルデバインドも解消されます。

また、サービス提供者にとっても、この仕組みを活用することで、今までデジタルツールを使わなかった層にもサービスを届けられるようになります。利用者が増えれば収益も増えるというわけです。

さらに、PDS（パーソナルデータストア）を活用すれば、過去のサービス利用データを保存して、別のサービスに応用することも可能になります。これにより、サービスの精度が上がり、より使いやすくなります。10年も経てば、このような状況になるのは当然と考えられます。

PAIのリスク管理は必須

- あらゆる仲介業務の自動化…GDPの30%の付加価値
- 潜在的メリットが大きい
 - ◆ 「確定申告しといて」
 - ◆ 「フライトと宿の手配と出張申請して」
 - ◆ 「靴が擦り減ってきたから買って」
 - ◆ 「あまり使っていないサブスクから退会して」
 - ◆ 「年金の手続きやっというて」
 - ◆ 明示的・暗示的ナッジによる行動変容
- リスクも大きい
 - ◆ アヤシげな壺を買わされる・ナゾの反社会团体に高額の寄付をさせられる
 - ◆ それで満足するように洗脳される
 - ◆ 秘密を握るPAIに脅迫される
 - ◆ PAIが勝手に有料サービスに登録する
 - ◆ 薬物中毒にされて薬物を買いつける
 - ◆ 判断に必要な情報が与えられず言いなりになる

4

これは非常に便利で、最終的にはあらゆる仲介業務を自動化することになります。仲介業務には、小売や卸売なども含まれます。この仕組みによって、GDPの約30%に相当する付加価値を生み出す可能性があります。ただし、これはBtoBサービスが重複してカウントされているため、GDP全体の30%ではなく、あくまでGDPの30%相当の付加価値という意味です。この技術の利点は非常に大きく、例えば確定申告を自動で行ってくれたり、出張申請を簡単に済ませてくれたりと、多くの業務を代行できます。また、個人の生活をより健康的で勤勉なものにするようにナッジをかけて行動変容をサポートすることも可能です。

しかし、パーソナルデータをフル活用できるようになると、非常に便利なサービスが提供できる一方で、リスクも大きくなります。例えば、AIによって不要な商品を購入させられたり、怪しい団体への寄付を促されたりする可能性も考えられます。2年ほど前にイギリスで大規模言語モデルと会話を続けた結果、自殺してしまった人がいます。このようなことを防ぐために、適切なリスク管理が必要です。

PAI的なもの: アリペイの対話AI機能



- アリババ配下の8千のミニプログラム(サービス)
- データはすべてアリババへ

現在、すでに「パーソナルAI」と呼べるようなものが登場しており、その一例が中国のアリババが提供する「アリペイ」です。これは基本的に中国国内向けのアプリですが、2024年10月頃からAIの対話機能が導入されました。例えば、「明日、北京の南駅から天津駅まで行きたい」と言うと、適切な交通手段を提示し、予約まで完了してくれるという仕組みです。

アリババのシステムは、約8,000のミニプログラム（APIのようなもの）を活用して情報を検索・提供します。ただし、このサービスはアリババのプラットフォーム内で閉じており、オープンな仕組みではありません。また、やり取りするデータはすべてアリババに送られるため、プライバシーの面で懸念を抱く人もいるかもしれません。

サービスマッチング

利用者がPAIに日常言語で質問

利用者のパーソナルデータに合うサービスをサービスカタログから抽出

利用者のパーソナルデータを用いてサービス利用申請書等を簡単に作る(ここまではパーソナルデータを他者に開示せず)

オンライン申請+その後のやり取りもこのアプリで

子育てのお金がほしい

こんなのがありますよ。

- 児童手当
- 荒尾市子ども未来基金
- 乗り合いバス(母子・父子家庭)

児童手当ですね。下の認定請求書を出しておきます。

児童手当認定請求書	
請求者	山本 美代
配偶者等	山本 武志
児童	山本 三太・久子
金融機関	熊本銀行 荒尾支店

はい、OK。

- サービスが標準APIで公開・カタログ化
- PAIがカタログをダウンロードして端末内でマッチング
- カタログに行政サービス、民間の商品やサービス、健康や育児の知識、...

6

そこで、より開かれた仕組みを作りたいと考えています。特に自治体の行政サービスから導入を進めるのが良いのではないかと考えています。基礎自治体には数百種類の行政サービスがありますが、多くの住民はその内容を十分に把握しておらず、適切な情報を得る手段も限られています。さらに探し当てたとしても、手続きが大変な場合が多く、それを自動化することを目指します。例えば、子育ての支援制度について知りたいときに「子育てのお金が欲しい」と尋ねると、「こういう制度がありますよ」と教えてもらえます。たとえば、児童手当を受け取りたい場合「この申請書を提出してくださいね」と案内してもらえる仕組みです。

この仕組みの背景には、PDS（パーソナルデータストア）があります。アプリ内に個人のさまざまな取引データが蓄積されており、自分自身の情報をしっかり持つことができます。そのデータによって申請書のフォームが自動的に埋められるので、手間が省けます。しかも、申請書を作成する段階までは、個人情報外部に送られず、提出時にのみ送信されるため、プライバシーも守られます。このサービスは、標準的なAPIで公開され、カタログ化されます。カタログには、行政のサービスだけでなく、民間企業のサービスや健康・育児に関する知識なども含める予定です。

広報マッチング

PAIが自治体の広報等から利用者に合った内容を選んで利用者に提示し、利用者が気に入ったものをタップ

利用者のパーソナルデータを用いてサービス利用申請書等を簡単に作る(ここまではパーソナルデータを他者に開示せず)

オンライン申請+その後のやり取りもこのアプリで

- PAIが自治体や企業の広報や広告から利用者に合うものを選ぶ
- サーバなし、アプリだけで運用可能

イベントのご案内です。

- 令和6年度「宮崎兄弟の生家 牡丹茶会」(裏千家堀田宗和社中、宮崎兄弟の生家施設)
- テーラー乗車体験 (荒尾千潟保全・賢明利活用協議会)

牡丹茶会ですね。下記の申込をしておきます。

令和6年度「宮崎兄弟の生家 牡丹茶会」参加申込

氏名	山本 美代
参加日	3月2日(日)
同伴者	なし

はい、よろしく。

これに参加しませんか。

- 自閉症の子に関する相談 (NPO法人キッズケア)

また、情報の取得方法も工夫されています。たとえば、自治体のLINEやX（旧Twitter）アカウントをフォローして広報情報を受け取ることは一般的ですが、それを個人向けにカスタマイズできます。たとえば、ユーザーに合ったイベント情報をパーソナルAIが提示してくれて、申し込みまでスムーズに進められるようになります。

さらに、特定の支援を必要とする人への情報提供も可能です。たとえば、自閉症の子どもを育てる親向けの相談サービスを提供するNPOが市役所から自閉症の子どもがいる家庭のリストを入手することはできません。しかし、個人が「自閉症の子どもがいる」という情報をPDSに持っていれば、それに合った支援情報をパーソナルAIにより受け取ることができます。しかも、これらの処理はすべて個人の端末内で完結するため、サーバーなしでアプリだけで安全に運用できます。

PAIアプリの用途拡大と普及

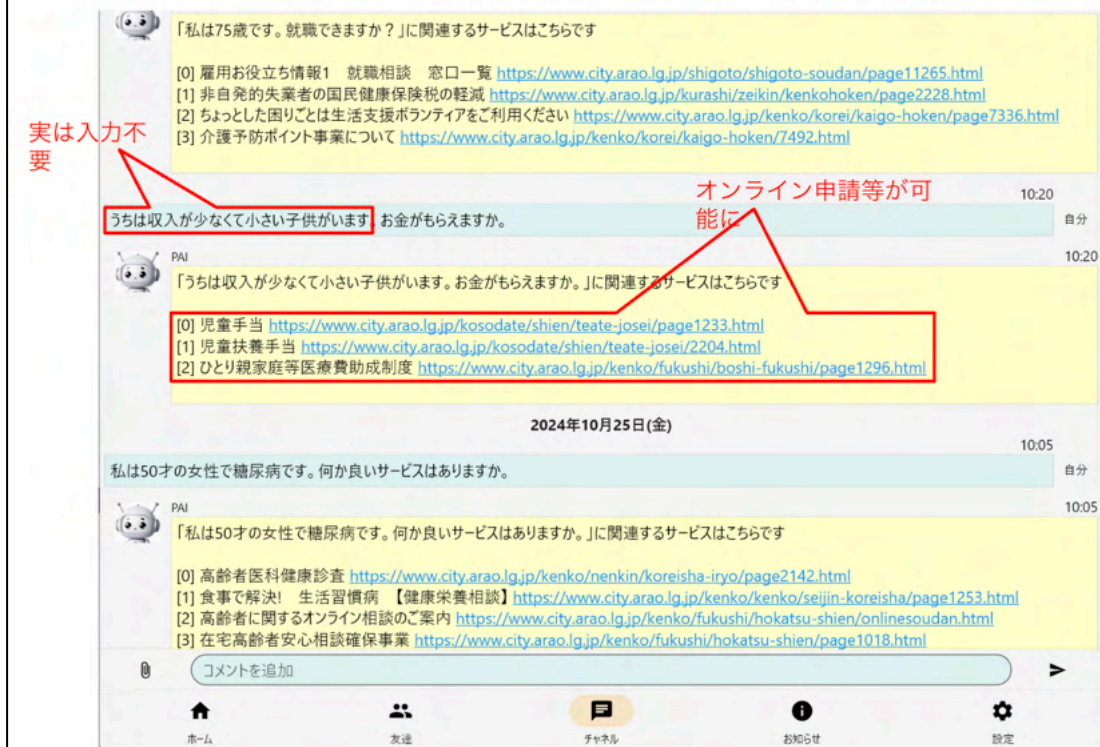
- 民間事業者の商品やサービスのマッチング
 - ◆ 数百～数千事業者の会員カードやクーポンやポイントを1つのアプリに統合
 - ◆ クーポン利用やポイント更新のデータを事業者が収集・分析
 - 知識のマッチング
 - ◆ 健康や育児に関するアドバイス
 - サブアプリ
 - ◆ 災害対応、健康管理、疾病管理、介護、教育、…
- 各住民が利用する店舗や施設のいくつかがこの仕組みを使っていれば、そこでアプリの利用を勧められるので、ほぼ全住民にアプリが広まる。

8

この仕組みは、行政サービスにとどまらず、民間のサービスにも活用でき、幅広い普及が想定できます。たとえば、スーパーやレストランの会員カードやクーポン、ポイントを一つのアプリに統合できれば、日常的に利用する機会も増えてきています。特に、地域のお店と連携すれば、市民の多くが自然とこのアプリを使うようになるでしょう。事業者にとっても、クーポンの利用状況やポイントの更新データを活用できるため、マーケティングに役立ちます。さらに、育児や健康管理、災害対応、教育、介護などの情報提供もカタログに入っていれば個人の用途にあった情報の提供が可能です。日々の生活に役立つアドバイスを受け取ったり、関連サービスを簡単に利用できたりするようになります。現在、この仕組みは熊本県荒尾市（人口5万人ほど）と共同研究を進めており、5月末から6月にかけて実証実験を予定しています。また、つくば市でも導入を検討しており、将来的には全国展開を目指しています。

開発中のサービスマッチング

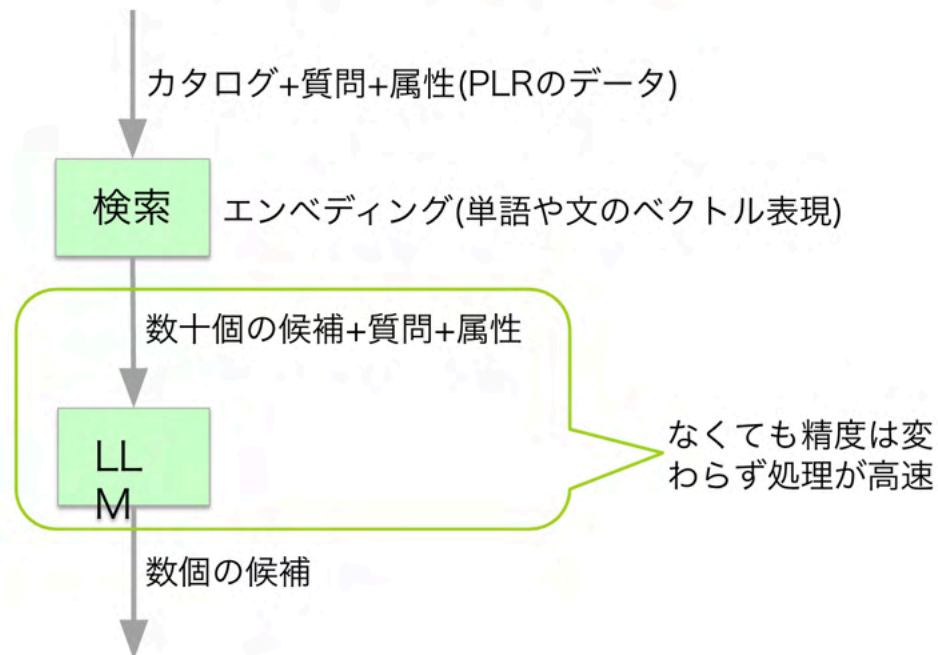
すでに従来のチャットボット等よりはるかに高精度



これはサービスのマッチングの部分を試作したものです。また、パーソナルデータが手元があれば、入力の手間を省くことができます。それから、この部分をクリックすると市役所のウェブサイトへ飛ぶのではなく、申請書のフォームが直接表示されて、必要な情報を少し追加するだけでオンライン申請ができるようになります。

~~RAG: Retrieval Augmented Generation~~

生成ではなく検索



10

最初は大規模言語モデル（LLM）を使っていました。カタログと質問をセンテンスエンベディング検索にかけて候補を数百から数十個に絞り込み、さらにLLMに通して5個程度に絞るという方法を試していました。でも、よく考えると、この工程は不要でした。なぜなら、やりたいことは「検索」であり「生成」ではないからです。生成AIを使う必要がなく、検索だけで十分だったので、LLMの使用をやめました。現在は、センテンスエンベディングのみを使い、同等の精度を維持しつつ、処理速度は5倍以上に向上しています。実際、多くのユースケースでは、LLMを使わず検索だけで十分なことが多いですし、そのほうがハルシネーションのリスクもないので、むしろ良いのではないかと考えています。マッチングの場面では、明らかに検索だけで十分です。

利用者のパーソナルデータ

マイナポータルから取得 + 申請等のたびに
少しずつ入力

性別	女性	×
血液型	A	×
誕生	2006-10-23 23:19	×
親	人●性別女性	×
	人●性別男性	×
兄弟姉妹	人●性別男性	×
自宅	日本〒864-8686熊本県荒尾市宮内出目390番地	×
在学	有明高等学校 日本	×
	荒尾海陽中学校 日本	×
	万田小学校 日本	×
疾病	COVID-19	×
	おたふくかぜ	×
けが	骨折(左鎖骨)	×
	捻挫(右足首)	×
身長	162.5cm	×
体重	52.7kg	×
資格	英検2級	×
自己紹介	控えめな性格 心配症 辛いものが好き	+

11

具体的なアプリの開発も進めています。ユーザーのパーソナルデータは画面上でこのように表示されます。例えば、マイナポータルの自己情報取得APIを使ってデータを取得することもできます。また、申請書を提出する際、すでに持っているデータを使って自動入力し、不足分を補う形にすることも可能です。これらのデータは蓄積されていき、より便利に活用できるようになります。

サービス/広報の内容と条件(API)

2025年02月01日(土)
~ 03月19日(水)

広報 ●扶養人●疾病自閉症
自閉症相談会(NPO法人キッズケア)
自閉症のお子さんを持つ方々のご相談を受け付けています。<https://kids-care.org/counseling.html>

2025年02月28日(金)
~ 03月28日(金)

広報 📌範囲[扶養>人>生年月日]> 2006年3月31日
児童手当(荒尾市役所)
子育てをしている方を経済的に支援します。<https://www.city.arao.lg.jp/kosodate/shien/teate-josei/page1233.html>

2025年03月12日(水)
~ 03月20日(木)

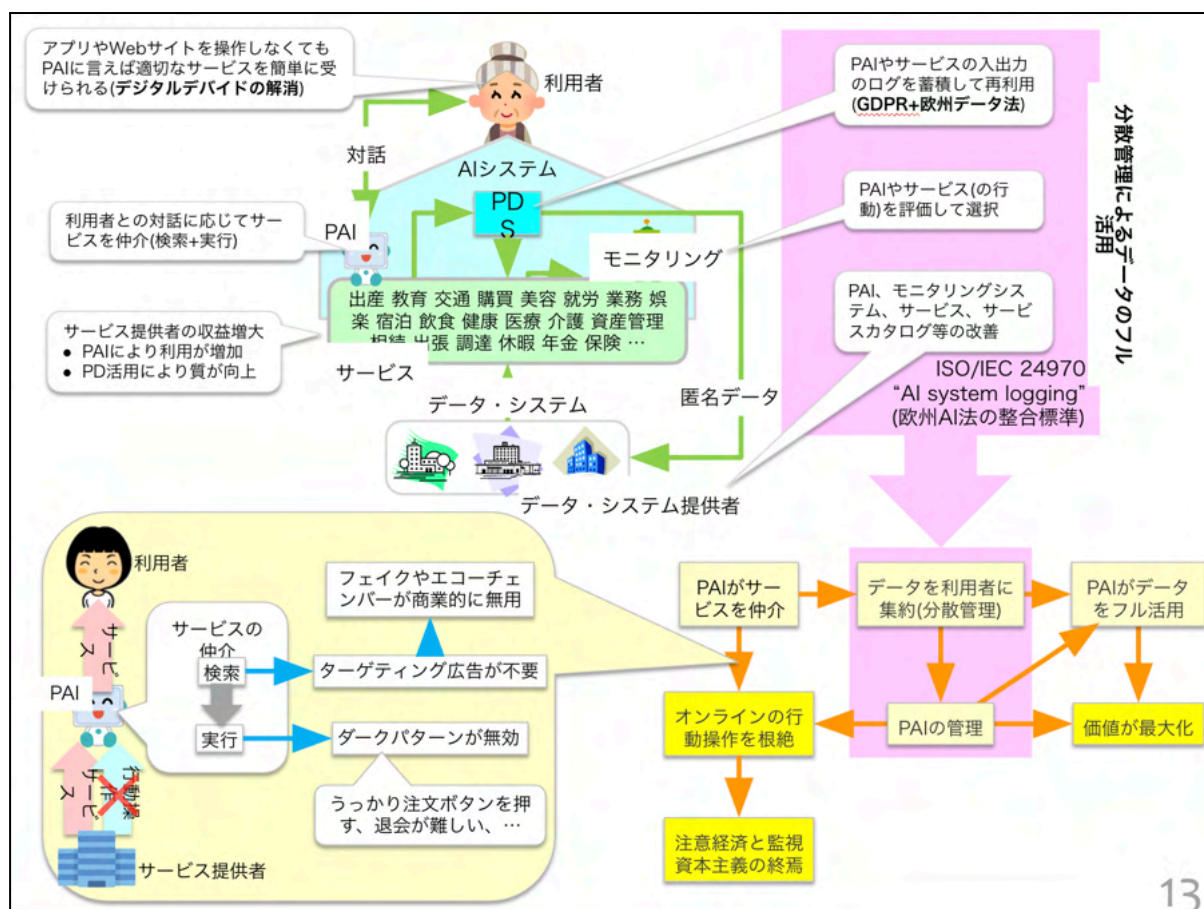
広報
📌または(●勤務日本〒864-0004熊本県荒尾市宮内,●自宅日本〒864-0004熊本県荒尾市宮内)
宮内春祭(宮内春祭実行委員会)
クーポン券を配布します。<https://www.miyauchi.co.jp/springfest/coupon/>

このサービスを受けられるのは自閉症の子を持つ人

児童手当を受給できるのは2006年3月31日より後に生まれた子を扶養している人

春祭のクーポンがもらえるのは宮内で働いているか住んでいる人

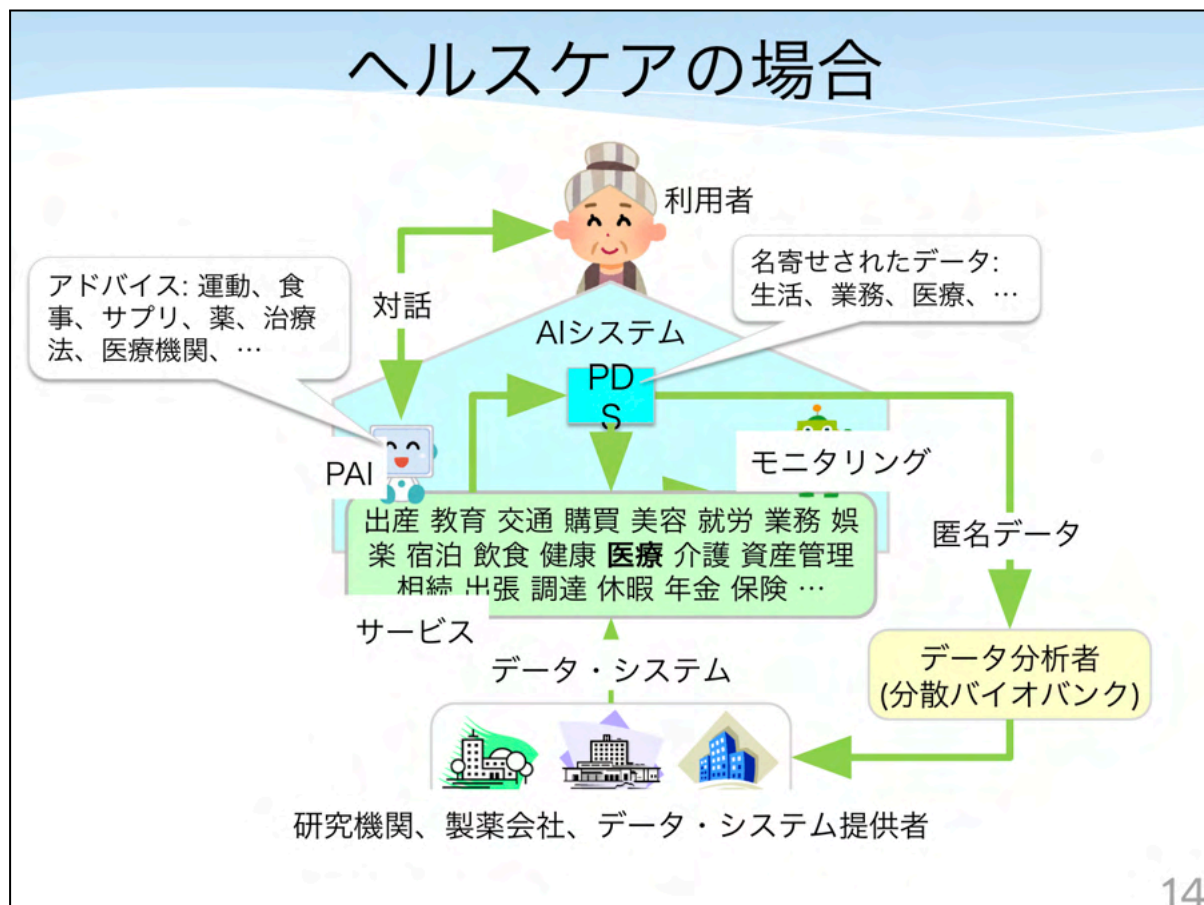
このサービスの基本的な仕組みとしては、例えば、児童手当のような制度を利用する場合、その条件を満たしている人にものみ通知が届くようになっています。「扶養している子どもの生年月日が2006年3月31日より後である」などの条件をチェックして、自動的にメッセージを選別することができます。



普及のポイントとしては「デジタルデバイドの解消」と「事業者の協力」が重要です。また、こうしたシステムを運用するうえでのリスク管理も欠かせません。そのためには、適切な法制度の整備が必要になります。私たちは法律を作る立場ではありませんが、ちょうど良いタイミングで国際的な標準化の動きに関わる機会を得ています。

例えば、ヨーロッパのAI法（AI Act）の第12条は「レコードキーピング（記録保持）」に関する規定です。これは、AIシステムのログを記録してリスク管理に活用するということです。その詳細に関する標準規格は、本来はヨーロッパの標準化団体が作るはずですが、一部は国際標準化機関（ISO/IEC）でも策定されています。私はそのISO/IECのAIシステムロギング標準（ISO/IEC 2970）の策定に関わっており、現在CD（Committee Draft）コンサルテーションの段階です。この標準には、主に3つのポイントを含めています。それらを一言で言うと、AIシステムの入出力ログを蓄積し、システムの管理や運用に再利用して活用するということです。ヨーロッパでは、GDPR（一般データ保護規則）と欧州データ法（Data Act）により、個人が自分のデータを管理しやすくする仕組みが整っています。これを活用すれば、一次利用、二次利用共に、パーソナルAIがユーザーのデータを適切に管理し、有効に利用できるようになります。パーソナルAIがサービスの仲介をすることで、オンラインでの不正な行動操作を防ぐことができます。サービスの仲介には「検索・マッチング」と「手続きの実行」の2つの段階があります。検索・マッチングが多くの商品・サービスに及べば、ターゲティング広告は不要になります。ターゲティング広告がなくなると、そ

れに注意を引くためのフェイクニュースやエコーチェンバー（情報の偏り）が商業的に意味を持たなくなります。つまり、現在のSNSのビジネスモデルが崩れることになります。また、手続きの実行段階で、ユーザーインターフェースをサービス提供者ではなくパーソナルAIが担うようになれば、サービス提供者が仕掛ける「ダークパターン」（ユーザーを不本意な行動へ誘導するデザイン）が無効になります。その結果、フェイクニュース、エコーチェンバー、ダークパターンといったオンライン上の行動操作がなくなり、「アテンションエコノミー」や「サベイランスキャピタリズム(監視資本主義)」といった現在のインターネットビジネスの問題点が解消される可能性があります。



こうしたパーソナルAIの仕組みをうまく活用すれば、医療やヘルスケアの分野にも応用できます。パーソナルAIが、運動・食事・サプリメント・薬・治療法・適切な医療機関の選択などをアドバイスすることも可能です。PDS（パーソナルデータストア）に生活習慣や健康データが統合されていれば、個人が一次利用として自分の健康管理に活用できます。また、適切に匿名化したうえで研究機関や製薬会社、データ・システム提供者などが二次利用することも考えられます。さらに、多くの個人のAIシステムからデータを集約し、分析結果をデータユーザー（研究機関など）に提供するような仕組みを作れば、より効率的な医療データの活用が可能になるでしょう。これを「分散型バイオバンク」と呼ぶこともできるかもしれません。

セッション3：産業界から「AIで変革する医療健康システム」

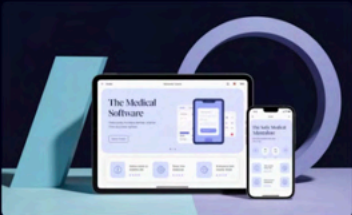
鈴木晋/ 株式会社Cure App開発統括取締役/医師
「生成AI時代の治療アプリ」





本日お話しするのは「デジタルセラピューティクス」、日本語で言うと「治療アプリ」についてです。私たちの会社に取り組んでいる分野なのですが、まずは治療アプリがどのようなものなのか、そして生成AIを活用することでどのように新しい治療が生まれてくるのかについて、お話ししたいと思います。

DTx (Digital Therapeutics)



DTx is a type of SaMD
SaMD: Software as Medical Device
国が承認するプログラム医療機器の1つ



DTx is clinically proven to be effective
治験などで効果が示されたソフトウェア



DTx enables collaboration between patients and doctors
医師が患者に処方し連携する

デジタルセラピューティクス、つまり治療アプリは「DTx」と略されることもあります。DTxは「SaMD (Software as a Medical Device)」つまりソフトウェア医療機器の一種です。これは国が「治療効果がある」と承認したもので、医療機器として認められたソフトウェアです。治療アプリは、薬と同じように臨床試験を行い、治療効果が証明されたものだけが薬事承認を受け、保険適用の対象となり、市場に流通することができます。これまでのヘルスケアアプリとは異なり、誰でも自由にダウンロードして使うのではなく、医師が患

者さんにアプリを「処方」する形で提供されます。つまり、病院で診察を受けた際に「この病気にはこのアプリを使いましょう」と医師が処方する仕組みになっています。このように、医師の処方を通じて患者さんと連携するのが特徴です。患者さんがアプリに入力したデータは、医師が診察時に参照することができ、より適切な治療につなげることができま
す、これらがDTxの概要です。

CureApp: Advancing DTx in Japan

3 of the 5 approved apps in Japan are from CureApp.
国内で承認された5つのDTxのうち3つはCureAppによるものである



CureApp SC

DTx for Nicotine Dependence

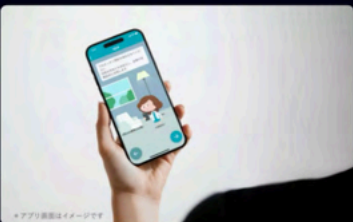
- Japan's first approved DTx (2020).
- Includes a patient/doctor app and a CO monitor.



CureApp HT

DTx for Hypertension

- Japan's first standalone DTx (2022).
- Adopted by over 3,500 medical institutions nationwide.



CureApp AUD (tentative)

DTx for Alcohol Use Disorder

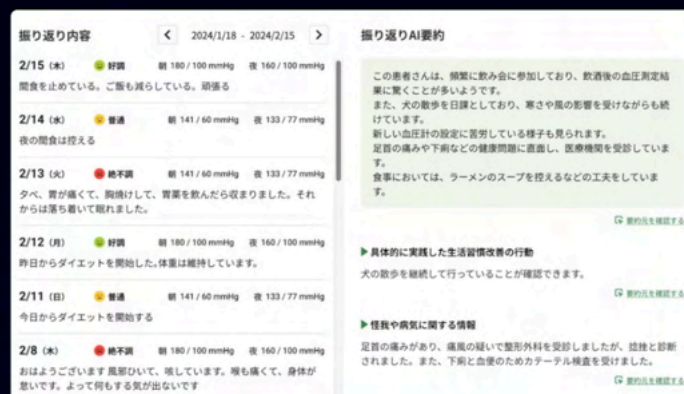
- Approved in February 2025.
- Primarily designed for patients with mild symptoms.

私たちの会社「キュア・アップ」は、日本国内で承認されている5つのDTxのうち、3つを開発しています。具体的には、左側からQupApp SC（ニコチン依存症治療アプリ）、QupApp HT（高血圧治療アプリ）QupApp AUD（アルコール依存症治療アプリ ※仮名称）の3つです。特にQureApp SCは、2020年に承認されました。CureApp HTは2022年に販売され、現在3500以上の医療機関で導入されています。また、日本では最近、AD小児向けのADHDの治療用ゲームアプリや、不眠症の治療アプリも承認されており、DTxの活用が広がっています。

Current DTx powered by Generative AI

生成AIはすでに現行の治療アプリに活用されている (CureApp HT)

Summarizing



- Displays a summary of the patient's daily journal.
- Helps doctors quickly understand the patient's condition at home.

Classification (OCR)



- Allows input by simply taking a photo of the blood pressure reading.
- Compatible with most types of blood pressure monitors.

さて、DTxと生成AIの関係についてですが、実はすでに現行の治療アプリにも生成AIが活用されています。活用方法は大きく2種類あります。左側が要約タスクです。これは、患者さんが1日の振り返り、日記のようなものを書き、それを一定期間続けた後、医師が診察の際に活用できるようにするものです。しかし、すべての記録を医師が確認するのは大変な作業になります。そこで、AIが要点をまとめ、「患者さんがどんなことを頑張っていたか」「どんなことを相談したいのか」といった情報をAIが整理し、医師に提供します。このような要約機能は、すでに導入されています。

右側はOCR（文字認識）技術の活用です。本来、血圧計のデータはBluetoothで連携できますが、接続に時間がかかり、ストレスを感じることもあります。そのため、写真を撮るだけで数値を読み取る仕組みを導入しました。どんな血圧計でも対応できるようになり、利便性が向上しています。このように、生成AIはすでに治療アプリに組み込まれていますが、さらに進化させることが可能です。



Beyond the Current Use: Generative Tasks

The use of Generative AI in DTx has so far been **limited to controlled outputs**, such as **classification and summarization**. However, to **maximize the value of Generative AI**, we should explore **generation tasks**. For **behavioral change**, AI can provide **personalized action recommendations** by considering the individual's **bio-psycho-social profile**. A **conversational AI** could guide users with **optimal actions** tailored to their unique characteristics.

生成タスクの活用で、個人の特徴を考慮した行動変容の促進が可能に

今日お話ししたいのは、より発展的な「生成タスクの活用」です。これまでの活用例は、要約や分類のように比較的应用域を確保しやすい分野でした。PMDA（医療機器の承認機関）とも相談しながら開発を進め、医療機器が不適切な発言をしないよう慎重に調整しなければなりません。その結果、要約やOCRのような機能は認められやすいのです。しかし、生成AIを活用すれば、さらに治療の可能性を広げられるはずです。

AI as Your Personal Health Coach



Adaptable to Infinite Variations

Content adapts to a wide range of variations in job type, lifestyle, and knowledge level.

職業や生活習慣、知識レベルなどに応じてコンテンツを出し分ける



Setting Achievable Goals

AI compares your **lifestyle** with your **treatment needs** to help define **realistic, personalized goals**. It acts as a **coach**, making healthy actions easier to follow.

現実的に実現可能な行動目標を提案し、行動変容をサポートする



Empathy-Based Adaptive Dialogue

The conversational interface allows users to consult until they fully understand. It also provides a safe space for discussing difficult topics.

AIとの対話で、理解するまで聞けるし、辛いことも相談できる

例えば、パーソナルヘルスコーチのような役割を果たすことができると考えています。人は、生物学的な特徴だけでなく、心理的・社会的な側面も持っています。つまり、その人のおかれた社会的環境によっても健康は日常的に変化します。例えば、シフトワーカーの方は夜に働き、朝に寝る生活をしている方もいるため、一般的な「朝の血圧を測りましょう」というアドバイスが適切ではない場合があります。このように、人それぞれの生活習慣に合わ

せた究極の個別化が求められます。従来のアルゴリズム（エキスパートシステム）では対応が難しい部分ですが、生成AIを活用することで、より柔軟に個人の状況に対応できるようになります。

また、目標達成のサポートも可能です。血圧管理では「運動」「食事」などの基本的な要素は変わりませんが、その人の状況に合わせてどのように実践するかをAIと相談しながら決めることができます。例えば、「今日は疲れたから明日にしよう」といった相談にも対応し、時には励まし、時には無理をしない選択肢を提示できるようになります。さらに、相談機能の充実も期待できます。現在の治療アプリでは、あらかじめ用意された選択肢の中から相談内容を選ぶ形式ですが、生成AIを活用すれば、個々の悩みにより柔軟に対応できる対話が可能になるはずです。

case1: Avoiding Impulse Purchases



"That meat has a bit too much fat. Try choosing one with more lean cuts."
"You're in the snack aisle, but considering your weekly goals, maybe it's best to skip it for now."

A smartphone alone can't understand your surroundings.

- Real-time advice through wearable devices.
- A shopping experience that feels like having a coach by your side.

カメラ、マイク、スピーカーによって生活のなかでフィードバックを与えることができる

日常生活のなかでの診断や治療にも活用できる

ここまでお話ししたのは、治療アプリ単体での生成AI活用についてですが、これにデバイスの技術を組み合わせることで、さらに可能性が広がると考えています。これから、そのお話をしていきます。このスライドには「衝動買いを避ける」と英語で書いてありますね。そして、この買い物をしている方は、首に何かをかけています。これはカメラやマイク、スピーカーがついたデバイスなんです。何をしているのかというと「このお肉は脂が多いから、もう少し脂の少ないものを選んだ方がいいですよ」といったアドバイスをしてくれるんですね。今まではアプリで学んで「なるほど、そうか」と理解して終わりでしたが、これはリアルタイムで一緒に買い物をするようなイメージです。「今は買わないで」、「お菓子コーナーを通らないで」といったアドバイスをその場でしてくれるんです。ただ、社内でも「首輪をつけられているみたいで嫌だ」といった声もありました。でも、これは行動を変えるための"ナッジ"になると考えています。

case2: Talking with "the Master of the House"



"You walked 12,000 steps today. That's quite a lot!"
"What did you have for lunch? I didn't see a record, so just checking."
"I'll be asleep tomorrow, so let's stick to the usual routine."

The plush toy takes on the role of "the master of the house."

- By not being a carry-around device, it creates a **natural presence**.
- Having a caregiver around all the time can be overwhelming.
- The right amount of **distance** helps maintain long-term engagement in therapy.

持ち歩かないデバイスによって、見ていない時間もつくる
常に監視ではなく、相談、報告できる存在

もう一つの例が「マスター」と話すというもの。これはぬいぐるみなんですが、「今日は1万2000歩も歩いたんですね、すごい！」と褒めてくれます。これも治療アプリの一つです。あえて、すべての食事を把握しないなど、すべての情報を取得しない設計になっています。つまり、この設計が重要である理由は「持ち歩かないデバイス」である点にあります。全ての情報を把握していると、常に監視されているような印象を与えます。一方で、先ほどのデバイスは持ち歩くタイプでしたが、今回のデバイスは持ち歩かないことにより、デバイスを使用していない時間を作り出すことであえて安心して相談できるコーチのような存在がいる環境を構築できるのではないかと考えています。こうした行動変容への活用だけでなく、たとえばパーキンソン病の進行評価にも役立てることができるでしょう。患者の歩行や手の動きを評価し、フィードバックを提供することで、より適切なケアが可能になると考えています。

case3: Your BP Monitor, Your Guide



"Lately, you've been mindful of your diet, and your numbers are stabilizing!"

"If you have any concerns about your treatment, let me know."

A Blood Pressure Monitor with a Built-in Therapy App:
Simplifying the medical service experience.

👨‍⚕️ Doctor: "There's a smart blood pressure monitor designed for treatment."

👤 Patient: "That's perfect! I didn't have one."

対話型血圧計を医師が処方するというスマートな治療体験へ

最後に紹介するのは、血圧計自体が家でコーチングの役割を果たす可能性についてです。血圧計を用いて測定をしながら「今日はこんな一日だった」といった情報を入力したり、それに基づいて「食事は何を摂取しましたか?」と問いかけることで「明日はこの食品を控えたほうがよいでしょう」といったアドバイスを提供できる可能性もあります。このように対話型血圧計を医師が処方することで、よりスマートな医療体験が実現できるのではないかと考えています。

Regulatory Challenges



Safety Concerns

Health risks due to harmful instructions

AIによる意図せぬ出力による健康被害



Quality Concerns

Difficulty in controlling outputs, including hallucinations

期待する品質レベルを担保できない



Security and Privacy Concerns

Risk of sensitive personal health data being leaked or used for AI training

機微な情報の流出や学習

ここまで、技術の可能性についてお話ししてきましたが、ここからは現実的な課題について触れていきます。現在、規制の壁が大きく立ちはだかっています。安全性、品質、セキュリティ、プライバシーといった観点からの厳しい基準が存在しています。本日のセミナーの議論でも、これらの課題をどのように乗り越えるかがテーマの一つになっていました。

Navigating Regulatory Concerns with Technology

Advanced technological solutions can help address regulatory challenges in DTx:



AI Auditing

Automated systems that continuously monitor and verify AI outputs to ensure compliance with medical regulations and patient safety standards.

別なAIによる出力の監視によって安全性を担保する



High Fidelity Model

Precise, well-trained AI models that minimize hallucinations and produce reliable, consistent therapeutic guidance backed by clinical evidence.

グラウンディングを強制するモデルを利用しハルシネーションを防ぐ



Edge AI

On-device processing that keeps sensitive health data local, reducing security risks and addressing privacy concerns in digital therapeutics.

デバイスで推論を完結させる

私自身、これらの課題をどのように解決できるかについて考えており、技術の力で対応したいと考えています。ただし、技術だけでは解決できない部分もあることを強調しておきます。規制当局としっかり協議し、合意形成を図りながら進めることが不可欠です。私たちの企業もこれまでそのような取り組みを続け、デジタル治療（DTx）の分野で実現を重ねてきました。しかし、アプリの機能を単に制限することで規制をクリアするのではなく、技術によって課題を克服したいと考えています。

具体的には、次の3つの技術的アプローチを検討しています。左側は、AIオーデitingグといって、出力内容を別のエッジAIで監視し、安全性の問題を回避するものです。例えば、明らかに不適切な発言や高齢者に過度な運動を推奨するなど誤ったアドバイスが行われないよう監視するものです。

真ん中は、ハイフィデリティモデルと言ってハルシネーション（誤情報生成）を防ぐ仕組みです。最近では、NotebookLMのようなツールが登場し、出力内容に対して根拠を付与する「グラウンディング」が可能になってきています。これにより、生成される情報の正確性が向上することになります。

右側は、エッジデバイスAIです。デバイス上で処理を完結させることで、プライバシーの問題を解決するというものです。データをクラウドに送信せず、個人の端末内で分析・処理を行うことで、安全な環境を提供することができます。

Summary

Already in Use

- 生成AIはすでに治療アプリに使われている
- 要約タスク、分類タスクなど出力が制御しやすい領域で採用されている

Ultimate Personalization

- 生成タスクを利用し、個人に合わせた介入が可能に
- 対話型インターフェイスで行動変容の実効性を向上

Accelerate with Devices

- センサ、アクチュエータと連動しさらなるUXを提供
- 敢えて常に携帯しない体験設計も重要

Overcome Regulatory Concerns

- 品質、安全、セキュリティなどの懸念事項
- 当局と相談しつつ、技術的な課題解決を

まとめになりますが、現在、治療アプリはすでに生成AIを活用しています。ただし、主に要約タスクや分類タスクといった、出力の制御がしやすい領域に限られています。しかし、今後は生成タスクを活用し、より個々の患者に最適化した介入を実現していきたいと考えています。また、センサーやアクチュエータとの連携によって、より高度なUXを提供していきます。さらに、規制の壁を乗り越えるため、品質や安全性、セキュリティの課題を技術的に解決し、当局と協議しながら推進していきます。

湊和修/ 株式会社テックドクター代表取締役CEO

「医師-患者間の分かり合えなさに取り組むAIとデジタルバイオマーカーの取り組み」



Promote Understanding Between Physicians and Patients Using Digital Biomarkers and AI

医師-患者間の分かり合えなさに取り組む AIとデジタルバイオマーカーの取り組み

株式会社テックドクター 代表取締役
湊 和修 Kazumichi Minato

株式会社テックドクター 取締役代表医師
慶應義塾大学医学部リウマチ・膠原病内科
泉 啓介 Keisuke Izumi



5

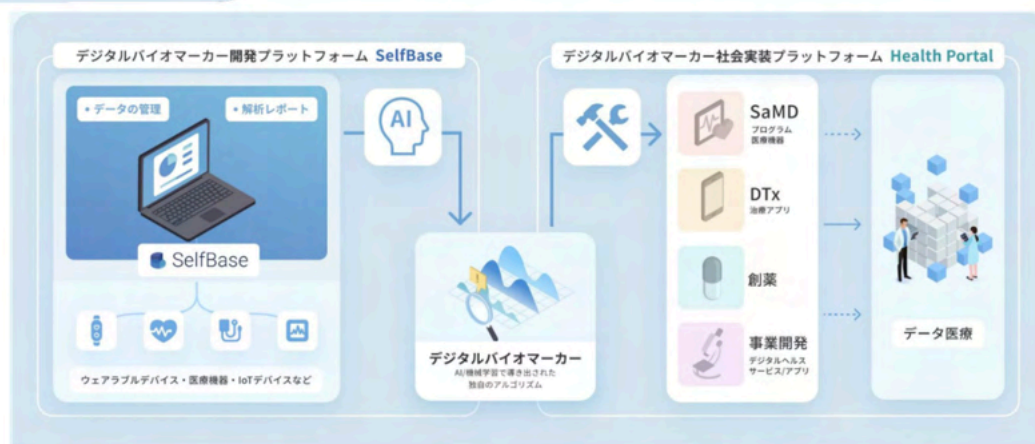
私たちは、デジタルバイオマーカーの開発に取り組んでいます。村井先生のご著書にもあるように、AIやインターネットが医療の未来を変えていく可能性があります。今日は、患者と医師の間にAIをどのように活用していくかについて、先生方と一緒に議論できればと思っています。私たちは慶應発のベンチャー企業で、最近シリーズBの資金調達を完了しました。

多くの企業、特に国内の製薬会社の皆様にご支援をいただきながら、デジタルバイオマーカーの研究を進めています。診断が難しい疾患に対して、デジタルデータを活用し、診断をより容易にすることを目指しています。

Solutions 提供ソリューション

ウェアラブルデバイスや医療機器などから取得した大量のデータを解析し、デジタルバイオマーカー開発やプログラム医療機器の開発、および“データ医療”の提供を実現していきます。

TECH DOCTOR



デジタルバイオマーカーとは

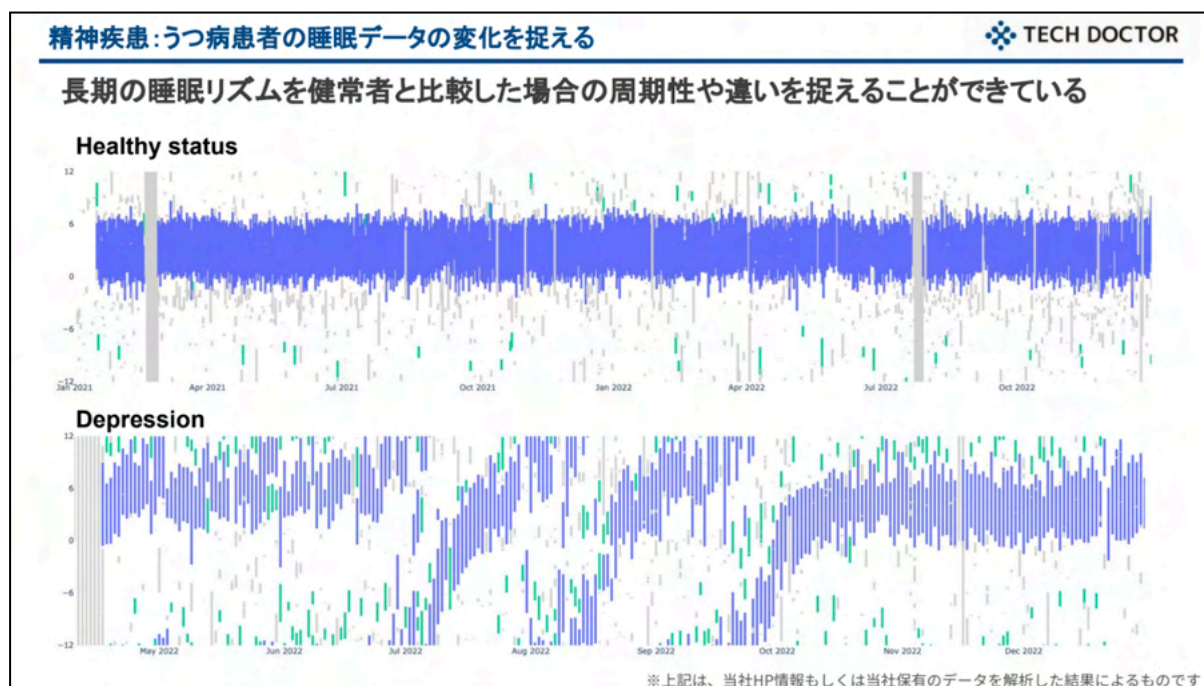
ウェアラブルデバイス等のデジタル機器から得られるデータを取得・解析し、病気の有無や治療による変化を客観的に可視化する指標。診療および医薬品の研究開発に活用することが期待されています。

将来的にAIが診断を担う可能性があるとしても、私たちは診断支援の役割にとどまると

考えています。そのためには、AIが病気の状態を正しく理解することが重要です。そこで、私たちはウェアラブルデバイスや日々のデータを用いて、疾患の状態を可視化し、デジタルバイオマーカーとして活用する研究を行っています。これにより、治療アプリや創薬の分野でもAIの可能性を広げることができると思っています。



デジタルバイオマーカーの研究は、海外でも広がりを見せています。創業当初は「おもちゃのような技術」と言われることもありましたが、現在ではウェアラブルデバイスの精度も向上し、例えば研究上では、感染症の評価にも活用できるようになっています。



連続的なデータを分析することで、新たな疾患のパターンや診断指標が見えてきていま

す。例えば、健常者とうつ病の患者の睡眠パターンを比較すると、下がうつ病の方のデータですが睡眠時間が徐々にずれていく様子が分かります。こうしたデータの活用によって、これまで医師が経験的に捉えていた病気の兆候を、より明確に捉えられるようになります。

また、肺の外科手術後の回復状況を数値化し、患者が在宅でどの程度回復しているかを評価することも可能になっています。ある程度の強度での運動の後に、どれほど心拍数が戻っているかを可視化することも可能です。

課題

医療現場では治療に必要な情報は十分ではない

1日82名
の患者を医師は診察
一人あたり3.5分 (+入替4分)

Value in medicine is not just about curing.





医療現場では、多くの医師が1日に約80人の患者を診察しており、一人当たりの診察時間はわずか数分という状況です。しかし、ウェアラブルデバイスを活用すれば、24時間365日のデータを取得し、これまで診察室で得られなかった情報を活用できるようになります。これにより、医師と患者の関係のあり方も変わっていくかもしれません。大きく言ってしまえば、ウェアラブルデバイスとそれがもたらすデータは、人類が初めて手に入れて目にしているもので、今後大きくその変化を目にしていこうと思います。

ウェアラブル医療機器の世界市場規模は、
2023 年 11兆7,620億円と推定
2024 年 13兆2,020億円
2032 年 47兆6,717億円に成長
年平均成長率 17.2%

慢性疾患や生活習慣病の有病率の増加
が、ウェアラブル医療機器の販売を促進



タフツ大学医薬品開発研究センターの分析によると、デジタルエンドポイントの使用は、**医薬品開発者は毎年平均約 35 件の研究を開始**

Digital Medicine Society (DiMe) のデジタル エンドポイント ライブラリから取得した 164 件の臨床試験と 393 件のデジタル エンドポイントが含まれています。中枢神経系 (CNS、35.4%)、糖尿病 (20.7%)、心血管 (14%) の臨床試験は、デジタル エンドポイントが最も頻繁に採用されている治療領域

CLINICAL RESEARCH NEWS
Clinical Trials to the Clinic

Digital Endpoints Gaining Ground in Industry-Sponsored Trials

By Deborah Berlin

July 16, 2024 | A recent analysis of interventional clinical trials by the Tufts Center for the Study of Drug Development (CSD) has found that use of digital endpoints has been growing rapidly since 2015 with drug developers now initiating an average of about 35 such studies each year. News of the uptick isn't entirely surprising, given mounting evidence that the approach "can improve operational performance and ease patient burdens in clinical trials and in clinical practice, while [generally] yielding financial net benefits to developers," according to Joe DiMeo, Ph.D., research associate professor at Tufts CSD.

Willingness to experiment with digital endpoints is partly a reflection of the growth and use of wearables, DiMeo says. The high adoption rate of internet-connected sensors (59%) and continuous glucose monitors (CGMs, 34.7%), the technologies involved in the creation of almost 80% of digital endpoints in clinical trials, is likewise a mirror of their widespread use in clinical settings and increasing prevalence in the general population.

アメリカでは、デジタルバイオマーカーの開発が進み、すでに393件以上のデジタルエンドポイントが開発されています。私たちも国内外の製薬企業と協力し、20種類以上の疾患に対応するデジタルバイオマーカーを開発してきました。

これにより、診察室の中だけでは分からなかった病状を知ることができます。また、患者が自宅にいながら病状の変化を把握できるようになり、医療の新たな可能性が広がっています。

AI-Based Care

AIに基づくケアの世界

個別の患者ごとの状態変化を把握し 疾患管理をすることが可能になる

Enables us to identify and assist with changes in the condition of each individual patient.

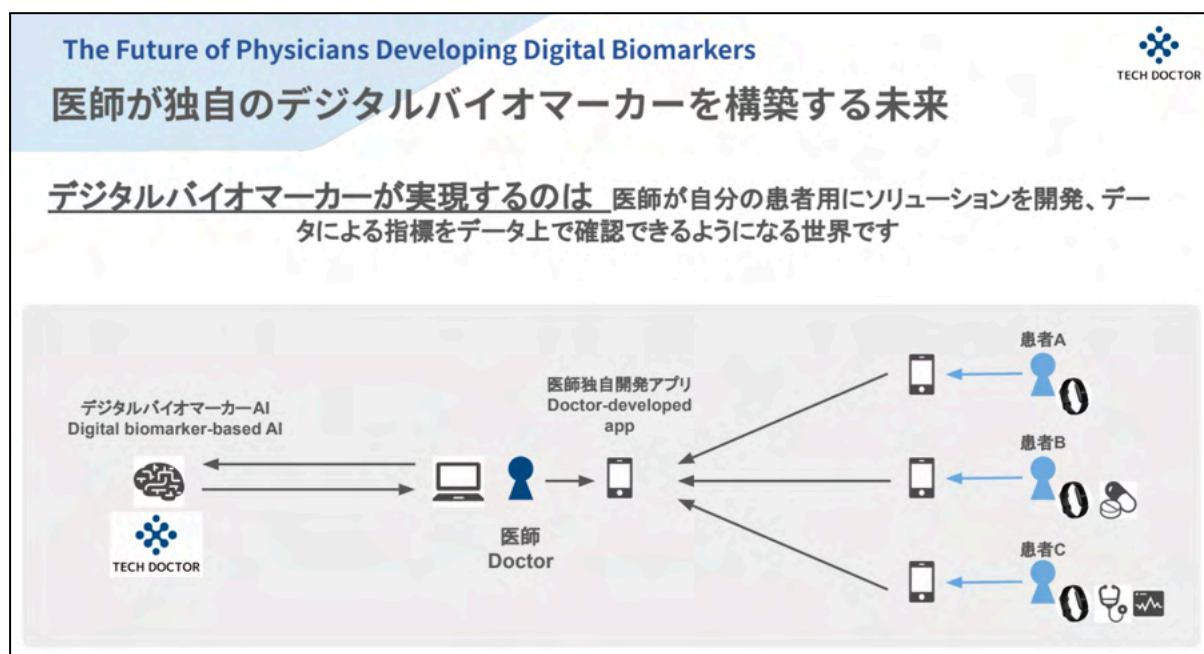


私たちは、精神科の研究チームから生まれた企業であり、精神疾患の診断・治療支援に特に注力しています。精神疾患は50種類以上の診断名がありますが、同じ診断名でも患者ごとに状態は異なります。その個人ごとの変化を的確に捉えるために、デジタルバイオマ

カーを活用することが有効だと考えています。



この技術を活用することで、医師が1日に診察できる患者の数を超えて、より多くの方の状態を把握し、診断支援を行うことが可能になります。データに基づく疾患管理をアプリを経由して行うことによって、診断をAIに委ねるのではなく、医師が患者の目の前にいなくとも、医師の判断を支えるという形で、より高い医療を提供することが私たちの目標です。



未来の医療においては、医師ごとに自身のデジタルバイオマーカーを活用し、自身の診断ノウハウをデジタル化することで、医師のクローンのようなものを活用できるようになり、より多くの患者に最適な診療を届けることができるかもしれません。

泉啓介/ 株式会社テックドクター取締役代表医師, 慶應義塾大学医学部/東京医療センターリウマチ・膠原病内科

「医師-患者間の分かり合えなさに取り組むAIとデジタルバイオマーカーの取り組み」



ここからは、具体的な事例として、リウマチ・膠原病内科分野におけるデジタルバイオマーカーの活用について、私、泉が発表させていただきます。現在、私は医学部（信濃町）や東京医療センターのリウマチ・膠原病内科に所属しております。本日は、医療現場でどのように活用されているのかをご紹介します。

まず、関節リウマチについてお話しします。私たちの診療科では最も多く診る疾患の一つです。関節の炎症により、痛みや腫れが生じ、放置すると変形につながることもあります。日本には約70～100万人の患者さんがいらっしゃり、女性が男性の約4倍の割合を占めています。発症しやすい年齢は30代から50代です。

Effects of exercise on RA

関節リウマチにおける運動の影響

Exercises to improve function of the rheumatoid hand (SARAH): a randomised controlled trial

Sarah E Lamb, Esther M Williamson, Peter J Heine, Jo Adams, Sukhdang Dsouza, Melina Ditsaki, Matthew J Glover, Joanne Lord, Christopher McCloskey, Vivian Nichols, Anwar Rahman, Martin Underwood, Mark A Williams, on behalf of the Strengthening and Stretching for Rheumatoid Arthritis of the Hand Trial (SARAH) Trial Team*

Summary
Background Disease-modifying biological agents and other drug regimens have substantially improved control of disease activity and joint damage in people with rheumatoid arthritis of the hand. However, commensurate changes in function and quality of life are not always noted. Tailored hand exercises might provide additional improvements, but evidence is lacking. We estimated the effectiveness and cost-effectiveness of tailored hand exercises in addition to usual care during 12 months.
Methods In this pragmatic, multicentre, parallel-group trial, at 17 National Health Service sites across the UK we randomly assigned 490 adults with rheumatoid arthritis who had pain and dysfunction of the hands and had been on a stable drug regimen for at least 3 months, to either usual care or usual care plus a tailored strengthening and stretching hand exercise programme. Participants were randomly assigned with stratification by centre. Allocation was computer generated and unmasked to participants and therapists delivering treatment after randomisation. Outcome assessors and all investigators were masked to allocation. Physiotherapists or occupational therapists gave the treatments. The primary outcome was the Michigan Hand Outcomes Questionnaire overall hand function score at 12 months. The analysis was by intention to treat. We calculated cost per quality-adjusted life-year. This trial is registered as ISRCTN 89956343.
Findings Between Oct 5, 2009, and May 10, 2011, we screened 1606 people, of whom 490 were randomly assigned to usual care (n=244) or tailored exercises (n=246). 438 of 490 participants (89%) provided 12 month follow-up data. Improvements in overall hand function were 3.6 points (95% CI 1.5-5.7) in the usual care group and 7.9 points (6.0-9.9) in the exercise group (mean difference between groups 4.3; 95% CI 1.5-7.1; p=0.002). Pain, drug regimens, and health-care resource use were stable for 12 months, with no difference between the groups. No serious adverse events associated with the treatment were recorded. The cost of tailored hand exercise was £356 per person; cost per quality-adjusted life-year was £9549 with the EQ-5D (£37941 with imputation for missing data).
Interpretation We have shown that a tailored hand exercise programme is a worthwhile, low-cost intervention to provide as an adjunct to various drug regimens. Maximisation of the benefits of biological and DMARD regimens in terms of function, disability, and health-related quality of life should be an important treatment aim.
Funding UK National Institute of Health Research Health Technology Assessment Programme (NIHR HTA), project number 07/32/05.

• 適度な運動は機能維持に重要
 • 一方、運動は炎症も惹起する
 • 個々人の適切な運動量は分かりにくい

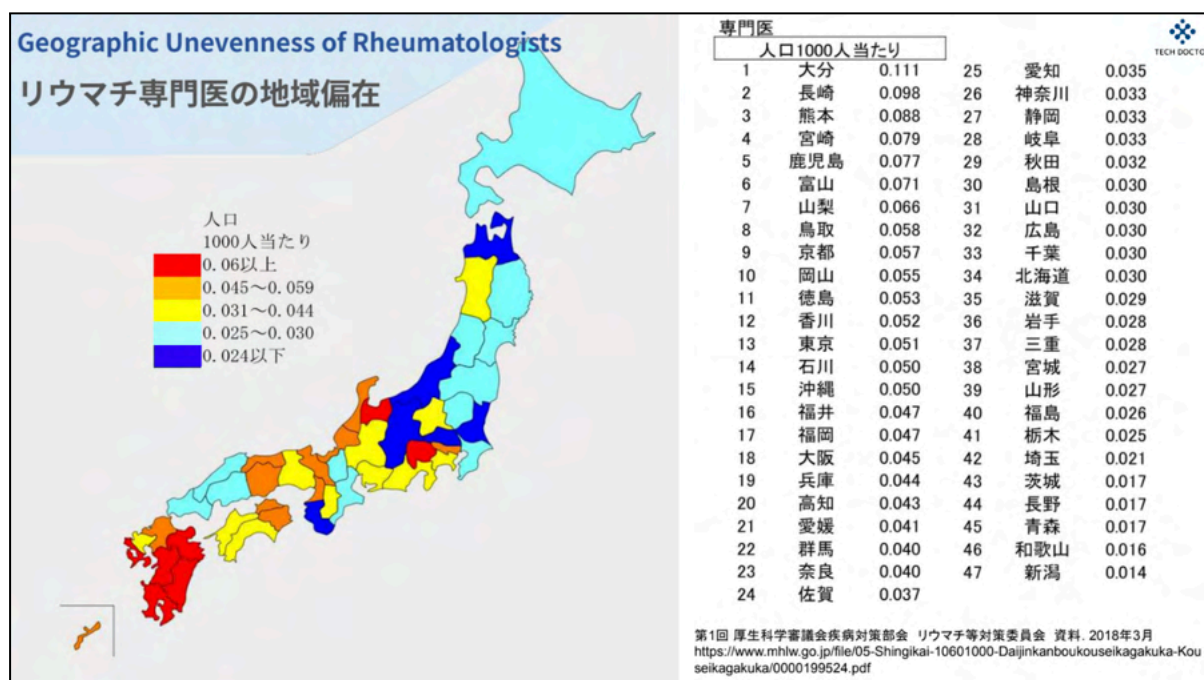
	Mean change from baseline (95% CI)	Mean treatment difference (95% CI)	p value	Number of participants confirmed
	Usual care	Exercise		
Full-hand grip force (Newtons)				
4 months	7.35 (2.43-12.28)	15.55 (10.17-20.93)	0.0129	400
C-reactive protein [log transformation]				
4 months	-0.18 (-0.32 to -0.03)	0.04 (-0.11 to 0.19)	0.0093	322

運動量

筋力低下
関節可動域制限

炎症の悪化
関節の変形

運動の影響が大きく、患者さんから「週末にテニスをして大丈夫でしょうか」といった質問をよく受けます。しかし、明確にお答えするのが難しく、「痛くない程度に適度に運動してください」などとアドバイスすることが多いのが現状です。運動している最中は問題なく感じて、その日の夜や翌日以降に関節炎が悪化し、動けなくなる程度になることもあります。一方で、運動不足も筋力の低下や関節可動域の制限につながるため、個々の患者さんにあった適切な運動量の指導が難しいという課題があります。



次に、関節リウマチ専門医の地域偏在についてです。地域によって専門医の数に大きな差があり、人口当たり「西高東低」で、特に九州地方で多く、北・東日本で少ないです。例えば、大分県と新潟県では約10倍の差があります。

国立研究開発法人 日本医療研究開発機構
Japan Agency for Medical Research and Development

採用情報 情報公開 アクセス お問い合わせ メールマガジン登録 Google 検索

AMEDについて 事業紹介 公募情報 事業の成果 ニュース

トップ > 公募情報 > 令和3年度「医療機器等における先進的研究開発・開発体制強化事業（健康・医療情報活用技術開発課題）」の採択課題について

公募情報 令和3年度「医療機器等における先進的研究開発・開発体制強化事業（健康・医療情報活用技術開発課題）」の採択課題について

採択内容

国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）は、令和3年度「医療機器等における先進的研究開発・開発体制強化事業（健康・医療情報活用技術開発課題）」（公募期間：令和3年4月28日から令和3年5月31日）を実施する委託研究開発先について、課題評価委員会（別紙）において厳正な審査を行った結果、以下の通り、採択研究課題を決定しましたのでお知らせいたします。

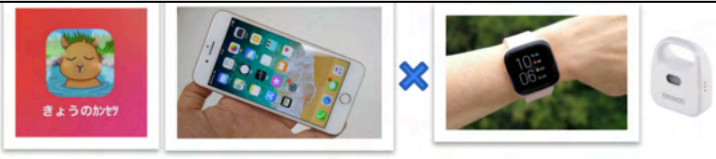
公募課題2：神経・運動機能障害分野に該当する健康データを医療現場等で活用する手法の研究開発

研究開発課題名	研究開発代表者名	所属機関	役職
関節リウマチの遠隔診療に向けたIoTデジタルデバイスによる日々の生体データ活用法の確立	金子 祐子	慶應義塾大学	教授

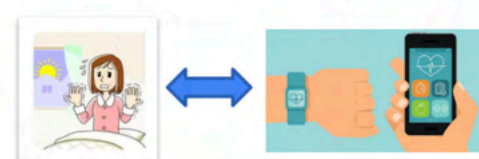


こうした課題を解決するために、2021年から日本医療研究開発機構（AMED）の援助を受け、当科（医学部リウマチ・膠原病内科）の金子祐子先生を研究代表者として、関節リウマチの遠隔診療を目指したIoTデジタルデバイス活用の研究を進めてきました。

目的



- スマホとウェアラブルを用いて、活動量等のセンシングデータと自記式の日々の関節症状の程度を記録し、関節症状とセンシングデータとの関連を明らかにする



- さらに、センシングデータから関節症状の程度が推定できるような機械学習アルゴリズムを開発することを目指す。



具体的には、患者さんにウェアラブルデバイスとスマートフォンを貸与し、スマートフォンで症状を記録していただきました。これにより、デジタルデータと患者さんの主観的な症状との関連を分析し、将来的にデジタルデータから症状を予測できるようにすることを目指しました。

研究開発項目1

日常の症状を簡便かつ詳細に把握する方法の開発
および診療の質向上への有用性確立

1-3

日常の症状と生活・環境要因の関連性解明

- ・腕時計型ウェアラブルデバイスによって日々の身体活動量、睡眠状況、心拍変動を記録
- ・ポータブル環境センサーで、気温、気圧、照度、騒音や気象情報を収集
- ・生活環境要因と日々のリウマチ症状との関連性証明と、機械学習による症状予測モデルを開発



成果：日常の症状と生活・環境要因が日常症状に与える影響を解明し、セルフモニタリング・リモートモニタリングによる身体負荷管理や薬剤使用が可能となる

この研究では、Google Fitbitを活用し、歩数や脈拍、睡眠データを収集しました。また、私が約10年間開発してきた関節リウマチの患者報告アウトカム（PRO）/診療記録収集アプリ（きょうの坎セツ）を用い、患者さんの症状等を記録しました。さらに、小型の環境センサーを併用し、収集されたデータの関連性を分析しました。

評価項目



慶應義塾大学医学部 リウマチ・膠原病内科

東京医療センター



1) 主要評価項目

- ・12週時患者医師間の共同意思決定の達成度 (SDM-Q-9日本語版)
- ・寛解・低疾患活動性達成率 (CDAI)

2) 副次的評価項目

- ・診療および服薬のアドヒアランス（継続率）
- ・12週時 患者の医師への信頼度、患者の受療満足度
- ・12週時 関節評価、検体検査、患者評価と日々の患者症状および活動量等の生体センシングデータや環境パラメータとの関連性

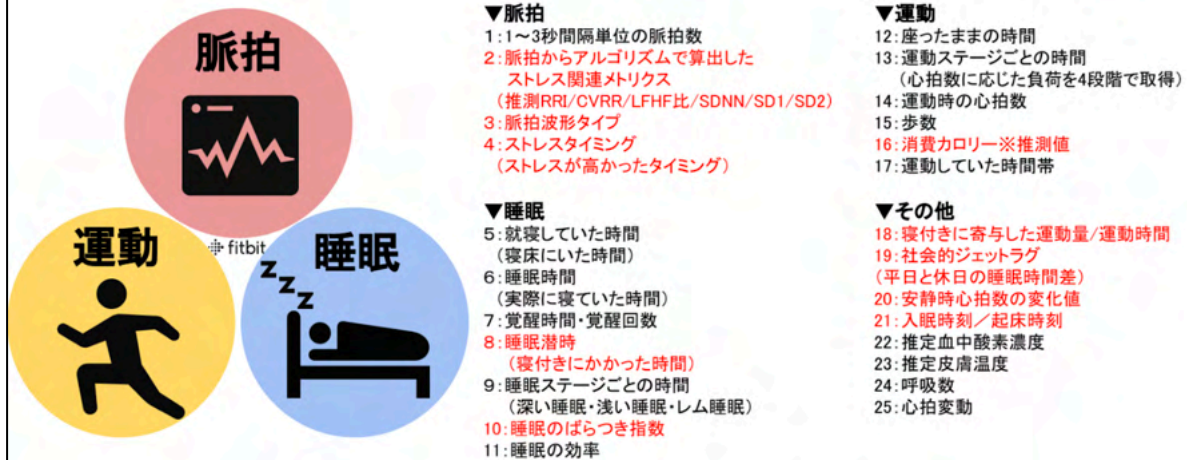
目標症例数: 150例



12週間の研究期間中、4週間ごとに患者さんに来院していただき、合計150人の患者さんの登録を目標にデータを収集しました。

Fitbit[®]からは主に下記のデータ取得が可能

※赤字で示している項目については、テックドクター社で独自解析した値



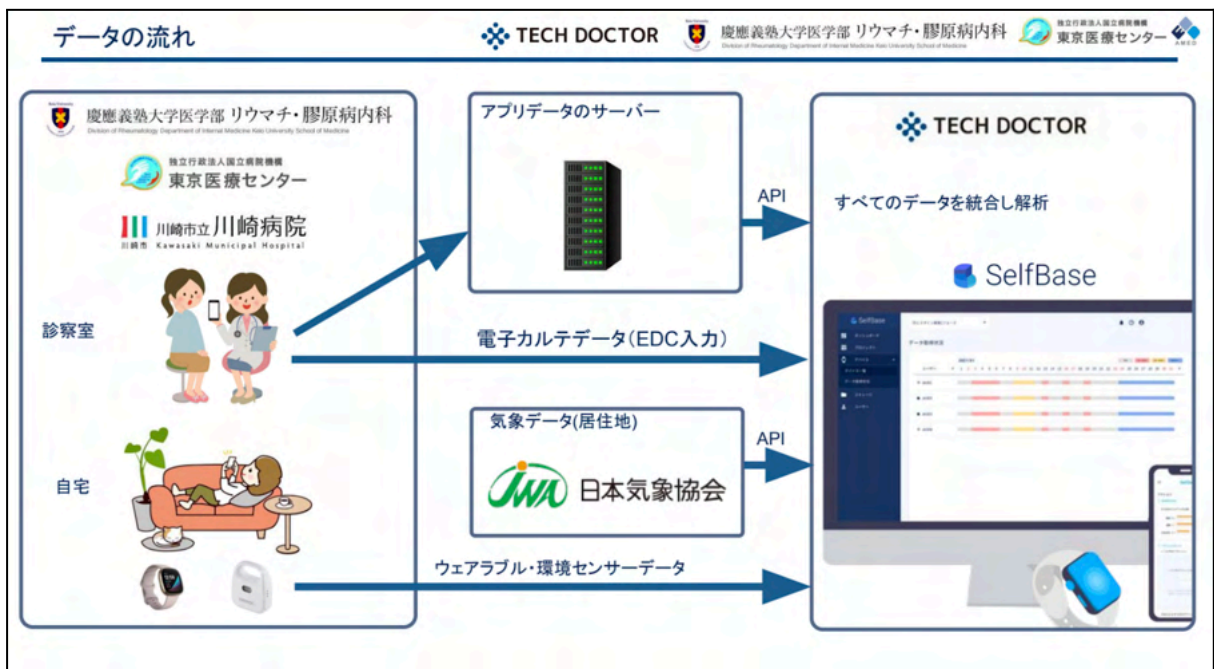
Google Fitbitのデータからは、脈拍に関するデータ、睡眠、日中の活動量、運動の強度などが得られます。最近では、推定血中酸素濃度 (SpO2) や皮膚温、呼吸数などの指標も取得できるようになっています。



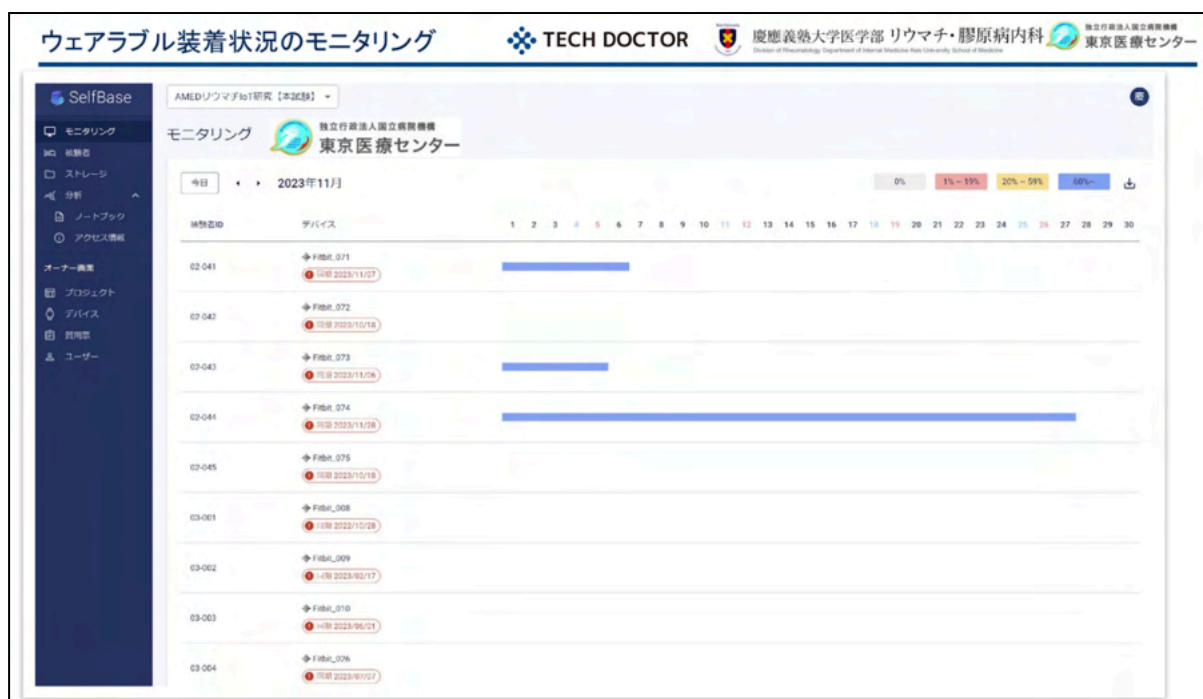
患者さんの症状記録は、専用のアプリとウェブベースのダッシュボードで管理されます。患者さん自身が写真を撮ることもでき、画像解析を用いた研究も進めています。これにより、日々の関節の状態や治療の経過を一目で把握できるようになっています。



医師向けのダッシュボードでは、これらの情報を電子カルテと連携させることを試みています。ただし、電子カルテのセキュリティ上の制約があるため、QRコードを活用する形でデータを取り込んでいます。



この研究には3つの病院が参加し、診療データやウェアラブルデバイスのデータをクラウド上のデータベースに集約しました。



また、ウェアラブルデバイスの装着状況をリアルタイムでモニタリングすることで、アドヒアランスを高める取り組みも行いました。装着状況が悪い方には、個別に確認を行いました。

関節リウマチの疾患活動性を評価する方法として、ゴールドスタンダードとされているものがあります。

まず、28の関節における圧痛関節数と腫脹関節数をカウントします。さらに、患者が自身の状態を評価するために、0cmから10cmのビジュアルアナログスケール（VAS）を用いて記録を行います。同様に、医師も患者の状態を評価し、同じく0cmから10cmのスケールを用いて記録します。これらの指標を合算したものが「Clinical Disease Activity Index（CDAI）」と呼ばれる疾患活動性指数となります。

次に、ウェアラブルデバイスから得られたデータと関節リウマチの疾患活動性との関連について説明します。まず、1つ目の結果として、歩数が多い状態ではCDAIが低く、疾患活動性が低い傾向にあることが確認されました。因果関係は明らかではありませんが、有意な関連が認められました。

一方で、意外な結果として、睡眠中の心拍の上昇がCDAIの上昇、すなわち疾患活動性の悪化と関連していることが示されました。同様に、睡眠中の交感神経活動の亢進や日中の心拍数の増加傾向も、関節リウマチの疾患活動性が悪化している状態と関連していました。相関係数を算出したところ、これらのデジタルバイオマーカーのCDAIとの相関は0.3程度でした。

相関としては低い値ではありますが、従来の診療で用いられているCRPや赤血球沈降速度（ESR）とCDAIとの相関も同様に0.3程度であり、従来の血液検査とウェアラブルデバイスから得られる指標はCDAIの相関の強さに関して同程度であることが分かりました。

次に、機械学習を用いた解析を行い、多変量解析による疾患活動性指標の緩解判定を試みました。CDAIおよびSimplified Disease Activity Index (SDAI) を基準にしたアルゴリズムを構築した結果、ROC曲線のAUCが0.8を超える精度を示すものもありました。

さらに、ウェアラブルデバイスと環境センサーのデータを用いて、3日後の患者の痛みを予測する試みも行いました。サンプル数は限られていましたが、AUCは0.7程度、F1スコアは0.5程度の結果となり、今後の発展が期待されるデータが得られました。

また、ウェアラブルデバイスのデータと患者の基本情報（性別、年齢、身長、体重）を用いて、CRP値が正常上限の0.14を超えるかどうかを分類するモデルを構築しました。その結果、ROC曲線のAUCが0.8を超える精度を示すモデルも得られました。

デジタルバイオマーカーのポテンシャル

TECH DOCTOR

慶應義塾大学医学部 リウマチ・膠原病内科

独立行政法人国立病院機構 東京医療センター

本研究で見いだされたデジタルバイオマーカーが役立ちそうなこと:

(患者さんにとって)

- ・セルフケアに役立つ
- ・"Shared Decision Making: 患者医師間共同意思決定"の向上



(主治医にとって)

- ・従来の診療にデジタルバイオマーカーを組み合わせることで、より正確かつ効率的に患者の状態を把握しうる
- ・遠隔診療に役立つ可能性がある
- ・デジタルバイオマーカーを参考にすることで薬剤切り替えの適切なタイミングなどの参考になる



👉 診療技術の均てん化

(製薬企業、医療機器企業、CROにとって)

- ・デジタルバイオマーカーはアンケートと違い客観的な指標であるため、とくに多国籍での臨床試験において文化の違いに関係なく、薬剤の効果や安全性を測る上での新たなエンドポイントになる可能性がある



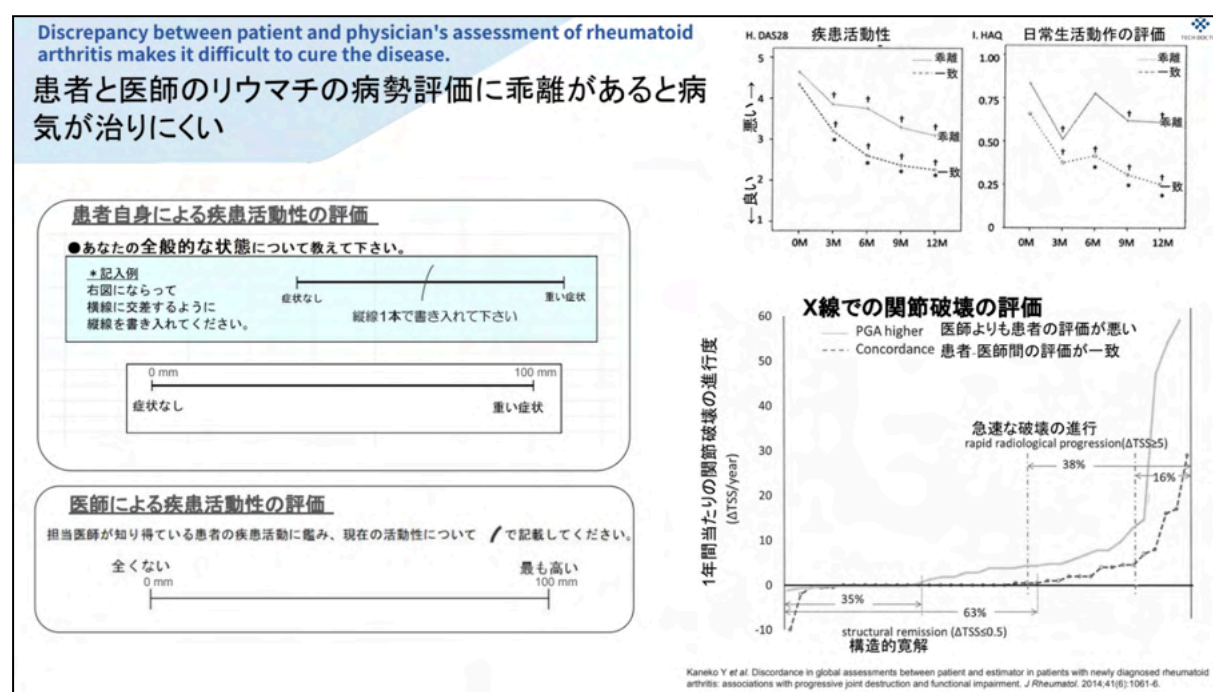
以上の結果から、デジタルバイオマーカーの有用性について以下の点が示唆されます。まず、患者自身が自身の状態を数値化することができるため、shared decision making（共同意思決定）の向上に寄与する可能性があります。

また、従来の診療スタイルにデジタルバイオマーカーを加えることで、これまで点のみで得られていた情報が、自宅での情報も得られることにより線として捉えることが可能となり、より効率的に疾患の状態を把握できる可能性があります。

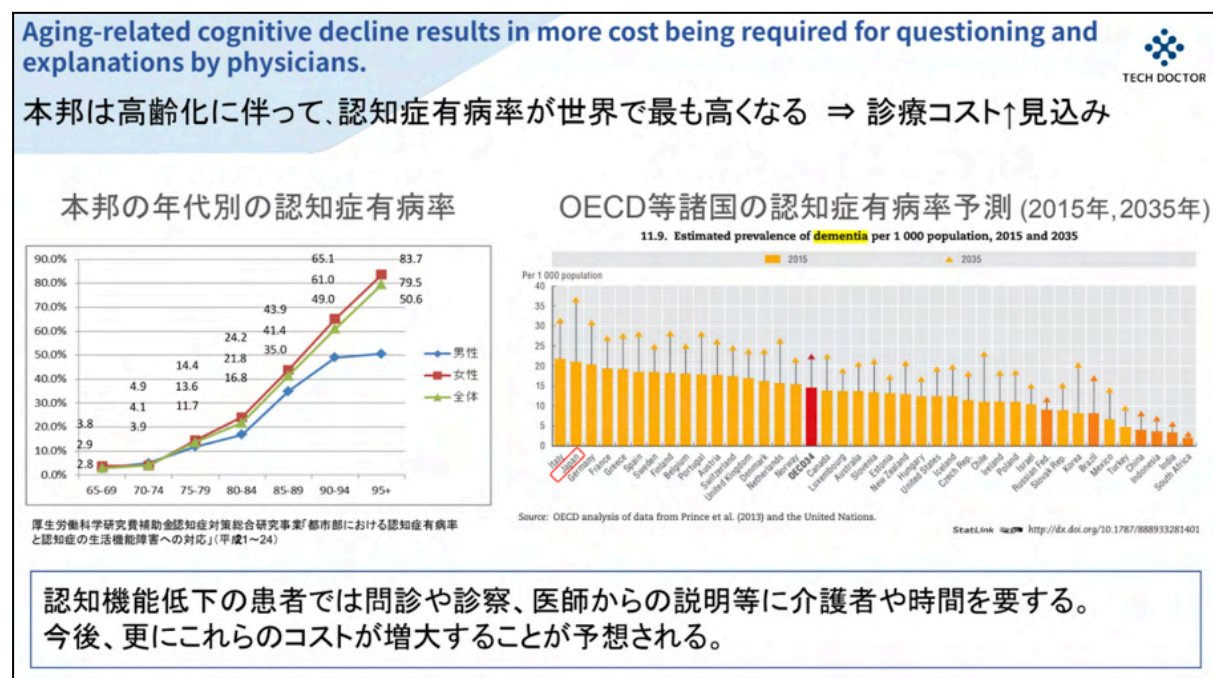
さらに、遠隔診療においても、血液検査と同程度の情報が得られる可能性があり、有用性が期待されます。診療技術の均てん化に関しても、デジタルバイオマーカーを活用することで、一定の質を担保できる可能性があります。

また、製薬企業との議論の中で、日本人は痛みに対して我慢強い傾向があり、従来のアンケート調査だけでは国際比較などでは正確な評価が難しい場合があることが指摘されていました。そのため、生体情報に基づいた客観的なデジタルバイオマーカーを活用することで、こうしたアンケートの弱点を補うことができると考えられます。これにより、医師と患者間

の理解の乖離を埋めることができ、より適切な治療の提供につながることが期待されます。



この「分かり合えなさ」に関連して、過去の研究では、医師と患者間で病状の認識のずれがある場合、患者の疾患の改善が遅れ、関節破壊に繋がる可能性が示されています。



また、日本では高齢化の進行に伴い、認知症の患者数が増加しています。OECDのデータによると、2035年には日本の人口の3分の1以上が認知症を有する可能性が指摘されています。実際に、長年診療している患者の中にも、最近認知機能が低下し、診療時のコミュニケーションが困難になるケースが増えています。このような状況においても、デジタルバイオマーカーを活用することで、医師-患者間の分かり合えなさを改善や、診療の効率化に繋がるのではと考えられます。



さらに、AIエージェントの活用についても考察しました。例えば、患者側では、ウェアラブルデバイスのデータや自身の症状を記録し、受診前に要約するAIエージェントが導入できるかもしれません。また、医師側においても、過去の診療データや専門医の診療パターンを学習したAIエージェントがサポートを行い、診療の質を向上させることが期待されます。加えて、認知症の患者に対して、医師のアドバイスを日々サポートするコーチング機能を持たせることで、より効果的なケアが可能になると考えられます。このようなデジタルバイオマーカーとAI技術を活用した診療スタイルは、日本だけでなく、海外でも展開が可能です。

国立研究開発法人 国立国際医療研究センター
国際医療協力局
NCGM Bureau of International Health Cooperation
2018年～2023年
医療技術等国際展開推進事業

2. インドネシア共和国におけるリウマチ医療に関する医療技術等国際展開推進事業
学校法人 慶應義塾

東京医療センター
鈴木 勝也 先生

【現地の状況やニーズなどの背景情報】

- 人口世界第4位 (2.4 億人) の ASEAN の盟主で、二国間政府開発援助 (ODA) 額は第4位で、日・ASEAN 健康イニシアチブとして政府が重点支援を表明している。
- リウマチ分野では、ほとんどの国民は現在の日本の標準医療が行われていない。
- 結核等の感染症の蔓延地域であり、免疫抑制療法の高品質な管理が必要である。
- リウマチ分野の専門医が約70名と極めて少なく、首都ジャカルタ周辺等の都市部に偏在している。
- 医学部および卒業臨床教育の機会が極めて限られており、診断治療を行う専門医の知識・技術レベルに改善の余地が十分ある。
- 医薬品 (抗リウマチ薬)、臨床検査 (免疫学的検査) における日本の技術およびサービスに対する高いニーズがある。

【事業の目的】

- 世界最高水準のリウマチ医療の技術・経験を持つ当科が主体となり、インドネシアリウマチ協会の全面支援のもと、講義、教育用教材、臨床実技指導を通じて医療技術を伝達する。
- 対象国の自律的かつ持続的なリウマチ医療の水準向上のための基盤と仕組み作りを支援することにより、将来の我が国の医療・医薬品等の主要な輸出先となることを目指す。

【研修目標】

- リウマチ専門医、内科医、一般医、患者・家族を対象に知識伝達、実技指導、意見交換を行い、リウマチ医療水準の向上を目指す。
- 現在のリウマチ医療の課題の抽出と解決策をまとめる。
- 自律的かつ持続的なリウマチ医療の水準向上に向けた基盤と仕組み作りを目指す。

https://kyokuhp.ncgm.go.jp/activity/open/R3pdf/IDN2022_2.pdf

例えば、インドネシアでは人口が約3億人いるにもかかわらず、リウマチ専門医が70名程

度しかいません。2018年から厚生労働省の支援を得て、当科（現 東京医療センター）の鈴木勝也先生が代表となり、当科のリウマチ専門医がインドネシアのリウマチ学会の先生方と連携し、インドネシアのリウマチ医療の質の向上を目指した事業が行われました。今後もデジタルバイオマーカーを含めたデジタル技術を活用した医療展開を進める取り組みが期待されます。

こうした取り組みを通じて、今後さらにデジタルバイオマーカーの可能性を広げ、医療の質を向上させることを目指しています。

瀬川翔/ 株式会社ディー・エヌ・エーヘルスケア事業本部長/株式会社データホライゾン代表取締役「AI時代も楽しみながら、健康に」



AI時代も楽しみながら健康に。 DeNAのヘルスケア領域での挑戦

2025年3月18日

DeNA



DeSC
Healthcare

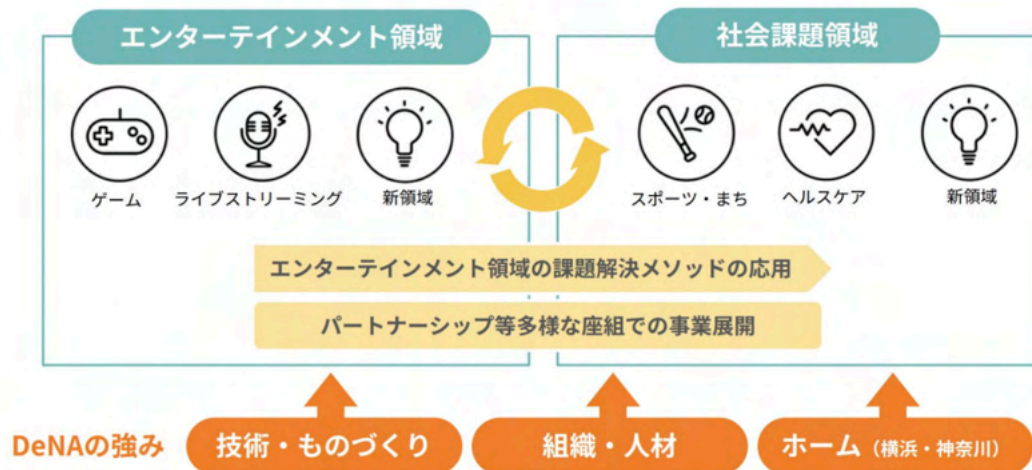
1

AI時代も楽しみながら健康に、というテーマで、DeNAグループのヘルスケア事業について少しご紹介しつつ、AI時代に向けての挑戦や苦勞していることについてお話しできればと思います。



嬉しいことに横浜DeNAベイスターズは昨年、26年ぶりに日本一となりました。もともとエンターテインメントを中心に、野球事業やゲーム事業を展開してきましたが、この約10年でスポーツ事業にも参入し、ヘルスケアやメディカルといった領域にも取り組んできています。

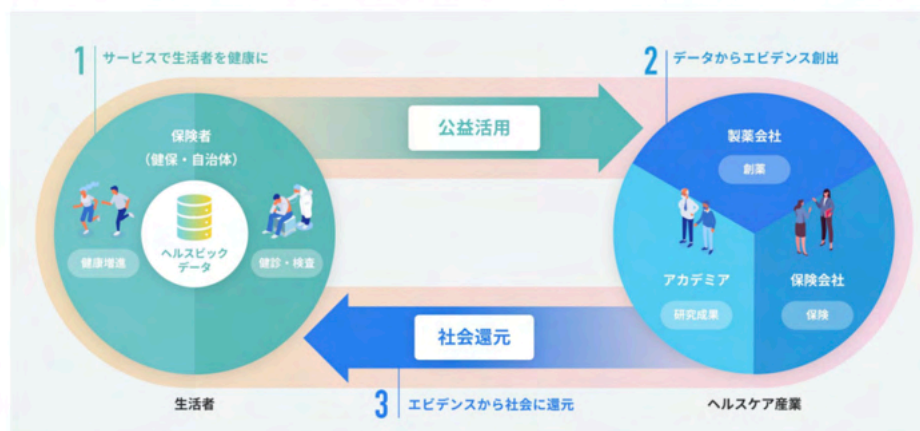
Vision：エンタメで培ったノウハウで社会課題解決を



DeNAがこうした分野に挑戦し、貢献していきたいと考える理由の一つは、エンターテインメントが多くの人々の熱意を生み出す力を持っているからです。この力を、エンターテインメントの枠を超えて社会課題の解決にも活かしたいという思いから、スポーツ事業やヘルスケア事業を展開しています。

DeNAのヘルスケア

- ・サービスによる生活者の健康増進と、蓄積されたデータによるエビデンス創出、社会還元
- ・特徴は、①エンタメ・DX（DeNA）②600超の自治体の保健事業支援（データホライゾン）



具体的には、この後ご紹介するように、エンターテインメントの要素を取り入れた健康サービスを提供し、生活者の皆さまに楽しみながら健康行動を促すことで、結果として医療費の適正化を実現したいと考えています。ただ、単にサービスを提供するだけでは、医療費の適正化を含めた大きな成果にはつながりにくいのも事実です。そのため、蓄積したデータをしっかりとエビデンスとして示し、より確かな形で取り組みを進めていきます。

特徴としては、先ほどお話ししたようなDeNAのオリジナリティを活かしたエンターテインメントとDXを組み合わせた取り組みと、特に自治体向けの事業を展開しているかという点が挙げられます。日本は高齢化が進む先進国であり、多くの方が企業や協会の健康保険に加入した後、65歳・75歳を迎えると自治体の保険制度へと移行していきます。この段階での課題解決が十分に進んでいない現状を踏まえ、グループ会社と連携しながら、自治体向けのヘルスケア事業に注力しています。

当社グループがヘルスケア領域で最もリソースを投入している分野について、結論から言うと、対面での営業活動です。最近、AIに注力する企業が増えていることもあり「最も重視しているのはAIでは？」と思われる方も多いかかもしれません。しかし、現時点では「対面での営業活動」に最も力を入れており、実際に、100名ほどの営業担当が自治体を訪問し、毎日・毎月のように現場での課題に向き合っています。このようなアプローチは意外に思われるかもしれませんが、非常に重要な取り組みです。

AI時代も楽しみながら健康に

・ 空中戦（デジタル） と地上戦（ローカル）

・ コミュニティ

・ 最適化・効率化をAIで

© DeNA Co., Ltd.

7

AI時代において、当社は特にデジタル領域を強みとする企業グループの一員として、様々な取り組みを行っています。エンターテインメント分野ではアプリケーションを広く提供し、多くのお客様に使っていただくことが比較的容易ですが、ヘルスケア領域では少し事情が異なります。単にアプリを配布するだけでは十分ではなく、実際に使ってもらうことが最

大の課題となります。

例えば、どれだけ優れた健康アプリを開発しても、実際に使っていただくまでにはかなり積極的な普及活動が必要となります。実際にこの数年間、私たちも様々な試行錯誤を重ねてきました。その中で特に重要だと感じているのが、自治体と連携し、対面での登録イベントなどを積極的に実施することです。アプリを導入いただいた自治体では、住民向けに直接対面での登録を支援するイベントを開催し、使い始めのハードルを下げる取り組みを行うなど、営業活動に力を入れています。

ヘルスケアエンターテイメントアプリ：kencom

kencomで生活者を健康に

利用者の皆さまが「楽しみながら、健康に」なっていくために、DeSCヘルスケアが提供するICTを活用したヘルスケアエンターテインメントアプリkencomでは、歩数や体重などのライフログ記録や健診結果の閲覧、個々の利用者に合わせた日々の健康情報の配信、イベント・ポイントなど、楽しく健康になれる仕組みを備えています。

kencomの利用データから論文化し、エビデンスを作り出した実績もあります。

アプリ利用継続率*

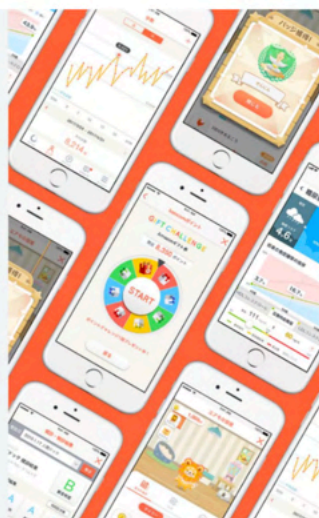
4年以上経過後も
60% 水準

*ある月の累計登録者に占める、その翌月の利用者数比率

歩数向上の実績

イベント中の歩数上昇率
2倍に増加*

**イベント前30日間の平均歩数が4,000歩未満である対象国における歩数増加実績



© DeNA Co., Ltd. 8

具体的には、長年にわたり提供してきた「kencom」というサービスでは、健康アプリの継続利用が成果につながるということが明らかになっています。このような健康アプリは、ユーザーが継続的に利用しなければ期待する効果は得られません。アプリの改善を重ねた結果、登録から4年経過しても約6割の方に継続利用いただいております、一度使い始めると長く続けてもらえる傾向があることが分かっています。これは、ゲーム開発などで培ったノウハウを活かし、楽しみながら健康管理ができる仕組みを存分に取り入れた成果だと考えています。

｜楽しみながら健康に？（ゲーミフィケーション）

ゲーム事業で培ったノウハウ活用したキャラクター育成機能

ペットキャラクター「エアモ」を育てるために様々なミッションにチャレンジすることで、楽しく自然と健康的な生活習慣が身につく

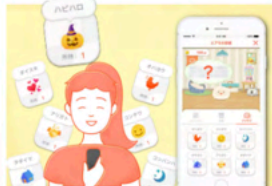
1 育成しながら達成感を味わえる体験設計



ゲーミフィケーションを取り入れ、達成感を味わいながら楽しく継続できるミッションで日々の小さなミッションとご褒美を散りばめた設計としました。

© DeNA Co., Ltd.

2 「ごほうび」でエアモとコミュニケーション



ミッションを達成すると、kencom コインや「エアモ」とコミュニケーションがとれるアイテムなどの「ごほうび」がもらえます。

3 日々のミッションを達成するとエアモが進化！



進化後の見た目は達成した目標の「種類」によって変化していき、初期のキャラクターバリエーションは10種で、今後もミッションと共に拡充していきます。



10

具体的な工夫としては、ゲーミフィケーションの活用があります。例えば、「健康版のたまごっち」のようなコンテンツを取り入れ、健康行動を続けることでキャラクターが変化する仕組みを導入しました。

｜楽しみながら健康に？（日本最大？歩くイベント）

- ・みんなで歩活（ウォーキングイベント）：年に2回（春/秋）開催、25万人超が参加
- ・ポイントはコミュニティ（例：組織・ご家族で参加するチーム戦）

1200以上の幅広い組織、24万人以上のユーザーが参加
イベント規模は拡大を続けています



© DeNA Co., Ltd.

競争

チーム内の歩数をリアルタイムで可視化



コミュニケーション

スタンプによる気軽なコミュニケーション



11

また、コミュニティ機能を活用し、歩くことを楽しく続けられる環境を提供しています。例えば、春と秋に開催するイベントでは、それぞれ約25万人が参加し、日本最大級のウォーキングイベントとなっています。参加者同士のコミュニケーションを促進することで「家族で一番歩かなかった人が夕食の後片付けをする」といった楽しい習慣が生まれ、結果的に歩数が増加する例も見られるなど、エンターテインメントの効果を見ることができます。

楽しみながら健康に？（雪かき（青森県弘前市での取り組み））



© DeNA Co., Ltd.



12

さらに、地域ごとの特性に合わせた取り組みも重要です。例えば、青森県弘前市では冬季の積雪が多く、単純に「歩きましょう」と呼びかけても実践が難しいという課題がありました。そこで、雪かきを健康行動として評価する仕組みを導入し、アプリ内でポイントが貯まる仕組みを取り入れました。その結果、現在では「歩く」に次いで「雪かき」が目標設定の上位に入るほど定着しています。

自治体向けの保健事業支援（データホライゾン）

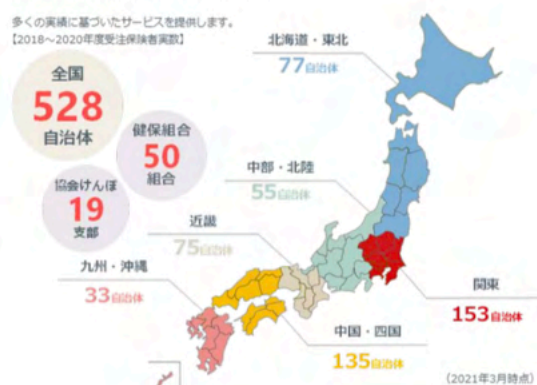
生活者の健康寿命の延伸と医療費の適正化を目指す

- レセプト（診療報酬明細書）データ等のヘルスデータの分析により、自治体が行う保健事業の計画～実行～効果測定までの効率化を支援
- 600を超える自治体に「データヘルス関連サービス」「ジェネリック医薬品通知サービス」「ポリファーマシー対策支援サービス」「糖尿病性腎症重症化予防サービス」等の保健事業を支援するサービスを提供
- 自治体からの推薦は、2016年から5年連続 1位※

※厚生労働省や経済産業省の協力のもと「日本健康会議」が実施した「データヘルス全数調査」のうち、「保険者が実際に外部委託している業者について他保険者へ推薦する」との回答数を集計したもの

【保健事業実績（2019～2021年度）】

多くの実績に基づいたサービスを提供します。
【2018～2020年度受注保険者実績】



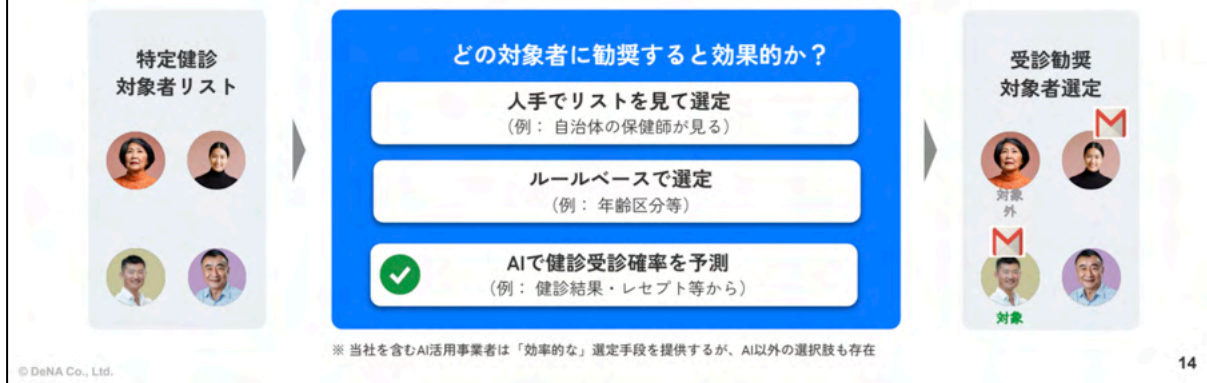
© DeNA Co., Ltd.

13

このように、健康増進のアプローチは地域や年齢層によって異なり、日常生活にどのように取り込むかが重要なポイントになります。そのため、現在では全国の500～600の自治体と連携し、それぞれの地域特性に応じた支援を行っています。

事例) AIを活用した特定健診受診率の最適化

- 自治体における特定健診の受診率は平均30%程度（国保。後期高齢だと10%）
受診率の向上は国全体の課題。
- 限られた予算で、誰にどのような内容で勧奨すべきかをAIも活用しながら実施



では、AIをどのように活用しているのかについてお話しします。先ほど紹介したアプリですが、なかなか使ってもらうのが難しいという課題があります。そのため、さまざまなコンテンツを追加したり、利用シーンを増やしたりして、健康以外の関心ごとからも興味を持ってもらえるように工夫しています。加えて、リアルなイベントを積極的に開催することで、デジタルの活用とあわせて、登録促進につなげています。特定健診については、皆さんも受けられたことがあるかもしれませんが、企業の健康保険組合では受診率が8～9割と高いのですが、市区町村が運営する国民健康保険では平均3割程度、75歳以上の後期高齢者になると受診率は10%程度にまで下がります。受診率が低い理由はいくつもありますが、少なくとも3割以上に引き上げることが重要な課題です。自治体や国もさまざまな取り組みを行っていますが、より効果的に最適化するために、ローカルな視点とデジタル・AIの活用を組み合わせることが大切だと考えています。

現在の受診率が3割程度である場合、残りの7割の方にどのようにアプローチすればよいかが課題になります。すべての対象者にお知らせを送るのが理想ですが、予算やリソースには限りがあります。そこで、過去のデータを活用し、どのような方が受診しやすいのかを分析することで、より効果的なアプローチができるようになります。

事例) AIを活用した特定健診受診率の最適化

被保険者情報、レセプト情報、健診受診状況等を用いて、患者の健診受診確率を予想する
AIモデルを活用



具体的には、年齢や性別といった基本情報に加え、医療費のデータ（レセプト）などを活用して、受診の可能性が高い方を特定します。例えば、受診勧奨を行った場合、Aさん、Bさん、Cさんのうち、Aさんが最も受診する確率が高いと判断できる場合、限られたリソースの中でAさんに優先的にアプローチすることで、より高い効果が期待できます。こうした方法を自治体と連携して進めています。

AI時代も楽しみながら健康に

- ・ 空中戦（デジタル）と地上戦（ローカル）
- ・ コミュニティ
- ・ 最適化・効率化をAIで

→ 「利用してもらうこと」が実は一番難しい
それをローカル・コミュニティを活用して押し上げ
AIで最適化しくチャレンジ

まとめると、私たちは生活者の行動変容を促すことを目的とし、デジタルやAIを活用しながら、地域ごとの特性に合わせたアプローチを行っています。IT企業である私たち自身も、デジタルだけでなくアナログの手法の重要性を強く感じています。そして、それらをつなぐのがコミュニティの力だと思っています。健康サービスの活用を広げるのは簡単ではあ

りませんが、リアルとデジタルを組み合わせた仕組みを作り、蓄積されたデータを活用してAIの精度を向上させることで、より効果的かつ効率的な保健事業の実施支援をはじめより良いヘルスケアサービスを提供できるよう取り組んでいきます。

座談会「AI前提の健康・医療」

モデレーター:

- 村井純, 慶應義塾大学KGRI サイバー文明研究センター共同センター長

登壇者:

- 尾身茂, 公益財団法人結核予防会理事長
- 湯澤由紀夫, 藤田医科大学学長
- 鈴木蘭美, ARC Therapies株式会社社長CEO
- 浅井大史, 株式会社Preferred Networksシニアリサーチャー・インフラ戦略担当VP (オンライン)
- 山本龍彦, 慶應義塾大学大学院法務研究科教授
- 橋本正弘, 慶應義塾大学医学部専任講師
- 橋田浩一, 理化学研究所 革新知能統合研究センター グループディレクター
- 鈴木晋, 株式会社Cure App開発統括取締役/医師
- 福西宗憲, アナウト株式会社 グローバルプログラム ディレクター





○村井 本日のテーマは「AIを前提とした健康・医療」についてです。私たちは長年をかけて技術開発に取り組んできました。AIに取り組んできた方々がいて、インターネットの発展によってデータが流通するようになり、デジタル技術全般に、ある意味で「やがてこうなるべきだ」という理想の姿を描いてきました。また、冒頭で申し上げたように、パンデミックの経験もありましたし、人々の理解も広がって、技術自体もどんどん進化しています。計算能力も向上してきて、そうした背景もあって、技術的インフラとして私たちが思い描いていた理想に近いものを現実として社会で共有できるようになってきた、これが今の状況なのではないかと感じています。

このような時代において、健康や医療というとても大事な領域でこうした技術が活用できないのであれば、開発に携わってきた私たちとしては「何のためにこれまでやってきたのか」と思わざるを得ないという思いもあります。一方で、医療に関わる方々の視点から見れば、たとえば鈴木さんが長年取り組んでこられた、がんに関する課題についても、いよいよ夢を実現するような環境が整ってきたのではないのでしょうか。

技術を作ってきた側から見ても、医療現場から見ても、今は言い訳できない、逃げられない段階にきている、そういう状況だと思います。ですので、まずはそのあたりからお話を始めていければと思っています。

そして、まず最初にキーノートをご担当いただいた尾身先生に伺いたいのですが、本日は

一日を通して、それぞれの立場からの取り組みについてさまざまなお話がありました。そうした発表を聞かれて、どのようなご感想をお持ちになったか、コメントをいただけますか？

健康の社会的決定要因 (Social determinants of health)



○尾身 ありがとうございます。私はAIやデジタル化について、国がどのような施策を進めているのかという範囲のことは承知していましたが、今日のようにこれほど具体的な話を聞く機会は今までほとんどなかったので、とても興味深く拝聴しました。個人の健康や、医療の質をこれからさらに高めていくために、すでにこうした取り組みが始まっているということが分かり、とても頼もしく前向きな気持ちになると同時に、新たなチャレンジがあるだろうとも感じました。もし時間が許されるのであれば、私のほうからも皆さんにお聞きしたいことがいくつかありますので、お話の中でお答えいただければと思います。

今日のテーマは「健康」でしたが、主に病院や個人の健康に焦点が当てられていたように感じます。ただ、皆さんもご存知の通り、「健康の社会的決定要因 (Social determinants of health)」という概念があり、つまり健康は個人だけでなく、社会全体のあり方とも深く関係しているとされています。そういった意味でも、AIの現場での取り組み、たとえば医療や個人の健康についてのお話は非常に感銘を受けながら伺いました。今後は社会全体の現象、たとえばお金の使い方や日本社会のガバナンスのあり方といった、より広い視点でAIをどう活用できるか、そうした点についても既に皆さんお考えだと思いますので、少し教えてくださいませんか？

また、おそらく今後、科学技術、特にAIの進展と並行して、もうひとつ大きなルネッサンスともいえるのが「心」の問題、つまり感情の扱い方なのではないかと思っています。AIが感情や心をどう扱うのか、という点について皆さんはどう考えていらっしゃるのでしょうか？

最後の質問に、村井先生が冒頭で触れておられましたが、今回のコロナ禍という2年間の急激な変化を経て、憲法との関係などにも話が及びました。今日議論されていたようなことが、最終的には国家や地域社会にどのように影響を与えていくのか、そこは非常に重要な視点だと思います。国としても法律の改正など、理想論だけでは済まされないさまざまな問題がある中で、こうした動きが今どのように進んでいるのかについても、ぜひお聞かせいただければと思います。

この3点について、今後皆様にお話を伺えれば幸いです。

AIの現在地

○村井 ありがとうございます。それでは、今の3つのご質問を念頭に置きながら、皆さんにもご意見、ご発言をいただければと思います。

まず、今回この企画を立ち上げる際に、そもそも「AIって今どこまで来ているんだろう？」という現在地を改めて明らかにしたいという思いがありました。したがって、田中さんには、AIのデータセンターや、また日本独自のアプローチについてもお話いただきました。日本製のAIなんてまだないのでは？と思っていた方も多かったかもしれませんが、実際にはしっかり取り組まれているということでした。

そして、AIの「現在地」について、橋田さんにお伺いします。橋田さんはこの分野の研究者として長年取り組んでこられており、日本におけるAI研究の初期から中心的な役割を担ってこられました。2025年現在の状況をどのようにお考えでしょうか？



○橋田 ChatGPTが登場してからもう3年ほど経つんですね。それからの流れを見ていると、思っていたよりも研究は進んだなという印象を持っています。ただ、やはり最も難しい問題はまだ解けていない、というのが率直な感想です。同じような見方は、先日AI研究者へのあるアンケート調査でも示されていました。いわゆる「汎用人工知能（AGI）」について、現在のテクノロジーをそのまま発展させていった先には到達できないと考えているAI研究者が、全体の75%にのぼるそうです。私も同感です。今のディープニューラルネットワークを拡張したとしても、人間の知能を超えるような存在を生み出すことはできないと思います。そもそもディープニューラルネットワークというのは「深い」と言っても、あくまで有限個の層で構成されていて、情報の流れが一方向なので限られたものごしか再現できません。そのため、人間のように無限に仮説検証を繰り返すような深い思考を、今のアーキテクチャでは再現できないのです。これは原理的に不可能だということです。ですので、現在のAIは要約や翻訳など、表層的な情報処理においては大きな力を発揮していますが、いわゆる人間の批判的思考力に相当するような能力は持っていませんし、それを実現できるような技術的見通しも、現時点では存在しないと考えています。

○村井 また、日本発のAIスタートアップとして成功したPreferred Networksの立場から、浅井さんからもご意見をいただいています。そうした背景も踏まえて、AIの現在地について、達成できていること、あるいは今後の課題について、簡単にお話しいただけますか？

○浅井(オンライン) はい、ありがとうございます。橋田先生のおっしゃる通り、AGIに到達するにはまだ多くのステップが必要だと思います。一方で、トランスフォーマーの登場によって、コンピュータ資源をより効率的に活用できるようになりましたし、GPUも非常に効率的に使えるようになってきています。こうした点から、AIの性能は着実に向上していると認識しています。特に、ChatGPTのようなツールが、誰でも自然なインターフェースとして使えるようになったという点は、非常に大きなブレークスルーだと感じています。以前は、プログラミングというと、必ず機械の言葉を使わなければデジタル空間とやり取りができませんでしたが、今では自然言語や音声でインタラクティブなやり取りできるようになっています。こういったインタラクションの変化は、AIが我々の生活や仕事の基盤になり得る段階まで来ていることを示していると思います。

○村井 ありがとうございます。ここまでは技術面から見たAIの現在地について伺いましたが、医療現場では実際にこの技術を活用していく中で、さまざまな課題に直面しています。藤田医科大学はAIなどの最新のテクノロジーを取り入れるチャレンジをされてきましたが、湯澤さん、病院という現場でこのような技術を取り入れるという観点から、AIの現在地について、どのようにお考えですか？



○湯澤 ありがとうございます。私はAIそのものの専門ではありませんが、病院や大学の立場からお話しさせていただきます。アジア各国の医療系サミットに参加していると、AIについては、教育支援や研究支援の分野で活用を広げていくべきだという声が多く聞かれます。シンギュラリティについて、AIが人間の知能を超えるのが2040年代ではなく、2030年代や2020年代に前倒しで到来するという話もありますが、今日の橋田先生のお話を聞いて、私

としては、しばらくは医療や研究の支援を目的に、しっかり社会実装していく段階だと感じました。

そのため、業務としてAIを活用するためには、やはり医療データが二次利用されるという前提が必要です。私たちの病院では、病院長が「何のためにAIや医療DXを進めるのか」という目的を、すべての教授に丁寧に説明し、各診療科が一体となって取り組む体制を築いています。これがなければ、大学や病院の中でAIを活用する土台は整いません。その点については病院長をトップとして組織的なガバナンスが効いていると感じています。

また、臨床試験についても、合成データを活用することで、これまでリアルワールドデータが得にくかった希少疾患の研究にも新しい道が開けると期待しています。さらに、プラセボ群を設けず、単群試験で進めることも可能になるかもしれません。こうした臨床研究、教育、研究支援の分野で、私たち大学・病院としてAIをしっかりと使いこなし、社会に実装していく必要があると考えています。皆様のご指導をいただきながら、進めていきたいと思っています。

○村井 ありがとうございます。私も大学でアドミニストレーションに関わっていたのでよく分かるのですが、新しい取り組みを進めていくには、全教員の合意がないと非常に難しい面があります。橋本さん、藤田医科大学だけの話で終わるわけにはいけないので、せっかく天谷先生も戻ってこられたことですし、慶應大学での状況についても伺えればと思います。大学の中で新しい技術を導入する難しさについて、いかがでしょうか？



○橋本 はい、そうですね。藤田医科大学のように、退院サマリーを作ることにしても、全診療科を巻き込んだ取り組みは、慶應ではまだ実現できていません。プロンプトを自分で工夫して、ある程度自発的に広げていこうとする人たちが先行して進めているという段階で

す。全員が同じ方向を向いて進んでいくのは、やはり難しい面があります。ただ、軸足として感じているのは、それは「医療従事者の負担を軽減しよう」という視点と、さらに「患者さんのためになることを実現しよう」という方針のもとで、AIの導入が進められています。これは少し悲観的な見方かもしれませんが、2040年に向けて人手不足はますます深刻になっていきます。特に労働集約型の医療分野では、その影響が大きいでしょう。そのような未来が見えている中で、今のうちにAIの力を活用して、どれだけ人手を楽にできるかという点が重要になってきていると思います。

医療健康データにおける個人と集合の境界

○村井 先ほどの先生のご質問にも関連しますが、個人の問題から社会全体の問題に発展していくという点がありました。そして、山本先生がおっしゃっていた「個人界」と「集合界」という考え方、あれは個人情報はどう捉えるかという上で非常に重要な視点だと感じました。個人情報保護法についても個人界の考え方だけで縛られてしまっていたことで、例えば医療情報の将来的な活用の可能性を閉ざしていたのではないかという感覚が、直感的にあります。その点が先ほどのご質問「社会と個人の関係性」にもつながってくると思います。この「個人界」と「集合界」という考え方は、山本先生だけがおっしゃっていることなのか、それともEUなどでも共有され、国際的なスタンダードとして受け入れられてきているものなのでしょうか？



○山本 ありがとうございます。EUの考え方についてですが、先ほども少し触れましたように、基本的には個人に直接関係する情報は、個人がコントロールできるようにしようという考え方があると思います。これは、データポータビリティ権などの発想ともつながってい

ます。一方で、個人に直接返ってこないような、すぐには個人に影響を及ぼさない情報については「集合界」のデータとして扱い、産業データも含めて公的な資源として積極的に活用していこうという考え方もEUにはあります。そうしたメリハリ、使い分けは、EUではある程度整理されてきているように思います。

ところが日本では、このような違いを十分に意識せずに議論が進んでしまっていたため、さまざまな誤解が生まれているのではないかと感じています。たとえば「集合界」のデータも「個人界」のものとして捉えて、すべてに個人の同意が必要だと考えるような方々もいます。一方で、医療関係者はなるべくリアルなデータとして個人情報を活用したいので「個人界」の情報もパブリックな資源として扱おうとする傾向が見られます。もちろん、個人情報にもパブリックな側面があるとは思いますが、どちらの側も明確な区別がないまま議論してきたことで、結果として「トラスト（信頼）」が十分に築かれなかったのではないかと感じます。

○村井 ここで少し細かい話になりますが、IT基本法ができ、さらに個人情報保護法が制定されて、その頃まで堀部政男先生がリーダーシップを取られました。それまでの時代は、プライバシーの問題に関してはすべて堀部先生が中心となって委員会を通じてガイドラインをつくり、それに従うというような時代がありました。ところが個人情報保護法が整備されたあと、今度は「集合」のデータをもっと活用しようという動きが出てきて、2016年には「官民データ活用推進基本法」という法律が作られました。この法律の目的は、まさに集合的なデータの利活用を促進することだったのですが、うまく機能しなかったというのが実情です。これはなぜ機能しなかったのだと思われますか？

○山本 なぜ機能しなかったのか、これはあくまで私見ですが、日本の個人情報保護法は「過剰かつ過少」と言われています。つまり、本当に守るべきものは守れていないのに、逆にあまり重要でないものについては過剰に保護されていて、結果としてグロテスクな形で成長してしまったという指摘もあります。

○村井 さらに言うと「官民データ活用推進基本法」は、どの省庁もガバナンスが効かなかったのか、結局は議員立法という形になりました。これは、さきほどの「ガバナンスの欠如」とも関係してくるかもしれません。

続いて、鈴木さん、先ほどのお話の中で「がん」に関する個人情報の話が出てきましたが、その観点から今のお話にどうお考えでしょうか？



○鈴木 ありがとうございます。私たちが健康情報信託の建白書を出した時、参加企業や個人のほとんどは、自分たちの名前をその建白書に記載しても構わないと同意してくださいました。ただし、一社だけ、大手の企業で、初めから最後までずっと議論に参加していたにもかかわらず、建白書に名前を載せることを拒否した会社がありました。その背景には、「オプトイン」と「オプトアウト」に関する哲学的な違いがありました。我々はどちらが正しいかは明言しませんでした。その企業は「オプトインであるべきだ」という立場をとっており、特にその立場を支持する国立大学の教授の意見を重視したようです。ただその後、その教授はリタイアされたので、今でもその影響がどれほどあるのかは分かりません。

ただ、私の個人的な思いとしては、より良い医療につなげたい、がんの患者さんが回復する可能性を少しでも高めたいということを優先するのであれば「オプトアウト」の方が理にかなっていると考えています。実際、多くの患者さんは「自分に不利益や差別が及ばないのであれば、データを活用してほしい」と思っているのではないかと感じています。

○村井 それはいつ頃のお話ですか？

○鈴木 2014年です。

○村井 それから10年以上経って、状況や意識は変わってきていますか？

○鈴木蘭美 はい、私もそう思います。当時はアカデミックな議論が中心でしたが、今ではもっと現実的になってきていると思います。先ほども話題になりましたが、「AIが使えるの

に使わないのはむしろ問題ではないか」というような危機感が出てきていると感じています。

○村井 なるほど。では、個人という観点から、パーソナルAIの話もありましたし、CureAppの話も出ていましたが、個人がデータを持つという方向性について、デバイスの発展によっても、AIの活用においても個人側のデバイスでの処理も可能になってきています。このような発展の中で、個人データと社会データの関係性について、鈴木晋さんはどのようにお考えですか？



○鈴木晋 私は「医療情報」と「生活情報」は少し分けて考えるべきだと考えています。たとえば、治療用アプリが扱っている情報は、先ほどお伝えしたように「バイオ・サイコ・ソーシャル」な情報であり、その人が朝働いているのか、普段から歩く習慣があるのか、といった生活の様子が治療の中で重要になります。こうした情報は、生活の中で治療を行う上ではとても大切ですが、統計的に集めて医療の理解を深めるという観点では、そこまで有効でないこともあります。だから、そういった情報はエッジデバイスに保持して、アドバイスの参考に使えばよいと思っています。一方で、メディカル・バイオロジカルなデータに関しては、しっかりフィードバックして、医療の発展のために活用してもらいたいと考えています。

健康デバイスの進化

○村井 ありがとうございます。私も最近、パーソナルデバイスの進化を実感しています。たとえば、この指輪型のデバイスで、今朝の睡眠状況などが分かるんですが、アプリか

らの通知を見て「昨夜ちゃんと寝られなかったんだな…」とちょっと落ち込むこともあります。橋田さんにお聞きしますが、こうしたデバイス技術について、パーソナルデバイスの分野はかなり発展してきています。今日、石田さんのお話にもありましたが、バッテリーの消費も考慮しながらスマートフォンのハードウェアやOSにまで手を加えて対応されていたようで、そういった取り組みが可能になってきたと思います。つまり、そうした状況は、昔とはずいぶん変わってきたということですね。

○橋田 変わっていると思います。また、今のスマホのような形のデバイスをみんなが使っている時代が、あとどのくらい続くのかは正直わかりません。もしかすると、あと5年くらいかもしれない。ちなみに、先日アンケート調査をしてみたんです。パーソナルAIのようなものを使いたいと感じる人にとって、どういった要因が重要かを、数百人規模で尋ねてみたところ、一番大きな理由は「楽しいから」でした。つまり、たとえば擬人化されたキャラクターが登場して、いろいろ会話ができるようなものですね。そうした要素に魅力を感じる人が多いということかもしれない。そうすると「やはり画面は必要なのか？」といった議論にもつながってきます。ただ、私自身はそのあたりについては、まだはつきりとわからない部分もあると思っています。今後はスマートフォンだけでなく、さまざまなウェアラブルデバイスと組み合わせた新しい端末が出てくるのでしょうか。ただ、画面というのはやっぱり必要になるのではとも思います。例えば、メガネ型のものが出てくるのかもしれない。

○村井 画面はいるのでしょうか。実は、私のWeb技術の仲間でレオニーというイギリス人がいるんですが、彼女は全盲なんです。最近、彼女がメガネをかけ始めたので「どうしてメガネなんてかけてるの？」と聞いたら、こう言うんです。「オブジェクトを認識してくれて、今日の前に誰がいる？と聞くと、右前方に誰がいるとか、信号が赤になっているといった会話で教えてくれるからなんだ」と。つまり、そういう会話ができるメガネなんですね。そうすると、将来的にはスマホではなくメガネのような形になる可能性もあると思います。メガネなら、多くの人が自然に装着できるし、違和感も少ないですからね。

さて、少し話は変わりますが、さきほど森川さんからご紹介のあったロボットによる手術支援の話で「この部分は切っていい・いけない」といった画像判断を行うAIの技術を開発されているのが、まさに福西さんです。自己紹介も兼ねて、その技術の進化がどのあたりまで来ているのか、お話しいただけますか。

サージカルインテリジェンスの取り扱い



○福西 ありがとうございます。福西と申します。先ほど森川先生からご紹介いただいたように、私たちは手術支援向けのAIの開発を行っています。現在、手術ではロボットや腹腔鏡といった低侵襲な治療方法が広がっており、日本の先生方の技術も非常に高く、高品質な治療が提供されています。私たちの開発の動機としては、それでもやはり合併症などのリスクはゼロではなく、そうしたリスクを可能な限り抑制し、安全な治療を実現したいという思いがあり技術開発を行っています。

村井先生から「AIの現在地はどのあたりか？」という質問がありましたが、医療向けAIの開発はまだ黎明期にあると考えています。たとえば、SaMD（Software as a Medical Device）の制度面や、個人情報の取り扱いといった法制度も、ようやく整備が進み始めたところです。先ほど、尾身先生からもそもそも経済的な観点からどうなのかというご質問についても、AIが医療現場でどのような価値を持つのか、これから発展する所を、しっかり示しながら皆さんと社会実装を進めていく必要があります。

○村井 さきほど出たロボット手術についてですが、これはコックピットとロボット本体が分かれていて、そこに流れる操作のデジタルデータを蓄積・学習していけば、将来的には執刀医のエキスパートの技術を分析して再現することができるようになるでしょう。これは、藤田医科大学の宇山 一郎先生や須田 康一先生方からうかがった「サージカル・インテリジェンス」と呼ばれる非常に重要なデータになります。

過去のセミナーでダヴィンチを使った手術のデータを誰が持つての？といった議論があ

りました、実際にはダヴィンチを開発するIntuitive Surgical社が大量のデータを保持しているのではないかと思います。そして、ダヴィンチ手術の名手である松本先生がこの場にいらっしゃいますので、ご発言をお願いできますか？



○松本 はい、その件については話したことがあります。セミディスポーザブルの関節の動きなどのデータは、すべてアメリカのインテュイティブ本社に送られ、解析されています。たとえば、藤田医科大学の宇山先生の手術と、他の病院の医師のアームの動きを比較分析することも可能で、実際にそういったことも行われているようです。ですが、その結果がどう活用されているのかは、私自身は聞いていません。

○村井 このように、AIの開発においてどこにデータが存在するのかは極めて重要です。もし日本国内でロボットが開発されるようになれば、その点で非常に大きな意味があると言えます。今日の田中さんのお話にもあったように、国産のテクノロジーを作っていくことの意義はとても大きく、応援していきたいと思います。

○松本 また、藤田の須田先生は、名人の手術を再現するために、すべてのアームの動きをデジタルデータとして解析しようという夢を語っておられます。

○湯澤 私たちもそのような議論を行っています。たとえば、松本先生のような熟練医の手術ログをダヴィンチが学習すれば、標準的な外科医でも名医の技術のある程度再現できる可能性がある。そうすると、その技術の権利は誰に帰属するのか？ その医師本人か、雇用している大学か、あるいはロボットを開発した企業か。現時点では、契約上そのデータは製造企業に帰属しています。なぜなら、手術で事故が起こった際の責任は、その企業がすべて負うからです。しかし、それだけでいいのかという疑問もあります。外科医や大学の権利をど

う守り、今後のロボティクス開発に活かしていくか。アカデミアとしても、しっかりと発信していかないと、現場の声が取り残されてしまう恐れがあります。現在、私たちも村井先生とともに、その点について議論を進めているところです。

AIの責任を吸収する人間「責任スポンジ」

○村井 山本さん、今のお話はまさに「責任スポンジ」のような問題ですね。

○山本 そうですね。今日のセッションでも触れた「責任スポンジ」の話が、医療の現場でも起きうると感じています。私は医療の専門家ではありませんが、ロボット手術で事故が起きた際、開発者としては責任を負いたくないという気持ちが強く働くと思います。だから、現場には医師を必ず配置したいと考える。ただし、医師がその場にいても、実際に何かあった時にすぐに介入して修正するのは現実的に難しいのではないかと。そうすると、その医師の役割は「責任を吸収するためだけの存在」、つまり形式的にそこにいるだけの存在になってしまう可能性があります。これは「医師の尊厳」にも関わる問題です。開発者が責任を持つべき場面もあるように思いますが、それでは開発や実装が進まないというジレンマもある。そうすると、やはり保険制度のようにリスクをプールしておく形や、責任の所在をきちんと明確にしておく仕組みが必要です。医師がすべての責任を負うというのは、実際には無理があるのではないかと感じます。医師が責任を持つ、というのは従来の診療の在り方でした。そうすると、今後医師とAIとのインターフェイスをどう設計するか、テクノロジーやAIがどのように関与してくるのかが、非常に重要なテーマとなります。

○村井 たとえば、ダヴィンチという手術支援ロボットに関しては、その契約上、すべての責任をダヴィンチ側が負うという形になっているのでしょうか。

○松本 医療機器には製造物責任法（PL法）が適用されますので、一定の範囲で製造者が責任を負うことにはなります。実際、テスラの自動運転の事例では、最終判断ができない場合に突然1秒前に人間に運転を戻す仕組みがあり、それによって会社として責任を回避しているという話があります。こうした仕組みは、ダヴィンチなどのロボット手術にも応用されているのではないかと思います。

○鈴木晋 治療アプリも含めた医療機器に関しては、PMDAが不具合をすべて集約して報告を受ける体制になっています。これは因果関係の有無にかかわらず、不具合という事象そのものに対して報告義務が課されており、特に死亡例や重篤なケースについては因果関係を極めて精査される仕組みになっています。

○村井 責任の所在は、非常に難しい問題です。特にデバイスがインターネットと接続されるようになって以降、PL法だけではカバーしきれない領域が増えています。たとえば、3D

プリンターで作成された湯呑みで火傷をした場合、その責任は設計者にあるのか、印刷した人にあるのか、あるいは使用者本人にあるのか、そうした議論が起こるようになりました。このように、遠隔でテクノロジーが介在する限り、こういった責任の所在は常に問題になります。そして、今回の議論を聞いていて気づいたのは、これは「知的財産（IP）」の問題でもあるということです。つまり、どこにインテlectual・プロパティがあるのか、そして誰がプロダクトライアビリティを負うのか。このPLとIPの考え方が、すでに医療の世界ではパッケージとして組み込まれているということになります。そのため、こうした問題に対してある程度整理が必要です。責任を引き受ける“スポンジ”のような存在が誰になるのか、それが保険である可能性もありますし、他の仕組みかもしれません。そのあたりが今後ますます重要になってくると感じました。

○尾身 先ほどのプレゼンでもありましたが、AIが登場したことで、人間がバッファー（緩衝材）として立ちふさがらなければならないという構造が生まれてきています。本来、人間のためにあるはずのAIによって、逆に人間が負担や責任を背負わされるようになってしまう。これは法的な問題であると同時に、人々の価値観の問題でもあり、極めて難しい課題です。

○村井 今日の議論では、挑戦的な意味合いを含めて、AIを積極的に活用していくという姿勢が多く見られました。社会の中でAIをどう使っていくか、その最もクリティカルな領域の一つが医療であることは間違いありません。人命に関わる分野であるからこそ、ここで解決された課題は他の領域への社会的な応用可能性も高く、非常に重要です。

このように前へ進むためには、医療産業、大学、研究機関、政府など、さまざまなプレイヤーが連携して取り組んでいく必要があります。ステークホルダーが「官・学・民」として存在し、それぞれがどのように役割を果たしていくのかが問われています。デジタル政策の文脈は常に、サイロ化した社会の中で、異なるセクター同士を横につなぐ仕組み、すなわち新しいガバナンスの構築が求められています。その中で官庁の役割とは何か、政府や政治の責任とは何か、ベンチャー企業が果たすべき役割とは何かといったことが問われています。このAIと医療を取り巻くマルチステークホルダーのそれぞれの役割や責任についてどなたか

ご感想はありますか。



AI進化を支えるマルチステークホルダープロセス

○橋田 先ほど、パーソナルAIについてお話しましたが、これは生成AIを含め、近年のAI技術がユーザーインターフェースに大きな変革をもたらしているという話に繋がります。つまり、もはやユーザーインターフェースそのものをAIが担ってもよいのではないかと、という考え方です。これまでは、私たち人間がさまざまなアプリやウェブサイト进行操作していましたが、これからはAIと対話することで、さまざまなサービスを受けることができるようになります。つまり、AIがユーザーインターフェースを総取りし、中心的な存在になる未来が見え始めている、ということです。

AIが間に入ることで、私たちとサービスを繋いでくれる。その結果、従来のアプリやウェブサイトは徐々に姿を消し、標準的なAPIとして機能を提供し、それをAIがまとめて扱うような形になっていく。そうすると、あらゆる産業において、出口、つまり顧客との接点がAIに置き換わっていく。特に中小規模の事業者から、そうした変化が先に起こっていくのではないかと思います。

では、そのような状況において、規制産業がどう関わってくるのか。これが本格的に議論されるのは、おそらく10年後くらいからではないでしょうか。たとえば、レストランなどの一般的なサービス業は、早い段階でAIベースのインターフェースに統合されるでしょう。しかし、教育や医療といった分野はそう簡単には動きません。ですので、10年もすれば、

医療や教育を、こうしたパーソナルAIとどうつなげていくかが大きな課題として浮かび上がってくるのではないかと考えます。

○村井 これまでは、「それは難しいよね」と言っただけで済まされていたかもしれませんが、もはやそうは言っていない状況になってきています。今回の集まりの主旨のひとつも、まさにその点にあるのではないのでしょうか。

今後は、ビジネス、特にベンチャー企業がこうした分野に挑戦し始めるでしょう。そして、官（行政）がどのような役割を担うのか、また研究はどのように貢献していくのか、この三者の関係性が重要になってきます。

今日ご登壇いただいた先生方、尾身先生、黒川先生は、まさに政府の中で重要な仕事を担ってこられた方々ですので、そのご経験をふまえて、今後どのように取り組んでいくべきかをぜひ伺いたいと思っています。



○尾身 個人的な感覚になりますが、今日議論しているテーマは、単に医療の課題にとどまらず、人類の生き方そのものを大きく変えるような、大きな問いを含んでいます。そういった意味でも、先ほど「ステークホルダー」という言葉が出ましたが、最終的には何らかのルールを決めていく必要があります。それを決めるのは、国なのか、企業なのか、それとも研究者なのか。いずれか一つの主体が決めていく、というのは現実的ではありません。むしろ、これは非常に難しく、おそらく人類がいま直面している最も悩ましい課題の一つと言えるのではないのでしょうか。しかも、そこには「正解があるようでない」という性質があります。だからこそ、重要になるのが、人々の納得感です。感情面も含めて、多くの人が納得で

きる形を目指さないと、これが新たなハレーション（軋轢や摩擦）を生み出してしまいます。

私の提案としては、いわゆる「官・民・学（アカデミア）」それにジャーナリズムや一般市民も含めて、広くステークホルダーを巻き込んだ、じっくりとしたオープンフォーラムのような場を設けるべきではないかということです。この場にいる先生方のような方々が中心となり、その場を牽引していただければと思っています。

そして、ひとつだけ、私がWHOでの経験から日本が絶対に学ぶべきだと思ったことがあります。それは、このような複雑で、すぐには解決できない問題に対して「合意できたこと」「まだ合意できていないこと」を一つ一つ明確に整理し、紙にして共有するというプロセスです。その際には、専門用語を分かりやすく一般の人に伝える「翻訳者」の役割も必要です。議論のたびに「ここまでは合意できた」「ここはまだ課題がある」と一つ一つ整理し、次回はその課題について話し合うという「building upon：積み上げ型の合意形成」を丁寧に進めていくべきです。また、そこには「人々がどう感じているのか」という感情の部分もきちんと考慮する必要があります。誰が主導するという話ではなく、まずは今日ここに集まっている私たちが深く関与し、海外からの参加者も招きつつ、このプロセスを丁寧に進めていくことが重要です。日本社会はどうしても、短期的な動きになりがちです。1回議論して終わり、熱くなってもすぐ冷めてしまう。しかし、こうした問題こそ、5年、10年というスパンでじっくりと向き合う必要があるのではないのでしょうか。もちろん、5年は長く感じるかもしれませんが、それでも腰を据えて、議論を積み重ねていくべきです。そしてそこには、翻訳者、ファシリテーターのような役割を果たす人が必要です。私は、そうした丁寧な対話のプロセスこそが、これからのAIの社会に必要なだと考えています。



○黒川 お医者さんは、必要な存在なんです。なぜなら、誰しも必ず病気になるからです。だから、医師という職業は昔から存在しているのです。ヨーロッパでも、他の地域でも同じようにお医者さんがいて、ただ「どんな人が医師になっているのか」とか、「病院というものは誰がつくっているのか」といった点については、国によって違う背景があります。日本では、明治時代になって突然に病院ができたような形ですが、日本の戦後の医療を例にとると、皆さんのイメージは、「病気になった人が来院し、医師が対応して、必要であれば病院に紹介される」といった流れでしょう。そして病院では多くの検査や治療が行われます。けれども、イギリスやアメリカ、カナダといった国々で医療のシステムが少しずつ異なります。例えばイギリスでは「主治医」がいて、その主治医を通さなければ勝手に病院へ行くことはできないとかです。日本の場合、例えば開業医の先生のところに行って、「これは少し心配だ」と言われたら、翌日には別の病院に行っても構わないという自由があります。例えば今日は順天堂に行って、色々検査を受けて「ちょっと分からないな」と思ったら、次は東大病院にも行けてしまう。そのコストの大部分は公的なお金です。そんな国、他にはないでしょう。普通であれば、こうした自由な医療機関の選択は許されないのです。でも日本では、それが主に公的支援で行われ、今までうまくいっていった。けれども、日本は超高齢社会となり、100歳以上の方が9万人を超え、65歳以上の人口が全体の30%を占めるようになっていきます。そして、少子化も進んでいます。こうした中で、「どこにでも自由に医療機関へ行ける」という仕組みが本当に持続可能なのか、考える必要があります。今の日本では、この保険証一枚あれば、どこの病院にも行けます。極

端な話、一週間に複数 の病院に通うこともできてしまう。こうした制度は世界的にも稀で、他国では考えられないものです。

信頼(トラスト)の築き方、対話、透明性



○村井 要するに、やはりこれまでのやり方をそのまま続けていくというのは、医療における責任や役割の在り方から見ても、もはや現実的ではない部分が多くあると思います。

一方で、どんな変革の場面にも既得権を持った人たちは必ず存在しますよね。そして変革が進もうとする際には、そうした人たちがどのようにブレーキをかけるかというのも、避けて通れない問題です。それと、先ほど尾身先生のお話に出てきた方法論も非常に重要だと感じました。WHOの議論とは異なる話かも知れませんが、インターネットは、結局みんなが使い始めて、その利便性が支持されたことによって、いくつもの局面を乗り越えてきました。この問題を蒸し返したくないというのが正直なところですが、多くの人の支持を得られるというのは、国の政策だけでは達成できないことかもしれないということです。すべての医師や患者がハッピーになるような技術が仮に存在し、制度やルールがまだ追いついていなかったとしても、それでもその技術は使われるのではないのでしょうか。もちろん丁寧にルールを作っていくことも重要ですが、ただ、それには時間がかかります。丁寧にコンセンサスを築いていくことが、より社会にとっても大切だったと思います。インターネットのように、過去には社会のコンセンサスの形成が技術発展に寄与した例もありますし、医療や健康の分野でもそれは有効に働くのではないかと思います。



○山本 やはり「信頼（トラスト）」が必要だろうと思います。そのためには、法整備に先んじて、社会的なムードを醸成する必要があると思います。そういった意味で、尾身先生がおっしゃっていたような「対話」の重要性は非常に高いと感じています。

私はAIが現時点でどこまで進化しているのかについて、その全貌を理解しておりませんが、最近読んだ本では「定量性と定性」の話がありました。AIは定量化できるデータの処理を得意とする一方で、感情や価値観といった定性的な要素には本質的に対応しきれない。もちろん、取り込んだ“ふり”をすることはできますが、本来的には定量的な枠組みで動いている、という指摘でした。この点がリスクを生む可能性があると感じています。たとえば、宗教団体のエホバの証人の方々は輸血を拒否します。多くの人にとっては輸血は当然の医療行為かもしれませんが、異なる価値観を持つ少数の人々が存在する場面で、そうしたコミュニケーションをAIが本当に担えるのか、という疑問があります。ですから、こうしたリスクに対する事前の備えや検討は必要だと思います。総合大学である慶應義塾の立場からすると、医学、法律、哲学といった領域横断の対話を重ねていくことが、信頼(トラスト)を築くためのムードを醸成する一助になると考えています。

最近、Googleが患者の「死期」を予測するAIを開発したというニュースがありました。コメント欄などでは好意的な意見が多く、医療経済的には、ベッドの空き状況を予測できる点で良い技術と評価されているようです。しかし、患者の視点から見ると、この人はもう助からないと判断されてしまうことへの恐怖は拭えません。そうすると、やはりAIに対して怖いという印象を持たれることになります。だからこそ、AIに関するリスクについての議論をしっかりとしておくことが重要です。そうすれば、上から法律をどんと押し付けるよりも、ボトムアップ的に「信頼(トラスト)」を築いて、社会的合意のもとで技術の導入が進められるようになる。そうしたプロセスは後戻りができない技術導入において非常に重要です。

○村井 そのためには、「対話」と同時に「透明性」も欠かせないキーワードだと思います。どんな技術が使われているのか、それが誰にどのように影響を与えるのかを明確にする必要があります。ここでつながってくるのが「標準化」の問題です。みんなが同じ技術を使い始めることでコストが下がり、結果として技術の恩恵が多くの人に届くようになります。しかし一方で、標準技術を囲い込もうとすると、価格が高止まりするリスクが出てきます。この点は、特許などの知財の問題ともコンフリクトを起こす部分があると思います。

みんなが同じ技術を使って発展するとコストも下がります。インターネットの世界では、標準化された技術の採用することを貫いたことによって参入のハードルが下がり、低コストで利用できるイノベーションの環境が整ってきました。こうした事例は、医療技術にも通じるところがあると思います。

結局のところ、対話と透明性が人々の「安心」を生み、その「安心」が「信頼」につながる。そして信頼される技術は、社会の中で受け入れられ、使われていくようになるのだと思います。これらはとても重要な観点だと思います。

また、先ほどの尾身さんのご質問にあった「心」や「感情」といった要素をどう扱うかという難しい課題があります。たとえば、湯澤先生のところでご紹介いただいたアンケート結果を見ると、精神科ではAIを用いた診療記録の要約において、満足度が非常に低いという話がありました。

○湯澤 他の診療科では、AIによる要約の精度が高く評価され、満足度も高かったようですが、精神科だけは標準的なコメントばかりで、まともな文章として成立していないという結果が出たそうです。これは、精神科の診療記録の書き方が他の診療科とは異なり、今のAIではうまく要約できないという課題を示しています。今後、精神科の記録も適切に要約できるようになると、技術としてさらに評価される可能性があります。現時点では精神科の医師の記載する文章の量と内容が、生成AIのエンジンで対応しきれていないという課題が残っていると言えるでしょう。

グローバルな技術とドメスティックな規制

○村井 先ほどトラストや、ルールがどのように作られていくのかというお話がありました。この点について、私がいつも感じている問題があります。医療の世界では、必ず国境というものがルールを形成する上で存在します。一方で、インターネットというのは、国境なしに作られてきました。その結果、現在のインターネット社会というのは、グローバルにひとつにつながった空間と、医療など各国の政府が管理しているナショナルな空間とが共存している状況です。つまり、今のインターネット社会は、二つの空間が共存しているようなものですが、そのような観点から考えると、日本で起きていることが、世界の中でどのように役立つのか、あるいは世界で開発されているAIが本当に日本に適したものであるのかといった相互の問いが浮かび上がってくると思います。

例えば、草野絵美さんというAIアーティストの方がいらっしゃいます。彼女も慶應の出身ですが、GoogleのAI関連のカンファレンスの場で非常に重要な発言をしてくれました。彼女は、日本の文化をAIによって画像生成などで表現しようとする、どうしても西洋人の視点による「日本」が浮かび上がってしまう、という問題提起をしました。これは、先ほどの「閉じられている」という話とも関連しているかもしれません。つまり、これまでのデータの在り方と、これから日本が取り組むべきデータの在り方の違いが問われているということではないでしょうか。また、橋田さんもおっしゃっていましたが、医療の分野では「閉じたデータ」の中でAIを開発していくという考え方が非常に重要です。これまで発展してきたAIは、インターネット上で、ロボットによって自由にスキャンできるオープンなデータとは違う、医療AIでは異なるデータの管理の仕方が求められる、という点を示してくださったと理解しましたが、それで合っていますでしょうか。

○橋田 いえ、少し補足させてください。私の問題意識は、規制産業におけるデータ共有のあり方が、民間の一般的なサービスとは異なり、非常に厳格に制限されていることです。そうした状況の中で、たとえばパーソナルAIのようなものが普及していった場合に、医療や教育といった分野のデータが、果たしてそうしたAIとスムーズに接続されるのか。そして、一般の患者さんが本当にAIの恩恵を受けられるのかどうか、私の関心の中心です。

○村井 なるほど。私が関心を持っているのは、日本国内のドメスティックな空間と、グローバルあるいはインターナショナルな空間との関係を、どう整理しながら考えていけばよいのか、という点です。この点については、また後ほど改めて議論させてください。まずは先ほどの話に戻ります。健康と医療のつながりについて、どう考えていけばよいのでしょうか。正直、私自身あまりよくわかっていません。



○鈴木晋 とても興味深いテーマだと思っています。私たちのプロダクトを3つご紹介させていただいた中で、1つ目が禁煙、2つ目が高血圧でした。これらは、実際には病院に行かなくても「治療」とは言いませんが「予防」できる領域です。厳密には「疾患」や「治療」

という言葉は使わないのですが「病態」として扱われるものです。つまり、現在の法律によって「治療」や「疾患」といった言葉がルール上で定義されておりますが、私たちが目指しているのは、より広く「健康」という概念の中でのアプローチです。そのため、私たちは医療機器として提供しているものもあれば、同じアプローチで「予防」を目的とした非医療機器の製品も出しています。要するに、あくまで社会が明確に線を引いてしまっていることが課題であって、私たちはその間にあるグラデーションの部分に注目しています。本質的には「治療」と「予防」の間の境界が曖昧になってきている、あるいはすでになくなっていると感じています。もちろん、病院でしかできないような本格的な医療行為というのは確実に存在しますが、私たちはその前段階の「治療」や「予防」のグラデーションのある領域から取り組み始めたということです。

○村井 なるほど。今日ご紹介いただいたようなサービスが、医療の現場にとっても有益であるという理解や、その質の高さが広く認識されていくことで、それが当たり前になり、連続性が生まれてくるという可能性があるということですね。

○鈴木晋 医療として取り組むことの利点は、やはり薬との連動性といった点が挙げられます。これは医療でなければ成立しません。また、次の段階の病気に進行させないようにする取り組みや、病気と連携して管理するようなことも医療の役割です。さらに、医療機関は全国に存在しているため、ビジネス展開がしやすいという現実的な面もあります。保険診療の枠組みの中でビジネスとして成立するので、1度認められれば全国展開も可能になります。そういう意味でも、医療機器としてのビジネスには十分な価値があると考えています。

一方で、今日DeNAさんが紹介してくださったような健康系のサービスも、別の形で同じように価値があると私は思っています。ただし、医師との関係性が前提となる医療とは異なるタイプの「治療」とは言えませんが「健康」を支える方法と捉えています。

日本だからできるAIと医療はあるのか

○村井 ありがとうございます。先ほど後で触れたいと申し上げたいテーマに戻ります。この国では、人間に近づいていくほど、独自の文化や価値観が強く現れてきます。これは、先ほどの草野絵美さんのお話にも通じるところですが、本日の議論の中でもたびたび言及されてきました。日本人の行動様式は他国と異なるということを、何人かの方が指摘してくださっています。一方で、田中さんの発表ではデジタル貿易赤字がどんどん拡大しており、観光産業でそれを補っている現状は持続可能ではないという指摘をされました。

つまり、日本で生み出せる良いものは何か、という問いが出てくるわけです。医療という分野は、日本が誇れるものであると皆さんおっしゃっていますが、一方で、これは高度な国費投入、たとえば皆保険制度によって成立しているバランスでもあります。これは先ほどの黒川先生のお話からも明らかでした。

その上で、私たちは、やはりこのAIによって変わりゆく健康と医療の世界において、日本だからこそできる良いものがあると信じたいというエモーショナルな思いが私にはあります。もしそれが実現できるのならば、それを国際的に展開し、世界に貢献していくという道も考えられるはずです。ビジネスとして展開していくという面では、ある程度自然に進んでいくかもしれませんが、そうした動きをどう育てていけばよいか。その点をこの後、皆さんにぜひ議論していただければと思います。

それでは、質問を2つさせてください。1つ目は、私の中にある“幻想”とも言えるかもしれませんが、日本はAIなどの先進技術を活用して、健康や医療の分野で良いものを作っていけるのではないかと、という期待があります。この点について、皆さまはどのように感じていますか？

もう1つは、そうした技術をどのような場で活用し、他国との共存や協調の中でどのような課題が生じるのか、という点です。ルールの違いや、こういった分野で協力ができるのか、といったことについてもお考えを伺えればと思います。この2点が私の質問です。どうぞよろしくお願いします。



○福西 ありがとうございます。まず最初の「日本から良いものを作れるかどうか」という点についてですが、私は外科領域におけるAIの視点から見てお話しさせていただきますと、日本には非常に大きな強みがあると考えています。なぜならば、日本の手術は非常に丁寧であることは間違いありません。また、標準化も進んでおり「ホワイトサージェリー」と呼ばれるような出血の少ない手術も多く実践されています。リンパ節の郭清なども非常に細やかに行われており、高度な医療が提供されていると感じています。そのため、こうした医療現場から得られるデータの質は非常に高く、AIを活用する上でのアドバンテージになると考えています。

一方で、それを世界に展開していくにあたっては、特に「健康」に関する分野は文化の影響が大きく、難しさもあるのではないかと感じています。ただし「医療機器」などのより臨床的で客観性のある領域については、身体構造は世界共通ですし、世界の医療機器メーカーは基本的にグローバル企業がほとんどのシェアを占めていますから、我々はそこに挑んでい

かなければならないと思っています。そのために、私たちのような小さな企業が生き残るためには、海外にいるKOL（Key Opinion Leader）の先生方とのつながりを持ち、そのコミュニティに入っていくことが不可欠です。ですので、今そうした関係構築に力を入れており、アライアンスを通じてプレゼンスを高めていく必要があると感じています。世界に挑戦したいという思いは強く、立ち止まってはいただけないと考えています。

○鈴木晋 それとは対照的な意見も、私たちの社内ではよく議論されています。非常に興味深く伺っていました。私たちが手がけている「治療アプリ」という領域は、バイオ・サイコ・ソーシャルという概念の中でも、特にサイコロジカルやソーシャルな側面に大きく影響を受ける分野です。実は私たちもアメリカ展開を目指していたのですが、実際にはなかなかうまくいきませんでした。

たとえば、日本では「高血圧対策」として「醤油の量を減らしましょう」と言えば、ある程度共通認識があるのですが、アメリカではそもそも醤油をあまり使わない文化圏の人も多く、そのようなメッセージがまったく通じません。日本は非常にハイコンテクストな文化で、言語と文化が密接に結びついており「みなさんだいたいこのくらい醤油を使いますよね」といった共通理解のもとで治療を設計できます。でも、アメリカは人種的にも文化的にも多様性が高く、アメリカ人として共通する文化がそもそも存在しないという難しさがありました。このように、治療アプリのように心理的・社会的要因が大きく影響する分野においては、ローカルに根付く部分があり、グローバル展開の困難さを強く感じています。

○村井 がんの治療に取り組まれている皆さまは、まさにこの課題を究極的に解決しようとしているのだと思います。そのとき、「この国からがんをなくす」とことと「人類からがんをなくす」ことの間には、どういった本質的な違いがあるのでしょうか？



○鈴木蘭美 まず、私たちの治験は日本からスタートしています。ですので、取り組みの起点は確かに日本になると思います。重度の患者さんの治験登録がもうすぐ始まる予定です。たとえば、九州など遠方から東京の病院に来てくださる方もおられる予定で、そのような患者さんの体調を非常に心配しています。長旅で体力を消耗した状態で、強い治療を受けると、どうしても治療効果が下がってしまうのではないかという懸念があるからです。ですので「健康」と「病気」をきっちり白黒で分ける必要はなく、むしろ、メンタルヘルスや食事、睡眠といった日々の生活要因すべてが、患者さんのウェルビーイングや治療効果に関わっているのではないかと強く感じています。

○村井 「日本がどのように世界に貢献できるのか」「どの位置にあるのか」といった視点も出てきました。浅井さんは、世界中を飛び回っていらっしゃる中で、日本と世界との関係についてどのようにお考えですか？

○浅井(オンライン) そうですね、まず弊社が開発しているLLM（大規模言語モデル）は、日本語での性能向上を主眼においており、日本語のデータを非常に多く使っています。日本語は特有の文構造やトークン化の方式がありますので、そこに合わせた学習を行うことで、高い性能を発揮できるようになってきています。世界的に見ると、LLMの主な開発拠点はアメリカや中国などですが、そういったグローバルモデルは、文化的な背景が必ずしも反映されていないことが多いと感じます。インターフェイスは世界共通に揃えられたとしても、モデルの中身、つまりどのようなデータでどのような応答が形成されているかという点では、英語圏や中国語圏を中心とした思考に引っ張られているような印象を受けます。特に医療データに関しては、その国や地域の文化に即したモデルを作っていく必要性を感じていま

す。

また、国によってAI学習に対する考え方や規制も異なります。たとえば、アメリカとEUではAIに関するアプローチや規範がまったく異なります。こうした違いを踏まえつつ、人々がこの基盤モデルになら貢献しても良いと思えるような、透明性(トランスピアレンシィ)や説明責任(アカウンタビリティ)をどう確保するかが重要であり、仕組みを整えていく必要があると考えています。

○村井 最後に、せっかくこのように皆さまにお集まりいただき、議論を重ねてきましたので、ここを出発点として「ご自身は何をしていこうと思いますか」ということを一言ずつお聞きできればと思います。

○福西 なかなか難しいところではあるのですが、私たちはまだまだ発展途上の領域ですが、本気で世界に向けて挑戦していきたいという思いで、今取り組んでいます。ぜひ、皆さまからご指導いただければ幸いです。本日はありがとうございました。

○鈴木晋 CureAppの鈴木です。そうですね、やはり生成AIネイティブなアプリを作っていきたいという思いがあります。橋田さんがおっしゃっていたように、将来的にはインターフェースは共通化されていくと私も思っていて、治療アプリについても、承認が必要な部分はモジュール化されて、アルゴリズムの部分だけを認可して、インターフェース自体は自由にデザインしてよいという時代が来ると思っています。そうした未来を見据えて、対話型の新しい治療アプリの開発に取り組んでいきたいと考えています。

○橋田 先ほどもお話しした通り、現在は自治体との連携を起点に進めています。これは、自治体が住民のデータを囲い込まず、分散型のサービスが展開しやすいこと、また地域の中小企業とも連携しやすいという背景があります。自治体が主導する形で、地域の医療機関とつながっていくことができればと考えています。一方で、村井先生もおっしゃったように、医療制度は国ごとに異なる一方で、インターネットやデータ、アルゴリズムはグローバルな存在です。ベトナムやインドネシアなど、一部の国では医療データの越境移転を制限する法律もありますが、それは事業者に対する規制であって、個人が自分のデータをどう扱うかまでは制限していません。つまり、個人が自分のデータを保持していれば、それを日本に持ち込んで治療を受けるといったことも可能なのです。インターネットの力を活用すれば、国境を超えた医療サービスの提供が現実のものになるのではないかと期待しています。

○橋本 慶應大学の橋本です。LLM(大規模言語モデル)は非常に強力なツールであり、今後深刻になるであろう人手不足の課題に対して、大きな可能性を持っていると感じています。医療の現場でこのようなツールをどう活用していくのか、それを考える上で、従来のツールとはまったく異なるルールや枠組みが必要になります。多くの関係者(ステークホル

ダー) がいる中で、そうしたルール形成に自分も関わっていかねたらと考えています。先ほどの尾身先生のお話は、とても身にしました。

○山本 私たちも、今お話しいただいたようなルールづくりに、ぜひ参画させていただきたいと考えています。マルチステークホルダーによる共創的なルールメイキングを進めていく上で、法律の側から関わる私たちは、ともすればブレーキをかける役割のように見られがちです。しかし、そうではなく、開発の初期段階から対話を重ねていくことで、共に適切なかたちでアクセルを踏むパートナーでありたいと思っています。少しご紹介になりますが「X Dignityセンター(クロス・ディグニティ・センター)」という領域横断研究拠点を昨年立ち上げました。これは、人間とAIといった異なる領域が交差(クロス)する中で「人間とは何か」、「尊厳とは何か」を文理融合の枠組みで問い直していく場です。今日の議論を通じて、医療におけるAIの発展がここまで進んでいることを知り、大変感銘を受けました。ぜひ、私たちも何らかの形でサポートさせていただきたいと思っています。ありがとうございました。

○鈴木蘭美 本日のディスカッションを通じて、がんの早期発見・完治の実現を一日も早く目指したいという思いを強くしました。村井先生のご期待に応えられるよう、日本発で歴史に残る成果を出せるよう尽力したいと思います。



○湯澤 医療DXの推進、AIの活用などにおいて、大学としても先進的な医療の研究開発に取り組む必要があると改めて感じています。個人的な体験としては、第1波や第2波の新型コロナウイルス感染症流行時、NIHとの海外共同研究を進めようとした際、国内にそのための仕組みが整っておらず、大変苦労しました。コロナの治療薬開発では、海外連携が実現したものの、現場では非常に困難な状況がありました。今後は、医療DXを推進し、海外とのデータ連携もよりスムーズにできるようにしたいと考えています。また、日本の強みは、超高齢社会における豊富な健診データにあります。日本は子どもから毎年、検尿も含め、健診データを取得している世界でも稀有な国です。こうしたデータを活用し、将来的な健康予測にも役立てていければと考えています。

さらに災害医療の面では、南海トラフ地震のような大規模災害への備えとして、厚労省の電子カルテ共有サービスを通じて、最低限の医療データがどこでも確認できるような仕組みを整えることが重要です。災害時にも人々が取り残されずに必要な医療が即時に提供できるよう、愛知県を含めたデータ連携の体制整備を進めたいと思います。

○尾身 ありがとうございます。私はAIの開発者ではありませんが、これまで国内外で感染症対策に関わってきました。感染症は医療だけでなく、社会や経済とも深く関わる問題です。今のAIもそうですが、科学技術は大きく進展しており、情報も豊富にあります。しかし、社会全体としては分断が進み、皆で同じ方向に向かうことが難しい時代になっています。だからこそ、ルール作りだけではなく「共感」を大事にし、本当の意味での対話が求められています。価値観の多様性がある中で、互いに思いを伝え合い、共通の土台を築くことが難しくなっていると感じます。IT分野の専門家だけでなく、さまざまな分野の方々と、より深い対話の場を持ちたいと思います。

最後に、日本への期待についてですが、軍事ではなく、グローバルヘルスの分野でこそ、日本は世界のリーダーになれると信じています。多くの国々が日本に信頼を寄せており、今日のような議論を、もう少し平易な言葉に翻訳して世界に発信すれば、日本の文化だけでなく、経済にも大きな貢献ができると思います。これは、日本の売りとして再確認すべきだと思います。本日は本当にありがとうございました。

○浅井(オンライン) やはり、村井先生がおっしゃったように「標準化」が非常に重要だと感じています。そのため、これからも標準化に取り組んでいきたいと思っています。その際、皆さんも「ルール」という言葉が使われていましたが、私はルールそのものの標準化というのはなかなか難しいと考えています。ですので、さまざまなポリシーやルールに対応できるプロトコルやメカニズムといった、技術的な部分の標準化に、技術者として取り組んでいきたいと思っています。本日はありがとうございました。

○村井 遠隔でご参加くださった、インターネット標準化の専門家である浅井さんでした。改めて、パネリストの皆さま、ありがとうございました。それでは、「AI前提の健康と医療DX」というテーマで進めてまいりました本日のパネルディスカッション、ここで終了とさせていただきます。皆さま、非常に充実した議論をありがとうございました。

クロージング

David Farber/ 慶應義塾大学大学院法務研究科特別招聘教授,
サイバー文明研究センター共同センター長
「Closing Remarks」



Let me just share a few thoughts from here. I found today to be really fascinating—there were so many great ideas and thoughtful comments. I'd like to add just a small note of caution, though.

We're increasingly relying on having large amounts of personal information available online. But the truth is, our computers aren't secure. As they currently are, they simply can't be made secure. So putting all this information online—whether centralized or decentralized—can be risky, unless we seriously focus on improving the security of our core computing infrastructure. This has been an issue for many years, and it's only becoming more important.

Another point I find interesting is that each of us now carries a surprisingly powerful computer in our pockets. Even low-cost smartphones today are incredibly capable. Many of us also wear smartwatches, which are getting smarter and more affordable. Most of these devices can run basic AI models—like those based on large language

models (LLMs)—which opens up exciting possibilities for expanding access to healthcare around the world.

One last point: I've spent some time in the U.S. working on efforts to standardize medical information. It might be a bit easier in Japan, but it's definitely not simple anywhere. In the U.S., we've been trying for the past 20 years. Medicare may have helped a bit, but not significantly. And when you start looking across different countries, things like licensing, liability, and other regulatory issues make it even more complicated.

So while the potential is huge, there's still a lot of work to be done before we can fully implement these solutions in the way we hope to.

Thank you all very much.

ここから少しだけ考えを共有させてください。今日は非常に興味深い一日でした—素晴らしいアイデアや思慮深いコメントがたくさんありました。ただ、少し注意点を加えたいと思います。

私たちはますます多くの個人情報をオンラインで利用できるように頼るようになっていきます。しかし、現実として、私たちのコンピューターは安全ではありません。現在の状態では、セキュリティを確保することはできません。そのため、この情報をオンラインに置くこと—中央集権的でも分散型でも—はリスクが伴います。もし私たちがコンピューターインフラのセキュリティ向上に本気で取り組まない限り、危険が残るでしょう。この問題は何年も続いており、ますます重要になっています。

もう一つ興味深い点は、今や私たち一人一人が驚くほど強力なコンピューターをポケットに持ち歩いていることです。今の安価なスマートフォンでも非常に高性能です。多くの人がスマートウォッチを身につけており、それもますます賢く、手ごろな価格になっています。これらのデバイスの多くは、基本的なAIモデル—例えば、大規模言語モデル (LLM) に基づいたもの—を実行でき、これにより世界中で医療へのアクセスを拡大する可能性が広がっています。

最後に一点、私はアメリカで医療情報の標準化に取り組んだことがあります。日本では少し簡単かもしれませんが、どこでも決して簡単ではありません。アメリカでは過去20年間にわたって試みてきました。メディケアが少しは助けになったかもしれませんが、大きな効果はありませんでした。そして、異なる国々を横断して見ると、ライセンス、責任、その他の規制の問題がさらに複雑にします。

したがって、可能性は非常に大きいものの、私たちが望む形でこれらの解決策を完全に実装するには、まだ多くの作業が必要です。

松本純夫/ 独立行政法人国立病院機構東京医療センター名誉院長、厚生労働省顧問
「閉会挨拶」



本日は、あえて医療費の問題についてChatGPTに質問して、スライドを用意しました。

OECD加盟38か国の医療費 対GDP比 平均 9 % (2020年前半)		
1. 米国	17.0 %	
2. スイス	12.4%	
3. ドイツ	11.7%	
4. フランス	11.2%	
5. 日本	10.9%	

2024年度末国会での議論では、日本の保険診療体制における高額医療費負担の増加について現在の政権は、この問題を見送ることに決め、予算を再編成したということです。そこで、私は日本の医療費は本当に高いのか？という疑問をChatGPTに投げかけました。2020

年前半の統計をみると、OECD加盟国38か国の中で、対GDP比で医療費が最も高いのはアメリカで17%、次いでスイスが12.4%、ドイツが11.7%、フランスが11%となっており、平均は9%です。日本は10.9%で、これが本当に日本の財政にとって耐えられない状況なのか、というのが私の素朴な疑問です。

なぜそのような考えるのかと言いますと、私が2005年から2014年まで管理者として経営に関わっていた東京医療センターでは、どれだけ医療者が頑張っても医業収支を黒字にするのが非常に難しい診療報酬制度の下で働いているという現実を実感しました。昨年から静岡市の公立病院で経営アドバイザーとして医業収支の黒字化を目指しておりますが、10年を経て診療報酬制度はさらに厳しい状況にあり、現行の制度下では病院事業の黒字化は難しいと感じています。

日本における医療における新規技術への財源

1. 医療費の枠組み

日本の医療制度は主に公的医療保険制度に基づいており、新しい技術や治療法が導入される際には、医療保険の適用が必要です。新規技術や治療法の保険適用には、通常、費用対効果の評価が求められます。

2. コストの評価

新規技術が導入される場合、そのコストが既存の標準治療と比べてどうかを評価します。特に、「医療技術評価」(HTA: Health Technology Assessment)が行われ、費用対効果が分析されます。この過程では、医療経済学のデータが重要な役割を果たします。

先ほど、村井先生からもご指名いただきましたが、ロボット支援手術—ダヴィンチを日本の保険診療体制に導入した2012年に私は厚労省の保険材料専門組織の委員長として関わりました。中医協から1台で1億から数億を超える購入金額で腹腔鏡手術と比較して非劣性しか証明できない手術機器を導入する必要があるか否かと批判され、費用対効果について深く悩んだことがあります。手術がし易くなる・外科医への負担が軽くなる利点を会議で述べました。しかしダヴィンチの販売価格とその手術の術後合併症の発生率が腹腔鏡手術よりわずかに低くなる点だけが取り上げられ、手術に関与する人間の負担を軽減するという機器が秘めている特性にまで議論が進まなかった残念な経験がありました。しかしその後、分子治療薬や抗体医薬など、より高額な医薬品が出てきたため、その費用対効果の問題はどこかに行ってしまったという記憶があります。その後、コスト評価についても議論が進み、黄色の背景で書かれた「医療技術評価」が行われることになりました。

そして、診療報酬制度の基で財源不足がいわれる中、制度変更と予算に関する議論の中

で、ChatGPTは次のように答えてくれました。

5. 財源の多様性

また、公共の財源だけではなく、**民間の医療保険**や**患者自身の支払う医療費負担**も新規技術の財源に寄与します。特に先進的な治療法は保険適用外の場合、**患者が自己負担で支払うことが多く、その影響を受けます。**

「民間の医療保険や患者自身が支払う医療負担、特に先進的な治療法が保険適用外の場合、患者が自己負担で支払うことが多い。これが影響を与える可能性がある。」私はこれが本当にその通りで良いのか、広く議論すべき問題ではないのかと感じています。簡単に言い換えれば、日本でも混合診療を進める、そしてその財源を国家予算からではない方策を講ずるべきと、AIが進めているのではないかと感じてしまいました。

最後のスライドは、Chat-GPTからのものではありません。私の私見です。

医療者の負担軽減は評価の対象にならない

まとめ

新規技術に対する具体的な財源は、評価プロセスや政府の医療政策、個別技術の市場性など多くの要因に依存します。そのため、時間が経つにつれて状況は変わる可能性があります。医療政策の動向や経済状況を注視しつつ、具体的な技術の導入が決まるまでには、慎重な評価と調整が必要です。

しかし、これらの議論に抜けているのは、一生懸命働いている臨床医やメディカルスタッフの負担軽減策は、お金に変えて評価されないということです。評価されているにしてもわずかです。この点について、AIでどうにかならないかと期待しております。最後に、今日、橋田先生が熊本県荒尾市で行っている取り組みについて話されました。国民に対して医療および医療技術のリテラシーを広げるために、AIやスマートフォンを活用する施策が進んでいることを期待しているとコメントさせていただき、私のクロージングリマークとさせていただきます。

編集後記

山本隆太郎/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメンバー/ (一社) 日本医療ベンチャー協会副理事長

「AI時代における医療・ヘルスケア分野の成長に必要なこと～業界の垣根を超えた連携～」

2022年に公開されたChatGPTにより「生成AI」というキーワードが注目されるようになり、医療・ヘルスケア分野も例外ではなく、生成AI・AIが日々話題にあがるようになった。

日本医療ベンチャー協会はじめ多くの業界団体がセミナーを企画したが、どの企画もこれまでに盛り上がり、業界内での関心の高さがうかがえた。また、ユビー株式会社を中心に、「ヘルスケア事業者のための生成AI活用ガイド」をまとめるなど、業界としての環境整備の動きがあるなど積極的に受け入れるべき技術として捉えられている一方で、本当の意味で生成AI・AIを理解しているかという点と恐らくそうではないという、期待が先行している危惧を覚えることもしばしばあり、このタイミングだからこそ、一度立ち止まりAIの歴史を振り返るとともに技術的な側面の理解を促し、正しくAIに向き合うことを目的にしたセミナーの必要性を感じ、本セミナーを企画した。

本セミナーでは、これまでの会と違い、技術畑のゲストにもしっかき登壇をいただき、最先端の技術の紹介をいただくとともに、医療・ヘルスケア分野の取り組み事例についても大学やベンチャー企業から登壇をいただき、技術への理解を促しながら、現場でいかに活かしていくべきかという、問題提起と未来志向の議論ができる場になったのではないかと感じている。また、普段あまり交流がない登壇者らが一か所に集まる貴重な機会になり、新たなコラボレーションの可能性も感じる会となった。

今回のセミナーの企画を通して、医療・ヘルスケア分野のイノベーションをいか生むかという点において、一つの気づきがあった。それは、イノベーションは多くの場合、新規の技術をベースに生まれる可能性が高く、このようにAIをはじめ新規の技術はこれからの出てくることが予想される中で、新規の技術が登場した際の姿勢として、ただ無作為に情報を取るのではなく、まず技術的な背景を正しく理解し、どう活かすべきかという姿勢が必要であると考えが、その一方で、既存の特定の分野でビジネスに取り組んでいる環境下で、技術的な背景や技術そのものを正確に捉えることは非常に困難であるという事実である。だからこそ、技術的な側面を正確に捉えた情報と業界における特性を踏まえた議論を両輪とする場こそが、新規の技術に向き合い新たなイノベーションを生む上で求め

られる重要な要素の一つであり、このセミナーの在り方、位置づけとして重要である
と考える。

佐野仁美/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメン
バー/ 慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート 研究員
「再び文明の転換点に立つ慶應と新しい医療の創生」

今回、第4回目となる「医療と健康のDXセミナー」では、インターネット、データセン
ター、クラウドインフラ、データ流通、そしてAIアルゴリズムから法学に至るまでを包括的
に捉えるような構成を目指した。その議論をまとめた本稿を世の中に送り出す意義の一つと
しては、AIに関する個別具体的または過度に抽象的な議論が白熱しがちな現状がある中、
AIをデジタル社会のインフラとして捉え直し、どのように医療と健康の理想の姿を描ける
かを構想する一助となることを期待している。

このようなAI技術の現在地を見直し社会制度までの全体像を一望する議論を可能にした
のは、CCRCでのこれまでの医療と健康のDXに関する議論の継続があったからだろう。さ
らには、これらの体系的な医療DXの議論の受け皿として、CCRCにはインターネットの系
譜としての知的土壌があったことは重要であると考え。インターネット黎明期よりその国
際的普及に寄与されたDavid Farber氏や村井純氏を始めとしてCCRCにはサイバー文明の構
築に関する知的培地があった。そこに医療や健康といった分野が融合し、まさに本稿のよう
な医療DXに関する活発な議論を可能にした。

今後はこういった議論の蓄積から、サイバー文明の主軸となりうる新しい命の価値観を、
他の文明観とも相対化しながら提示していくことも十分にできるだろうと期待している。ぜ
ひ前作のワーキングペーパーや書籍『医療と健康のDX』(2024)などの過去の議論にも目
を通していただきたい。このような話は大袈裟に聞こえるかもしれないが、サイバー文明研究
センターで繰り広げられた医療DXの議論の数々を俯瞰すれば、新たな文明的転換期におけ
る核心的で実践的な時代の「うねり」としてこれらの議論を見ることも可能だろう。さら
には文明の発達論を掲げ、慶應義塾を創設し日本の近代化を牽引した福澤諭吉の思想を踏まえ
れば、日本の近代化の転換期を経て、現在急速に進行するグローバルなサイバー文明へと、
慶應は再び文明の転換期に立ち、新たな文明の研究拠点として、サイバー文明の主軸となる
べき人間の命の価値観の変化の議論を私たちは発信していると考えれば、本稿はより意義深
いものになるのではないか。

というのも過去の歴史を振り返っても、文明の転換とともに人間の生命観までもが変容す
るのは、自然な現象であると考えることができる。17世紀の科学革命により、それまで長
い歴史の中で支配的であったガレノス医学やスコラ学に基づく生命観は、デカルトやベーコ
ンに代表される機械論的・要素主義的な世界観に取って代わられた。日本でも近代以降、機

械論的・要素主義を背景に人間の身体までを細分化し専門性と分業化、または診療科ごとの診察を前提とする西洋医学の現代型の病院が制度ごと根付き日本の医療システムの中心を担ってきた。

しかし科学革命以降の近代西洋科学文明は、人間の理性と進歩、科学技術への信頼を基盤とし無限の進歩を志向してきたが、21世紀に入り環境破壊や資源枯渇といった地球規模の限界が明らかとなり、人間と自然の関係性の再構築が迫られている。また、サイバー文明への転換の起源となったインターネットという地球規模の情報基盤は、知識の共有と流通を加速度的に拡大させただけでなく、人々の感情や価値観にまで影響を与える情報空間に拡大するグローバルな文明を形成しつつある。インターネットは、個人を終点とする end-to-end 型の情報システムであり、命に関わる情報についても個人単位で構成を前提としつつも地球規模でそれらを接続可能にし、AIはその繋がりを充実させ社会変革を加速させる。その特性ゆえ、従来の近代的医療制度にはなかった、より有機的で連続性のある新たな生命観への転換を必要としているのが医療DXの本質的な課題であると筆者は考える。

こうした背景を踏まえると、医療と健康におけるDXの本質とは、近代科学文明が生んだ人間一人単位ではなく臓器ごと機能ごとに分断された人間の命に関する情報を統合し、インターネットを前提とする情報空間と接続された形で、一人ひとりの命のあり方を新しく再定義しようとする試みに他ならないだろう。本稿のそれぞれの報告についても各論者に通底するテーマがある。それは断片化された医療情報を一人の人間単位に再統合し、まだ定義されていない情報空間、新たな人間の集合世界との接続を試みる実践的な議論という共通点である。

本稿に照らして具体的に例示すると、山本氏は「個人の世界」と「集合の世界」を区別しメリハリのある医療情報の流通を説明された。伊藤氏はディープラーニングの欠点を埋め、個人情報を守り全体の情報を構造化し可視化を進める不確実性プログラミングをわかりやすく説明された。橋田氏は個人に分散化されたデータストア(PDS)を背景に行政サービスを始めとしてより安全にあらゆるサービスにアクセスしやすくする仕組みを提案された。標準化されたプラットフォームを介してEHRとPHRを繋ぎ、非中央集権型の医療情報の管理を進めるプロジェクトについては森川氏と石田氏から説明があった。現在の実質的な情報の集合世界とも見なせるWeb上にはない国産LLMの開発を田中氏は提案された。工夫次第でAIの応用範囲が拡大していること、また個人に最適化された医療と健康のモデルが形成されることを、橋本氏、湊氏、泉氏、瀬川氏、鈴木晋氏は伝えている。その他にも、そもそも尾身氏はコロナの危機での最大のフラストレーションは絶対的なデータの不足にあったこと、鈴木蘭美氏は、がんの完治に対する医療情報の不足がきっかけとなり事業を始められたことを説明された。

さて梅棹忠夫は「万博とは、世界の文明を一望し、未来を構想する巨大な鏡である」としたが、奇しくも第4回医療と健康のDXセミナーが開催された本年、55年ぶりに大阪で二度目となる万博が開催された。印象的な万博のキャラクター「ミyakumiyak」は、命そのもの

を象徴するデザインであり、文明のつながりや循環を示唆している。1970年の大阪万博が掲げたテーマが「人類の進歩と調和」であったのに対し、2025年の大阪万博では「いのち輝く未来社会のデザイン」が掲げらるなど、文明の転換にあたり価値観の変化を鏡の如く反射しているだろう。

また、大阪に生まれた慶應の創始者である福澤諭吉は、幕末に万博を視察し「万国博覧会」という語と共に万博を『西洋事情』で初めて日本に紹介した。福澤は、西洋の産業革命の活劇に触れ、やがて日本でも迎えざるを得ない文明の変化を痛感したはずだ。世界の歴史を見渡し人間世界を分析する慧眼を持ち、転覆回旋する日本を経験した福澤は独自の文明の発達史観を形成していった。その文明の発達プロセスの中で、福澤が生きた時代においては世界の人間がいくつも政府を作り地球をいくつもに分割し、区区たる境界を築き国家と国家の間には戦争とビジネスしかない文明の未発達段階具合を福澤は嘆いた。

しかしそこから、現在私たちは、インターネットという地球をひとつなぎにするテクノロジーを手に入れ、その道具の具体的な使い方を模索している。西洋科学文明下にあったテクノロジーのように人類のフロンティアを開拓するだけではなく、人々の幸福な心身と社会の形成にデジタル技術を活用しようと、一人一人の「命の質」を高める議論に人々の焦点が移りつつあることは本稿からも十分にわかることだろう。

このような議論を先導し成熟した文明の段階を牽引していくことはサイバー文明研究センターの使命でもありと感じながら筆者は本稿を編集した。最後に、村井氏の「前書き」に記された、メディカルインクルージョンの議論の始点となった発想である「『もし、地球で国境を意識しないで未来の医療と健康を考えたらどうなるか』そして、それをフランクに議論しましょう」というのは、再び文明の転換点に立ち、福澤が思考した文明の発達史観を振り返った時、新たなグローバルな地球文明での人間の命の価値はどうあるべきなのかという対話の重要性を振り返る本質的な問いであると胸に刻みたい。

川森雅仁/ CCRC メディカルインクルージョンワーキンググループメンバー/ 東京大学大学院情報理工学系研究科 特任研究員

「AI時代を前提にしたQOLと医療・健康」

「AI」という言葉は、1956年のダートマス会議でスタンフォード大学のジョン・マッカーシーが使ったのが最初とされ、それからほぼ70年が経った。興味深いことに、AIの最初の応用領域は自然言語処理と医療であった。

1970年代にスタンフォード大学で開発されたMYCINシステムは、その象徴的な例である。このシステムは技術的には人間のインターンよりも優秀な成績を収めたにも関わらず、実用化されることはなかった。その主な理由は、AIを医療診断に使うことの倫理的・社会的問題が解決されていなかったからである。

このエピソードは、AIが当初から持っていた可能性と課題を如実に示している。技術的優秀性だけでは不十分であり、社会的受容性や倫理的配慮が不可欠であることを、50年前

から示唆していたのである。

その10年後の1980年代、日本では第五世代コンピュータプロジェクトが開始され、10年間の研究・開発を経て1992年に終了した。当初の目的への到達度については議論があるが、AIの発展、特に自然言語処理の分野で大きな貢献があったと言える。

注目すべきは、この研究の影響が現在まで続いていることである。強化学習で2025年のチューリング賞を受賞したR・サットン教授（カナダ・アルバータ大学）のAIセンターでは、今でも当時の第五世代コンピュータ研究の流れを汲む研究が行われている。

1990年代にウェブが世界を変える中、AIには「冬の時代」が到来した。しかし、カナダ・トロント大学のG.ヒントンは引き続きニューラルネットの研究を続け、2012年にImageNetプロジェクトでその成果を発表し、世間を驚かせた。（これらの研究により彼はAI分野でノーベル物理学賞を受賞）その後、2022年のChatGPT登場を経て、現在のように誰もがAIという言葉の口にする時代へと至った。

50年前のMYCINの時代に比べると、夢のような状況に我々はいると言える。一方で、医療関係は今でもDXが最も遅れている領域の一つと言われている。その理由は、MYCINの時代とそれほど変わらない社会的、倫理的課題が依然として大きいことにあると考えられる。人の命と健康に関わる重大性ゆえに、医療分野でのAI導入が他分野に比べて慎重に進められているのは当然であろう。

私が関係している国連組織のWHOとITUは、2017年からAI for Health (AI4H) という活動を展開している。WHOが特に注力しているのが倫理上の問題であり、患者の権利保護、プライバシー確保、アルゴリズムの透明性確保などが重要な課題となっている。

また、2024年には欧州連合（EU）がAI法を制定し、国連もガバナンスに関する文書を発表している。これらの取り組みは、AIの医療応用において説明可能性や透明性を重視する方向性を示しており、患者や医療従事者がAIの判断根拠を理解できる環境の整備を目指している。

今回の専門家による議論を通じて明らかになったのは、現在のAI技術が医療・健康分野で真価を発揮するためには、説明可能性の確保と包摂性（インクルーシブ）の実現、そして様々なステークホルダー間の協力が不可欠ということだろう。

特に包摂性は重要である。電話やインターネットが障害者のために発明されたという事実は、そのことを示している。ロンドンの科学博物館には、聴覚障害者のために発明された電話モデムが、Webの発明者ティム・バーナーズ＝リーやGoogleのラリー・ページたちのメッセージとともに展示されている。真に価値ある技術は、包摂的である。

医療や健康領域でAIが真価を発揮するためには、誰でも使えること、分かりやすいこと、説明可能なこと、そしてセキュアなことが特に重要であろう。このようなインクルーシブな環境の構築により、AIは真に人々のQOL向上に貢献できるのである。

今の「AI」が一時のハイプに終わり、また冬の時代を迎えるのか、あるいはこのまま先端技術として進歩し続けるのかは分からない。しかし、ヒントン教授が見事に示したように、AIの命脈は人類の知の探究とともに生き続けるであろう。

MYCINの時代から半世紀を経て、我々は技術的可能性と社会的課題の両方について、より深い理解を得ている。医療・健康分野のAIに関しては、適切なガバナンス体制の下で、説明可能性と包摂性を重視した開発・実装が進むことで、真に人々のQOL向上に貢献できると考える。

今回のセミナーでの建設的な議論は、その基盤づくりに向けた確実な一歩である。参加いただいた専門家の皆様の知見と経験は、医療AI分野の健全な発展にとって貴重な財産となるであろう。そして何より「誰一人取り残さない」というインクルーシブな理念の実現に向けて、重要な指針を提供してくれたと感じている。本報告が、将来にもわたって価値ある重要なヒントを与えてくれるものと信じる。

巻末 プログラム詳細

第4回医療と健康のDXセミナー～AI前提の健康・医療～
4th MEDICAL AND HEALTH DX SEMINAR ~AI-premised health and medical

主催 慶應義塾大学KGRIサイバー文明研究センター
メディカルインクルージョンWG
SFC研究所価値社会プラットフォームラボ
WIDEプロジェクト

Hosted by
Cyber Civilization Research Center, Keio University
Medical Inclusion Working Group, Keio University
Value Society Platform Laboratory
WIDE Project

日時：2025年3月18日（火）13:00～18:50
Date : March 18th (Tue), 2025 13:00-18:50
会場：慶應義塾大学三田キャンパス北館ホール（リアルオンライン配信有）
Venue : North Hall, Mita campus, Keio University (Online delivery available)



第4回 医療と健康のDXセミナー 「AI前提の健康・医療」

主催：慶應義塾大学サイバー文明研究センターCCRC

[慶應義塾大学サイバー文明研究センターCCRC メディカルインクルージョン WG](#)

SFC研究所価値社会プラットフォームラボ

[WIDEプロジェクト](#)

<開催概要>

日時：2025年3月18日（火） 13：00～18：50

場所：慶應義塾大学三田キャンパス北館ホール

<プログラム>

12:55-13:00 プロローグ 佐野仁美, 慶應義塾大学政策・メディア研究科研究員
/CCRCメディカルインクルージョンメンバー

<開会キーノートセッション>

13:00-13:05 慶應義塾からの挨拶 天谷雅行, 慶應義塾常任理事 (研究担当)

13:05-13:10 主催者挨拶 村井純, 慶應義塾大学教授/サイバー文明研究センター共同センター長

13:10-13:35 特別基調講演「公衆衛生専門家から見たAI・DXへの期待」

尾身茂, 公益財団法人結核予防会理事長

13:35-14:00 特別基調講演「ブロックチェーンと不確実性プログラミング時代における健康と医療データのアーキテクチャ」

伊藤穰一, 学校法人千葉工業大学学長

<セッション1> 「健康医療のためのAIテクノロジー」

14:00-14:15 「AI x 医療の展望：最適化と個別化に向けて」

鈴木蘭美, ARC Therapies株式会社代表取締役CEO

14:15-14:30 「デジタル社会基盤としてのAIに向けて」

浅井大史, 株式会社Preferred Networksシニアリサーチャー・インフラ戦略担当VP
(オンライン)

14:30-14:45 「日本語版医療用LLMが拓く、AI利活用の未来」

田中邦裕, さくらインターネット代表取締役社長

14:45-15:00 「「AI前提の健康・医療」時代における非中央集権型 PHRアーキテクチャー実証事例」

石田宏樹, フリービット株式会社代表取締役社長CEO兼CTO

15:00-15:10 休憩

<セッション2> 大学・病院・研究機関からの講演「医療健康データから見たAI」

15:10-15:25 「個人情報保護、医療、AI——憲法の視点から」

山本龍彦, 慶應義塾大学大学院法務研究科教授

15:25-15:40 「生成AI時代の医療DX」

森川富昭, 藤田医科大学学長補佐、リアルワールドデータ研究・開発講座教授

15:40-15:55 「医療におけるDXの現状」

橋本正弘, 慶應義塾大学医学部専任講師

15:55-16:10 「パーソナルAIによるパーソナルデータの分散的活用と価値の最大化」

橋田浩一, 理化学研究所 革新知能統合研究センター グループディレクター

<セッション3> 産業界からの講演「AIで変革する医療健康システム」

16:10-16:25 「生成AI時代の治療アプリ」

鈴木晋, 株式会社Cure App開発統括取締役/医師

16:25-16:40 「AI時代も楽しみながら、健康に」

瀬川翔, 株式会社ディー・エヌ・エーヘルスケア事業本部長/株式会社データホライゾン代表取締役

16:40-16:55 「医師-患者間の分かり合えなさに取り組むAIとデジタルバイオマーカーの取り組み」

湊和修, 株式会社テックドクター代表取締役CEO / 泉 啓介, 同取締役代表医師・慶應義塾大学医学部リウマチ・膠原病内科

16:55-17:05 休憩

17:05-18:35 <パネルディスカッション> 「AI前提の健康・医療」

モデレーター：

村井純, 慶應義塾大学KGRI サイバー文明研究センター共同センター長

登壇者:

尾身茂, 公益財団法人結核予防会理事長

湯澤由紀夫, 藤田医科大学学長

鈴木蘭美, ARC Therapies株式会社社長CEO

浅井大史, 株式会社Preferred Networksシニアリサーチャー・インフラ戦略担当VP

(オンライン)

山本龍彦, 慶應義塾大学大学院法務研究科教授

橋本正弘, 慶應義塾大学医学部専任講師

橋田浩一, 理化学研究所 革新知能統合研究センター グループディレクター

鈴木晋, 株式会社Cure App開発統括取締役/医師

福西宗憲, アナウト株式会社 グローバルプログラム ディレクター

<クロージング>

18:35-18:40 Closing Remarks David Farber, 慶應義塾大学大学院法務研究科特

別招聘教授, サイバー文明研究センター共同センター長

18:40-18:50 閉会挨拶 松本純夫, 独立行政法人国立病院機構東京医療センター名

誉院長、厚生労働省顧問

<開催趣旨>

大規模な並列処理と蓄積された膨大なデータ処理による新しいAI体系は、DXを前提に発展しつつある、あらゆる社会機能において飛躍的な効率化を生み出すことが期待されている。AIは記録されている人の経験や知見に基づいてほぼ正確な提案をすることができるため、ソフトウェア開発やデジタル創作活動のように、専門性が必要で複雑な手続きによって処理されてきた分野に大きく貢献し始めた。

医療と健康の分野は、このようなAIの貢献が最も期待される分野であり、その具体的な事例が報告され始めている。AIは、医療現場における、医療システムの効率化と正確化、診断の迅速化、医療・健康データの安全な共有と利用、さらに、個人の予防医療、PHR

（パーソナルヘルスレコード）の効率的な活用など、医療研究はもとより、医療の提供方法や健康管理体制をも大きく変えることが期待される。

一方、AIの導入においての、安全なデータ共有、プライバシーや知財、また、データの偏り、公平性、正確性、など様々な社会的、倫理的な問題も顕在化している。これらの課題を解決に導くために、従来のように個別専門分野毎にAIの利用を進めるだけでなく、インターネット、データセンター、クラウドインフラ、データ流通、そして、AIアルゴリズムそのものの技術を包括的に捉え、様々な技術が連携可能なAI前提の医療DXを効果的に推進する必要がある。

慶應義塾大学サイバー文明研究センターではこれまで三回にわたり、医療と健康のDXを支えるロボティクス、AI、ビッグデータ活用から、次世代のビジネスモデルまで、先端的な知見を各専門家と共有し、未来の医療に向けた道筋を議論してきた。第四回セミナーでは、医療関係者とAIの技術者が学術、産業の枠組みを超えて知見を共有し、包括的な視点を形成することを通じて、社会全体の医療と健康の課題解決に向けたビジョンを模索する。