

第Ⅹ次 学術推進会議 報告書

AIの進展による医療の変化と 実臨床における諸課題

令和2年6月

日本医師会 学術推進会議

令和2年6月

日本医師会

会 長 横 倉 義 武 殿

学術推進会議

座 長 門 田 守 人

第X次学術推進会議報告書

学術推進会議では、平成31年1月24日開催の第1回会議において、貴職より「AIの進展による医療の変化と実臨床における諸課題」との諮問を受けました。

これを受けて5回の会議を開催し、鋭意検討を続け、ここにその結果をとりまとめましたので、ご報告申し上げます。

第Ⅹ次学術推進会議委員

座 長 門田 守人（日本医学会会長、堺市立病院機構理事長）

副座長 諸岡 信裕（茨城県医師会長）

委 員 門脇 孝（日本医学会副会長、虎の門病院院長）

森 正樹（日本医学会副会長、九州大学大学院医学研究院消化器

総合外科学教授）

飯野 正光（日本医学会副会長、日本大学医学部細胞分子薬理学部門

特任教授）

岸 玲子（日本医学会副会長、北海道大学環境健康科学研究教育

センター特任教授）

今井 立史（山梨県医師会長）

入江 康文（千葉県医師会長）

小原 紀彰（岩手県医師会長）

河野 雅行（宮崎県医師会長）

河村 康明（山口県医師会長）

広岡 孝雄（奈良県医師会長）

村上 博（愛媛県医師会長）

大江 和彦（東京大学医学系研究科社会医学専攻医療情報学分野教授）

河添 悦昌（東京大学大学院医学系研究科医療 AI 開発学講座特任准教授）

中村 博幸（東京医科大学茨城医療センター内科（呼吸器）科長／教授）

中村 祐輔（がんプレシジョン医療研究センター所長）

目 次

I. はじめに	1
II. 医療現場に入りつつある AI	
1. AI/IoT 内閣府 AI ホスピタルプロジェクト	2
2. 患者、スタッフに優しい AI	8
3. AI が紡ぐこれからの医療	12
4. AI Surgery を実現するスマート治療室 SCOT	17
5. 音声バイオマーカーの展望（音声から病気を検知する技術の開発）	22
III. AI と技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化	
6. Society5.0 時代のヘルスケア	28
7. AI・データ駆動型ヘルスケア	30
8. ハイ・パフォーマンス・コンピューティングと医療	36
IV. 医療データを基盤とする医療 AI の課題	
9. AI と ICT が変える医療—電子カルテデータを活用するための課題	41
10. 医療 AI を共創するための知財とデータ準備の考え方	48
11. AI を活用した今後の医療の課題	52
V. まとめと提言	54
VI. 創作：未来の医療—夢に出てきた 2040 年のクリニックの半日	58

(執筆者)

1. AI/IoT 内閣府 AI ホスピタルプロジェクト (中村祐輔委員)	6. Society5.0 時代のヘルスケア (宮田裕章：慶應大医療政策管理学教授)
2. 患者、スタッフに優しい AI (長堀薫：横須賀共済病院長)	7. AI・データ駆動型ヘルスケア (喜連川優：国立情報学研究所長)
3. AI が紡ぐこれからの医療 (井元剛：株式会社 9WD 代表取締役)	8. ハイ・パフォーマンス・コンピューティングと医療 (笠原博徳：早稲田大副学長)
4. AI Surgery を実現するスマート治療室 SCOT (村垣善浩：東女医大先端生命医科学研究所教授)	9. AI と ICT が変える医療—電子カルテデータを活用するための課題 (河添悦昌委員)
5. 音声バイオマーカーの展望 (音声から病気を検知する技術の開発) (徳野慎一：神奈川県立保健福祉大教授)	10. 医療 AI を共創するための知財とデータ準備の考え方 (土屋哲：富士通株式会社シニアディレクター)
	11. AI を活用した今後の医療の課題 (大江和彦委員)

I. はじめに

人工知能(Artificial Intelligence: AI)は、多くの分野で技術と人との関わり方に大きな変革をもたらしている。どんな時代でも新しい技術革新は、これまでの仕事のあり方を急速に変えてしまう潜在的なパワーをもっており、医療や健康分野においても、人工知能技術をどのように活用していくのがよいのか、私たちのこれまでの仕事はどう変わっていくのか、いろいろな期待とともに不安も入り混じっているのが現状である。大切なのは、新しい技術によってこれまでの医療や私たちの仕事のあり方を変えさせられるのではなく、私たち一人ひとりが、この可能性を秘めた技術を貪欲に適所に取り込み、使いこなし、限界を知り、医療をさらに発展させることであろう。

前期の第IX次学術推進会議では、「人工知能(AI)と医療」をテーマに、人工知能の基礎をはじめとし、現在の人工知能とはどういうものか、どういった構造で、何を達成することができるのかについて、医療分野への人工知能の応用例を調査し、医療分野における人工知能の可能性について議論が重ねられ、その結果が取りまとめられた。

今期、第X次学術推進会議では、「AIの進展による医療の変化と実臨床における諸課題」をテーマとし、前期の検討結果を踏まえ、AIが医療に与える影響、実臨床におけるAIと医師・医療の在り方、さらにはAIと患者・医師との関わり合い方、法制度や知財等について議論を重ね、課題の明確化、AI等の技術と医療分野の在り方について、さらに検討していくこととなった。

本報告書では、11名の講師をお招きして幅広い話題提供をいただいた講演の抄録を、医療現場にはいりつつあるAI、AIと技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化、医療データを基盤とする医療AIの課題、の3章に再構成したうえで、将来へ向けた提言としてまとめる。

Ⅱ. 医療現場に入りつつある AI

1. AI/IoT 内閣府 AI ホスピタルプロジェクト

(1) AI ホスピタルプロジェクト

医療サービスは、医学、工学、薬学、ゲノム研究などの急速な進展によって、高度化、複雑化、先進化、多様化している。このような状況で、先進的な医療を提供する現場の負担は増加の一途をたどり、医師をはじめとする医療従事者の疲弊が大きな社会問題となっている。働き方改革を目指す我が国においては、AI（人工知能）や IoT（Internet of Things）、ならびにビッグデータ技術を始めとする情報関連技術を病院の情報システムに実装化することで、より安全で先進的な医療を実現するとともに、医療従事者の負担をも軽減する仕組みを考えなければならない。

また、超高齢社会を迎えた我が国において、医療の質の担保と医療費抑制の両立を図ることは重要な課題であるし、医療分野での国際競争力をどのような形で向上させるのかについても考える必要がある。AI ホスピタルプロジェクトは、このような諸課題の克服に寄与するために組織された。

(2) ビッグデータの活用による医療の質の向上

臨床情報、画像情報、病理情報、生化学情報、ウェアラブルな装置から得られた情報からなる、医療ビッグデータベースを構築し、これを解析することで、病気の背景となる遺伝的な要因や生活要因が明らかとなり、得られた知見に基づく生活指導を行うことで、病気の発症と重症化の予防、ならびに健康診断の個別化につながる事が期待される。例えばアメリカでは、マイクロチップで測定した血糖データをかかりつけ医に送信し、血糖をより正確にコントロールすることで糖尿病の重症化を予防する取り組みが行われている。この例のように、IoT 技術を活用して疾患に関する情報を収集することは、様々な疾患のメカニズムの解明や新しい診断と治療法の開発につながるだけでなく、臨床の場で実感される患者さんの多様性の理解とともに、個々の患者さんに応じたより精密な診断と治療を提供することにつながる。更には、わが国の目標である健康寿命の延伸や、治療期間の短縮による医療費の削減、病気からの社会復帰による労働人口の確保という国が抱える課題に対応することにもなる。

医療ビッグデータの構築はまた、わが国が抱える大震災のリスクに対峙する上でも重要である。東日本大震災では診療情報が失われ多くの患者さんに不利益が生じ、北海道胆振東部地震でも停電による診療情報が失われた。災害時における被災者の医療の確保や犠牲者の身元確認等への応用に備えて、診療情報をデータベース化することで、被災者にいち早く適正な医療を提供するようなシステム作りにつながる事が期待される。

(3) 診療をサポートする人工知能技術

医療画像の撮影モダリティの高度化と多様化によって、医療機関で発生する画像量は急速に増加しているが、これを読影し診断する病理医あるいは放射線診断医の不足が課題となっている。AI 技術を活用して、画像診断の見落としや医師の負担を低減する補助システムを開発するとともに、これをクラウド上に設置し遠隔診断システムとすることで、地域間の医療格差を縮めることが期待される。また、別の応用として、心房細動で生じる脳梗塞のように、発見が遅れば後遺症が残るような疾患に対して、ウェアラブルな装置が患者さんに起こる危険な兆候を検知して、救急搬送につなげるといったことが可能となれば、医療の質の向上に大きく貢献する。また、薬剤の誤投与や、主治医による画像診断レポートの見落としといった問題がメディアで取り上げられているが、このような単純な人間のミスや見落としといった医療安全上の問題や、多様な病気の背景に存在する遺伝子やゲノムといった情報に基づく精密な病態把握によって、より適切な治療法の選択にも AI 技術によるサポートが期待される。

(4) 情報の共有とコミュニケーションをサポートする人工知能技術

医療分野における情報の量は急速に増えており、年間 30 倍に膨らむといった試算もされている。遺伝子やゲノムに関する情報を含めると、更に多くの情報が収集されていることになる。病気の診断が高度化、細分化され、新薬開発が急速に進む中で、先端的な研究者と医療現場、あるいは医療現場と患者さんや家族との知識ギャップは拡大する一方にある。このような情報爆発（infoplosion）の時代においては、診断機器、治療機器、医薬品情報といった診療技術に関する詳細な情報を、我々が目で見て、読んで、すべてを理解した上で診療をすすめるということは現実的に不可能である。したがって、得られた情報から医療者が知っておくべき情報、あるいは患者さんや一般の方にも共有すべきような情報を分かりやすく伝え、質問がある場合には双方向でディスカッションができるような、よりスマートな e ラーニングシステムの開発が求められる。

医療者と患者さんとのコミュニケーションのサポートも AI 技術に期待されることの一つである。現在の診療現場では、コンピュータの画面とキーボードを見ることに集中するあまり、患者さんと目を見合わせながら診療することが難しくなっている。このように、診療時間の多くを記録に費やされることが、医療にとって重要な人と人との触れ合いを希薄にする原因となっている。患者さんと触れ合う時間を確保するためにも、診療現場での記録をテキスト化して整理するといった AI 技術が必要である。また、新しい医療技術が増えるこ

とで、インフォームドコンセントにかなりの時間を要する状況となっている。このことはアメリカにおいて顕著であり、説明時間の増大や多様な対応が求められる医療が燃え尽き症候群を引き起こすといった指摘がなされている。インフォームドコンセントのある程度の部分を AI が代替し、最終的なディスカッションを医師と患者さん、あるいは家族が行うというようなシステムが開発されることにより、現場の医師や看護師が抱えている負担を軽減し、それを通して働き方改革に寄与するということが期待される。

(5) リキッドバイオプシーによる超精密医療と新たな社会的課題

血液や尿や唾液、胸水・腹水、髄液といった採取する上での侵襲性が低い体液を材料とすることで、安全に安価に検査を行うリキッドバイオプシー技術が進んでいる。これまでは、がん組織を採取できなければ、がん遺伝子の異常を検査することができなかったが、リキッドバイオプシーであれば、例えば血漿成分など、体液に混入したがんの DNA を利用して遺伝子異常を判定することができるようになる。これによって、がんのスクリーニングや、手術後の腫瘍細胞残存の有無、術後再発の超早期診断、分子標的薬の選択、抗がん剤の治療効果の判定など、様々な応用が期待される。がんは国を挙げて取り組むべき大きな課題であるが、新しい技術の進歩によって医療現場が変わりつつある。

特に日本の場合、がん検診率が公的なものでは 50%あるかないかといわれているなかで、症状が出てから進行がんと診断されるケースが少なくない。リキッドバイオプシーを用いれば、7~8 割は手術可能な段階で発見できると見込まれ、がんによる死亡を大きく減らす可能性がある。このような、リキッドバイオプシーの実装化には IoT 技術や AI 技術の活用が鍵となる。血漿中に存在するセルフリーDNA の半減期は 2~3 時間であり、血液から血漿を取り出し、血漿から DNA を取り出す一連のプロセスの管理が検査の精度に影響するため、これを IoT 技術で品質管理する必要がある。また、DNA シークエンスデータの質の管理やシークエンス結果の解析には AI 技術が必須であるし、解析結果を医師に分かりやすく説明する、または患者さんにわかりやすく説明するための AI 技術を活用したツールの開発も必要となる。

リキッドバイオプシーは出生前診断にも活用され始めている。これまでは羊水を採取しなければならず、これが流産を引き起こすリスクは 2~5%程度であったが、母体血に混ざる胎児のセルフリーDNA を利用することで、より安全な NIPT (Non-Invasive Prenatal genetic Testing) が可能となってきた。胎児の染色体異常の割合は、母体の年齢が上がると格段に高くなり、ダウン症候群では 40 歳で 100 出産に 1 例くらいの割合となる。学会のガイドラインでは、35 歳以上は特定の病院で NIPT を受けることができるとされているが、一方で

自由診療のクリニックでは35歳未満でもNIPTによる出生前診断を受けることができるようになっており、社会ニーズとの乖離がみられている。更に医療機関を介さない、ビジネスとして行われる遺伝学的検査（DTC: Direct-To-Consumer）も登場してきており、検査の科学的根拠や結果解釈について正確な情報が伝えられるか、検査の精度に関する品質保証が適切になされているか、検査により明らかにされた個人遺伝情報が適切に保護されるかといった問題が指摘されている。

すべての病気に関わるDTC検査は医療機関を通して提供するべきであると考えるが、このような問題を含め早急に対応しなければDTC検査が一気に広がる可能性がある。血液でがんを診断する、あるいは胎児の染色体・遺伝子異常を母体血で診断するということが、DNAの解析技術とAI技術とによって可能になったが、これによって生じた新たな社会的課題についての対応も必要である。

2019.04.05.日本医師会「第2回学術推進会議」



『AI(人工知能)ホスピタルによる 高度診断・治療システム』

プログラマディレクター
中村 祐輔

– 6 –
0 (163)

10 (163)

AIホスピタルプログラムの概要

医療は
医学・工学・薬学・ゲノム研究
などの急速な進歩に伴って

高度化
複雑化
先進化
多様化
している

AI、IoT、ビッグデータ技術を用いた『AIホスピタルシステム』を開発・構築・社会実装し、高度で先進的な医療サービスを提供するとともに、医療機関における効率化を図り、医師や看護師などの医療従事者の抜本的な負担の軽減を実現する。

超高齢社会における

- ・医療の質の確保
- ・医療費増加の抑制
- ・医療分野での国際的
- ・医療現場での負担転

に寄与する

2

12

人工知能＋医療・DNA情報のデータベース化は国の命運に関わる

中国や韓国では
すでに始まっている

ゲノム情報に基づく
個別化予防
個別化医療

人工智能

人工知能 クラウドシステム(医療・DNA情報)

医療現場における
人的エラーの回避

医療現場における
人的エラーの回避

健康寿命の延長
最適化個別化医療
医療の質の向上
医療費の費用対効果の改善
医療費の増加抑制
高齢人口確保・働き方改革
国際的競争強化
災害対策

大災害時に
患者さんの疾患・治療情報
の速やかな提供(抗がん剤
の治療歴・腎透析履歴)
不幸があっても、
遅やかな個人識別

専門家と医療関係者間・
医療関係者と患者や家族
間の知識ギャップを埋める
医療現場の負担軽減

生産性革命
社会変革
社会的課題への対応

医療情報の管理
データベース
アクセスキーワード

46

[illegible]

☐ A

サブテーマB:医療従事者と患者・家族のアイコンタクト診療・説明時間を確保するための人工知能の活用例

診療時音声情報のAIによる文章化

パソコン見ないで、こっち向いて話してよ!!

ほとんど、こっちを見ていないじゃないの!!

今

AIの診察場面での活用

5年後

ちゃんと目を見て話してくれて、信頼できそう!

何か聞きたい事はありますか?

AI君

僕に任せて、患者さんを向いて話をしてあげて!

検査結果は少しよくなっていますね。

「サブテーマA」と「サブテーマB」に参画している企業で共通の辞書作成のための連携日本標準の作成

17

5

サブテーマC:リキッドバイオプシーによる超精密医療

リキッドバイオプシーの材料

脳腫瘍

血液

唾液

尿

尿水・腹水

肺がん、頭頸部がん

肝がん、膵がんなど

腎がん、膀胱がんなど

がん細胞残存の有無

分子標的治療薬などの選別

再発の超早期診断

抗がん剤治療の効果判定

1. 低いがん検診率。症状が出てから、進行がんと診断されるケースが少なくない。早期に診断されると治癒の可能性が高くなり、治療費が節減される。

2. 治療効果や再発の有無をより精度高く、早く判定できる。

3. 治療法を適切に判定できるため、無駄な抗がん剤の副作用を回避できる。

4. 分子標的治療薬の選択にも応用できる。

20

6

Ⅱ. 医療現場に入りつつある AI

2. 患者、スタッフに優しい AI

(1) 日本における医療提供体制のパラダイムシフト

団塊の世代が 75 歳以上となる 2025 年に向けて、我が国の医療提供体制はパラダイムシフトが起きている。後期高齢者の数が最大化するこのような環境下では、要介護状態となっても住み慣れた地域で自分らしい暮らしを続けることができることが求められるためである。これを実現する医療提供システムは 2 つからなり、一つは在宅医療を中心として治し支える地域包括ケアシステム、もう一つは病状に応じて適切な病院を受診する地域医療構想である。このような立体的な医療ネットワークを構築するために、医療機関も 1 病院完結の総合病院型から、得意分野に資源を集中するネットワーク型の地域完結型医療への移行が進められている。

これに関連し、2025 年の必要病床数の推計では、全都道府県のうち埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、大阪府、沖縄県の 6 都県で病床が不足し、このうち神奈川県では 8,000 床不足するという予測がされている。神奈川県における地域医療構想の区域は二次医療圏とほぼ同一であり、横浜は北部・西部・南部の 3 つの二次医療圏が 1 つとなり、人口 380 万人の大きな 1 つの構想区域となっている。一方で、横須賀・三浦の二次医療圏は県西の小田原などと同じく、神奈川県内では稀な人口減少地帯であり、今後 20 年で人口が 20%減少するが、医療需要は今後 10 年で毎年 1.6%程度増加するという推計がされている。

(2) 急性期の基幹医療を支える横須賀共済病院

横須賀共済病院は 3 方を海に囲まれた三浦半島の東京湾沿いに立地し、113 年前に海軍病院として開発された。現在では、地域医療支援病院、救命救急センター、がん診療連携拠点病院、DPCⅡ群病院、総合入院体制加算 1 の取得などの資格を有し、横須賀・三浦医療圏の急性期基幹病院としての役割を担っている。横須賀・三浦の 70 万人の二次医療圏には DPC 対象病院が 8 病院あるが、横須賀共済病院と湘南鎌倉総合病院の診療ボリュームが特に大きい。横須賀共済病院の平成 28 年度入院患者数は 18,577 (8 病院合計: 58,388)、手術症例数は 9,416 (同: 27,972)、悪性腫瘍入院患者数は 3,875 (同: 9,178) とそれぞれ、全体の約 1/3 を占める数を診療している。また、救急搬送数も多く、湘南鎌倉総合病院が年間 1 万 4,000 台で日本一のところ、横須賀共済病院は年間約 1 万台と全国 26 位となっている。この 4 年間の傾向では、全体で年率 0.4%しか患者さんの数は増えておらず、推計よりもすでに少なくピークアウトしかけている可能性がある。ただ、その中でもハイボリュームセンターに患者さんが集まる傾向があり、これは情報が WEB で得られやすいことと関係しているかもしれない。

横須賀共済病院はベッド数のほぼ倍の 1,533 人の職員を抱え、医師・歯科医師は 225 人、看護師は 760 人が在籍している。最近、8 台目のアンギオ装置とダヴィンチを導入

して総合入院体制加算1を取得する一方で、慢性期を担当していた分院の統合や、訪問看護ステーションの閉鎖、回復期リハビリテーション病棟を一般病棟に機能転換するなど、高度急性期医療に特化すべく資源を集中している。急性期から回復し転院を要する患者さんについては、三浦半島、鎌倉市、横浜南部の10病院（聖ヨゼフ病院、衣笠病院、湘南病院、清川病院、よこすか浦賀病院、葉山ハートセンター、三浦市立病院、パシフィックホスピタル、金沢文庫病院、済生会若草病院）と協定を結び、各病院の得意分野や患者さんの住まいに応じた医療連携を行っている。また、横須賀に関しては在宅医療の地域ブロックが4つあり、強固な連携によって在宅看取り率が日本一となっているように、異なるレイヤーで優れたネットワークが形成される地域である。

(3) AIを活用した医療従事者の働き方改革

高度急性期医療を目指す病院では、入院患者さんの数は増える一方、在院日数が短縮する傾向にある。実際に、横須賀共済病院では毎年入院患者数が4%ずつ増加し、在院日数は6%ずつ減少している。この期間に職員数は4%しか増えていないため、一人あたりの労働量が増えていることになる。このような、高度化し増大する医療ニーズに対して生じる、業務の急増と労働力の不足に対する根本的な解決はヒトからAIへのタスクシフトにある。AIホスピタルプロジェクトでは、サブテーマの一つとして医師や看護師の記録の自動入力化を進めており、横須賀共済病院がこれを分担している。具体的には、ピンマイクで話し言葉の音声を拾ってサーバに送信し、テキスト化された情報をSOAP形式にサマライズして電子カルテにアップロードするものである。

このような音声自動入力システム導入により、全病棟看護師のキーボード入力時間の1/3の省力化が実現すれば、年間21,000人の新規入院患者について、約7,000時間の業務省力化が見積もられる。同様に、外来診察の1診察あたり1.5分の省力化が実現すれば、年間420,000人の外来患者数に対して、約10,500時間の医師の入力業務の省力化が見積もられる。音声自動入力システムは9DW社と共同で開発しており、音声を認識してテキスト化するためにRecurrent Neural Networkによるノイズ除去や、多人数となる話者を分離するためのDeep Clusteringなどの技術を利用しており、次のステップとして、電子カルテとの統合や、インフォームド・コンセント時の理解度を推定するための解析機能の搭載を予定している。

また、診断書や診療情報提供書をはじめとする膨大な書類業務もAIにシフトすることができれば、医療者の業務の軽減と労働生産性の向上、患者さんの待ち時間の短縮や満足度の向上にもつながることが期待される。このように、AIを活用することで「三方よし」となるような保健医療への貢献を目指している。

第2回 日本医師会学術推進会議

愚者、スタッフに優しい

AIを活用する診療時記録の自動入力化と 良好なコミュニケーションシステムの開発

横須賀共済病院 院長 長堀 薫

2019年4月3日

– 10 –
4 (167)

14 (167)

患者、スタッフに優しい病院になるための、AIを用いた診療時記録の自動入力化、
インフォームドコンセント時の双方向コミュニケーションシステムの開発



13

地域医療構想



12

数值目标1

2019年

自動入力システムの全病棟及び医師の外来診療に導入

看護師の場合	医師の場合
入院アセスメント時 患者一人あたりの キーボード入力時間 60分	外来診察時 患者一人あたりの キーボード入力時間 10分
音声自動入力システム導入により 全病棟で 1/3 の省力化 が実現すれば、	音声自動入力システム導入により 全患者で 1.5分 の省力化 が実現すれば、



期待される効果	期待される効果
新規入院患者数 約 21,000人	外来患者数 約 420,000人
看護師の 入力業務省力化/年 7,000 時間	医師の 入力業務省力化/年 10,500 時間

4

目標2

2020年-2022年度

可能な業務はAIにタスクシフト

PFM、診療情報提供書、診断書など膨大な書類業務
薬剤師、臨床工学士、PTなど多職種の入院計画書
他病院、開業医との連携業務・情報の共有化

患者－医療者のより良好な関係を構築

説明時のアイコンタクトの徹底
IC時に表情診断を活用し、平易に翻訳
待ち時間の短縮

5

保健医療への貢献

AIを活用して“三方よし”となる

患者にとって双方向コミュニケーションシステム
により情報格差を解消しやすくなる。

医療者はタスクシフトにより、業務の軽減を
図れる。患者に寄り添える時間が増す。

労働量の削減は人件費率を改善し、
労働生産性を上げる。

6

Ⅱ. 医療現場に入りつつある AI

3. AI が紡ぐこれからの医療

(1) 国内と海外の AI への認識の違いと現状

AI によって人類は便利で豊かな生活を享受しさらなる発展を遂げていくという希望がある一方、我が国では「職が AI に奪われるのではないか?」「AI によって人間が支配されるのではないか?」といった不安が取り沙汰されている。AI に対する脅威論はその茫漠としたイメージから想起される発想であり、我が国ではこれがまことしやかにささやかれ大真面目な議論が起こっている。

一方で、海外での AI 脅威論は現実的なものであり、例えば、テスラモーターズ創業者のイーロン・マスク氏は、AI が兵器転用される懸念を前提に「人類の脅威となる」と発言している。実際に米国、ロシア、中国を始めとする軍事大国において AI の軍事転用に関する研究が着々と進められる中で、「自立思考する自動 AI 兵器が作られるのではないか?」「その結果、AI ロボット兵器が兵士に置き換わり、戦場における非倫理性が更に拡大するのではないか?」「したがって AI の兵器転用を規制しよう」という議論が生まれている。過去そうであったように、人類の科学技術の発展は、「軍事利用」と裏腹だという事実は現実として見つめる必要がある。

(2) 海外の AI 開発の現状

AI を開発するには膨大なデータが必要であるが、海外ではこれを積極的に行っている。例えば中国では、習近平主席が 2025 年までに製造強国になると宣言し、年間 1,000 億円以上という莫大な国家予算を投入している。この中で、民間を含め、すべてのデータは政府のサーバにデータを同期せよという条例を設け、各大企業に対して中国政府の高官が常駐する部屋を作ることが義務化されるほどに、データ収集が積極的に行われている。また、AI 技術の買収攻勢を世界中で行い、投下資本を必ず回収するシビアナビジネスセンスにより、あっと驚くサービスが生まれる可能性も目されている。

一方で、アメリカは世界の AI 技術とブームの牽引役であり、特に Google、Facebook、Amazon といった巨大 IT 企業において技術開発が盛んに行われ、このうちいずれかが包括的な AI システムをリリースする可能性が高いと目されている。教育機関の MIT やスタンフォード大学では世界最先端の研究が行われ、予算も豊富で投資家と起業家ともに多い。国家予算としては中国の規模ほどでないものの、倍くらいの期間をかけてデータを収集し研究を継続しているように、日本よりはるかに積極的に動いている。欧州では、イギリスでは世界で初めて実用的な AI サービス（インディーズの売れる CD を予測する AI）を成功させ、教育環境も高度である。フランスのコンピューターサイエンス専門の国立研究所に世界屈指の AI 技術者が集まっており、ドイツでは AI を含むハイテク関連のスタートアップが活発化し欧州では「シリコンバレーよりベルリンで起業」と言われるほどとなっている。北欧では高度な社会福祉制度と住みやすさに注目した起業家

や投資家が集まり AI 開発が活発化している。

(3) AI による社会貢献への重要性

高性能の AI で社会のあらゆる分野の業務の効率化と自動化を行い、未だ人手で運用されている様々なシステムを自動化すれば、現在では解決の難しい社会問題を今後解決できると思われる。これまで、熊本城の石垣修復、欠損歯のモデル自動生成、MRI/CT スキャンなどで得られた臓器画像データからの病変予測、家畜の個体生体データからの体調変化や発情期の予測、バイオミメティクス（生体模倣）を活用したトラック輸送における配送業務の効率化、エンタメ分野では東京ガールズコレクションに訪れる来場者の写真を「AI 審査員」が解析し SNS でどのくらい「いいね」をされるかの予測など、AI 技術を活用して多岐にわたる開発を行ってきた。

社会貢献という点では、震災復興を始めとして、医療分野での自動化が生み出す余剰時間は医療従事者がさらなる研究や患者とのコミュニケーションに時間を費やすことができるようになり、畜産水産分野では疫病の早期発見・対処が可能となり、食の安全と動物医療の発展に貢献ができる。人々を豊かにするサイクルを AI は生み出すことができ、それは人々の働き方だけでなくライフスタイルも変えてしまう力を持っている。AI は学習により精度と効率を高めて続けられるが、決して人になりかわることができない。効率性の追求からは生まれない、人の温かみを感じる作業を人が担い、人は AI を通じてさらに人を思いやるといった、そのようなやさしい社会が目指される。

(4) AI の導入による医療現場の「働き方改革」

我が国において、医療従事者は情勢の変化に細やかに対応することが求められる一方、働き方改革は差し迫った課題であり、官民を上げての対応と整理が進んでいる。AI のサポートにより業務改善が期待されるものの一つとして、医療従事者と患者さんとの対話音声から、診察記録やレポート、議事録などを自動で作成する「音声自動ログ化」が挙げられる。外来診察の音声を正確にログ化することで、医師によるキーボード入力作業も減り、患者さんとのコミュニケーションに集中する事ができるようになる。技術的な要点としては、「人語とそれ以外の雑音」や「人の声を個人別に」識別できることであるが、AI が学習を重ねる毎に精度が上がると共に、テキストとしての蓄積も進むことが期待される。同様の技術の応用として、AI スピーカーを病院窓口に設置し、患者さんへの対応のログを蓄積することで、将来的には「自然言語の理解」にも近づくと共に、自動対応も可能となることが期待される。

また、映像データを活用した AI も考えられる。例えば、院内に設置したカメラが捉えた動画から、患者の転倒や急変などのイベントを検知して医療従事者へ速やかに知らせることや、不審人物の進入時にアラートを担当者に発令するなど医療安全やセキュリティ一面でも大きな活躍が期待される。同様の技術は、窓口における患者の流れの解析

から、混雑回避のための配置や導線設計にも応用できる。このように、業務の円滑化を進めながら、医療従事者と患者の安全を守ることがこの働き方改革の大きな副産物となる。

(5) AI と人それぞれの役割と棲み分け

AI は人に寄り添い、人と協業するために開発されるべきである。スマートフォンが普及し公衆電話をみかけなくなった一方で、スマホケースや周辺機器を作る会社が生まれた。このようにAI の発展と普及によって失われる仕事も出てくるが、この破壊的イノベーションは新しい仕事を次々に生み出すはずである。

ここで大事なキーワードは「人間にしかできないコトの価値」である。AI によって多くの仕事が代替されるようになると、人間が行うことでしか価値を産まないコト・モノの価値が高まる。例えば伝統工芸・伝統芸能はヒトが行うものであるし、スポーツやエンターテインメントも同様であろう。更には、人から人への継承、人と人とのコミュニケーションに我々はより注力できるようになり、そこに価値が生まれ仕事が生まれるのではないかと考える。つまり、効率が必要な部分はAI に任せ、人はより繊細で人間的な判断が必要な仕事に従事し、そのような産業が多様に分派していくであろう。見方を変えたと、AI はある分野では人類を凌駕する存在でありながら、同時に一定の分野では非常に劣った存在である。非常に複雑で機知に富んだ人類の営みが AI によって奪われることはなく、人との協業がありきのAIこそ人類に必要な「技術」である。

株式会社9DW セミナー資料



Confidential

1

AIの社会貢献への重要性 - 1

AIにしかできないことで社会に最大限の貢献をしたい

そもそも、私が2016年3月にAI専門開発会社を設立したことは大きな理由があります。それは最先端技術を駆使して作られた高性能AIで社会のあらゆる分野の業務を効率化・自動化したり、まだまだ人手で運用されている様々なシステムを自動化すれば、現在では解決の難しい社会問題を今後解決できるのではないかと考えたからです。

その上で、私の会社9DWは「AIは社会の課題解決に役立ち、社会に貢献するものでなければならぬ」という開発理念の根拠にしています。

前述の熊本城の石垣修復や火災損傷のモデル自動生成以外にも、MRI/CTスキャンなどで得られた臓器画像データから個人の臓器モデルを自動生成し病状を予測するAIであったり、家畜の個体生体データを解析し体調変化や繁殖期を予測するAI、バイオメタボリス（生体情報）活用したトラック輸送における配達業務の効率化AI、エンタメ分野では重症ガールズコレクションに訪れる来場者の写真を「AI審査員」が解析しSNSでどのくらい「いいね」をされるかを予測するAIなど多岐にわたっています。

9DWの「AIによる社会に貢献」



Confidential

3

海外各国でのAI開発の競争・構図

「AIを制するものが世界を制す」AIパワースタームは始まっている

ロシアのプーチン大統領は2017年、同国の教育機関に向けた講演で「AIは意外な才能をもたらし、同時に予測困難だこの分野で主導権を握る者が世界の支配者になる（中略）ロシアがこの分野で主導権を握った世界中心のウハハを共有するつもりだ」と語りました。

「AIを制するものが世界を制する」これはすでに民間も含めた世界中の指導者の共通認識になっていると云っていいでしょう。

大量データを膨大な学習に自覚学習していくAIができれば発行者が一人勝つことは火を見るより明らかです。

現在、AI開発者・研究者は世界のAIを走る潮流をよく見ており、現在AI開発は本格的なグループに分かれているとしています。

- ①AI開発およびサービス提供で世界のコア企業を目指すグループ
- ②日本も含める①から派生する技術を提供するグループ

Googleなどは①に分類される企業で、実力を付けてきたるの企業を巨額で買収し、ニッチ技術も吸収しながら包括的AIシステムを作り上げようとしています。主にアメリカでは②に分類される企業は①の企業に買収されることを避けて産業的に会社の特長を生かすための製品開発を行っています。このような実業主業に参入している開発を行っている企業は日本企業のようなポイントのぼやけたAI開発を行っているわけがありません。

実際に特定分野でGoogleよりも優れた技術を持つ企業は多く、Google自身もそれを良しとしています。

Googleのみならず、Amazon、Facebookなどの企業もどのような買収と技術開発が行われているか、資金が乏しい東南アジアでは露骨に欧米の企業に買収されようという動きが見られます。

すでに世界ではAI主導権を握る情熱なパワースタームが始まっているのです。

Confidential

2

AIによる業務改善のポイント①「音声自動ログ化」- 1

現在病院で実証中の音声自動ログAIの活用

9DWは現在横浜須賀実済病院で提携しAI導入による病院業務の業務改善を行っています。

人の命を扱うには記録にも細心の注意が必要であり、大きなファクターとなります。

記録を取る業務は重要なファクターであり、患者との良質なコミュニケーションは治療の大きなファクターです。具体的には病院職員・医師・患者などの対話を音声ログ化し、自動でレポートや議事録を作成するものです。

AIであるポイント「人語とそれ以外を識別」「人の声を個人別に識別」「自然言語の理解識別」でAIが現場で学習を重ねるうちに精度が上がり、データが蓄積できます。



Confidential

4

AIによる業務改善のポイント②「AIカメラによる見守り」

AIカメラが人々の動きを解析し、院内のインシデントを発見する

AIカメラは個別に物体と人を認識し、その動きの連続を解析します。
そのカメラを病院内の廊下や窓口に設置することで、これまで気が付かなかったアクシデントの早期発見が可能になります。

また、窓口に立つ患者が転倒した等のインシデントを自動的に発見し医療従事者へ速やかに知らせます。
病院内の整理により、業務は時短化し、患者には使いやすい病院窓口配置を作ることができます。
AIカメラは病院関係者以外の顔の識別も可能で、不審人物の進入時にアラートを担当者に発令するなどセキュリティ面でも大きな活躍ができます。

業務の円滑化を進めながら、医療従事者と患者の安全を守ることができるのはこの働きが改革の大きな副産物です。



業務の円滑化を進めながら、患者や医療従事者の安全を守る！！

Confidential

5

AIは人になりかわることができる - 2

AIと人のやさしい社会の働き方

AIに出来ない部分は、人が丁寧に対応するという点はより温かみがあり細やかな人が行うのです。
AIは人になりかわることができる

AIは学習により、精度と効率を高めて続けていきます。
そしてAIを使う人はさらに人を思いやる。
AIと人が目指すのは、そんなやさしい社会での働き方です。



AIと人が協力して可能となる、やさしい社会での働き方

Confidential

6

Ⅱ. 医療現場に入りつつある AI

4. AI Surgery を実現するスマート治療室 SCOT

(1) 精密誘導治療

東京女子医科大学先端工学外科 (FATS: Faculty of Advanced Techno-Surgery) は、2001 年に新しい研究組織として開設された。同じ研究室内に脳外科医と工学研究者が同席し、大学院生に社会人が多いことより、それぞれ医工連携と産学連携が、ひとつ屋根の下で行われていることが大きな特徴である。医師、歯科医、放射線技師、薬剤師等の多職種のメンバーによって外科学のテクノロジーを進化させるべく研究が行われている。FATS は、外科医の新しい目や脳や手となる新規医療機器・治療機器を開発し精密誘導治療の実現を目指している。具体的には、新しい目 (術中オープン MRI・インテリジェント手術室など)、新しい脳 (戦略デスク・医療トレーサビリティ・イベントレコーディングシステム・E-ナイチンゲールなど)、新しい手 (精密誘導手術用機器・システム、ラジオサージェリーシステムなど)を開発し、これらを一つのネットワークで接続し、将来的には収集したデータを活用した AI によって外科医の意思決定を支援するものである。また、このような仕組みは遠隔医療やロボットによる治療などにも展開することができると考えている。

(2) スマート治療室 SCOT (Smart Cyber Operating Theater)

従来の手術室は、滅菌が必要な手技や手術を行う単なるスペースであったが、スマート治療室は部屋全体が一つの医療機器であり、患者さんがこの中に入ることによって診断と治療が同時に行われる。FATS が進める SCOT プロジェクトでは、術中に使用される機器を、基本機器 (手術台、電気メス、麻酔器)、術中撮影機器 (術中 MRI、外科用透視、超音波装置)、術野映像機器 (手術内視鏡、手術顕微鏡)、術具位置 (手術ナビゲーションシステム)、生体信号測定機器 (神経機能検査、超音波血流計) のような区分でパッケージ化し、それぞれをネットワークで接続することで時間同期されたデータを収集することを目指す。

これにより、例えば、ナビゲーションのデータと運動誘発電位とを見比べることで、術中のどのタイミングで運動誘発電位の低下が見られたかといったことがわかり、このような手術のインフォ化は外科医にとって有用な支援となる。また、時間と空間とを統合した質の高いデータは、集束超音波治療 (FUS : Focused Ultrasound Surgery) のようなロボットによる治療を行う上で重要な情報源となる。FUS は MRI で撮影した病巣に超音波エネルギーを集中させて腫瘍などを焼却する治療であるが、手術の最後の場面で病巣をもう少し切除するかどうか迷った際に、収集したデータに基づく AI が、例えば 5% くらい合併症が出るけれども 1 年くらい生存期間が延びるといったようないくつかの選択肢を提示し、術者の意思決定を支援することが期待される。

このような治療を目指す SCOT プロジェクトは、術中 MRI を中心とした Classic SCOT、

これに加え基本的な手術機器をパッケージ化した Basic SCOT、手術室内の機器をネットワーク化した Standard SCOT、更には医療機器のロボット化と術中の意思決定支援を AI によって行う Hyper SCOT として段階的に開発が進められている。手術機器のパッケージ化の発想は、「手術室で発生したインシデント・アクシデントの約 1/4 が医療機器・器具に関連し、このうち 37%が必要な機器や器具が揃わない、43%が設定や組み合わせのミスに該当した。(BMJ Quality & Safety, 2013; 22: 710-718)」という、英国のインペリアルカレッジが発表した論文が元となっている。東京女子医科大学病院にも 747 の手術機器があり、当然ながらネットワーク接続に対応しない Stand Alone のものも多いため、故障しても気付かれないということが起こる。そのため、術者が好きに道具を導入するのではなく、基本となる手術機器を中心に、各科・各疾患で特有な機器を含むようにパッケージ化を行った。

(3) 術中 MRI を核とした Classic SCOT と Basic SCOT への発展

神経膠腫（グリオーマ）は悪性度の高いがんであり、グレード 4 では 5 年生存率が 6.3%、全生存期間は 15 ヶ月、無増悪生存率は 7 ヶ月程度とがんの中でも予後が悪い。脳腫瘍は正常組織との境界が区別しにくいいため、腫瘍をしっかりと切除できれば予後も改善するが、切除すればするほど合併症が起こりやすいという特徴がある。

この神経膠腫の手術において、0.4 テスラの術中 MRI 装置を導入したものが Classic SCOT であり、2000 年から 2000 例を超える手術を行ってきた。ある程度の腫瘍を切除しては MRI で残存腫瘍を同定し、ナビゲーションの支援下で追加切除を加えることで、グレード 2 から 4 の平均摘出率が 90%（全国統計：50-75%）に向上し、5 年生存率もグレード 2、3、4 でそれぞれ 92%、77%、19%と全国統計を上回る成績を上げることができた。更に、術中 MRI は有害事象を同定することもできるため、術後の出血率が 0.8%（一般的に 1~3%）、静脈血栓塞栓症を含めた手術後 30 日以内の死亡が 0.09%（一般的に 3%）に低下するなど安全性の向上も確認できた。有効性が確認された Classic-SCOT は、基本的な手術機器をパッケージ化した Basic SCOT に発展し広島大学病院に導入され、悪性脳腫瘍だけではなく、てんかんや骨腫瘍の手術に応用されるなど、異なる疾患への展開が行われた。

(4) 手術室をネットワーク化する Standard SCOT とロボット化する Hyper SCOT

術中の情報をインフォ化して活用することで、経験と勘だけではなく、客観的な情報に基づいた術中の意思決定を行うことができる。インフォ化する情報は、例えば悪性脳腫瘍においては、術中 MRI やナビゲーションによって得られる解剖学的情報、覚醒下での言語野や運動神経から得られる生体機能の情報、術中の迅速診断やフローサイトメトリーによって得られる組織学的情報である。Standard SCOT プロジェクトでは、異なる機器をネットワーク接続し、術中にオンラインで情報を集めインフォ化するために、カ

テゴライズ・パッケージ化された機器に共通する通信インターフェースである OPeLiNK を開発した。OPeLiNK は産業分野で様々な機器をミドルウェアで統一し制御するための通信インターフェースである ORiN をベースに開発された。OPeLiNK を介することで、術中モダリティで撮影される画像、ナビゲーションシステムからの術具位置、術野映像、患者生体情報等を収集するとともに、それら機器から治療に必要な情報を術者や手術スタッフに提示するアプリケーションに送信することができる。

国内の多くの医療機器メーカーが OPeLiNK に理解を示し、現在では 20 社の約 40 の機器が対応している。信州大学に導入された Standard SCOT は OPeLiNK によって 20 の機器が接続され、麻酔情報、生体情報、シリンジポンプ情報、室内カメラ、術者の画像、顕微鏡画像、ナビゲーション画像、神経モニタリング情報といった情報が時間同期して記録されるとともに、リアルタイムにインフォ化して活用できることが確認された。このことに加え、Hyper SCOT は時間同期された情報をデータウェアハウスに蓄積し、適宜 AI/BI ツール により分析・解析し未来予測結果を提示したり、フィジカルな空間とサイバーな空間をつなげてロボットを制御することで、治療の効率性や安全性の向上を目指すものである。

2019 年の 2 月には脳神経外科疾患での臨床研究が開始され、さらに今後は、ロボティック手術台の実用化による MRI への患者自動搬送や術野位置コントロール機能、予後予測や術中の危険予測のアドバイスなどを迅速に行う臨床情報解析システムを開発し、蓄積された臨床情報を高効率に利用する AI Surgery の実現をめざす。

(5) スマート治療室の MOONSHOT

SCOT プロジェクトの目的は、空間を提供するだけの従来手術室から脱却し、治療遂行という明確な機能をもつ単体医療機器としてのスマートサイバー治療室を開発するものである。手術機器をパッケージ化してネットワーク接続するとともに、インフォ化した情報をデータベース化し AI による意思決定支援を提供することで、治療の安全性と効果を向上させる。更には、ロボット化した国産の治療技術を実装し、輸出の切り札として治療室を産業化することを目指す。これは、スマート治療室の MOONSHOT というべきプロジェクトである。

日本医師会 第4回学術推進会議

AI Surgeryを実現する
スマート治療室 SCOT®

Smart Cyber Operating Theater



東京女子医科大学 先端生命科学研究所 先端工外科学・脳神経外科

村垣善浩

Yoshihiro Muragaki M.D. (Ph.D)² ymuragaki@gmail.com

岡本淳、堀瀬友貴、楠田佳緒、

丸山隆志、新田雅之、齋藤太一、都築俊一、川俣貴一、

田村学、Michael Chernov、小林英津子、正宗賢、伊関洋

主目的 1：SCOTによる手術室のパッケージ化



氏名(漢字) + 氏名(平假名) + 氏名(片假名) + 氏名(ローマ字) + 氏名(英語) + 氏名(カタカナ) + 氏名(漢字)



パッケージ化による単一医療機器としての治療室を開発

5

未来型手術室 スマート治療室 SCOTの開発

Smart Cyber Operating Theater®

従来の手術室：滅菌が必要な手技・手術を行う単なるスペース
スマート治療室：診断治療を同時に行う部屋全体が一つの医療機器



AT5 バックページ化・ネットワーク化・インフォ化(情報化)・ロボット化

主目的 2 : SCOTによる手術室のネットワーク化



1



5



6

Ⅱ. 医療現場に入りつつある AI

5. 音声バイオマーカーの展望（音声から病気を検知する技術の開発）

(1) 音声バイオマーカー

医師の主観的な判断によって測定されていた患者さんの状態を、客観的なデータとして測定することは重要な研究課題であり、音声バイオマーカーもその一つである。心臓を支配する迷走神経は分岐し、反回神経として声帯も支配するため、びっくりしたときに心臓がドキドキすることと声が裏返ることは同じメカニズムによって生じている。強い不安を感じて声が震えたり上ずったりする反応も同様であり、これは自分の意志では変えられない不随意な反応である。

つまり、音声にはストレスや抑うつ状態などを反映する情報が含まれており、これは自分の意志ではコントロールできないものであるため、バイオマーカーの1つになりうる。音声をコンピューターで聞き取ってテキストにする技術は発展してきたが、音声からの感情の認識や、音声から病態を分析するような技術は比較的新しい研究分野である。

(2) 感情を見る技術：音声感情認識

コンピューターへの入力デバイスの発展によって、音声のデータを得ることが容易になってきた。この音声から発話者の感情を認識することができれば、例えばロボットが自分のオーナーが怒っているのか、悲しんでいるのかを判断し、より適切な動作を行うといったことができるようになる。音声感情認識は、入力された音声データの音の強弱や周波数、音と音の間隔などから、「喜び」「悲しみ」「怒り」「平穏」と「興奮」の各感情に特異的な特徴量を得て、入力された音声について怒っている成分が何%、悲しんでいる成分が何%というように、感情を定量化して出力するものである。この手法の評価として、fMRI で得られた脳活動との比較が行われ、感情認識の結果の適切さが確認された。この技術はすでに、ゲームソフト（Nintendo DS のココロスキャン）やエンターテインメント系のアプリケーション（iPhone のココロミルミル、本音サーチャー）に広く使われている。

また、産業界ではコールセンターのオペレーションの評価やオペレータの教育などに広く使われている。

(3) ココロを知る技術：感情の発現パターンからうつ傾向の判定へ

ストレスから来るうつ病の発症などメンタルヘルスの不調が社会問題化し、休職や離職による経済的損失を生み出している。本人に自覚がないことも多いが、悩みを抱えていても隠し、周囲に気付かれないまま症状が悪化することもある。健康であれば表出されている感情も、ストレスが加わると徐々に悲しみの感情が増え、最終的には感情の表出がなくなってしまう。これをもし的確に拾うことができれば、ストレスの程度を検知することができるだろうという発想のもと、まずストレスによる感情の変化を調査し

た。ハイチ地震の災害派遣に従事した自衛官のうち、研究協力の同意を得た9名を対象とした。その派遣期間により長期派遣群(1ヶ月以上)と短期派遣群(1週間)とに分けて比較したところ、長期派遣群は悲しみの感情が増え、喜びの感情が減っているという観察が得られた。

このような感情を数値化することができれば、従業員のメンタルヘルスの対策になることが期待される。ストレスやうつ傾向のスクリーニングとして最も一般的な自記述アンケートは簡便で低コストであるが、「疲れるって書くのはみっともないなあ」とか「昨日も今日も3時間しか寝ていないけど全然疲れていない」といったような、レポーティングバイアスの問題がある。血液や尿、唾液などの検体からサイトカインをプロファイリングする方法は客観性が高いものの、特別な機器や薬品が必要でありコストの問題が大きい。

また、生理学的検査も特別な機器が必要であり、他の疾患でも変化するという問題がある。そこで、音声感情認識から得られた感情の発現パターンからうつ傾向・そう傾向を判定する Psycho-Analyzer の開発と、それを発展したスマホアプリの MIMOSYS (MIND MONITORING SYSTEM) を開発してきた。音声の質を解析するというアイデアは古いものでは1964年の報告があるが、当時はコンピュータの性能が低かったことと、その後は研究のトレンドが音声をテキストに変えるという技術に傾倒したため、音声から病態を分析するといった研究はほとんどされてこなかった。その中でも、我々の方法は、音声から直接この人は元気かどうかということを調べるのではなく、間に一旦感情を挟んでいるというところが他の研究と異なっている。具体的には、入力した音声から音声感情認識によって「喜び」「悲しみ」「怒り」「平穏」と「興奮」の度を計測し、更に「元気圧」と「活量値」という値に集約したのちに抑うつの傾向を判断する。「元気圧」は計測時点のココロの元気を推定したものであり、「活量値」は「元気圧」の2週間の平均とばらつきから計算される数値である。

(4) 音声からストレスチェック：東日本大震災における検討

音声からのストレスチェックの検証を東日本大震災の被災地に派遣された自衛官を対象に行った。恒常業務につく自衛官444名と東日本大震災に派遣された自衛官1004名に対して、自記式の心理テスト(GHQ30、K10、IES-R、CES-D、eC-SSRS)と血液検査(サイトカインの計測値)、音声ストレス評価を実施するものとした。心理テストまたは血液検査で異常と判断された者のうち、面接の同意を得た225名に対して臨床心理士によるカウンセリングを行い、その結果をゴールドスタンダードとして、自記式の心理テストならびに音声によるストレスチェックの精度を評価した。

臨床心理士は225名中29名が何らかの医療処置が必要と判断した。心理テストで最も感度が高かったものがGHQ30であり、7点がカットオフポイントとすると感度93.1%、特異度37.2%、陽性適中率18.1%、陰性適中率97.3%であった。一方、音声からの判断は

感度 89.7%、特異度 17.3%、陽性適中率 13.7%、陰性適中率 91.9%と、GHQ30 に比べて精度が少し落ちる程度であった。音声からの判断の利点として、自記式の心理テストでは「ストレスがない」と回答してしまうような例を要治療として拾えるといったケースが挙げられ、このようなレポーティングバイアスが存在する例で正しく判断できるといった特徴が確認された。

(5) MIMOSYS の開発とメンタルヘルス対策へ応用

パソコンのソフトだとなかなか広がらないため、スマートフォンのアプリケーションとして MIMOSYS (Mind Monitoring System) を開発した。これを開発する上でまず、音声録音の実施率を自動録音と手動録音とで比較したところ、手動録音では日が経つに従い実施率が徐々に減少する一方で、通話の自動録音では実施率は変化することなく維持されることがわかった。このことから、自動録音を採用したアンドロイド版の MIMOSYS アプリを開発し、前向きに公開試験として主に看護師を対象とする 16 歳以上の男女を対象として、1 年間の音声モニタリングと 3 ヶ月おきのアンケートを行った。2 年間で最終的には約 4,500 回ダウンロードされ、そのうち 1,000 人ぐらいが恒常的に使用していた。収集されたデータから、女性は男性と比較してメンタルアクティビティが低い、すなわちうつ傾向にあることが見受けられた。自記式アンケートでも女性のほうがうつ傾向が高く、厚労省が発表する、うつの罹患率は女性が男性の 1.5 倍ぐらい高いということとも合致するデータが得られた。

このような前向きに公開研究も経て、今ではメンタルヘルス対策として企業が導入できるように、日立システムズから MIMOSYS をベースとするクラウドサービスを提供している。昨今では、改正労働安全衛生法の施行に伴い従業員数 50 人以上の企業は年 1 回、従業員にストレスチェックを実施することが義務付けられているため、このサービスを使えば簡単にストレスチェックを行うことができる。声の高低や性別、年齢といった個人差の影響は受けず、言語にも依存せずに病態を把握できるため、現在では日本語と英語、ドイツ語、ルーマニア語、ロシア語、スペイン語、ハンガリー語に対応し、利用機会を増やしている。

(6) 音声バイオマーカーの様々な疾患への展開

声帯は脳や心臓と神経で直結しているため、交感神経と副交感神経のバランスが崩れる疾患の判別に音声バイオマーカーが役立つと考えている。例えば、パーキンソン病は吃音や声の震えに特徴があることから、特徴がうまく抽出できれば初期症状が似ている高齢者のうつ病、パーキンソン病、認知症を判別することが期待される。これらの疾患は専門医がみれば区別がつくであろうが、非専門医がみると認知症とひとまとめにされてしまうことがあるため、特に開業医においてこのような技術が役に立つと期待される。これまでの取り組みでは、パーキンソン病かどうかの判別性能は高く、ただ「あー

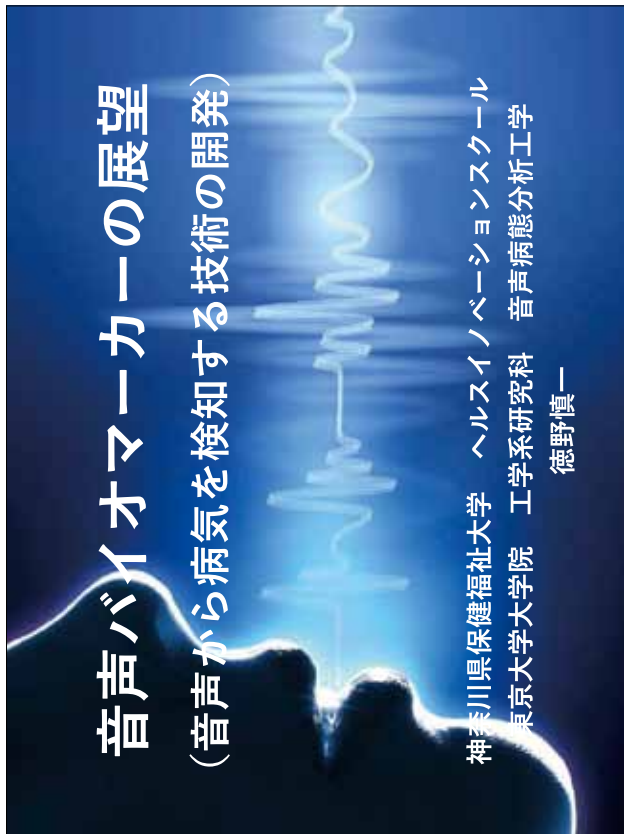
っ」と言っただけで鑑別がつくような精度が得られている。

また、最も需要の高い認知症に関しては、音声バイオマーカーと認知症の程度に関する相関係数は 0.50 程度、健常者と軽度認知障害のロジスティック回帰による識別性能は ROC-AUC=0.96 と高いことが確認されている。他にも、睡眠時無呼吸症候群やアスリートのマインドケアなどへの応用を進めており、音声バイオマーカーが誰もが手軽に自分の健康を管理できる「健康社会」の実現に向けた切り札となることが期待される。

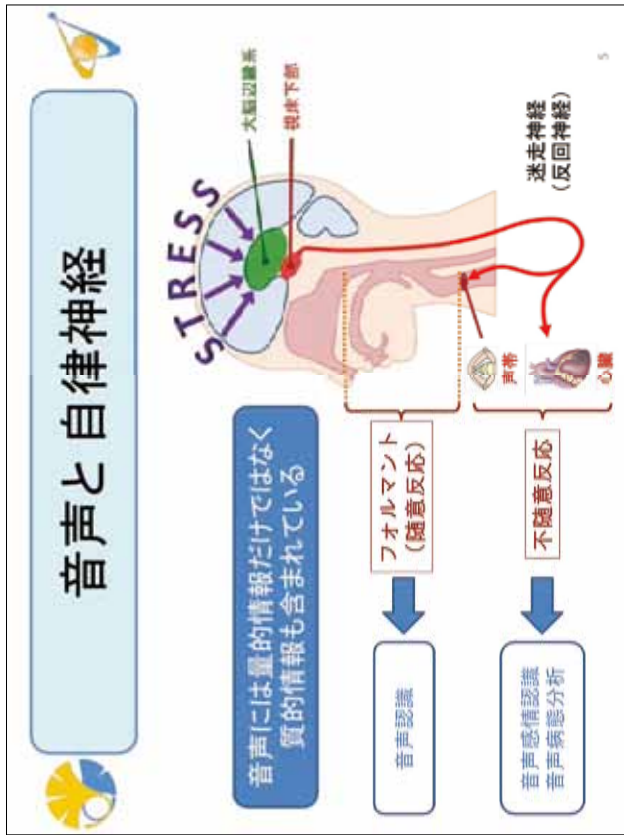
音声バイオマーカーの展望

(音声から病気を検知する技術の開発)

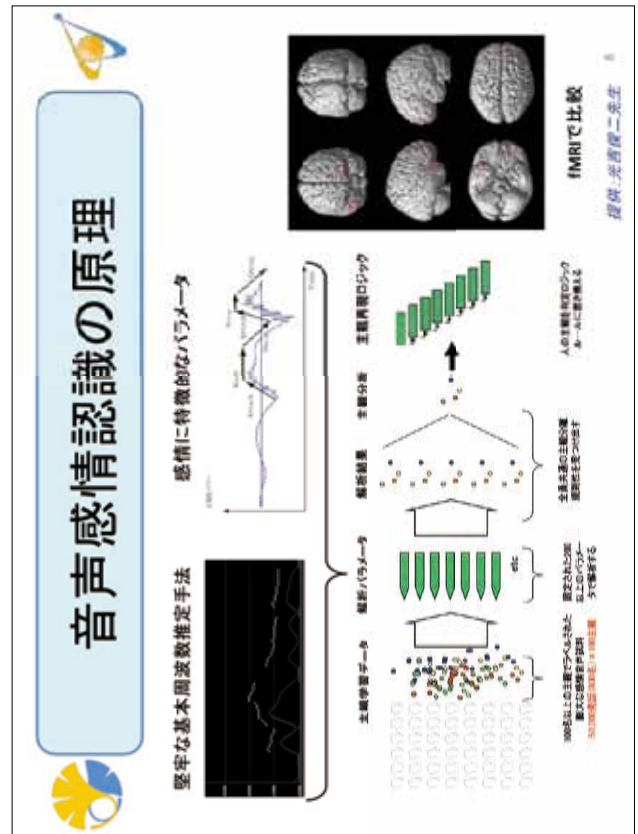
神奈川県保健福祉大学 ヘルスイノベーションスクール
東京大学大学院 工学系研究科 音声病態分析工学
徳野 慎一



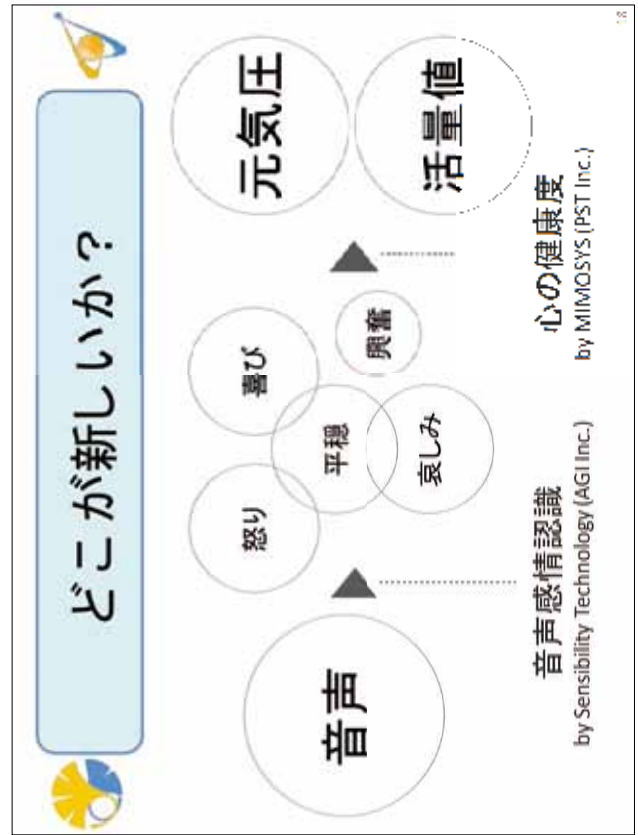
1



2



3

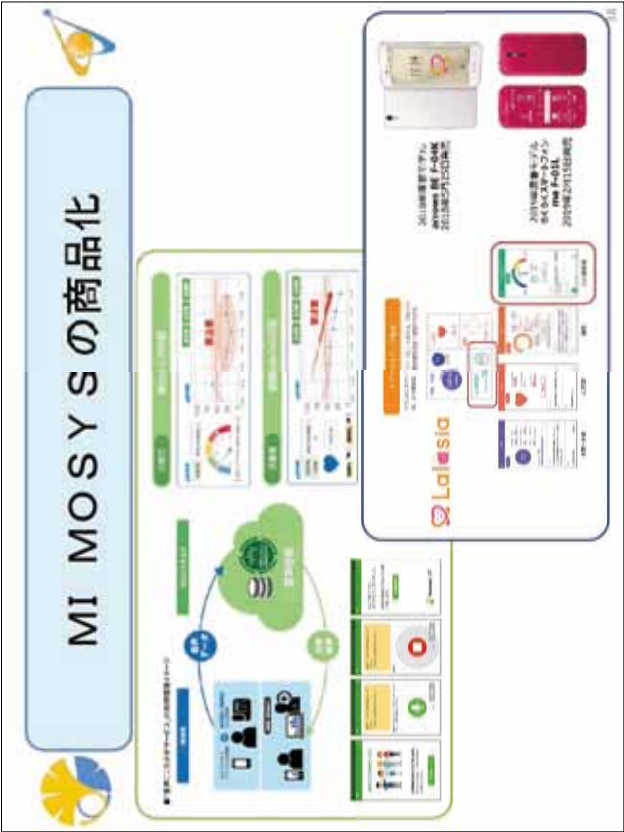


4



27

5



6

Ⅲ. AIと技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化

6. Society 5.0 時代のヘルスケア

(1) Society 5.0 という言葉が、ここ数年、政府の骨太の方針にも書かれている。その議論のなかでは、我々は文明の転換点に来ており、狩猟社会、農耕社会、工業化社会、情報化社会に続いて来る「新しい価値を共創 (co-creation) する」社会、つまり一人ひとりが人間中心の価値を創造し社会と共有する社会と謳われている。それを実現するものとして、データ駆動型社会というものが掲げられているが、その枢軸はGAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon の各社名の頭文字) であり中国、EU ではあるが日本ではない。実際、データの活用によって既存の社会の価値は大きく変わりつつある。これからの世界はデータを持つことによって、富も回り、社会システム自体も変えることができる。

医療データに限らず、GAFA に蓄積されたデータはそこから発生する知財も含めて彼ら企業のものであり、それを利用者は「使わせてもらっている」という弱い立場になっている。しかし、個人データを自己が所有するものとしてアクセスや利用・移動の権利を確立しようという流れを作ろうとするのが、EU のGDPR (General Data Protection Regulation : 一般データ保護規則) だといえる。一方で、データ、特に医療データは油田など所有主が明確である財とは異なり、排他的な所有権を主張できる財産としての性質ではなく、共有財もしくは公共財としての性格も強く持つため、データを適宜共有しながら新しい価値を共創する仕組みとして、どのようにルールをつくり活用していくかが重要となる。

(2) 医療における専門性は今まさに大きく変わりつつある。特に ICT、AI が入ってくることにより新しいエビデンスが確立されると、これまでは専門医ひとりひとりがガイドラインを理解・記憶し、それをもとに最善の医療を目指してきたが、データ活用を通じて患者さん個人の詳細な状態を踏まえた上で何が最善かが浮き彫りになってくる。そこでは、専門的な医療・医学知識はクラウド IT にある程度任せながら、目の前の患者により密接に寄り添っていけるような専門性こそが、新しいかかりつけ医の時代に重要になってくると思われる。

(3) 今ブームになっている AI 技術のなかでもディープラーニング (深層学習) の発展は顕著であり、以前はあと 20 年ほど AI は囲碁や将棋で人間に勝てないと予想されていたにもかかわらず、2017 年には最強の人間棋士に AI が勝つようになった。画像診断領域はこのディープラーニング技術と非常に相性がよいため、皮膚科や眼科領域などでは急速に AI による画像診断が実用化されつつある。しかし、糖尿病網膜症の画像診断を AI が自動的に行う例を見ても、AI 技術が専門医を凌駕し置換するわけではなく、従来の医師の働きを補完する形で活用する視点が重要となる。

現在ではAIに対する過度な期待のピークは落ちつつも、本当に使えるものだけが絞られて残っていくという時期に差し掛かっている。これからはさらに実践の中で新しい技術が磨かれ、真に医療現場で価値あるものだけが残っていくであろう。また、専門家のネットワークとAIシステムとを組み合わせたプラットフォームとして技術集積を行い社会に役立てることができれば、我が国もまだまだ世界と戦えるだろう。つまり、専門家をエンパワーしつつ、患者さんをサポートしながら、全体のシステム設計を整備していくという形が重要である。

(4) 患者サポートにもICTを活用できる時代に入っている。たとえば、病院で治療を受けた患者にその後も定期的な質問がスマホ等を経由してなされ、必要な段階だと判断されれば再受診を促すといったソリューションによって、患者の病院へのアクセスおよび予後が大きく改善するという報告もあり、デジタルヘルスの流れがつくられてきている。またスマートフォン経由で治療に介入するアプリもできており、すでに5種類が認可を受けている。こうしたデジタルヘルスには、医療以外のプレイヤーの参画も盛んになっている。その顕著な例はAppleであり、「未来の人たちがAppleを思い出した時に、それはどのような企業か。ガジェット売りではなく、人々を健康にした企業である。」と2019年1月にCEOのティム・クックは語っている。

(5) IOT機器をつなぐことによって、ヘルスケアや介護はこれから大きく変わるだろう。IOTセンサーの利用により、その人が何ができるのか、自分で食べることはできるのか、自分で排泄ができるのか、どれぐらいの速度で歩けるのか、といった詳細な行動データが客観的に蓄積・解析されるようになるからである。こうしたデータを生かして、健康の概念自体も変えていく必要がある。人生の最後まで健康に働けるシニア世代も増えつつあるため、これを社会が重要な活力として支えていく必要がある。つまり、病気の最重度の部分をサポートするだけが医療や介護ではなく、かかりつけ医の先生方と連携をしつつ、いかに広くその前段階から支えていけるかを考えていく必要がある。たとえばICT・AIの活用によって特定の個人が経過観察でよいのか、積極的な介入をするのか、という判断をサポートすることによって、特別な知識を皆に強いることなくより適切なサポート体制を構築していけるのではないかと思う。

(6) Society5.0が目指すヘルスケアは、感染症対応、病院単位、若年世代といった課題を過ぎて、現在では生活習慣病、高齢世代という難題に移行して来ている。これからはさらに、生活習慣病、感染症も含めつつもそれだけではなく、病気になる以前、また病気になっても、魅力的な生き方をすることで自然と健康が維持されていく状態を目指す。疾病や格差があっても、誰もがその人らしい健康とともに生きることができる。そうした社会の中で個人を支えていけることが必要になると考えられる。

Ⅲ. AIと技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化

7. AI・データ駆動型ヘルスケア

(1) お招き頂きまして恐縮でございます。さて、2013年にオックスフォードから出た論文では、米国の普通の労働者の半分くらいの人がAIに代替されるとされ、ニュースでも大きく取り上げられました。私は半分なんてことは絶対にありえない（そんなに多くない）と言っておりましたら、OECDから出た2016年のレポートでは、2018年には9%以上くらいが自動化されると大きく数字が変化しておりました。つまりAIの未来など実は誰にもわからないと言って過言ではありません。

1000年先まで続くというようなフレームワークを考えよう！というようなことも伺ったことがあります。コンピューターがまともに使えるようになって50年しか経っておらず、しかもその性能はこの50年で100万倍速くなっており、ITは人間が想像できるよりもはるかに速いスピードで変化しています。したがってAIにせよITにせよ、使えるものを今の身の丈にあった形で使うことが重要であると申し上げたいのです。

(2) 演者が所長をしている国立情報学研究所(NII)は、ITだけを研究している唯一の国立研究機関で、主としてアカデミア用に、ネットワーク、セキュリティー、クラウド、共通IDのサービスを提供しております。なかでも一番力を入れているのがSINET5という北海道北見から沖縄までをすべて100ギガビット/秒のネットワークで結んでいるサービスで、ニュートリノなど素粒子物理学の世界的なデータの共有、地震データのやり取りと解析、国立大学病院の診療データバックアップ、8K高解像度画像の伝送などにも使われています。特に8K画像は2K画像では見られないものが透き通るように見え、手術画像を院外カンファレンスなどに伝送するのに使えば、手術の細かい糸まで見えるなど威力は極めて大きく、8KはC(consumer)からではなくてM(medical)から始まるという審議会が総務省でも開催されたのを思い出します。

また、外科手術ロボットのリモート実験でもSINET5の高速ネットワーク環境が役立ちます。このようにNIIが提供する高速の通信環境が、医療においても貢献することが多いと思う次第です。さらに2018年末からはワイヤレスSINET(mobile SINET)なるサービスの提供を始めました。これは所謂IoTに対応するものです。自閉症の方が実世界で歩いているとき一体どんな脳波かをリアルタイムで補足可能となるという夢を描く研究者もおられます。

(3) 人間も生きていく中で時間をかけながらゆっくりと学習していくわけですが、AIも原則同じで、経験を積まないと性能はあがりません。すなわち、膨大なデータがなければAIは動かない、賢くなっていかないというのが実際です。

2012年にビッグデータイニシアティブが出たと申し上げましたが、同年、深層学習がコンペで圧倒的な性能を打ち出したのもこの年です。つまり、所謂ディープラーニング

の源泉は実はビッグデータにあるとも言え、大規模なデータが補足可能な時代の中で生まれてきた技術と言えます。米国ではこれを Data Fuel AI という表現で表します。

さて、現実世界で AI を使おうとすると、想定もできないような、つまりデータで学べないようなことがいくらかでも出てきます。自動車の自動運転試験でも、多くの人や車が好き勝手に行き来している環境のなかでテストすると、まだまだうまくいかないのです。想定外な状況でも対応できる人間の能力はたいしたものですが、AI はまだまだそこまでは到底行っていません。そういう認識で、AI を使ってゆく必要があります。

今日の IT の大きなキーワードとしては、ビッグデータ、IoT、AI が主要なものでしょう。あとはブロックチェーンがありますが、ブロックチェーン技術はまだまだ不安定な状況でありここでは、スキップします。

現時点では膨大なデータを与えなければ AI の学習機が賢くならないと申し上げましたが、逆にいいますと、最近の研究のホットな課題は、少ないデータでそこそこ賢くするにはどうすればよいかということなのですが、これは人間にとってもむずかしいように、AI にとっても根源的に難しい問題で、手こずっています。人工的にデータを作り、付加するなど多様な取組みがなされています。

(4) 前述したような理由で、コンピューターの議論でも常に一番重要な位置にあるのが、「データ」です。日本はデータへの着目はかなり早く、実は 2012 年に米国オバマ政権が big data initiative を発出する 7 年前に、文科省で、「情報爆発」という特定研究を実施したり、経済産業省で「情報大公開」という大規模なプロジェクトを実施したりしておりました。その知見をベースに、2015 年頃、Society5.0 という考えが生まれましたが、これは CPS（サイバーフィジカルシステム）という考えをデータ駆動にしようというものです。CPS は 2007 年頃に米国で作られた施策で、物理空間のサービスを IT 化するというものですが、この時点ではデータという視点は皆無でした。これに対し、Society5.0 はデータを基軸としており、大きな特徴と言えます。未来投資会議では、Society 5.0、それはイコールデータ駆動型社会を謳っており、全てをデータで駆動してゆこうというメッセージです。これはデータが主軸となり、その上に多様な AI が展開されると見ることもできるわけです。

2020 年度から始まるムーンショットプロジェクトのデータ基盤を、国立情報学研究所が手伝うことにもなっております。このように、政府においてももちろん AI 戦略は重要ではあるが、知の源泉というところでは NII のデータ基盤が記載されておりまして、ここでもデータの重要性をお話したいと考えております。

(5) 医療への AI 適用を考える際、重要なポイントは「身の丈に合った AI の適用」ということです。AI はうまくいくことがもちろんありますが、うまくいかないこともあります。従いまして、根源的に何もかも出来るというものではないという限界を認識する

ことが必要です。これは、2019 年においてすらテスラで死亡事故が起こっているという事実からも明らかでしょう。2018 年の Uber の死亡事故のレポートが 2019 年秋に詳細な報告が出ましたが、そのレポートによりますと、死に至るまで、Uber の自動運転車は死亡された歩行者を一切人間と認識出来ていなかったことが報告されています。これは環境からくる学習バイアスによると理解されますが、AI の能力の脆弱性が大きいことが露呈したともいえます。

考える規範としては、英語で FAT と呼ばれている Fairness（フェアネス、公正さ）、Accountability（アカウンタビリティ、説明責任）、Transparency（トランスペアランシー、開示責任）の原則で、特にデータを扱ったサービスをする業者にはトランスペアランシーが重要で、データをどのように扱っているのかをクリアにする開示責任があるというものです。

(6) 国立情報学研究所 NII では AMED から支援を得て、6 学会と一緒に医療系の画像データの収集と AI 研究開発を進めています。医療系学会においては独自に画像収集サーバを構築されており、そこに集められたデータを匿名化して超高速 SINET5 を活用して NII のクラウド基盤に転送しています。SINET によって、CT のような巨大データも軽々と転送することが可能となっています。なお、このような AI 開発プロジェクトでは AI 研究者だけがいても不十分で、ネットワーク、クラウド、セキュリティ、データベースなど様々なスキルをもった専門家集団がいなければ実現できません。NII がお世話させて頂いている理由の一つは、NII がほぼすべての IT 分野をまるごとカバーしているという点です。

どのベンダーもそうなのですが、一番とり組みやすい領域は眼科領域です。Deep Mind もそうでした。これは、眼底画像の取得において顔の位置が固定されるため、画像の位置ずれが起りにくく安定して画像取得がやりやすいことによります。眼底画像の緑内障か正常かの判定では精度は極めて高く、その際に、ニューラルネットワークの構造を種々変更しても殆ど性能は変わりません。

一方、画像数を増やしていきますと、どんどん精度が良くなることが図に示すようにお分かりいただけるかと存じます。これがデータのパワーです。さらに正常か異常かだけではなく、正常を含めて 12 種類の病型に分類する診断に挑戦致しまして、どんどん性能が向上しておりますが、現時点で、全体で 91% くらいの精度が出ております。さて、単にデータを増やすだけでは能が無いわけで、色々な工夫もしております。これは、最終層の前に判断の要因となる領域が明示されることを利用し、判断要因が妥当かどうかを yes か no だけを医師から殆ど手間なくフィードバックして頂くメカニズムを入れるだけで、この場合は、緑内障、加齢黄斑、糖尿、正常の 4 クラス分類ですが、当初精度 90% 程度だったものを 94.5% まで上げることができることを示しております。4.5% の性能向上を実現するには、90% を超えますと相当な数の画像が必要となりますので、それ

をサプレスする効果としては絶大です。この成果は、トップコンファレンスに採択されました。これに留まらず、色々な多様な工夫をしていることをご紹介させて頂きました。ただ、いずれにしても、まずは相当数の教師データが必須であることは変わるものではなく、しっかりとアノテーションのついた良質のデータが必須です。

病理画像診断の領域では、巨大なホールスライドイメージ (WSI) のなかに悪性所見の場所がいくつもあるので、それをアノテート(悪性の場所に人手でしるしをつける作業)し、そのデータで学習をします。胃生検の場合だと精度 98%くらいは達成可能です。病理検査に関しましては、福島県、その後、徳島県で実証実験を進めております。福島県は病理医が日本で最下位から 2 番目に少ない県で、まさに、必要に迫られるところでの導入に向けた検討が進んでおります。この試みは報道でも取り上げられております。また、病理画像も部位によって難しいところもありますが、たとえば子宮頸がんだと 5 種類のクラス分類では胃生検よりは難しいですが、いい性能が出始めています。

消化器内視鏡の領域で興味があるのは、AI システムと医師の診断とで判断が分かれるケースというのが、実は医師同士でも判断が分かれるケースが結構あることが分かってきたことです。実際、AI でも医師でも簡単に悪性か良性かわかるケースは全部 AI に任せて、難しいケースを選別して「どう思いますか」といった提示を医師にすることができるようシステムになっていることがいいと思われま

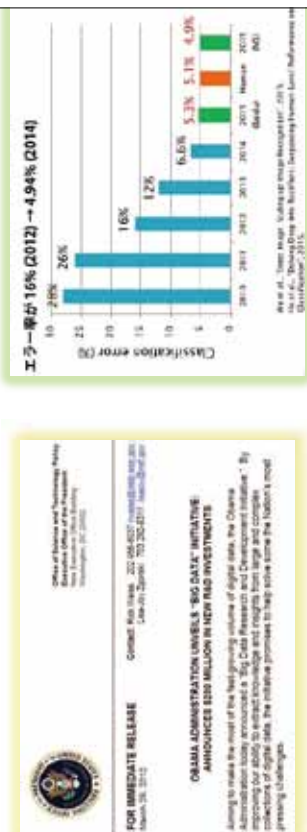
(7) データ駆動型サイエンスというのは、別にヘルスケアだけの話ではなく、むしろすべての学問・学術領域において起こっていることとお考え下さい。日本学術会議の課題別委員会で多様な分野のヒアリングを行いながら議論を進めておりますが、重要な点は、研究データの共有という視点です。分野によってはデータが殆どオープンにされない分野も多いのが実情です。それを回避すべく、最近では、研究に使ったデータをどこかに格納し、そのデータの所在を学術誌出版会社から求められる時代になりました。エビデンスとしてのデータが必須という時代になりそれが論文取り下げの低減につながるであろうとの判断です。更に最近では、データジャーナルという、データだけを集めたジャーナル(論文誌)が出てくるようになってきました。このような流れを見据える必要があります。長い科学の歴史を振り返りますと、科学はデータを眺めてそこから支配方程式、原理、モデルを考えてそれを証明するというものであったわけですが、実はこういう方程式があるのは学術全体からすると極めて少ないということがわかってきました。

従いまして、きっちりと再現性を求めることも難しい領域に研究が突入しようとしているわけです。再現性がある物理や化学と違って、バイオ、地球環境などではそもそも支配方程式の記述が容易でない場合があり、データに頼るしかない、という考えです。データからなんとかモデルを作って、それを分析するという科学にシフトしていると言えます。これがデータ駆動科学とも言えます。2009 年に Fourth Paradigm (第 4 のパラダイム) という本が出版されました。科学の大きな潮流の変化と言えます。スポーツや

政策論を含め広範な学問がデータ駆動になりつつあります。

話題が広くなりすぎたかもしれません。最後にもう一度強調しておきたいことは、ビッグデータとAIは並走しており、どんどん進化する過程にあります。未解決な点も多く「身の丈に合ったAI」という視点を忘れないでいただけますと幸いです。100年後に近年を振り返りますと、データに駆動されるAI変革期であったと記されることは間違いないと確信する次第です。ご清聴ありがとうございました。

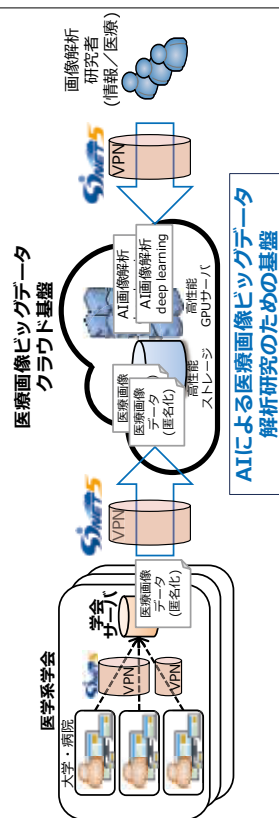
2012年



ビッグデータとAIが並走

医療画像ジャパンワイド
ビッグデータクラウド基盤構築

医療画像ビッグデータを解析するための高性能クラウド基盤を開発するとともに、本クラウド基盤を用いてAIによる医療画像ビッグデータ解析技術の研究開発を行い、その利用可能性について検証する。

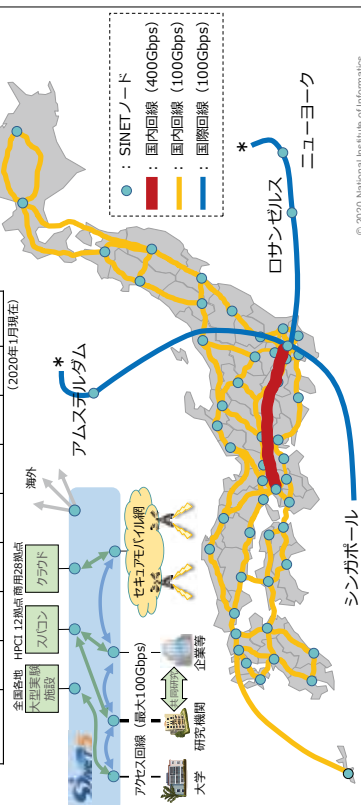


AIによる医療画像ビッグデータ 解析研究のための基盤


 2022
 **世界に類例のない
100Gigabit/secの超高速SINET5の活用**

- 全都道府県にSINETノードを設置し100Gbps回線（一部400Gbps回線）で接続、海外（欧州、米国、アジア）も100Gbpsで接続

	国立大学	公立大学	私立大学	短期大学	高等専門学校	大学共同 利用機関	その他	合計
加入機関数	86 (100%)	87 (94%)	402 (56%)	78 (24%)	56 (98%)	16 (100%)	204	929



© 2020 National Institute of Informatics

Ⅲ. AIと技術変革をもたらすヘルスケア社会の変化

8. ハイ・パフォーマンス・コンピューティングと医療

(1) 国際的な学会として 1946 年に米国で創設された IEEE の Computer Society があり、昨年 2018 年、創設以来初めて北米以外から日本人である演者が会長に選出された。この学会は 168 か国、84,000 人の会員がいるが、論文誌・会誌の電子出版並びに大学・研究所包括購読モデルへの移行の影響もあり 2016 年末に財政難に陥った。2018 年より 2 年間で立て直す計画を立てたが、運良く演者が会長を行った 1 年間で V 字回復できた。緊縮財政の中でも会員の満足度を高めるため、米国外からの会長として中国やロシアを含めた国際連携も深めて収入を増やしたり、例えば Computer Pioneer Award というこの学会の最高峰の賞を、従来の学会賞授与式から、受賞者の関連する国際会議の場で授与したり、SNS（ソーシャルネットワーク）を活用してその権威を高める等して、多くの国際会議で記録的な参加者を集める等、会員の満足度向上にも尽力した。

しかし、168 か国の 1 国として日本を見たときには、特に情報系、工学系は、非常に厳しい状態になっているという認識で、日本としてはこれをどうやって打開して、世界に売っていける高付加価値製品を作れるのか、世界トップレベルの論文、特許をもっと書けるのかといった問題について考えている。そういう状況を認識してもらった上で、人工知能用のコンピューティングにとって非常に重要な、高性能で低消費電力なコンピューティング技術について話題提供をしようと思う。

(2) 高性能なコンピュータというと京のようなスーパーコンピューターを思い浮かべると思うが、実際にはスマートフォンでも 8 コア以上のプロセッサ（CPU: 中央演算処理ユニット）、高級車だと数千から数万コアもの CPU が入ろうとしている。このようにすべての IT 系の生活素材には多数の CPU が入っているので、それを使いこなすことが競争力の源泉である。また CPU だけでなく、AI やグラフィック用のアクセラレータ（その目的に特化して処理を高速化するハードウェア部品）の開発とそれと組み合わせて動かす優秀なソフトウェアの開発力も競争力の源泉となる。特に、性能を高めるためには、CPU が頻繁に使うデータを小容量でも高速なメモリーに分割して置いておき、それを高速に使い回すことが重要で、そのためのソフトウェアも重要になる。

人工知能では Watson やアルファ碁が昔から有名であるが、たとえば IBM の Watson では IBM の POWER7 というプロセッサが 2880 個搭載されているサーバコンピュータが使われ、1 秒間に 80 兆回の計算を行うことで、人間のクイズチャンピオンに勝っている。こうした膨大な数のプロセッサを搭載するための技術として重要なのは、プロセッサから出る熱をいかに冷やすかという課題

であり、以前は空冷式であったが、現在は冷水を銅の管の中に循環させて冷やす水冷技術が使われている。しかし水冷技術は配管の傷みなどで耐久性に限度がある。2019 年の最も重要な、開発が必要ないちばん重要な技術として取り上げられているのが、AI 用の低消費電力アクセラレータ開発であるが、これを空冷式あるいは自然冷却で動くものを作った国が自動車の自動走行や AI を制すると言っても過言ではないほど重要課題となっている。

(3) ハイ・パフォーマンス・コンピューティングにおいては、複数の CPU コアを同時に使うことにより高速化しようという並列処理技術が鍵である。並列処理のやり方は今までに 9 種類作られており、Flynn というスタンフォードの先生が提案して、過去 30 年以上ずっと使われている（図 1）。

Flynn の分類に基づいて、アクセラレータは SIMD、プロセッサをたくさんつなぐのは NIMD と読んでおり、SIMD (Single Instruction stream Multiple Data stream) では 1 つの命令でたくさんのデータを処理できる。一方、スマートフォンのように 4 個や 8 個のプロセッサが入っているものは、それぞれのプロセッサで別々の仕事ができるので、MIMD、Multiple Instruction stream Multiple Data stream と呼んでいる、いちばん自由度の高い計算方式である。現在は、このマルチコアプロセッサの MIMD 演算と、アクセラレータの SIMD 演算がくっ付けられて、高速な実行をしている。

(4) スーパーコンピュータのトレンド（図 2）をみると、1970 年代に ILLIAC IV や Cray というコンピュータが作られ、世界的なスーパーコンピュータ競争時代が始まった。開発競争の中で、配線を短くすること、発生する熱を液体に浸けて冷やす技術、プロセッサの並べ方技術やデータ的高速使い回し技術、などが鍵となって発展してきたが、2000 年を過ぎてからなかなか速くならなくなってきた。

その原因のひとつが発熱で、2010 年過ぎには冷やすために数 10 億円の電気代がかかる計算機になってしまった。CPU のクロックを速くすることは発熱を多くすることにつながるので、遅いプロセッサをたくさん集積（マルチコア化）するしか、高速化、低消費電力化を達成する方法がなくなってきた（図 3）。そしてマルチコア化した計算機にうまく自動的に仕事を割り振るソフトウェア技術（図 4）が重要になってきており、同じハードウェアでもソフトウェアを変えるだけで 200 倍速くすることもできている（図 5）。こうした技術は日本が世界をリードしている。

(5) 医療への貢献という視点でみると、たとえば重粒子線のがん治療装置で

の計算は1回に50分くらいかかっていたのが、144プロセッサ並列計算で9秒に短縮でき、治療計画を高速に計算できるなどの貢献ができています。

また、たとえば飲む内視鏡カプセルからの膨大な撮影画像データを高速に解析でき、リアルタイムでの解析も実現できると考えているが、ここには数百mWのボタン電池で7時間余りカプセル内のプロセッサを動作させなければならないという、低消費電力化のハードルも残ってはいる。他にも網膜画像上の血管の同定のための計算なども高速化によってメリットが出るであろう。いずれも低消費電力で稼働できることが非常に重要で、首都直下型地震で電力がふんだんに使えないときにも太陽光発電で動くスーパーコンピュータがあれば、医療を含めいろいろな領域で役に立つ。

(6) 高性能・低消費電力コンピューティングの実現と社会での活用においては、産学連携でこうした技術を活かすことが重要である。早稲田大学ではグリーン・コンピューティング・システム研究開発センターという、産学連携のセンターを設置し、これをベースとして医療、自動車や産業、また災害から命を救うという研究を展開している。最先端のコンピュータ技術を使って医療に貢献できること、人の命を救うことに役立てればと思い、医療系でも貢献していきたい。

並列処理方式の種類

Flynn's Classification of Parallel Processing Systems

表1.1 並列処理方式の種類 (Flynnの分類)

SISD (Single Instruction stream Single Data stream)	
1. 命令パイプライン	(細粒度: Fine grain)
2. 複数演算ユニット *	(細粒度: Fine grain)
3. スーパースカラ *	(細粒度: Fine grain)
4. VLIW (Very Long Instruction Word) *	(細粒度: Fine grain)
SIMD (Single Instruction stream Multiple Data stream)	
5. 演算パイプライン(ベクトル プロセッサ) * Vector Processor	(細粒度: Fine grain)
6. プロセッサアレイ	(細粒度: Fine grain)
7. シストリックアレイ *	(近細粒度: Near Fine grain)
MIMD (Multiple Instruction stream Multiple Data stream)	
8. マルチプロセッサ	(近細、中、粗粒度: Near Fine, Medium, Coarse grain)
9. データフローマシン(非ノイマン形コンピュータ) Data Flow Machine: Non-von-Neumann (細粒度)	

* 他の分類とみなすこともできることを示す: * shows it can be classified into another type.

1

ムーアの法則の終焉 コンピュータの高性能化と低消費電力化に はマルチコアが必須

$\text{Power} \propto \text{Frequency} \times \text{Voltage}^2$
 $\text{Power} \propto \text{Frequency}^3$
(Voltage \propto Frequency)

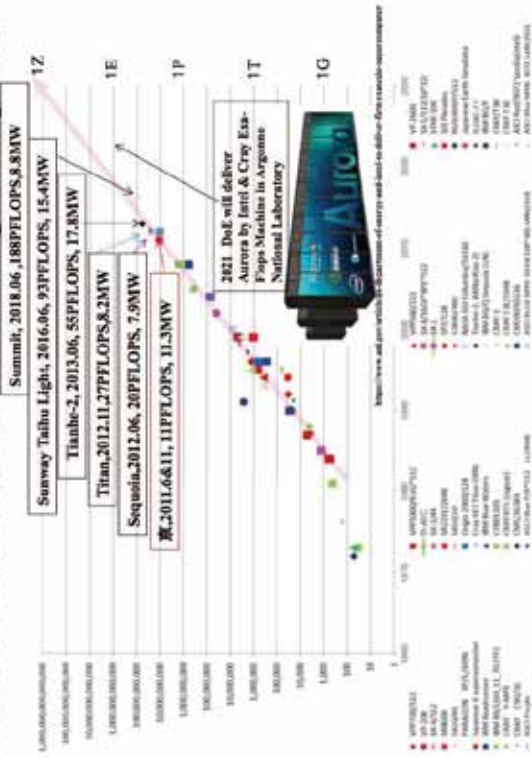
周波数 **Frequency** を $1/4$ にすると
(Ex. 4GHz \rightarrow 1GHz),
消費電力は $1/64$ に削減
性能は $1/4$ に低下.
<マルチコア>

8cores をチップに集積すると,
電力は 依然 $1/8$ で性能は **2倍向上**

IEEE ISCC08: Paper No. 4.5,
M.JTO, ... and H. Kasahara,
"An 8649 MIPS SoC with
Independent Power-off Control of 8
CPUs and 8 RAMs by an Automatic
Parallelizing Compiler"

3

Trend of Peak Performances of Supercomputers



2

世界をリードするマルチコア用コンパイラ技術

プロセッサ高速化における3大技術課題の解消

1. 半導体集積度向上(使用可能トランジスタ数増大)に対する速度向上率の鈍化

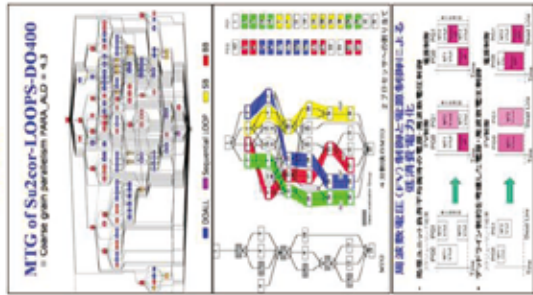
➢ 粗粒度タスク並列化、ループ並列化、近細粒度並列化によりプログラム全体の並列性を活用するマルチグレイン並列化機能により、従来の命令レベル並列性より大きな並列性を抽出し、複数マルチコアで速度向上

2. メモリウォール問題

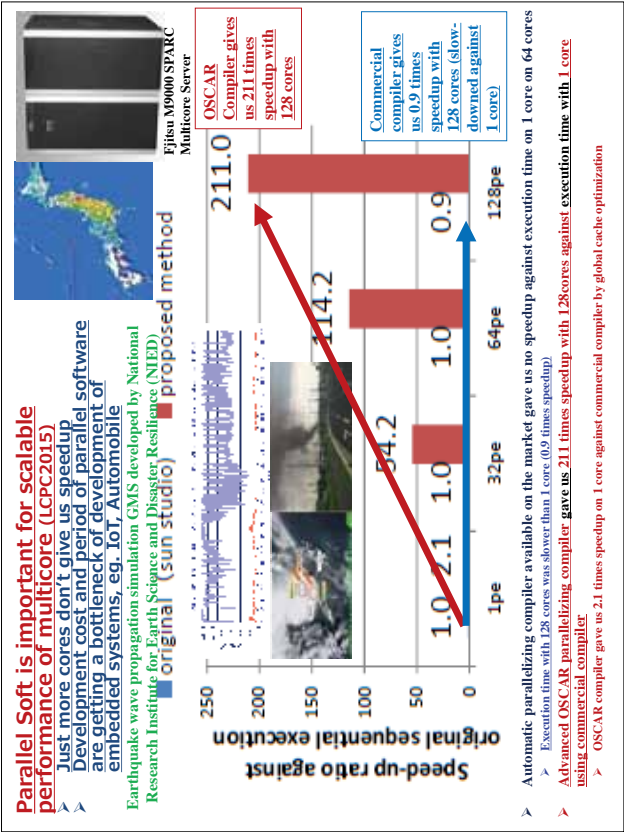
➢ コンパイラによるローカルメモリへのデータ分割配置、DMAコントローラによるタスク実行とオーバーラップしたデータ転送によりメモリアクセス・データ転送オーバーヘッド最小化

3. 消費電力増大による速度向上の鈍化

➢ コンパイラによる低消費電力制御機能を用いたアプリケーション内でのきめ細かい周波数・電圧制御・電源遮断により消費電力低減



4



5

IV. 医療データを基盤とする医療 AI の課題

9. AI と ICT が変える医療—電子カルテデータを活用するための課題

(1) 人工知能研究と医療分野への応用

AI 研究の初期より強い AI と弱い AI の区別がなされてきた。強い AI は人間と同等の知能を意味するもので、すなわち意識を持ち、言葉を使って論理的な思考や他者とのコミュニケーションができるようなものである。強い AI が実現すると、より優れた AI が再帰的に生み出され、社会に大きな変革が訪れると言われるが、実現の目処は立っていない。一方、弱い AI は人間の知的活動の一部を代替するコンピュータ処理全般を指すものである。ただし、弱い AI といっても社会に与えるインパクトは大きく、例えば IBM 社が開発した「Watson」は米国のクイズ番組「Jeopardy!」でクイズ王に勝利したのち、がん診療をはじめとする診断支援や創薬にこの技術が応用されている。また、医療における画像診断を対象とする AI の発展はめざましく、海外では医療機器としての承認を得ているものもある。最先端のコア技術は世界的な権威を有する一部の研究機関と、米国と中国の巨大ハイテク企業の主導により開発されているが、ソフトウェアのオープンソース化の流れもあり、一般的な利用者が最新技術を利用できるまでの期間は短縮されている。そのため、多くの企業が AI アプリケーションの開発に参入することができている状況にあり、医療の分野も含め社会のあらゆる場面に AI が普及すると考えられる。

医療分野への応用は AI 研究の比較的初期から行われており、代表的なものとしてエキスパートシステム (Expert System: ES) があげられる。ES は 1970 年代に盛んに開発され、IF … THEN…のようにルール形式であらかじめ知識を用意し、ユーザとの対話を通して得た情報から、ルールを次々に処理し目的の結論に達するまでユーザとの対話を繰り返すコンピュータプログラムである。医療の分野では MYCIN が有名であり、これは感染症の診断支援システムとして開発された。医師は患者の年齢や性別、免疫抑制状態の有無、白血球の数値など基本的な情報を入力した後、MYCIN からの質問に YES/NO で回答を繰り返すことで原因菌を絞り込み、最終的には起病菌と有効な抗菌薬の種類が提示される。感染症という特定領域ではあるが、現実の課題設定において医師と同等の診断性能を示したことから、AI アプリケーションの可能性が期待された。しかし、様々な ES が開発されるにつれ問題が指摘され、この頃の AI ブームは終わりを迎えた。

その一つは、ルールの作成に関する問題であり、ES はある分野の知識を専門家から引き出しルールの形式で体系的に記述する必要があるが、これを行うこと自体が容易ではなかった。また、ルールを拡張した場合にルール間に矛盾が生じるなど、整合性を確保しつつ知識を成長させることが困難であった。つまり、人間の持つ知識をルールの形式で整備するということがボトルネックとなり、ES による AI が広く普及するに至らなかった。

(2) 電子カルテの普及と医療情報の活用

医療の分野での ES の開発は下火となる一方、コンピュータの普及と情報通信技術の発展を背景として、病院情報システムの開発導入が進んだ。病院情報システムの開発は医事会計システムから始まり、処方や検査を依頼するオーダリングシステムと続き、現在は診療記録を管理する電子カルテシステムが広く普及している。

これらのシステムは職員間での情報共有、情報の管理や検索性の向上など、業務効率化を目的に導入が進められたが、それに加えて、臨床研究や医療用 AI 開発のための情報源としてみなし、多施設のデータを集約し活用することが期待されている。医療以外の分野においても、コンピュータの普及とインターネットの発達を背景に多量のデータが流通するようになり、情報検索と機械学習を用いた AI アプリケーションが台頭するようになった。情報検索は多量のデータから目的に合致する情報を抽出する技術であり、検索の対象はデータベースとして構造化されるような情報から、自然言語で記載された曖昧な表記を含む文書、画像や音声など多岐に渡る。機械学習はデータの分類と回帰を基本タスクとする統計モデルをデータ自体から学習する技術であり、ES が人手による緻密なルールを必要とすることと対照的に、質の良いデータさえあれば一定の手順に従うことで高精度のモデルを作ることができる。

電子化された医療データを機械学習で活用することで、疾患の予後予測、治療の効果予測、異常検知、画像診断など様々な目的に応用することが期待される。機械学習のなかでも、特に注目される技術がディープラーニングである。これは、ニューラルネットワークと呼ばれる神経細胞の信号伝達を数理的に表現したモデルを、深く多層にしたもの（Deep Neural Network: DNN）を効率的に学習する技術の総称であり、特に画像や動画、音声などのデータにおいて、従来の機械学習モデルを上回る識別性能を示す。DNN は層の数と学習データを増やすほど精度が向上することもあり、大規模なデータが利用可能な状況で特に威力を発揮する。また、ある領域のデータで学習させたモデルを、別の領域のデータで学習し直す転移学習と呼ばれる手法が有効であることも特徴的であり、他の分野に比べ相対的にデータ量の少ない医療の分野でも DNN の活用が進んでいる。

(3) 医療分野における AI と ICT の活用

医療情報の電子化が進み多くのデータがコンピュータで扱えるようになったことから、今後も情報検索と機械学習を活用した AI が数多く開発されると考えられる。以下にいくつかの例を示す。

a) 画像診断支援

現在の AI の特徴は画像や音声のようなデータに対する分類性能が高いこともあり、放射線検査や病理検査の画像のようにそれ自体で診断的価値の高いデータを対象とした AI は更なる開発が予想される。更に、マルチスライス CT を始め、モダリティの高度化

により高精細なデータが多量に得られるようになる傾向もあり、画像診断医の負担が増えていることから、診断の見落としにより毎年 1200 万人に影響が及んでいるという、米国の国立医学研究所の推定もなされている。同様に、病理検査においてもスライド検体をデジタル画像として保存することが増えていることから、これらデジタル画像の診断補助を AI で行うことにより、疾患の見落としや医師の負担軽減が期待される。また、昨今では放射線医学（Radiology）と遺伝学（Genomics）を融合する視点から造られた Radiogenomics という研究領域が提唱されている。

これは、高精細な医用画像から定量的なバイオマーカーを創造するもので、究極的には画像から遺伝子検査と同等の情報を得ることを目指す。このように、医用画像を対象とした機械学習の活用が進み、その応用範囲は研究から応用まで渡る一方で、機械学習に基づく AI はなぜそのような分類したのかということの説明はできず、あくまで確率的に高いと考えられる分類候補を提示するものであるため、AI を効果的に使うための医療機関での運用方法を検討することが重要なテーマとなる。

b) 臨床的な予測モデルの活用

電子カルテデータと機械学習を活用することで、臨床的に興味のあるイベントを予測するモデルを構築することができる。一例として、東大病院と NTT との共同研究では、糖尿病患者の電子カルテデータを利用して、患者の「受診中断」を予測する機械学習モデルを開発した。このモデルは患者行動に関連のある変数を入力データとして、受診中断を 7 割の精度で予測する。受診中断への影響が大きい変数としては、累積外来受診回数、予約日の曜日、受診間隔が挙げられ、受診中断を改善するための介入を検討することもできる。同様の方法を使うことで、遺伝子変異に応じた薬剤の効果予測や、院内発生の脳卒中、転倒の予測など、さまざまなイベントの予測に応用することができる。

臨床的に有用な予測モデルを開発するためには、データサイエンティストだけではなく、臨床的な問題設定を行うことができる臨床医の役割が極めて重要である。そのため、臨床医が積極的にデータを処理し問題解決に役立てることができるための医学教育と環境の充実が課題である。

c) e-Phenotyping: 電子カルテからの情報抽出

画像以外に目を向けると、病名情報や処方情報、診療録に記載される情報を使った応用が考えられる。一例として、ドラッグリパーバニングは、既存薬の薬効や副作用を利用し、別の疾患への適用を探るものであるが、電子カルテのデータを使ってこれを行った研究を紹介する。この研究は、糖尿病治療薬であるメトホルミンの抗腫瘍効果を探るものであり、米国の 2 つの病院の電子カルテデータから、がんを有する症例を抽出し、1) 2 型糖尿病あり＋メトホルミン内服、2) 2 型糖尿病あり＋その他経口薬内服、3) 2 型糖尿病あり＋インスリン投与、4) 2 型糖尿病なし、の 4 群に分けて生存期間を比較した。

メトホルミン内服群の生存期間が最も長く、次に2型糖尿病なし群、その他経口薬内服群が続き、インスリン投与群が最も生存期間が短かった。背景因子を調整した上での比較でも、メトホルミン内服群は他の群に比べてハザード比が有意に低いことが示された。つまり、2型糖尿病がない群よりも、2型糖尿病があったとしてもメトホルミンを内服している群の生存期間が長いことは、メトホルミンに何らかの抗腫瘍効果があることを示唆する研究である。この研究は、既存薬剤の新しい効能を示唆する点で興味深い、より重要なのは電子カルテデータからこのようなことが行えるのであれば、より網羅的な疾患と処方薬の関係を少ない労力で探索可能な点にある。

しかし、実際に行う上で次のような問題がある。まず、特定の疾患を有する症例を抽出する必要があるが、その際にキーとなる有力な情報は病名情報である。ここで、電子カルテに登録される病名は保険請求目的の病名であるため、実際に患者さんにその病気が存在したかどうかということと関連が低い。また、このような病名も含め、臨床的イベントの発生有無の抽出は、日々の診療テキストが有力な情報源となるため、コンピュータで処理する上での問題が生じる。例えば、患者さんの「転倒」というイベントを抽出することを考えると、「転倒」「転んだ」「尻もち」「倒れた」「転落した」など表記バリエーションの問題や、「転倒しなかった」「転倒に注意してゆく」などの事実性の問題が生じる。このように、現在の電子カルテの記録には、一見して様々な有用な情報が記録されていると思われがちであるが、それらの多くは人がみて判断するための情報に過ぎず、コンピュータで一気通貫に扱うためには多くの問題を有している。このような問題を解決するためには、電子カルテの新しい入力方式の開発と合わせて、保険請求を目的とした電子カルテへの情報入力から、正しい臨床病名や正確な臨床情報の入力が行われるような運用のあり方、カルテ記載のあり方を改めて検討する必要がある。

(4) 電子カルテデータを活用するための課題

本邦は世界でも類を見ない超高齢社会に突入している。少子化の影響とも相まって、65歳以上人口の割合は年々増加しており、2025年には30%、2060年には40%に達すると見られている。このような社会においては、医療サービスのあり方も変わる必要があり、医療の目的を治癒からQOLの向上にシフトし、病院中心の医療システムから、かかりつけ医、地域保健、福祉をシームレスに繋いだ包括的ケアシステムにシフトすることが目指されている。そこで重要となるのが、診療データを流通させるためのインフラ整備であり、具体的には、個人識別子（医療等ID）の普及、医療施設間のネットワーク化、電子的診療データの標準化を進めることである。本邦のようにアナログな運用でサービスが成熟している社会にデジタル化を進めることは高いコストを伴うものであるため、これを回収するのが良質なデータとAI技術を使った、新しい医療技術やサービスといったイノベーションであると考えられる。

しかしながら、本稿で述べた医療画像を対象としたAIの開発には、専門医師による

多量のアノテーションが必要であり、また、電子カルテで管理される日常診療の記録のみでは AI の開発どころか、病名をキーにした症例の抽出すらままならないという状態である。そのため、今後普及するゲノム情報も含め、病名・臨床情報とアノテーション情報を後付けでなく、構造情報として医療画像やゲノム情報とリンクして生成し管理できる電子カルテの開発が必要と考える。

また、病院以外の情報拠点（かかりつけ医、調剤薬局、介護施設、個人の携帯デバイス）においても同様であり、このような拠点で入力される情報についても、これまでと同じ人間が見るだけの情報にするのではなく、目的を共有し AI 開発にとって価値ある情報とする必要がある。

AIとICTが変える医療

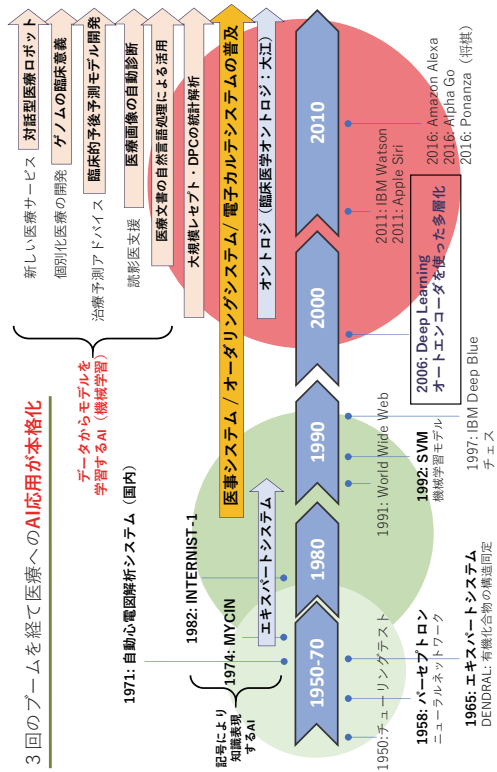
電子カルテデータを活用するための課題

東京大学大学院医学系研究科
医療AI開発学講座
河添 悦昌
<https://ai-health.m.u-tokyo.ac.jp/>

病院情報システムの普及と医療ビッグデータ

- 医療の分野では、第2次AIブーム後病院情報システムの開発が進んだ
 - 医事会計、オーダーリング、診療録を記載する電子カルテシステムの開発普及
 - 小規模の病院や診療所への普及がまだ十分ではない
 - 集積される電子的診療データの二次的な活用が進んでいる
 - 大規模レセプト・DPCを用いた疫学研究、医療経営的分析
 - 臨床分野へのAI応用が本格化するにつれて知れ渡ってきたこと
 - 臨床的予測モデル：治療効果、副作用、イベントなどをカルテから取れない
 - ゲノムに対応する臨床情報：同様に、必要な情報をカルテから取れない
 - 医療画像処理：専門医による大量のアノテーションが必要／一致度が低い
- 日常診療で発生する診療データのみではAIの開発が期待できない**

AI研究と医療情報分野の発展



症例レジストリの開発が活発化

症例登録＋予め定義された臨床情報を入力

各種症例レジストリ事業

1. National Clinical Database：NCD（2011年～）
 - 外科系学会10学会（当初）：外科系専門医の資格取得と連動
2. 各種臨床系学会によるデータベース整備事業（5年前～）
 - 放射線治療DB（日本放射線腫瘍学会）
 - 循環器疾患DB（自治医科大学・循環器疾患レジストリ研究拠点）
 - 脳外科手術DB
 - 慢性腎臓病DB（日本腎臓病学会）J-CKD-DB
 - 救急症例DB（日本救急医学学会）
 - 麻酔症例DB（日本麻酔学会）
 - J-DREAMS：糖尿病データベース事業（日本糖尿病学会）
3. がんゲノム医療中核拠点（本年6月～）
 - 保険診療の遺伝子パネル検査を行う上で入力が必要

e-Phenotyping：カルテからの疾患（表現型）抽出

- 日常診療のカルテ記録を使い、関心のある臨床的特徴（表現型）を持つ症例をコンピュータで抽出し研究対象としたい。
- **ゲノム研究**：遺伝子の変異に対応する臨床的特徴もつ症例
- **臨床研究**：適格・除外基準を満たす候補症例
- **薬剤疫学研究**：既存薬の新たな効能を発見

• **メリット**：

- 精度の良いアルゴリズムを作れば使い回せる。
- 診療記録・投薬情報・検査結果・カルテ記載を組み合わせることと、レセプトデータより詳細な患者の状態で抽出ができる。
- 症例レジストリのようにインテンシブな入力が必要。

• **問題点**：

- 日常診療で発生する、症例抽出を目的としない“**Exhaust な Data**”から、目的とする情報を抽出する必要がある。

5

5

AIの開発に医療画像やゲノム情報だけ集めても役にたたない

- 医療画像、ゲノム情報の価値を高める**臨床情報とアノテーション（所見注釈）情報**を後付けでなく、構造情報として画像やゲノム情報とリンクして生成・管理できる電子カルテが必要。
- また、今後普及する病院以外の情報拠点（かかりつけ医、調剤薬局、介護施設、個人の携帯デバイス）においても、**AI開発にとって価値ある情報を正しく入力できるようにしなければ、**これまでも同じ人間が見るだけの情報になる。

6

6

IV. 医療データを基盤とする医療 AI の課題

10. 医療 AI を共創するための知財とデータ準備の考え方

(1) AI の定義にはいろいろあるが、「数値計算や文字列検索といった従来の計算処理を超えた、認識、パターン発見、判断・計画といった、人の知的作業を機械で実現すること」と言える。ただ一つの機械ではなくて、分解していくと実際にできるのはほんの一部の知的活動に過ぎないので、いくつもの技術の集合体と考えるとよい。よく言われるように膨大なデータを用意してそれを学習させてモデルを作っていくのが今の機械学習による AI ということになる。もとのデータの分類分けは人がデータを作っているが、人が気づかないような細かい特徴を大量のデータからうまく抽出する学習方法が開発されるようになったので、一般の人には区別がつかないような特徴の違いを使って、人よりも精度良く分類したりできるようになっている。

(2) 経済産業省の新産業構想ビジョンでは、データの提供側と AI 技術提供側とが共創する関係、つまり「データ×AI」によって価値、新しいビジネスが創成されると謳っている。医療であれば、創薬に使うとか、個別化医薬品を作るときにも基本技術はディープラーニングだったりするが、それに加えて医療系のデータを書いたりするような部分で追加的な技術と個別の技術を組み合わせて AI というのはだんだん作られていくことになる。

このように「共に創る」という考えかたが不可欠である。たとえば Nature 論文誌に掲載された事例として、460 億件のデータで退院時期（日数）を予測するようなことがかなり精度よくできるという報告が 2018 年にある。また 2019 年には米国の退役軍人省のデータを使って急性腎障害の発症可能性を 48 時間前に予測するといった、特定の疾病に特化した予測 AI も開発されている。こうした例では、実際のデータの使用の許可をとったり、暗号化技術を使う、研究後にデータを破棄するといったプロセスが必要になっている。またおもしろい事例としては、12 月 31 日に新型コロナウイルスの国際的拡散予測を AI によりカナダの企業が発表しているが、国際航空券の発券データを使って、人の移動履歴の特徴から拡散を予測している。

重要なのは、目的を定めて、その特徴データを本当にもっているデータソースを選んで使うということであって、ノイズの多い膨大なデータはなかなか医療のような領域では使えないことが多いということである。

(3) 実際の医療 AI 開発がどのようにおこなれているかを説明すると、まず医療のデータを倫理審査をとおして匿名化した上で持ってくる。次に医療者にラベル付け（アノテーション）という機械学習に必要な作業をデータに対してこつこつ行う。そのデータを使って、企業側が計算処理、機械学習処理を行い、結果を医療の専門家と IT・AI 企業の技術者が議論を繰り返し、精度を上げるにはどうすればよいかを検討して、調整を繰

り返す。データ量についても最初から膨大なデータを扱うのではなく、精度を見ながらだんだんに増やしていく。こういうことを繰り返し続けるのが実際の AI 開発のプロセスになっている。

(4) 2018 年に経済産業省から AI・データの契約ガイドラインというのが出た。ここでは AI とはなにかを最初に定義し、AI を構成する要素として、学習用のデータ、アルゴリズム、学習済みモデル、学習時のノウハウを挙げている。実はこのノウハウというのは結構大事で、これが学習済みモデルと混ぜられてしまうと医療の先生と AI 開発者が一生懸命作ったものが実は完全に混ぜられてしまう。ビジネス的な観点からはこういうデータとノウハウと両方を一緒に守りたいということである。もう 1 つ大事なところは、学習済みモデルというのはデータに依存するところで、AI のベンダーとしては、アルゴリズムを実装して、プログラムしていいものを作っているが、質の悪いデータをアルゴリズムにかけると結果は悪くなる。元のデータのよしあしというのが AI の結果に依存することを認識しておく必要がある。したがって、企業が開発を受託する以上は、その性能についてはある程度任せてもらわないといけない。

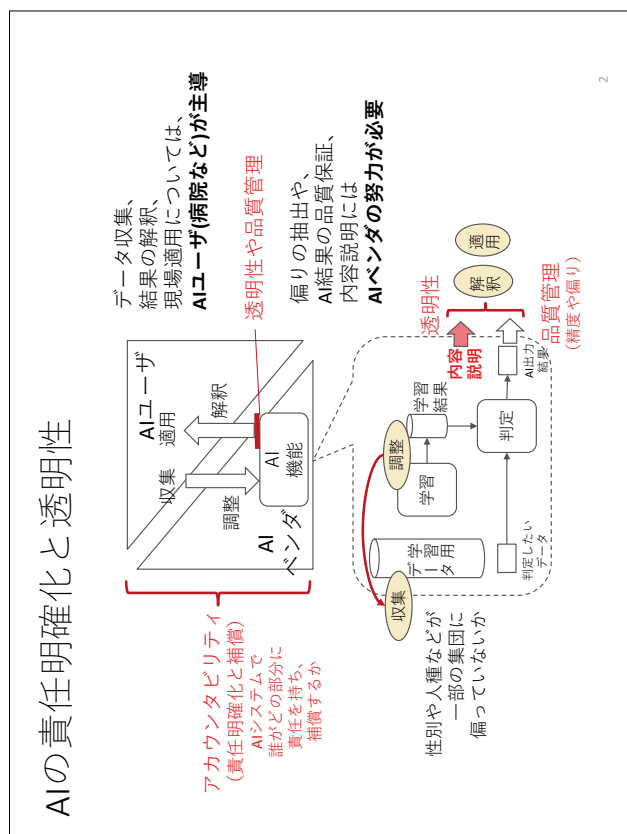
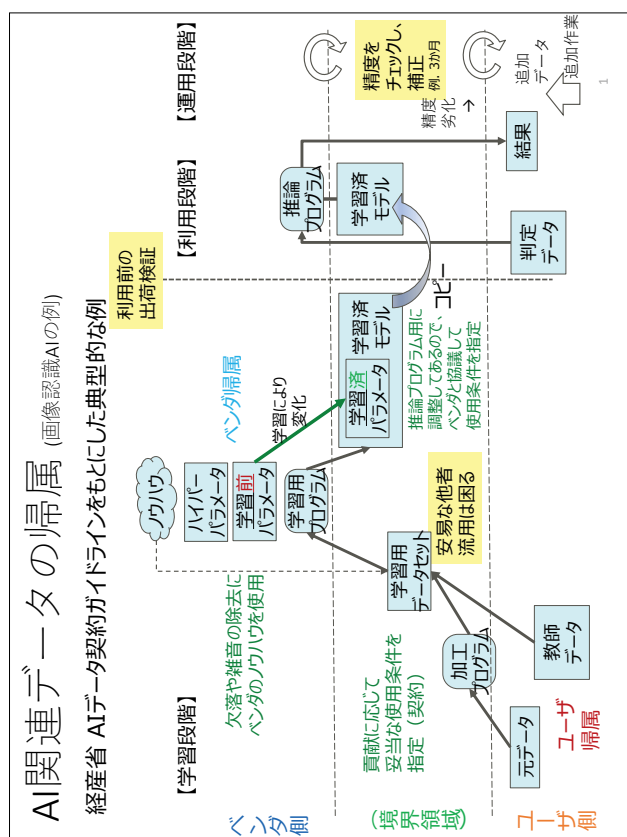
このガイドラインで重要なこととして、データの帰属がどちらか、を延々と議論しても、規定は無いのだから実用上の意味はなく、それよりもデータやモデルの「利用条件」を契約で詳細に定めて、AI 利用を推進するべきであるとしているところである。また、その結果として、データとかモデルというものの利用条件は当事者間で決めてくださいとしているところが重要である。

(5) 仮の事例だが、たとえば病院 A から提供されたデータで、病院と企業が共同で作った学習済みモデルを企業が病院 B に販売するというとき、どういう考え方でやるかというのはいろいろある。1 つは、病院 A の元データを提供してくれた人に対し、企業が別な病院から得た成果報酬のなかから還元をするという考え方が 1 つある。あるいは学会などの組織がこの種の学習用データと成果報酬などをプール化して、実際に活動された人に還元するような考え方もある。特許業界や通信業界では特許をプール化するという考え方がごく普通にあるので、それに近い形で考えるというのがありうる。このような制度を作っていくこともいいのではないかな。

(6) 最近の話題として、AI の倫理や品質管理の課題がある。たとえば学習データに大きな偏りがあると、AI による結果も大きく偏ってしまうことが指摘されている。また、ちょっとしたノイズデータを入れるだけで、ありえないような判定を AI が下してしまうことが分かっている。機械学習はいろいろデータを入れてみて初めて分かる部分があるので、それをどのように確認するかというのがかなり話題になっている。そのようなことから、AI の出す結果、プロセスが解釈できないと、実際に利用するのは難しいとい

う声も多くあり、AI の結果やそのプロセスを可視化するようにしようという研究も多くおこなれているが、まだ不十分なところが多い。

(7) まとめとして、AI はどんどん作業が進みつつあって、途中で紹介したように、徐々に精度を上げていくようなプロセスで作られている。ただ、社会に受容してもらう、受け入れてもらうには、AI の中身がどうなっているかというのも見せる必要があるだろう。品質評価はどうなっているか、このAI のどの部分が間違った部分かというのも明らかにするというのも結構大事である。医療AI では、そういう部分をぜひ医療の知見を持っている方々と一緒に共創していきたい。



IV. 医療データを基盤とする医療 AI の課題

11. AI を活用した今後の医療の課題

(1) 我が国では医療の IT 化はパソコン黎明期の 1970 年代後半から着実に進み、第二次 AI ブームといわれた 1980 年代には医療エキスパートシステム（専門家システム）と呼ばれる AI システムが脚光を浴びた。その後、インターネット、スマートフォンなどの発展の流れと連動して、電子カルテ、地域医療情報ネットワーク、レセプトの電子化、オンライン診療などと進んできた。80 年代の AI ブームでの医療エキスパートシステムでは、医療者の専門的な知識を IF... THEN...（もし XXX という症状や検査結果があるなら、YYYY を疑え）などの形式でコンピュータにたくさん記述しておき、それを使って推論するというシステムであった。

しかし、これはいくら知識を増やしてもキリがなく、持たない知識は使えないために、限界が出てしまった。その後に膨大なデータだけから潜んでいるモデル（暗黙のルールのようなもの）をコンピュータ自身が作り出して、それを使って与えられた症例のデータを分類したり予測したりする方法ができてきた。これが機械学習、とくにニューラルネットワークを採用した深層学習といわれる技術を使ったもので、今の AI ブームの核となる手法である。

(2) 医療に限ったことではないが、今の AI を支えている深層学習と技術は、膨大なデータのなかに潜んでいる「人では到底気づかないような」パターンという特徴のようなものを見い出して、それを利用して診断分類や予測を行う。大量のデータを用意してコンピュータに特徴を見つけ出させる過程を「学習」と呼んでいて、学習の過程では膨大なデータと、個々のデータが実は何であったかという正解とを必要とする。また高速の計算機で何日もかかるような繰り返し計算を行って特徴を見つけ出す。この過程はそれなりに大変なものであるが、いったんよい特徴を見つけ出すことができれば、今度は、初めてのデータを 1 症例だけ与えても、そこから特徴を見つけ出して正解を出してしまうのが優れていて、これが一瞬で出来てしまう。

医療でこれを応用すると、たとえば大量の CT 画像データと、個々の画像のどこにあるのが腫瘍画像領域であるかのデータを準備して、学習をさせてしまうと、今度は 1 枚の CT 画像データから腫瘍領域を一瞬のうちに見つけてしまうということになる。

課題は、正確な診断がついたデータがとにかく大量にあればあるほど性能のよい AI ができるが、データ量が少なかったり、正解が曖昧だったりすると良い性能の AI がなかなかできないことである。

そこで医療 AI の課題として、正解（診断結果など）がしっかりついた医療ビッグデータを日常診療データからいかに作るかという点、および AI の開発には AI や IT の専門家だけではなく、それらに詳しい医療者が必要で、両者がチームを組んでどのようなデータをどれくらい準備すればよいかなどをしっかり決めていく必要がある点である。

(3) これまで述べてきたように、AI は学習したときのデータに依存しているため、質の悪いデータや偏ったデータばかりで学習してしまうと、よい AI が出来ない懸念がある。また、市場に出た AI 診断機器が、改良のつもりで更にデータを増やして学習したところ、以前よりも性能が劣化するというようなことも起こりうる。このような問題が、理論的に予測することが困難であるため、AI を活用した医療機器をどのような基準で薬機法において承認するのかといった課題も議論されているところである。

AI を活用した医療機器やシステムを用いて医療上の意思決定をおこなったり医療介入をおこなったりした場合に、その判断が誤っていた場合の責任の所在はどこにあるのかといった問題もよく取り上げられているが、医療では、最終的にライセンスを持つ医師が責任を持つしかない、ということになっている。しかし、今後、膨大で質の高い正解データで学習し、成果率が 100%に近いと謳われている診断機器の判断結果と、医師自身が下した判断結果が食い違った場合に、医師はどのようなプロセスで意思決定をしていけばよいかについては、悩ましい問題が起こってくるであろう。また、これからは、AI を活用したさまざまな医療判断システムがインターネット上で提供され、患者さんも利用できるようなと思われる。そのような時代には、患者さんも医療を受ける前にひととおり AI システムに相談して、さまざまな判断材料をそろえてくる可能性が高い。医師もうまく AI システムを使いこなして、対応していく必要があるだろうが、その際に最も重要なのは、最終判断にいたるまでの考え方や、判断の理由、根拠をわかりやすく説明することだと考えられる。

(4)最後に、繰り返しになるが今の AI はデータにもとづく特徴パターンを学習して、それを活用するブラックボックス的な処理が得意である。一方、医療の専門家は、AI が得意なそうした直感的ともいえる処理に加えて、積み重ねてきた膨大な医学的な知識や人間としての経験を総合的に活用して、目の前の患者に最適と考えられる判断を、患者と相談しながら下していく能力がある。従って、AI をうまく使いこなすことで 100 人力の能力を得られるであろう。

V. まとめと提言

冒頭にも述べたように、第X次学術推進会議では、「AI の進展による医療の変化と実臨床における諸課題」をテーマとしAI が医療に与える影響、実臨床におけるAI と医師・医療の在り方、さらにはAI と患者・医師との関わり合い方、法制度や知財等について議論を重ね、課題の明確化、AI 等の技術と医療分野の在り方について、第IX期での検討をさらに発展させることとした。全体で10人の専門家の方々から話題と視点をご提供いただいたが、それを本報告書として、「医療現場に入りつつあるAI」「AI と技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化」「医療データを基盤とする医療AI の課題」の3つのテーマに編成し、それぞれ1時間近い講演を2～4ページの抄録にまとめさせていただいた。

・医療現場に入りつつあるAI

まず中村祐輔氏の講演では、内閣府 AI ホスピタルプロジェクトの視点と展開について報告いただき、同プロジェクトが超高齢社会の我が国における医療の質の担保と医療費抑制の両立と医療分野での国際競争力の向上にも関わるテーマを扱っていること、ビッグデータとAI が医療を含め社会全体の変革に貢献しうることが紹介された。またDNAの解析技術とAI技術とによって可能になったリキッドバイオプシーや、ビジネスとして実施される遺伝学的検査などの浸透が進むと、医療だけでなく新たな社会的課題を生み出しておりこれらへの対応も必要になってきていることも説明された。

長堀薫氏はAI ホスピタルプロジェクトのサブテーマとして進めている自身の病院の開発経験から、医師や看護師の記録の音声認識による自動入力、医療者の業務の軽減と労働生産性の向上、患者さんの待ち時間の短縮や満足度の向上にもつながることが期待されることを示された。

さらに、井元剛氏はAIが紡ぐこれからの医療と題して、日本では職を奪うかもしれない漠然とした脅威の観点からAIを捉えることが多いのに対して、海外では軍事兵器への転用などの観点からの脅威が論じられることが多く、かなりAIに対する認識が違っていることをまず紹介した。その上で、医療だけでなく、あらゆる分野における社会貢献技術としてAIを捉え、AIが人に寄り添い、AIと人とが役割分担をして協業する社会の実現に向けて発展していくことの重要性が語られた。

AIは、医療安全や適切な治療法の選択、医療者と患者とのコミュニケーションのサポートにも貢献し、結果として医療者の負担を軽減して働き方改革にも寄与しうる大きな可能性を秘めている。また、医療者の業務の軽減と労働生産

性の向上、患者の待ち時間の短縮や満足度の向上にもつながることが期待される。一般に、AI の医療技術そのものへの活用に目が行きがちであるが、このように医療者と AI との役割分担を含めた、医療者の業務環境改善への活用の議論が始まっていることは、これから大変重要な方向性である。

医療現場での直接的な AI 活用という点では、ロボット手術をすぐ思い浮かべるであろう。しかし、手術そのものを支援するロボットだけでなく、手術室、治療室全体を AI 化、スマート化する試みが行われ、実用試験にまで至っている。村垣善浩氏は AI Surgery を実現するスマート治療室 SCOT (Smart Cyber Operating Theater) の現状と将来を語られた。SCOT では、手術室で使われるあらゆる機器をネットワーク接続して、時間と空間をリアルタイムで可視化して手術治療が進められるようになっている。手術機器のパッケージ化という新しい発想のもとで、手術室そのものが AI 医療機器パッケージとなることが目指されており、AI と IT が医療現場に融合しつつある好事例であるといえる。

診療の場で苦勞するのは患者さんのメンタル面での状態把握である。しかし、AI は人の精神や感情面の活動とのおりあいが悪そうに思われることが多い。しかし、徳野慎一氏は、人の感情が声、音声に表れると考え、AIこそ音声に現れる感情を認識する手段だと考えている。声に表れる心の動き、ストレス、うつ傾向などを膨大なデータを学習した AI が分析し可視できる MIMOSYS というアプリケーションを開発し、国際的に展開しつつある。さらに AI による音声感情認識技術は音声バイオマーカ分析システムとして、精神疾患以外の様々な疾患の診断にも活用が期待されている。これまで AI が苦手だと考えられていたが、人である医療者にとっても判断が難しい声や感情の判断に、AI が活躍できる可能性が高いということを実感する。

・AI と技術変革がもたらすヘルスケア社会の変化

Society 5.0 時代とは、一人ひとりが人間中心の価値を創造し社会と共有する社会とされており、それを実現するのがデータ駆動型社会であるとされているが、宮田裕章氏は、医療データは公共財としての性格があり、新しい価値を共創する仕組みとして、どのようにルールをつくってデータを活用していくかが重要であると説かれた。そして、疾病や格差があっても、誰もがその人らしい健康とともに生きることができる社会を作り出すために IT、IoT、AI を活用していくことが重要であることが述べられた。

喜連川優氏は、IT の進歩は猛烈に速く AI も IT も将来予測は困難で、今使えるものを今の身の丈にあった形で活用していくことが最も重要であると力説された。また、日本には世界に比類なき高速ネットワーク SINET が張り巡らされ

ており、これを医療でも活用していくことが期待されること、さらに AI は、画像診断分野で様々な研究開発がなされ良い成績が出ているものも多くなってきたが、医師でも AI でも難しいケースを見つけるといった利用方法も価値が高いことも紹介された。そして、データ駆動型サイエンスという考え方が医療だけでなくあらゆる学術領域で起こりつつあり、これまでのように再現性を求めても難しい領域に研究が突入している大きな潮流の真っ只中に我々がいるなかで、将来振り返れば AI 変革期であったと言われる時代に生きている、と俯瞰された。

ここまで見てきた IT や AI を支えているコンピュータ心臓部は今後どこまで発展していくのであろうか。そうした観点から、笠原博徳氏には、ハイ・パフォーマンス・コンピューティングと医療と題して、コンピュータの心臓部である CPU (Central Processing Unit) の高性能化、並列処理化の動向と現状を説明していただいた。これまでのような配線の微細化による速度向上は頭打ちになりつつあり、いかに効率よく多数の CPU を並列に同時動作させることで処理を高速化するかが重要な課題になってきており、そのようなソフトウェア設計技術は日本が得意な領域である。また医療 AI の高速処理にそれを活かすことで、たとえば放射線治療計画の計算や、消化器内視鏡カプセルの膨大な画像処理をリアルタイムに近い処理時間で実現できることに貢献している事例が紹介された。ディープラーニングなど最近の AI アルゴリズムの応用事例に目が行きがちであるが、この講演で紹介されたように、その医療への応用にはハイ・パフォーマンス・コンピューティングの技術革新とそれを応用する産学連携活動も大きな役割を果たしているのである。

・医療データを基盤とする医療 AI の課題

河添悦昌氏は、医療データを大量に学習して開発される今の AI の現状と開発事例を紹介した上で、データの基盤として電子カルテデータを利用することがいかに重要であるかについて説明された。電子カルテデータには多くの課題があり、特にデータ流通と標準化の問題、専門医師によるアノテーション (AI 学習のための付加データの追加作業) の作業量の課題は、解決しなければならない大きな課題である。

こうした AI 開発に医療データを使用するために、医療機関がデータを収集し、その領域の専門家である医師がアノテーションを行い、企業が共同で技術開発をした場合に、その知財管理はどのようになされるべきかはこれからの医療と社会にとって、また産業界にとっても非常に重要な視点である。これが曖昧で紛争などがあれば、開発のスピートが大幅に遅延する。土屋哲氏はこの観

点から、経済産業省の新産業構想ビジョンで示されるように、データの提供側とAI技術提供側とが共創する関係、つまり「データ×AI」によって価値、新しいビジネスが創成される関係を構築することが重要であると説かれた。そして、2018年に経済産業省から出されたAI・データの契約ガイドラインを参考にして、データやモデルの「利用条件」を契約で詳細に定めて、AI利用を推進することが大切である。また、医療AIでは、どこが医療にとって改善すべき点であるかを開発側に対して医療側の知見を示すことで共創していくことが可能である。

大江和彦氏からは、今ブームとなっているAIはデータにもとづく特定パターンを学習して、それを活用するブラックボックス的な処理を得意としている一方で、医療の専門家は、AIが得意なそうした直感的ともいえる処理に加えて、積み重ねてきた膨大な医学的な知識や人間としての経験を総合的に活用して、目の前の患者に最適と考えられる判断を、患者と相談しながら下していく能力がある。従って、AIを医療、社会がうまく使いこなすことが重要であるとまとめがあった。

・最後に

第X次の演者の先生方の講演をまとめていると、AIの医療への応用事例や領域はますます幅広くなり、従来はAIが不得意ではないかと思われていた領域にも活用が進みつつあることがわかる。また、個々の医療機器や診断支援にとどまらず、医療者の業務環境や診療環境全般に、改善と変革をもたらすような裾野の広い応用が指向され始めていることも見えてきた。さらにそれは今、喫緊の課題となってきた医療者の働き方改革にも寄与できる可能性があることについて、複数の方々から示唆があった。そして、Scociety5.0、データ駆動型社会、データ駆動サイエンスへと関わっていく潮流のなかに私達がいることも改めて気付かされた。

一方で、現在のAIの限界や課題、できることとできないことの明確化も大事であること、データへの依存性やコンピューティング技術の進化との関係が深いなかで、将来予測は非常に難しいことも少なからず示されたように思う。

喜連川優氏の講演にあった「身の丈にあったAIの活用」とは、今あるAIを過度に期待し過ぎず（AIの身の丈を知る）、かつ私達が利用できると思う範囲内で最大限うまく活用する（医療側の身の丈で使う）ことが重要であることを表現されたものと思う。これをもって本報告書の提言としたい。

VI. 創作：未来の医療一夢に出てきた 2040 年のクリニックの半日

「なあシャッチーくん、今日の午前の予定を出してくれるかな」

河田クリニックの院長、河田はまだ誰もいない診察室に入り、朝のコーヒーを飲みながら、デスクの前に掛けてある 7 月のカレンダーに語りかけた。7 月のカレンダーは世界各地の夏の風景をゆっくりと切り替えて見せてくれているが、青い空の下にどこまでも広がる白いビーチと、そこに寄せては返す波の光景はいつまで見ていても飽きることなく、海が好きな河田は気に入っていた。

「海がお気に入りのところすみませんが、今日の午前の予定に切り替えます」とカレンダーから女性とも男性ともつかない声がして、波間から患者氏名が並ぶリストが浮かび上がってきた。

「今日の午前中は、来院 5 人、リモート 2 3 人です。来院 5 人のうち 2 人は初診で 3 人は再診、リモート 2 3 人のうち 1 人が初診です。」と、カレンダーだった壁掛けスクリーンのシャッチーくんが続ける。リストには氏名、年齢、来院かリモートか、およそ診療割り振り時刻、初診患者には予備診断システムによる考えられそうな疾患領域、再診患者は普段の通院疾患などが表示されていて、言われなくても人数くらいわかるが、控えめモードに設定してあるシャッチーくんは人数だけは告げてくれる。

「じゃあ、そろそろ始めるとするか」と河田はつぶやいて、コーヒーを飲みほし、カップをおいた。今日の午前一目目は、リモート初診予約の田代ミカという 48 歳の女性患者である。壁掛けシャッチーくんにとおり資料を出すように言うと、事前問診内容、予備診断結果、が表示される。

事前問診内容と予備診断は、シャッチーくんの便利な機能のひとつで、リモート患者が診療を申し込んできたときに、初回診察までに自動的にシャッチーくんが何度か患者とやりとりして、主訴、現病歴、家族歴、既往歴、生活習慣、主要なチェックリストを聞き出して表形式に見やすくまとめておいてくれる上、それにもとづいて予備的な診断として考えられる疾患と鑑別診断リストも作成しておいてくれる。鑑別診断に必要な追加情報も事前やり取りである程度収集されている。シャッチーくんにはかなりの量の医学知識データが蓄積されているとのことで、それを用いて、医師がやるように必要な質問を重ねて情報収集をしておいてくれる。また、患者の症状に応じて皮膚や顔貌などの画像にもとづく予備診断もされるし、患者が持っている血圧ウオッチ、心電バンソウコウ、血流イヤホンなど、年々種類の増える健康管理グッズからのデータも収集して、

予備診断に関係しそうなものをサマリーにしておいてくれる。

20年ほど前に、世界を揺るがした感染症のパンデミックの際に、急遽、限定的に認められるようになったオンライン初診だが、その後、オンラインでの初診をしてよい患者かどうかをシステムが事前問診でチェックし、一定基準を満たす場合には、オンライン初診が認められるようになった。無線接続があたり前の時代にオンラインという言葉が一般の人には古臭いイメージがあったようで、最近ではリモート診療、モバイル診療、9G診療、WiFi診療という人がほとんどだ。日本医師会が運営している全国版シャッチーくんでは、リモート診療と呼んでいるのだが、一昨年に還暦を過ぎた河田は個人的にはWiFi診療という言葉が好きだ。WiFiはここ数十年、単に無線ネットワークの代名詞のように使われているが、もともとはノイズの少ない無線ネットワーク技術として開発され、オーディオや放送業界などで原音を忠実に再現できる高品質で高忠実度の機器であることを示すHigh Fidelity(HiFi、ハイファイ)という語の韻を踏んでWiFi(ワイファイ)とつけられた言葉だ。高品質で高忠実度で遠隔地の患者の状態を診察室に再現して診療するという意味でもWiFi診療というほうがカッコいいと思っている。

ただ、ちょうど20年前のパンデミックの年に5Gとして広まった通信キャリア会社系無線ネットワークも、今は第9世代になって9Gと呼ばれており、あらゆる機器がそれにつながっている。クリニックのシステムも全部無線だ。診察室のシャッチーくんも、ほとんどの患者の折りたたみフォンもメガネ掛けフォンも、みんな9Gを使っており、WiFi規格の通信ネットワークを使っている人は多くないので、今や名前にこだわっても仕方ないのかもしれない。

シャッチーくんのスクリーンに表示されているこのリモート患者の主訴や病歴を読んでいると、ときどき動悸が気になる、頻脈、急に発汗がある、いらす、などの症状がここ数ヶ月だんだん気になるようになってきた患者で、更年期症候群、甲状腺機能亢進症、不整脈、パニック障害、狭心症、高血圧などが予備診断候補に表示されている。「なあシャッチーくん、田代ミカさんと呼んで」と言うと、田代さんの顔がスクリーンに現れ、声が聞こえてきた。ひととおりいつものように病歴の確認をやりとりで済ませて、カメラをまっすぐ覗きこんでもらうようお願いすれば、顔と首の外見的な視診はできる。みたところでは、頸部はすこし甲状腺腫大があるようにも見えるが、触診はできない。カメラを頸部の前方に位置するようにしてもらって、頸部自動診断モードをONにすると、100万症例以上の頸部腫大と正常の頸部画像データベースから作成された頸部腫脹診断AIモードが作動し、40代女性というプロフィールと

合わせての判断は、甲状腺腫大の疑いが95%と高い値がシャッチーくんのスクリーンに表示された。心房細動の疑いが高いことは、すでに患者のウォッチのデータから事前に示されているため、やはりまず甲状腺機能亢進症を疑っておくほうがよいだろう。考えていることをひととおり説明し、最寄りの共同検査センターで採血検査と心電図検査を受けてから、次回は触診も必要なのでやはり来院再診してもらうようにお話して、「ではお大事に」と言って一人目の診察を終了した。

リモート診療で身体状態を把握した上で、来院してもらうというスタイルはだいぶ定着してきた。検査の日程の予約調整や次回来院再診の予約は、あとでシャッチーくんが田代さんに連絡して全部やっておいてくれる。検査結果は急ぎで対応が必要なレベルの異常があれば河田にすぐ連絡が来るので安心だ。

今の患者、田代さんの場合は、自分で事前にシャッチーくん予備診断結果を照会して、いろいろ聞かれた事前に問診された内容が何を疑っての質問かをある程度把握できており、またひとつひとつの可能性のある診断についてもネットでひととおり調べていたらしく、河田の説明への理解も大変よく、質問も的確で、答えをよく理解して頷いていた。事前にシャッチーくんとよくやり取りしていることで、患者自身の医療リテラシーというか病気への理解度があらかじめ深まっていることは、こうした診療の利点だなと河田は思っている。でもこんな患者ばかりではなく、事前に調べすぎていろいろなことが不安になってしまい、数々の患者向けAI診断システムをいろいろ試したあげくに、リモート診療をハシゴする患者もあとを絶たない。

午前の二人目の患者は、血圧の管理だけしているリモート再診患者なので、最近の家庭血圧の変動だけ見せてもらって、数分のやりとりで同じ処方発行で終了した。

リモート診療だと、来院診療と違って、どうしても患者も世間話をしなくなる傾向にあり、診療に直接関係したこと以外はあまりやりとりされない。ちょっとした世間話の中に患者のいろいろな生活環境や仕事環境のこと、あるいは趣味の話題などが含まれていて患者との距離間が縮まり、病状のちょっとした変換に気づくきっかけになったりして、スムーズな診療にも役立つのだが、リモート診療だと時間効率は確かによいが、そうした情報が減ってしまう傾向があるように河田は思う。さっきの患者も、以前はよく来院診療でゴルフや釣りの話をしたものだが、最近はあまりその手の話で盛り上がらない。診察室内とちがって、患者も普段の環境からの受診だと、周りが気になるのかもしれない。

余計な話があり出ないリモート診療では、ほとんど患者との音声でのやり取りから自動的に音声認識によるサマリーが作成され、足りないところと指示内容だけを声に出してシャッチーくんに追記を依頼すれば、診療記録はほぼ自動的に作成される。それに比べて来院診療だと、シャッチーくんの音声記録では、診療に関係のない無駄話もサマライズされて記載されてしまうので、やはりかなりの部分を自分で修正しなければならず、手間がかかるのが難点である。先日も、職場環境の愚痴を延々と話してくれる患者がいて、自動的にできた記録サマリーが、長すぎて整理に手間取ってしまった。こういう場合には、自分で入力したほうが結局は早い。

さて、今日も午前はスムーズに診療ができた。河田がクリニックを始めた20年前ころは、AI ブームという波が来て、医療はどうなるのかとみんな少々心配していたが、今は誰も AI なんていう言葉を使わない。ただ、当時の議論で、大量のデータから学習する AI は、偏ったデータで学習していると時に致命的なミスを犯すことがあるから注意して使う必要があるという話があったことは覚えている。でも、今のほとんどの医療機器は AI を活用した自動診断支援モードが備わっているし、かつて不便だった電子カルテという変なシステムも、今では、高度な音声認識と対話モードが内蔵され、患者の生活デバイスとなったウェアラブル機器といつでもつなぐことができ、医師会が運営する全国規模の診療運用システムの一部となっている。これにはかつて AI とよばれていた優れた技術と医学知識基盤システムが組み込まれ、今日の診療でも垣間見られた自動問診や予備診断、自動診療記録、患者応対などをシームレスに実現してくれるようになって、電子カルテなどという言葉もいつのまにか死語になった。

そんなことを思いながら、さて昼食は何にしようかと考えていたところ、壁掛けシャッチーくんがつぶやいた。「急なことすみませんが、本日の21時から明日6時まで、半年分の症例データ学習部分を修正するために卒後3年モードに移行することになりました。お手伝いできませんので、本日の時間外診療は受けないほうがよいと思います。」

「なにか不具合の部分でもあったのかな。普段は卒後何年モードのつもりで動いていたのだろう。まあいいか」と河田はつぶやいた。

ここで目が覚めた。