超高齢社会における自立共生支援 AI

Artificial intelligence for assisting self reliance and mutual cooperation in super aging society

桐山 伸也

要 約

静岡大学ケア情報学研究所とみんなの認知症情報学会が推進している自立共生支援 AI の研究開発と社会実装について述べる。人工知能 (AI) は、多彩な技術や応用領域に関わる学問分野という視点で、Evidence-Based-Medicine の根底にあるエビデンス統合の考え方と、人工知能学の共通点を考察し、コモンセンス研究が Evidence-Based-Care の実現に貢献できる可能性を示す。当事者の視点を重視する市民情報学 (Citizen Informatics) に基づく「みんなの認知症情報学」の枠組みで、ケアに関わる研究や実務現場の知を結集・共有し、相互に活用できるケア情報学研究開発基盤を基軸に、自治体を巻き込んだ社会実装体制を構築している。「みんなが認知症について学べる仕組み」を中核とした「AI を使った市民の健康長寿を支援するまちづくり」の取り組みは、社会保障費削減や当事者の QOL 向上のモデルケース創出が期待できる。

Key words 人工知能, Evidence-Based-Care, コモンセンス, ケア情報学

(日老医誌 2021 ; 58 : 190-197)

はじめに

人間は誰しも年齢とともに体力や記憶力が衰え、病的老化が重なって、やがて死をむかえる。高齢者は多様な個性や価値観をもち、自分らしく生きたいと思っているが、老いへの不安や自己喪失感があり、些細なことで傷つき感情的になりやすい。高齢者には心の通ったコミュニケーションや「人間関係」が重要で、介護の達人は、高齢者の生活歴、性格や好みを熟知し、表情や言動などから意図や状況を理解して高齢者と上手にコミュニケーションしている¹⁾。認知症になっても希望を持って日常生活を送れる社会を目指す認知症施策推進大綱では、当事者本人家族の視点が重視されており、認知症の本人による情報発信や、認知症になっても笑顔で暮らせるような地域づくりが活発である。認

知症ケア高度化の研究も進んでいるが、多忙な介護現場では、情報化とエビデンス構築は遅れている。人工知能 (AI) を活用して認知症ケアのイノベーションを実現するためには、専門や立場を超えて、認知症の人の状況を多面的に記述し、様々なケア技法やコミュニケーションスキルを形式知化するとともに、大規模なエビデンスと多様な経験知や科学知を集積し続けることが必要である²⁾。

本稿では、人工知能研究者の視点から、エビデンスに基づくケアの可能性と、人工知能技術の活用による社会保障費削減のための仕組みである自立共生支援 AI について述べる。

静岡大学大学院情報学領域

連絡責任者：桐山伸也 静岡大学大学院情報学領域〔〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1〕

e-mail: kiriyama@inf.shizuoka.ac.jp

doi: 10.3143/geriatrics.58.190

図1 人工知能学が扱う多様な技術と領域

人工知能学と Evidence-Based-Care

そもそも人工知能（AI）とは何か？ 図1は、人工知能学会³⁾が提供している、AIの技術マップであり、次のような解説が付与されている。「AI研究には、知能の機械的実現を目指す、多様なアプローチがある。最終目標としては、人間など生物の知能に匹敵する、またはそれを超える知能の実現と、社会での共生を目指すAIフロンティアがある。その周辺には、知能の捉え方の異なる複数の視点が、深く研究され続けており、それぞれに着実な科学・技術的進展を遂げている。さらに、AI研究は、その周辺に多数の関連研究分野があり、それらとの密接な連携により、時に分派し、時に融合しつつ、新たな学問の地平を切り開いている⁴⁾。」AIとは多彩な技術や応用領域に関わる学問分野、という捉え方である。

筆者が主査を務める人工知能学会「コンセンサスと感情」研究会は、“Artificial Intelligence (AI)”という学問分野が誕生した1956年のダートマス会議から50年後の2006年に発足し、3度の名称変更を経て、人間中心の視点でAIが社会課題解決にどう貢献できるかを追究してきた。人間と柔軟にコミュニケーションできる気の利いたロボットやヒューマンインタフェースを実現するためには、人間中心の視点で複雑で膨大なコンセンサス（commonsense/常識）を計算機で扱うことが不可欠⁵⁾という見地から、「コンセンサスと感情」を旗印に、脳科学・言語学・発達心理学・知識処理・音声言語処理・ヒューマンインタフェース・医療・スポーツ・教育等の幅広い関連分野の研究者・実務家が気軽に集い、意見交換できる「場」を提供している。自然知能の観察に基づく人工知能研究を標榜し、発足当初は、乳幼児や子どもの発達や知識獲得が主眼で

Best Research Evidence

科学のエビデンスに関する
意味ネットワークを蓄積する

Clinical Expertise

実践を通してパナロジーを発展
させる &
ニューラルネットの訓練と汎化

Patient Values

患者の物語を理解して
目標を作る

Circumstances

同じ患者でも文脈によって複数の自己を切り替わる
時系列、場・空間、他者との関係性などを総合して相手の
状態の理解に努める

図2 Evidence-Based-Medicine におけるエビデンス統合と Minsky による AI 理論の関係

あったが、次第に成人の ADHD やアスペルガー症候群などの発達障害、いじめ、高齢認知症者の行動・心理症状 (BPSD)、介護うつなど分野横断の社会問題解決にフォーカスを移してきた。介護現場等では、人間同士の感情的トラブル、高齢者の自己喪失感、認知症の人の行動・心理症状の問題がクローズアップされるようになり、人間の根源的コモンセンスを基軸に感情という切り口で、老年介護、認知症ケアに役立つ知識創出、学習環境や情報システムの高度化を進め、安心・安全で豊かな社会の実現を目指し、多様な分野の研究者・実務家を巻き込んで実践的検討を重ねている。「そもそもコモンセンスとは何か」という問いから出発して問題意識を共有し、さまざまな角度からの率直な議論により、学際的なコモンセンス研究を推進している⁶⁾。

Evidence-Based-Medicine (EBM) の基本的考え方は、「最善の科学的根拠 (best research evidence)」, 「臨床家の専門性 (clinical expertise)」, 「患者の希望・価値観 (patient's unique values)」, そして「(個々の) 臨床の状況 (circumstances)」の統合により、よい医療を目指すものとされる⁷⁾。AI の父と呼ばれる Marvin

Minsky は、ダートマス会議の提唱者の一人であり、筆者らの研究グループと長年共同研究を進めてきた。Minsky は、人間がさまざまな状況に適応して臨機応変に問題解決ができる理由の一つを、以下のように述べている。「もしあなたが、たった一つの方法で何かを《理解》するならば、あなたがそれをほぼまったく理解していないことになる。なぜなら、物事がうまくいかないとき、あなたは行き場を失うからだ。しかし、いくつかの方法で物事を表現していれば、一つのやり方が失敗しても別のやり方に切り替えることができる。そうすれば、物事をさまざまな観点から見るために、心の中で物事の向きを変えることができる。そうして初めてうまくいく物の見方が見つかるのだ⁸⁾。」図2は、上記のような柔軟で豊かな思考ができる脳が、どのようにして知識を表現する複数の方法を組織化するかを示した Minsky のモデルを基軸に、EBM の4つの観点による思考プロセスが、それぞれどのような知識表現モデル (AI 理論) によってシミュレートできるかを考察したものである。EBM を実践する医療者の方々が、個々の診断等の場面において、複数の観点による思考を駆使し、それらを統合して判断する営

みが、いかに複雑で難しいかが伺える。その一方で、このような種々の AI 理論が各々の観点でどのような思考プロセスが働いているかを客観化するのに役立つ可能性もあると考えている。医療現場だけでなく、介護を含むケアの現場においても、種々の知見（科学的なものだけでなく実践的なものも含む）やデータ（カルテ、生体・環境計測、ケアプラン、介護記録などあらゆる形態のもの）からエビデンスを創出し、それらを活用した Evidence-Based-Care (EBC) の実現に、人工知能学の理論やモデルが活用できると考えている。

みんなの認知症情報学を起点とした自立共生支援 AI の研究開発と社会実装

人工知能学会では、5 年以内で社会貢献できる現実路線の AI 技術を募集し、優れたものを学会としてサポートし、強力な AI 技術を世の中に送り出す「近未来チャレンジ」という仕組みを提供⁹⁾しており、2014 年に「認知症の人の情動理解基盤技術とコミュニケーション支援への応用」という筆者らのチームが提案したプロジェクトが採択された¹⁰⁾。成果報告会の審査で次年度の継続が決まるサバイバルを、全期間を通じて最高評価で通過し、学術的意義と社会的期待の高さを実感した。

このプロジェクトを礎とし、筆者らは、発展途上の認知症ケアを高度化するためには、大規模なエビデンスと経験知・科学知を集積し、洗練させながら横展開する必要があると考え、本人と家族の視点を重視する市民情報学 (Citizen Informatics) という市民参画型の情報学を提唱し、「みんなで学び」、「みんなをつなぎ」、「みんなで知を創りだす」ことのできる「みんなの認知症情報学会」を 2017 年 11 月に設立した。これまでの研究から、人工知能 (AI) と情報技術 (IT) は、多様な人の心的状態の記述、認知症の見立て知やケア知の深化成長、多元的エビデンスの構築等に役立つことが分かってきており、人間中心の様々な AI と IT の研究開発と利活用を推進し、「みんな」が世代や職種を超えて「ごちゃまぜ」で研究に参画することにより、認知症に関する「多面的な知」の創出を目指してい

る¹¹⁾。

筆者らは、認知症ケアの本質は、本人・家族が頼れる先を増やす「自立 (self reliance)」と、あらゆる人々が目標を共有して協力し合う「共生 (mutual cooperation)」だと捉えている。認知症の当事者 (本人・家族) を中心とした介護領域のステークホルダーと AI 技術が高度に協調し、本人の自立を支援するヒューマン・インタラクション技術の構築を目指し、ケアに関わるマルチモーダルな記憶・統合・認知・行動の表現モデルの構築と対話処理技術を開発し、認知症のある人の状態像や他者との関係性を理解・表現する自立共生支援 AI の研究開発プロジェクトが、2018 年 11 月に内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) に採択された。本プロジェクトの基本思想は、医科学的エビデンス、経済学的エビデンス、コンピュータ科学的エビデンスの創出と統合である。種々の現場での実証実験を通じて、社会保障費の低減や当事者の QOL を改善するエビデンスと経験知・科学知を広く・深く収集し、オープン化・横展開することで、社会システム全体において様々な“当事者”が参画する“インクルーシブ・イノベーション”を創出し、新たな産業・雇用を生み出し、グローバル市場への展開を目指す点が特長である。

自立共生支援 AI の基盤となるのが、要となるコンピュータ科学的エビデンス創出のためのマルチモーダル自立共生支援コーパス (図 3) である。人工知能学の理論とモデルを駆使して多種多様なセンシングデータを解釈、意味付けし、自己と社会の「変容」を促す技術を創出する研究開発基盤である。

筆者が属する静岡大学のチームは、認知症をはじめ人類未踏の高齢社会の諸問題解決に向け、人間尊重の情報学の視点で、安心・安全で健康な暮らしとまちづくりに貢献できる価値創造研究プラットフォーム (図 4) を構築している。少子高齢化とデジタル革命が加速する状況下で、従来は、医療、看護、介護、療育の分野や、材料、デバイス、機器システム、住宅など「専門」に分かれて行われてきた研究開発や事業開発を「ケア情報学」のコンセプトで有機的に統合し、多様な「個性」をもつ人々の、多様な価値観に応え、心身の健康と生活の質を高めるための産官学連携の拠点として、

図3 コンピュータ科学的エビデンス創出のためのマルチモーダル自立共生支援コーパス

2019年12月に「静岡大学ケア情報学研究所」を設立した。

本研究基盤の特長は、ケアに関わる研究や実務現場の知を結集・共有し、相互に利活用できる点である。人と環境の複合センシングデータを機軸に、感情・意図・意識・自己・思考などの自然知能の特質を多層多重の構造化知識表現で捉え、ケア場面における人と人、人と機器、人と環境のインタラクションの本質的特徴を抽出する。それにより、ケアを受ける人の心の状態、介護者のケアスキル、個々の場面状況における機器やデバイスの効果性能、衣食住環境が生活に与える影響を包括的・多面的に評価するプラットフォームである¹²⁾。

自立共生支援AIプロジェクト¹³⁾の重要成果の一つが、2020年11月に静岡大学とみんなの認知症情報学会が石川県加賀市と連携協定を締結し、自治体を巻き込んだ社会実装体制を構築したことである(図5)。

静岡大学は「研究開発機関」として、ケア情報学研究所を主体にAIシステムとデータ基盤技術を開発する。みんなの認知症情報学会は「社会実装母体」として、自治体・施設などを含む約30の賛助会員と、後述する「みんなの認知症見立て塾」の開催・評価などを担当する。加賀市は実証フィールドを提供し、持続的にデータ蓄積する仕組み開発と社会実験を推進する「社会実験の拠点」であり、市長はじめ全市を挙げて協力する。加賀市はアジア認知症会議を2017年から継続開催しており、認知症対応は市の重要施策である。マイナンバーカード申請率64%は全国トップクラスで、プライバシーを考慮した市民のデータ取得への下地がある。「AIを使った住民の健康長寿を支援するまちづくり」に向けて、フレイル予防に向けたエビデンスに基づく介入提案、認知症ケアの向上のための市民向け・専門職向け学習プログラムの研究開発と実践、健康増進・介護予防に向けた心身健康データの分析と

図4 マルチモーダル「ケア情報学」研究プラットフォーム

図5 静岡大学・みんなの認知症情報学会・加賀市による自立共生支援 AI の社会実装体制

利活用などに取り組んでいる。

みんなの認知症見立て塾

自立共生支援 AI の中核的取り組みが、みんなの認知症見立て塾である。みんなの認知症情報学会の中心

図6 認知症見立て塾の遠隔講義システム

出典 文献14)

※ここに掲載した著作物の利用に関する注意 本著作物の著作権は情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うをお願いいたします。

事業の一つであり、静岡大学と共同で5年間かけて「みんなが認知症の知識を学ぶ仕組み」を複数の現場で社会実装をしながら創り上げてきた。2016年から2020年11月までに全国17地域で、オンライン58回を含む延べ103回開催した。種々の地域や受講者コミュニティに合わせた15プログラムを開発し、参加者は549名に上る。また316時間分の映像記録データも蓄積している。以下の3つが特筆すべき点である。

1. 認知症の知識をみんなが学べるオンラインベースの学習環境を構築¹⁴⁾し、参加者の見立て情報を、入力・共有する仕組みを開発した。現在、全てオンライン開催に移行し、コロナ環境でも継続実施できている。
2. 個人の学習状況を評価する技術を開発しており、認知症の状態を理解するための知識表現モデルを構築し、学習者一人ひとりの見立ての思考プロセスを可視化し、見立てスキルの変容プロセスが評価できている。
3. 見立て学習環境で用いる事例（ケース）や教材を「ためる」仕掛けを構築し、新しい事例（ケース）を知識表現モデルで解釈し、ケースの特徴に基づいて適切に分類し、学習コンテンツを拡充する仕組みを実現できている。

これまでの実証実験で、認知症の原因疾患やせん妄

についての思考力と知識の向上に有効であることが分かった¹⁵⁾。また、医師・専門職や一般市民が一緒に学び合えるため、認知症に対する考え方の違いや誤解に相互に気付く場としても効果的であることが分かった。認知症見立て塾を基軸に学びを深めるテクノロジーとして、一般市民が適切な治療につなげることのできる改善可能認知症のスクリーニングシステムと、ケアの専門職が観察に基づき、必要な対応やケアを習得できるケア実践知学習システムも並行して研究開発している。今後も継続的に学習プログラムを開発・評価・改良し、加賀市をはじめ全国展開を進める。

おわりに

人間の柔軟で豊かな思考のモデル化を指向するコモンセンス研究が、当事者（本人・家族）本位の医療・ケアの具現化に貢献できるという信念で、第一線の現場で活躍する多彩な専門職・異分野の研究者・機器システム開発企業等の実務家の方々との協業により、自立共生支援AIという研究開発と社会実装のプラットフォームが構築できた。静岡大学ケア情報学研究所の加賀サテライトを拠点に、高齢者医療・ケアの高度化、

健康な生活環境，心豊かな地域づくりを産官学民一体で実現する「加賀モデル」を創出し，全国の自治体に横展開させたい。

著者の COI (Conflict of Interest) 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

文献

- 1) 竹林洋一：Minsky の多層思考モデルから人間のコミュニケーションを考える—常識・感情・自己は超高齢社会デザインのキーワード—。電子情報通信学会誌 2013; 96 (10): 811-814.
- 2) Ishikawa S, Ito M, Honda M, Takebayashi Y: The skill representation of a multimodal communication care method for people with dementia. JJAP Conf. Proc 2016; 4 (1): 011616 <https://journals.jsap.jp/jjaproceedings/online/4-011616>
- 3) 人工知能学会：<https://www.ai-gakkai.or.jp/>
- 4) 人工知能学会「AIマップβ 2.0 (2020年6月版)」。<https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/aimap/>
- 5) 竹林洋一，桐山伸也：工学的視点からの幼児の行動観察とコーパス構築—認知・行動モデルの進化がもたらすもの—。日本音響学会誌 2009; 65 (10): 544-549.
- 6) 人工知能学会第二種研究会「コモンセンスと感情」研究会。 <http://sig-cke.jp/>
- 7) 中山健夫：健康・医療の情報を読み解く。健康情報学への招待，第2版，丸善出版，2014.
- 8) Minsky M：ミンスキー博士の脳の探検—常識・感情・自己とは—，(竹林洋一訳)，共立出版，東京，2009，p304-305.
- 9) 人工知能学会，近未来チャレンジ。 <http://ultimavi.arc.net.my/ave/CREP/>
- 10) 竹林洋一，上野秀樹：認知症の人の常同理解基盤技術とコミュニケーション支援への応用。人工知能学会近未来チャレンジ。 <http://uepd.takebay.net/>
- 11) 竹林洋一：みんなの認知症情報学会とは。 <https://cihcd.jp/index.php/about>
- 12) 桐山伸也：コモンセンスに基づく人工知能研究。人工知能学会誌 2018; 32 (1): 298-306.
- 13) 自立共生支援 AI プロジェクト。 <http://jiritsu-kyosei.cihcd.jp/>
- 14) 神谷直輝，吉沢拓実，石川翔吾，小林美亜，上野秀樹，村上佑順ほか：医学的知識を持つ介護従事者育成のための認知症見立て遠隔講義システムの開発。情報処理学会デジタルプラクティス 2020; 11 (1): 154-172.
- 15) 小林美亜，石川翔吾，上野秀樹，竹林洋一：人工知能学に基づく認知機能の低下に関わる見立ての学習環境の構築。日本老年医学会雑誌 2019; 56 (3): 248-253.