

# 人工知能を用いた高齢者の同意能力評価と合意形成支援に関する研究

代表研究者 村井はるか 日本薬科大学 薬学部 医療ビジネス薬科学科 教授  
共同研究者 奥原俊 三重大学 大学院工学研究科 講師  
共同研究者 脇之菌真理 藤田医科大学 研究推進本部 助教  
国立長寿医療センター 研究倫理管理室 室長

## 1 背景

人は皆、個々の意思が尊重された生活を目指さねばならない。認知機能が低下した高齢者においてもそれは同様である。しかし、現状では心身の状態が不安定で意思形成が困難、家族の意向が優先される等、意思の尊重に至らない場面が存在する。本研究はその問題を解決するため、人工知能（AI）の1つの分野であるマルチエージェントシステム（MAS、複数のAIが分散して情報交換を行う）を用いて、主として医療現場における認知機能が低下した高齢者の意思決定支援システムを開発する。

分散型AIは対話するAI（対話エージェント）が相手の反応に応じて自身の対応を変化させ問題を解決する。本システムは、対話エージェントが高齢者の意思決定支援に早期から継続して関与し、意思決定が必要な場面でAIが現実的な選択肢を提案することで、人と高齢者の最終的な対話において最適な意思決定が可能となる。また、意思決定に影響する要素と重みづけを学習して、譲歩や妥協など複雑な心理的側面を考慮することで、より良い意思決定に役立つ。本研究は、AIが高齢者の意思決定プロセスに関わり、医療従事者等関係者の負担軽減を実現し最善の選択に寄与するという、人の幸福に大きく貢献する研究である。□

## 2 認知機能が低下した高齢者の意思決定に関する諸問題

### 2-1 先行研究

本研究の着想は、代表者らが先行して行った「高齢者の同意能力評価に関する国内文献の調査」から急速に進む高齢化社会では高齢者の同意能力が評価できないままの本人同意あるいは家族の代諾が加速してしまい、高齢者本人にとって納得する選択ができない倫理的問題が起こる懸念があると考えに至ったことにある。

研究代表者らが行った国内文献調査からは、提案を理解し受け入れる同意能力に関しても評価ツール2 康状態が日々異なる高齢者に対し十分な意思決定支援を行える状況ではないことなども聴取された。

一方、研究代表者は研究分担者との討論から、より良い交渉結果を導くため分散型AIであるMASによる提案プロトコル等の研究開発状況も知ることとなった。研究代表者らが行った文献調査では、MASの医療領域での意思決定支援は薬剤治療領域が最も多く、高齢者の意思決定に応用されたものは確認されなかった。研究の視点は医療者側の意思決定に向いており、本研究の視点とは異なることも明らかとなった。

このように、従来人の力だけで行っていた高齢者の意思決定支援に複数の対話エージェントを取り入れ学際的に融合させている本研究は非常に新しく価値あることであり、高齢化社会が進む我が国でこそふさわしく、最重要課題に取り組んでいるといえる。人口減少を鑑みても、医療従事者等に寄り添う対話エージェントは高齢者の認知機能が日々変化しても根気よく向き合え、満足度の高い対話から意思形成と意思表示が導き出せる。このシステムが実現できれば、少ない医療従事者が短い時間で多くの高齢者を支援でき（量の問題の解決）、同時に、高齢者の意思を尊重した支援を行うことができる（質の問題の解決）。

### 2-2 意思決定支援の基本原則

認知能力が低下した高齢者が、治療選択など意思決定が必要な場面において意思が尊重されない問題が生じている。医療におけるMASを利用した意思決定は、治療薬選択が主であり高齢者の意思決定支援には応用されていない。

厚生労働省が2018（平成30）年に策定した「認知症の人の日常生活・社会生活における意思決定支援ガイドライン」では、我々は自らが意思を形成し、意思を表現でき、その意思が尊重されて生活できることは重要であり、これは認知症患者等、認知機能が低下し意思決定能力が不十分な人においても同様であると述べられている。支援の基本原則は、

1. 本人の意思を尊重する：言語に加え、身振り手振り、表情の変化も意思として読み取る。

2. 意思決定能力に配慮する：固定的に考えずその時々の方々の能力の状況に応じて支援する。
3. チームで早期から支援する：本人の意思を踏まえ、信頼できる関係者が日常的に見守る。

とされている。これらを踏まえ、意思決定の3つのプロセス、①意思形成支援、②意思表示支援、③意思実現支援、を進めるのが現在のわが国の認知機能が低下した高齢者に対する意思決定支援の方針である。しかし、現状では意思決定3つのプロセスに十分な時間を持ってない、高齢者の希望が現実的ではない等、家族や医療従事者の意向で決められてしまう倫理的問題も生じている。高齢者の認知機能、精神疾患、社会経済背景も多様化し、高齢者の意思決定場面は一層増加し、同時に医療従事者、関係者の負担も増大する。

### 2-3 AI と意思決定支援

AI は意思決定の3つのプロセス全段階で支援することができる。

- ① 意思形成：必要な情報提供、理解の確認等、時間をかけて対話する
- ② 意思表示：発話、表情、しぐさ等表現の認識と解析により意思を読み取る
- ③ 意思実現：医療従事者、家族、行政等関係者の意向、高齢者の社会経済背景や心理から現実的な選択肢を提案する

1950年代に生まれた人工知能は自然言語処理、オントロジー（関係する概念を整理する）技術を経て、2000年代にはAI自身が知識を獲得する機械学習、獲得した知識の特徴を習得し定量化するディープラーニング、複数の対話エージェントが相互の情報交換により協調的に目的を達成するMAS等の技術が開発され、現在は特定の分野における具体的な問題に対応できるAIの研究が進む。最新の科学技術を取り入れ、AIが対話を経て行った選択可能な提案を参考に、医療従事者、家族、行政等は従来よりも短時間で、そしてより高齢者に寄り添った対話ができることで一層の信頼関係をもって意思決定と意思実現に進むことができるようにすることが本研究の目指すところである。

## 3 本研究の目的

認知機能が低下した高齢者の意思決定場面において、学習した複数の対話エージェントが選択可能な提案をする意思決定支援システムを構築する。本システム実現により、高齢者の意思決定において人の負担を軽減し満足度高い選択に導く「人の幸福感を高めるAIの新しい意思決定支援」を示す。

前項で述べた「問い」である「認知能力が低下した高齢者が、意思決定が必要な場面において意思が尊重されない問題」を、「対話データの収集解析から、高齢者を尊重し関係者の負担を軽減する意思決定システム」開発で解決するのが本研究の根幹である。納得する意思の実現か疑問の残る状況を、情報交換ルールが確立されたMASを導入することにより、最後は必ず人との十分な対話を保った上で複数の選択肢から納得する意思決定を導くシステムづくりを目指す。人にできる限りの幸福をもたらすためのAI活用である。

高齢者、家族及び医療従事者等の対話エージェントが、対話データから高齢者や家族間の抱える課題に対し譲歩や妥協など複雑な心理を考慮した選択肢を提示する本システムは、世界的に見てもはじめての試みで、そのこと自体が学術的独自性であり、創造性がある。

従来の医療チームの判断は、高齢者やその家族が持つ個別の問題に十分に配慮できる状況であるとは言い難く、納得して合意できているとは言い切れない。そこで、本研究ではそのような個別問題を考慮するMASを用いて、高齢者ができる限り納得できる案を模索し、複数提案する仕組みの実現を目指す。上述の個別問題には高齢者の身体的状態、認知機能、心理、社会経済背景、利用可能な社会資源、家族の意向等の要素があり、合意には各要素が影響しあう。本研究で提案するMASは、各要素に重みづけを行い人間社会の機微な心理も考慮した仕組みであることが独創的である。

## 4 表情認識・対話収集分析システムの開発

本研究の最初の段階として、表情認識および対話収集・分析機能を持つシステム「ふうせん (WhoSend)」を開発した。このシステムは、対話相手の意思決定能力や意思に影響を与える要因の大きさなどを発見することを目指している。現在の高齢者の意思決定支援は主に人の支援に依存しているが、十分な支援を提供するためには人材が不足している。また、医療制度上、入院期間に制限があるため、同意能力の確認および意思決定支援にかかる時間が十分とは言えない。このため、高齢者の認知能力や意思決定能力が不確かな中で選択を迫られる状況が生じている。

さらに、高齢者の意思決定には認知能力だけでなく、社会経済背景も影響を与えることが分かっている。高齢者自身が意思を決定できたとしても、家族の同意を得ることが難しい場合もあり、その結果、意思の実現に至らないこともある。また、高齢者の認知能力や意思決定能力を評価する手法も十分に活用されているとは言えない現状がある。

このような課題を解決するために、本研究が目指すゴールは、AIによる対話エージェントが人員や時間が不足している現状を支援し、実現可能な選択肢を提案することだ。そして、その選択肢の中から最も満足度の高い意思決定に導くことを目指している。AI対話エージェントの確立により、適切な評価方法が可能となり、医療従事者や行政など関係する人物との十分なコミュニケーションも促進される。

AI対話エージェントは、日々変化する高齢者の認知機能に応じて選択肢を変化させながら、時間をかけて対話を行うことで、医療従事者にとって最終的な意思確認を短時間で行うことができ、効率的により多くの高齢者に質の高い支援を提供することが可能となる。また、AI対話エージェントが各関係者それぞれを支援することで、家族の同意を得ることも容易になる。

具体的には、「ふうせん (WhoSend)」は高齢者との対話を通じて、日常生活の中で直面する意思決定の場面を収集し、対話内容の分析を行う。その際、表情認識技術を用いて、高齢者の感情状態やストレスレベルを評価し、意思決定における感情的要因も考慮する。これにより、より正確な意思決定支援が可能となる。

さらに、対話データの分析を通じて、意思決定に影響を与える要因やその大きさを特定することができる。例えば、社会的な孤立感や経済的な不安が高齢者の意思決定にどのように影響を与えるかを明らかにし、これらの要因に対する適切な対策を講じることで、高齢者の意思決定支援の質を向上させることができる。

#### 4-1 基本構造

「ふうせん (WhoSend)」の基本的構造は、高齢者の意思決定支援を目的とした多機能なシステムを表している。このシステムは、大学のネットワークを通じて運用され、研究室内で開発・管理される。「ふうせん (WhoSend)」の中核機能には、会話認識、感情認識、およびAIアバターが含まれている。これにより、システムは対話相手の言葉を認識し、リアルタイムで感情状態を分析・表示することが可能である。

現在の「ふうせん (WhoSend)」は、2人の対話を文字情報として表示する機能を持ち、その対話中の表情と感情を同時に表示する。これにより、対話者の情緒的反応を理解し、意思決定に影響を与える感情的要因を考慮した支援が可能となる。例えば、表情認識技術を用いて、高齢者の感情状態やストレスレベルを評価し、これらのデータをもとに意思決定支援を行う。

システムはクラウド環境と連携し、情報の交換を行う。具体的には、ChatGPTなどのクラウドベースのAI技術を活用し、対話の自然さや精度を向上させる。クラウドとの情報交換により、大量のデータ解析や高度な対話生成が可能となり、より質の高い支援が提供できる。また、DNSサーバーを通じて、複数のユーザーが同時にシステムを利用できる環境を整備している。これにより、遠隔地からのアクセスも容易となり、高齢者が自宅にいながら支援を受けることができる。

さらに、将来的にはビデオ会議機能や顔フィルタリング機能の追加が予定されている。これにより、対話のリアリティを向上させ、より詳細な表情分析が可能となる。ビデオ会議機能を通じて、医療従事者や家族、行政担当者等が高齢者の状況をリアルタイムで確認し、適切な支援を提供することが可能となる。また、顔のフィルタリング機能により、プライバシー保護や感情の微細な変化の捉えやすさが向上する。

「ふうせん (WhoSend)」の基本的構造は、高齢者の意思決定支援を中心に設計されており、大学の研究室内での開発を基盤としつつ、クラウド技術やDNSサーバーを活用した柔軟な運用が可能である。これにより、個々の高齢者の状況に応じた適切な支援を提供し、彼らの生活の質の向上に寄与することが期待される。

#### 4-2 画面遷移

「ふうせん (WhoSend)」のシステムは対話の開始や記録された対話の編集を行う機能を持っている。新しい対話を開始する場合は、その対話内容はテキスト形式で表示され、対話の進行に応じて更新される。これにより、対話者は対話の流れを目視でも把握しやすい構造となっている。

正確な対話分析を実現するため、対話内容は編集可能とした。この機能により、編集権限を持つユーザーは対話の内容を確認し、必要に応じて対話を修正し分析精度を向上させる。また、ユーザーインターフェースは直感的で使いやすいデザインが採用されており、特に高齢者や技術に不慣れなユーザーでも容易に操作できるよう配慮した。

#### 4-3 ユーザー権限

「ふうせん (WhoSend)」内のユーザー権限はアドミニストレーター、エディター、ビューワーの3種類に分

類した。アドミニストレーターは全ての機能へのアクセス権を持ち、システムの管理と運営を担当する。具体的には、新規ユーザーの登録、データベースの管理などを行う。エディターは対話内容の編集や修正が可能であり、特に対話の内容を精査し、必要に応じて修正や追加を行う役割を担う。一方、ビューワーは対話内容を閲覧することのみが許可されているが、閲覧権限により対話の進行状況や重要な情報を把握することができる。

この権限の区分により、システムのセキュリティとデータの一貫性が保たれている。特に、対話データの正確性と信頼性を確保するためには、適切な権限設定が不可欠である。例えば、対話内容の不正な改変を防止し、正確なデータの蓄積と分析が可能となるよう、編集権限を持つユーザーのみが内容を修正できるようにしている。

#### 4-4 デザインのガイドライン

デザインに関しては、東京都のカラーユニバーサルデザインガイドラインに準拠することとした。このガイドラインは、色覚の多様性を考慮し、情報を正確に伝えることを目的として作成されたものである。具体的には、色相に配慮し、背景と文字に明確なコントラストをつけること、パステルカラーの組み合わせを避けること、色の明度や彩度の差を利用すること、色の面積を広くすること、色名を明記すること、形状を変えることなどの工夫が取り入れられている。

このガイドラインに従うことで、色覚に障害のあるユーザーも含め、すべてのユーザーが情報を正確に把握できるようになる。例えば、背景と文字のコントラストを強調することで、視認性が向上し、情報の読み取りが容易になる。また、色の明度や彩度の差を利用することで、色覚に障害のあるユーザーにも情報を区別しやすくすることができる。このように、ユニバーサルデザインの原則を取り入れることで、より多くのユーザーにとって使いやすいシステムが実現されている。

#### 4-5 表情認識・対話収集ツール

「ふうせん(WhoSend)」の会話ルームでは、2人のユーザーとAIアバターが対話することができる。初期段階として、OpenAI社の音声認識ツール「Whisper」と、Python Package Index (PyPI) から取得した表情認識ツール FER (facial expression recognition) を使用した。このシステムは、音声認識を通じて対話を文字情報に変換し、表情認識を通じて感情状態を分析する。表情は「angry 怒り」、「disgust 嫌悪」、「fear 恐怖」、「happy 喜び」、「sad 悲しみ」、「surprise 驚き」、「neutral 中立」、「unknown 不明」の8種類に分類される。

音声認識ツール「Whisper」は、高精度な音声認識能力を持ち、発話をテキストで表示するものである。この機能により、対話の内容はリアルタイムで記録され、後の分析を可能にする。また、表情認識ツール FER は、発話者の表情から感情を自動的に分類し、対話の文脈に合わせて感情の変化を追跡するものである。この機能を用いることで発話者の感情状態をより深く理解することができる。

さらに、音声認識ツールと表情認識ツールを組み合わせることで、対話の内容と感情状態の関連性を分析することが可能となる。例えば、特定の発話内容に対する発話者の感情反応を分析し、対話の進行に応じた適切なフィードバックを提供することができる。本研究では高齢者支援を目的としているため、言語または表情のいずれかの表現能力が十分でない場合があることを考慮し、そのギャップを検討することができるように設計されている。

#### 4-6 AI アバター機能

エージェントの試行として、AIアバターを設定し、「ChatGPT」を使用して対話が可能な仕組みを導入した。AIアバターは対話の途中で名前を呼ばれ、対話に返答する。この機能で対話の自然な流れを保ちながら、発話者がAIアバターとの対話を通じて情報を得たり、意思決定の支援を受けたりすることができる。

AIアバターの導入により、発話者は対話を通じて必要な情報を迅速に得ることができる。例えば、医療に関する質問や日常生活の問題について相談する際に、AIアバターが情報提供や選択肢の提案をすることで、高齢者の意思決定を支援できる可能性がある。

さらに、将来的には、AIアバターが多様な属性を持つ対話エージェントとして機能することが期待されている。例えば、異なる背景や専門知識を持つ複数のAIアバターが協力し、ユーザーに対して包括的なサポートを提供することができる。このようなシステムは、高齢者の認知機能の評価や意思決定支援において重要な役割を果たすとともに、ユーザーの満足度を高めることができる。

#### 4-7 対話編集

エディターは編集権限を持ち対話内容や感情の修正・編集を行うことができる。この機能は、正確な対話

データの保持と分析に寄与するものであり、対話の質を高めるための重要な要素となっている。具体的には、対話の内容を確認し、不正確な情報や誤解を招く表現を修正することが可能である。対話編集機能により対話の正確性と信頼性が向上し、後続の分析や意思決定支援において有用なデータが提供される。また、対話編集の履歴を保持することで、対話の進行状況や修正履歴を追跡することができ、システムの透明性と信頼性が確保される。

## 5 今後の課題

本システム「ふうせん(WhoSend)」を用いて対話および表情を分析することにより、意思決定が必要な場面においてどのような要素が意思決定に影響しているのかその要素と重みを発見することを目的としているが、対話分析ツールの全体的な精度向上が課題となっている。現行では日本語および英語での音声による対話が収集されるが、多くの修正が必要であり、履歴をもとに収集機能の精度を向上させる必要がある。同時に、表情認識も対話内容と照らし合わせて精度を確認する必要がある。例えば、作り笑いのような微細な表情の変化も正確に認識するための技術的改善が求められている。

AI アバターの対話エージェントは反応速度の向上が必要であり、対話エージェントの自然な参加を目指すためには、言語モデルの作成によるスピードアップも必須となることが示唆されている。AI アバターの応答時間を短縮し、発話に対する迅速な応答を実現することで、対話の流れを自然に保つことが求められている。

本研究はシステムの向上に加え同意能力評価や意思決定支援に向けて以下の整理が必要である。

1) 同意能力評価・意思決定プロセスに存在する概念と関係の体系化: 収集した対話、表情から下記①存在する項目・考えの抽出、②オントロジーによる体系化、③モデル化を行う。

2) 概念の情報交換時のルール設定と試行: 意思決定支援には患者属性、家族関係、社会経済的立場等、評価や支援実施時に影響する項目があると想定される。対話エージェント役を務める研究協力者を募り対話エージェント同士の情報交換に基づいて各項目の影響力の大きさを測定し、項目の重みづけを決定し、テスト・点検を行う。

3) MAS による対話エージェントの導入: 試行に基づき、対話エージェントの交渉時に必要な項目の精査、関係の整理、重みの影響を点検しブラッシュアップした上で、情報交換をコントロールする制御則を設計し、最適あるいは合理的な選択肢を提案する MAS の導入を試みる。

## 5 結論

本研究は、早い段階から AI が対話を通じた意思決定支援に加わることで、認知機能が衰えた高齢者を支援し高齢者の意思を尊重した支援をめざす「人の幸福感を高める AI 活用」を模索するものである。今後は適切な手順を経て実際の対話収集から意思決定に影響を及ぼす要因や強さを発見していく。

本研究の成果は、高齢者の認知機能および意思決定能力の評価手法の向上に寄与するとともに、AI を活用した新しい意思決定支援システムの開発に繋がる。このシステムは、医療現場だけでなく、地域社会や家庭内での高齢者支援にも応用可能であり、今後の高齢化社会における重要なツールとなることが期待される。

最後に、本研究を通じて得られた知見は、将来的には他の脆弱な集団（障害者や重病患者等）への応用も視野に入れることができる。このように、AI 対話エージェントを活用した意思決定支援システムは、幅広い応用可能性を持ち、社会全体の福祉向上に貢献することができる。

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
高齢者の意思決定支援のための音声・表情認識機能つき対話分析ツール開発について	第2回合意と共創研究会	2023年6月
Research on the Development of an AI-based Decision Support System for Elderly People with Cognitive Decline	The 20th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence	2023年11月
医療における高齢者の意思決定支援のための人工知能技術を利用した対話分析ツール開発について	第35回日本生命倫理学会	2023年12月
AI-based Dialogue and Facial Expression Analysis System: System Development and its Challenges (tentative title)	9th IEEE/ACIS International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD 2024-Summer)	2024年7月