

研究報告書

「大規模会話データに基づく個別適合型認知活動支援」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成22年10月～平成28年7月

研究者: 大武美保子

1. 研究のねらい

機械システムの知能化の研究が進む中、人間の知能を育む機械システムの研究が、これまで以上に重要になっている。本研究の目的は、一旦発達した知能が加齢と共に衰える認知症と認知機能低下の問題を、知能ロボティクスの観点から解決することである。人間を情報処理機械ととらえた時に、確実に情報の入出力と処理、ならびに保存が行われるよう支援する技術を開発するものである。

本研究は、聞くことと話すことが情報の入力と出力の連鎖であるとする、会話における脳の情報処理モデルに着眼し、高齢者が陥りやすい認知機能の廃用に起因する認知症の発症と、認知機能低下の進行を、会話支援による自然な社会的交流を通じて防ぐものである。従来の会話支援研究は、議論を通じて効率的に結論を得ることを目的としていることが多い。これに対し本研究は、会話支援により人間の認知機能維持向上を目指す点に特色がある。人と人との交流を促して協調学習を支援するロボットを目指す人口ロボット共生学の研究領域が起りつつあり、本研究はその流れの中にも位置づけられる。

複雑な会話は、すべて生物の中で人間だけが可能な認知活動である。会話が人間の知能の発現の結果であり、人間の知能を育むものであることは、原理的に自明であるが、これを高齢者の認知症と認知機能低下という具体的な場面に展開し、会話分析と支援を行う着眼点は、独創的なものである。

本研究のねらいは、研究者が考案した、話すことと聞くことをバランスよく行う双方向会話支援技術「共想法」を用い、大規模会話データを収集し、大規模会話データから認知的な特徴を抽出する技術を開発し、得られた特徴に応じて、一人ずつに最も効果的な認知活動支援を提供する技術を開発することである。コアとなる特徴抽出技術として、研究者が考案した、「会話双方向性計測法」を基礎に、計測をある程度自動化するシステムを開発することによって、大規模会話データの収集を可能とする。高齢者の認知機能維持向上に対し、会話による前向き介入が与える世界初の効果検証を目指す。

2. 研究成果

(1) 概要

本研究は、研究者が独自に開発した双方向会話支援技術を用いて、大規模会話データを収集し、会話データから認知的な特徴を抽出する技術を開発するとともに、個別適合可能な認知活動支援技術を開発するものである。

大規模会話データを構成する各種会話中の認知活動を計測評価する手法、会話セッションの実施評価に必要な手法と、5つの実施拠点の構築を順次行うことを目標とし、達成した。ここまでで収集する、のべ100名以上の高齢者の会話データを基に、個別適合可能な会話

介入手法を確立することを目標とし、達成した。

研究項目は、1) 会話データを収集するための会話時認知活動計測評価ならびにモデル化手法の開発、2) 会話セッション実施支援システムの開発、3) 実施拠点構築と実施評価、の三つに分類される。各項目ごとに目標を立て、それぞれ達成した。

具体的には、研究項目 1) に関連し、会話データを収集するための会話時認知活動計測評価ならびにモデル化技術を開発し、会話において情報の入出力が確実に行われているかを評価することを可能とした(研究論文 1,5)。研究項目 2) と 3) に関連し、ウェブデータベースと連携した会話支援システムを開発し、介護施設等で実証実験を行い(研究論文 1,2,4)、人間の特性に合わせてフィードバックをかける会話支援ロボットの開発に成功した(研究論文 3)。

人工知能学会「近未来チャレンジ」制度において、人工知能学を高齢者の認知活動支援に応用し、人間のデータに基づく実証的な人工知能学の構築を目指す提案を行い、5 回の審査に合格し、平成 24 年に修了認定を受けた。この取り組みを通じ、60 名以上の研究者が本領域の研究発表を行い、人工知能学の新領域として定着する評価を受けた。研究の新規性、独創性が評価され、平成 26 年には、科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、平成 27 年には、千葉大学先進科学賞を受賞した。

(2) 詳細

研究項目 1) 会話データを収集するための会話時認知活動計測評価ならびにモデル化手法の開発

会話中の認知活動を、制御入力生成される能動的な認知活動と、外部入力処理される受動的な認知活動とに整理し、それぞれがバランスよく行われたかという観点から、会話データを用いて認知活動を計測評価し、モデル化することを目指し、成果を得た。

具体的には、テーマに沿って話題と写真を用意し、持ち時間を決めてグループ会話する共想法を、健常高齢者を対象に実施した。健常高齢者の会話特性に変化が見られ、情報の入出力のバランスがよくなることを、会話の流れをその場で簡便に記録することで、参加者毎の会話の質と量を共に計測することができる、会話双方向性計測法を用いて示した(論文 5)。

話題提供者と周囲の参加者との会話による相互作用を通じて生み出される語彙の量を、集合論に基づき定量的に評価することができる会話相互作用量計測法を開発した。聞くことと話すことのバランスの取れた会話において、認知機能の低下があっても、思考が幅広い領域に到達可能であることを、実験を通じて示した(論文 1)。図 1 は、認知症高齢者の話題提供時の発言(A1)、質疑応答時の周囲からの発言(B1)、本人の発言(A2)において用いられた単語を、重複を考慮して図示したものである。A2に、A1 や B1 と重ならない領域があることから、双方向の会話により、最初の発言(A1)にも、周囲からの発言(B1)にも含まれなかった、新たな単語が用いられたことが分かる(論文 1 Figure. 5(c))。

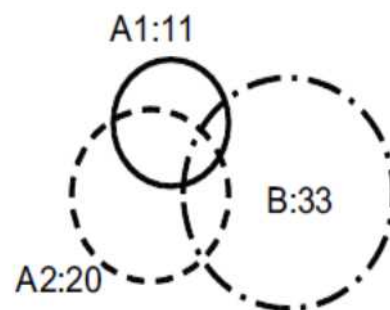


図 1 会話において用いられた単語の集合

研究項目 2) 会話セッション実施支援システムの開発

複数拠点において会話セッションを実施することにより、大規模会話データを収集し、会話による認知活動支援の効果を検証するための、一連の実施を支援するシステムを開発することを旨し、成果を得た。

共想法支援システムを開発し(論文 4)、ウェブデータベースと連携し、全国各地の実施研究拠点で継続的に運用されることを通じ、高齢者の大規模会話データを収集することに成功した。この実施評価支援システムに加え、認知活動介入支援システムを開発した。

認知活動介入支援システムとして、発話量と笑顔度に基づいて、話者交代を支援するシステムを開発した(論文 3)。発話量のばらつきをモニタリングしながら、参加者全体の笑顔度が下がったタイミングで、発話量が多い参加者の発話を抑制し、発話量が少ない参加者に発話を促すことで、会話の盛り上がりを損なわずに、発話量のバランスを取ることに成功した。この他、企業と共同で、発話量計測を非接触で行うことができる無線型音源定位装置(図 2、プレスリリース 2)や、会話支援ロボット(図 3)を開発することに成功した。



図 2 無線型音源定位装置



図 3 会話支援ロボット

研究項目 3) 実施拠点構築と実施評価

会話による認知活動支援の実施研究拠点を構築することを通じ、その手順を明らかにすることを旨し、成果を得た。対象者に応じた実施手順の確立、対象者に応じた認知機能検査手法の選定、実施人材育成手法を研究した。

具体的には、さきがけ研究開始前から実施研究を行っていた千葉県の介護予防施設を始め、新たに、埼玉県 NPO 法人、長崎県の病院、茨城県の介護施設、愛知県の一般家庭、を実施研究拠点として開拓することに成功した。それぞれの拠点において、健常高齢者、軽度認知症高齢者、介護施設利用高齢者、健康長寿高齢者を対象に、共想法形式の会話ならびに自由会話をを行い、対象者に応じた実施手順を検討した。

具体的には、スイス連邦工科大学チューリヒ校飯田史也助教との共同研究を通じ、身体性認知科学に基づいて、特に認知機能が低下した高齢者の発話を支援する手法を開発した。感覚や行動を表す単語や写真を用いて問いかけることで、認知機能が低下した高齢者の発話が促されることを確かめた(論文 2)。

自立した生活を送る平均年齢 94 歳の健康長寿姉妹と出会い、会話における入出力のバランスがよいこと、話者交代が 3 秒に一回と高頻度で起こることを確かめ、この姉妹をロールモ

デルとする会話支援ロボットのバージョンアップに着手した(著作物 4、プレスリリース 4, 5)。

この他、チューリッヒ大学のマイク・マーチン教授が提唱する機能的生活の質モデル、カンザス大学のスーザン・ケンパー教授が提唱する高齢者とのコミュニケーション手法を、それぞれ在外研究と短期招聘を通じて学び、これに基づいて、認知活動支援手法としての共想法の理論的基盤を構築した(著作物 3)。

一連の実施を通じて得られた知見と実施手順を、共想法に関する世界初の書籍としてまとめ、今後の展開に向けた基礎ができた(著作物 5、図 4)。



図 4 共想法に関する世界初の書籍

3. 今後の展開

さきがけ研究を通じて構築した、各拠点において引き続き実証実験を行い、大規模会話データを収集しながら、さきがけ研究期間中に収集したデータと併せて、解析を行い、データに基づく認知活動モデルを開発し、会話が高齢者の認知機能に与える効果を長期的に検証する。

研究項目 1) に関連し、会話の動画記録から、会話特徴量を継続的に計測評価すると共に、認知機能、心理状態、生活の質を半年おきに評価する。対象に応じた実施者の介入指針を定め、人間の実施者が効果的に実施できるようにすると同時に、ロボットへの実装を進める。研究項目 2) に関連し、異なる拠点の参加者のデータを横断的に解析できるよう、今後得られる新たな知見を反映し、会話実施評価支援システムを拡張する。研究項目 3) に関連し、各拠点での実施研究を継続的に行いながら、その設立と運営ノウハウを手順化し、実施を希望する団体、施設等に対応できる体制を整える。自治体、企業と連携しての事業化の仕組みづくりに取り組む。

4. 評価

(1) 自己評価

(研究者)

前半 3 年で得られた研究成果は、本研究のねらいを構成する個別要素である、1) 研究者が考案した、話すことと聞くことをバランスよく行う双方向会話支援技術「共想法」を用い、大規模会話データを収集すること、2) 大規模会話データから認知的な特徴を抽出する技術を開発すること、3) 得られた特徴に応じて、一人ずつに最も効果的な認知活動支援を提供する技術を開発することにそれぞれ位置づけられる。後半 2 年では、前半 3 年と併せて最長で約 5 年間共想法に継続して参加した人の認知機能検査結果と、5 年分の会話データを蓄積することができ、在宅健常高齢者および介護施設利用者において、認知機能を維持することができること

を明らかにした。臨床研究の第一フェーズである、安全性と基礎的な効果の確認を達成することに成功した。また、会話支援技術「共想法」を通じた介入効果をさらに高めるプログラムとして、近時体験記憶機能を活用できるよう、共通の体験としての街歩きと共想法を組み合わせる、街歩き共想法プログラムを開発し、介入強度を高める方法を明らかにした。さきがけ研究実施前は、研究者が活動する千葉県周辺がフィールドで、対象も健常高齢者が中心であった。これに対し、さきがけ研究の実施を通じ、実施研究拠点が全国に、対象の幅も、認知症高齢者から、当初予定していなかった健康長寿高齢者まで広がり、加齢と認知機能と会話の関係に関する洞察が深まった。特に、国際強化支援の制度の活用を通じて、学問的に未解決の共通課題を発見し、高齢者の個別適合型技術に関する、スイス—日本研究交流拠点を設立することができた。2015年には、JSTとチューリッヒ大学の共催による、健康、加齢と技術に関する、日本—スイス合同研究ワークショップを開催し、Chairを務め、両国の研究者、関係者60名以上が参加し、議論し、両国の連携を強化する成果を得た。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った)。

(研究総括)

大武美保子研究者(課題事後評価)の、「共想法(話すことと聞くことをバランスよく行う双方向会話を発生させる支援技術)を用いて、高齢者同士の会話に介入して支援し、認知症予防に役立たせるための認知活動支援技術」:大武研究者の研究に興味を持ったジャーナリストの紹介で、長寿姉妹の“ぎんさん”の娘姉妹に引き合わされ、実現可能な到達点のモデルとして“ぎんさん”の娘姉妹の協力も得、新聞、雑誌、テレビにも取り上げられている。既に、介護施設、福祉活動NPO等、国内4拠点、海外1拠点で、支援技術適用支援の活動中であり、多くの人を巻き込んだ研究活動になっており、今後の進展が大いに期待できる。

グループ会話の発話量制御に用いる音響処理装置は、さきがけ期間中に製品化された。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

- | |
|--|
| 1. <u>Mihoko Otake</u> , Myagmarbayar Nergui, Takashi Otani and Jun Ota, "Duplication Analysis of Conversation and its Application to Cognitive Training of Older Adults in Care Facilities", <i>Journal of Medical Imaging and Health Informatics</i> . 2013, Vol. 3, No. 4, pp. 615 – 621. |
| 2. <u>Mihoko Otake</u> , Surya G. Nurzaman, and Fumiya Iida. "Embodied Cognition in Psychological Therapy", <i>Journal of Cognitive Science</i> , 2012, Vol. 13, pp. 431 – 452. |
| 3. Taichi Yamaguchi, Jun Ota, <u>Mihoko Otake</u> . "A system that assists group conversation of older adults by evaluating speech duration and facial expression of each participant during conversation". 2012, <i>Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation</i> , pp. 4481–4486. |
| 4. <u>Mihoko Otake</u> , Motoichiro Kato, Toshihisa Takagi, Shuichi Iwata, Hajime Asama, and Jun Ota. "Multiscale Service Design Method and its Application to Sustainable Service for Prevention and Recovery from Dementia", <i>Lecture Notes in Computer Science</i> , Springer-Verlag, 2011, Volume 6797, pp. 321–330. |
| 5. <u>Mihoko Otake</u> , Motoichiro Kato, Toshihisa Takagi and Hajime Asama. "The Coimagination Method and its Evaluation via the Conversation Interactivity Measuring Method", <i>Early</i> |

Detection and Rehabilitation Technologies for Dementia: Neuroscience and Biomedical Applications, 2011, Jinglong Wu (Ed.), IGI Global, pp. 356 – 364.

(2)特許出願

研究期間累積件数： 2 件

1.

発 明 者： 大武 美保子, 山口太一, 太田順
発明の名称： 会話支援装置および会話支援方法
出 願 人： 東京大学
出 願 日： 2011/3/20
出 願 番 号：特願 2011-061826

(3)その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

主な学会発表

1. Mihoko Otake, Japan: Robotics and Technological Innovations for Elderly Care, The International Conference on Using Advanced Technologies For Elderly Care: A New Paradigm, 2013, Dan Panorama Hotel, Tel Aviv, Israel(招待講演)
2. Mihoko Otake, Robots for Elder Person's Use, The International Workshop on "Motion and Vital Data Acquisition, Storage and Trends Predictive Analysis", 2013, IBM Israel, Tel Aviv, Israel(招待講演)
3. 大武美保子. 高齢者と共につくる認知機能と生活の質向上のための技術 ～健康長寿産業の振興を目指して～、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会、2013、愛知工業大学、愛知(招待講演)
4. 大武美保子. 写真と会話で“想”いを“共”有する共想法、第 12 回日本認知症ケア学会大会、2011、パシフィコ横浜、横浜(招待講演)
5. 大武美保子. 想いを引き出す会話支援ロボット、第 13 回感性工学会大会、2011、工学院大学、東京(招待講演)

受賞

1. 大武美保子、千葉大学先進科学賞、“大規模会話データに基づく個別適合型認知活動支援”、千葉大学、2015 年 7 月.
2. 大武美保子、平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、“大規模会話データに基づく個別適合型認知活動支援”、文部科学省、2014 年 4 月.
3. 大武美保子、地域・社会貢献賞、“共想法による認知症予防の実践研究を通じた地域福祉への貢献”、千葉大学工学部、2013 年 3 月.
4. 大武美保子、人工知能学会近未来チャレンジ修了認定、“認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学”、人工知能学会、2012 年 6 月.
5. 大武美保子、人工知能学会近未来チャレンジサバイバル(卒業)、“認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学”、人工知能学会、2011 年 8 月.
6. Tetsunari Inamura, Tomohiro Shibata, Hideaki Sena, Takashi Hashimoto, Nobuyuki Kawai, Takahiro Miyashita, Yoshiki Sakurai, Masahiro Shimizu, Mihoko Otake, Koh Hosoda, Satoshi Umeda, Kentaro Inui and Yuichi Yoshikawa, Best Paper Award Finalist, "Simulator platform that enables social interaction simulation—SIGVerse: SocioIntelliGenesis simulator—", 2010 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, 2010 年 12 月

商標

1. 大武美保子、地域・社会貢献賞、“共想法による認知症予防の実践研究を通じた地域福祉への貢献”、千葉大学工学部、2013年3月。
2. 大武美保子、人工知能学会近未来チャレンジ修了認定、“認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学”、人工知能学会、2012年6月。

著作物

1. 大武美保子. 認知症予防に役立つ ICT —防ぎ得る認知症にかからない社会に向けて—、情報処理、Vol.56、No.2、pp. 145 - 151、2015.
2. 大武美保子. 認知症から見る人間の知能と人工知能による支援, 人工知能学会誌, Vol. 28, No.5, pp.726 - 733, 2013.(招待論文)大武美保子.
3. Mike Martin and Mihoko Otake. The Functional Quality of Life (fQOL)-Model and its Application to the Coimagination Method, Proceeding of the 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2C5-IOS-1a-1, 2013.
4. Mihoko Otake and Kenta Yamaguchi. Analysis of Overlap during Group Conversation of Active Older Adults, Proceeding of the 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 3C1-IOS-1b-5, 2013.
5. 大武美保子. 介護に役立つ共想法—認知症の予防と回復のための新しいコミュニケーション, 中央法規出版, 2012, 207 pages. (単著)

プレスリリース

1. 楽しい会話の力でさらば！認知症、夢の扉+, TBS、2014.2.9.
2. 高齢者の会話ロボで盛り上げ、日本経済新聞、2013.11.12.
3. The Power of Chatting, News Line Japan, NHK News World, 2013.4.8.
4. “おしゃべり”で老化を防げ！～ぎんさんの娘たち 元気の秘密～, クローズアップ現代, NHK, 2012.11.15.
5. 共想法、日常語り脳刺激、現実社会を「説明」「質疑」、朝日新聞、2010.11.20.