

人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開
2017年度採択研究代表者

2021年度 年次報告書

中澤 篤志

京都大学 大学院情報学研究科
准教授

「優しい介護」インタラクションの計量的・脳科学的解明

§ 1. 研究成果の概要

本チームでは、「優しい介護」ユマニチュードのケア技術を、ウェアラブルセンサー、環境センサなどで取得、定量化し、統計的解析などを用いて優しいケアスキルがどのような要素から構成されるのかを計算機的に解析し、学習システムの開発につなげることを目的としています。また、優しい介護スキルがどうして認知症の人に有効に働くかを認知／脳科学的に原理解明しようとしています。本年度の成果は以下のとおりです。

●中澤 G

1. 深層学習によるスタイルのパラメトリック表現の顔表情表現への適用

従来から取り組んできた深層学習によるスタイルのパラメトリック表現を利用し、人の感情変化および対応する動的な表情変化に適用する手法を開発した。人の表情変化（特徴点の時系列変化）を、深層学習のスタイル変換ネットワークで学習することでパラメータ化、他の人物の動的な表情変化に適用可能であることを示した。

2. マルチモーダル効果の相互作用に関する研究

ユマニチュードによるマルチモーダルケアの中で、被介護者の感覚を定量化する試みの一環として、「触れる」という刺激に対し他の刺激「見る」「話す」を組み合わせることによって、被介護者の反応に違いがあるのかを主観評価及び生理指標で明らかにすることを試みた。具体的には22名に触れる+ α （「見る」「話す」）の刺激を与え、その反応を測定した。その結果から、接触前の声かけの動作が有効であることが明らかになった。

●倉爪 G AR 認知症ケア教育システムの開発と「触れる」「立たせる技術」技術の評価

1. AR 認知症ケア教育システムの開発

ユマニチュードは、“見る”、“話す”、“触れる”、“立たせる”の4つのスキルからなるマルチモーダルケア技術であり、それらを同時に適切なタイミングで実施することで認知症の人とのコミュニケーションを図り、人と人とのつながりを意識しながらケアを提供する。しかし複数のスキルをケアの状態に応じて適切に組み合わせる必要があり、ユマニチュードの技術の習得には専門的な訓練が必要であった。通常は、模擬患者や人形を用いた訓練が行われるが、模擬患者には認知症として振る舞うスキルが必要であり、人形ではユマニチュードで重要なコミュニケーションが訓練しづらい。そこで人形と複合現実デバイス、接触センサを用い、人形の頭部にCGの顔画像を重畳表示することで、視線変化や表情変化を再現し、また人形を使うことで触れる技術も訓練できる認知症ケア教育システム HEARTS 3 を開発した。

2. 立たせるスキルの調査とフィードバックシステム開発

我々は **Portable B-sen** を用いて、ユマニチュードの熟練者と初学者による立たせるスキルの違いに関して、ウェアラブルな近接覚センサを用いて評価し、またスキルの違いが被介助者に与える影響を慣性センサや筋電位センサから評価した。その結果として熟練者では、被介助者が椅子から離殿する前に、胴体の上部～中央部を被介助者に近づけていることが分かった。その結果として、被介助者の重心軌道や膝や臀部の伸展を担う筋活動はケアをされない独力での立ち上がり動作と近くなることが新たに分かり、より自分自身の筋を活用したものになっていることが分かった。さらにこの結果から、動作中の胴体の近接度合いに応じて音声でフィードバックすることで、技能獲得を促すシステムを構築することができた。

3. 触れるスキルとそれが情動・自律神経系に与える影響の調査

本年度では介護において触れるというスキルを対象に、ユマニチュードに則った方法と初学者の方法の違いを調べ、それが情動や自律神経系にどのような影響を与えるかを調査した。その結果として、初学者が行うよりもユマニチュードに則った方法では手にかかる力の変化が小さく、ゆっくりと触れており、さらに親指の使用頻度が少ないことが分かった。また被介助者の心拍のばらつきや表情筋、精神性発汗について解析したところ、ユマニチュードによる触れ方をされていた時には、被介助者における安静の度合いや覚醒度、感情価が向上していることが示された。このことから、ユマニチュードで推奨される触れ方が被介助者の情動や自律神経系に良い影響を与えることが示された。

●佐藤 G

1. ユマニチュードの対人スキルの効果の検証として、話しながら撫でるロボットを開発してヒトを対象とした生理心理学計測を実施し、話しながら撫でることで話さずに撫でる場合に比べて主観的・生理的な快の感情が高まることを示した。ライブでの感情的対人相互作用においてパーソナリティがどのように主観・生理反応に影響を及ぼすかを、ビデオ呈示の場合と比較して解明した。また感情的な意味を持つ表情の知覚について、若年群および高齢群におけるパターンを解明した。

2. ユマニチュードの対人スキルの作用メカニズムの解明として、ライブでの感情的対人相互作用における脳活動を調べる脳画像研究を実施した。表情コミュニケーションにおけるミラーニューロンシステムを解明するため、表情表出を観察・実行する脳画像研究を実施し、脳幹の顔面神経核を含む従来の想定より広範な領域の関与を示した。脳損傷患者を対象とした研究から、表情を知覚する過程に扁桃体が関与することを示した。

3. 「優しい」の測定のために、若年群および高齢群を対象として、感情喚起フィルムを視聴中の主観感情と生理表情の対応を調べた。また摂食中の主観感情と生理表情の対応を調べた。

●本田 G

1. 臨床医を対象としたマルチモーダル・コミュニケーション教育システムの開発と教育効果の検討

これまで開発したコミュニケーション計測システム、ビデオオンデマンド教材、ベッドサイドの臨床トレーニングシステムを用いた、急性期病院の医師を対象とした、マルチモーダル・コミュニケーション技術教育介入臨床研究を行った。本研究では、研究に参加した臨床医の診察コミュニケーション技術の量的な向上、バーンアウトの低下、患者への共感度の向上が認められたほか、プロフェッショナルリズム育成のためのポジティブ・フィードバックモデルの開発を行った。

2. 医学部学生に対するユマニチュード教育効果検討

岡山大学との共同研究として、医学部学生を対象としたユマニチュード教育の効果に関する検討を行った。講義・ワークショップ受講後には患者に対する共感度の向上が認められたが、その持続には性差があることが示された。

3. 歯科医師・歯科衛生士に対するユマニチュード教育効果検討

認知症患者の適切な口腔ケアは誤嚥性肺炎の予防となるため、患者の予後に直結する重要な課題であるが、認知症の行動心理症状を合併する場合ケアの実施は非常に困難である。ユマニチュード教育介入によって、研究に参加した歯科医師・歯科衛生士が担当する認知症患者の口腔内健康状態が改善し、医療者の患者に対する共感度も向上した。

4. 家族介護者に対するユマニチュード教育効果検討

認知症高齢者を自宅で介護する家族介護者を対象としたユマニチュード教育介入によって、認知症高齢者の行動心理症状の改善、家族介護者の負担感の軽減とその持続が認められた。

5. AR 認知症ケア教育システムの教育効果検討

看護学部学生を対象に、倉爪グループが開発した AR 認知症ケア教育システム HEARTS 3 を用いた教育介入効果を従来の教育方法と比較する検討を、中澤グループが開発したコミュニケーションの定量システムを用いて行った。AR 認知症ケア教育システムで学んだ学生は、よりマルチモーダル・コミュニケーション技術を習得していることが明らかになった。

●石川 G ケアインタラクションの情報学的評価と学習支援

1. ケアインタラクションの情報学的評価

ケアインタラクション評価システムを拡張し、エキスパートの評価と同等の評価を実現できることを示した。本システムを活用して、連携先病院の中級レベルのケア従事者の指導

前後の比較を5事例、同じ患者に対する新人とエキスパートの比較を1事例実施し、ケアインタラクションの評価につながることを示された。

2. 多人数ビデオ教育介入の実践

非同期型のビデオコーチングシステムを連携病院に導入し、学習効果の検証と介入指導インタラクションの特徴を分析した。介入指導映像から指導の特徴があることが確認され、ケア従事者の指導スキルの特徴が明らかとなった。

3. ケアインタラクション評価に基づく学習効果の検証

ケアのデータ利活用の効果を検証するために、ケアインタラクション評価システムを活用した教育介入実験を実践した。教育介入には、実践映像を用いて、人による介入、データのみでの介入、人とデータを組み合わせた介入の3つのパターンで実施した。その結果、指摘箇所が多い映像ではデータ介入の効果が高いことが示唆された。

●高松 G

1. 触れる技術の計測および指標化

Frustrated Total Internal Reflection (FTIR) を使って時空間的に高精細に接触状態の変化を計測するデバイスを利用し、エキスパートの良い普通/悪い触れ方を計測し、それらを区別できる指標を構築した。ユマニチュードにおける触れる技術のノウハウを基に、「接触領域の縦横比」「縦方向の重心変位の平均」「縦方向の重心変位が最大になるタイミング」の3つの指標を定義し、それらが、良い普通/悪い触れ方を区別できることを示した。

2. 触れる技術を実現するロボットハンドの構築

計測された良い触れ方をマニピュレーションによる単純な押し付け動作のみで再現できるロボットハンドを構築した。「接触領域の縦横比」を大きくするため、手を開いた状態の型をベースに作成した。触れ方を実現する最小限の変形要素を鑑み、MP、IP、CP 関節部をばねで接続し、それ以外の関節は固定化することで構造を簡素化した。旧来の触れるハンドと同様、人肌ゲルや発熱機構を付与した。

3. 提案するロボットハンドの効果の検証

実際に提案したロボットハンドの触れる効果を検証するため、被験者実験を実施した。旧来の触れるハンドと比較した。アフェクトグリッドを用いた主観的評価により、提案したロボットハンドは快で不活性な感情変化をもたらすことを明らかにした。

§ 2. 研究実施体制

(1) 中澤グループ

① 研究代表者：中澤 篤志（京都大学大学院情報学研究科・准教授）

② 研究項目

頑健な顔検出アルゴリズムの構築、頑健なアイコンタクト検出アルゴリズムの構築
介護行動データセットの作成
優しいケア熟練者・初学者間の「見つめる」スキル比較

(2) 倉爪グループ

① 主たる共同研究者：倉爪亮（九州大学・大学院システム情報科学研究院・教授）

② 研究項目

Big Sensor Box における身体動作・話しかけスキルの計測・定量化
介護施設への移動，設置が可能な簡易型 **Portable B-sen** の開発
介護行動データセットの作成

(3) 本田グループ

① 主たる共同研究者：本田美和子（独立行政法人国立病院機構 東京医療センター臨床研究センター・総合内科・医長）

② 研究項目

ケア技術データを集積
医療機関における高齢者ケア技術教育
ケア技術教育とその社会実装
社会実装のパイロット研究
介護行動データセットの作成

(4) 佐藤グループ

① 主たる共同研究者：佐藤弥（理化学研究所・ロボティクスプロジェクト・チームリーダー）

② 研究項目

感情的表情を定量化する解析アルゴリズムの構築
感情的表情の神経基盤の **fMRI** 研究
表情を通じた感情増幅の心理学研究
表情を通じた感情増幅の **fMRI** 研究
アイコンタクトの心理学研究
現実場面で感情的表情を検出するウェアラブル装置の開発
介護行動データセットの作成

(5) 石川グループ

①主たる共同研究者：石川翔吾（静岡大学・情報学部・助教）

②研究項目

ケア技術の評価システム

ケア技術の標準化と教育システム開発

マルチモーダル行動分析システム開発

ケア技術教育介入研究

（6）高松グループ

①主たる共同研究者：高松淳（奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授）

②研究項目

身体・視線行動計測システムの構築

アバター・人型ロボットによる模倣

外的刺激・身体・視線行動のモデル化

【代表的な原著論文情報】

1. S. Takeuchi, A. Nakazawa, Facial expression translations preserving speaking content, International Conference on Pattern Recognition, 2022.
2. Y Ohshima, K Maeda, Y Edamoto, A Nakazawa, Visual Place Recognition From Eye Reflection, IEEE Access, 2021.
3. Ryo Kurazume, Tomoki Hiramatsu, Masaya Kamei, Daiji Inoue, Akihiro Kawamura, Shoko Miyauchi, and Qi An, Development of AR training systems for Humanitude dementia care, Advanced Robotics, Vol.36, No.7, pp.344-358, 2022, DOI:10.1080/01691864.2021.2017342
4. Sawabe, T., Honda, S., Sato, W., Ishikura, T., Kanbara, M., Yoshikawa, S., Fujimoto, Y., & Kato, H. (in press). Robot touch with speech boosts positive emotions. Scientific Reports.
5. Fukuyasu Y, Kataoka HU, Honda M, Iwase T, Ogawa H, Sato M, Watanabe M, Fujii C, Wada J, DeSantis J, Hojat M, Gonnella JS. The effect of Humanitude care methodology on improving empathy: a six-year longitudinal study of medical students in Japan. BMC Med Educ. 2021 Jun 4;21(1):316. doi: 10.1186/s12909-021-02773-x. PMID: 34088308; PMCID: PMC8176710
6. Kobayashi M, Ito M, Iwasa Y, Motohashi Y, Edahiro A, Shirobe M, Hirano H, Gineste Y, Honda M. The effect of multimodal comprehensive care methodology training on oral health care professionals' empathy for patients with dementia. BMC Med Educ. 2021 Jun 3;21(1):315. doi: 10.1186/s12909-021-02760-2. PMID: 34082730; PMCID: PMC8176594.
7. Sumioka H, Shiomi M, Honda M, Nakazawa A. Technical Challenges for

Smooth Interaction With Seniors With Dementia: Lessons From Humanity™. Front Robot AI. 2021 Jun 2;8:650906. doi: 10.3389/frobt.2021.650906. PMID: 34150858; PMCID: PMC8207295

8. Kobayashi M, Honda M. The effect of a multimodal comprehensive care methodology for family caregivers of people with dementia. BMC Geriatr. 2021 Jul 22;21(1):434. doi: 10.1186/s12877-021-02373-w. PMID: 34294036; PMCID: PMC8296621.