

令和 元年 6 月 12 日現在

機関番号：34428

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05571

研究課題名(和文) 被介助者の生体リズムに同調する熟練看護の暗黙知習得と学習支援システムの研究

研究課題名(英文) Study of tacit knowledge quantification and learning support system in nursing skill synchronizing with biological rhythm of care recipient

研究代表者

川野 常夫 (Kawano, Tsuneo)

摂南大学・理工学部・教授

研究者番号：90152983

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：看護師(介助者)と被介助者の相互作用によって発揮される熟練看護の「技(わざ)」や「コツ」などの「暗黙知」を実験的に定量化することを目的とし、介助作業時の介助者と被介助者それぞれの体動・筋電・脳活動を測定した。その結果、熟練看護師の生体リズムは被介助者のそれと同調し、それによって両者の負担が小さくなることなどが明らかとなった。次いで、この現象を学習するためのシステム構築の基礎を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わが国の要支援を含めた要介護認定者は2023年には約700万人に達すると予想されており、不適切な介護によっては、被介護者の廃用症候群や介護者の腰痛を誘発する。本研究では、生体リズムの同調を定量化する方法を確立し、介護者と被介護者の同調がそれぞれにより効果を生むことを明らかにした。本研究の成果は、要介護高齢者のQOLの向上、および看護または介護する側の負担の軽減、初学者の早期熟達などに貢献するものである。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to quantify experimentally tacit knowledge such as "proficient skills" and "knacks" produced by the interaction between care worker and care recipient in nursing care. The body motion, muscle activity, and cerebral activity each of the care worker and care recipient were measured during some care operations. As a result, it was found that the biological rhythm of the skilled care worker was synchronized with that of the care recipient. Furthermore, the synchronization reduced the muscle loads of care worker and care recipient. In the final phase of this study the basic system has been established to learn such tacit knowledge.

研究分野：人間工学

キーワード：看護熟練者 生体リズム 脳活動 筋負担 同調現象 介助学習支援

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国の高齢化率(65歳以上の人口比率)は平成26年(2014年)10月時点で26.0%に達したが、既に2007年の前半には7の倍数の21%を超え、世界の先頭を切って、いわゆる「超高齢社会」と言われて久しい。それに伴い、要支援を含めた要介護認定者は平成25年(2013年)12月時点で、580万人となり、10年後には約700万人に達すると予想されている。

このような状況において、病院や介護施設、在宅での介助作業に関する研究は多いが、熟練者の暗黙知を定量的に抽出し、学習支援に役立てる研究はみあたらない。被介助者は感情をもった人間であり、身体的にも精神的にも日々変化する存在であり、その個々に適切に対応しなければならない介助は高度な経験知識と技能が必要であるといえる。看護熟練者のもつそのような経験と技能を、看護初学者に容易に伝達する方法論を開発することは意義深いと考えられる。

また、介護現場における介助者の過度の介助は被介助者の廃用症候群を招き、介助者自身へも過負荷となり腰痛や傷害を発症する原因となる。そこで、被介助者のADL(Activities of Daily Living)や残存機能などの時々刻々の状態を介助者が把握し、被介助者の残存能力を維持し、QOLを高めるために、どの援助を、どの程度、どのように援助するかといった最適な介助を決定して実施するのが理想である。さらにその介助作業が介助者にとっても過負荷とならないことが必要である。このような最適な介助が行われるためには、介助者と被介助者の「同調」あるいは「協調」が必要であり、本研究では看護熟練者は無意識下で被介助者と「同調」あるいは「協調」を行っているのではないかと仮説を立て、相互の生体リズムが同調する看護こそ理想の看護であるという考えに立脚している。

2. 研究の目的

本研究では、ベッド介助(寝返り援助、起き上がり援助)、ベッドから車いすへの移乗介助を対象とし、介助者と被介助者の生体リズムの同調を調べる。生体リズムとして、体動、筋負担、脳活動を取り上げ、それぞれ2セットのモーションキャプチャー、EMGデバイス、NIRSを用いて測定を行う。同調の程度と筋負担の関係を実験によって明らかにし、筋負担を軽減する介助法を見出す。また、熟練看護師と初学者との違いを比較し、熟練看護師の暗黙知を定量化する。

さらに、看護初学者のための介助学習支援システムを開発するため、仮想現実感(Virtual Reality, VR)および拡張現実感(Augmented Reality, AR)によるシステムを試作する。

3. 研究の方法

(1) 介助作業実験

介助者と被介助者の生体リズムを測定するために行った介助作業実験を図1に示す。図(a)はベッド起き上がり介助の実験の様子で、介助者と被介助者の体動と筋負担をモーションキャプチャーとEMGデバイスを用いて2人同時に測定した。モーションキャプチャーは慣性センサ式モーションキャプチャー(MVN, Xsens Technologies製)を用いた。これは2人が接触しても測定できる特徴を有している。筋負担の測定には、EMGデバイスとしてマイクロDAQターミナル intercros-413(インタークロス製)を使用した。図(b)はベッド起き上がり介助の実験の様子で、介助者と被介助者の脳活動をNIRS(近赤外分光分析法, 光トポグラフィ WOT-100, 日立製)を用いて測定した。図(c)は車いす移乗介助の実験の様子で、図(a)と同様に体動と筋負担を測定した。

本研究では、介助者には熟練看護師(看護師歴20年以上)と看護初学者(看護師歴なし)に、被介助者には20代の健常な男性にお願いした。ここで、被介助者の身体能力として、自力である程度動ける状態(「要支援1, 要一部支援」の状態)と自力でほとんど動けない状態(「要介護5, 要全介助」の状態)を取り上げ、被介助者役の実験参加者にはそれぞれの状態を演じるようにお願いした。

(2) 生体リズムの同調の定量化方法



(a) ベッド起き上がり介助
【モーションキャプチャーと
EMG デバイス】



(b) ベッド起き上がり介助
【NIRS】



(c) 車いす移乗介助
【モーションキャプチャーと
EMG デバイス】

図1 介助作業の実験

本研究で扱う「同調」は、時間領域における二者の変化の類似と定義する。ここでは介助者と被介助者の生体リズム（筋電図や体動など）のデジタル信号の相互相関関数を求め、二者のタイムラグ（同調のずれ）に対する相互相関係数の最大値を「同調」の程度とした。すなわち、一方の生体リズムと他方の生体リズムが、あるタイムラグでずれたときに相互相関係数が最大になったとき、その値を「同調」の程度とした。

(3) VR, AR による介助学習支援システム

VR システムにおいては、VIVE システム（HTC 社製）を用いて仮想の世界の中で介助作業を体験できるシステムを構築する。学習者が HMD を装着すると、ベッドとベッドに横たわる被介助者が現れ、コントローラを学習者の腕の代わりに用いて被介助者の介助を行う。介助するときの「重さ感覚」は、人工負荷発生装置 UnlimitedHand（H2L 社製）を用いる。

AR システムにおいては、実存する車いすを用いて仮想の被介助者に対して移動介助を体験できるシステムを構築する。タブレット PC を用いて、車いす周辺に設置した AR マーカーを認識することで仮想の車いす利用者（被介助者）が現れる。仮想の被介助者の体格は変更ができ、移動中に車いすが転倒するかどうかを判定できるようにする。

4. 研究成果

(1) 介助者と被介助者の同調

図 2 に介助者と被介助者の主な関節点の同調の程度を示す。例えば、右肩関節点の動きについて、要一部支援の被介助者を介助する場合の両者の相互相関係数は約 0.76 であるが、全要介助の被介助者を介助する場合は約 0.59 となっており、要一部支援の場合の方が 2 人の動きがより同調していることがわかる。この傾向は頭と右膝についても同様である。骨盤については逆転しているが、これは骨盤の動きが相対的に小さく誤差が大きくなっているためと考えられる。

図 3 に介助作業中の腰の筋肉の iEMG 信号を求めた結果を示す。iEMG 信号は原筋電図に遮断周波数 4.8Hz のローパスフィルタリング処理を施し、4 倍に増幅することによって求めた。図(a)は車いす移乗介助において、被介助者が要一部支援の場合を示している。図では介助者のグラフを 0.6 秒だけずらして描画している。すなわちタイムラグが 0.6 秒のときに相互相関係数が最大 ($r=0.524$) となり、被介助者のグラフの変化と類似していることがわかる。このことから被介助者は介助者の筋活動から約 0.6 秒遅れて筋活動を行っていることがわかる。一方、図(b)はベッド起き上がり介助において、被介助者が要全介助の場合を示している。この場合、相互相関係数の最大値は $r=0.142$ となり、2 人の筋活動は同調していないことがわかる。

図 4 に介助者と被介助者の同調の程度と介助者の腰の負担の大きさの関係を求めた結果を示す。図の第 1 縦軸は介助者の筋負担（ここでは作業 1 秒当たりの筋電積分値に変換し、さらに全作業中の最大の筋電積分値で除すことによって基準化を行っている）を、第 2 縦軸は介助者と被介助者の筋活動の相互相関係数を示している。図から相互相関係数

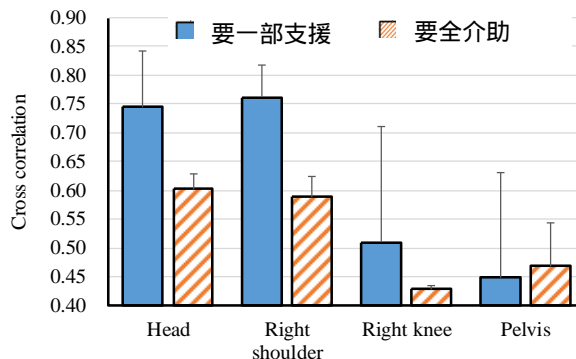
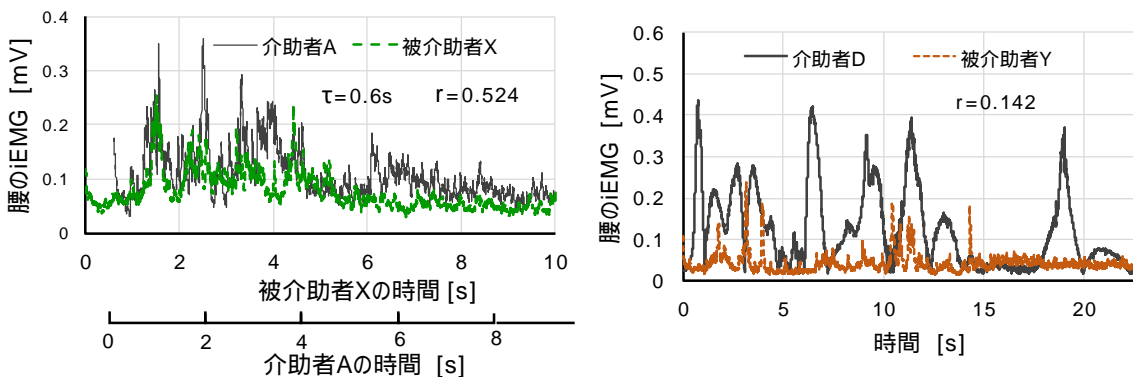


図 2 介助者と被介助者の各関節点の同調の程度（関節点の変動における相互相関係数）



(a) 要一部支援の場合（車いす移乗介助）

(b) 要全介助の場合（ベッド起き上がり介助）

図 3 介助作業中の腰の筋肉（脊柱起立筋）の iEMG の変化

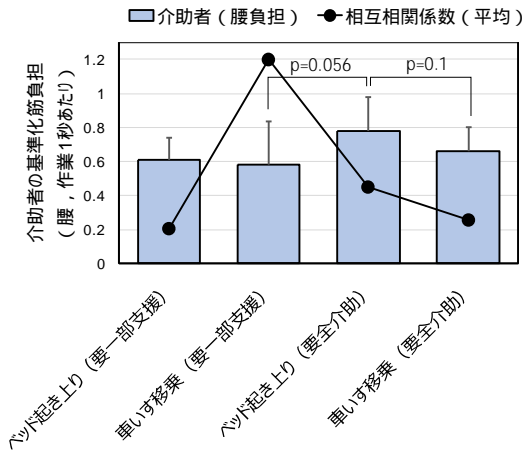


図4 作業別の介護者の腰の負担と介護者-被介護者の同調の関係

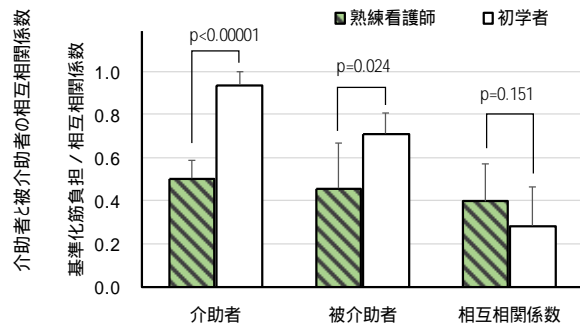
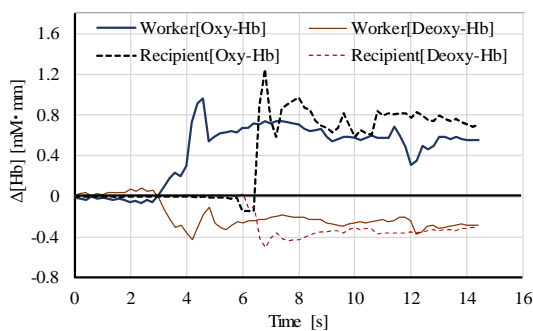
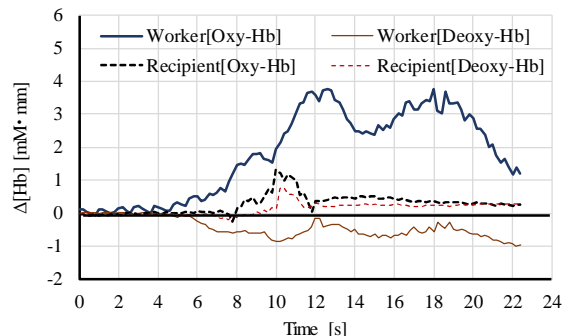


図5 熟練看護師と初学者の比較 (腰の負担, 同調の程度, 車いす移乗介助)



(a) 要一部支援



(b) 要全介助

図6 NIRSによる前頭葉の酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度の変化 (ベッド起き上り介助)

が大きい場合、介護者の筋負担が小さい傾向が見られる。すなわち介護者と被介護者の筋活動が同調すると介護者の負担は小さくなることが示唆される。

図5に車いす移乗介助について、熟練看護師と初学者の違いをまとめたものを示す。図から熟練看護師が介助したほうが介護者自身および被介護者の腰の負担は小さく、2人の動作の同調の程度も高くなる傾向が認められる。熟練看護師は、無意識のうちにボディメカニクスの原理に則り、被介護者と動作がより同調するよう自身の動作を被介護者に合わせることによって自身に負担のかからないような姿勢、動作を行った結果であると推察される。また、熟練看護師は普段どおりに被介護者へ「声掛け」を積極的に行っていた。「声掛け」によって、被介護者との動作の同調の程度がより高くなるものと考えられる。このことも熟練看護師の負担が小さい理由であると考えられる。

図6は介助作業中のNIRSによる前頭葉の酸素化・脱酸素化ヘモグロビン濃度の変化の一例を示す。図はベッド起き上り介助を行っている最中の例である。図(a)は要一部支援の場合、(b)は要全介助の場合を示しており、前者の場合に2人の脳活動が同調していることがわかる。このことから要一部支援の場合は、体の動きや筋活動が同調するだけでなく、脳活動も同調することが示唆される。

(2) VR, ARによる介助学習支援システム

図7にVRによるベッド起き上り介助の学習支援システムの1シーンを示す。これはHMDから見た仮想空間である。被介護者がベッド上に横たわっている。手前に見えるコントローラを操作して、介助を体験できる。現在は基本的な学習支援システムであるが、今後は被介護者の要介護の程度を設定し、それに応じて被介護者のモデルが動き、その際の負担を見える化するようになる。また被介護者の残存能力を維持させるような介助の仕方が学べるようなシステムに拡張することを検討している。

図8はARによる車いす移動介助の学習システムを示している。実存する車いすの周辺にARマーカを設置し、それをタブレットPCで捉えることにより、仮想のユーザー(被介護者)が車いすに座った状態で現れる。図は坂道を登ろうとする車いすを介護者が押しているところを示しており、加速度も考慮して車いすが転倒するかどうかを判定するようになっていいる。これを用いて車いすの移動介助を学習することができる。



図7 VRによるベッド起き上り介助の学習



図8 ARによる車いす移動介助の学習

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Tsuneo Kawano, Yukie Majima, Yasuko Maekawa, Mako Katagiri and Atsushi Ishigame: Physical and Physiological Synchrony Between Care Worker and Care Recipient, S.Bagnara et al. (Eds.): IEA 2018, Advances in Intelligent Systems and Computing 818, 査読有り, Springer, (2019), pp.536-543.

川野常夫: 介助作業中の介助者と被介助者の筋活動の同調に関する研究, 摂南大学融合科学研究会論文集, 査読有り, 第4巻 第1号, (2018), pp.84-94.

Yukie Majima, Yasuko Maekawa, Kayoko Hirano, Takami Inotani, Takako Izumi, Satoshi Shimada, Atsushi Ishigame: Video Review System for Sharing Tacit Knowledge of Clinical Nursing Practice, 2018 International Medical Informatics Association (IMIA) and IOS Press, 査読有り, (2018), pp.41-44.

〔学会発表〕(計 9 件)

玉井 臣人, 真嶋由貴恵, 川野常夫: 採血技術実施時の脳の活動に関する一考察 - 脳血流量からの視点 -, 信学技報, Vol.118, No.509, MICT2018-70, (2019), pp. 11-15.

川野常夫, 福井 裕, 西尾 大: AR 技術を活用した仮想ユーザによる実体物のユーザビリティ評価, 日本人間工学会第 59 回大会, 54 巻, Supplement 号, (2018), pp.(1A1-1)-(1A1-2).

DOI: <https://doi.org/10.5100/jje.54.1A1-1>

重松佑奈, 中山正哉, 玉井 臣人, 石亀篤司, 真嶋由貴恵, 川野常夫: 注射映像および装着型腕模型を用いた脳波・脳内酸素化ヘモグロビン濃度変化による同期現象の比較検証, 平成 30 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, (2018), pp.104-105.

真嶋由貴恵, 松田健, 泉正夫, 榎田聖子, 前川泰子: 看護技術教育におけるウェアラブル学習システムの開発, 教育システム情報学会, JSiSE2018, 第 43 回全国大会, (2018), pp.69-70.

Syogo Ogata, Yutaka Fukui, Tsuneo Kawano: Relationship between Behavioral Synchrony and Physical Loads of Care Worker and Care Recipient, The 2nd Asian Conference on Ergonomics and Design (ACED2017), (2017), pp.748-749.

西尾 大, 福井 裕, 川野常夫: AR 技術による実在の車いすと仮想ユーザの適合性評価システムの開発, 平成 29 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, (2017), pp.43-44.

真嶋由貴恵, 前川泰子, 鳥田聡, 石亀篤司: 臨床看護実践知の可視化と共有における看護技術教育用映像データベースの構築に向けて, 第 12 回医療系 e ラーニング全国交流会要旨集, (2017), pp.38-41.

西尾 大, 福井 裕, 川野常夫: AR による仮想高齢者を用いた設置済み背上げベッドの評価システム, 平成 28 年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集, (2016), pp.48-51.

Soh Sakaki, Atsushi Ishigame, Yukie Majima: Study on Synchronization of the Heart in a Nursing Art, 2016 IMIA and IOS Press, (2016), pp.917-918.

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 真嶋 由貴恵

ローマ字氏名: Majima Yukie

所属研究機関名: 大阪府立大学

部局名: 人間社会システム科学研究科

職名: 教授

研究者番号 (8 桁): 70285360

研究分担者氏名：前川 泰子
ローマ字氏名：Maekawa Yasuko
所属研究機関名：香川大学
部局名：医学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：60353033

研究分担者氏名：片桐 真子
ローマ字氏名：Katagiri Mako
所属研究機関名：地方独立行政法人大阪産業技術研究所
部局名：和泉センター
職名：主任研究員
研究者番号（8桁）：50359379

研究分担者氏名：石亀 篤司
ローマ字氏名：Ishigame Atsushi
所属研究機関名：大阪府立大学
部局名：工学（系）研究科（研究院）
職名：教授
研究者番号（8桁）：60212867