

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：31603

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10721

研究課題名（和文）看護臨床判断を支援するAI活用に向けた新技術の創生

研究課題名（英文）Creation of new technology for utilization of AI to support clinical judgment in nursing

研究代表者

伊藤 嘉章（Ito, Yoshiaki）

医療創生大学・国際看護学部・准教授

研究者番号：60804870

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：今日のAI技術は、過去のデータに基づいて学習されたアルゴリズムによって意思決定が行われる。しかし、時事刻々と変化し、想定外の事例が出現する医療現場において、AIのみによる判断では、対応が困難なケースが多い。次世代の個別化医療を実現するには、患者の健康状態を予測する機械学習システムと専門家の直観と創造性を融合した新たな臨床判断支援ツールの開発が必要である。本研究は、第1フェーズ（基礎研究）、第2フェーズ（システム開発）、第3フェーズ（2022年）はシステムの展開に向けたデバイスの精度検証と対象の心理的状态判別モデルの作成に着手した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過去の電子カルテ情報から患者の状態変化を一部予測することは可能である。しかし、看護援助に繋がるツールの開発は未だ為されていない。そこで看護情報技術の進化に伴う情報処理技術を活用した研究成果と、人工知能学分野の技術を統合した新たな支援ツールの開発は、未来の看護界のみならず医療界全体の発展に貢献することができる。

研究成果の概要（英文）：Today's AI technology makes decisions based on algorithms that have been trained on past data. However, in the rapidly changing and unpredictable medical field, relying solely on AI for decision-making often presents challenges in handling unexpected cases. To achieve the next generation of personalized medicine, it is necessary to develop a new clinical decision support tool that integrates a machine learning system for predicting patients' health conditions with the expertise, intuition, and creativity of healthcare professionals. This research began with Phase 1 (basic research) and Phase 2 (system development), and in Phase 3 (2022), we started focusing on the accuracy validation of the device for system deployment and the creation of a model for identifying the psychological state of the target population.

研究分野：看護理工学

キーワード：臨床判断支援 バイタルサイン 機械学習 生体情報

## 1. 研究開始当初の背景

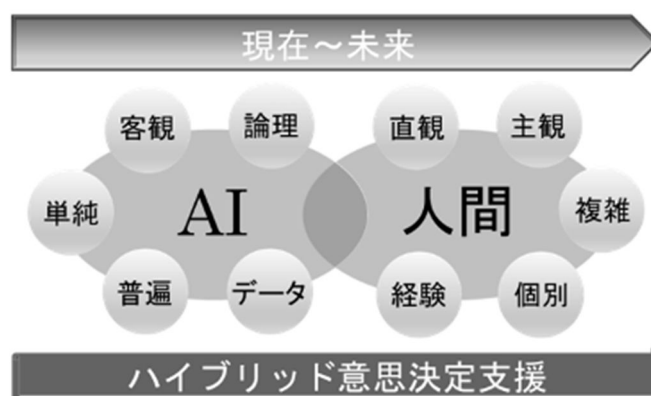
### (1) 本研究の着想に至った経緯

今日の医療は「根拠に基づいた医療 (Evidence-based Medicine: EBM)」を目標に、クリニカルガイドラインを作成し、それに準拠した実践が展開されている。しかし、医療には過去の例に基づかない事例も少なくなく、根拠と実践の乖離 (Evidence-practice Gap) が重要な問題となっている。この問題に対応すべく、医療においても目標と結果をフィードバックすることでプロセス全体を見直す PDCA サイクルの導入が始まった [1]。しかし、常に環境が変化する医療分野では、PDCA サイクルによる過去から現在へ向かう一方向の視点だけで最適な健康アウトカムを導き出すことが難しい状況が生じている。近年では、人間が持つ直観や判断と過去のデータ分析結果を複合解釈する OODA ループが注目され、すでに ICT セキュリティにおいては OODA ループに基づくセキュリティシステムが提案されている [2]。このような状況において、ビッグデータによって構成される AI と人間の判断を融合した OODA ループに基づく EI 技術を応用することで、看護師の臨床判断を支援する新たなツールを開発することができるのではないかと考えた。

過去の電子カルテ情報から患者の状態変化を一部予測することは可能である [3]。しかし、看護援助に繋がるツールの開発は未だ為されていない。情報処理技術の発展に伴い、自然言語処理技術が飛躍的に向上し、看護師の記録内容を定量評価する営みも始まっている [4]。看護技術の進化に伴う AI を活用した研究成果と、人工知能学分野で注目されている EI 技術を統合した新たな支援ツールの開発は、未来の看護界のみならず、医療界全体の発展に大きく貢献することができる。

### (2) 本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」

米国で急速に進められた情報化は我が国にも波及し、IT 基本法など法的な整備が進められた。医療分野においては、ビッグデータ、SNS といった ICT 分野の技術をも取り入れることで、AI (Artificial Intelligence) による臨床判断支援ツールの開発が進められ、看護領域からは院内心肺停止予測モデルや看護記録を統計的言語処理技術によって解析することで患者重症度予測モデルを開発する営みが報告されている [3, 4]。一方で、過去のデータに依存する従来の AI では、時々刻々と変化し、想定外の事例が出現する医療現場に対応できないという課題に直面している。そこで近年、新たな人工知能システムとして EI (拡張知能: Extended intelligence) が注目されている。EI とは、人工知能を単なる機械知能としてではなく、人間の知能を拡張したシステムとして認識する概念である。つまり、AI を活用するには、単にシステムを制御し設計するのみでなく、人がシステムを理解し、より責任を伴う複雑なものとして活用しなければならず、患者の生命に責任をもつ看護には特に重要となる (図. 1)。



## 2. 研究の目的

本研究は、従来の AI に看護師の直観と判断を融合した新たな対話型 EI システムによる看護師の臨床判断を支援するための基本ツールの開発を目的とした。AI を用いた機械学習は、網羅的に大量のデータを収集することで予測の精度は高くなる。しかし、過去から現在に亘る既知のデータを使用する AI では、常に環境が変化する看護実践を安定した精度で学習することは難しいと考えた。

## 3. 研究の方法

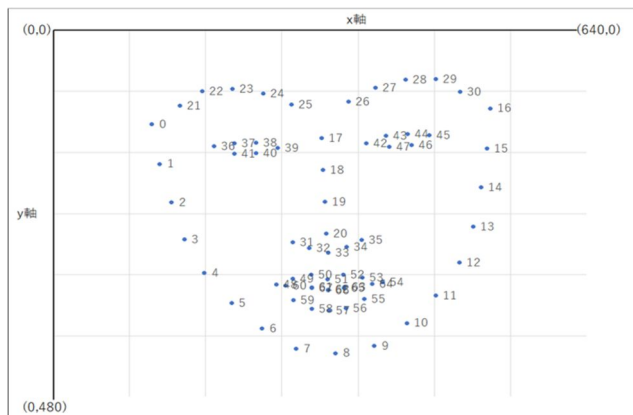
本研究は、看護師の臨床判断を支援するための基本ツールの開発を目的として、次の3つの研究より実施した。

### (1) 看護臨床判断を支援する生体情報の抽出

看護師の臨床判断には、対象から測定される生体情報の活用が不可欠である。また看護師は実践の場において特に対象の表情の変化に着目することで、対象の心理的变化や身体的変化、症状出現の徴候を直観的に認知している。先行研究によると、顔色や表情といった顔に現れる変化が臨床判断を行うために重要な情報となっていると報告されている [5]。また顔の自発運動の程度を調査した研究によると疾患の重症度によって動

きの程度が異なることが報告されている [6]。そこで未だ量的データとして看護観察技術に応用されていない対象の顔座標データから、病態変化の予測可能性について調査を実施した。

Open CV と Dlib による顔認識プログラムを活用し顔認識に用いられる 68 箇所の座標と深度データから顔の特徴点となる座標データを取得するプログラムを開発した(図. 1)。開発したプログラムを用いた顔データ測定方法の精度を検証するために健康成人を対象としたシミュレーションを実施した。



## (2) 看護領域における意思決定の在り方と機械学習の活用性に関する動向調査

看護領域においても機械学習を用いた営みが活発に展開されていたが、一方でその活用は看護記録の分析から対象の生体情報の予測モデル作成など、様々な形式で報告されていた。そこで本研究では、看護師の意思決定に着目し、機械学習が看護領域の意思決定においてどのように活用されているのか、その概観を調査することとした。

1998年から2018年を対象年とし、PubMed、CINHAL、Google Scholarで「Machine learning」「Nursing」「Patient」をキーワードに文献を検索した。文献とタイトルと抄録を確認し、「看護師の意思決定支援を対象としたもの」「機械学習を活用したもの」「査読論文」を調査対象とした。

## (3) 非線形時系列解析を活用した看護観察手法の検討

医療情報の電子カルテ化に伴い、膨大な医療情報からデータベースを作成し、対象の状態や症状の変化を予測する営みは看護のみならず医療界全体で取り込まれている。しかし、実際に対象に生じている身体的・心理的变化の予兆を見逃さないためには時々刻々と変化する対象の生体情報を経時的に測定し、その僅かな変化を見逃さない新たな解析手法の検討が必要と考えた。指尖容積脈波は脈拍変動解析だけでなく、その波形データをカオス解析することで、人の生理・心理状態を明らかにする試みも為されている [7, 8]。つまり、周波数解析で抽出できない指尖容積脈波のカオス的変動特徴量が、新たな対象の状態を反映する看護観察指標になる可能性がある。そこで本研究では、対象から得られる生体情報を非線形時系列解析することで、新たな看護観察手法の可能性を調査した。

調査対象は慢性腎不全と診断され維持透析療法を受けている 18 名であった。測定項目は、透析開始時・終了時に測定した血圧、心拍、SpO<sub>2</sub>、指尖容積脈波とした。指尖容積脈波は二階微分処理を施し、解析には加速度脈波を使用した。加速度脈波の波形から波高比率を算出した。また加速度脈波の時系列データをカオス解析し、カオス指標であるリアプノフ指数とエントロピーを算出し、解析に使用した。

## 4. 研究成果

### (1) 看護臨床判断を支援する生体情報の抽出

シミュレーションは同一被験者に対して複数回の測定を実施し、得られたデータは高い一致率であった ( $r = .931$   $p < 0.01$ )。作成したプログラムは顔の特徴量を測定するための十分な精度を有していることが示唆された。作成したプログラムは鼻や目などの動きが少ない部位を基準とした測定方法を採用したことが、測定精度の向上に繋がったと考えられた。一方で、顔が固定されず動きが生じると基準とした部位との誤差や深度の測定値に大きな誤差が生じてしまうことも確認された。顔データを取得するための撮影環境や撮影方法の改善が今後の検討課題である。

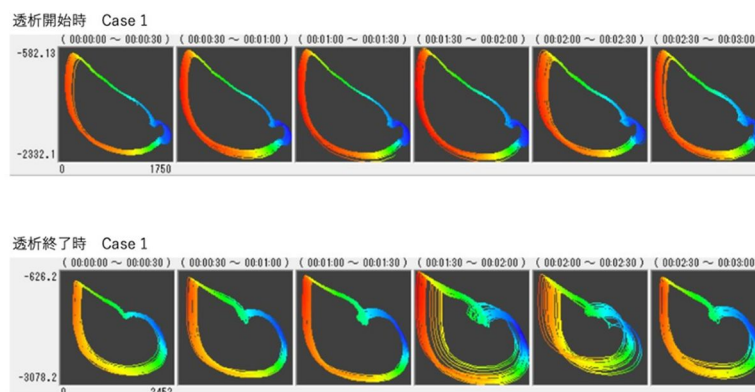
### (2) 看護領域における意思決定の在り方と機械学習の活用性に関する動向調査

「Machine learning + Nursing」で得られた文献は 137 件であった。文献数は 2014 年を境目に増加傾向にあった (図. 2)。調査対象は、全て分類問題として解析されていた。文献によっては複数の機械学習技術で解析し、自然言語処理によって看護記録を量的データへ変換し、看護記録を特徴量として応用する解析手法を報告した文献も確認された。すでに海外で報告された文献に用いられた特徴は、日本の看護実践においても日々測定する生体情報または看護記録であることから、日本においても機械学習手法を用いた意思決定を支援する学習モデルの作成は十分可能であることが示唆された。

### (3) 非線形時系列解析を活用した看護観察手法の検討

透析開始時から終了時にかけて、収縮期血圧は  $172 \pm 27\text{mmHg}$  から  $144 \pm 19\text{mmHg}$ 、拡張期血圧は  $93 \pm 14\text{mmHg}$  から  $84 \pm 11\text{mmHg}$  へ変化する有意な低下傾向を確認した。さらに指尖容積脈波のカオス解析結果によると透析開始時から終了時にかけて最大リアプノフ指数は有意な増加傾向を示した。また透析開始時から終了時にかけての収縮期血圧の変化量と最大リアプノフ指数には有意な負の相関が確認できた。また最大リアプノフ指数の時系列変化を写影したアトラクターを透析前後で比較したところ、透析後におけるアトラクターは透析前のものと比べ、より複雑な軌道を描く特徴が得られた。(図.) 本研究では、透析開始時から終了時にかけて血圧は有意に低下していたことにあわせ、非線形時系列解析(カオス解析)から得られたカオス指標の一つである最大リアプノフ指数は、

透析前後において有意な変化を示していたことから、透析に伴う血圧変化を反映する指標となる可能性が示唆された。本研究においては透析前後という状況設定における非線形時系列解析を用いた調査であったが、今後は様々な生体情報の変化を判別する非線形時系列解析の活用について調査を継続する。



以上、本研究では看護師の臨床判断を支援するための基本ツールの開発を目指し、フェイストラッキングによる顔データの看護観察手法への有効性、看護領域における意思決定の在り方と機械学習技術活用の実際、非線形時系列解析を活用する新たな看護観察手法の可能性について提案した。看護師の臨床判断を支援する基本ツール開発を目指した本研究の成果は、日々進化を遂げる情報化社会における医療・看護の質を向上への貢献が期待できる。今後の課題として、本研究の目的であった臨床判断を支援する基本ツールの実現に向けた研究を継続する。

1. 福井, 次., *EBM から PDCA サイクルへ*. 日本内科学会雑誌, 2012. **101**(12): p. 3365-3367.
2. Costa Gondim, J.J., et al., *A Methodological Approach for Assessing Amplified Reflection Distributed Denial of Service on the Internet of Things*. Sensors (Basel, Switzerland), 2016. **16**(11): p. 1855.
3. Jeffery, A.D., et al., *Advancing In-Hospital Clinical Deterioration Prediction Models*. American journal of critical care, 2018. **27**(5): p. 381.
4. Halpern, Y., et al., *Electronic medical record phenotyping using the anchor and learn framework*. Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA, 2016. **23**(4): p. 731-740.
5. 杉本, 厚., et al., *異常を察知した看護師の臨床判断の分析*. 北関東医学, 2005. **55**(2): p. 123-131.
6. Marsili, L., et al., *Bradykinesia of posed smiling and voluntary movement of the lower face in Parkinson's disease*. Parkinsonism & related disorders, 2014. **20**(4): p. 370-375.
7. Pham, T.D., et al., *Mental-disorder detection using chaos and nonlinear dynamical analysis of photoplethysmographic signals*. Chaos, solitons and fractals, 2013. **51**: p. 64-74.
8. Minakuchi, E., et al., *Evaluation of mental stress by physiological indices derived from finger plethysmography*. Journal of physiological anthropology, 2013. **32**(1): p. 17-17.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川口孝泰・伊藤嘉章・大石朋子・葛西好美・豊増佳子・今井哲郎・高橋道明
2. 発表標題 地域中心型医療を担う次世代型遠隔看護技術の創出
3. 学会等名 日本看護研究学会第46回学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤嘉章
2. 発表標題 非線形時系列波形を活用した看護観察手法の可能性
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤嘉章、高橋道明、川口孝泰
2. 発表標題 看護領域における意思決定と機械学習の活用性に関する動向
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋道明、大石朋子、伊藤嘉章、川口孝泰
2. 発表標題 顔面の浮腫検知を行う手法の開発
3. 学会等名 第7回看護理工学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤嘉章、高橋道明、葛西好美、川口孝泰
2. 発表標題 透析関連低血圧症評価のための基礎研究：指尖容積脈波のカオス解析を用いて
3. 学会等名 第48回日本看護研究学会学術集会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	村上 洋一 (Murakami Yoichi) (20548424)	東京情報大学・総合情報学部・准教授 (32515)	
研究分担者	川口 孝泰 (Kawaguchi Takayasu) (40214613)	医療創生大学・国際看護学部・教授 (31603)	
研究分担者	大石 朋子 (大塚朋子) (Oishi Tomoko) (40413257)	湘南鎌倉医療大学・看護学部・講師 (32729)	
研究分担者	豊増 佳子 (Toyomasu Keiko) (60276657)	川崎市立看護大学・看護学部・准教授 (22703)	
研究分担者	葛西 好美 (Kasai Yoshimi) (70384154)	医療創生大学・国際看護学部・教授 (31603)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	今井 哲郎  (Imai Tetsuo)  (10436173)	広島市立大学・大学院情報科学研究科・講師     (25403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関