



# MEMS 触覚センサを用いた体位変換時における 看護学生とベテラン看護師の力のかけ方の比較

Comparison of the force applied by nursing students and experienced nurses  
during body position changes using MEMS tactile sensors.

小林大将<sup>1)</sup>, 大井翔<sup>1)</sup>, 森谷利香<sup>2)</sup>, 山本裕子<sup>3)</sup>, 野間春生<sup>4)</sup>,  
Osuke Kobayashi, Sho Ooi, Rika Moriya, Yuko Yamamoto, Haruo Noma

- 1) 大阪工業大学 (〒 573-0171 大阪府枚方市 1 丁目 79-1, osuke.kobayashi@mix-lab.net, sho.oi@oit.ac.jp)  
2) 摂南大学 (〒 573-0101 大阪府枚方市長尾峠町 45-1, moriya@nrs.setsunan.ac.jp)  
3) 畿央大学 (〒 635-0832 奈良県北葛城郡広陵町馬見中 4 丁目 2 - 2, yuko.yamamoto@kio.ac.jp)  
4) 立命館大学 (〒 567-8570 大阪府茨木市岩倉町 2-150, hanoma@fc.ritsumei.ac.jp)

**概要:** 本研究は, MEMS 触覚センサを用いて, ALS 患者に対する体位変換動作における看護学生とベテラン看護師の「力のかけ方」の違いを定量的に分析することを目的とする. 体位変換は, 褥瘡予防や患者の快適性維持の観点から重要な看護行為であり, その質は介助者の技術や経験に大きく影響される. 本研究では, 体位変換時の手掌部にかかる圧力を MEMS 触覚センサにより取得し, 各動作フェーズにおける加圧のタイミングや大きさ, 変化の特徴を分析する. これにより, 経験者と初学者の動作特性の違いを明らかにする.

**キーワード:** ALS 患者, 体位変換, MEMS 触覚センサ

## 1. はじめに

医療現場において, 体位変換は寝返りが困難な患者に対して行われる基本的なケアの一つであり, 褥瘡(じゅくそう)予防や快適性の向上に不可欠な看護業務である. 特に長期間にわたって自力での体動が困難となる ALS(筋萎縮性側索硬化症: Amyotrophic Lateral Sclerosis) 患者においては, 体位変換は褥瘡や呼吸機能低下などの合併症を予防する上で極めて重要であり, 医療・介護の様々な現場で体位変換が実施されている [1]. さらに, 体位変換の質は介助者の経験や技術によって異なり, 患者への負担やケアの効果に影響を及ぼす可能性がある. 特に, 経験豊富な看護師と看護学生では, 動作の効率性や患者への配慮に差があると指摘されている [2].

ALS は神経難病の一つであり, 神経難病は, 現在の医学では根治的な治療法が確立されておらず, 多くの患者が長期間にわたる療養生活を余儀なくされている. その過程において, 神経難病患者は様々な症状により日常生活に大きな支障をきたし, 身体的・心理的・社会的に多大な苦痛を抱えることが明らかになっている.

神経難病患者をケアする看護師は, 症状の多様性や予測困難さ, さらに学業での勉強だけでは対応しきれない実践の場において, 行き詰まりや不全感を抱えやすい状況にある. このことから, 看護師の燃え尽き症候群やうつ傾向の高さも報告されており [3], 看護師の精神的健康にも深刻

な影響を与えている. その背景には, 「実践知(暗黙知)」の不明確さがある. 看護実践における知識は, 一般的に形式知と実践知に分けられるが, 特に神経難病のように多様かつ不確実性の高い状況では, 看護師の経験や判断に基づく実践知が不可欠である [4]. また, 看護実践においては様々なケア動作が求められるが, 中でも体位変換は患者の安全性や快適性に直結する重要な看護技術であり, 褥瘡予防や呼吸管理の観点からも欠かせないケアである.

しかし体位変換は, 対象者の状態に応じた力の加減やタイミングなど, 判断と経験に基づく実践知が求められる行為である. 教科書的な知識だけでは十分に再現できないため, 特に新人看護師や学生にとって指導・習得が難しいケア技術の一つとされている [5]. これまでの看護教育においては, 体位変換のような基本的ケア技術について, 動作手順や注意点は言語的・概念的に指導されることが多いが, 実際の力のかけ方といった実践知は可視化されておらず, 新人や学生への指導が困難であると指摘されている. また, 体位変換における動作の違いを定量的に分析し, 教育的フィードバックをするような研究は十分に行われていない.

本研究では, MEMS 触覚センサを用いて, 体位変換時の親指の付け根にかかる圧力変化を測定することで, 経験者と初学者の間における力のかけ方や動作特性の違いを明らかにすることを目的とする. これにより, 看護教育における実践知の定量的理解と指導支援することを目指す.

## 2. 関連研究

体位変換は、褥瘡（じゅくそう）予防や呼吸機能の維持において重要な看護ケアであり、その適切な実施が患者に大きく影響するとされており、体位変換時における加速度センサや圧力センサを用いた定量的分析の研究がある。例えば、加悦らの研究 [6] では、看護学生を対象に体位変換時の手指の圧力分布を「プレスケール」によって可視化し、指先・指根・手掌の3つの接触パターンと身体動作の関係を定量的に分類した。また、患者役への主観的アンケートを実施し、指先に過剰な圧力がかかる場合には「不快感」や「不安感」が強まる傾向があることも報告している。しかし、加悦らの研究では、圧力の測定が静的なフィルム型センサによるものであり、リアルタイムかつ連続的な圧力変動の分析には限界があった。また、右手のみの計測であり、利き手・非利き手の比較や、圧力の時間的推移を扱う研究はほとんど見られない。また、松井らは、体圧分布やずれ力をリアルタイムに視覚化することで、看護学生の褥瘡予防に関する理解や意欲が向上したことを報告している [7]。しかし、これは主に学習効果や態度変容に関する質的評価に基づくものであり、体位変換時の力のかけ方そのものを定量的に分析する研究は十分に行われていない。

そこで本研究では、MEMS 触覚センサを用いて体位変換時の親指の付け根にかかる圧力変化をリアルタイムに取得し、経験者看護師と看護学生の間における力のかけ方の違いを明らかにすることを目的とする。さらに、左右の手を対象とした測定を通じて、利き手の影響についても考察する。

## 3. システム概要

本研究では、体位変換動作時における親指の付け根の圧力変化を定量的に分析することを目的として、MEMS 触覚センサを用いた圧力計測システムを構築した。

本実験で使用する MEMS 触覚センサは、図 1 に示すような橘らの研究 [8] で開発されたデバイスを基にしており、3つの傾斜カンチレバーによって、圧力を検知ができる。具体的には、図 2 に示すように、経験者看護師および看護学生の手の親指の付け根に MEMS 触覚センサを装着し、体位変換時の手の力のかかり具合を計測した。センサからの出力はアナログ信号として Arduino で取得され、10bit の ADC によりデジタル信号に変換された後、シリアル通信を通じて PC に送信される。

### 3.1 MEMS 触覚センサによる圧力変動の可視化

シリアル通信で MEMS 触覚センサのデータが送信された後、PC 側では、Python によりリアルタイムでデータを受信し、CSV 形式で保存される。その後、取得されたデータは横軸を経過秒数、縦軸を電圧値のグラフとして可視化され、時系列的な圧力変化の傾向や圧力のピークといった特徴の抽出・比較分析が可能となる。

本システムは、力のかけ方をセンサにより可視化・定量化することで、経験者看護師と看護学生の動作特性の違いを明確に示し、教育現場へのフィードバックに活用できる



図 1: 傾斜カンチレバー



図 2: MEMS 触覚センサの装着方法

可能性を有している。

## 4. 実験方法

本実験では、ALS 患者を模倣した患者役 1 名、経験者看護師 1 名、および看護学生 2 名 (A,B) の計 4 名の実験協力者によって実験を実施した。経験者看護師は神経内科病棟に勤務し、5 年以上の神経難病患者への看護経験のある看護師とし、看護学生は基礎看護学の単位を修得し、基本的な体位変換を修得した看護学生とする。実験の目的は、体位変換における経験者看護師と看護学生の動作の違いを分析することであり、図 3 のような人工呼吸器を装着した患者の体位変換を模擬する実践的な形で進めた。実験の実施に際しては、図 4 のように人工呼吸器を装着した患者を仰臥位から左側臥位に体位変換するという作業が行われた。この過程において、看護師役と看護学生役は患者の体位変換を実施した。この動作を通して、経験者看護師や看護学生の手の力のかけ方がどのようにかけられているかを分析する。

また、経験の有無による動作特性の違いに加え、利き手による力のかけ方の差異についても考察するため、実験する前に被験者に対して、利き手がどちらかというインタビューを行った。インタビュー結果を表 1 に示す。得られたデータをもとに、経験者看護師と看護学生の動作の特徴を定量的に分析し、体位変換における経験者看護師と看護学生との違いを定量的に分析する。実験は、大阪工業大学ライフサイエンス実験倫理委員会の承認（承認番号：2025-11）を受けて実施した。

## 5. 実験結果

本実験では、体位変換時における圧力データを MEMS 触覚センサを使用して収集し、経験者看護師と看護学生 (A, B) の動作の違いを分析した。横軸は経過秒数 [s]、縦軸は MEMS 触覚センサによって計測された電圧値 [V] を示しており、体位変換中の圧力の変動が観察された。

図 5 の経験者看護師のデータでは、両手のどちらでも電



図 3: 体位変換の実施の様子

表 1: 実験参加者の利き手

| 実験参加者  | 利き手 |
|--------|-----|
| 経験者看護師 | 右手  |
| A      | 右手  |
| B      | 右手  |

圧値が最大値 5[V] のデータで 4[V] を超える数値となることはなく、圧力変動が安定していた。特に左手の 5 回目では圧力が約 0.3 秒と短時間でピークに達し、その後すぐに変動が収束する傾向が見られた。これに対して、A(図 6) や B のデータ (図 7) では、圧力のピークが 4[V] の高い電圧値が計測された。また、電圧値が 1[V] 未満のデータと様々であり、圧力変動にばらつきが見られた。

また、圧力の変動に関して、B さんのデータでは、急激にデータの値がピークに変動する瞬間が 1 回の体位変換に 2 回見受けられた。これは、体位変換時に患者の身体を持ち直したためである。

6. 考察

本実験の結果から、体位変換時における圧力変動には、経験者看護師と看護学生の間で電圧値が経験者看護師は最大 4[V] 未満、学生は最大 4[V] と顕著な違いがあることが明らかになった。

経験者看護師のデータでは、4[V] を超える数値などに変動することではなく、圧力の変動が安定していた。この安定性は、手の特定部分ではなく手全体で均等に力を加えることによって実現されている。経験者看護師は、力を過剰に加えることなく、圧力を適切に管理することができるためだと考えられる。特に体位変換時には、圧力が約 0.3 秒と短時間でピークに達して圧力の値が収束していた。このような安定した力加減は、体位変換を効率的かつ安全に行うために不可欠であることを示している。

一方、B の左手データでは、電圧値の最大値が 4[V] と高い電圧値が計測された。また、電圧値が 1[V] 未満の電圧値のデータと様々であり、電圧値にばらつきが見られた。この違いは、手全体で均等に力を加える技術が未熟であると考えられる。

また、経験者看護師および A・B の右手におけるセンサの電圧値がいずれも 4[V] を超えるような電圧値を示さなかった点が共通して計測された。これは、体位変換動作における力の加え方に、介助者自身の利き手が影響していると考えられる。一般に、利き手は日常生活において頻繁に使用されており、対象物の操作に対する微妙な力加減を把握しやすいとされる。そのため、無意識的に過度な力を避け、適切な強度で支援動作を行っていると考えられる。

以上の結果から、体位変換動作に関する教育・指導においては、片手に力を集中させるのではなく、両手を対象者に対して均等に圧力をかけることが、身体的負担の軽減および介助の質の向上につながると考えられる。特に、新人看護師や学生に対しては、利き手の使い方に偏りがちな傾向を踏まえ、意識的に両手のバランスをとる技術の重要性を指導する必要があると考えられる。

7. まとめ

本研究では、MEMS 触覚センサを用いて体位変換動作における親指の付け根の圧力変動を測定することで、経験者看護師と看護学生における力のかけ方の違いを明らかにすることを目的とした。

実験の結果、学生は利き手と反対のデータでは、A は 3.8[V]、B は 4[V] の電圧値を取るなど、手の特定の部分で力を過度にかけていることが分かった。そのため、手全体で均等に力を分配する技術を向上させる必要があることが明確になった。看護学生には、力の加減を改善するための訓練が求められ、実技訓練を通じて技術向上を図ることが重要であると示唆される。

経験者看護師の電圧値の最大値が 4[V] 未満であり、看護学生の電圧値の最大値が 4[V] の結果から、体位変換における動作の質は、経験や実践知によって大きく左右されることが確認され、教科書的知識だけでは再現困難な「力のかけ方」の違いを定量的に捉えることができた。本研究は、看護教育における基本ケア技術の指導に対して、実践知の可視化を可能にする新たなアプローチを提示するものであり、今後の教育支援ツールとしての応用が期待される。さらに今後は、骨格検出や関節角度などの動作情報を取得・分析することで、体位変換における動作全体の質を多角的に分析することが可能になると考えられる。これにより、看護教育における実践知の可視化とフィードバックの精度向上が期待される。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22H00542, JP23K10021 の助成を受けた。本研究は、大阪工業大学倫理審査委員会の承認(承認番号：2025-11)を得て実施した。

参考文献

[1] 西村晃, 矢代清穂, 岩根和子, 山田真理子, 田中和美, 竹内茂和. 体位変換を全日 4 時間毎とした場合の有効性の検討. 日本農村医学会学術総会抄録集, Vol. 56, pp. 225-225, 2007.

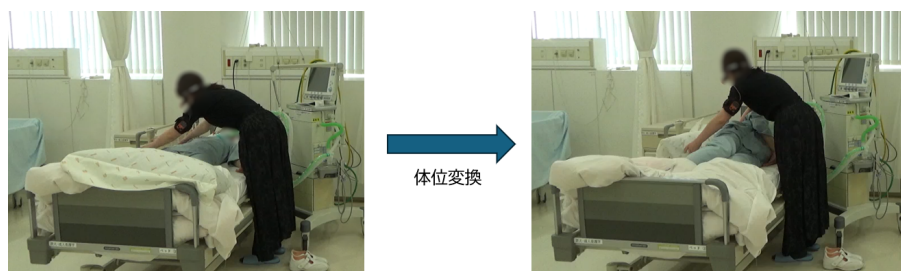


図 4: 仰臥位から左側臥位に体位変換の様子

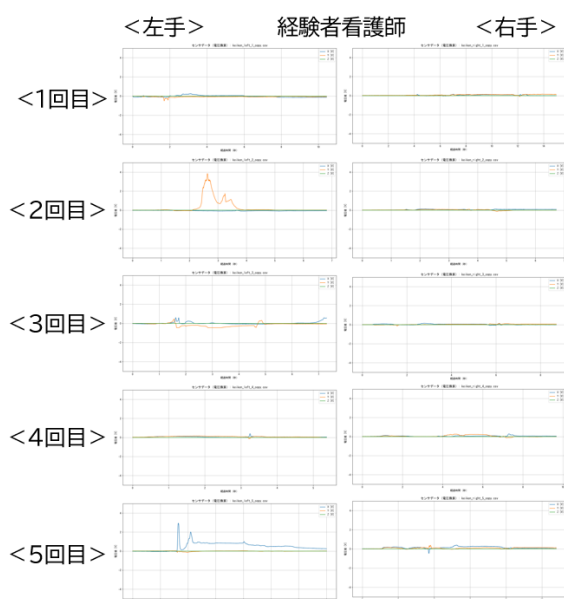


図 5: 経験者看護師の実験結果

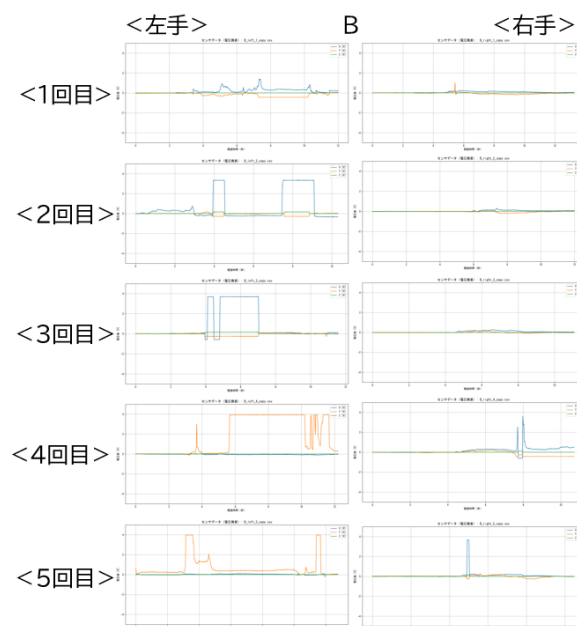


図 7: B さんの実験結果

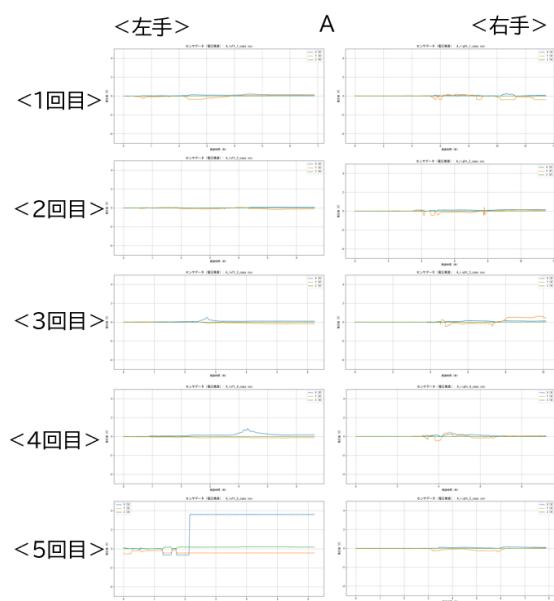


図 6: A さんの実験結果

- [2] 佐竹澄子, 大久保暢子. 看護における「ポジショニング」の「技」の検討. 日本看護技術学会誌, Vol. 14, No. 3, pp. 274-281, 2015.
- [3] 安東由佳子, 片岡健, 小林敏生. 神経難病患者のケアに携

わる看護師のバーンアウトに影響を及ぼす職場環境ストレスの探索. 日本看護研究学会雑誌, Vol. 29, No. 1, pp. 145-155, 2006.

- [4] 藤本学, 島村美香, 小山記代子, 幸史子. 熟達看護師と熟達前看護師の看護実践知に対する認識の差異. 日本看護科学会誌, Vol. 41, pp. 796-805, 2021.
- [5] 山口みのり. 就職直後の新人看護師における体位変換の実践の様相. 日本看護技術学会誌, Vol. 11, No. 3, pp. 56-64, 2013.
- [6] 加悦美恵, 平原直子, 野村志保子. 看護ケアにおける手の触れ方と動作の関連. 日本看護研究学会雑誌, Vol. 36, No. 2, pp. 287-294, 2013.
- [7] 松井優子, 坂井恵子. 看護大学生における褥瘡好発部位の体圧分布とずれをリアルタイムに視覚化する授業の学習効果. 日本看護学教育学会誌, Vol. 25, No. 2, pp. 65-73, 2015.
- [8] 橘弘人, 釜鳴志朗, 美馬達也, 寒川雅之, 金島岳, 奥山雅則, 山下馨, 野田実, 野間春生, 樋口誠良. 3方向カンチレバーを用いた多軸触覚センサの作製と基礎特性. 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌), Vol. 130, No. 6, pp. 223-229, 2010.