

スマートフォンで実行可能な抱っこ姿勢ガイドシステムの開発

○有蘭 英幸 (九州大学), 宮内 翔子 (九州大学), 小西 佳世乃 (金沢大学), 倉爪 亮 (九州大学)

Development of a Baby-Holding Posture Guide System for Smartphones

○Hideyuki ARIZONO (Kyushu University), Shoko MIYAUCHI (Kyushu University),

Kayono KONISHI (Kanazawa University), and Ryo KURAZUME (Kyushu University)

Abstract: Holding a baby is an important behavior that forms a good parent-child relationship. However, there are few opportunities to receive instruction on how to hold a baby comfortably, and it is difficult to reproduce the instructed posture appropriately. To solve this problem, we have developed a baby-holding guide system for smartphones, allowing caregivers to reproduce the instructed posture independently.

1. 緒言

抱っこに代表される身体接触は、良好な親子関係構築の土台となる重要な行動である [1]。しかし、特に妊娠・出産によるダメージを受けた母親にとって抱っこは、同じような姿勢を長時間にわたり保持する必要がある、身体的負担が大きい。また、不適切な姿勢での長時間の抱っこは、児の股関節脱臼の発生や悪化に繋がる可能性もある [2]。さらに、これらの身体的不調は、保育者の精神的な不調と密接に関係している [3,4]。これらの身体的・精神的な不調をできるだけ回避するためには、保育者と児にとって快適な姿勢を保つことが重要である。しかし、保育者が抱っこ指導を専門家から直接受けられる機会は少ない。また、指導後の快適な姿勢を保育者が自立して再現することも難しい。

そこで本研究では、快適な抱っこ姿勢を保育者がいつでもどこでも実施可能な、スマートフォンを用いた抱っこ姿勢ガイドシステムを構築する。また、本システムを用いる場合と用いない場合で、快適な姿勢の再現度や、抱っこに対する自信などがどのように変化するかを計測および調査することで、本システムが保育者にもたらす身体的および精神的効果を検証する。

1.1 システム構成

本システムは、Fig. 1(a)に示すように、快適な抱っこ姿勢を計測するための「お手本撮影」モードと、現在の姿勢を快適な抱っこ姿勢へとガイドするための「練習開始」モードからなる。各モードは独立して実行可能であり、アプリのホーム画面において、どちらのモードを起動するか選択可能である。

「お手本撮影」モードが選択されると、スマートフォンのカメラが起動する (Fig. 1(b))。カメラ起動中は、AI 技術を用いた姿勢推定エンジンである Vision Pose (NEXT-SYSTEM 社) が実行され、カメラ画像と共に、推定された骨格情報が画面上に重畳表示される。助産師による指導直後の、快適な抱っこ姿勢が実施できている状態で「撮影」ボタンを押すことで、カメラ画像の上に骨格情報が描画された画像と Vision Pose で推定された 12 個の 3 次元関節座標が、お手本画像およびお手本骨格情報としてスマートフォン内のフォルダに保存される。次に、「お手本確認」ボタンを押すことで、保存されたお手本画像が表示される (Fig. 1(c))。「再撮影」ボタンを押すと快適な抱っこ姿勢の再撮影へと遷移し、「OK」ボタンを押すとホーム画面へと遷移する。

「練習」モードが選択されると、スマートフォンのカメラが起動する (Fig. 1(d))。右上の「お手本表示」ボタンを押すと、「お手本撮影」モードで取得された、快適な抱っこ姿勢の画像が表示される。「練習開始」ボタンを押すと、Vision Pose による姿勢推定が開始され、現在のカメラ画像上にその骨格情報が重畳表示される。これと同時に、現在の骨格情報とお手本骨格情報の一致度を評価関数によって算出し、得点として左上に表示する。また、現在までの最高得点を得点の右隣に表示する。

「練習終了」ボタンを押すことでガイドが終了し、最高点とその点数に応じたランクおよびユーザへのコメントがランダムに表示される (Fig. 1(e))。最高点が 60 点未満の場合「たまご級」、60 点以上 80 点未満の場合「ひよこ級」、80 点以上 90 点未満の場合「ひなどり級」、90 点以上の場合「にわとり級」とランク付けされる。また、姿勢に関するコメントとともに、育児の励みとなるような児の視点に立ったコメントを表示する。

1.2 評価関数

児を抱っこする際には、上半身の姿勢が特に重要となる。そこで、本システムでは、Vision Pose で計測される 30 点の関節の 3 次元座標のうち、腰上の 9 点に着目する。この 9 点の間接座標より計算された 7 か所の関節角度を用いて、2 つの姿勢間の一致度を評価する関数 E を定義する：

$$E(S, T) = 100 - \alpha \sum_{i=1}^7 |\theta_i^S - \theta_i^T| \quad (1)$$

ここで、 $S = \{\theta_1^S, \theta_2^S, \dots, \theta_7^S\}$ と $T = \{\theta_1^T, \theta_2^T, \dots, \theta_7^T\}$ は、現在の姿勢と快適な姿勢の関節角度の集合をそれぞれ表す。本研究では各関節角度を度数法で記述し、ゲイン α は 1 とした。 θ_i は i 番目の関節角度であり、各関節角度の具体的な位置を Fig. 2 に示す。また、 $E(S, T)$ が 0 未満の場合には $E(S, T) = 0$ とする。

2. 実証実験

本システムが保育者にもたらす身体的・精神的な効果を明らかにするため、快適な姿勢の再現度や抱っこ姿勢の快適さや抱き方に対する不安などが、本システムの有無によってどのように変化するかを計測および調査した。本実験の計測環境と計測対象および計測方法について述べた後、身体的および精神的な効果の検証



Fig. 1 Screenshots of our guide system: (a) Home screen, (b) Capturing a reference posture, (c) Reviewing the captured reference posture, (d) Posture guide screen, and (e) Results screen

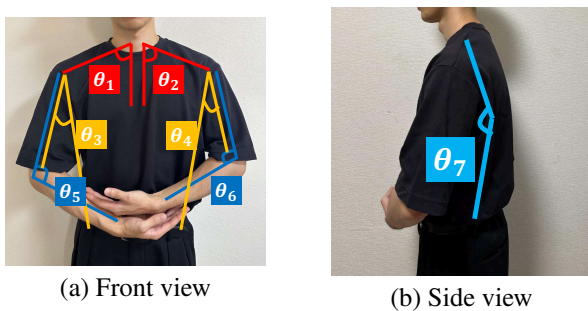


Fig. 2 Joint angles used for postural assessment

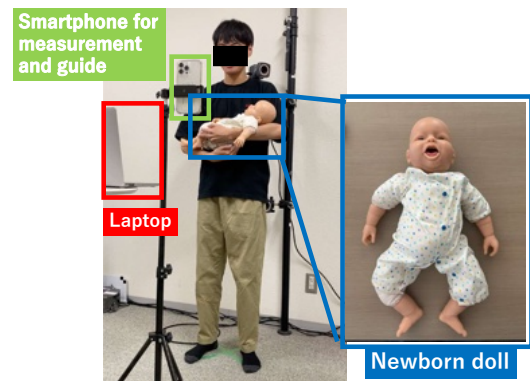


Fig. 3 Measurement environment

結果についてそれぞれ述べる。

2.1 計測環境

Vision Pose による姿勢計測および構築したシステムを実行するため、1台目のスマートフォンを参加者の正面に設置した (Fig. 3)。次に、1台目のスマートフォンの斜め後方に、実験の様子を撮影するための2台目のスマートフォンを設置した。また、今回は助産師による抱っこ指導をオンラインで実施したため、ビデオ通話のできるノート PC を1台参加者付近に設置した。さらに、スマートフォン上に表示されるお手柄画像を見やすくするため、スマートフォンの画面をミラーリングしたノート PC1 台を参加者付近に設置した (Fig. 3)。

2.2 計測対象および計測方法

本実験には、保育者として、育児経験のない成人男性5名が参加した。また、抱っこされる児として、新生児人形 (株式会社エムシーピー, MC-003, Fig. 3) を用いた。人形の体型は新生児を想定しており、身長約 50 cm, 体重約 2,800 g, 頭囲約 31 cm である。計測時には、参加者1名あたり4回の抱っこを実施し、そのときの抱っこ姿勢を計測した。1回目は、参加者に自身が適切だと思う抱っこ姿勢を実演してもらい、Vision Pose で姿勢を計測した。2回目は、1名の助産師から抱っこ姿勢の指導を受けてもらい、快適な抱っこ姿勢が取れた状態で、VisionPose での計測およびガイドシステムを用いたお手柄データの取得を実施した。3回目は、ガイドシステムを用いずに、快適な抱っこ姿勢を

再現してもらい、Vision Pose で姿勢を計測した。4回目は、ガイドシステムを用いて快適な抱っこ姿勢を再現してもらい、Vision Pose で姿勢を計測した。各抱っこ後に、2分間の休憩とアンケート調査を実施した。具体的なアンケート内容を Table 1 に示す。ただし、Q3 および Q4 については、4回目の計測終了後にのみアンケート調査を実施した。

全ての参加者に対して、本研究を通し、個人名や画像が第三者に特定されることがないこと、参加は自由意志であり拒否における不利益はないこと、並びに本研究の目的と内容を事前に説明し、口頭と書面で同意を得た上で、本計測を実施した。また、本研究は九州大学大学院システム情報科学研究院実験倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号: シス情認 2024-5)。

2.3 身体的な効果の検証

本ガイドシステムがユーザにもたらす身体的な効果を検証するため、ガイドシステムの有無による快適な抱っこ姿勢の再現度の変化を、Vision Pose で得られた3次元の骨格情報を用いて定量的に評価した。具体的には、2回目の計測で得られた助産師による指導後の快適な抱っこ姿勢をお手柄姿勢として、お手柄姿勢とそれ以外の計測結果との一致度を式 (1) を用いて比較した。式 (1) で得られた得点が高いほど、注目姿勢とお手柄姿勢の一致度が高いことを示す。全参加者に対する1回目、3回目、4回目の得点を、Table 2 に示す。ま

Table 1 Questionnaire Content

Questions	Options
Q1 抱っこ姿勢は快適でしたか？（快適とは：抱っこしやすい、体に痛みがないなど）	1. 不快 2. やや不快 3. どちらともいえない 4. やや快適 5. 快適
Q2 赤ちゃんの抱き方に対する不安はありますか？	1. とても不安 2. 少し不安 3. どちらともいえない 4. あまり不安ではない 5. 全く不安ではない
Q3 姿勢を改善するのにアプリは役に立ちましたか？	1. 役に立たない 2. あまり役に立たない 3. どちらでもない 4. やや役に立つ 5. 役に立つ
Q4 ガイドシステムにおける最後のコメントによって育児に対する気持ちはどのように変化しましたか？	1. 不安になった 2. やや不安になった 3. 変わらない 4. やや自信がついた 5. 自信がついた

た、計測された参加者3の抱っこ姿勢を Fig. 4 に示す。

Table 2 から分かるように、全ての参加者において、ガイドシステムを用いない3回目の得点よりも、ガイドシステムを用いた4回目の得点が高くなっている。また、3回目と4回目の得点に対して有意水準5%で片側t検定を行ったところ、P値が0.02となり有意な差が認められた。以上の結果より、本システムは快適な姿勢の再現度を高めるために有効であると考えられる。

また、助産師による指導前の1回目と、指導後の2回目の姿勢に着目すると、 θ_1 - θ_4 、 θ_7 においては最大18度の差しかみられなかったのに対し、左右の腕の関節角度 θ_5 と θ_6 (Fig. 4)においては最大40度の差が見られた。助産師による指導時には、指導者と児との密着度が特に重視されており、児と保育者が密着した結果、両腕の関節角度が大幅に小さくなったと考えられる。3回目と4回目でも θ_1 - θ_4 、 θ_7 においては最大15度の差しかみられなかったのに対し、 θ_5 と θ_6 では最大20度と大きな差がみられたことから、本ガイドシステムは児と保育者の密着度を高めるのに効果的であると考えられる。

2.4 精神的な効果の検証

本ガイドシステムがユーザにもたらす精神的な効果を検証するため、各抱っこの直後に、抱っこ姿勢の快適さや抱き方に対する不安の有無についてアンケート調査を行った。Table 1 に具体的なアンケート内容を示す。回答項目は1から5の選択肢からなり、数字が大きいほど快適、または不安がないことを表す。本研究では各項目の数字をポイントとみなし、評価を行った。得られたアンケート結果を Fig. 5 に示す。

Fig. 5 から分かるように、抱っこの快適さに関する

Table 2 E(S, T) for each baby-holding posture

Participant No.	First	Third (without our system)	Fourth (with our system)
1	37.4	86.6	89.9
2	81.1	75.5	90.5
3	0.0	62.0	73.6
4	22.8	52.8	84.9
5	85.8	76.8	85.5
Average ± SD	45.4± 37.2	70.7± 13.3	84.8± 6.7

Q1 では、専門家からの指導直後（2回目、Fig. 5 右端）は快適さが平均4.8ポイントと最も高く、指導前に実施した抱っこ（1回目、Fig. 5 左端）は平均3.6ポイントと最も低かった。ガイドシステムを用いずに指導後の姿勢を再現した場合（3回目、Fig. 5 左から2番目）には、指導前よりは快適さが向上しているものの、指導直後よりは0.6ポイント低下した。一方、ガイドシステムを用いた場合（4回目、Fig. 5 左から3番目）には、平均ポイント4.6と3回目よりも0.4ポイント上昇しており、専門家からの指導直後により近い快適な抱っこが取れていることがわかる。また、3回目と4回目のポイントに対して有意水準5%で片側t検定を行ったところ、P値が0.08となり有意差は見られなかったものの、ガイドシステムを用いることにより快適度が上がる傾向が確認された。

抱き方に対する不安の有無に関するQ2では、専門家からの指導直後（2回目、Fig. 5 右端）は平均4.6ポイントと最も不安がない状態であるのに対し、ガイドシステムを用いずに指導後の姿勢を再現した場合（3回目、Fig. 5 左から2番目）には、抱き方に対する不安が1.4ポイント増加していることが分かる。一方、ガイドシステムを用いた場合（4回目、Fig. 5 左から3番目）には、平均ポイント4.0と3回目より0.8ポイント不安が減少しており、3回目よりも不安が少ないことがわかる。また、3回目と4回目のポイントに対して有意水準5%で片側t検定を行ったところ、P値が0.12となり有意差は見られなかったものの、ガイドシステムを用いることにより不安が小さくなる傾向が確認された。

しかし、参加者4についてのみ、3回目後のアンケートでは抱き方に対する不安がなかったにもかかわらず、4回目のお手本がある状態のほうが不安が増していた。この参加者4の姿勢の再現度に着目すると、Fig. 2 に示すように、3回目と4回目の点数差が他の参加者よりも大きいことが分かる。この結果より、参加者4については、ガイドシステムを用いることにより、システムを用いずに再現していた姿勢が、お手本姿勢と予想以上にずれていることを認識したため、システムを用いた場合に不安が1ポイント増加したと考えられる。

また、ガイドシステムの有用性に関するQ3とQ4の平均ポイントはどちらも4.8と高かった。この結果より、本システムは姿勢の改善や、育児に対する自信の向上に貢献できると考えられる。

3. 結言

本研究では、専門家による指導直後の快適な抱っこ姿勢を、保育者がいつでもどこでも再現可能な、ス

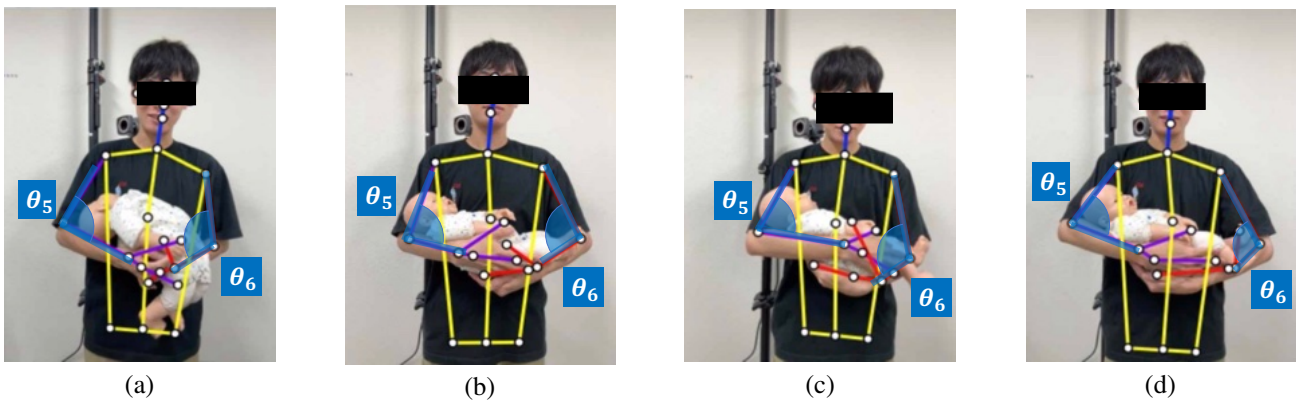


Fig. 4 Baby-holding postures of participant No.3: (a) First holding, (b) Second holding (reference posture), (c) Third (without our system), and (d) Fourth (with our system)

スマートフォンを用いた抱っこ姿勢ガイドシステムを構築した。また、本システムを用いる場合と用いない場合で、快適な姿勢の再現度や、抱っこに対する自信などがどのように変化するかを計測および調査した。その結果、本ガイドシステムを用いることで、抱き方に対する不安を低減しつつ、指導直後に近い快適な抱っこ姿勢を再現できることが分かった。

しかし、本システムにおけるガイドは、指導直後のお手本画像の表示と、現在の姿勢とお手本姿勢の一致度を示す得点の表示のみとなっている。そのため、どこをどのように動かせば姿勢が改善されるかが分かりづらいという問題がある。そこで今後は、現在の姿勢をお手本姿勢に近づけるために動かすべき関節やその方向などを、ガイド画面上に重畳表示できるように、システムの改良を目指す。

References

- [1] 発達初期の抱きと抱きにくさに関する縦断研究, 根ヶ山ら, 2020.
- [2] 先天性股関節脱臼予防と早期発見の手引き, 岡ら, 平成 28 年度日本医療研究開発機構研究費成育疾患克服等総合研究事業.
- [3] 乳児をもつ母親の特徴と育児支援, 久保ら, 2009.
- [4] 妻の妊娠期と産後における夫(父親)の心身の健康度とその関連要因について, 高木, 2017.

Fig. 5 Questionnaire Results

