

CPR 姿勢分析システムを使用した 救命プロフェッショナルの CPR 姿勢分析

CPR posture analysis for lifesaving professionals using CPR posture analysis system

山上泰樹[†] 井上滯南[†] 皆月昭則[†]

釧路公立大学[†]

1. はじめに

心停止というわたしたちの日常に潜むリスクに対抗する手段として、心肺蘇生法（以下 CPR）という救命手法がある。CPR は心停止という日常の脅威に対する唯一の対抗策であるが、その手法や訓練法は科学的根拠が乏しいという課題があった。我々は Azure Kinect DK を使用し、CPR 姿勢を Body tracking によって分析する“CPR 姿勢分析システム”を開発した。本研究にて開発した CPR 姿勢分析システムは Azure Kinect DK を用いて、正面・側面の 2 方向から CPR における胸骨圧迫時の上肢・下肢の姿勢を可視化した。姿勢を意識させる CPR 訓練システムの開発によって、胸骨圧迫時の姿勢と圧迫（除圧を含む）の客観的評価を可能にした。

本実験は、救急救命士や医療者などの救命のプロフェッショナル職の CPR 姿勢を分析し、両肘・両肩、胸部、臍部、臀部（腰部）の関節を観測、圧迫時の関節角度の範囲を解明することを目的とした。本実験によってこれまで精細な数値として明らかにされていなかった CPR 姿勢を解明した。

2. CPR 姿勢の科学的根拠についての現状

現在、CPR の適切な姿勢として推奨されているのは、図 1 に示す日本蘇生協議会監修の JRC 蘇生ガイドライン（医学書院）にて推奨されている方法である。

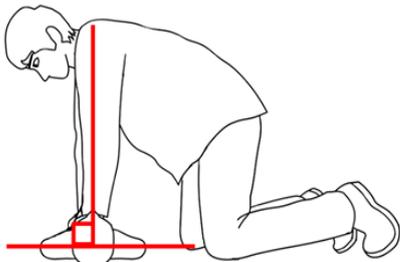


図 1 CPR の基本姿勢（イメージ図）

ガイドラインの方法の中には、科学的根拠の確実性が低いものが含まれており、CPR の適切な姿勢については未だ解明されていないのが現状である。

3. CPR 訓練の NUI アプリケーション開発

CPR 訓練時の身体の姿勢変化の入力検知センサーデバイスとして用いた Azure Kinect DK（以下 Kinect）は、Windows PC に接続する NUI（Natural User Interface）用入力センサーデバイスである。CPR 訓練時における姿勢の動作（形；カ

タ）の抽出、そして判定アルゴリズムの開発には、CPR を行う際に身体全体を入力検知して、ユーザーインターフェース化することが必要不可欠である。そのため、本研究では Kinect を使用して、CPR 訓練時の身体全体を捉えて、いわば身体全体を入力検知することで、全体から部分（肘、肩など）の変動を抽出して、CPR の姿勢の形（カタ）の正誤判定を行うための Kinect を用いた NUI アプリケーションを実装した訓練システムを開発した。

関節角度の導出については以下の図 2 に示すように、観測したい関節を中心として、隣り合う 2 点の座標をもとに角度を導出している。

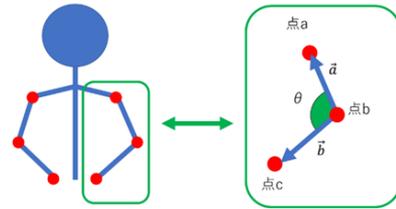


図 2 関節角度の導出例（左肘の場合）

4. システムのインターフェース概要

インターフェースでは、AR（拡張現実）表示で訓練者の訓練姿勢を可視化し、分析可能なシステムを開発した。よって、本システムはモーションキャプチャーなどで必要とされる、ウェアラブルデバイスの装着を必要とせずに CPR の正しい（あるいは誤った）姿勢の判定が導出可能である。

図 3 のように正面の Kinect 表示インターフェースは、リアルタイムで左右の肘・肩の検知・関節角度を導出する。音声検知による圧迫回数の表示を行っている。

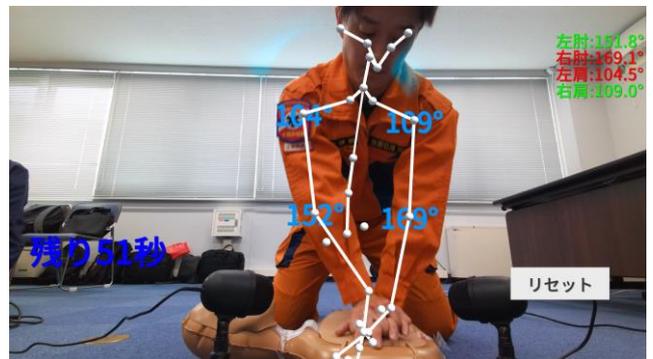


図 3 正面インターフェース画面

圧迫回数については、CPR 訓練用人形（ミニアン）を適切な位置と深さ（約 5 cm）で圧迫・除圧した際に発生する

CPR posture analysis for lifesaving professionals using CPR posture analysis system

[†]Taiki Yamakami, [†]Miona Inoue, [†]Akinori Minaduki

[†]Kushiro Public University Minaduki lab

クリッカー音（金属音）2回をマイクによって検知し、2回のクリッカー音で1回の圧迫回数として計数処理する。音声認識による圧迫の検知と同時に姿勢を検出し、関節角度を判定・記録する。

5. 実験方法

本実験は救命プロフェッショナル（医療者）を対象として、計32名の約1200回分の圧迫を分析、それぞれの関節角度の範囲を明らかにすることで、より実践に即したCPR姿勢の解明を目的とした。救命プロフェッショナルの実験にご協力いただいたのは海上保安庁第1管区釧路航空基地様、釧路市消防本部愛国支署様、陸上自衛隊釧路駐屯地様の3機関である。

本システムを使用して1名につき1分間の訓練を行い、訓練中の圧迫データ（関節角度）を分析する。分析に用いるデータは、適切な位置と深さで圧迫がされたものに限るため、音声認識によって適切な圧迫時のクリッカー音を検知した場合にのみ観測した圧迫データを使用している。関節角度のデータは訓練画面の画像データによってストックする。



図4 釧路市消防本部愛国支署での訓練

6. 実験結果

実験結果は以下の図5,図6に示す通りとなった。

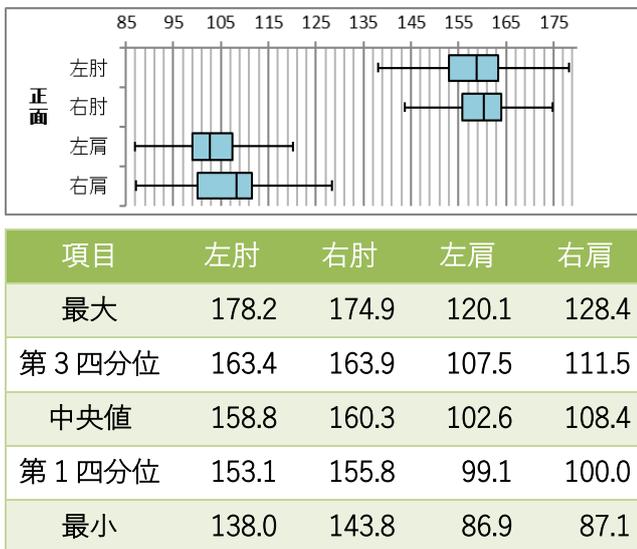
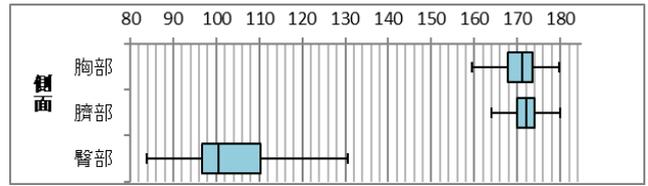


図5 正面システム観測点の分析結果



項目	胸部	肘部	臀部
最大	179.8	180.0	130.5
第3四分位	173.6	174.1	110.3
中央値	171.2	172.0	100.4
第1四分位	167.9	170.0	96.8
最小	159.5	164.0	83.8

図6 側面システム観測点の分析結果

本実験の結果から、圧迫時の姿勢について各関節がどのような状態であれば適切な圧迫が可能なのかという点について解明した。従来のガイドライン等では“腕をまっすぐ伸ばす”や“胸を張る”など、あくまでも意識する点についての表現のみであったが、本研究によって正確な数値としてCPR姿勢を解明したことによって、CPR姿勢・手法の科学的根拠として新たな知見が得られた。

7. おわりに

本研究は情報技術を用いた姿勢分析を通じて、救急救命の開始点であるCPRについて、より効果的な訓練方法の確立ならびに、適切なCPRの手法について科学的根拠を明確にすることを目的としている。本実験の分析結果は、これまで解明されていなかった“CPR姿勢を構成する関節における曲がり許容範囲”を解明した。また、本実験を含め、本研究によって蓄積された訓練データをもとに更なる新知見として、手の置き方による各関節角度に対する影響、性差や体格差による関節角度の差異等の解明すべき課題が複数発見された。今後、これらの課題を解明していくことによって、適切なCPR姿勢の解明に近づいていくと考える。

8. 謝辞

本研究は、日本学術振興会の科学研究費助成事業において2024年度基盤研究(C) 科研費課題番号23K11336に採択されたテーマ「CPRにおける胸骨圧迫の最適な姿勢・動作の解明」の関連研究であり、国民の皆様をはじめ関係各位に感謝いたします。また、本実験にご協力いただいた海上保安庁第1管区釧路航空基地様、釧路市消防本部様、陸上自衛隊釧路駐屯地様に深く感謝申し上げます。

参考文献

[1] JRC 蘇生ガイドライン 2020 作成編集委員会, “JRC 蘇生ガイドライン 2020”, 2021.
 [2] 山上泰樹, “CPR 訓練システムを使用した胸骨圧迫姿勢における手の置き方の分析”, 2023
 [3] マイクロソフト, “Azure Kinect DK のドキュメント”, <https://learn.microsoft.com/ja-jp/azure/Kinect-dk/>