

CPR における胸骨圧迫時の骨格・姿勢情報の検討 A study of Skeletal and Postural Data during Chest Compressions in the CPR

榊原 圭吾[†] 遠藤 大夢[‡] 皆月 昭則[†]
Keigo Sakakibara Hiromu Endou Akinori Minaduki

1. はじめに

CPR は心肺蘇生法の英略語で、病気・負傷などにより呼吸や心臓が停止している人に対し、胸を強く圧迫したり息を吹き込んだりして心肺機能が安定するまで継続すべき救命手法である。本研究では CPR の胸を強く圧迫するという動作、いわゆる胸骨圧迫時に着目して全身骨格の計測から姿勢情報を検討した。全身骨格の計測から姿勢情報の取得には、人体実験に対する倫理指針の WMA ヘルシンキ宣言に遵守するため、2 種の心肺蘇生訓練人形を使用した。

全身骨格の計測には、Azure Kinect DK (以下 Kinect) と姿勢推定 (Pose Estimation) AI エンジンの VisionPose (ビジョンポーズ) を使用した。VisionPose はマーカーレスで Kinect のような深度センサに依存せず複数人の骨格座標 (30 箇所) を計測するシステムであり、心肺蘇生訓練人形で Kinect と VisionPose システムを用いて CPR 訓練を実施して胸骨圧迫時の骨格・姿勢情報を検討した。

2. CPR 訓練の NUI アプリケーション ; Kinect 版

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 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する必要あり、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。CPR の訓練は運動量が激しいため、モーションキャプチャ等で必要とされるウェアラブルデバイスの装着は計測する上で適していないため Kinect を使用した。

2.1 CPR 訓練システムの関節角度の閾値導出の実験

CPR 姿勢を分析する CPR 訓練システムにおいて、姿勢総合点を導出する際に、訓練中の関節角度の数値をもとに客観的評価を行った。この関節角度の閾値について、より正確な数値の解明を目的として、2023 年 7 月に 68 名 (18~21 歳) の一般市民を対象として実験を実施した。

2.2 実験 : CPR 姿勢の関節角度分析

CPR の関節角度の分析を目的とした実験において、取得したサンプル数は圧迫回数約 3500 回分である。圧迫 1 回の検知につき、上肢・下肢の関節角度をシステム内で記録し、合計 7 か所の関節角度の数値を統計分析することで、圧迫時の適切な関節角度の閾値を導出した。

角度閾値はシステムに実装する点を考慮し、四分位範囲を使用している。四分位範囲を使用する理由としては、関節角度のデータはすべて正規性が有していることを確認したことにした。閾値にデータの中央 50% である四分位範囲理由には、表 1 の赤色数値の最小値~最大値を利用すると数値の幅が広すぎるので正確な姿勢判定ができないからである。上肢の関節角度については肘 (左・右) ・肩 (左・右) の計 4 点の観測点があり、それぞれの分析結果 (平均、中央値、最大、最小) と、四分位範囲 (角度閾値) は以下の表 1 の結果となった。

表 1 上肢角度の分析結果

	平均値	中央値	最大	最小	角度閾値
左肘	152.1°	152.5°	180.0°	100.8°	145.3° ~ 159.8°
右肘	153.4°	152.8°	180.0°	100.1°	146.1° ~ 161.4°
左肩	109.9°	110.3°	170.6°	88.6°	105.6° ~ 113.7°
右肩	106.9°	106.2°	144.1°	88.4°	102.5° ~ 110.4°

表 2 下肢角度の分析結果

	平均値	中央値	最大	最小	角度閾値
胸 (胸部)	171.1°	171.5°	179.9°	150.3°	168.7° ~ 174.0°
へそ (臍部)	170.6°	170.9°	180.0°	141.6°	167.8° ~ 173.7°
お尻 (臀部)	104.6°	102.0°	137.8°	63.7°	99.0° ~ 107.7°

下肢の関節角度については胸・へそ・お尻の計 3 点の観測点によって、それぞれの分析結果は以下の表 2 の通りと

[†] 釧路公立大学 Kushiro Public University

[‡] 釧路公立大学 Kushiro Public University Minaduki Lab.

なった。本実験の結果から適切な胸骨圧迫姿勢になる関節角度の範囲が判明した。また、実験で得たデータはすべて正規性を有していた。

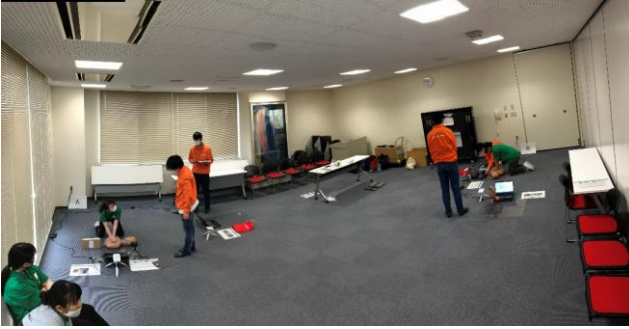


図1 実験の様子 (Kinect 版)

2.3 実験結果の考察

本研究の Kinect 版の実験によって、CPR 姿勢における各関節の角度が明らかになった。胸骨圧迫は従来まで心臓を圧迫できればそれでよしという雰囲気であったが、本実験での訓練者の圧迫を分析した結果、適切な圧迫を行う際の関節角度の分布が判明し、全ての関節でその角度の四分位範囲は15度以内に収束しているということが明確になった。

CPR の適切な姿勢の解明において、本実験は従来の姿勢点数（評価）導出法の改良に大きな手がかりになった。

3. CPR 訓練の姿勢推定 AI エンジンの VisionPose

VisionPose は、2節で述べた Kinect と異なり、深度センサを使わずにカメラ画像を使用して骨格を検出する高精度の AI 姿勢推定エンジンである。ひとりあたり、人体 30 箇所を最大 60FPS でリアルタイムに検出可能である。VisionPose も Kinect と同じようにリアルタイムの姿勢推定とディスプレイ映像への表示 (BodyAndColor) が可能である。

システム構成は、図2に示すように1台の PC で2台の計測カメラをコントロールすることが可能である。

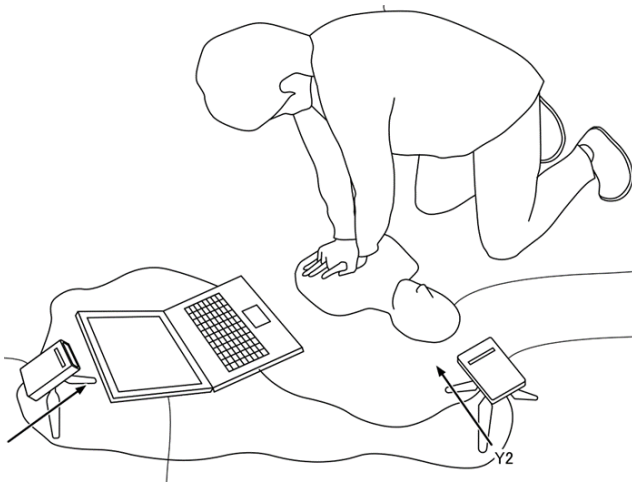


図2 システム構成 (VisionPose 版)

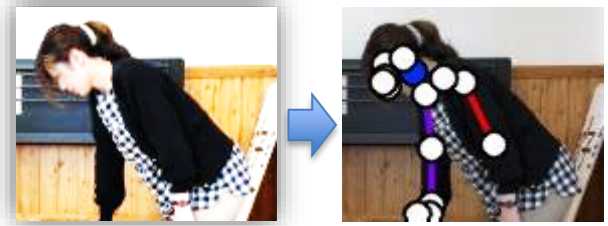


図3 CPR 姿勢の VisionPose カメラ処理画像 (右画像)

3.1 実験結果の考察

VisionPose 版の実験結果は登壇発表で述べる。

4. おわりに

本研究は CPR という人命救助の最前線に関わる救命方法について、未解明である姿勢の形（留意しなければならない骨格角度）について解明していく研究である。本研究が心停止に襲われた人々を救う一つの足掛かりになればと願って、CPR の適切な姿勢について解明していく。

心停止は誰にでも日常に潜むリスクである一方で、CPR 訓練をしておくことによって姿勢の矯正（修正）ができるという面もある。いずれにしても適切な CPR 姿勢の解明によって、より多くの人命を救う一助となれるよう、今後も本研究を発展させていく。

謝辞

本研究は、科研費事業の研究採択テーマ課題番号 23K11336、研究課題名「CPR における胸骨圧迫の最適な姿勢・動作の解明」の関連研究である。

参考文献

- [1] 山上泰樹, “CPR フォーム指導システムを用いた訓練の効果についての検討”, 2023.
- [2] 栗谷川知紀, “CPR 訓練システムの開発と評価”, 2021
- [3] 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.
- [4] 土屋真人, “スポーツ・健康づくりの指導に役立つ姿勢と動きの「なぜ」がわかる本肩の筋編”, 2018.
- [5] 深代千之, “オールカラー骨・関節・筋肉の構造と動作のしくみ”, 2014.
- [6] 医療情報科学研究所, “フィジカルアセスメントがみえる第1版”, 2015.
- [7] マイクロソフト, “Azure Kinect DK のドキュメント”,
- [8] <https://learn.microsoft.com/ja-jp/azure/Kinect-dk/>
- [9] 2023年6月リンク確認.
- [10] 厚生労働省, “「血圧」健康イベント&コンテンツ”,
- [11] <https://www.smartlife.mhlw.go.jp/event/disease/pressure/>, 2023年6月リンク確認
- [12] ILCOR “2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendation.”, 2021
- [13] 国立研究開発法人 国立循環器病研究センター, “救急蘇生法：ハンズオンリーCPR”,
- [14] <https://www.ncvc.go.jp/hospital/pub/knowledge/disease/cab/>, 2023年6月リンク確認
- [15] 高木晴良, “系統看護学講座 基礎分野 統計学第7版”, 2016.