

CPR 訓練システムを用いた胸骨圧迫の姿勢・動作の解明と展望 Elucidation and future prospects of chest compression posture and motion using CPR training system

皆月 昭則[†] 山上 泰樹[‡]
Akinori Minaduki Taiki Yamakami

1. はじめに

毎年、12 万人以上が日常生活において心停止の危機に見舞われている。心停止が疑われる救命の開始点は、第一に心停止者の早期認識と通報する市民の意思決定と行動であるが、市民が心停止者に対して実施する心肺蘇生法の正確な実技教育が確立していない。この課題へのアプローチとして、2009 年から心肺蘇生法の実技を中核にした救命の開始点の教育支援システムを医療者・学会関係者・市民に公開しながら、機能の改良を積み重ねてきた。システムでは心肺蘇生法の実技を市民が体験できるようにするため、圧迫力や姿勢検知センサーにゲーム機デバイス（バランス Wii ボードや Kinect）を活用してきた。最新システムは姿勢検知するセンサーデバイスの Kinect に集約し、最適な圧迫深さ 5~6cm の上限値に変化するデータから高い認識・分類精度の判定機能によって、最適な圧迫深さになる姿勢を指南する実技支援を行う、世界初の試みを実施してきた。研究では、システムを使用した正確な心肺蘇生法の姿勢の特徴を解明するため、市民の実技データの収集で特徴量データを取得した。正しい心肺蘇生法は救命の連鎖の開始点であり、システムを用いた心肺蘇生法の実技による姿勢の構成要素を明らかにし、実用化に向けた試みもしてきた。

1.1 システム 2009 の開発

2009 年の開発では、模擬人形の胸骨への圧迫力を検知し、救命の連鎖ストーリーを学ぶ実技支援システムを公開した。図 1 のようにシステムは、①バランス Wii ボード、② Bluetooth 受信機、③ Web カメラ、④ Windows OS の PC、⑤ 圧迫力・重心を処理するアプリケーションで、市民が身近に CPR 実技に向き合えるようにして、課題を明確化した。

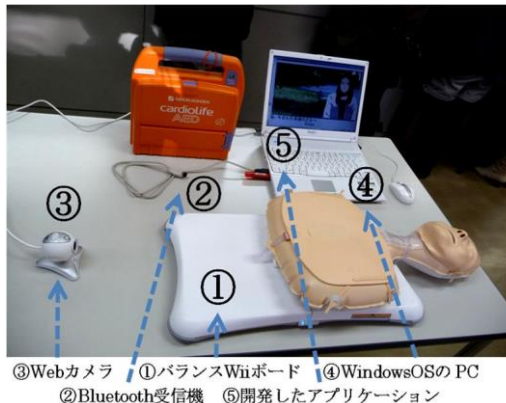


図 1 システム 2009

システム 2009^[1]は、心停止の人の発見から救急車要請・救急隊員への引き渡しまでを、7 分間のアニメーションによる救命の連鎖ストーリーで構成した。図 2・図 3 のように前半の 3 分間は「救命の連鎖」の意思決定に関わるシーン、後半の 4 分間は心停止の人への気道確保や CPR の実技シーン、そして AED の模擬使用が可能である。



図 2 「救命の連鎖」意思決定アニメーション



図 3 CPR の実技シーン ; (a)胸骨圧迫の動的キャプション表示 (b)胸骨圧迫の姿勢表示 (c)圧迫荷重表示

1.2 システム 2013~2019 の開発

2013 年の開発^[2]では、CPR の姿勢データを取得するためセンサーカメラ（Microsoft Kinect for Windows センサー Version1）デバイスを導入した。以降、2019 年までに各種デバイスの換装を繰り返し続けた結果、センサーカメラ（Microsoft Kinect for Windows センサー Version2）デバイスは、図 4 のように赤外線画像と高精細な姿勢の HD 画像

[†] 釧路公立大学 Kushiro Public University

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

(1920×1080) で、骨格の変位に対する検知 (25 カ所) が可能になった。また、拡張現実(AR)による両腕の可視化 (スケルトン表示) と深度センサーのセンシング方式の変更で、CPR 実技の動作時の変位 (前よりの姿勢・後よりの姿勢) を検知可能にした。CPR の実技の判定評価では、バランス Wii ボードと Kinect を同期させたことで、圧迫力と腕の変化 (屈曲位・伸展位) を可視化し、AR によって、実技中の姿勢を視認確認しながら、CPR 実技時に姿勢を正誤補正することが可能になった。図 5 は CPR 時の幼児人形実技において後退ぎみの姿勢の検知・報知機能である。また、図 6 は CPR 訓練の実技に、CPR の方法・注意周知のスマートフォン向け解説アプリで確認できるようにした。

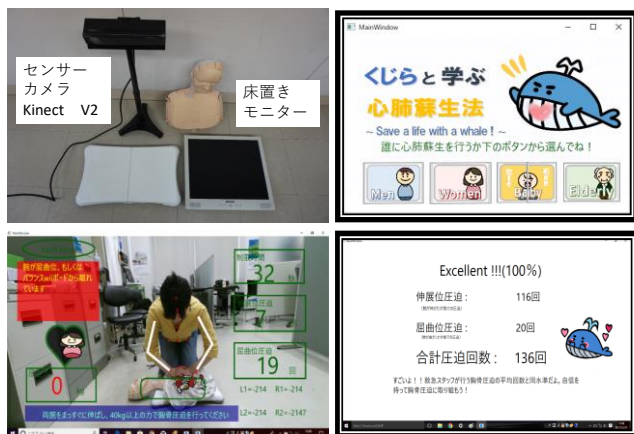


図 4 システム 2019



図 5 後退ぎみの姿勢の検知・報知機能



図 6 CPR 実技の方法・注意周知アプリ

1.3 システム 2023 の開発

2023 年の開発³⁾では、CPR の正しい姿勢・動作については従前のシステムのデータ取得では未解明な課題に対応するために 15 年以上にわたる技術や実験のノウハウを結

集して新たな CPR 訓練システム 2023 を開発して胸骨圧迫の姿勢・動作の解明のために実験分析した。近年に開発した CPR 訓練システムは姿勢検知するセンサーデバイスの Kinect は Azure Kinect DK センサーカメラを用いて、訓練者の正面・側面の 2 方向から CPR 訓練中における胸骨圧迫の身体の精密な関節角度を取得が可能になった。また、システムでは胸骨圧迫時の圧迫と除圧が成立しているのか、CPR 訓練人形から発せられるクリッカー音 (金属音) を取得し音声認識処理を実装しており、計数処理したデータを分析した。CPR 訓練システム 2023 を用いた実験を 2 つにわけて、第一実験では CPR の利き手の上下の変更の影響を分析した。第二実験では CPR 姿勢の 7 か所の関節角度を取得して、圧迫時の適切な関節角度の閾値を導出した。

1.3.1 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 7 に示すような日本蘇生協会監修の JRC 蘇生ガイドラインにて推奨されている方法である。主な意識すべき点としては“肘を曲げず”に胸骨を“真上から地面と垂直に体重をかけて押す”という点である。しかし、人体の構造上、圧迫時に肘は衝撃を受けるため、必ずしも真っ直ぐ (180°) になるとは限らない。よって CPR 姿勢を構成する関節の角度の許容値は未解明であるというのが現状である。ガイドラインの記載中の文章では、明確になっていないことが含まれており、CPR の適切な姿勢については未だ解明されていない。

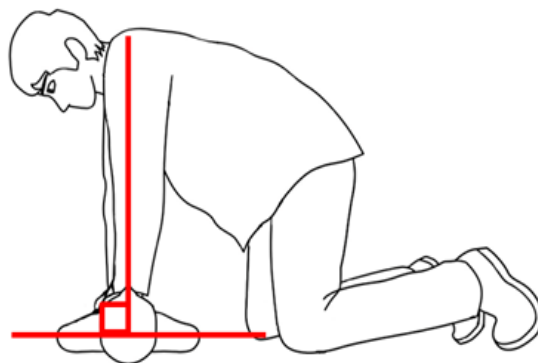


図 7 CPR の基本姿勢 (イメージ図)

2. システム 2023 のインターフェース概要

インターフェースでは、より精細な AR (拡張現実) 表示で訓練者の訓練姿勢を可視化し、CPR 実技可能なシステムを開発した。また、Kinect の Body Tracking 検知データについては解剖学的知見に依拠した判別処理をした。よって、本システムはモーションキャプチャなどで必要とされる、ウェアラブルデバイスの装着をしなくても、CPR の正しい (あるいは誤った) 姿勢の判定が可能である。

図 8 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・評価を導出し、訓練者に認識しやすいように点数変換 (100 点法) 表示した。コメント表示は解剖学的知見に依拠した各関節の状態に応じて表示し、レッドの矢印マーカーが表示されるとインターフェースでは誤った訓練者の姿勢の箇所を指摘し、修正すべき箇所に対して表示するようにした。

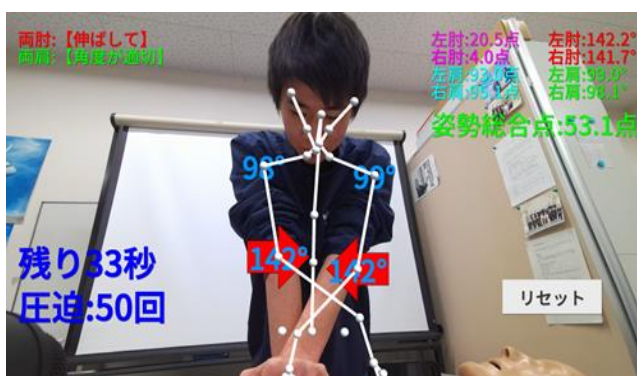


図 8 正面の Kinect の AR 表示

図 9 のように側面の Kinect 表示インターフェースでは、解剖学的知見に依拠した胸（胸部）、へそ（腹部）、お尻（臀部）の検知・評価をリアルタイムで実行処理して、正面インターフェースと同様に点数やコメント、修正すべき方向への矢印マーカーをインターフェース内に配置した。これらのインターフェース内の機能はゲームエンジンの Unity を使用した処理によって高速化した。



図 9 側面の Kinect の AR 表示

3. 圧迫回数の計数処理

図 10 のようにシステムにおいて実装した圧迫回数の計数処理は、CPR 訓練用人形を適切な深さまで圧迫した際に発生する圧迫・除圧時のクリッカー音の合計 2 回を単一指向性マイクによる音声認識で検知し、圧迫回数 1 回として計数処理している。

クリッカー音について、適切な深さに達していた場合と達していない場合では音圧に差異が生じる。本システムではその差異の計測サンプルを分析して利用して、適切な音圧（平均 77.9dB 以上）のみを圧迫回数として音圧認識している。実験によって取得されたデータからは、圧迫回数と姿勢総合点の間には正の相関関係があることが明確になった。システムの訓練時間は 1～8 分間（救急車が到着する平均時間）の設定が可能であり、インターフェース左下部に訓練の残り時間のカウントダウンが表示される。また、圧迫回数については、CPR 訓練用人形を適切な深さ（約 5 cm）まで圧迫・除圧した際に発せられるクリッカー音（金属音）2 回を単一指向性マイクによって検知し、2 回のクリッカー

音が適切なタイミング集音判別されることによって 1 回の圧迫回数としてシステムで計数処理している。

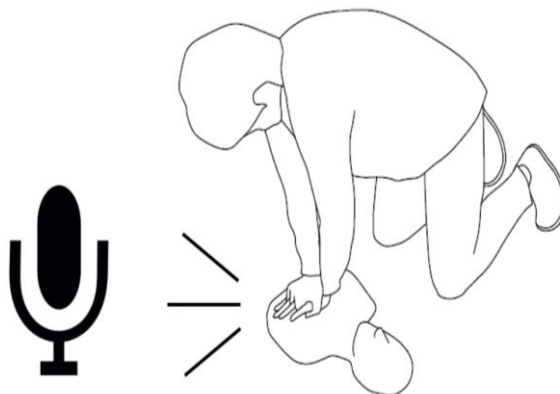


図 10 圧迫成否の音圧認識イメージ

4. 正確な CPR の前提となる手の置き方の検討実験

はじめに CPR を実施するにあたっての重要な要素の一つとして、手の置き方（カタ；以下、手のカタ）が挙げられる。従来、手のカタに着目した CPR の効果への影響について研究はなく、手のカタによって CPR の姿勢にどのような影響があるかは未解明であった。一方で、実際に CPR 訓練を行う際に、訓練者からは手の置き方はどうすればいいのかという問い合わせがあり、訓練の途中で置き方・組み方を変える訓練者も見受けられてきた。

そこで、CPR 訓練を行うはじめに重要な要素である“手”のカタについて、利き手の上下の変更が及ぼす影響を訓練システム（正面・側面）からの姿勢総合点と運動負荷（脈拍の増加量）の 2 つの観点から分析した。

CPR は運動負荷が大きく、システムを使用した 1 分間の訓練でも発汗するなど相当の運動量が必要とされる。心停止の場面に遭遇して救命活動を行う際、救急車が現場へたどり着くまで平均 8 分間かかると報じられており、救急隊へ心停止者を引き渡すまでの 8～10 分間以上、市民が CPR を実行することを考慮すると、少しでも運動負荷を小さくすることが重要である。実験は 2023 年 2 月に 30 名（18～24 歳）を対象とした第 1 回実験と、2023 年 5 月から 6 月に 33 名（18～23 歳）を対象とした第 2 回実験の計 2 回した。

4.1 第 1 回実験の概要

第 1 回実験では CPR 訓練時に手のカタを変更することで、姿勢や運動負荷に変化があるのかを分析した。以下①～⑦は実験手順である。

- ① 1 回目の血圧・脈拍測定
- ② 利き手を上にした CPR 訓練 (1)
- ③ 2 回目の血圧・脈拍測定
- ④ 休憩（10 分以上）
- ⑤ 3 回目の血圧・脈拍測定
- ⑥ 利き手を下にした CPR 訓練 (2)
- ⑦ 4 回目の血圧・脈拍測定

実験手順の①,③,⑤,⑦については、運動量の指標として脈拍の増減を使用するため、CPR 訓練の前後で血圧・脈拍測定を行った。CPR 訓練前と訓練後の脈拍を比較し、その

増加量について、利き手を上にした場合と利き手を下にした場合の差を求めることで、どちらがより運動量を抑えられるかを分析した。

実験手順の②、⑥は CPR 訓練システムを使用した訓練を行い、利き手を変更した特質を解明する実験手順の(1)・(2)の訓練で、正面・側面から姿勢総合点を分析した。実験手順の④については脈拍による運動負荷の算出を行う上で、安静時の脈拍数を基準とするため、1回目の利き手を上にして行った訓練による脈拍の上昇を下げるといった目的のために10分以上の休憩を設けた。

4.2 第2回実験の概要

第2回実験は、第1回実験によって判明した CPR 時の手の置き方に関する影響の実験結果についての詳細な考察であり、どのような手のカタが運動量を抑えられるか検証した。検証のために新たに実施した実験（以下、第2回実験）は2023年5月から6月にかけて、33名（18歳～23歳）を対象として実施した。第2回実験では、手の置き方についての事前調査に加えて、新たに被験者の体組成データ、背筋力、握力などを計測し、CPR 姿勢の分析に向けて様々な要因について検討した。第2回実験において実施する実験方法と手順は以下の通りである。

実験日	実験項目
1日目 (各種基準データ計測)	①安静時の血圧・脈拍測定 ②体組成計による体重・筋肉量の計測 ③握力測定
2日目 (実験日①)	④利き手を下にした CPR 訓練 ⑤訓練後の血圧・脈拍測定
3日目 (実験日②)	⑥利き手を上にした CPR 訓練 ⑦訓練後の血圧・脈拍測定

血圧・脈拍測定などの身体的データの計測は、看護師資格を有する医療者による監督監修の下で実施した。血圧・脈拍を計測する上での注意点としては、計測前2時間以内の運動と食事を控えること、測定時の腕は原則同じ方の腕を使用すること、計測時の白衣高血圧に類似した緊張による数値上昇に十分配慮した計測を行うことなどに留意した。

第1回実験からの変更点と新たに加えた実験項目について述べる。実験方法の1点目の変更点としては、第1回実験において訓練者は利き手の上下を変更して、1日で2回の訓練を体験し、脈拍を扱うため、訓練の間で休憩を挟み、脈拍を正常時の値まで戻すという実験方法であった。第2回実験においては、各種基準値計測日（安静時血圧・脈拍、握力、体組成データ）、実験日①（利き手を下にした CPR 訓練）、実験日②（利き手を上にした CPR 訓練）というように3日（実験日②は1週間後に実施）に分けて実験を行うことで、安静時、訓練後の脈拍値を第1回実験時よりも数日間による実験でデータを取得した。

実験方法の2点目の変更点としては、第1回実験時は利き手を上にした場合を先に行ったため、第2回実験では利き手を下に置いた場合の訓練を先に行い、実験順序を変更することで第1回実験の実験結果と比較検証した。

実験方法の3点目の変更点としては、第1回実験では利き手について、アンケートによって調査を行っていたが、第2回実験において利き手の判別はチャップマンテストを使用した。チャップマンテストは13項目の質問に対して、右手・両手・左手の3択から選択し、回答する方式のテストである。右手であれば1点、両手であれば2点、左手であれば3点と換算し、その全13項目での合計点（合計点数の算出法は右利き13～17点、両利き18～32点、左利き33～39点である。）によって利き手の判別を行う。実験時に実際に使用してチャップマンテストの設問は、以下に記載の通りである。

- Q1 文字を書く手は？
- Q2 ドライバーを使う手は？
- Q3 栓抜きを使う手は？
- Q4 ボールを投げる手は？
- Q5 金槌を使う手は？
- Q6 歯ブラシを使う手は？
- Q7 マッチを持つ手は？
- Q8 消しゴムを使う手は？
- Q9 はさみを使う手は？
- Q10 ラケットを使う手は？
- Q11 絵を描く手は？
- Q12 ペンキを混ぜる手は？
- Q13 ボールを打つ際にキャッチャー側の肩は？

第2回実験では新たな計測項目として、握力、背筋力、筋肉量（両腕、両脚、体幹部）、体脂肪率、身長、体重、性別による重心位置の差異、座高、膝の開き方、膝以後の部位の位置関係、頭の位置の計11項目（14項目）について実験前に計測した。以上の変更点と新たな実験項目を追加して、第2回実験を実施した。

4.3 第1回実験の実験結果

開発した CPR 訓練システムでは、CPR 時の正しい姿勢を客観的に評価することが可能である。第1回実験では新たに胸骨圧迫時の正しい姿勢を追究するため、圧迫を行う手のカタに着目した。本研究では手のカタが CPR を正しい姿勢で行う際にどのような影響があるのかを CPR 訓練システムでの姿勢評価点・圧迫回数と運動負荷の変化を比較分析し、各データから統計的な手法で結果をまとめた。

表1は30名を対象に行った第1回実験の結果である。訓練者の正面・側面のシステムにおけるそれぞれの姿勢総合点数と訓練前後の脈拍の増減値について平均を算出し、その平均の差についてウィルコクソンの符号付順位検定によって有意確率を求めた。

表1の実験結果が示すように、脈拍と側面システムの姿勢総合点の2つの項目で1回目（利き手を上にした訓練）と2回目（利き手を下にした訓練）の CPR 訓練の平均値には、有意差があることが明らかとなった。また、正面システムの姿勢総合点について有意差の範囲にはならなかった。

が、有意傾向（有意差に僅差の結果）を示しているという結果が得られた。表1に示すように、脈拍については平均3.6回の運動量の差があり、側面姿勢総合点については平均8.2点の差が生じ、正面姿勢総合点についても平均6.1点の差が生じていた。以上の結果から、利き手を上に置いた場合は利き手を下に置いた場合と比較して、良好なCPRを実行できることが明らかとなった。

この結果から、CPRの最適なカタを解明する初期段階の実験として、CPR時の手のカタとして、利き手を上にしなければならぬということが判明した。

表1 第1回実験の実験結果

	1回目	2回目	差	有意確率	有意差
脈拍差の平均(回/1分)	9.8回	13.4回	3.6回	$P<0.05$	有意差あり
側面総合点の平均	68.1点	59.9点	8.2点	$P<0.01$	有意差あり
正面総合点の平均	80.1点	74.0点	6.14点	$P<0.1$	有意傾向あり

4.3.1 第1回実験の結果による新たな課題

第1回実験を行い得られた結果は良好であったが、課題として利き手を上にした場合の訓練を先に行い、利き手を下に変更した訓練を行うという、訓練の順序が各種項目に及ぼした影響や、冬期の1日で2回の訓練を行ったため、血圧や脈拍に対する影響を再検討する必要がある。

検証が必要な項目としては、利き手を上にした場合の訓練を先に行った後に、利き手を下に変更した訓練を行うという実験方法によって、姿勢総合点や脈拍についての有意差が生まれたのではないかとこの確認が必要であることは判明した。

姿勢総合点については、訓練による運動負荷が大きいため、同日中に行った訓練であれば、1回目の訓練による疲労などが2回目の訓練を実施する際に影響を及ぼすことが考えられる。一方で、2回目の訓練についても、訓練を1度経験しているために、訓練者が正面システムを参考に姿勢を会得し修正することが可能なため、1回目の訓練よりも正面の姿勢総合点が上がりがやすくなる傾向があった可能性が考えられる。側面システムについては訓練者が可視できないようにしていたため、第2回実験においては側面システムからの姿勢も可視できる訓練環境とした。

血圧・脈拍についても1回目の訓練後に脈拍を正常時と同等まで下げてから計測したが、1回目の訓練と2回目の訓練を同日に実施しているため、2回目の訓練時に疲労が影響している可能性があるかと推測された。

より正確なデータを取得するには、第1回実験の結果の再検証として、訓練の順序を入れ替えた上で、それぞれの訓練を別日にするなどの対策を取った実験が必要となった。

4.4 第2回実験の実験結果

第1回実験の再検証として実施した第2回実験によって、明らかになった結果を述べる。第2回実験の目的の一つは、第1回実験によって得られた適切な手の置き方について、

「利き手を上にすべき」という実験結果の検証である。詳細な数値については表2にまとめた。

結論としては「利き手を上にすべき」ということで第2回実験においても第1回実験と同様の結果が得られた。実験で得られた姿勢総合点（正面・側面）と運動量（脈拍の増加量）について、利き手の上下を変更した計2回の訓練のデータについてウィルコクソンの符号付順位和検定を行い、平均の差に有意差・有意傾向（有意差に僅差の結果）が確認できた。この結果から、第1回実験において得られた「CPR姿勢において、利き手を上に置くべきである」という結果が証明された。

表2には第2回実験の結果について示す。第1回実験において有意差ありと判明した脈拍と側面システムの姿勢総合点について比較した。1回目のCPR訓練は「利き手を下」に、2回目のCPR訓練では「利き手を上」にして実施した結果である。検定方法はウィルコクソンの符号付順位和検定である。

表2 第2回実験の実験結果

	1回目	2回目	差	有意確率	有意差
脈拍差の平均(回/1分)	13.5回	5.2回	8.3回	$P<0.01$	有意差あり
側面総合点の平均	62.8点	70.0点	7.2点	$P<0.05$	有意差あり
正面総合点の平均	73.4点	81.5点	8.1点	$P=0.1$	有意傾向あり

脈拍の増減量の平均は、1回目の訓練では13.5回、2回目の訓練で5.2回となった。それぞれの平均の差は8.3回となり、この差について有意確率はP値が0.00061となり、 $P<0.01$ のため有意差ありと判明した。

側面システムにおける姿勢総合点の平均は、1回目の平均が62.8点、2回目の平均が70.0点、差は7.2点となった。この差について有意確率はP値が0.045になり、 $P<0.05$ より、有意差ありと判明した。

第1回実験において正面システムにおける姿勢総合点の平均は、1回目の平均が73.4点、2回目の平均が81.5点、差は8.1点となった。この差について、有意差は確認できなかったが、有意傾向（有意差に僅差の結果）を示した。

また、第2回実験で実施したチャップマンテストの結果は、訓練者33名中26名(78.8%)が右利きに該当、7名(21.1%)が左利きに該当、両利きは0名であった。

本研究において行った2回の実験の観察結果として次の仮説が得られた。

1 つめは、CPRの手のカタとして「利き手を上」に置くことが重要であることが明らかとなったが、これは習熟度によって違いがあるのではないかと考える。未経験者やCPRが苦手な訓練者の場合、利き手側のみの腕力（筋力）で圧迫を行おうとするため、利き手を上に置いた場合に下の手（特に手首や手の甲）を痛めてしまうか、力の伝達が不安定になっていることは判明した。これらの実験の知見をもとに、「利き手を上」にする場合の握り方として、上の手の手掌基部が下の手の甲に当たるように握りこむことが重要であると考えられる。

2 つめは、下にする手の指を密着させる必要性についての問題である。胸骨圧迫の際に手全体を当てるよりも、上

から握りこんでいる手によって、下の手の指を浮かせるようにすることで、下の手の手掌基部を集中的に胸骨部分に当て、力を分散させず一点集中で圧迫することができていることが判明した。しかし、この知見についても性差や筋肉量・体重の個性によって影響があるため、今後さらなる分析が必要である。

3 つめは、本システムによって計測取得されるデータについて、正面総合点と圧迫回数は正規性が確認された。しかし、本研究においての実験サンプル数の問題の影響を検討する必要があり、本実験ではノンパラメトリック手法を用いた。

4.4.1 第 2 回実験の新たな知見

第 2 回実験で新たに分析・検討を行った結果、利き手の上下が圧迫回数におよぼす影響について、胸骨圧迫時の利き手の上下の変更が、圧迫の質（適切な深さ・位置）に影響を及ぼしているということが新たに判明した。表 3 に示すように、1 回目の実験と 2 回目の実験では本システムで計数された圧迫回数の平均値に 16.6 回分の差が発生しており、検定を行った結果、有意差ありと判明した。この結果から、適切な圧迫を行うという点でも利き手を上に置くことが重要であることが明らかになった。

表 3 圧迫回数の平均値の差と検定結果

	1 回目	2 回目	差	有意確率	有意差
圧迫回数の平均	84.2 回	100.8 回	16.6 回	P<0.01	有意差あり

4.4.2 身体構成要素の筋力・筋肉量と CPR の相関

第 2 回実験時に新たに計測分析を行った項目として、身体構成要素である筋力・筋肉量が CPR に及ぼす影響が考えられる。本研究において計測分析を行った筋力は背筋力・左右握力の 3 項目で、筋肉量は左右腕・全身・体幹部の 4 項目である。

第 2 回実験の分析の結果、利き手を上にした場合のみに筋力・筋肉量と圧迫回数に正の相関があることが判明した。相関関係が高いとは相関係数が 0.4~0.7 であった背筋力（相関係数：0.497）、左握力（0.559）、右握力（0.452）の 3 項目であった。やや相関関係があると定義されている相関係数 0.2~0.4 に該当するのは全身筋肉量（0.339）、体幹部筋肉量（0.338）、右腕筋肉量（0.315）、左腕筋肉量（0.269）の 4 項目であった。

この結果から、CPR において筋力・筋肉量を活用するには利き手を上にすることが重要であるということが考えられる。また、新たな注目する知見として、筋力や筋肉量が一定の基準に達していない訓練者は、圧迫時に適切な深さまで圧迫ができず、クリッカー音が鳴らせないことがあった。今後、筋力・筋肉量の数値に注目した実験を行い、CPR を実施する上で最低限必要とされる筋力・筋肉量の解明が必要である。

4.4.3 第 2 回実験における課題

第 2 回実験において、第 1 回実験にて判明した「利き手を上に」に置かなければならないという実験結果が明確になったが、手のカタ以外の身体他の部位のカタや特徴については第 2 回実験では姿勢の観察記録とデータ計測の段階にとどまっている。今後、第 2 回実験の結果をもとに、新たに解明すべき項目を抽出し検討を進める必要がある。

現時点で注目しなければならない項目要素としては、CPR 姿勢で地面につく膝の位置関係、頭の位置や振れ幅が CPR 姿勢に及ぼす影響であるのではないかと考えられる。

5. おわりに

ホルムベルグ（Holmberg M. ,2000）の救命曲線が示すように、心停止から数分間は、まさに発見者の市民が救命の主役である。心停止と心肺蘇生法に関する研究を網羅するヨーロッパ蘇生協議会の査読付き医学ジャーナル（Dana P. Edelsona, Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest, Resuscitation Journal, 2006）による心肺蘇生法（以下 CPR）と自動体外式除細動器（以下 AED）についての記述では、心停止状態時において、AED による除細動前の CPR の正確な実技が影響することが示されており、なかでも適確な胸骨圧迫の重要性が述べられている。CPR の実技を検討した先行研究では、胸骨圧迫に関係する加圧と除圧には、姿勢が重要ということが示されているが、すべてが検討段階で終わっており、本研究から実験結果の知見を社会の人々の CPR として、どうやって普及させるのか、どのような実技トレーニングをすれば、市民が正確に CPR を行えるかといった課題が残っている。

本研究の核心は、欧州の市民の意識のように救命の連鎖の開始点の主役は自分たちという社会的な意識になってほしいという思いがある。AED が近くに設置されていない、救急車が到着するまでの時間に、市民が唯一実践できる手技は CPR であり、研究課題の核心は、他者の命の危機に向き合う時に、自ら考え『実行的』CPR 実技ができる市民の育成である。著者の長年の研究は、救命の連鎖ストーリーを学んだ上で、模擬人形の胸骨への圧迫力を検知できる CPR 実技支援システムの構築から始まった。市民の CPR 実技支援の解決に向けたアプローチした当初のシステムは、胸骨圧迫のテンポにピープ音 100 回/min、Web カメラの姿勢表示、バランス Wii ボードによる圧迫力検知表示（色彩変化）とバランス Wii ボード検知による重心座標値の計算処理で、CG アバターの手掌と胸骨の位置のズレを推定導出することで、適切な圧迫位置を修正させる実技が可能になった。その後デバイス（センサーカメラ：Microsoft Kinect）を最新版へと換装し、AR（拡張現実）で、圧迫力と姿勢（腕の変化：屈曲位・伸展位）・圧迫深さを可視化した。医療分野の学会の先行研究には、CPR 実技を分析した研究はあるが、圧迫・除圧の成功の可否の時の姿勢を検知し評価するシステムはなく、今後も研究開発を継続する。

参考文献

- [1] Naoya Fujioka, Masaya Suzuki, Satomi Toita, Hikaru Komukai, Hidehiko Hayashi, Kazuhiro Watanabe, Akinori Minaduki et al., "Development of Experience-Based Learning Support System for Realization of Exact Cardiopulmonary Resuscitation", Computer and Information Science 2010, Vol. 317, pp.153-163, Springer, (2010).
- [2] Keisuke Fukagawa, Yuima Kanamori, Akinori Minaduki, "A Development of Agility Mode in Cardiopulmonary Resuscitation Learning Support System Visualized by Augmented Reality", ASTES(Advances in Science, Technology and Engineering Systems) Journal: Volume 3, Issue 6, ISSN: 2415-6698, pp.136-139, (2018).
- [3] Taiki Yamakami, Akinori Minaduki, "Analysis of Components and Effects of Chest Compression Posture using CPR Training System", Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, Volume 9, Issue 2, DOI: 10.25046/aj090203, (2024)