

平成 22 年度（財）救急振興財団調査研究助成事業

心肺停止傷病者の各種状況下における胸骨圧迫の有効性に関する研究

帝京大学医学部・医療技術学部

坂本 哲也 林 栄太郎

岩田 和博 山本 茂 仁科 直 高梨 利満

酒本 瑞姫 品川 頼之 成川 憲司

## 目次

1. 【背景】	1
2. 【目的】	1
3. 【調査方法】 3-1. 使用資器材	2
3-2. 方法	4
4. 【結果】 4-1. 基本統計量	7
4-2. 音声ガイド付き胸骨圧迫センサー未使用時、傷病者背面状況別に 胸骨圧迫の平均深度に有意差があるか検定した結果について	10
4-3. 音声ガイド付き胸骨圧迫センサー使用時、傷病者背面状況別に 胸骨圧迫の平均深度に有意差があるか検定した結果について	14
4-4. 傷病者背面状況別音声ガイド付き胸骨圧迫センサー未使用と 使用の胸骨圧迫の平均深度に有意差はあるか検定した結果について	17
5. 【考察】	21
6. 【課題】	22
7. 【結語】	22
文献	23

## 1. 【背景】

救急現場ではおよそ 10 人に 1 人（平成 21 年中、9.9%）<sup>1)</sup> は重症傷病者であり、心肺蘇生法が必要となる傷病者もこの内に含まれる。

AHA (American Heart Association 以下、AHA とする) ガイドライン 2010<sup>2)</sup>において“効果的な胸骨圧迫を提供するには、強く速く押すことである。成人の胸骨圧迫は少なくとも 2 インチ/5cm の深さで 1 分間に少なくとも 100 回行うことが合理的である (Class II a, LOE B)”とある。日常的に心肺蘇生法を行う者にとってはその基本手技やガイドライン等は認識されていると考えられるが、認識はできていても胸骨圧迫や人工呼吸はどこでも全く同じように、つまり傷病者背面下状況（以下、状況とする）によらずに、どこでも同じように「強く押す」胸骨圧迫を実施することができるのか。

本研究では、特に胸骨圧迫について、状況によって有効性に有意差があるのではないかと考え、検証を行うこととした。

## 2. 【目的】

効果的な心肺蘇生法を行うには、AED の使用を含めできるだけ早期から十分な強さとテンポの胸骨圧迫が絶え間なく行われることが極めて重要であると指摘されている。

救急現場における心肺停止傷病者の置かれている状況は様々である。カーペット、畳、ベッド、ストレッチャーなどの傷病者の各種背面下状況によっては、救急隊員の行う胸骨圧迫の有効性に差異が生じているとも考えられる。そこで本研究は、各種傷病者環境下における胸骨圧迫の有効性について検証することを目的とする。尚、本研究における有効性とは胸骨圧迫の深度から検証するものとした。

### 3. 【調査方法】

#### 3-1. 使用資器材

①ベッド

(マット厚さ 13 cm、全体高さ 55 cm : PARAMOUNT 社製)

②布団 (厚さ 5 cm、綿・アクリル : 市販)

③毛布 (厚さ 5 mm、アクリル 100% : 市販)

④畳 (厚さ 6 cm、い草 : 市販)

⑤カーペット (厚さ 5 mm : 市販)

⑥ストレッチャー

(スカッドメイトモデル 9304 : ファーノジャパン社製)

⑦サブストレッチャー

(コンビネーションモデル 107-C : ファーノジャパン社製)

⑧バックボード

(ハイテクバックボード 2010 : ファーノジャパン社製)

⑨CPR ボード (HUDSON RCI LIFESAVER® CPR Board) (ストレッチャーとベッドに使用)

⑩PC Skill Reporting System® (Laerdal 社製) (以下、PC とする) (写真 1-1)

(AHA ガイドライン 2005 に準じた設定となっている)

⑪Heart Start MRx® (音声ガイド付き胸骨圧迫センサー接続済み : PHILIPS 社製)

(以下、Heart Start MRx®を MRx、音声ガイド付き胸骨圧迫センサーをセンサーとする) (AHA ガイドライン 2005 に準じた設定となっている)

(写真 1-2-1) (写真 1-2-2)

⑫Resusci-Anne Simulator® (Laerdal 社製) (以下、Simulator とする) (写真 1-3)

#### 写真 1-1 PC Skill Reporting System® (Laerdal 社製)

(Simulator の胸郭部位を圧迫した際の物理的な深さから胸骨圧迫の深度を測定している)

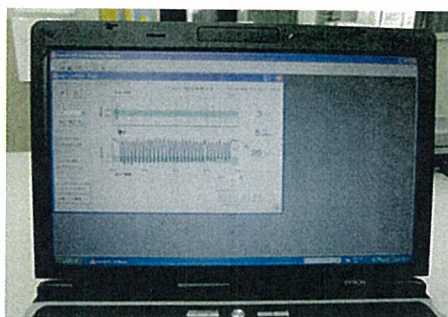


写真 1-2-1 Heart Start MR x®

(音声ガイド付き胸骨圧迫センサー接続済み：PHILIPS 社製)



写真 1-2-2 音声ガイド付き胸骨圧迫センサー

(センサー内に加速度センサー、圧センサーが内蔵されており、これらの機能によって胸骨圧迫の深さを感知する仕様となっている)

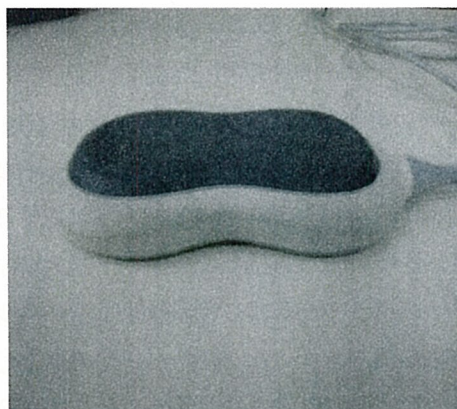
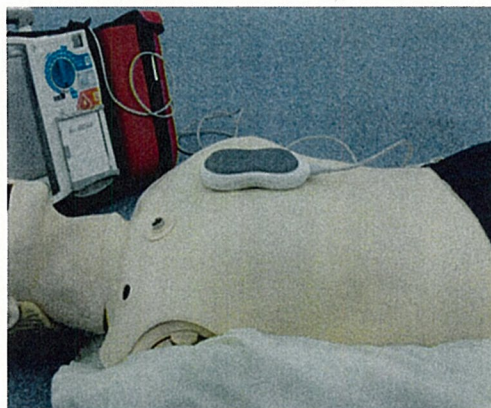


写真 1-3 Resusci-Anne Simulator® (Laerdal 社製)



写真 1-4 音声ガイド付き胸骨圧迫センサーを Resusci-Anne Simulator に設置



### 3-2. 方法

- (1) 傷病者背面状況別に、PCのみを使用した群と、PCとMRxを併用した群にわけた。
- (2) 被験者は本学救命士コース所属学生で2人1組になり、5サイクル毎に交代しながら10分間胸骨圧迫を実施した。また、傷病者は成人であるとした。
- (3) 胸骨圧迫実施者は、センサーを併用した場合は音声ガイダンスに従うこととした。
- (4) 分析には表計算ソフト Microsoft Excel® (version14.0.5128.5000)を使用した。
- (5) 検証方法は、 $t$ 検定（有意水準5%、両側検定）で胸骨圧迫の平均深度の差に有意差があるか確認した。尚、各検証結果においてはまず $F$ 検定（有意水準5%）を行い、分散が等分散か不等分散か確認した後に $t$ 検定を行った。

比較方法は、ストレッチャーにおける胸骨圧迫の平均深度と、それ以外の胸骨圧迫の平均深度を比較検証した。バックボードでの胸骨圧迫の平均深度で比較した理由は、バックボードでの胸骨圧迫の平均深度が、本研究のなかで最も深く圧迫されていると推測されたからである。

- (6) サンプルサイズ ( $n$ ) の決定は、標準偏差 5.182、2つの群の平均の差を 6.350、検出力を 80%として計算した。必要な $n$ 数に達しなかったデータ（センサーを使用しない場合の畳上における胸骨圧迫データ）は、検証外とした。

調査状況（全体風景）



調査状況（ベッド）



調査状況（布団：左奥、カーペット：中央、サブストレッチャー：中央上部）



調査状況（毛布）



調査状況（畳）



調査状況（ストレッチャー）





#### 調査状況 (サブストレッチャー)



#### 調査状況 (バックボード)



### 4. 【結果】

調査数は、269 組 (延べ) 538 名 (延べ) であった。以下、調査数は延べで記載する。

#### 4-1. 基本統計量

##### 1. ベッド (表 1-1)

センサー未使用の場合は、調査数 11 組、22 名、胸骨圧迫の平均深度は 43.545 mm、標準偏差は 2.115 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 22 組、44 名、胸骨圧迫の平均深度は 41.227 mm、標準偏差は 2.671 であった。

2. 布団 (表 1-2)

センサー未使用の場合は、調査数 13 組、26 名、胸骨圧迫の平均深度は 46.692 mm、標準偏差は 3.521 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 13 組、26 名、胸骨圧迫の平均深度は 46.231 mm、標準偏差は 2.048 であった。

3. 毛布 (表 1-3)

センサー未使用の場合は、調査数 12 組、24 名、胸骨圧迫の平均深度は 44.250 mm、標準偏差は 3.279 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 16 組、32 名、胸骨圧迫の平均深度は 44.125 mm、標準偏差は 2.986 であった。

4. 畳 (表 1-4)

センサー未使用の場合は、調査数 8 組、16 名、胸骨圧迫の平均深度は 43.000 mm、標準偏差は 1.604 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 20 組、40 名、胸骨圧迫の平均深度は 45.300 mm、標準偏差は 5.182 であった。

5. カーペット (表 1-5)

センサー未使用の場合は、調査数 20 組、40 名、胸骨圧迫の平均深度は 45.900 mm、標準偏差は 2.693 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 13 組、26 名、胸骨圧迫の平均深度は 46.769 mm、標準偏差は 2.242 であった。

6. ストレッチャー (表 1-6)

センサー未使用の場合は、調査数 27 組、54 名、胸骨圧迫の平均深度は 44.704 mm、標準偏差は 2.250 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 24 組、48 名、胸骨圧迫の平均深度は 42.042 mm、標準偏差は 3.316 であった。

7. サブストレッチャー (表 1-7)

センサー未使用の場合は、調査数 17 組、34 名、胸骨圧迫の平均深度は 45.235 mm、標準偏差は 3.251 であった。

センサー使用した場合は、調査数 19 組、38 名、胸骨圧迫の平均深度は 43.474 mm、標準偏差は 2.144 であった。

8. バックボード (表 1-8)

センサー未使用の場合は、調査数 20 組、40 名、胸骨圧迫の平均深度は 47.150 mm、標準偏差は 3.117 であった。

センサーを使用した場合は、調査数 14 組、28 名、胸骨圧迫の平均深度は 46.929 mm、標準偏差は 2.433 であった。

【傷病者背面状況及びセンサー未使用/使用別基本統計量】

表1-1

ベッド			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	43.545	胸骨圧迫平均深度	41.227
標準誤差	0.638	標準誤差	0.570
中央値 (メジアン)	43.000	中央値 (メジアン)	41.000
最頻値 (モード)	43.000	最頻値 (モード)	41.000
標準偏差	2.115	標準偏差	2.671
分散	4.473	分散	7.136
尖度	4.240	尖度	-0.343
歪度	1.977	歪度	0.085
範囲	7.000	範囲	10.000
最小	42.000	最小	36.000
最大	49.000	最大	46.000
合計	479.000	合計	907.000
標本数	11.000	標本数	22.000
信頼区間(95.0%)	1.421	信頼区間(95.0%)	1.184

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-2

布団			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	46.692	胸骨圧迫平均深度	46.231
標準誤差	0.977	標準誤差	0.568
中央値 (メジアン)	46.000	中央値 (メジアン)	46.000
最頻値 (モード)	45.000	最頻値 (モード)	46.000
標準偏差	3.521	標準偏差	2.048
分散	12.397	分散	4.192
尖度	1.257	尖度	1.683
歪度	1.060	歪度	0.941
範囲	13.000	範囲	8.000
最小	42.000	最小	43.000
最大	55.000	最大	51.000
合計	607.000	合計	601.000
標本数	13.000	標本数	13.000
信頼区間(95.0%)	2.128	信頼区間(95.0%)	1.237

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-3

毛布			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	44.250	胸骨圧迫平均深度	44.125
標準誤差	0.946	標準誤差	0.747
中央値 (メジアン)	44.500	中央値 (メジアン)	44.500
最頻値 (モード)	45.000	最頻値 (モード)	46.000
標準偏差	3.279	標準偏差	2.986
分散	10.750	分散	8.917
尖度	0.194	尖度	-0.353
歪度	-0.154	歪度	-0.069
範囲	12.000	範囲	11.000
最小	38.000	最小	39.000
最大	50.000	最大	50.000
合計	531.000	合計	706.000
標本数	12.000	標本数	16.000
信頼区間(95.0%)	2.083	信頼区間(95.0%)	1.591

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-4

畳			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	43.000	胸骨圧迫平均深度	45.300
標準誤差	0.567	標準誤差	1.159
中央値 (メジアン)	43.000	中央値 (メジアン)	46.000
最頻値 (モード)	43.000	最頻値 (モード)	49.000
標準偏差	1.604	標準偏差	5.182
分散	2.571	分散	26.853
尖度	1.011	尖度	-0.742
歪度	-0.554	歪度	-0.241
範囲	5.000	範囲	18.000
最小	40.000	最小	35.000
最大	45.000	最大	53.000
合計	344.000	合計	906.000
標本数	8.000	標本数	20.000
信頼区間(95.0%)	1.341	信頼区間(95.0%)	2.425

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-5

カーペット			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	45.900	胸骨圧迫平均深度	46.769
標準誤差	0.602	標準誤差	0.622
中央値 (メジアン)	45.500	中央値 (メジアン)	47.000
最頻値 (モード)	43.000	最頻値 (モード)	45.000
標準偏差	2.693	標準偏差	2.242
分散	7.253	分散	5.026
尖度	-1.085	尖度	1.586
歪度	0.280	歪度	0.760
範囲	9.000	範囲	9.000
最小	42.000	最小	43.000
最大	51.000	最大	52.000
合計	918.000	合計	608.000
標本数	20.000	標本数	13.000
信頼区間(95.0%)	1.260	信頼区間(95.0%)	1.355

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-6

ストレッチャー			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	44.704	胸骨圧迫平均深度	42.042
標準誤差	0.432	標準誤差	0.677
中央値 (メジアン)	45.000	中央値 (メジアン)	42.500
最頻値 (モード)	46.000	最頻値 (モード)	44.000
標準偏差	2.250	標準偏差	3.316
分散	5.063	分散	10.998
尖度	0.388	尖度	0.734
歪度	-0.344	歪度	-0.695
範囲	10.000	範囲	13.000
最小	39.000	最小	34.000
最大	49.000	最大	47.000
合計	1207.000	合計	1009.000
標本数	27.000	標本数	24.000
信頼区間(95.0%)	0.890	信頼区間(95.0%)	1.400

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-7

サブストレッチャー			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	45.235	胸骨圧迫平均深度	43.474
標準誤差	0.788	標準誤差	0.492
中央値 (メジアン)	45.000	中央値 (メジアン)	43.000
最頻値 (モード)	48.000	最頻値 (モード)	42.000
標準偏差	3.251	標準偏差	2.144
分散	10.566	分散	4.596
尖度	-0.727	尖度	-0.802
歪度	-0.127	歪度	0.400
範囲	12.000	範囲	7.000
最小	39.000	最小	40.000
最大	51.000	最大	47.000
合計	769.000	合計	826.000
標本数	17.000	標本数	19.000
信頼区間(95.0%)	1.671	信頼区間(95.0%)	1.033

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表1-8

バックボード			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	47.150	胸骨圧迫平均深度	46.929
標準誤差	0.697	標準誤差	0.650
中央値 (メジアン)	48.000	中央値 (メジアン)	47.000
最頻値 (モード)	48.000	最頻値 (モード)	47.000
標準偏差	3.117	標準偏差	2.433
分散	9.713	分散	5.918
尖度	-1.065	尖度	-0.018
歪度	-0.19	歪度	-0.277
範囲	10.000	範囲	9.000
最小	42.000	最小	42.000
最大	52.000	最大	51.000
合計	943.000	合計	657.000
標本数	20.000	標本数	14.000
信頼区間(95.0%)	1.459	信頼区間(95.0%)	1.405

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

#### 4-2. センサー未使用時、傷病者背面状況別に胸骨圧迫の平均深度に有意差があるか検 定した結果について

検定方法は、センサーを使用しない場合の傷病者背面状況における胸骨圧迫の平均深度には、有意な差はないと仮定し t 検定（有意水準 5%、両側検定）を行った。尚、比較する際の 2 つの集団は、バックボードの調査データと、その他の状況の調査データとした。

t 検定に先立ち、F 検定（有意水準 5%）を実施した。尚、センサーを使用しない場合の畳上の調査数は、検出力から不十分であるとし、ここでは検証外とした。

#### F 検定結果

1. バックボードとベッドは等分散である。  
F (19, 10) = 2.172, n. s. (表 2-1)
2. バックボードと布団は 5%有意で不等分散である。  
F (19, 12) = 0.783, p < .05 (表 2-2)
3. バックボードと毛布は 5%有意で不等分散である。  
F (19, 11) = 0.904, p < .05 (表 2-3)
4. バックボードとカーペットは等分散である。  
F (19, 19) = 1.339, n. s. (表 2-4)
5. バックボードとストレッチャーは等分散である。  
F (19, 26) = 1.919, n. s. (表 2-5)
6. バックボードとサブストレッチャーは 5%有意で不等分散である。  
F (19, 16) = 0.451, p < .05 (表 2-6)

【センサー未使用時のバックボードとその他傷病者背面状況のF検定】

表2-1

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードとベッド		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	43.545
分散	9.713	4.473
観測数	20.000	11.000
自由度	19.000	10.000
観測された分散比	2.172	
P(F<=f) 片側	0.105	
F 境界値 片側	2.785	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表2-2

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードと布団		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	46.692
分散	9.713	12.397
観測数	20.000	13.000
自由度	19.000	12.000
観測された分散比	0.783	
P(F<=f) 片側	0.307	
F 境界値 片側	0.433	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表2-3

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードと毛布		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	44.250
分散	9.713	10.750
観測数	20.000	12.000
自由度	19.000	11.000
観測された分散比	0.904	
P(F<=f) 片側	0.407	
F 境界値 片側	0.427	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表2-4

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードとカーペット		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	45.900
分散	9.713	7.253
観測数	20.000	20.000
自由度	19.000	19.000
観測された分散比	1.339	
P(F<=f) 片側	0.265	
F 境界値 片側	2.168	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表2-5

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードとストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	44.704
分散	9.713	5.063
観測数	20.000	27.000
自由度	19.000	26.000
観測された分散比	1.919	
P(F<=f) 片側	0.061	
F 境界値 片側	2.003	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表2-6

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボードとサブストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	45.235
分散	9.713	10.566
観測数	20.000	17.000
自由度	19.000	16.000
観測された分散比	0.919	
P(F<=f) 片側	0.426	
F 境界値 片側	0.451	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

上記の F 検定の結果より

- バックボードと布団
- バックボードと毛布
- バックボードとサブストレッチャー

は 5%有意で不等分散であり、それ以外の分散は等分散であった。この結果を用いて、t 検定（有意水準 5%、両側検定）を実施した。

#### t 検定結果

1. バックボードとベッドは 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (29) =2.045, p<.05 (表 3-1)
2. バックボードと布団は胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (23) =0.382, n. s. (表 3-2)
3. バックボードと毛布は 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (22) =2.074, p<.05 (表 3-3)
4. バックボードとカーペットは胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (38) =2.024, n. s. (表 3-4)
5. バックボードとストレッチャーは 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (45) =2.014, p<.05 (表 3-5)
6. バックボードとサブストレッチャーは胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (34) =2.032, n. s. (表 3-6)

【センサー未使用時のバックボードとその他傷病者背面状況のt検定】

表3-1

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定		
バックボードとベッド		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	43.545
分散	9.713	4.473
観測数	20.000	11.000
プールされた分散	7.906	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	29.000	
t	3.415	
P(T<=t) 片側	0.001	
t 境界値 片側	1.699	
P(T<=t) 両側	0.002	
t 境界値 両側	2.045	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表3-2

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定		
バックボードと布団		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	46.692
分散	9.713	12.397
観測数	20.000	13.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	23.000	
t	0.382	
P(T<=t) 片側	0.353	
t 境界値 片側	1.714	
P(T<=t) 両側	0.706	
t 境界値 両側	2.069	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表3-3

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定		
バックボードと毛布		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	44.250
分散	9.713	10.750
観測数	20.000	12.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	22.000	
t	2.467	
P(T<=t) 片側	0.011	
t 境界値 片側	1.717	
P(T<=t) 両側	0.022	
t 境界値 両側	2.074	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表3-4

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定		
バックボードとカーペット		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	45.900
分散	9.713	7.253
観測数	20.000	20.000
プールされた分散	8.483	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	38.000	
t	1.357	
P(T<=t) 片側	0.091	
t 境界値 片側	1.686	
P(T<=t) 両側	0.183	
t 境界値 両側	2.024	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表3-5

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定		
バックボードとストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	44.704
分散	9.713	5.063
観測数	20.000	27.000
プールされた分散	7.026	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	45.000	
t	3.128	
P(T<=t) 片側	0.002	
t 境界値 片側	1.679	
P(T<=t) 両側	0.003	
t 境界値 両側	2.014	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

表3-6

t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定		
バックボードとサブストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	47.150	45.235
分散	9.713	10.566
観測数	20.000	17.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	34.000	
t	1.820	
P(T<=t) 片側	0.039	
t 境界値 片側	1.691	
P(T<=t) 両側	0.078	
t 境界値 両側	2.032	

胸骨圧迫平均深度の単位[mm]

上記の結果から、センサー未使用時、バックボードにおける胸骨圧迫の平均深度と有意差があると確認できたのは、

- ベッド
- 毛布
- ストレッチャー

の3種類の状況であった。これらにバックボードでの胸骨圧迫の平均深度を含めた4種類の平均深度を深い順に並べると表8の通りとなった。

表8

センサー未使用時の傷病者背面状況別胸骨圧迫の平均深度(mm)	
1. バックボード	47.150
2. ストレッチャー	44.704
3. 毛布	44.250
4. ベッド	43.545

#### 4-3. センサー使用時、傷病者背面状況別に胸骨圧迫の平均深度に有意差があるか検定した結果について

検定方法は、【結果】Ⅱと同様に、センサーを使用した場合の状況における胸骨圧迫の平均深度には有意な差はないと仮定しt検定（有意水準5%、両側検定）を行った。尚、比較する際の2つの集団は、バックボードの調査データと、それ以外の状況の調査データとした。

t検定に先立ち、F検定（有意水準5%）を実施した。

#### F検定結果

1. バックボードとベッドは5%有意で不等分散である。  
F (13, 21) =0.829, p<.05 (表4-1)
2. バックボードと布団は等分散である。  
F (13, 12) =1.412, n. s. (表4-2)
3. バックボードと毛布は5%有意で不等分散である。  
F (13, 15) =0.664, p<.05 (表4-3)
4. バックボードと畳は等分散である。  
F (13, 19) =0.220, n. s. (表4-4)



5. バックボードとカーペットは等分散である。  
F (13, 12) =1.177, n. s. (表 4-5)
6. バックボードとストレッチャーは 5%有意で不等分散である。  
F (13, 23) =0.538, p<.05 (表 4-6)
7. バックボードとサブストレッチャーは等分散である。  
F (13, 18) =1.287, n. s. (表 4-7)

上記の F 検定の結果より

- バックボードとベッド
- バックボードと毛布
- バックボードとストレッチャー

は 5%有意で不等分散であった。またそれ以外の分散は等分散であった。この結果を用いて、t 検定 (有意水準 5%、両側検定) を実施した。

t 検定結果

1. バックボードとベッドは 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (30) =6.596, p<.05 (表 5-1)
2. バックボードと布団は胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (25) =0.803, n. s. (表 5-2)
3. バックボードと毛布は 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (28) =2.832, p<.05 (表 5-3)
4. バックボードと畳は胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (32) =1.091, n. s. (表 5-4)
5. バックボードとカーペットは胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (25) =0.177, n. s. (表 5-5)
6. バックボードとストレッチャーは 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。  
t (34) =5.207, p<.05 (表 5-6)

7. バックボードとサブストレッチャーは 5%有意で胸骨圧迫の平均深度に有意差がみられた。

t (31) =4.322, p<.05 (表 5-7)

【センサー使用時のバックボードとその他傷病者背面状況のt検定】

表5-1  
t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

バックボードとベッド		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	41.227
分散	5.918	7.136
観測数	14.000	22.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	30.000	
t	6.596	
P(T<=t) 片側	0.000	
t 境界値 片側	1.697	
P(T<=t) 両側	0.000	
t 境界値 両側	2.042	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-2  
t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

バックボードと布団		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	46.231
分散	5.918	4.192
観測数	14.000	13.000
プールされた分散	5.089	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	25.000	
t	0.803	
P(T<=t) 片側	0.215	
t 境界値 片側	1.708	
P(T<=t) 両側	0.430	
t 境界値 両側	2.060	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-3  
t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

バックボードと毛布		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	44.125
分散	5.918	8.917
観測数	14.000	16.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	28.000	
t	2.832	
P(T<=t) 片側	0.004	
t 境界値 片側	1.701	
P(T<=t) 両側	0.008	
t 境界値 両側	2.048	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-4  
t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

バックボードと畳		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	45.300
分散	5.918	26.853
観測数	14.000	20.000
プールされた分散	18.348	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	32.000	
t	1.091	
P(T<=t) 片側	0.142	
t 境界値 片側	1.694	
P(T<=t) 両側	0.283	
t 境界値 両側	2.037	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-5  
t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

バックボードとカーペット		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	46.769
分散	5.918	5.026
観測数	14.000	13.000
プールされた分散	5.489	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	25.000	
t	0.177	
P(T<=t) 片側	0.431	
t 境界値 片側	1.708	
P(T<=t) 両側	0.861	
t 境界値 両側	2.060	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-6  
t-検定: 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

バックボードとストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	42.042
分散	5.918	10.998
観測数	14.000	24.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	34.000	
t	5.207	
P(T<=t) 片側	0.000	
t 境界値 片側	1.691	
P(T<=t) 両側	0.000	
t 境界値 両側	2.032	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表5-7  
t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

バックボードとサブストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	43.474
分散	5.918	4.596
観測数	14.000	19.000
プールされた分散	5.150	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	31.000	
t	4.322	
P(T<=t) 片側	0.000	
t 境界値 片側	1.696	
P(T<=t) 両側	0.000	
t 境界値 両側	2.040	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

上記の結果から、センサー使用時、バックボードにおける胸骨圧迫の平均深度と有意差があると確認できたのは、

- ベッド
- 毛布
- ストレッチャー
- サブストレッチャー

の4種類の背面状況であった。これらにバックボードでの胸骨圧迫の平均深度を含めた5種類の平均深度を深い順に並べると表9の通りとなった。

表9

センサー使用時の傷病者背面状況別胸骨圧迫の平均深度(mm)	
1. バックボード	46.929
2. 毛布	44.125
3. サブストレッチャー	43.474
4. ストレッチャー	42.042
5. ベッド	41.227

#### 4-4. 傷病者背面状況別センサー未使用とセンサー使用の胸骨圧迫の平均深度に有意差はあるか検定した結果について

検定方法は【結果】Ⅱ及びⅢの検定方法と同様に、F検定（有意水準5%）を実施後、t検定（有意水準5%、両側検定）を行った。尚、センサー未使用時の畳上の調査数は、検出力から不十分であるとし、ここでは検証外とした。

1. ベッドのセンサー未使用/使用による分散は等分散である。  
F (21, 10) =1.596, n. s. (表6-1)
2. 布団のセンサー未使用/使用による分散は等分散である。  
F (12, 12) =0.338, n. s. (表6-2)
3. 布団のセンサー未使用/使用による分散は5%有意で不等分散である。  
F (15, 11) =0.829, p<.05 (表6-3)
4. カーペットのセンサー未使用/使用による分散は5%有意で不等分散である。  
F (12, 19) =0.693, p<.05 (表6-4)

5. ストレッチャーのセンサー未使用/使用による分散は 5%有意で不等分散である。

F (23, 26) =2.172, p<.05 (表 6-5)

6. サブストレッチャーのセンサー未使用/使用による分散は等分散である。

F (18, 16) =0.435, n. s. (表 6-6)

7. バックボードのセンサー未使用/使用による分散は 5%有意で不等分散である。

F (13, 19) =0.609, p<.05 (表 6-7)

【傷病者背面状況別センサー未使用/使用のF検定】

表6-1

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
ベッド		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	41.227	43.545
分散	7.136	4.473
観測数	22.000	11.000
自由度	21.000	10.000
観測された分散比	1.596	
P(F<=f) 片側	0.225	
F 境界値 片側	2.764	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-3

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
毛布		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	44.125	44.25
分散	8.916667	10.75
観測数	16	12
自由度	15	11
観測された分散比	0.829457	
P(F<=f) 片側	0.36051	
F 境界値 片側	0.398914	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-5

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
ストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	42.042	44.704
分散	10.998	5.063
観測数	24.000	27.000
自由度	23.000	26.000
観測された分散比	2.172	
P(F<=f) 片側	0.029	
F 境界値 片側	1.956	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-7

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
バックボード		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	47.150
分散	5.918	9.713
観測数	14.000	20.000
自由度	13.000	19.000
観測された分散比	0.609	
P(F<=f) 片側	0.182	
F 境界値 片側	0.405	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-2

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
布団		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.231	46.692
分散	4.192	12.397
観測数	13.000	13.000
自由度	12.000	12.000
観測された分散比	0.338	
P(F<=f) 片側	0.036	
F 境界値 片側	0.372	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-4

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
カーペット		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.769	45.900
分散	5.026	7.253
観測数	13.000	20.000
自由度	12.000	19.000
観測された分散比	0.693	
P(F<=f) 片側	0.261	
F 境界値 片側	0.391	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表6-6

F-検定: 2 標本を使った分散の検定		
サブストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	43.474	45.235
分散	4.596	10.566
観測数	19.000	17.000
自由度	18.000	16.000
観測された分散比	0.435	
P(F<=f) 片側	0.046	
F 境界値 片側	0.445	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

上記のF検定の結果より

- 毛布
- カーペット
- ストレッチャー
- バックボード

は 5%有意で不等分散であり、それ以外の分散は等分散であった。この結果を用いて、t検定（有意水準5%、両側検定）を実施した。

#### t検定結果

1. ベッドのセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度は 5%有意で有意差がみられた。  
t (31) = | 2.506 |, p<.05 (表 7-1)
2. 布団のセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (24) = | 0.409 |, n. s. (表 7-2)
3. 布団のセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (23) = | 0.104 |, n. s. (表 7-3)
4. カーペットのセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (29) = 1.004, n. s. (表 7-4)
5. ストレッチャーのセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度は 5%有意で有意差がみられた。  
t (40) = | 3.313 |, p<.05 (表 7-5)
6. サブストレッチャーのセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (34) = | 1.939 |, n. s. (表 7-6)
7. バックボードのセンサー未使用/使用による胸骨圧迫の平均深度に有意差はみられなかった。  
t (32) = | 0.232 |, n. s. (表 7-7)

## 【傷病者背面状況別センサー未使用/使用のt検定】

表7-1

t検定 等分散を仮定した2標本による検定

ベッド		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	41.227	43.545
分散	7.136	4.473
観測数	22.000	11.000
プールされた分散	6.277	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	31.000	
t	-2.506	
P(T<=t) 片側	0.009	
t 境界値 片側	1.696	
P(T<=t) 両側	0.018	
t 境界値 両側	2.040	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-2

t検定 等分散を仮定した2標本による検定

布団		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.231	46.692
分散	4.192	12.397
観測数	13.000	13.000
プールされた分散	8.295	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	24.000	
t	-0.409	
P(T<=t) 片側	0.343	
t 境界値 片側	1.711	
P(T<=t) 両側	0.686	
t 境界値 両側	2.064	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-3

t検定 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

毛布		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	44.125	44.25
分散	8.916667	10.75
観測数	16	12
仮説平均との差異	0	
自由度	23	
t	-0.1037	
P(T<=t) 片側	0.459155	
t 境界値 片側	1.713872	
P(T<=t) 両側	0.91831	
t 境界値 両側	2.068658	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-4

t検定 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

カーベット		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.769	45.900
分散	5.026	7.253
観測数	13.000	20.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	29.000	
t	1.004	
P(T<=t) 片側	0.162	
t 境界値 片側	1.699	
P(T<=t) 両側	0.324	
t 境界値 両側	2.045	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-5

t検定 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

ストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	42.042	44.704
分散	10.998	5.063
観測数	24.000	27.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	40.000	
t	-3.313	
P(T<=t) 片側	0.001	
t 境界値 片側	1.684	
P(T<=t) 両側	0.002	
t 境界値 両側	2.021	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-6

t検定 等分散を仮定した2標本による検定

サブストレッチャー		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	43.474	45.235
分散	4.596	10.566
観測数	19.000	17.000
プールされた分散	7.406	
仮説平均との差異	0.000	
自由度	34.000	
t	-1.939	
P(T<=t) 片側	0.030	
t 境界値 片側	1.691	
P(T<=t) 両側	0.061	
t 境界値 両側	2.032	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

表7-7

t検定 分散が等しくないと仮定した2標本による検定

バックボード		
	変数 1	変数 2
胸骨圧迫平均深度	46.929	47.150
分散	5.918	9.713
観測数	14.000	20.000
仮説平均との差異	0.000	
自由度	32.000	
t	-0.232	
P(T<=t) 片側	0.409	
t 境界値 片側	1.694	
P(T<=t) 両側	0.818	
t 境界値 両側	2.037	

胸骨圧迫平均深度の単位 [mm]

上記の結果から、傷病者背面状況別センサー未使用/使用の胸骨圧迫の平均深度に有意差があると確認できたのは、

- ベッド
- ストレッチャー

の2種類の傷病者背面状況において有意差があると確認できた。

この2種類を傷病者背面状況別に胸骨圧迫平均深度を表10に示した。

表 10

ベッド			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	43.545	胸骨圧迫平均深度	41.227

ストレッチャー			
センサー未使用		センサー使用	
胸骨圧迫平均深度	44.704	胸骨圧迫平均深度	42.042

表10より、センサー未使用時のほうが、使用時よりも、胸骨圧迫の平均深度が深くなっているということがわかる。

## 5. 【考察】

バックボードでの胸骨圧迫は他の状況での胸骨圧迫と有効性（深度）に有意差があり、その状況は、ベッド、ストレッチャー、サブストレッチャー、毛布であった。ベッド、ストレッチャーは傷病者背面下状況がマットレスのようなやわらかい場所であったからであると考えられる<sup>5) 6)</sup>。しかし、サブストレッチャーや毛布は、ベッドやストレッチャーのようなマットレスがあるわけではない。推測として、サブストレッチャーは胸骨圧迫時に起こるサブストレッチャーの動き（上下の運動）によって、ベッドやストレッチャーと同様の結果になったと考えられるが、毛布と同様、今後さらなる調査・研究が必要であると考えられる。

また、状況毎にセンサー未使用時とセンサー使用時の胸骨圧迫平均深度に有意差があったのは、ベッドとストレッチャーである。2つの状況とも、センサーを使用したほうが胸骨圧迫平均深度が浅くなる結果<sup>4)</sup>であった。この要因として、1つは、センサーの設定によるものであると推測される。本研究において、胸骨圧迫の有効性は深度から判断するものとしているが、AHAガイドライン2005<sup>3)</sup>では胸骨圧迫の深度は1.5から2.0インチ（3.5から5.0 cm）の範囲が良いとしている。センサーの設定は、このAHAガイドライン2005<sup>3)</sup>に準じた設定になっているため、より深く圧迫するように設定されているわけではない、ということによるものと考え

えられる。もう 1 つの要因は、被験者がセンサーを今回の調査研究で初めて使用したことである。つまり、センサーの厚みに不慣れであり、胸骨圧迫の深度に対する感覚が違ったことによる可能性も考えられる。つまり、デバイスを使うにはそのデバイスを使用するトレーニングが必要ではないかと考えられるのであるが、今後引き続き調査研究が必要であると考えられる。

## 6. 【課題】

バックボードの胸骨圧迫平均深度とサブストレッチャー及び毛布の胸骨圧迫平均深度に有意差があった。この原因を今後、調査・研究していく必要がある。

被験者がセンサーを今回の調査研究で初めて使用したこと、つまり、センサーの厚みに不慣れであり、胸骨圧迫の深度に対する感覚が違ったことが、結果へどう影響するのか、今後、調査・研究する必要がある。

また、本研究における調査データ数は決して十分であるとはいえず、また使用資器材に不具合があり、調査データ数が状況によりばらつきがでてしまった。本研究をより良い研究結果にするためには、今後、さらなる調査データのもと研究を進めていく必要があると考えられる。

## 7. 【結語】

今回の研究において、バックボードでの胸骨圧迫と他の状況での胸骨圧迫を比較して、特にベッドやストレッチャーにおいて有効性（深度）に有意差があるということがわかった。

また、センサーは胸骨圧迫の質を管理できるデバイスであり、これはいくつものリファレンスの上に成り立っている。そしてボイスフィードバックという方法は、今後が期待されるデバイスであることは疑いのないことであり、今後も引き続き調査・研究していく必要があると思われる。

今後、AHA ガイドライン 2010<sup>2)</sup>に準じて、胸骨圧迫はより深く圧迫することが求められていくと考えられる。その時、本研究でわかったように、状況により胸骨圧迫の有効性（深度）に有意差があることを念頭に置いて実施することが、今後、より効果の有る胸骨圧迫を実施するために必要なことであると考えられる。



(文献)

- 1) 平成 21 年版 救急・救助の現況
- 2) Circulation. 2010;122:S685-S705 doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970939  
Part 5: Adult Basic Life Support  
2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care  
Robert A. Berg, Chair; Robin Hemphill; Benjamin S. Abella; Tom P. Aufderheide; Diana M. Cave; Mary Fran Hazinski; E. Brooke Lerner; Thomas D. Rea; Michael R. Sayre; Robert A. Swor
- 3) AHA 心肺蘇生と救急心血管治療のためのガイドライン 2005」  
American Heart Association, Inc. (2006)
- 4) 2009 Jan;80(1):79-82.  
Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed.  
Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP.
- 5) 2009 May;80(5):546-52.  
The impact of compliant surfaces on in-hospital chest compressions: effects of common mattresses and a backboard.  
Noordergraaf GJ, Paulussen IW, Venema A, van Berkomp PF, Woerlee PH, Scheffer GJ, Noordergraaf A.
- 6) 2009 May;80(5):540-5.  
Effect of mattress deflection on CPR quality assessment for older children and adolescents.  
Nishisaki A, Nysaether J, Sutton R, Maltese M, Niles D, Donoghue A, Bishnoi R, Helfaer M, Perkins GD, Berg R, Arbogast K, Nadkarni V.
- 7) 「論文が読める！早わかり統計学 臨床研究データを理解するためのエッセンス 第2版 (PDQ Statistics Third Edition)」  
Geoffrey R. Norman, David L. Streiner  
訳：中野 正孝／本多 正幸／宮崎 有紀子／野尻 雅美  
メディカル・サイエンス・インターナショナル (2007)
- 8) 「検定力分析入門 Rで学ぶ最新データ解析」  
編著：豊田 秀樹 東京図書 (2009)

この研究は (財) 救急振興財団の「救急に関する調査研究事業助成」を受けて行ったものである。

