

筑波大学における自動体外式除細動器（AED）の状況評価と改善の検討

リスク工学専攻グループ演習 2 班

高橋翔太 小林健太 祝拓也 堀米辰弥

アドバイザー教員 古川宏

2009 年 10 月 30 日

1. はじめに

自動体外式除細動器（Automated External Defibrillator：AED）は、危険な不整脈である心室細動になった心臓に電気ショックを与えることで、心臓の働きを正常に戻すための医療機器である。器械の電源を入ると、器械から音声で操作手順、方法が指示され、救助者はそれに従った取り扱いを行うことにより、除細動を実施することができる。

2004 年 7 月 1 日に厚生労働省医政局より「非医療従事者による自動対外式除細動機（AED）の使用について」（医政発第 0701001 号）の通達があり、非医療従事者による AED の使用が認可された。

これを機に、一般市民が使用できる医療機器として、公共施設を中心に AED の普及が急激に進んでいる（図 1）。さらに、消防庁によると、一般市民が AED を使用して応急手当したケースは、2005 年に比べ 2007 年は 6.2 倍に増えている。

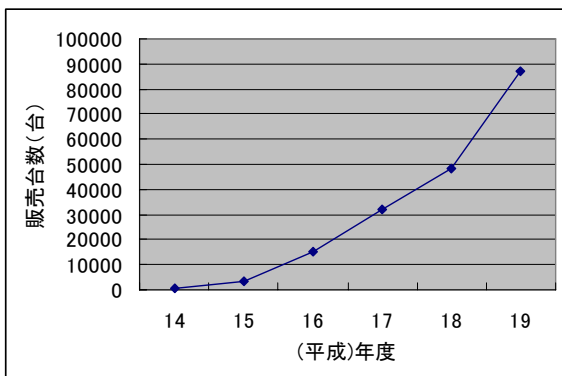


図 1 AED の販売台数（総数） [1]

一方で、AED が設置されていても使用されない事例が報告されている。2006 年には、富山県の小学生がクラブ活動中に倒れた際、学校には AED が設置されていたが、現場にいた指導者が AED の講習を受けていなかったため AED を使用することができず、児童は死亡した。これは、音声ガイダンスに従えば、非医療従事者でも AED を使用できることを知らなかったために起こった事例である。

救命のためには、心停止から 5 分以内に除細動を行うべきとされており [2]、救急隊の到着前に現場に居合わせた人が心肺蘇生措置とあわせて AED を使用することが望まれる。こういった迅速な救助を行うためには一般の人が人命救助についての適切な知識を持つことが必要とされる。

2. 研究目的

本研究の目的は、筑波大学（筑波キャンパス）を対象とし、AED の利用における具体的な問題を明らかにすること、そしてこれを改善することで救命処置を効果的に行うための対策法を検討することである。

3. 研究手法

まず、AED に関して、これまでに認知されている問題点を把握するために文献による調査を行った。次に、これらの問題点を候補として筑波大学において改善できそうな点を明らかにするためにヒアリング調査を行った。対象者は専門的な意見を聞くためつくば市の消防署、一般の方の意見を聞くため救命講習会受講者、筑波大学の現状を調査するため筑波大学の保健管理センター・筑波大学の管理課とした。さらに、筑波大学での AED の設置台数の充実度を検討するために、現在の設置台数について定量的な評価を試みた。最後に、救命の機会を向上させる対策法を提案し、その有効性を被験者による確認テストにより検証した。

4. 筑波大学の AED 利用における改善できそうな点

文献などを調査することで得られた AED の問題点のうち、特に重要と考えられるものとして以下のような問題点が考えられる。

- ユーザーの知識・意識における問題
- 設置場所・供給量における問題
- メンテナンス・管理における問題
- 救助者側のリスク

その中で筑波大学を対象として改善を検討した結果、以下のような点において改善できうることを確認した。

4.1. ユーザーの知識・意識における問題

AEDによる救命事例がマスコミで取り上げられることが多く、認知度は高まっている。しかし、AEDの使用法を知る人は極めて少ないのが現状である[3]。AEDは単体で救命効果を発揮するわけではないため、AEDの使用法だけでなく、心肺蘇生法も周知し、救命の知識をつけることが重要である。

さらに、心肺蘇生およびAEDに関する知識を有していても、実際にAEDを使おう・心配蘇生法を行おうという積極的に救命処置に関わろうとする意識がなければ、知識の育成は無意味となる。

4.2. 設置における問題

AEDは空港や病院、駅、学校など利用者が多い建物や公共施設に設置されており、身近なところに広まりつつある。緊急時に役立てようと、AEDの設置場所の一覧マップを作成している自治体もある[5]。筑波大学においては、入学時に「筑波大学AEDの設置図[6]」が配布されている。しかし、設置されている施設がわかかったとしてもその施設のどこにAEDが設置されているのか分かりにくいという問題がある。そのため、ユーザーがわかるように施設に合わせた設置場所の周知方法を検討する必要がある。

4.3. 費用の問題

AEDを設置するに当たって1台約46万円の費用がかかる。さらには、2年に一度のパッド交換(約7,000円)、4年に一度のバッテリーの交換(約15,000円)の維持費もかかる。そのため、設置したくても容易に設置することはできない。

筑波大学では現在37台のAEDが設置されており、約1800万の費用がかかっている。筑波大学の管理委員会においても、AEDの設置・維持のために費用がかかりすぎていることを1番の問題としている。

5. 筑波大学におけるAEDの改善に向けた状況把握

本節では、費用の問題を解決するため、筑波大学での必要な設置台数を定量的なモデルを用いて検討した結果を示す。

5.1. AED設置台数の十分性の評価

筑波キャンパス敷地内に設置されているAEDに注目をして、設置台数の十分性について評価を行った。現在、筑波キャンパスでは37台のAEDが設置されてい

る。まずこの設置台数が十分かを評価した。東京消防庁職員へのヒアリング内容を参考にして、設置する必要台数のモデル式として

$$\text{必要台数} = \frac{\text{筑波大学の敷地面積}}{\text{AEDを4分以内で取りに行ける範囲の面積}}$$

を定義した。1台のAEDが4分以内で取りに行ける範囲の面積はAEDを中心として、半径を

$$\text{AEDを取りに行く速度} \times (2 \text{分})$$

とした円の面積と定義した。4分以内とした理由は人が倒れてから5分以内でのAEDの使用が望ましいこと、AEDの取り付けと使用に数十秒~1分程度かかることから決定した。また(AEDを取りに行く速度)として年齢別急歩・持久走のタイム[8]を平均した値127.65[m/min]を用いている。このモデル式のプロットを図2に示す。

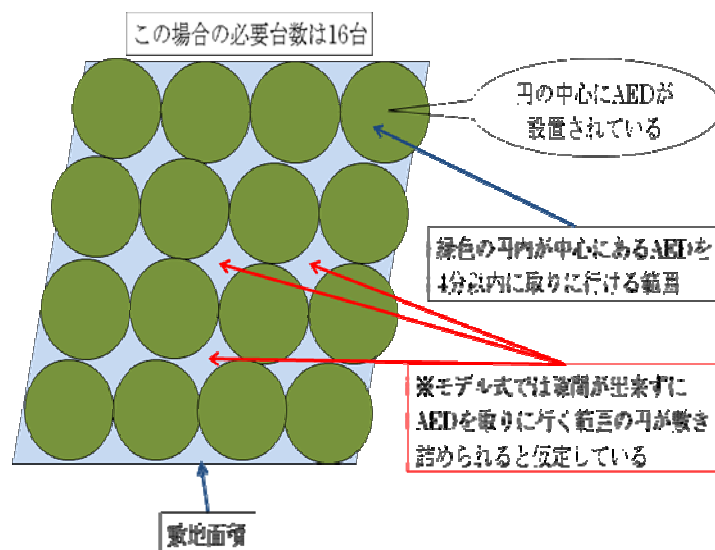


図2 モデル式のプロット

これによって得られるAEDが有効に使われる範囲面積は204655.75[m²]であった。筑波キャンパスの敷地面積は2369652.78[m²]であるので求められた必要台数は

$$\frac{2369652.78}{204655.75} = 11.58 \text{ [台]}$$

となった。

ただし、以下の仮定がこのモデルには含まれている。

- (1) AEDの有効な円面積が最大限に活用され、図2で見られるような円同士の隙間はない
- (2) 倒れている人からAEDまでは直線経路で取りに行

けるとして, 実際の道路や道順は考慮しない

(3) 建物の階数は考慮せず, 同一平面上で AED が設置されている.

(4) 全ての AED がいつでも取りに行けるとする.

(5) 倒れた人を発見するまでの時間は考慮しない. また, 人が倒れた直後に誰かが AED を取りに行くとする.

現在の設置台数は 37 台であるので, この設置台数はモデル式から算出した必要台数と比べて充実していると評価できる. 次に筑波大学内の AED 37 台がモデル式の仮定(1)~(5)を満たして配置されて, 使用されるとすると, 最寄りの AED を取りに行き, 戻ってくるのに最大何分かかかるかを算出した. これは(必要台数)に 37 台を代入して, (AED を取りに行く速度) × (X[分]) として X について式を解いたものになる.

$$37 = \frac{2369652 \cdot 78}{(127 \times X)^2 \pi}$$
$$X = \sqrt{\frac{2369652 \cdot 78}{127^2 \times 37 \times \pi}} = 1.124$$

これによって算出される往復時間は $1.124 \times 2 = 2.2490$ [分]となった. 1 分で AED を取り付けて除細動を行ったとすると, 除細動までの経過時間は 3.2490[分]となり, 除細動と救命の関係(1 分の遅れで救命率が 7~10%低下する)から, 筑波キャンパスにおける AED を用いた時の救命率は約 62.5%だと予想できる. ただし, この予想した救命率は仮定(1)~(5)が満たされている場合であり, 実際の救命率はこれ以下になると考えられる.

次に, 設置台数の増加が AED を取りに行く時間の短縮にどのように影響するかを調べるため, 必要な台数を求めた式から(筑波キャンパスに設置する台数)を横軸にして, (最も近い AED を取りに行くのにかかる最大時間)を縦軸とした(図 3). 図 3 では日本の救急車が到着するまでにかかる時間 6 分を点線で示している. この点線より時間が上回っている台数では AED を取りに行くよりも救急車の到着の方が早くなる場合があり, 救急車が来る前の救命率が高い状態で除細動を行うという AED の設置目的が生かされない状況といえる.

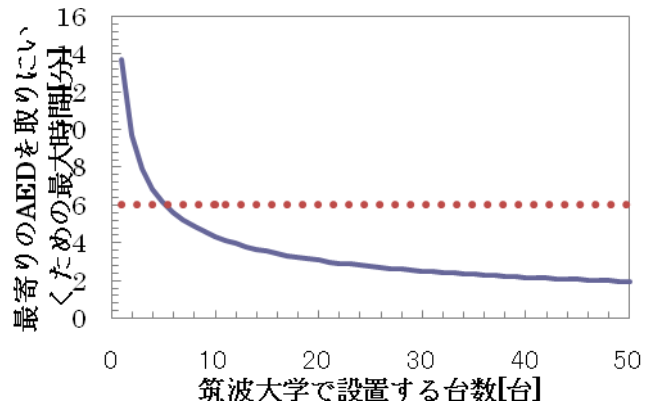


図 3 筑波キャンパスにて AED を取りに行くための最大時間と設置台数の関係

(赤点線は日本での救急車が到着する平均時間)

図 3 より取りに行くのにかかる最大時間は設置台数が一定数以上になると減少しにくくなるのが分かる. 筑波大学では 37 台を設置しているので AED を数台増加させても取りに行く最大時間の短縮化はあまり期待できないといえる. またバッテリー, パッドを含めた 1 台あたりの費用は, 30~40 万円程度である. 従って 1000 万円程度の費用を AED 導入に当てていると予想でき, 今後も保守やバッテリー, パッドの交換に費用がかかる事から AED 設置数をこれから増加させる事は利用効果と設置費用から急務ではないと思われる.

5.2. 最重要な救命処置

前節では筑波大学の AED の設置状況の評価を行い, その設置状況は十分であると判断した. しかしながら, それは早期発見やバイスタンダー (by stander: 救急現場に居合わせた人) の適切な処置を前提としているため, 実際の状況では救命率が前節で予想したよりも低下するケースが多いと考えられる. また AED が近くに無く, 取りに行けない場合も一般的には考えられる. AED の設置台数と AED の使用にのみ救助者の意識が偏ってしまうと, AED の有無に関わらず行うべき, 人工呼吸, 心臓マッサージといった心肺蘇生法 (CPR) が行われぬ可能性がある. 事実, 世界で一般人の救命率が最高だったシアトル市では AED を導入後に期待していた救命率の向上は見られず, むしろ減少していた. この原因は AED による除細動を優先しすぎるあまり心肺蘇生法の施行率が減少したためであった [9]. このような事態に陥らないためにも, 救命処置において最重要であるのは心肺蘇生法, とりわけ心臓マッサージであることを救助者は理解しておかなければならぬ

い。心臓マッサージは倒れた人の中でも意識、呼吸が確認できない人に救助者が行う胸部圧迫のことで、救命処置の手順の中ではAEDの使用の前後で切れ目なく行うべき処置であるがこれによりAEDで除細動を行った時の救命率を行わなかったときより向上させることができる。CPRを行っていない場合の除細動と救命率の関係曲線とCPRを行っている場合の関係曲線を図4に示す。図4からわかるようにCPRを行っていない場合では救命率は5分経過すると救命率が50%をきってしまうが、CPRを行った場合は8分程度まで延長できることになる。

このことはCPRが救命率低下防止に有効である事を示しているが、以下では筑波大学の設置台数とCPRを行っていない場合と行った場合の救命率の関係をそれぞれ算出して、救命率の変化にどれくらい影響があるかを評価する。

横軸を設置台数として、縦軸を図3で示した最寄りのAEDを取りに行くための最大時間に1分加えた値とした時(経過時間と表記)の救命率としてグラフにしたものが図5である。図5から分かる様にCPRを行っている場合は行わない場合と比べて、救命率が10~20%程向上すると推定できる。特に設置台数が少ない場合での救命率の向上が大きく、設置台数が不足している状況ほどCPRが必要である事を示している。設置台数を増加させて行くと1台あたりの短縮時間が小さくなることから救命率の上昇も設置台数の増加に伴い鈍くなっているものの、CPRを行う事で救命率の底上げが見込まれる。前節で示した筑波大学のAEDのみの仕様時における救命率(62.5%)は、CPRを行うことで79.2%にまで上昇する。またAEDによる除細動が出来ない状況であってもCPRを行うことで、救急車の到着時の救命率を高め維持出来る事からも、CPRは不可欠であるといえる。

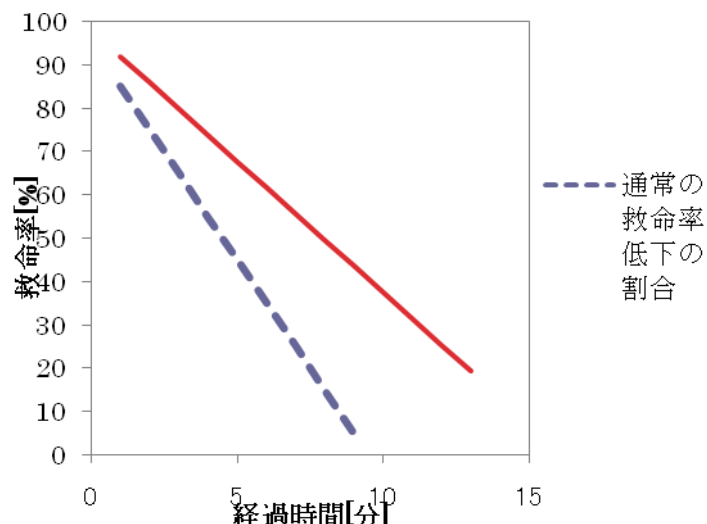


図4 除細動が必要になった場合の時間と救命率の関係 (出典：心肺蘇生法国際ガイドライン 2005)

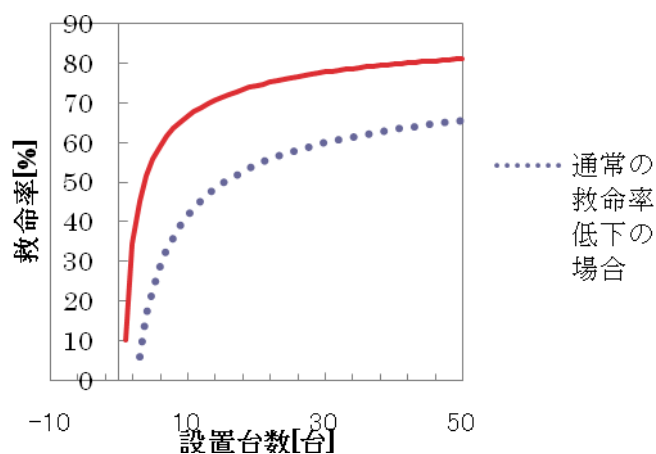


図5 筑波大学のAED設置数と救命率の関係

筑波キャンパスのAEDの設置状況は充実していると前節で述べたが、CPRを行いながらAEDによって除細動を行う事で救命率をさらに高めることができる事を図5は示している。設置しているAEDを有効に利用するためにはバイスタンダーの対応、とりわけCPRを行うかどうかが大きく関わっているといえる。

以上より、現段階で筑波大学の救命率を向上させるためには、正しくCPRを行える人や、適切な場所からAEDを取って来る判断が出来る人が増える事が必要であるといえる。

5.3. AED設置数に関する評価法の東京国際展示場への適用

ここでは対象を東京国際展示場としてモデル式による評価を行う。対象の規模によって設置台数と救命率の関係にどのような違いがあるかを比較するこ

とが目的である。今回は筑波キャンパス敷地面積の10分の1程度の面積であり東京国際展示場は地下1階から8階までであるため、総床面積を考慮する。東京国際展示場の敷地面積と地下1階の床面積、地上2階以上の床面積の合計として、施設概要から算出した332592.49[m²]を用いた[10]。前節と同様の計算から必要最低台数は1.62[台]となることから、2台が必要最低台数と求められた。現在の東京国際展示場内でのAED設置台数は7台、警備センターに3台、合計11台設置しており、最低必要台数の5倍以上が設置されている。筑波キャンパス敷地内の場合、設置されているAEDの台数は算出した最低必要台数の約3倍であったため、東京国際展示場は筑波大学以上にAEDの設置が充実しているといえる。また前節と同様にして東京国際展示場での設置台数と救命率の関係を図6に示す。

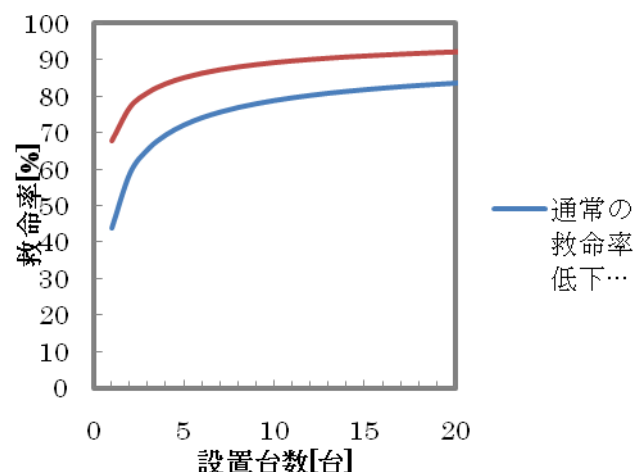


図6 東京国際展示場における設置台数と救命率の関係

現在の東京国際展示場でのAED設置台数は11台であるので、上図から予想される救命率は通常のAEDのみの救命率の場合は79.5%、CPRを行った場合は89.6%と予想された。筑波キャンパスでの結果と同様に、設置台数を増加していくと救命率の上昇が鈍くなる傾向が見られた。このことから対象とする場所の面積に関わらず、AEDの設置台数と救命率は設置台数を増加していくと救命率の上昇が鈍くなっていくという傾向があるといえる。

6. CPRとAED設置場所周知ポスターの提案と評価

6.1. ポスターの作成

現在のAEDの個数や配置を変えず、効果的に人命救助が行えるための体制を作るための実行可能でかつ有効な手段として、本グループではCPRの適切な手順を伝えること、AEDの配置場所を周知することを目的としたポスター(図7)を作成した。

このポスターは掲示場所付近にAEDが設置されていること、AED設置場所付近に人が常駐していることを想定しているため、掲示場所によってAEDの場所や連絡先を差し替えることができるデザインとした。ポスターの効果が検証でき次第、筑波大学において緊急時に適切なCPRとAEDの確保ができるよう、保健管理センターと協力して、学内で掲示していく予定である。



図7 CPRとAED設置場所周知のためのポスター

6.2. アンケート調査概要

今回提案するポスターの効果を調べるため、アンケート調査を行った。期間は9月2日~10日、対象は筑波大学第三エリアをよく利用する学生、職員、教員34人(男性25人、女性9人、年齢18~44歳)である。

調査は2日に分けて行った。1日目には救命救急の意識とCPRの知識を問うアンケートを行い、回答後に別途、ポスターの評価についてアンケートを行った。2日目は1日目の翌日以降に実施し、1日目と同じ救命救急の意識とCPRの知識を問うアンケートを行った。なお、ポスター評価の段階で2日目のアンケートの正解だけを覚えることがないように、1日目の段階で回答者には2日に分けてアンケートを実施することを知らせていない。

6.3. アンケート結果

6.3.1. 救命救急に対する意識の変化

救命救急に関する質問の回答 (5段階回答, 5: 思う, 1: 思わない) の平均では, 1日目に比べ2日目では意識が向上している傾向が見られた (表1). 各質問の回答を表2~4に示す. 意識が向上した理由の一つには, CPRについて正しい知識を持つことによって, 意識が向上したことが考えられる.

表1 救命救急に関する質問の回答の平均値

	(1)	(2)	(3)
1日目平均	2.70	3.68	4.44
2日目平均	3.18	4.03	4.50
1日目最大値	5	5	5
2日目最大値	5	5	5
1日目最小値	1	1	1
2日目最小値	1	1	3

- (1) 講習会を受けようと思うか
- (2) 倒れている人を見かけたら助けようと思うか
- (3) 救命処置を行っているの見かけたら協力しようと思うか

表2 「今後、救命講習会を受けようと思いますか」の質問に対する回答

回答	1日目	2日目
思わない	5	4
どちらかといえば思わない	11	7
どちらともいえない	8	7
どちらかといえば思う	7	11
思う	7	5

単位：人

表3 「倒れている人を発見した場合、救命処置を行おうと思いますか」の質問に対する回答

回答	1日目	2日目
思わない	2	1
どちらかといえば思わない	3	1
どちらともいえない	6	7
どちらかといえば思う	16	12
思う	7	13

単位：人

表4 「救命処置を行っている人に協力しようと思いますか」の質問に対する回答

回答	1日目	2日目
思わない	1	0
どちらかといえば思わない	0	0
どちらともいえない	2	2
どちらかといえば思う	11	13
思う	20	19

単位：人

6.3.2. CPRに関する知識の変化

CPRに関する知識を調べるため, 問1ではCPRのフローチャート (図8) を回答者に見せ, 穴埋めをさせる質問を行った. 問2では筑波大学第三エリアの地図 (図9) から選択式 (5択) でAEDの設置場所を問う質問を行った.

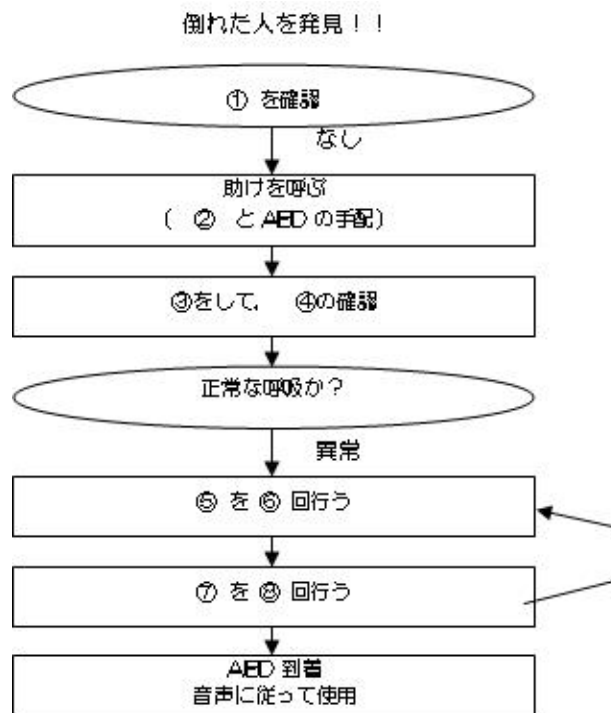


図8 質問に用いたCPRのフローチャート



図9 質問に用いた地図

質問の結果、図 8 の全ての質問において、2 日目の正答率が 1 日目を上回った (図 10)。また、AED の設置場所を問う質問では正答率が 37.5%から 78.8%に上昇した (図 11)。

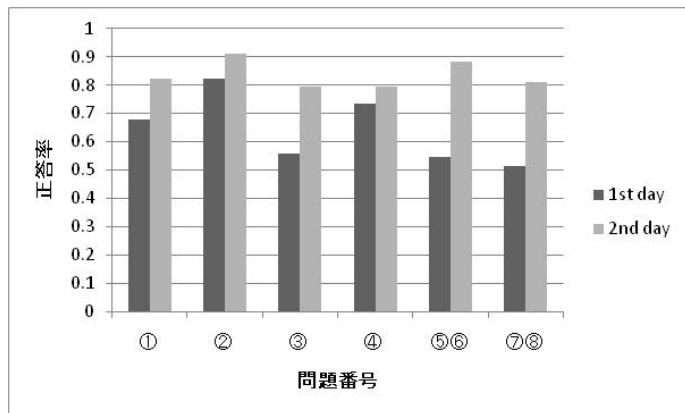


図 10 CPR に関する質問の正答率

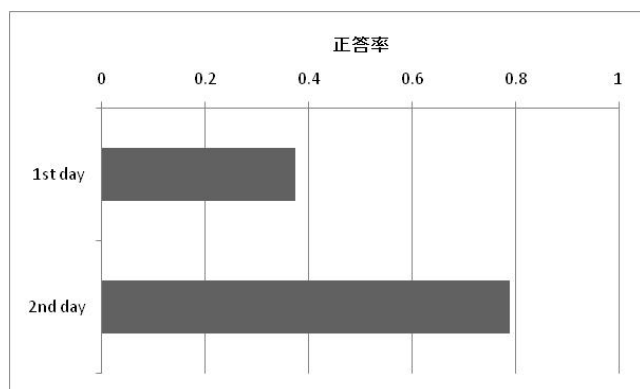


図 11 AED の設置場所に関する質問の正答率

全ての質問に対して正答した数について、1 日目と 2 日目の差を t 検定を用いて検証した結果、1 日目と 2 日目の差が有意であった ($t(66)=-6.07, p < 0.01$) (図 12)。

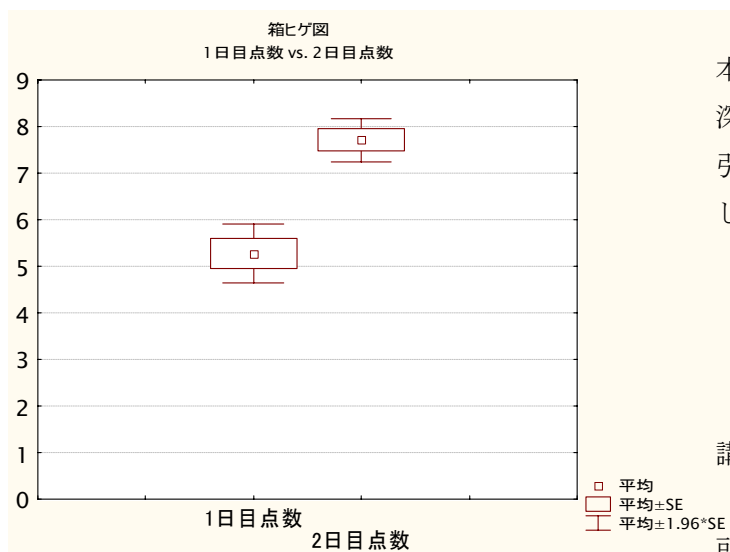


図 12 1 日目と 2 日目の各質問の正答項目数

また、34 人中 28 人は 2 日目の正答率が 1 日目の正答率を上回り、5 人は正答率が変わらない、1 人は正答率が下がるという結果となった。

この結果より、意図的な学習では、提案のポスターにより CPR について正しい知識を覚えさせることが可能であることがわかった。今後の課題は、自発的にポスターをより多くの人に見てもらえるよう、掲示場所やポスターの表現などを検討する必要がある。

7. まとめ

本研究では、筑波キャンパスを対象とし、AED の利用における具体的な問題を明らかにし、そしてこれを改善することで救命処置を効果的に行うための対策法を検討した。ここで、問題点の調査の結果から、AED 設置台数とユーザーの意識について重点を置いた調査・検討を行った。

設置台数と救命率に関して、AED の増設よりも、発見者や救助する人の適切でかつ迅速な心肺蘇生法が救命率を上げるうえで重要ということが分かった。

ユーザーの意識に関しては、独自のポスターを提案・作成し、ユーザーの意識や CPR の知識に効果が見られることを確認した。また、今回作成したポスターには、AED 設置場所周知も目的としており、アンケート調査の結果その効果も検証することが出来た。

現在このポスターを全学で採用してもらえるように、現在筑波大学保健管理センターに協力を打診中である (2009/10 現在)。

謝辞

本研究に際して、ご指導を頂きました古川宏准教授に深謝いたします。また、調査の際にアンケートを快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘を下さいました皆様に感謝いたします。

付録

救命講習会

つくば市北消防署が開催する救命講習会 (普通救命講習) を受講した。その内容を簡単に紹介する。

所要時間：約 3 時間

- 大出血が起こった場合の対処法 (止血法)

- 救命処置の説明（人工呼吸、心臓マッサージ、AEDの使用法）
- 救命処置の実践練習（人形を用いた練習）
- 回復体の説明
- 異物除去法の説明
- 質疑応答

＊講習会の感想＊

知識を持っていたとしても、実際に行ってみるとスムーズに処置を行うことは難しい。正しいCPRを行うためには繰り返しの実践練習が必要であると感じた。また、一人だけで救命処置を行うことは困難であり協力者が不可欠である。

参考文献

- [1] 宇田川賢司: AEDの普及状況とその適正使用について, 医療機器学, Vol. 78, No. 6 (2008)
- [2] 中村将高ら: 心肺停止症例と全自動体外式除細動器(AED), 人工臓器 37 巻 1 号 (2008)
- [3] 梶山菜都美: 新しいガイドラインに基づく AED の使用方法, 医療機器学, Vol. 78, No. 6 (2008)
- [4] 河野隆平ら: 院内での使用に関する意識調査の報告, 北海道勤労者医療協会医学雑誌, Vol131 (2007)
- [5] あいち AED マップ
<http://aed.maps.pref.aichi.jp/>
- [6] 学生生活課: セーフティライフ (2009)
- [7] AED を使っても救命できなかった, 心の救急ケア, <http://blog.canpan.info/er119/archive/675>
- [8] 文部科学省 平成 19 年度運動能力調査 調査結果統計表,
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/20/10/08092414.htm
- [9] 心肺蘇生法国際ガイドライン 2005 (G2005) の解説
<http://www.hyogohsc.or.jp/bbs/bbs31.html>
- [10] 東京国際展示上 施設案内
<http://www.bigsight.jp/organizer/index.html>