

201237019A

厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

地域社会における自動体外式除細動器 (AED) の
役割と費用に関する研究

平成24年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 小川 俊夫

(奈良県立医科大学 健康政策医学講座)

平成25 (2013) 年3月

厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

地域社会における自動体外式除細動器（AED）の 役割と費用に関する研究

平成24年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 小川 俊夫

(奈良県立医科大学 健康政策医学講座)

平成25（2013）年3月

目 次

I. 総括研究報告書

- 地域社会における自動体外式除細動器（AED）の役割と費用に関する研究・・・ 1
小川 俊夫

II. 分担研究報告書

- わが国における AED の費用対効果の分析・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
小川 俊夫
- ウツタイン様式統計データを用いた AED の利用実態に関する分析・・・・・・ 23
田邊 晴山
- AED の費用対効果の比較分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34
今村 知明
- わが国における AED の費用対効果：2012 年米国心臓協会学術総会・・・・ 43
（American Heart Association Scientific Session）における成果発表
小川 俊夫
- AED と心肺蘇生に関する意識調査分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
小川 俊夫
- III. 研究成果の刊行に関する一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71
- IV. 研究成果の刊行物・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73

地域社会における自動体外式除細動器（AED）の 役割と費用に関する研究

研究代表者 小川 俊夫（奈良県立医科大学 健康政策医学講座 講師）

AED は急速に普及しているが、その費用対効果は十分に考察されていない。本研究において、AED 導入費用を AED 販売・設置台数および一台あたり費用より、QALY を用いた導入効果をウツタイン様式統計データより推計することで、費用対効果の試算が可能であることが示唆された。その結果を踏まえ、抽出した 3 県において AED 導入の費用対効果の試算を実施し、既存研究との比較分析を実施した。さらに、費用対効果の視点から AED に関する政策提言を実施した。

研究分担者

今村 知明

奈良県立医科大学健康政策医学講座
教授

田邊 晴山

財団法人救急振興財団救急救命東京
研修所 教授

可されて以来、わが国では AED が急速に普及しており、平成 22 年時点の累計で、市中 AED として約 25 万台、医療機関や消防本部に約 8 万台販売されたと推計されている²⁾。しかしながら、わが国における AED の費用対効果や適正な導入台数などについては、十分に検証されていない。

本研究は、抽出した都道府県における AED の導入台数とその費用の推計を試みる。また、総務省消防庁がとりまとめた院外で発生し救急搬送された心肺機能停止傷病者のデータベースである「救急蘇生統計」（いわゆる、ウツタイン様式統計データ）を用いて AED の効果の試算し、推計した AED の費用と併せて AED の費用対効果分析を実施する。また地域の健康安全・危機管理対策の視点で AED の負担と効果について考察し、AED の適正台数についても考察を実施する。

A. 研究目的

自動体外式除細動器（AED: Automated External Defibrillator）とは、心停止傷病者の心電図を自動的に解析し、必要に応じて電気的なショック（除細動）を与え、心臓の働きを戻すことを試みる医療機器である。AED の早期かつ適切な利用により、院外発生的心肺機能停止傷病者の死亡率の明らかな低下が認められている¹⁾。

平成 16 年に市民による AED の使用が認

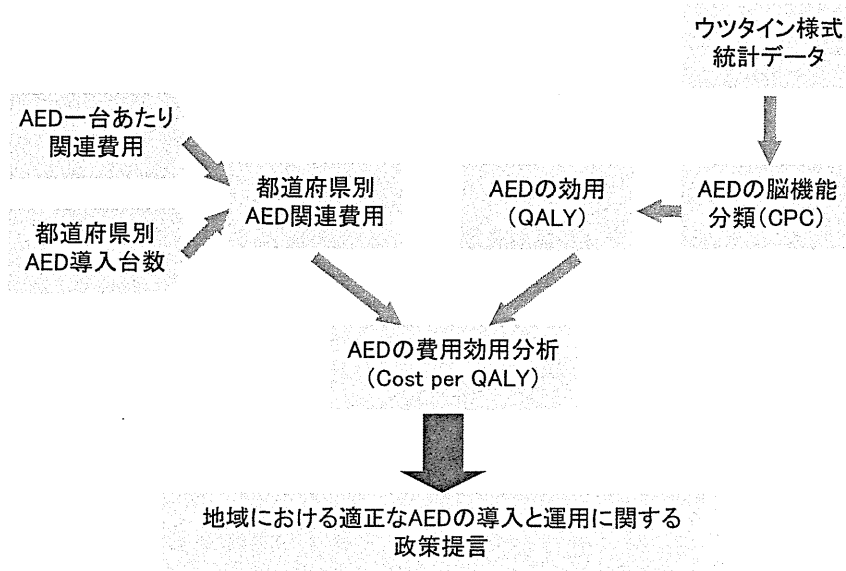


図1 研究フロー

研究初年度は、このうち AED の費用対効果の分析手法の検討を行ったうえで、費用対効果の試算を行った。研究最終年度の今年度は、費用対効果の分析モデルの精緻化を行い、さらに政策提言の可能性について考察を実施した。

B. 研究方法

本研究は、昨年度研究において検討した AED の費用対効果の推計手法を用いて抽出した都道府県における AED の費用対効果を試算し、既存研究との比較分析を実施した。また AED の適正台数などを含む政策提言の可能性について考察を実施した。

具体的には、①AED の費用対効果の推計、②AED の費用対効果の比較分析、③ AED の費用対効果分析の結果を用いた政策提言、について研究を実施した。

(倫理面への配慮)

救急蘇生統計の利用にあたり、総務省消防庁から利用許可を得たほか、奈良県立医科大学の倫理委員会の承認を受け

た。

C. 研究結果

(1) AED の費用対効果分析

本研究では、広島県、長崎県、奈良県を分析対象として抽出し、これら 3 県における AED の導入台数と効果を推計した。

i) AED の導入台数の推計

AED の導入台数については、昨年度の研究により丸川らの研究²⁾により得られる AED 販売台数は既に明らかになっているが、都道府県別では多少の誤差が生じる可能性もあるため、AED 設置台数も併せて検討した。

AED 設置台数は、各都道府県(県庁)によって設置場所のデータベースが公表されている場合が多く、抽出した 3 県においても設置場所データベースの入手が可能であった。また、日本救急医療財団により、全国及び都道府県別の AED 設置

場所データベースが公開されている。この自治体及び日本救急医療財団の両データベースを統合し、AED 設置台数を AED 販売台数と設置台数の範囲として推計した。

推計の結果、2010 年までの累計で、広島県では 3,896～4,849 台、長崎県では 2,649～3,140 台、奈良県では 1,428～2,397 台と推計された。

ii) AED 導入費用の推計

AED 一台あたりの導入費用を、本体費用、保守費用、講習会参加費用について推計した。また、年間の割引率 (discounting rate) を 3% として推計を実施した。

一台あたりの本体購入費用を 30 万円とし、保守費用としてバッテリー交換費用 4 万円、電極パッド交換費用 2 万円とした。また、耐用年数を本体 7 年、バッテリー 3 年、電極パッド 2 年と仮定して推計した。さらに、AED 講習会への参加費用として AED 購入一台あたりの講習会参加にかかる費用を推計した。

この手法で、全国と抽出した 3 県における AED 導入費用を試算した結果、AED 導入費用の総額は、全国で約 447～473 億円、抽出した 3 県においては、奈良県では約 2.2～3.9 億円、広島県では約 6.6～8.6 億円、長崎県では約 3.8～4.8 億円と推計された。

iii) AED 導入効果の推計

AED の導入効果は、AED 実施症例と非実施症例の予後の差から算出を試みた。

2005 から 2010 年までの 5 年間のウツタイン様式統計データにおいて、市中設置の AED を実施した症例は全国で 3,954

症例あり、そのうち CPC-1 は 862 症例、CPC-2 は 112 症例、CPC-3 は 80 症例、CPC-4 は 151 症例、CPC-5 は 2,749 症例であった。

AED の実施症例と非実施症例の予後と比較する場合、同じ条件下での予後の差を比較する必要があるため、対照群としては一般市民に目撃され、かつ心肺蘇生を実施された 95,546 症例を抽出した。また、年齢群により予後が大きく異なることから、20 歳ごとの年齢階級 (0～19 歳、20～39 歳、40～59 歳、60～79 歳、80～99 歳、100 歳以上) ごとに AED 実施症例と非実施症例の予後を比較した。

この AED 実施症例と非実施症例の予後の差を、先行研究で得られた CPC/QOL 変換係数を用いて QOL に変換した。さらに、年齢階級・脳機能カテゴリーごとに心肺停止後の生存年数を 1～50 年と仮定して、QALY を試算した。その結果、AED 実施症例の QALY は 1.56～2.12、AED 非実施症例の QALY は 0.32～0.44 と推計された (表 4)。この QALY の差を AED 一回あたりの効果とすると、割引の有無により 1.24～1.69 QALY と推計された。

iv) AED の費用対効果の推計

AED の費用対効果として、1 QALY を得るために必要な AED 導入費用を増分費用対効果比 (ICER: incremental cost-effectiveness ratio) を算出した。

抽出した 3 県では、広島県と奈良県の増分費用対効果比はそれぞれ約 316～702 万円、275～822 万円で、費用対効果が比較的高い傾向にあった。

いっぽう長崎県の増分費用対効果比は約 764～1,606 万円と、費用対効果が他の 2 県に比べてやや低い傾向にあった。

また全国の増分費用対効果比は 1,130～1,196 万円であり、抽出した 3 県における AED の費用対効果は、47 都道府県の中でやや高い傾向あるいは平均程度にあることが示唆された。

AED の費用対効果を算出する際に用いた各変数の感度を調べるため、関係する変数全てを用いて 1-way sensitivity analysis を全国データを用いて実施した。感度分析の結果、CPC1 と AED 本体費用、割引率の感度が良く、費用対効果に影響を与えていることが示唆された。

次に、1-way sensitivity analysis で感度の高かった CPC1 と AED 本体費用を用いて 2-way sensitivity analysis を実施した結果、ICER は約 746 – 1,384 万円と試算された。Monte Carlo simulation を実施した結果、ICER の平均値は約 956 万円と試算された。

(2) ウツタイン様式統計データを用いた AED の利用実態に関する分析

わが国で救急搬送された院外発生的心肺機能停止傷病者のデータベースであるウツタイン様式統計データを用いて、AED の効果を推計した。ウツタイン様式統計データには、市中において設置された AED の実施件数と、その予後に関する詳細な情報が格納されている。本研究では、2005 年から 2010 年までの 6 カ年分のウツタイン様式統計データを用いて、AED の利用に関する分析を実施した。

i) わが国における心肺停止傷病者

わが国において、2005 年から 2010 年の 6 年間で、院外で発生して救急搬送された心肺機能停止傷病者の総数は 658,275 人であった。経年的にみると傷

病者数は、2007 年以降、増加傾向にあった。

心肺機能停止傷病者の総数を都道府県別にみると、東京都が最も多く 6 年間累計で 71,441 例であり、次いで神奈川県 44,791 例、大阪府の 39,874 例で、逆に心肺機能停止傷病者が少ないのは鳥取県、徳島県、佐賀県で、6 年間の累計症例数は、それぞれ 3,554 例、3,619 例、4,047 例であった。これらの心肺機能停止傷病者のうち、男性の割合が 58.6% (385,671/658,275 例) と女性に比べてやや多かった。

ウツタイン様式統計データに収載されている心肺機能停止傷病者の平均年齢は 71.8 歳であり、院外発生的心肺機能停止傷病者の多くが高齢者との特徴が伺える結果であった。性別の平均年齢については、男性が 68.9 歳であったのに対して女性は 75.8 歳と、男性の心肺機能停止傷病者のほうが若い傾向にあった。

ii) わが国における市中設置の AED 利用

ウツタイン様式統計データにおける心肺機能停止傷病者のうち、市中設置の AED による除細動が実施された総件数は 2005 年から 2010 年の 6 年間累計で 3,954 例であり、AED の普及に伴いその件数は 2005 年の 92 例から 2010 年の 1,298 例と急激に増加している。

分析対象の 6 年間の一般市民による除細動の累計実施件数を都道府県別にみると、東京都が最も多く 627 例であり、次いで愛知県 263 例、神奈川県 244 例、の順であった。逆に実施件数の少ない都道府県は、徳島県が 6 例、鳥取県 16 例、香川県が 20 例であった。

AED により除細動が実施された 3,954

例のうち、男性が 2,784 例と 70.4%を占めており、男性が多いという特徴がみられた。また、これらの症例の平均年齢は 66.1 歳であり、性別にみると男性の平均年齢は 61.7 歳、女性 76.6 歳であった。

AED 使用症例を年齢階級別にみると、AED 実施は男性では 60 代が最も多く男性症例 2,784 例中 703 症例 (25.3%) であったのに対して、女性では 80 代が最も多く、女性全症例 1,170 例のうち 420 例 (35.9%) であった。

ウツタイン様式統計データに収載されている予後の指標として、一ヶ月生存、心肺停止から一ヶ月後のグラスゴー・ピッツバーグ・脳機能カテゴリー (CPC: The Glasgow-Pittsburg Cerebral Performance Categories) 及び全身機能カテゴリー (OPC: The Glasgow-Pittsburg Overall Performance Categories) がある。

AED による除細動実施症例の一ヶ月生存率は 30.1% (1,192/3,954 例) であり、非実施症例の 5.3% (32,815/621,497 例) に比べて大幅に良い結果となった。

脳機能カテゴリー (CPC) は CPC-1 から CPC-5 に分けられ、CPC-1 は機能良好、CPC-2 は中等度障害、CPC-3 は高度障害、CPC-4 は昏睡、CPC-5 は死亡もしくは脳死とされている。

AED による除細動実施症例の 21.8% (862/3,954 例) が CPC-1 であり、非 AED 実施症例の 2.0% (12,680/621,497 例) に比べて大幅に良い結果となった。全身機能カテゴリーでも同様に、AED による除細動実施症例の予後は良い結果が示されている。

市中設置の AED を用いて心肺蘇生を実施した症例のうち、心肺蘇生の実施者 (いわゆるバイスタンダー) は、同僚が最も多く 9% (357/3,880 症例) , 次いで友人が 8% (278/3,880 症例) 、家族が 7%

(267/3,880 症例) であった。

心肺機能停止の原因別に見ると、AED に効果があると言われる心原性は全体の 77.9% (2,892/3,714 症例) であったが、一部非心原性症例に対しても AED が実施されている結果が示された。

詳細は本報告書の田邊報告 (23 頁) を参照されたい。

(3) AED の費用対効果の比較分析

本研究は、これまでに欧米で発表された AED の費用対効果について文献調査を実施し、その結果について取りまとめを実施する。また、本報告書の小川報告で実施したわが国における AED の費用対効果に関する分析結果と既存研究と比較分析したうえで、政策提言を実施する。

i) Nichol, G. et al. Potential Cost-effectiveness of Public Access Defibrillation in the United States. *Circulation*. 1998; 97: 1315-1320³⁾

public-access AED (以下 PAD) の効果を通常の EMS (emergency medical services)のみと EMS に加えて PAD を実施したケースとの比較により検証した。

標準的な EMS システムでは、心肺停止一回あたり \$5,900 の費用が必要で、0.25 QALY が得られると推計された。いっぽう一般市民により PAD が用いられた場合は、1 QALY を得るために \$44,000、警察官により PAD が用いられた場合は \$27,200 必要と推計された。感度分析によると、本体費用と生存率に感受性が高い結果となった。以上より、筆者らは PAD の費用対効果が高いと結論づけている。

ii) Groeneveld PW, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillators on airlines. JAMA. 2001 Sep 26; 286(12): 1482-9⁴⁾

筆者らは米国における商用航空機に配置された AED の費用対効果を推計した。

定員 200 人以上の旅客機における AED においては、1 QALY を得るために \$35,300 が必要と推計された。また、定員 100~200 人の航空機の AED は、1 QALY を得るために \$40,800 が必要と推計された。もし、全ての航空機に AED を配置したと仮定すると、1 QALY を得るために \$94,700 が必要と推計された。

筆者らは旅客機内に AED を配置することは、費用対効果の観点から有効と結論づけている。

iii) Walker A, et al. Cost effectiveness and cost utility model of public place defibrillators in improving survival after prehospital cardiopulmonary arrest. BMJ 2003; 327: 1316⁵⁾

筆者らは、スコットランドにおける全ての主要な空港、駅およびバス停に AED を配置する場合の費用対効果を推計した。

AED の導入費用は割引を考慮すると年間 £18,325 で、1 QALY を得るのに必要なコストは £41,146 であった。

以上より、筆者らは英国において公的機関に AED を配置することの費用対効果は、英国の基準である £30,000 を超えていることから高くないと結論づけている。

iv) Cram P, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations. J Gen Intern Med. 2003 Sep; 18(9): 745-54⁶⁾

筆者らは、AHA が推奨している公共機関における AED の費用対効果について、院外発生の心肺停止に対して救急隊が持参した AED を用いて蘇生された症例と、市中に設置された AED を利用して蘇生された症例それぞれについて費用対効果を算出し比較した。

AED の年間の利用可能性を 20% と仮定して救急隊の AED 症例と比較すると、市中設置 AED で 1 QALY を得るのに必要なコストは \$30,000 と推計された。市中設置 AED の利用可能性が年間 12% 以上で、1 QALY を得るのに必要なコストは \$50,000 以下と推計された。

以上より、筆者らは公共機関における AED の効果的な配置は費用対効果に優れていると結論づけている。

v) Cram P, et al. Cost-effectiveness of in-home automated external defibrillators for individuals at increased risk of sudden cardiac death. J Gen Intern Med. 2005 Mar; 20(3): 251-8⁷⁾

筆者らは家庭内に設置された AED の費用対効果を推計した。

救急隊による救急措置の生存率を 15%、自宅設置の AED の生存率を 30% と仮定すると、自宅設置の AED による 1 QALY を得るためのコストは、60 歳以上全員で \$216,000 と推計された。なお心肺停止のリスクの高い群では、\$132,000~\$88,000 と推計された。

これらの結果より、筆者らは自宅設置の AED の費用対効果は比較的低いと結

論づけている。

iv) Nichol G et al. Cost-Effectiveness of Lay Responder Defibrillation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Ann Emerg Med.* 2009; 54: 226-235⁸⁾

筆者らは、一般市民による心肺停止傷病者に対する AED と CPR の実施と CPR のみ実施の費用対効果の比較を実施した。

CPR のみ実施症例の効果は平均で 0.58 QALY であり、費用は \$42,400 であった。いっぽう CPR に加えて AED を実施した症例では 1.14 QALY と \$68,400 であった。その結果、1 QALY を得るために必要なコストは、\$46,700 と推計された。

この結果より、筆者らは AED を公的な場所に配置し、一般市民に CPR と AED の講習を提供することは、費用対効果に優れている可能性があるという結論づけている。

vii) Folke F, et al. Location of Cardiac Arrest in a City Center Strategic Placement of Automated External Defibrillators in Public Locations. *Circulation.* 2009; 120: 510-517⁹⁾

筆者らは、デンマーク・コペンハーゲンにおいて、心肺停止傷病者の発生が 2 年に 1 例のエリアと 5 年に 1 例のエリアを抽出し、その費用と効果を推計した。

コペンハーゲンにおける AED の費用対効果として、1 QALY を得るために必要なコストは、心肺停止傷病者の発生が 2 年に 1 例のエリアと 5 年に 1 例のエリアそれぞれで、\$33,100 と \$41,000 と推計された。心肺停止傷病者の発生が多い地区は、主要な駅、繁華街、住宅地の順で

あった。

この結果より、筆者らは AED の配置には、より心肺停止傷病者が発生する可能性の高い地域に戦略的に配置する必要があると示唆している。

viii) Folke F, et al. Differences Between Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Residential and Public Locations and Implications for Public-Access Defibrillation. *Circulation.* 2010; 122: 623-630¹⁰⁾

筆者らは、デンマーク・コペンハーゲンにおける院外発生的心肺停止傷病者を住宅街において発生場所別に分析した。筆者らは住宅街における心肺停止症例の予後は、公的な場所での心肺停止に比べて悪いことから、AED の設置場所としてはより適していると示唆している。

ix) わが国の費用対効果分析結果との比較分析

欧米では 1990 年代より AED の費用対効果については分析が行われている。抽出した 8 論文における 1 QALY を得るために必要なコスト、いわゆる増分費用対効果比 (ICER) を US ドルに変換してとりまとめたところ、ICER は US\$ 30,000 から US\$ 216,000 と、研究対象の地域や場所で大きく異なった結果が示された。既存研究のうち最も ICER が低い、すなわち費用対効果が高いと推計されたのが Cram ら (2003) による公的地域 (public place) における推計で、次いで Folke ら (2009) による市街地における推計、Nichol ら (2009) による地域 (community units) の順であった。また費用対効果が最も悪いと推計されたのは Cram ら

(2005)による自宅に設置された AED の費用対効果であり、次いで Folke ら (2010)による居住地域(住宅街)における推計の順であった。

いっぽう、本報告書小川報告で試算したわが国における AED の費用対効果を US ドル換算すると、US\$ 60,397-86,603 となった。これは、既存研究の市街地や公的な場所における推計値よりやや悪いものの、住宅街や空港や駅、航空機内設置の AED の費用対効果と同等の結果であった。以上より、わが国で設置された AED の費用対効果は、既存研究で推計された欧米各国の AED の費用対効果と概ね同等の範囲にあると結論づけられると考えられる。

(4) 米国心臓協会学術総会 (American Heart Association Scientific Session) における成果発表

2012 年 11 月に開催された AHA 学術総会にて、本研究の中間結果をとりまとめて口述発表した。

AHA 学術総会での発表のさいには、中間結果ということもあり、以下の点が本報告書の最終結果の手法とは異なっている。

- ① AED の効果推計の際に、AED 実施群と非実施群の設定として、AED 実施/非実施症例のうち、目撃あり、心肺蘇生実施群を選択して分析を実施した。最終報告では、AED 実施群は全症例を分析対象としている。
- ② CPC から QALY に変換する際に、予想される生存年を CPC1 と 2 は 10 年、CPC3 と 4 は 5 年と仮定した。最終報告では、年齢階級ごと

に 1~50 年の生存年モデルを用いて仮定している。

- ③ CPC から QALY への変換のさいに、Cram (2003) が用いた係数と Merchant (2009) が用いた係数の両方を用い、その範囲を AED の効果とした。最終報告では、Merchant の係数を用いている。

(5) AED と心肺蘇生に関する意識に関する分析

本研究では、インターネットを活用した AED の実施に関する意識調査を実施した。さらに、AED 導入の心理的な効果について、WTP (willingness-to-pay) の手法を用いた推計について検討を実施した。

AED に関する一般市民の意識を調査するため質問表を作成し、インターネット調査を実施した。

AED の意識調査は、医療関係者を除く 20 歳代から 50 歳代の一般市民 2,000 人を対象として、2012 年 2 月 21 日から 24 日の 4 日間、楽天リサーチ株式会社の協力のもとで実施した。

調査参加者のうち、AED の作動経験のある 59 人と、WTP(支払意思額)に関する設問での回答金額の高い順から 5 パーセントに該当する 51 人を外れ値として除いた 1,890 人とした。

分析対象者を、講習会受講時期ごとに以下の 3 群に分け、それぞれについて AED の使用可能割合や初動、その後の心肺蘇生の実施の割合を算出した。

- > 受講 2 年以内群:最後に受講した講習会から 2 年以内
- > 受講 2 年以降群:最後に受講した講習会から 2 年以降
- > 未受講群:講習会の受講経験無し

抽出した 3 群それぞれを AED 使用可能群と不可能群にわけ、AED 使用に関する WTP（支払意思額）の平均値を算出して比較した。

調査参加者のうち心肺停止の現場で AED を使用可能と回答したのは、受講 2 年以内群では 88.9%、受講 2 年以降群で 60.1%、未受講群では 46.7%であり、講習会の受講から 2 年以内であれば、AED の使用可能性が高い結果となった。

AED の使用に関する WTP については、AED を使用可能と回答した人の WTP は受講 2 年以内群で最も低く、受講 2 年以降群、未受講群の順に高くなった。AED を使用不可能と回答した人の WTP は受講 2 年以内群で最も高く、受講 2 年以降群、未受講群の順に低くなった。

AED の使用可能性については、講習会受講時期が最近であるほど高く、また WTP の結果が低かったことから、受講時期が近いと AED の使用に関する抵抗感が小さくなることが示唆された。また、AED の作動への抵抗は講習会の非受講者に最も多く、AED の作動には講習会の参加時期が大きく関与していることが示唆された。

D. 考察

本研究で、既存データを用いてわが国における市中設置の AED の費用と効果を推計することが可能であることが明らかになった。また、その結果を踏まえて費用対効果分析が可能であり、欧米の既存研究と比較検討できることが明らかとなった。

わが国の AED の導入費用は、導入台数と一台あたり費用から推計を実施した。わが国における AED の導入台数に

関する正確なデータは存在しておらず、AED 販売台数と設置台数より推計を実施した。

AED の導入効果については、ウツタイン様式統計データを用いて推計が可能であり、AED 作動一回あたりの質調整生存年（QALY）の算出が可能であった。

これらの結果を用いて、増分費用対効果比（ICER）を推計し、既存研究や他事業との比較が可能であった。抽出した既存研究では、ICER は US\$ 30,000 から US\$ 216,000 と推計されており、本研究で試算したわが国の ICER を US ドル換算すると、US\$ 60,397 – 86,603 となった。これは、既存研究の市街地や公的な場所における推計値よりやや悪いものの、住宅街や空港や駅、航空機内設置の AED の費用対効果と同等の結果であった。以上より、わが国で設置された AED の費用対効果は、既存研究で推計された欧米各国の AED の費用対効果と概ね同等の範囲にあると結論づけられると考えられる。

わが国では AED が幅広く普及してきたが、その利用についてはいまだに充分ではないと言われている。いっぽうで、わが国では、AED の一般市民の利用が認可されて以来、約 25 万台の AED が販売されたことから、AED の普及を中心に利用の向上に努めてきたと考えられる。また、同時に AED 講習会の普及も進んでおり、その結果としてわが国では AED がきわめて身近なものになった。

このように普及した AED の費用対効果は、本報告書の分析結果により現時点で諸外国と同等程度と推計されたが、今後もより利用を促進することが必要と考えられる。AED の利用促進策としては、AED の配置と利用の両面から実施可能と考えられる。

AED の配置に関しては、より多くの AED を配置することと、より効果的に AED を配置することが考えられる。わが国には約 25 万台の AED が既に配置されていることと、AED の維持管理には継続してコストがかかるため、費用対効果の視点からは、AED の数を単純に増やすことは適切ではないと考えられる。

AED の効果的な配置に関しては、わが国では AED は駅や公共機関などに多く配置されているが、政策的に配置された訳ではなく、自治体や民間企業の自主的な判断で配置されているのが現状である。従って、効果的な配置を検討するためには配置台数の把握が先決と考えられる。しかしながら、AED の配置台数は正確には分からないのが現状であり、AED の配置台数を正確に把握するためには AED の登録制を導入し、自治体や地域の消防署、あるいは国が AED の配置状況を正確に把握することが必要と考えられる。

AED の利用促進には、一般市民が AED をより積極的に作動できるようにする必要がある。そのためには、AED 講習会の充実が挙げられよう。現在でも AED 講習会は消防署などを中心に幅広く実施されているが、定期的な AED 講習会の受講を促進し、より多くの受講者を獲得する必要がある。また、AED の配置場所を一般に広く公開し、いざという時に迅速に AED にアクセス可能にすべきであると考えられる。そのためには、上述した AED の登録制の導入などにより、正確な AED の配置情報を把握し、またその情報に迅速にアクセスできるようなデータベースの構築と公開が必要と考えられる。

E. 結論

わが国の AED の費用対効果は、欧米諸国で実施された既存研究とほぼ同等の結果を示した。今後、AED の費用対効果をより高くする必要がありと考えられるが、そのためには AED の配置台数や場所を正確に把握し、利用促進をはかることが重要である。

参考文献

- 1) Kitamura T, Iwami T, Kawamura T et al (2010) Nationwide public-access defibrillation in Japan. *N Engl J Med* 362:994-1004
- 2) 平成 22 年度厚生労働科学研究「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」(研究代表者：丸川征四郎)
- 3) Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation*. 1998 ;97:1315-20.
- 4) Groeneveld PW, Kwong JL, Liu Y, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillators on airlines. *JAMA* 2001; 286: 1482-9.
- 5) Walker A, Sirel JM, Marsden AK, Cobbe SM, Pell JP. Cost effectiveness and cost utility model of public place defibrillators in improving survival after prehospital cardiopulmonary arrest. *BMJ* 2003;327:1316.
- 6) Cram P, Vijan S, Fendrick AM. Cost-effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations. *J Gen Intern Med* 2003; 18: 745-54.
- 7) Cram P, Vijan S, Katz D, Fendrick AM. Cost-effectiveness of in-home

automated external defibrillators for individuals at increased risk of sudden cardiac death. *J Gen Intern Med* 2005;20:251-8.

- 8) Nichol G, Huszti E, Birnbaum A, et al. Cost-effectiveness of lay responder defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2009; 54: 226-352.
- 9) Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation*. 2009; 120: 510-7.
- 10) Folke F, Gislason GH, Lippert FK, et al. Differences between out-of-hospital cardiac arrest in residential and public locations and implications for public-access defibrillation. *Circulation*. 2010; 122: 623-30.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Manabu Akahane, Seizan Tanabe, Toshio Ogawa, Soichi Koike, Hiromasa Horiguchi, Hideo Yasunaga, Tomoaki Imamura. Characteristics and Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest by Scholastic Age Category. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2013 Feb;14(2):130-6.

Seizan Tanabe, Hideo Yasunaga, Soichi Koike, Manabu Akahane, Toshio Ogawa, Hiromasa Horiguchi, Tetsuo Hatanaka, Hiroyuki Yokota and Tomoaki Imamura. Monophasic versus biphasic defibrillation

for paediatric out-of-hospital cardiac arrest patients: a nationwide population-based study in Japan. *Critical Care*. 2012 Nov 13;16(6):R219. [Epub ahead of print]

Manabu Akahane, Seizan Tanabe, Soichi Koike, Toshio Ogawa, Hiromasa Horiguchi, Hideo Yasunaga and Tomoaki Imamura. Elderly out-of-hospital cardiac arrest has worse outcomes with a family bystander than a non-family bystander. *International Journal of Emergency Medicine*. 2012 Nov 9;5(1):41.

Seizan Tanabe, Hideo Yasunaga, Toshio Ogawa, Soichi Koike, Manabu Akahane, Hiromasa Horiguchi, Tetsuo Hatanaka, Hiroyuki Yokota, Tomoaki Imamura. Comparison of Outcomes after Use of Biphasic or Monophasic Defibrillators Among Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients: A Nationwide Population-Based Observational Study. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. 2012 Sep 1;5(5):689-696. Epub 2012 Sep 11.

Manabu Akahane, Toshio Ogawa, Seizan Tanabe, Soichi Koike, Hiromasa Horiguchi, Hideo Yasunaga, Tomoaki Imamura. Impact of Telephone Dispatcher Assistance on the Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Critical Care Medicine*. 2012 May;40(5):1410-6.

小川俊夫、赤羽学、田邊晴山、今村知明. 病院外心停止傷病者への胸骨圧迫のみと従来法（胸骨圧迫＋人工呼吸）の予後に関する一考察. *脳死・脳蘇生*. 2012 May; 24(2):51-56, 2012.

Seizan Tanabe, Toshio Ogawa, Manabu Akahane, Soichi Koike, Hiromasa Horiguchi, Hideo Yasunaga, Tatsuhiro Mizoguchi, Tetsuo Hatanaka, Hiroyuki Yokota, Tomoaki Imamura. Comparison of neurological outcome between tracheal intubation and supraglottic airway device insertion of out-of-hospital cardiac arrest patients: A nationwide, population-based, observational study. The Journal of Emergency Medicine. Epub 2012 Apr. 2013 Feb;44(2):389-97.

2. 学会発表

Toshio Ogawa, Seizan Tanabe, Soichi Koike, Tomoaki Imamura. Cost-effectiveness analysis of AEDs in Japan. American Heart Association Scientific Session. 2012. 11. Los Angeles, USA (Oral presentation)

小川俊夫、田邊晴山、小池創一、今村知明、わが国における市中設置 AED の費用対効果分析、第 71 回日本公衆衛生学会総会、山口県、サンルート国際ホテル山口、2012 年 10 月 24 日～26 日

赤羽学、小川俊夫、田邊晴山、小池創一、堀口裕正、今村知明、学校年齢区分からみた未成年者院外心肺機能停止症例の特徴、第 71 回日本公衆衛生学会総会、

山口県、サンルート国際ホテル山口、2012 年 10 月 24 日～26 日

田邊晴山、赤羽学、小川俊夫、小池創一、今村知明、除細動波形と、小児の心停止傷病者の予後に関する研究、第 71 回日本公衆衛生学会総会、山口県、サンルート国際ホテル山口、2012 年 10 月 24 日～26 日

北恵里加、小川俊夫、赤羽学、田邊晴山、今村知明、心肺蘇生実施への AED 講習会の影響に関する一考察、第 71 回日本公衆衛生学会総会、山口県、クリエイティブ・スペース 赤レンガ、2012 年 10 月 24 日～26 日

小川俊夫、自動体外式除細動器 (AED) 導入の費用推計、第 25 回日本脳死・脳蘇生学会 総会・学術集会、宮崎県、シェラトン・グランデ・オーシャンリゾート、2012 年 05 月 17 日

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特になし

2. 実用新案登録

特になし

3. その他

特になし

わが国における AED の費用対効果の分析

研究代表者 小川 俊夫（奈良県立医科大学 健康政策医学講座 講師）

わが国では AED は急速に普及しているが、その費用対効果は十分に考察されていない。昨年度研究で、分析対象として抽出した 3 県における AED 導入台数を AED 販売台数と設置台数から推計した。また、AED の効果としてウツタイン様式統計データを用いて推計が可能であり、費用対効果分析で通常用いられている質調整生存年（quality-adjusted life year: QALY）を用いた費用対効果の推計が可能であることが明らかになった。

本研究では、これらの昨年度の成果を用いて、実際に AED の費用対効果を抽出した奈良県、広島県、長崎県の 3 県と全国データを用いて推計した。その結果、抽出した 3 県の AED の費用対効果は全国平均よりもいずれも高いことが示唆された。また 3 県を比較すると、広島県、奈良県、長崎県の順で AED の費用対効果が高いことが示唆された。

A. 研究目的

平成 16 年に自動体外式除細動器（AED: Automated External Defibrillator）の市民による使用が認可されて以来、AED はわが国で急速に普及している。AED は、平成 22 年時点の累計で、市中 AED として約 25 万台、医療機関や消防本部に約 8 万台販売されたと推計されている¹⁾が、その費用対効果についてわが国で実施された先行研究はあまり存在しないのが現状である。

昨年度研究では、分析対象として抽出した奈良県、広島県、長崎県の 3 県において既存データを AED 導入台数の推計を行い、また AED 費用モデルを構築することにより AED 導入費用の総額の推計が可能であることを明らかにした。

AED の効果については、総務省消防庁によって構築された院外発生の心肺蘇生傷病者のデータベースである「救急蘇生統計

（いわゆるウツタイン様式統計データ）」に収録された心肺停止から一ヶ月後のグラスゴー・ピッツバーグ・脳機能カテゴリー（CPC: The Glasgow-Pittsburg Cerebral Performance Categories、以下脳機能カテゴリー）を用い、先行研究で構築された脳機能カテゴリーから QOL (quality of life) への変換係数と心肺停止後の生存年数モデルを用いることで、脳機能カテゴリーを質調整生存年（quality-adjusted life years: QALY）に変換可能なことを明らかにした。

研究最終年度の本年度は、昨年度の成果を活用して AED の費用対効果の推計を実施する。

B. 研究方法

本研究の分析対象として、広島県、長崎県、奈良県の 3 県を抽出し、既存データを用いて AED の導入台数を推計し、さ

らに AED 一台あたり費用モデルを構築することで、AED 導入費用の総額を推計した。なお、AED の導入台数として、AED の販売台数と AED 設置台数に着目し、抽出した 3 県においてそれぞれの推計を実施した。

AED の効果分析には、ウツタイン様式統計データに収録された脳機能カテゴリーを用い、先行研究で構築された脳機能カテゴリーから QOL (quality of life) への変換係数と心肺停止後の生存年数モデルを用いることで、質調整生存年 (quality-adjusted life years: QALY) を推計した。推計した AED の導入費用と増分費用対効果比 (ICER: incremental cost-effectiveness ratio) を試算した。

なお、AED 導入費用と効果の両方に対して割引 (discounting) が発生すると仮定し、年間 3% の割引率 (discounting rate) を費用と効果それぞれに適用した。また、推計した費用対効果の感度を確認するため、1-way sensitivity analysis、2-way sensitivity analysis、Monte Carlo simulation を実施した。

費用対効果の推計には SPSS ver. 21 (IBM 社、シカゴ) を、感度分析には TreeAge Pro 2012 を用いた。

(倫理面への配慮)

救急蘇生統計の利用にあたり、総務省消防庁から利用許可を得たほか、奈良県立医科大学の倫理委員会の承認を受けた。

C. 研究結果

本研究にあたり、分析対象として抽出した広島県、長崎県、奈良県の 3 県において入手可能な既存データを用いて、AED の費用対効果を推計した。

(1) AED 導入台数の推計

現在入手可能な AED 台数に関する情報のうち、都道府県別の AED の販売台数が丸川らによって報告¹⁾されている。丸川らによると、全国では 2010 年度の累計で約 25 万台の市中設置 AED が販売されており、うち広島県では 4,849 台、長崎県では 3,140 台、奈良県では 2,397 台販売されていた (表 1)。

丸川らの調査結果は、全国レベルでは正確と考えられるが、都道府県別に見た場合、販売台数が必ずしも設置台数と一致しない可能性も考えられる。このため、本研究ではインターネット上など公的に入手可能な AED 設置場所のデータベースを比較した。

抽出した 3 県においては、自治体 (県庁) が聞き取り調査、あるいは設置者からの申請によって集計し公表している設置場所データベースと日本救急医療財団によってまとめられたデータベースが存在することが明らかとなった。これらのデータベースを統合したものが、最も網羅的な AED 設置台数の把握が可能であると考えられた。両データベースを統合することで、2010 年までの累計設置台数は、広島県では 3,896 台、長崎県では 2,649 台、奈良県では 1,428 台と推計された (表 1)。なお、年度ごとの AED 新規設置台数は、丸川らの AED の年度毎の新規販売台数を用いて、販売台数と設置台数の年度毎の累計値の伸び率がほぼ同じと仮定して推計した。

以上より、本研究では AED 設置台数と販売台数の幅をもって AED 導入台数とした。抽出した 3 県における AED 導入台数は、それぞれ広島県では 3,896～4,849 台、長崎県では 2,649～3,140 台、

奈良県では1,428～2,397台と推計された。

(2) AED 一台あたりの費用推計

AED 一台あたりの費用として、本体購入価格と保守費用それぞれについて推計を実施した。AED 一台あたりの本体購入価格は、AED のメーカーや販売店、さらに性能などにより 20～60 万円とその価格差が大きいのが現状であるが、本研究では単純化したモデルを用いることとした。具体的には、AED の本体購入にかかる費用を、一律 30 万円とした。

AED の保守費用については、AED 本体の耐用年数に伴う買い替え費用に加え、耐用年数を経過したバッテリーや電極パッドなど部品の交換、さらに定期検査などにかかる人件費や検査で発見した不具合の修理にかかる費用など、様々な費用が発生すると考えられる。また、AED に関する講習会の開催費用や広報費用なども考慮すべきであると考えられる。

本研究では、これらの保守費用のうちバッテリー及び電極パッド費用と講習会参加費用について推計を試みた。なお、AED 導入費用の推計において、以下の仮定を用いた。

1) AED 本体の耐用年数を 7 年とし、8 年目に全ての AED を買い替えると仮定した。なお、買い替えの際の AED 本体の価格も一律で 30 万円と仮定した。

2) AED のバッテリーの耐用年数を 3 年、電極パッドの耐用年数を 2 年とし、耐用年数が到達した翌年に全て買い替えると仮定した。なお、バッテリーは 1 台あたり 4 万円、電極パッドは一台あたり 2 万円と仮定した。

3) 講習会費用として、AED 導入一台あたり 2 名が、購入時とその後 2 年ごとに講習会に参加すると仮定した。講習会参加費用は一人一回 1,500 円とし、購入後 2 年ごとに 2 名ずつ講習会に参加すると仮定した。なお一人あたり講習会一回の参加にかかる機会費用は 6,000 円（時間あたり 1,500 円×4 時間）と仮定した。

(3) AED 導入費用総額の推計

AED 導入台数と AED 一台あたりの導入費用の推計より、抽出した 3 県における AED 導入費用の総額を試算した。また、全国の AED 導入費用の総額は AED 販売台数より推計した。

表 1 抽出した 3 県（奈良県、広島県、長崎県）における AED 販売台数と設置台数

年間販売台数

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	累計
広島県	139	576	708	1,353	1,216	857	4,849
長崎県	61	286	271	731	1,079	712	3,140
奈良県	88	201	258	678	568	604	2,397
全国	9,906	33,306	47,593	58,513	54,606	47,106	251,030

年間設置台数 推計)

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	累計
広島県	112	463	569	1,087	977	689	3,896
長崎県	51	241	229	617	910	601	2,649
奈良県	52	120	154	404	338	360	1,428

表2 抽出した3県（奈良県、広島県、長崎県）と全国のAED導入費用

	AED販売台数			AED設置台数		
	台数	導入費用 (割引なし、 億円)	導入費用 (割引あり、 億円)	台数	導入費用 (割引なし、 億円)	導入費用 (割引あり、 億円)
奈良県	2,397	3.68	3.88	1,428	2.19	2.31
広島県	4,849	8.16	8.62	3,896	6.56	6.92
長崎県	3,140	4.55	4.78	2,649	3.84	4.03
全国	251,030	446.8	472.8	—	—	—

AED導入費用の総額は、全国で約447～473億円、抽出した3県においては、奈良県では約2.2～3.9億円、広島県では約6.6～8.6億円、長崎県では約3.8～4.8億円と推計された（表2）。

（4）CPC/QOL変換係数

総務省消防庁が取りまとめたウツタイン様式統計データにおいては、予後指標として脳機能カテゴリーが収載され

ている。脳機能カテゴリーはCPC-1からCPC-5に分けられ、CPC-1は機能良好、CPC-2は中等度障害、CPC-3は高度障害、CPC-4は昏睡、CPC-5は死亡もしくは脳死とされている。

この脳機能カテゴリーを用いて費用対効果分析に利用されている指標である質調整生存年（QALY: quality-adjusted life years）に変換する手法については、Cramら（2004）²⁾、およびMerchantら（2009）³⁾によって検討されている。

表3 脳機能カテゴリー（CPC: Cerebral Performance Categories）とCPC/QOL変換係数

CPC	症状		Merchant et al (2009)によるQOL値
CPC-1	機能良好	意識は清明、普通の生活ができ、労働が可能である。障害があるが軽度の構音障害、脳神経障害、不完全麻痺などの軽い神経障害あるいは精神障害まで。	0.75 (0.5–0.97)
CPC-2	中等度障害	意識あり。保護された状況でパートタイムの仕事ができ、介助なしに着替え、旅行、炊事などの日常生活ができる。片麻痺、痙攣失調、構音障害、嚥下障害、記憶力障害、精神障害など。	
CPC-3	高度障害	意識あり。脳の障害により、日常生活に介助を必要とする。少なくとも認識力は低下している。高度な記憶力障害や痴呆、Looked-in症候群のように目でのみ意思表示ができるなど。	0.39 (0.23–0.5)
CPC-4	昏睡	昏睡、植物状態。意識レベルは低下、認識力欠如、周囲との会話や精神的交流も欠如。	
CPC-5	死亡、若しくは脳死		0

Cram ら (2004) は、CPC を 1 年あたり QALY に変換する係数を算出するために、複数の既存研究の結果を用いている。具体的には、Granja ら (2002)⁴⁾ および Nichol ら (1999)⁵⁾ の研究結果をもとに CPC-1 は QALY で 0.85 に相当すると推計している。同様に、Gage ら (1996)⁶⁾ の推計結果により CPC-2 が QALY で 0.2、CPC-3 と 4 は QALY で 0.1 と相当すると推計している。

いっぽう Merchant ら (2009)³⁾ も同様の手法で CPC を QALY に変換する係数を算出している。Merchant らは、Stiell ら (2003)⁷⁾、Fryback ら (1993)⁸⁾ の研究結果をもとに、CPC-1 と 2 は QALY で 0.75 に相当すると推計している。また、CPC-3 と 4 は Gage ら (1996)⁶⁾ と Raina ら (2008)⁹⁾ の研究結果より 0.39 に相当するとしている。

本研究では、これらの既存研究のうち、

Merchant ら (2009) によって示された脳機能カテゴリーから QALY を推計する係数を用いて、わが国における AED 実施症例の費用対効果分析の試算を試みた。なお、試算にあたり、CPC-5 は QALY で 0 として試算を実施した。

(5) AED 導入効果の推計

AED の導入効果は、AED 実施症例と非実施症例の予後の差から算出を試みた。

2005 から 2010 年までの 5 年間のウツタイン様式統計データにおいて、市中設置の AED を実施した症例は全国で 3,954 症例あり、そのうち CPC-1 は 862 症例、CPC-2 は 112 症例、CPC-3 は 80 症例、CPC-4 は 151 症例、CPC-5 は 2,749 症例であった。

表 4 ウツタイン様式統計データにおける AED 実施／非実施症例の予後（一般市民による目撃かつ心肺蘇生を実施された症例、2005～10 年）

年齢階級		症例数						QALY(割引あり)		QALY(割引なし)	
		CPC1	CPC2	CPC3	CPC4	CPC5	合計	QALY 集計	一件あた りQALY	QALY 集計	一件あた りQALY
0-19	AED非実施	287	32	51	119	1,236	1,725	6,653	3.86	12,294	7.13
	AED実施	65	5	2	8	46	126	1,410	11.19	2,645	20.99
20-39	AED非実施	450	39	64	96	2,745	3,394	7,698	2.27	11,315	3.33
	AED実施	79	7	5	12	140	243	1,333	5.49	1,968	8.10
40-59	AED非実施	1,130	171	185	439	9,415	11,340	9,721	0.86	10,974	0.97
	AED実施	329	28	16	37	529	939	2,450	2.61	2,781	2.96
60-79	AED非実施	1,784	390	551	1,250	31,010	34,985	5,453	0.16	5,594	0.16
	AED実施	345	56	38	64	1,010	1,513	916	0.61	942	0.62
80-99	AED非実施	793	273	492	1,063	40,855	43,476	1,406	0.03	1,406	0.03
	AED実施	44	16	19	30	1,015	1,124	64	0.06	64	0.06
100-	AED非実施	6	3	4	6	607	626	11	0.02	11	0.02
	AED実施	0	0	0	0	9	9	0	0.00	0	0.00
合計	AED非実施	4,450	908	1,347	2,973	85,868	95,546	30,942	0.32	41,593	0.44
	AED実施	862	112	80	151	2,749	3,954	6,173	1.56	8,400	2.12