

201237019B

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23～24年度 総合研究報告書

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23～24年度 総合研究報告書

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. 総合研究報告書

| | |
|---------------------------------------|---|
| 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

| | |
|-------------------------------------|----|
| AED 導入台数の推計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ | 19 |
| 小川 俊夫 | |

| | |
|-------------------------------------|----|
| AED 導入費用の推計・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ | 25 |
| 今村 知明 | |

| | |
|--|----|
| 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・・・・・・ | 31 |
| 田邊 晴山 | |

| | |
|---------------------------------------|----|
| わが国における AED の費用対効果の分析・・・・・・・・・・・・・・・・ | 43 |
| 小川 俊夫 | |

| | |
|---------------------------------|----|
| AED の費用対効果の比較分析・・・・・・・・・・・・・・・・ | 62 |
| 今村 知明 | |

| | |
|-------------------------------------|----|
| AED と心肺蘇生に関する意識調査分析・・・・・・・・・・・・・・・・ | 72 |
| 今村 知明 小川 俊夫 | |

| | |
|-------------------------------------|----|
| III. 研究成果の刊行に関する一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・ | 93 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|------------------------------|----|
| IV. 研究成果の刊行物・・・・・・・・・・・・・・・・ | 97 |
|------------------------------|----|

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、費用対効果が可能であることを明らかにした。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。わが国では、今後 AED の台数を増やすのではなく AED の効果を向上させることで、AED の費用対効果をさらに向上させることが可能と考えられる。また、地域の健康安全・危機管理対策の視点から、AED の登録制を導入するなど AED の導入台数と導入場所の把握と周知が重要と考えられる。

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

平成 16 年に市民による AED の使用が認可されて以来、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 の費用対効果については、充分には検証されていない。

本研究では、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、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 の効果を試算し、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、また AED の適正台数についても考察する。

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、院外発生の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⁾。

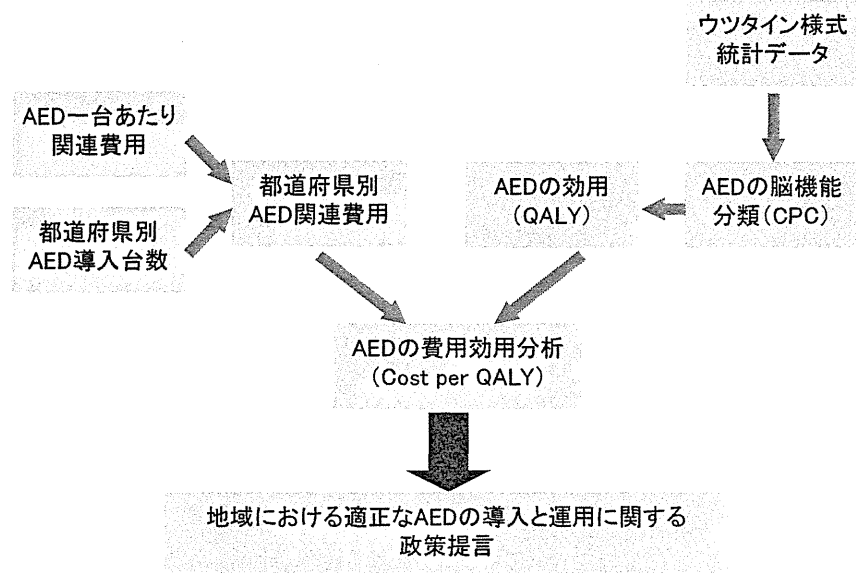


図1 研究フロー

研究初年度は、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。研究最終年度である2年目は、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

本研究では、AEDの費用対効果の推計手法を検討したうえで、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の導入台数の推計、②AEDの導入費用の推計、③AEDの導入効果の推計、④AEDの費用対効果の推計、⑤AEDの費用対効果の比較分析、⑥AEDの利用に関する意識調査、⑦AEDの費用対効果分析の結果を用いた政策提言、の手順で研究を実施した。

(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。例えば、大手企業などで AED を導入する際に、本社で一括購入して全国の支社に配置したケースが想定できるが、そのような場合は、販売台数は本社の所在都道府県で報告されると考えられる。このため、本研究のように都道府県別の分析の際には注意が必要と考えられる。

いっぽうで、AED の設置場所に関してはインターネット上を中心に、様々な情報提供がなされている。本研究では、これらのネット上で入手可能な AED 設置場所のデータベースを比較し、最も網羅的に設置場所を把握していると思われるデータベースから設置台数の推計を試みた。

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た設置場所データベースを公表しているほか、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していることが明らかになった。

抽出した 3 県において、これらの 2 つのデータベースに記載されている AED 設置台数はほぼ同じであったが、設置場所を細かく比較すると、それぞれが異

なった AED を把握していることが明らかになった。そのため、これら 2 つのデータベースを統合することで、現在入手可能な最も網羅的な AED 設置台数の把握が可能であると考えられた。

表 1 下段に各地方自治体（県庁）と日本救急医療財団の情報を統合して推計した AED 設置台数を示す。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。これらの推計された設置台数を丸川らによる販売台数累計と比較すると、広島県と長崎県では、設置台数は販売台数の約 8 割程度であったのに対して、奈良県では約 6 割程度であった。

AED 設置台数の経年的な把握は、分析に用いた設置場所データベースでは最新情報のみが入手可能であり、年度ごとの新規設置台数の把握が困難であったため、本研究ではまず 2010 年の累計値を推計した。次いで、年度毎の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、年度ごとの新規設置台数の推計を実施した（表 1）。

表 1 抽出した 3 県及び全国における AED 販売台数と設置台数の推計

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 |

なお、本研究で利用した AED 設置場所のデータベース以外にも、民間で独自に収集した AED 設置場所に関するデータベースがインターネット上を中心に公開されていることから、抽出した 3 県でそれらのデータベースの網羅性についても検証したが、本研究で用いた自治体と日本救急医療財団のデータベースが最も網羅性が高く、AED の設置をより多く把握していたことから、本研究ではこれら 2 つのデータベースのみを用いて推計を実施した。

本研究の AED 設置台数の推計の手法に関しては、上述したように既存データを用いることで AED の販売台数と設置台数の概算の推計が可能であることが示唆されたが、どちらも正確さという点では十分ではないと考えられる。AED 販売台数は正確さと網羅性という点では優れているが、都道府県別の分析には適さない面も考えられる。いっぽう、AED 設置台数は設置場所を正確に把握できる反面、設置された AED の全数が網羅できておらず、都道府県によっては大幅に過小推計となる危険性があると考えられる。

わが国では、AED の登録義務が無いことから、これ以上の正確な AED 導入台数の推計は不可能と考えられるため、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。

したがって、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 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。また推計にあたり、既存研究の事例などをもとに、年間の割引率 (discounting rate) を 3% とした。

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、AED を実際に購入・設置した公共機関などからのヒアリングをもとに、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。

このような多様な AED の保守費用が想定されるが、本研究では、これらの保守費用のうち代表的な部品 (バッテリー及び電極パッド) の交換費用を考慮して推計を試みた。具体的には、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。

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。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(表2)。

(3) AED導入効果の推計

a) 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

総務省消防庁から毎年公表されているウツタイン様式統計データを用いて、わが国における院外発生の心肺停止傷病者と市中設置のAEDの利用と予後に関する分析を実施した。

なお、2012年報告では2005年から2009年までの5年分、2013年報告では2005年から2010年までの6年分の分析を分担研究者の田邊が実施した。本報告書では、最新の分析である2005年から2010年までの6年分の分析結果を掲載する。詳細は本報告書田邊論文(31頁)を参照されたい。

b) AEDの導入効果の算出に関する先行研究の検討:米国におけるヒアリング調査

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からQALYへの変換については、米国を中心に先行研究が存在しており、そのうち代表的な研究としては、Cramら(2003)³⁾、およびMerchantら(2009)⁴⁾によって検討されている。

Cramら(2003)は、CPCを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)⁵⁾およびNicholら(1999)⁶⁾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)⁷⁾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)⁴⁾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)⁸⁾、Fryback ら (1993)⁹⁾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)⁷⁾と Raina ら (2008)¹⁰⁾の研究結果より 0.39 に相当するとしている。

本研究では、これらの既存研究を実施した研究者に対して、2012年3月11～18日に米国にてヒアリング調査を実施し、その手法について詳細な情報を入手すると同時に、わが国に適した AED の費用対効果分析の手法について考察を実施した。

訪問先としては、脳機能カテゴリーから QALY への変換手法を最初に取りまとめた University of Iowa の Dr. Peter Cram と 2012年3月12日にミーティングを行い、その分析手法について詳細な方法をヒアリングするとともに、わが国に適した変

換係数について意見交換を実施した。

さらに、University of Philadelphia の Dr. Raina M. Merchant と、2012年3月15、16日にミーティングを行い、その分析手法について、特に Cram らの手法と異なる点についてディスカッションを行い、わが国に適した変換係数について意見交換を実施した。

Dr. Cram と Dr. Merchant とのミーティングにおいて、それぞれの係数のメリットとデメリットが明らかになったが、基本的には既存研究の結果を組み合わせで作成された係数であり、より実態に即した係数を用いることが良いというアドバイスをいただいた。

この結果を踏まえ、本研究ではより新しい係数である Dr. Merchant の作成したものをを用いて推計を実施することとした (表 5)。

表 5 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 |

表6 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 |

c) AED の導入効果の推計

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を比較する場合、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。

表 6 に、2005 年から 2009 年の 5 年間でウツタイン様式統計データに収載された一般市民により目撃され、心肺蘇生を提供された心肺機能停止傷病者の数と割合を、年齢階級・脳機能カテゴリー別に示す。

AED 非実施症例では、89.9%（95,546 症例中 85,868 症例）が CPC-5 であったのに対して、AED 実施症例では 69.5%（3,954 症例中 2,749 症例）に留まっていた。また、機能良好である CPC-1 は AED 非実施症例では 4.66%（95,546 症例中 4,450 症例）に留まっていたのに対して、AED 実施症例では 21.8%（3,954 症例中 862 症例）が CPC-1 であった。

表7 抽出した3県（奈良県、広島県、長崎県）および全国におけるAED導入回数、実施件数および増分費用対効果比

| | AED導入台数 | AED実施件数 | ICER(円) |
|-----|---------------|---------|-------------------------|
| 奈良県 | 1,428 - 2,397 | 38 | 2,752,998 - 8,224,552 |
| 広島県 | 3,896 - 4,849 | 99 | 3,161,264 - 7,018,732 |
| 長崎県 | 2,649 - 3,140 | 24 | 7,639,217 - 16,062,655 |
| 全国 | 251,030 | 3,954 | 11,298,894 - 11,958,294 |

AED非実施症例では、89.9%（95,546症例中85,868症例）がCPC-5であったのに対して、AED実施症例では69.5%（3,954症例中2,749症例）に留まっていた。また、機能良好であるCPC-1はAED非実施症例では4.66%（95,546症例中4,450症例）に留まっていたのに対して、AED実施症例では21.8%（3,954症例中862症例）がCPC-1であった。

このAED実施症例と非実施症例の予後の差を、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。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1.24～1.69QALYと推計された。

（4）AEDの費用対効果の推計

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）として算出した（表7）。

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都道府県の中で平均あるいはやや高い傾向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を実施した（表8）。なお、感度分析は抽出した3県それぞれでは実施せず、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。

表8 AEDの費用対効果(全国値)の感度分析(1-way sensitivity analysis)

| | | 基準値 | 幅 | ICER(円) | |
|----------|-------|---------|-------------------|-----------|------------|
| | | | | low | high |
| 費用(円) | AED本体 | 300,000 | 240,000 - 360,000 | 8,238,744 | 11,075,411 |
| | バッテリー | 40,000 | 32,000 - 48,000 | 9,508,709 | 9,812,341 |
| | Pad | 20,000 | 16,000 - 24,000 | 9,501,814 | 9,812,341 |
| | 講習会 | 1,500 | 1,200 - 1,800 | 9,447,628 | 9,866,528 |
| QOL | CPC1 | 0.75 | 0.2 - 0.85 | 8,617,345 | 13,828,217 |
| | CPC2 | 0.75 | 0.2 - 0.85 | 9,657,078 | 10,244,799 |
| | CPC3 | 0.39 | 0.1 - 0.5 | 9,642,493 | 9,695,742 |
| | CPC4 | 0.39 | 0.1 - 0.5 | 9,625,884 | 9,740,292 |
| 生存年(yrs) | | 50 | 40 - 60 | 8,047,565 | 12,071,347 |
| | | 30 | 24 - 36 | | |
| | | 10 | 8 - 12 | | |
| | | 5 | 4 - 6 | | |
| | | 3 | 2.4 - 3.6 | | |
| | | 1 | 0.8 - 1.2 | | |
| 割引率 | | 0.03 | 0 - 0.06 | 6,686,217 | 12,659,246 |

(5) AEDの費用対効果の比較分析

Medline (PubMed) を用いて1990年以降に発表されたAEDの費用対効果に関する文献を抽出し、分析手法と結果についてとりまとめた。抽出し、分析したのは以下の8編の論文である。詳細は本報告書今村論文を参照されたい(60頁)。

- Nichol, G. et al. Potential Cost-effectiveness of Public Access Defibrillation in the United States. *Circulation*. 1998; 97: 1315-1320¹¹⁾
- Groeneveld PW, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillators on airlines. *JAMA*. 2001 Sep 26; 286(12): 1482-9¹²⁾
- Walker A, et al. Cost effectiveness and cost utility model of public place defibrillators in improving survival after prehospital cardiopulmonary arrest. *BMJ* 2003; 327: 1316¹³⁾
- Cram P, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations. *J Gen Intern Med*. 2003 Sep; 18(9): 745-54³⁾
- 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): 251-8¹⁴⁾
- Nichol G et al. Cost-Effectiveness of Lay Responder Defibrillation for Out-of- Hospital Cardiac Arrest. *Ann Emerg Med*. 2009; 54: 226-235¹⁵⁾
- 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- 517¹⁶⁾

表9 AEDの費用対効果分析の既存文献

| 著者 | 出版年 | 調査対象場所 | 国 | ICER (US\$) |
|---------------------|------|-----------------------|--------------|-----------------|
| 本研究 | - | 全国 | 日本 | 60,397 - 86,603 |
| Folke F et al | 2010 | 居住地域 | Denmark | 50,300 - 96,100 |
| Folke F et al | 2009 | 市街地 | Denmark | 33,100 - 41,000 |
| Nichol G et al | 2009 | 地域 (Community units) | USA | 42,400 - 68,400 |
| Cram P et al | 2005 | 自宅 | USA | 216,000 |
| Cram P et al | 2003 | 地域 (Public locations) | USA | 30,000 |
| Walker A et al | 2003 | 空港、駅 | Scotland, UK | 68,924 |
| Groeneveld PW et al | 2001 | 航空機内 | USA | 35,300 - 94,700 |
| Nichol G et al | 1998 | (試算) | USA | 44,000 |

- ▶ 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- 630¹⁷⁾

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。本分析では、AEDの費用対効果に関する既存研究のうち、本報告書小川報告で実施されたような質調整生存年(QALY)を用いた費用対効果に関する研究を抽出し、その比較分析を実施した。

抽出した8論文のうち、国レベルの分析はNicholらにより1998年に実施されたシミュレーションモデルを用いた分析にとどまっており、それ以外は公共の地域や空港や駅、航空機内や自宅と、その分析地域を限定して実施されていた。したがって、より広範囲な地域での分析を行ったという点で、本研究報告はこれまでに例を見ないと考えられる。

既存研究における1QALY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、表1にとりまとめた。既存研究において推

計された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)らによる地域(communities)の順であった。

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。

Folkeら(2010)によると、AEDの費用対効果は心肺停止傷病者の発生リスクに依存するとされており、多くの人が集まる公的な場所や繁華街における費用対効果が高い結果となった。

いっぽう、本研究班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。

なお、本研究で AED の効果として用いたウツタイン様式統計データには、わが国で救急搬送された院外発生の心肺停止傷病者の全てのデータが含まれている。このウツタイン様式統計データには心肺停止の場所に関する情報がないため、既存研究のように心肺停止の場所別の分析は不可能であり、場所を限定した既存研究と不特定の場所で発生した心肺停止を用いた本報告書の結果の直接的な比較には注意が必要である。しかしながら、繁華街や公的機関、駅や空港など心肺停止傷病者の発生リスクが高いと思われる場所に加え、本報告書の分析には自宅やオフィスなどで発生した症例も含まれていることから、既存研究の市街地や公的機関における AED の費用対効果よりも AED の利用により得られる効果は低いと考えられる。

本研究で実施した AED の費用対効果分析について、2012 年 11 月 4～8 日に米国ロサンゼルスにて開催された米国心臓協会学術総会（American Heart Association Scientific Session）において、中間報告を行った。発表に用いたスライドは本稿の参考資料を参照されたい。AHA 学術総会での発表には、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。

これらの条件を踏まえて分析を実施した。その結果、ICER は US\$ 45,577 – 56,805 と推計された。これは、本報告書の最終報告の数値よりもやや費用対効果が良い結果となった。

（6）AED の効果分析に関する検討：インターネットを活用した AED 導入効果の推計

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行い、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。本調査の回答者数と回答率は、性年齢別に表 10 のようになっている。

表10 調査の回答者数と回答率

| | 回答者数 | | 回答率 | |
|-----|------|-------|-------|-------|
| | 男性 | 女性 | 男性 | 女性 |
| 20代 | 215 | 223 | 26.8% | 24.3% |
| 30代 | 271 | 283 | 33.5% | 30.6% |
| 40代 | 236 | 246 | 38.6% | 34.1% |
| 50代 | 258 | 268 | 42.5% | 38.0% |
| 合計 | 980 | 1,020 | 35.3% | 31.7% |

質問票における質問内容としては、まず回答者の属性を把握した後、AEDを含めた心肺蘇生の実施経験や講習会の受講経験を把握した。次に、心肺機能停止傷病者に遭遇した場合に想定される行動や、AEDを含む心肺蘇生の実施に対して、WTP (willingness-to-pay) の手法などを用いて多角的に質問した。また、設置された AED の認知度についても質問し、AED の普及をどの程度理解しているのかについても調査した。

質問表については、本報告書の資料2を参照されたい。

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。本調査の回答者数と回答率は、以下のようになっている。

参加者数：2,000人

年齢層：20～59歳

男女比：49対51

回収率：32.8%

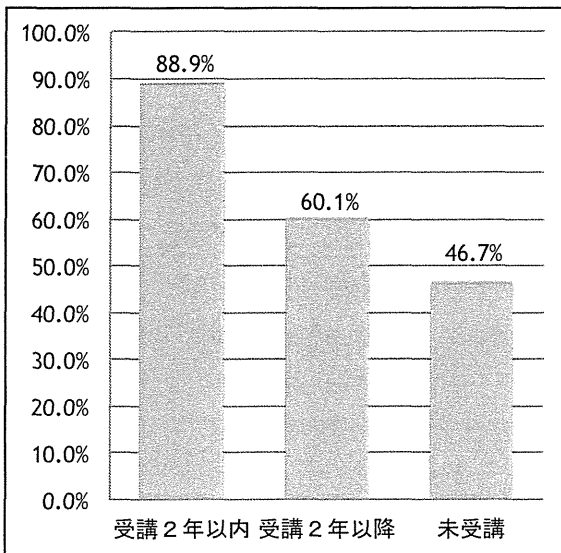
調査参加者のうち、AEDの作動経験のある59人と、WTP(支払意思額)に関する設問での回答金額の高い順から5パーセントに該当する51人を外れ値として除いた1,890人とした。

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

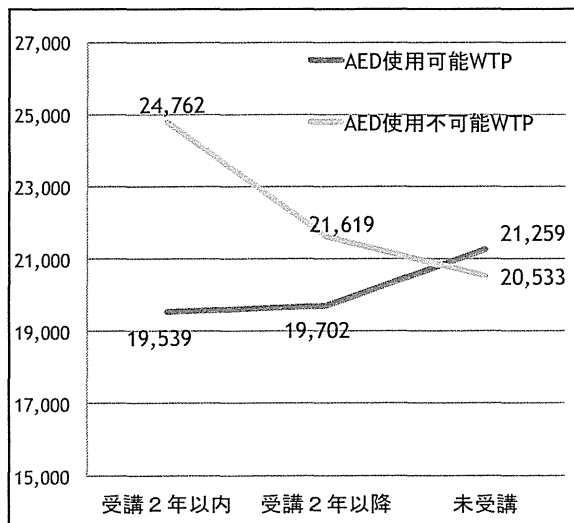
抽出した3群それぞれをAED使用可能群と不可能群にわけ、AED使用に関するWTP(支払意思額)の平均値を算出して比較した。

図 1 0 講習会受講時期と AED 使用可能割合



| | AED使用可能 | AED使用不可能 | AED使用可能割合 |
|----------|---------|----------|-----------|
| 受講 2 年以内 | 169 | 21 | 88.9% |
| 受講 2 年以降 | 426 | 283 | 60.1% |
| 未受講 | 463 | 528 | 46.7% |
| 合計 | 1,058 | 832 | 56.0% |

図 1 1 講習会受講時期と WTP



| | AED使用可能 | AED使用不可能 |
|----------|---------------------|-------------------|
| 受講 2 年以内 | 19,539 (n=169) | 24,762 (n=21) |
| 受講 2 年以降 | 19,702 (n=426) | 21,619 (n=283) |
| 未受講 | 21,259 (n=463) | 20,533 (n=528) |
| 合計 | 20,357 (n=1,058) | 21,009 (n=832) |

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。

D. 考察：AED に関する政策提言

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。すなわち、本来は AED が有効に機能したと思われる

症例が多くあると言われており (Kitamura, 2010)¹⁾、その利用増は院外発生心肺停止傷病者の予後向上に重要であると考えられる。

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と考えられる。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。

① AEDの効果的な配置に向けて

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、費用対効果の観点からは、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、政策的に配置した訳ではなく、自治体や民間企業の自主的な判断で配置したのが現状である。したがって、本来必要な場所に十分に配置されていないケースや、逆に多すぎるケースもあると考えられる。そのため、まず

はAEDの台数と配置場所の正確な把握が必要と考えられるが、本研究で明らかとなったように、AEDの配置台数は正確には分からないのが現状である。

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。また、AEDの配置状況を一般に広く公開し、AEDが必要になったときに的確に早くAEDにアクセス可能になるようすべきである。

② AEDの利用促進に向けて

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ると考えら

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) 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.
- 4) Merchant RM, Becker LB, Abella BS, Asch DA, Groeneveld PW. Cost-Effectiveness of Therapeutic Hypothermia After Cardiac Arrest. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2009;2:421-428.
- 5) Granja C, Cabral G, Pinto AT, Costa-Pereira A. Quality of life 6-months after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2002; 55: 37-44.
- 6) Nichol G, Stiell IG, Hebert P, Wells GA, Vandemheen K, Laupacis A. What is the quality of life for survivors of cardiac arrest? A prospective study. *Acad Emerg Med*. 1999;6:95-102.
- 7) Gage BF, Cardinali AB, Owens DK. The effect of stroke and stroke prophylaxis with aspirin or warfarin on quality of life. *Arch Intern Med*. 1996;156:1829-36.
- 8) Stiell I, Nichol G, Wells G, De Maio V, Nesbitt L, Blackburn J, Spaite D. Health-related quality of life is better for cardiac arrest survivors who received citizen cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2003;108: 1939-1944.
- 9) Fryback DG, Dasbach EJ, Klein R, Klein BE, Dorn N, Peterson K, Martin PA. The Beaver Dam Health Outcomes Study: initial catalog of health-state quality factors. *Med Decis Making*. 1993;13:89-102.
- 10) Raina KD, Callaway C, Rittenberger JC, Holm MB. Neurological and functional status following cardiac arrest: Method and tool utility. *Resuscitation*. 2008;79:249-256.
- 11) Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation*. 1998 ;97:1315-20.
- 12) Groeneveld PW, Kwong JL, Liu Y, et al. Cost-effectiveness of automated external defibrillators on airlines. *JAMA* 2001; 286: 1482-9.
- 13) 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.
- 14) 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.

- 15) 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.
- 16) 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.
- 17) 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. 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.

Soichi Koike, Seizan Tanabe, Toshio Ogawa, Manabu Akahane, Hideo Yasunaga, Hiromasa Horiguchi, Shinya Matsumoto, Tomoaki Imamura. Immediate defibrillation or defibrillation after cardiopulmonary resuscitation. *Prehospital Emergency Care*. 2011 Jul;15(3):393-400.

Soichi Koike, Seizan Tanabe, Toshio Ogawa, Manabu Akahane, Hideo Yasunaga, Hiromasa Horiguchi, Shinya Matsumoto, Tomoaki Imamura. Effect of time and day of admission on 1-month survival and neurologically favourable 1-month survival in out-of-hospital cardiopulmonary arrest patients. *Resuscitation*. 2011 Jul;82(7):863-868.

Soichi Koike, Toshio Ogawa, Seizan Tanabe, Shinya Matsumoto, Manabu Akahane, Hideo Yasunaga, Hiromasa Horiguchi, Tomoaki Imamura. Collapse-to-emergency medical service cardiopulmonary resuscitation interval and outcomes of out-of-hospital cardiopulmonary arrest: a nationwide observational study. *Critical Care*. 2011 May;15(3):R120.

Manabu Akahane, Toshio Ogawa, Soichi Koike, Seizan Tanabe, Hiromasa Horiguchi,

Tatsuhiko Mizoguchi, Hideo Yasunaga, and Tomoaki Imamura. The effects of sex on out-of-hospital cardiac arrest outcomes. *The American Journal of Medicine*. 2011 Apr;124(4):325-333.

Hideo Yasunaga, Hiroaki Miyata, Hiromasa Horiguchi, Seizan Tanabe, Manabu Akahane, Toshio Ogawa, Soichi Koike and Tomoaki Imamura. Population density, call-response interval, and survival of out-of-hospital cardiac arrest. *International Journal of Health Geographics*. 2011 Apr;14;10:26.

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