

到達圏解析を用いた小松市における AED 設置効果に関するシミュレーション分析

金沢大学 学生会員 ○小島 雅貴 金沢大学 フェロー 高山 純一
 金沢大学 正会員 藤生 慎 金沢大学 非会員 稲葉 英夫

1. はじめに

カーラーの救命曲線によると、心停止後約 3 分で死亡率は 50%に、10 分後には蘇生の可能性はほとんど残されていない。119 番通報をしてから現場に救急車が到達するまでの平均時間は 8.5 分であるから¹⁾、院外心停止患者の蘇生には、バイスタンダー（その場に居合わせた一般市民）による AED を用いた救命活動が必要となる。

日本では、2004 年に AED の使用が一般人に許可された。2014 年中に一般市民が心原性心肺機能停止の時点を目撃した傷病者は 2 万 5,255 人であり、そのうち一般市民が AED を使用し除細動を実施した傷病者は 1,030 人と、約 4%である。AED 使用症例はまだまだ少ないといった現状である。

現状、AED の設置場所としては、人口密度が高い、心臓病を持つ高齢者が多い、運動やストレスなどに伴い一時的に心臓発作の危険が高まる、といった心停止の発生頻度につながる環境だけでなく、目撃されやすいこと、救助を得やすい環境であることも考慮されている²⁾。具体的には、駅や空港、学校、スポーツ関連施設といった場所である。しかし、院外心停止の約 6 割は自宅で起こると言われ、自宅で心停止に陥った患者は AED の恩恵を受けることが難しいと思われる。そのため、例えば、市民が容易に利用可能であるコンビニエンスストアに AED を設置することで、自宅にて心停止に陥った患者を救命できるような環境を整備することも重要である。実際に、AED の公的インフラ化を目的として、コンビニエンスストアやガソリンスタンドなどへの設置が現在検討されている³⁾。すでにいくつかの自治体は先進的にコンビニへの AED 設置を推進しており、それによる救命例も報告されている。一例として、愛知県尾張旭市では、自宅にて心停止に陥った患者の家族が 119 番通報をしたうえで心臓マッサージを行うとともに、近くのコンビニに AED を取りに行ったところ、意識を

失ってから 6 分後に AED を使って電気ショックを与えることができ蘇生に成功したという事例もある。

そこで本研究では、自宅における心停止を想定した AED の効果的・効率的な設置場所の検討を可能とすべく、AED の設置効果を定量化する。

2. 使用データ

(1) 石川県小松市救急搬送データ

2014 年 10 月から 2016 年 9 月の 2 年間分、総数 7,143 件の救急搬送の記録である。このうち院外心停止例は 192 件さらに、発生場所が自宅であった症例は 115 件と院外心停止全体の 59.9%であった。

(2) AED データ

AED の位置情報データは、日本救急医療財団が運営する「財団全国 AED マップ」及び個人が運営する「日本全国 AED マップ」より入手した。どちらも設置者及び設置管理者からホームページに設置登録情報を提供してもらうことで、AED 設置情報を提供するサイトである。ただし、登録型のシステムのため、ここで把握できる AED の数は全数ではなく、販売台数とは一致しない。

3. 設置効果の定式化

本研究では、AED 増設による効果を定量把握するため、設置効果を定式化する。設置効果は需要量に救命確率をかけ合わせたものとする。

$$\text{設置効果} = \text{需要量} \times \text{救命確率}$$

(1) 需要量

需要量は建物単位で求め、その居住人数とする。250m メッシュ人口をメッシュ内の建物数で除した値を、同メッシュ内の建物一軒一軒に分配し、算出する。よって単位は（人）である。

(2) 救命確率

救命確率は、心停止から AED 使用までに要した時間に依存し、居住場所と最寄りの AED の位置関係によって決定される。ArcGIS Network Analyst の到達圏解析を用いて、建物ごとに最寄りの AED の検出と、

キーワード AED, 到達圏解析, 心停止, AED 設置効果, AED 配置

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学自然科学 2 号館 7 階 2C712 TEL 076-234-49

その AED までの道路距離を検出する．片岡ら⁴⁾の既往研究を参考にし，救命確率関数は式(1a)とした．

救命確率 $f(d) = \exp(-ad^2)$ (1a)

(a : パラメータ, d : 最寄り AED への道路距離)
心停止後 10 分経過時点で救命確率が 1.0×10^{-3} となるよう，パラメータ a を求める．そして，最寄りの AED を取りに行く際の移動速度を $150(m/min)$ と設定すると，時間 t と救命確率の関係を表す救命確率関数は式(1b)，救命曲線は図-1 のようになる．

救命確率 $f(t) = \exp\left(-\frac{3\log 10}{100}t^2\right)$ (1b)

4. 設置効果の算出

建物ごとに需要量（居住人数）と最寄りの AED, その救命確率が求まり，設置効果が算出される（表-1）．次に，小松市のコンビニエンスストア 44 施設へ AED を新たに設置した際の設置効果増分をもとに，施設単位での設置効果を算出した（図-2）．設置効果の高い施設から順に並び替えている．なお，設置効果の算出にあたっては，既存 AED の曜日や時間帯による使用の可否を考慮した．表-2 に AED 設置場所の分類ご

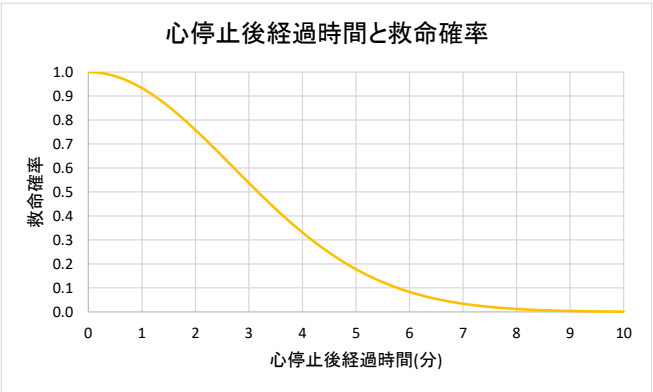


図-1 心停止後経過時間と救命確率の関係

表-1 設置効果の算出

建物 No.	需要量 (居住人数)	最寄り AED No.	最寄り AED への距離	救命確率	設置効果	メッシュ内人口
1	0.9	241	165.2	0.15	0.14	21
2	1.9	351	354.1	0.02	0.03	196
3	2.7	233	494.9	0.00	0.00	323
4	1.7	341	11.5	0.50	0.83	53
5	2.3	185	218.4	0.09	0.20	207
6	3.2	344	221.0	0.09	0.28	114
7	1.2	178	385.4	0.01	0.01	18
8	2.4	393	177.2	0.14	0.33	175
9	1.8	66	110.3	0.25	0.46	178
10	4.1	377	354.5	0.02	0.07	518
11	2.5	27	40.5	0.42	1.04	79
12	2.0	89	311.4	0.03	0.06	203
13	2.1	368	270.7	0.05	0.10	226
14	1.5	361	248.3	0.06	0.09	125
15	2.3	68	94.2	0.29	0.67	232

とに曜日・時間帯別の使用の可否をまとめた．

5. おわりに

施設単位での AED 設置効果の算出により，効率的・効果的な AED の設置場所の検討が可能となった．ただ，需要量を単に人口としていることは課題である．実際には，心停止を引き起こすリスクは年齢や持病により異なる．各地域の住民の年齢構成や特定の持病を持つ人数を加味した需要量を算出することが必要である．

参考文献

1) 総務省消防庁：平成 29 年版救急・救助の現況
2) 三田村秀雄：AED の具体的設置・配置基準に関する提言，44 巻，4 号，p. 392-402，2012
3) 三田村秀雄：心臓突然死予防に関する最新知見，一般社団法人日本不整脈心電学会，35 巻，3 号，p. 205-212，2015
4) 片岡裕介，浅見泰司，浅利靖，郡山一明：需要密度に対する供給効果を最大化する AED の最適配置地点，Theory and applications of GIS，14 巻，2 号，p. 1-9，2006

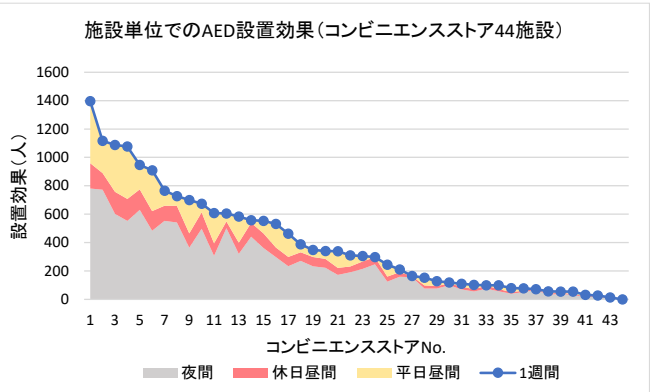


図-2 施設単位での AED 設置効果
(コンビニエンスストア 44 施設)

表-2 AED 設置場所の分類と曜日時間帯別の使用可否

分類	AED 設置台数	平日		休日	
		昼間	夜間	昼間	夜間
病院	12	○	○	○	○
駅・空港	4	○	○	○	○
道路・料金所・PA	4	○	○	○	○
集合住宅	2	○	○	○	○
スポーツ関連施設・公園	28	○	×	○	×
店舗	25	○	×	○	×
ホテル・旅館	8	○	×	○	×
斎場	2	○	×	○	×
会社・工場	71	○	×	×	×
学校・幼稚園	66	○	×	×	×
福祉施設	52	○	×	×	×
地域コミュニティ施設	41	○	×	×	×
診療所	24	○	×	×	×
役所・庁舎	9	○	×	×	×
消防署・警察署	2	○	×	×	×
計	350				