

# 到達圏解析を用いた AED 配置の 現状と課題に関する研究

小島 雅貴<sup>1</sup>・高山 純一<sup>2</sup>・藤生 慎<sup>3</sup>・稲葉 英夫<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 金沢大学 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: spindletree@stu.kanazawa-u.ac.jp

<sup>2</sup>フェロー 金沢大学教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 金沢大学助教 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: fujii@se.kanazawa-u.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 金沢大学教授 医薬保健研究域医学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

E-mail: hidinaba@med.kanazawa-u.ac.jp

AED を用いた院外心停止の救命人数増加に向け、2つの課題がある。ひとつは一般市民の救命意識向上、もうひとつは AED の効果的・効率的な設置である。本研究では後者に焦点を当てる。駅や空港など、院外心停止の発生頻度が高い場所には AED が設置されている。しかし、自宅など、院外心停止の発生が予期されない場所においては、そもそも一定時間内に最寄りの AED へアクセスすることが不可能な場合が多い。そこで、AED 配置の現状を把握するため、ArcGIS Network Analyst の到達圏解析を用いて小松市内に存在する AED の到達圏域を求めた。人口 10.69 万人の小松市の AED 需要（人口）カバー率は 100m 圏域で約 7.7%、150m 圏域で約 13.1%、200m 圏域で約 20.0%であった。このことから、大多数の人が院外心停止の発生時、AED へのアクセスが不可能な環境にあることが示唆された。

**Key Words:** cardiac arrest, AED, reachability analysis, population coverage, emergency transport data

## 1. はじめに

院外心停止とは、病院の外で起こる心肺停止のことである。心肺停止状態に陥ると、蘇生率は電気ショックが 1 分遅れるごとに 10%ずつ低下し、心肺停止となつてから 10 分後には蘇生の可能性はほとんど残されていない（図-1）<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>、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 を用いた除細動が必要となる。

日本では、2004 年 7 月に AED（自動体外式除細動器）の使用が一般人に許可された。それ以降 AED は普及し、公共施設などに設置された AED の国内累計販売台数は 2014 年 12 月末時点で 51 万 6,153 台である<sup>3)</sup>。2014 年中に一般市民が心原性心肺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。この、AED を使用し除細動を実施した傷病者は 1,030 人のうち、1 か月後生存率は 519 人であり、1 か月後生存率は 50.4%である。心肺蘇生を実施せずに

救急車を待つのみであった心原性心肺停止患者の 1 か月後生存率は 8.4%であるから、AED の効果は歴然である<sup>4)</sup>。以上のことから、AED を使用し除細動を受けられる可能性は低いが、AED 使用症例においては効果を発揮しているといった現状だと言える。

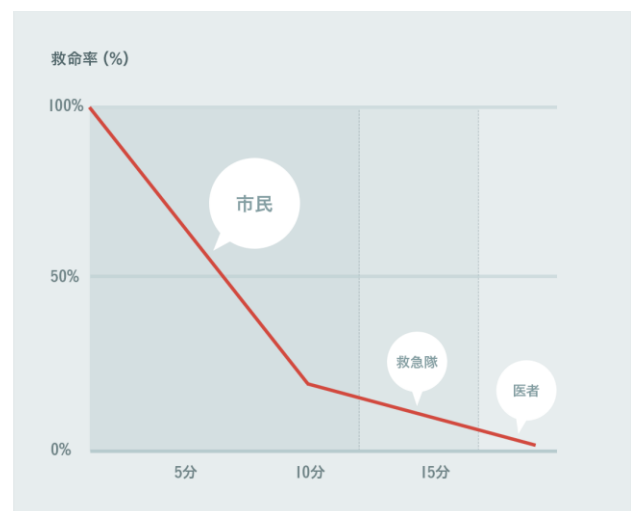


図-1 心停止から電気ショックまでの時間と救命率の関係<sup>1)</sup>

AED を用いた院外心停止の救命人数増加に向け、2つの課題がある。ひとつはバイスタンダーの救命意識向上、もうひとつは AED の効果的・効率的な設置である。本研究では後者に焦点を当てる。

AED を効果的・効率的に活用するためには、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する必要がある<sup>5)</sup>。具体的に、駅や空港、学校、スポーツ関連施設、病院といった院外心停止の発生頻度の高い“ポイント”には、必ずと言っていいほど AED が設置されている。ただ、院外心停止の約 6割は自宅で起こると言われ、これらの患者は AED の恩恵を受けることが難しいと思われる。そのため、先のような“ポイント”に限らず、院外心停止発生場所から一定時間内に AED にアクセスすることを可能とするような配置を考えることも重要ではないだろうか。例えば、住民生活の拠点であるコンビニエンスストアに AED を設置することで、AED の効果が及ぶ範囲を“エリア”として捉えるといった考え方である。

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<sup>6)</sup>。24時間アクセス可能なことや視認性の高さが候補として挙がる理由である。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、自宅にて心停止患者が発生し、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。ただ、知人や同僚などの他人に比べて、自分の家族の心停止を目撃した場合には早期の 119 番通報や心肺蘇生を含めた適切な一次救命処置を実施する確率が低く、結果的に患者の生存率

が悪いという研究報告もあり<sup>7)</sup>、いざ家族の心停止を目撃した際の心構えは重要である。

本研究では、AED 設置の現状を明らかにするため、AED に一定時間内に到達可能な圏域に居住する人口の把握を行う。まず地域における院外心停止患者の需要予測を行い、設置された AED がどの程度需要をカバーできるのかを、把握する。

## 2. 使用データ

### (1) 石川県救急搬送データ

石川県救急搬送データは、総数 61,107 件、期間は 2014年 10月~2016年 9月の 2年間のデータである。消防本部ごとに管理されたデータであり、金沢市消防局のみ 2015年 10月~2016年 9月の 1年間分となっている。表-1 に概要を示した。持ち合わせている他のデータの関係から、分析対象地域は石川県小松市とする。小松市の 2年間ににおける救急搬送件数は 7,143 件であり、そのうち院外心停止例は 211 件である。これを本研究で用いる院外心停止例データとする。

### (2) AED データ

AED の位置情報データは、日本救急医療財団の「財団全国 AED マップ」より入手する。このマップは、設置者及び設置管理者から日本救急医療財団のホームページに設置登録情報を公開することに同意を得たものを公開している。AED 設置住所からアドレスマッチングを行い、座標情報を取得する。ただ、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。また、AED は設置後、定期的に電極パッドとバッテリーの交換が必要となるが、設置者に交換情報の入力を促しマップに反映させることで、精度の維持及び回復を図っている。

表-1 消防本部毎のデータ期間・データ数

消防本部	データ期間	年数	データ数
金沢市消防局	2015/10~2016/9	1	15,138
白山野々市広域事務組合消防本部	2014/10~2016/9	2	9,945
小松市消防本部	2014/10~2016/9	2	7,143
加賀市消防本部	2014/10~2016/9	2	5,898
七尾鹿島消防本部	2014/10~2016/9	2	5,587
奥能登広域圏事務組合消防本部	2014/10~2016/9	2	5,084
羽咋郡市広域事務組合消防本部	2014/10~2016/9	2	3,914
能美市消防本部	2014/10~2016/9	2	3,357
かほく市消防本部	2014/10~2016/9	2	1,948
津幡町消防本部	2014/10~2016/9	2	1,902
内灘町消防本部	2014/10~2016/9	2	1,191
計			61,107

### 3. 分析手法

小松市における院外心停止例データを小学校区ごとに集計する。また、院外心停止発生場所、発生時間帯について集計する。これらより、AED 需要の予測を行う。

次に、小松市の地図に AED 位置情報データと 250m メッシュ人口、道路網のデータを付する。そして Network Analyst の到達圏解析を用いて AED から道路距離で 100m, 150m, 200m 圏域に居住する人口を面積案分により算出し、AED 需要のカバー率を求める。圏域の設定だが、心停止発生から 5 分以内（この時の救命率は約 60%）に AED を用いた除細動が必要だとする。すると、目撃後 2 分以内に AED の必要性を認知し、AED 到着後 1 分で電気ショックをかけることができると仮定すれば、心停止の現場から往復 2 分、片道 1 分以内の場所に AED を設置する必要がある<sup>5)</sup>。時速 9km（ジョギング程度の速度）で 1 分移動すると、150m 先まで到達することができる。このことから、圏域は 100m, 150m, 200m の 3 通りを考えることとする。

表-2 発生場所集計

発生場所	件数	割合
自宅	134	63.5%
介護施設等	37	17.5%
その他(屋外)	15	7.1%
路上(自動車事故)	6	2.8%
職場	5	2.4%
その他(店舗等)	4	1.9%
公衆浴場	3	1.4%
ゴルフ場	2	0.9%
ジム	1	0.5%
電車内	1	0.5%
バス内	1	0.5%
車内(自動車運転中)	1	0.5%
空港	1	0.5%
計	211	100%

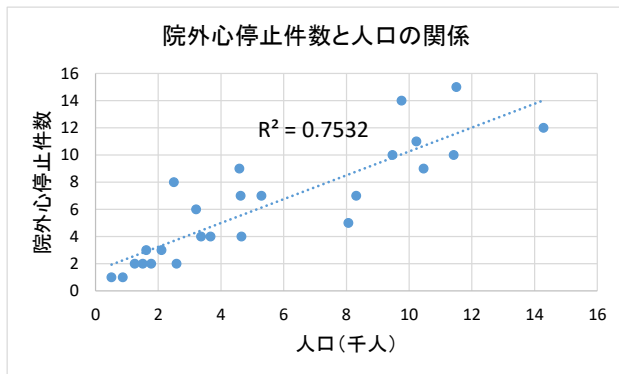


図-2 院外心停止件数と人口の関係

### 4. 院外心停止例データの集計

表-2 に小松市における院外心肺停止例 211 件の発生場所をまとめた。自宅が 60.9%と最も多い。本研究では、院外心停止発生場所に AED が設置されていないケースを想定したため、介護施設や公衆浴場といった院外心停止の発生頻度が高く、かつ AED が設置されているであろう“ポイント”で発生した症例は分析データから除く。また、自動車事故による院外心停止例についても、偶発性の高い症例であるため分析データからは除く。よって、表-2 で黄色に着色した全 158 症例を分析データとする。

図-2 に院外心停止件数と人口の関係を散布図で示す。決定係数は  $R^2=0.7562$  である。表-3 には、小松市の小学校区別に院外心停止件数と人口をまとめた。現状では、人口が多い地域ほど、院外心停止件数の発生確率が高いとみなす。

表-3 小学校区別の院外心停止件数と人口

小学校区	院外心停止件数	人口
稚松	15	11,507
苗代	14	9,760
芦城	12	14,287
第一	11	10,231
今江	10	11,420
矢田野	10	9,471
安宅	9	10,462
符津	9	4,584
中海	8	2,494
串	7	5,291
向本折	7	8,310
能美	7	4,627
粟津	6	3,209
国府	5	8,061
月津	4	3,362
犬丸	4	3,668
東陵	4	4,653
日末	3	1,616
蓮代寺	3	2,102
金野	2	1,776
荒屋	2	2,582
波佐谷	2	1,502
木場	2	1,249
西尾	1	508
那谷	1	869
計	158	137,601

## 5. 到達圏解析を用いた AED の分布に関する分析

### (1) 小松市の人口と AED の分布

図-3 に、小松市の 250m メッシュ人口と AED の分布を示す。平成 27 年度の国勢調査の統計データより、250m メッシュ人口のデータを入手し、9 段階に分け、色付けした。また、341 個の AED がプロットされているが、小松市内に存在する AED の全数ではない。

### (2) 到達圏解析を用いた AED 需要カバー率の算出

ArcGIS Network Analyst の到達圏解析を用いて AED から 100m, 150m, 200m の 3 つの到達圏域を表示する。図-4 に結果を示す。そして、表-4 に圏域別の AED 需要（人口）カバー率を示す。小松市の人口は 2015 年時点で 10.69 万人であり、AED 需要（人口）カバー率は 100m

圏域で約 7.7%、150m 圏域で約 13.1%、200m 圏域で約 20.0%であった。

## 6. おわりに

駅や空港、病院や介護施設では、人口密度が高い、心臓病を持つ高齢者が多いといった理由から、AED が設置されており、AED へのアクセスが可能である。しかし、自宅など、院外心停止の発生が予期されていない場所においては、そもそも一定時間内に AED へアクセスすることが不可能な場合が多い。

そこで本研究では、一定時間内に AED へアクセスできる圏域に居住する人口を算出した。ジョギング程度の速さで AED を取りに行くとは仮定した際の 150m 圏域で

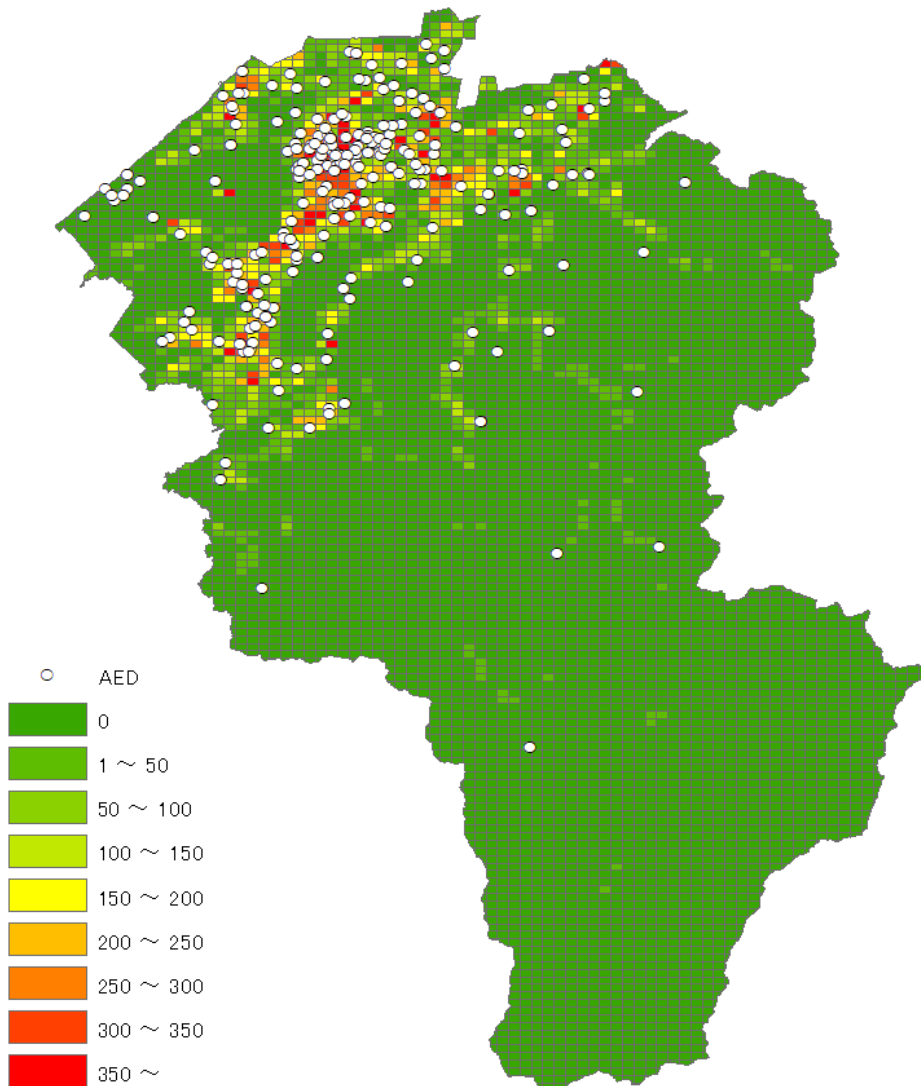


図-3 小松市の 250mメッシュ人口と AED の分布

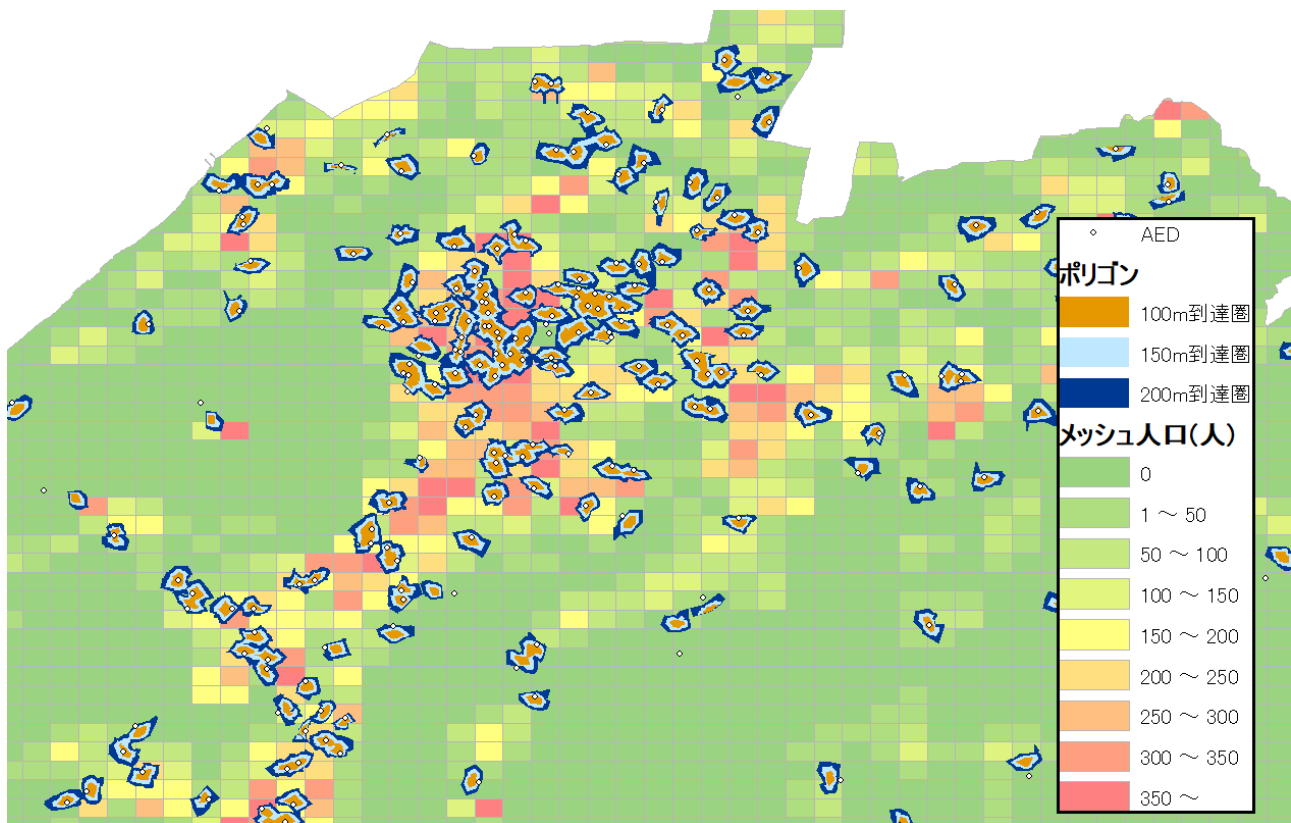


図-4 到達圏解析の結果

表-4 圏域別の AED 需要 (人口) カバー率

圏域	カバー人口(人)	AED需要(人口)カバー率
100m	8,231	7.7%
150m	13,956	13.1%
200m	21,378	20.0%

は、人口カバー率は 13.1%であった。このことから、大多数の人が院外心停止の発生時、AED へのアクセスが不可能な環境にあることが示唆された。

## 7. 今後の課題

本研究においては以下の 5つの課題を挙げることができる。

まず、AED データが全数ではないことである。全ての AED の位置情報を把握することは不可能だが、可能な限り追加したい。

2つ目は、AED の位置情報が正確ではないことである。AED 設置場所の番地単位の住所をもとにアドレスマッチングを行い代表点の座標を表示しているのだが、実際の設置場所とずれが生じている可能性がある。

3つ目は、AED 需要の予測の用いた因子が人口のみであることである。院外心停止の発生に影響を与えると思

われる他因子についても考慮したい。また、院外心停止の発生時刻の構成を踏まえ、昼間と夜間で別のモデルを構築する必要もあるかもしれない。

4つ目は、到達圏域がカバーする人口を算出する際、メッシュの人口を面積案分しているため、正確なカバー率とはなっていない。メッシュ内に建物数等のデータを与えることで、より正確なカバー率の算出を行いたい。

最後に、当初の目的であるのだが、コンビニエンスストアやガソリンスタンドといった現在新たに AED の設置を検討されている箇所への AED 増設効果を検討したい。

**謝辞：**本研究は、ISICO（石川県産業創出支援機構）からの「いしかわ創出大学連携研究プロジェクト支援事業」ならびに科学研究費補助金基盤研究(B) (代表：高山純一，課題番号：17H03322)の一環として行った研究成果の一部である。ここに記して感謝したい。

## 参考文献

- 1) 日本 AED 財団, AED の知識, 閲覧日 2018-07-27, <http://www.aed-zaidan.jp/knowledge/>
- 2) 総務省消防庁：平成 29 年版救急・救助の現況
- 3) 中国四国管区行政評価区：救命率の向上につながる AED の利用環境整備に関する調査
- 4) 総務省消防庁：平成 27 年版救急・救助の現況

- 5) 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
- 6) 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
- 7) Yoshio Tanaka, Tetsuo Maeda, Takahisa Kamikura, Taiki Nishi, Wataru Omi, Masaaki Hashimoto, Satoru

Sakagami, Hideo Inaba : Potential Association of Bystander-Patient Relationship with Bystander Response and Patient Survival in Daytime Out-of-Hospital Cardiac Arrest, Resuscitation, Volume 86, January 2015, Pages 74-81

(2018.7.31 受付)

## STUDY ON THE CURRENT SITUATION AND PROBLEMS OF AED DISTRIBUTION USING REACHABILITY ANALYSIS

Masaki KOJIMA, Junichi TAKAYAMA, Makoto HUJIU and Hideo INABA