

千葉市のタクシー営業実態に基づく AED タクシーのカバー率の時間変化 －実営業エリアを対象としたシミュレーション－

日大生産工（院） ○早川 航平
日大生産工 岩田 伸一郎

1. はじめに

AED（自動体外式除細動器）は、突発的な心停止状態への救急措置に有効とされる医療機器である。心停止から4分以内に除細動を行うことが望ましいとされる一方で、千葉市の救急車の平均到着時間は8.8分と現行の救急体制では初期対応の迅速化が課題となっている。この課題に対し、既存のタクシーを搬送手段としてAEDが現場に向かう仕組み（以下、AEDタクシー）が提案されてきた。

先行研究¹⁾では、千葉市全域を対象にAEDタクシーの導入効果の有効性の検証が行われてきた。しかし、AEDタクシーの出発地点（以下、出発点）の設定が利用者アンケートに基づく推定値であったため、実際のタクシー営業の時間変動や付け待ち構造などの実態状況を十分に反映されていなかった。

本稿では、これら課題を踏まえ、千葉市内の営業所^{注1)}を対象にアンケート調査を実施し、得られた「時間帯別の稼働台数」と「主要な付け待ち施設（以下、付け待ち施設）の稼働割合」をもとに出発点と台数配分を再定義した。そして、付け待ち施設を出発点に1～4分の到達圏を作成し、各到達圏の重なり度合を空間上に可視化した。

さらに、複数の出発点から到達可能な領域（以下、重複カバー圏域）に着目し、AED到達目標時間の余裕分を稼働台数で重み付けして合算した指標（以下、信頼度）を定義する。これにより、時間帯で変化する信頼度を定量化し、その分布を空間上に可視化させることを目的としている。

2. 研究方法

2.1 アンケート調査

時間帯で変化するタクシーの運行状況を把握するには、実際の営業データを取得する必要がある。本稿では、千葉市におけるタクシー

の営業実態の把握を目的とし「稲毛構内タクシー様」にご協力いただき、営業所の管理者1名を対象に「タクシーの営業状況に関するアンケート調査」を実施した。（実施：2025/8/1～2025/8/26）。（Table. 1）

Table. 1 アンケート調査項目

項目	設問項目
基本情報	1) 所属ドライバー人数
	2) 保有車両台数
タクシー稼働状況	3) 各時間帯における保有車両の稼働率 ※「稼働中の車両台数 ÷ 保有車両台数」
主要付け待ち施設の稼働状況	4) 各時間帯における主要な付け待ち施設 （台数の多い順に最大5施設まで記入可） ※各施設の稼働割合の合計が100(%)で記入 例) 施設A+施設B+施設C+施設D+施設E=100

2.2 時間帯別の稼働台数の算出

アンケート結果に基づき、稲毛構内タクシー営業所における平日と休日の時間帯別稼働率および付け待ち施設での稼働割合から各施設における稼働台数を求める。（式1）

$$N = A \times R \times P \quad (\text{台}) \cdots (\text{式1})$$

N：各時間帯における施設の稼働台数

A：営業所の保有車両台数（稲毛構内タクシー：59台）

R：各時間帯における稼働率

P：各施設における時間帯別の稼働割合

営業所のタクシー保有台数に対して、その時間帯に実際に稼働している車両数を求め、さらに各付け待ち施設の稼働割合を乗じることによって、施設単位の稼働台数を導出する。（Table. 2）

Table. 2 時間帯別の施設ごとの稼働台数

区分	時間帯	主要付け待ち施設の稼働台数（台）					合計
		稲毛駅	稲毛海岸駅	検見川浜駅	新検見川駅	千葉駅	
平日	0:00-6:00 （早朝）	4.4	3.7	3.0	2.2	1.5	14.8
	6:00-12:00 （午前）	10.6	6.6	4.0	4.0	1.3	26.5
	12:00-18:00 （午後）	13.0	8.1	4.9	4.9	1.6	32.5
	18:00-24:00 （深夜）	11.8	5.9	3.0	4.4	4.4	29.5
休日	0:00-6:00 （早朝）	2.7	2.2	0.9	0.9	2.2	8.9
	6:00-12:00 （午前）	5.9	4.4	1.5	1.5	1.5	14.8
	12:00-18:00 （午後）	10.6	8.0	2.7	2.7	2.7	26.7
	18:00-24:00 （深夜）	6.2	5.2	2.1	2.1	5.2	20.8

Time-Based Changes in AED Taxi Coverage Rates Based on Actual Taxi Operations in Chiba City

－ Simulation Targeting Actual Service Areas －

Kohei HAYAKAWA and Shinichiro IWATA

2.3 出発地点の設定

アンケート調査から得られた稲毛構内タクシーの主要な付け待ち施設（稲毛駅、稲毛海岸駅、検見川浜駅、新検見川駅、千葉駅の5地点）をAEDタクシーの出発点として設定した。

2.4 到達圏解析の設定と手順

2.4.1 到達圏解析の設定

2.3で設定した出発点から到達目標時間内にAEDタクシーの移動速度で移動できる距離を求め、到達圏解析を行う。

AEDタクシーの到着目標時間は、千葉市の救急車平均到着時間8.8分から半分を下回る4分以下とし、1分/2分/3分/4分の到着目標時間ごとにカバー圏域を作成していく。なお、AEDタクシーの移動速度は60km/hとした^{注2)}。

2.4.2 到達圏解析の手順

各付け待ち施設に1台ずつAEDタクシーを配置した場合を仮定し、Esri ArcGIS Pro (Network Analyst)の到達圏解析^{注3)}を用いて、1～4分のカバー圏域を作成した。

AEDタクシーの走行条件は、駅周辺では生活道路を主要道路^{注4)}に出るまで通行優先とし、以降は主要道路を中心に展開する設定とした。これにより各付け待ち施設からの到達圏を作成し、複数の到達圏を重ね合わせることでカバー圏域の重複構造を明らかにした。本段階では稼働台数による重み付けは行わず、各出発点の位置関係に基づく純粋な到達構造を示している。(Fig. 1)

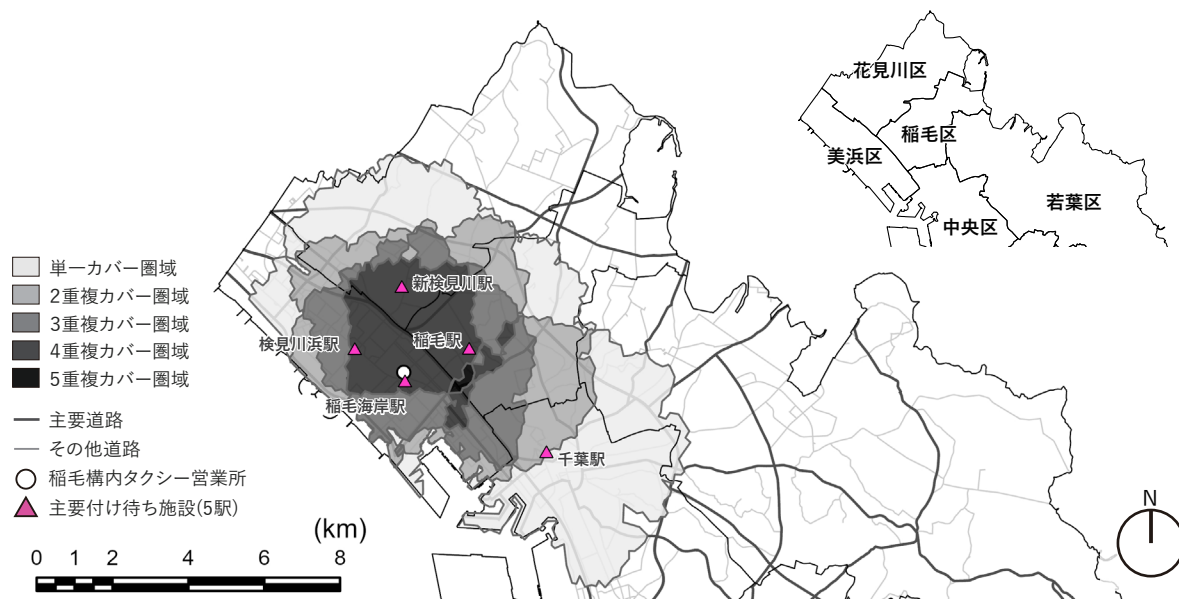


Fig. 1 各主要付け待ち施設からのカバー圏域の重複度分布図

2.5 重複カバー圏域の信頼度評価

2.4で得られた重複カバー圏域を基盤として、時間帯別の稼働台数を考慮した信頼度評価を行う。『信頼度』とは、複数の出発点から到達可能な範囲において、「どの程度多くのAEDタクシーが、どれだけ早く到達できるか」を表す指標である。本稿では、タクシーの存在確率が稼働台数に比例すると仮定し、各出発点における到達時間と稼働台数を組み合わせて信頼度を定義した。(式2)

$$E = \sum N_i \times (4 - T_i) \quad \cdots (式2)$$

E：信頼度

N_i ：i施設における稼働台数

T_i ：出発地点iからの到達時間

重複カバー圏域内の信頼度の算定手順の例をFig. 2に示す。

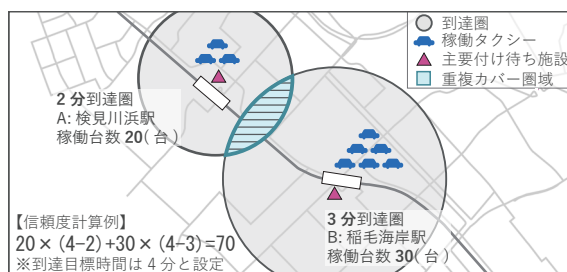


Fig. 2 信頼度算定のモデル概要

このように算出した信頼度Eを重複カバー圏域内に割り当て、平日および休日の4時間帯（早朝／午前／午後／深夜）の分布をヒートマップとして可視化させた。3章ではこれら結果をもとに、時間帯ごとの信頼度分布の特徴や変化傾向を分析し、考察を行う。

3 シミュレーション結果と考察

3.1 平日および休日の信頼度分布図作成結果

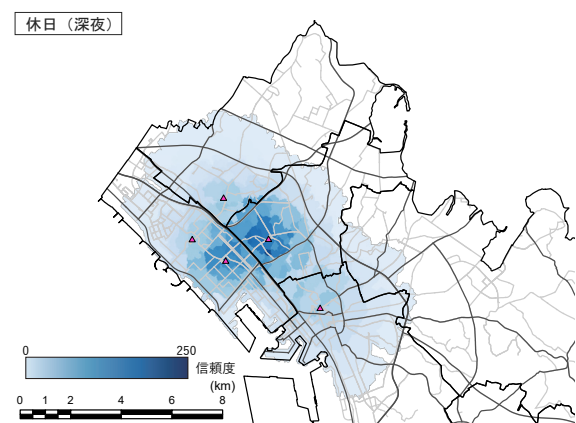
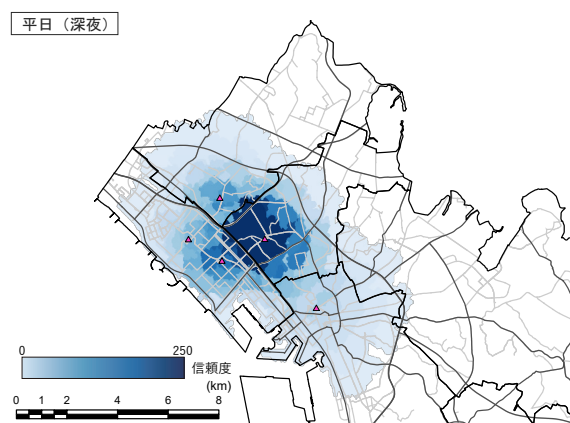
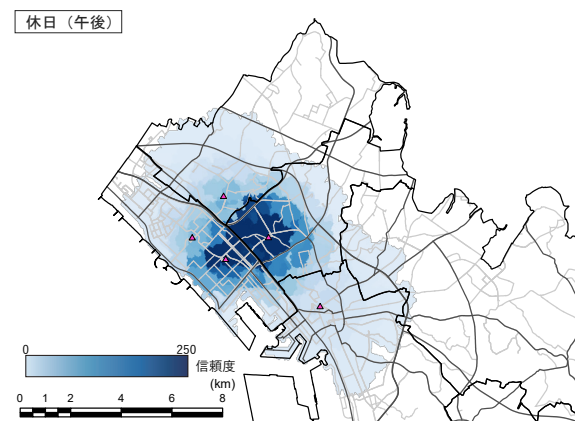
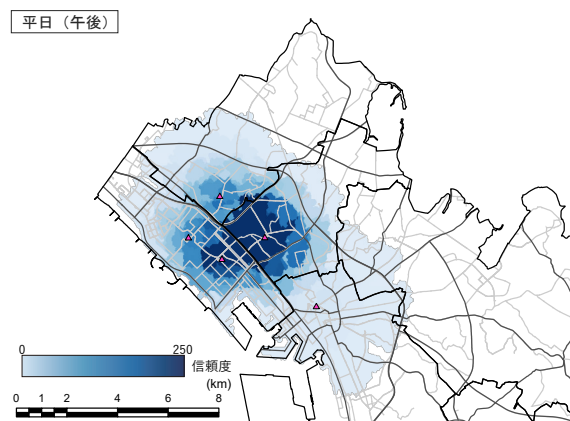
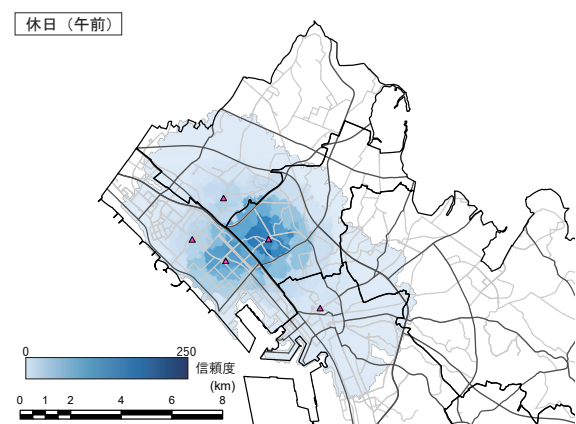
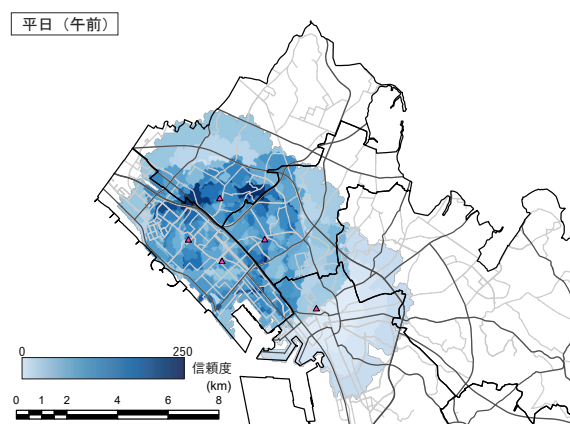
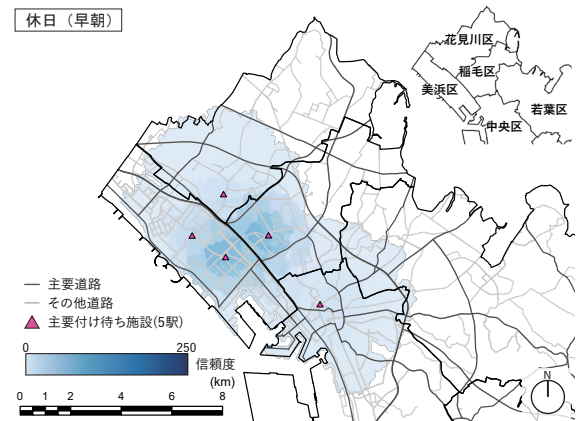
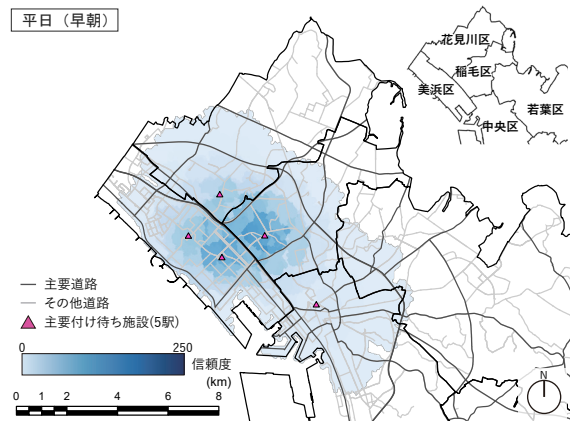


Fig. 3 平日の信頼度分布図

Fig. 4 休日の信頼度分布図

平日および休日の時間帯別信頼度分布図を Fig. 3、Fig. 4 に示す。

平日および休日のいずれの時間帯においても、休日は全体的な稼働台数が落ち込むものの、稲毛駅および稲毛海岸駅を中心に信頼度分布が広がる傾向が確認できた。これら2地点は営業所と近い距離にあり、その他3駅よりも比較的稼働台数が多いこと (Table. 2) から、出発点として安定して信頼度の高い領域を形成していると考えられる。

特徴的な分布傾向として「平日 (午前)」では、稲毛駅および稲毛海岸駅を中心に形成されたカバー圏域が、その他駅方面へと連続的に広がり、面的な広がりをもつ信頼度分布が確認できた。これに対して「平日 (午後)」では、信頼度の高い領域が稲毛駅と稲毛海岸駅の周辺に強く集中し、周縁部に向かうにつれて信頼度が低下している。このような分布の違いは、信頼度が稼働台数に比例して変化するのではなく、『2駅間のカバー圏域の組み合わせがどの分域のカバー圏域と重なり合うか』で変化するためだと考えられる。

「平日 (午前)」では、複数駅で稼働台数が比較的分散しており、各駅からのカバー圏域が広く重なったことで、信頼度が面的に積み上がったと考えられる。一方、「平日 (午後)」では、稼働台数が稲毛駅および稲毛海岸駅周辺に比較的集中し、近接するカバー圏域の重なりが強まる一方で、遠い駅間のカバー圏域の組み合わせが減少したことで、信頼度の高い領域が局地的に現れたと考えられる。

3.2 平日および休日の時間帯別信頼度評価

分布だけでは把握しづらい時間帯別の全体傾向とピーク値を捉えるために、平日および休日における各時間帯の信頼度の最大値の推移を Fig. 5 に、平均値の推移を Fig. 6 に示す。

Fig. 5 より平日および休日ともに信頼度の最大値が早朝から午後にかけて増加し、深夜にかけて減少する傾向を示した。休日では午後から深夜にかけて 206.8 から 122.0 と約 40% 低下しており、稼働量の減少に加えて重複カバー圏域が縮小したことが考えられる。

Fig. 6 より「平日 (午前)」の平均値が 52.5 と同じ時間帯の「休日 (午前)」の値と比較して著しく高い結果となった。これは 3.1 で示した「平日 (午前)」の信頼度の分布図の面的な広がりを裏付けるものであり、平均値が高いということは、特定の地点に偏

ることなく、広範囲で安定して高い信頼度が維持できていると考えられる。

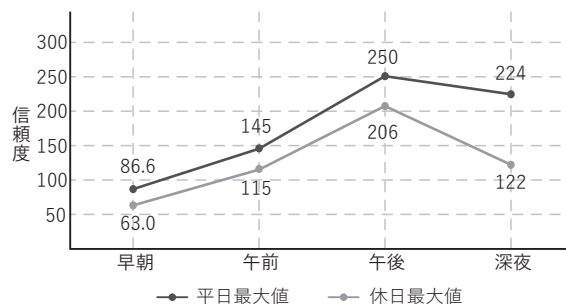


Fig. 5 時間帯別信頼度の最大値の推移

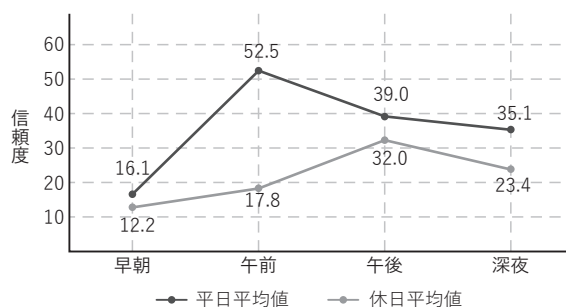


Fig. 6 時間帯別信頼度の平均値の推移

4. 今後の研究計画

本稿では、千葉市における実際の営業状況を反映させた AED タクシーのカバー圏域の重複構造を明らかにし、重複カバー圏域内の信頼度を時間帯別で空間上に可視化させることで、AED タクシーの到達信頼度を確認することができた。

今後は先行研究同様にカバー圏域内の人口および面積カバー率を求め、本稿で明らかになった信頼度分布との関係性について、さらに分析していきたいと思う。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP24K07815 の助成を受けたものです。

参考文献

- 井上丁太 他:「千葉市における AED タクシーの導入効果に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集 第 90 巻 第 833 号, 1663-1670, 2025. 7

注釈

- 千葉市内の 14 営業所にアンケート協力依頼をして、実際に返答があった「有限会社 稲毛構内タクシー会社」を本稿では対象営業所とした。
- 道路の混雑状況や安全確認のための一時停止などを考慮すると、法定速度よりも低い速度で走行せざるを得ない状況も想定されるため、「法定速度＝想定される最高速度」と捉えて走行速度を設定した。
- 指定した地点から任意の時間内に到達可能な領域を検索し、道路網などの交通ネットワーク情報に基づき、各地点から任意の時間内に到達可能な範囲を示す解析である。
- 一般道路及び主要地方道 (都道府県道)、主要地方道 (指定市道)、一般都道府県道。