

住民・道路利用者の両視点から見た道の駅の多目的最適配置

—千葉県南部安房地域を対象にして—

Multi-objective Optimal Location of Roadside Stations (Michi-no-Eki) Considering Resident and Road Users

A Case Study on Awa Region in the Southern Part of Chiba Prefecture, Japan

菅佐原 勇人*・吉川 徹**・讃岐 亮**

Yuto Sugasawara* Tohru Yoshikawa** Ryo Sanuki**

This study develops an integrated location model for roadside stations (Michi-no-Eki) by combining resident demand based on population distribution and road user demand based on traffic flows. The model integrates a p-median problem and an OD flow-based Flow Capturing Location Problem (FCLP), and is applied to Awa region in the Southern part of Chiba Prefecture, Japan. The analysis examines the trade-off between resident accessibility and road user capture, the effects of administrative area constraints, and the relative performance of the current roadside station configuration. The results reveal a clear trade-off between the two demand types, and show that administrative constraints reduce spatial efficiency while improving institutional feasibility. These suggest that the current configuration is relatively consistent with resident demand but less responsive to road user demand.

Keywords: neighborhood convenience facilities, p-median problem, existing facilities, stopover behavior, flow capturing location problem, competing facilities

生活利便施設, p-median 問題, 既存施設, 立ち寄り行動, フロー捕捉型最適配置問題, 競合施設

1. はじめに

1-1. 研究の背景

道の駅¹⁾は、安全で快適な道路交通環境の提供と地域のにぎわい創出を目的とする施設であり、休憩機能、情報提供機能、地域連携機能を基本機能として整備されてきた。制度創設当初は道路利用者へのサービス提供の場として位置づけられていたが、その後段階的に役割が拡張されてきた。国土交通省は道の駅の発展過程を3つのステージに区分しており、制度創設時から2012年の第1ステージは「通過する道路利用者のサービス提供の場」、2013年から2019年は「道の駅自体が目的地」、2020年以降の第3ステージは「地方創生・観光を加速する拠点」と位置付けられている。こうした展開の中で、道の駅は単なる休憩施設から、地域住民の生活拠点、観光拠点、防災拠点としての役割も担うようになってきている。とりわけ第3ステージにおいては、個々の道の駅単独の魅力向上だけでなく、道の駅相互のネットワーク化を通じた広域的な地域デザインへの貢献が期待されている。

このように、道の駅は単独施設としての魅力向上だけでなく、複数の道の駅が地域全体の中でどのように配置され、生活利便施設や他の道路休憩施設との間でどのような役割分担を担うかが重要となっている。しかし、実際の整備は市町村ごとの意向や個別事情に基づいて進められてきた側面が強く、現在の配置が地域住民の生活需要と、観光を含めた広域的な道路利用者の需要の双方からなる需要分布と整合しているかは必ずしも明らかでない。したがって、道の駅配置を生活需要と道路利用者需要の双方から定量的に評価する必要がある。

1-2. 既往研究と本研究の位置づけ

道の駅に関する既往研究は、道の駅の機能や地域的役割

に着目した研究、利用行動や周遊行動に着目した研究、施設配置モデルを用いて配置の妥当性を検討した研究の3つに整理できる。

第一に、道の駅の機能や役割に着目した研究として、山本・岡本²⁾は、農山漁村地域の道の駅において観光拠点型と生活拠点型の二極化を示した。藤澤³⁾は、「小さな拠点」政策の先行事例として道の駅を分析し、住民利便性の向上や事業継続性の確保を示した。山本・岡本⁴⁾は、地方創生拠点として機能する道の駅の要件を整理し、幹線道路沿い立地やIC近接性の重要性を明らかにしている。大岡ら⁵⁾および森尾ら⁶⁾は、立地特性や機能の実態を整理している。坂本ら⁸⁾は、生活利便施設を備えた道の駅の整備による周辺地域住民の日常生活満足度の増加を報告している。

第二に、利用行動に着目した研究として、竹内ら⁹⁾はETC2.0プローブデータを用いて道の駅利用後の周遊行動を分析し、周辺観光資源や情報提供機能の影響を示した。岩橋ら¹⁰⁾は、ドライブツーリズムのハブとしての道の駅の機能整備状況を整理している。柳原ら¹¹⁾は、一般道沿道の休憩施設選択をモデル化し、立ち寄り行動の理解に貢献している。

第三に、施設配置モデルに関する研究として、鈴木¹²⁾はフロー需要に基づく施設配置モデルを導入し、需要構成の違いが配置に与える影響を示した。松尾ら¹³⁾は、立ち寄り確率を考慮したフロー捕捉型配置問題を提案している。本間ら¹⁴⁾は、広域関東圏を対象に、近隣需要と広域需要、平常時と災害時を統合した道の駅の多目的最適配置を検討した。特に同研究は道の駅を扱う点が本研究と共通している。しかし同研究は、道の駅のみを配置対象として、地域内の既存の生活利便施設や道の駅以外の道路休憩施設は考慮していない。そのため導かれた配置は、既存施設網が存在しな

* 学生会員：東京都立大学大学院都市環境科学研究科建築学域 (Tokyo Metropolitan University)

** 正会員：東京都立大学大学院都市環境科学研究科建築学域 (Tokyo Metropolitan University)

い状態を仮定した配置である。ここに、道の駅の配置研究としてのリサーチギャップがあると考えられる。

以上より、道の駅は生活需要の面では既存の生活利便施設を補完し、道路利用者需要の面では既存の道路休憩施設と競合するという二重の関係の中に置かれている。この関係は第一・第二の研究群において実態として指摘されているものの、第三の配置モデル研究には反映されていない。現実の道の駅整備は、白紙の状態からの最適配置ではなく、既存施設網を所与とした追加立地の問題であるにもかかわらず、そのような枠組みで配置の合理性を評価した研究は見当たらない。加えて、整備主体である市町村の行政区画を単位とする設置制約が最適配置に及ぼす影響も検討されていない。

1-3. 研究の目的

本研究の目的は、既存施設網を所与とした補完的配置として、人口分布に基づく生活需要と道路交通流に基づく道路利用者需要を統合的に考慮した道の駅配置モデルを構築し、安房地域を対象としてその配置特性を明らかにすることである。

具体的には、生活需要を表す p -median 問題と、道路利用者の移動途中での立寄り行動を考慮した OD 経路フロー対応型フロー捕捉配置問題 (Flow Capturing Location Problem: FCLP) を統合したモデルを構築する。なお、モデルの構築にあたっては関谷ら¹⁹⁾を参考にした。これにより、生活需要と道路利用者需要の間のトレードオフ構造、行政区画制約が最適配置に与える影響、現状の道の駅配置の合理性と課題の3点を明らかにする。

2. 研究方法

2-1. 対象地域

対象地域は千葉県南部の安房地域とする(図-1)。安房地域は館山市、南房総市、鴨川市、鋸南町から構成され、首都圏近郊に位置しつつ、自動車を利用した観光需要が比較的大きい地域である。一方で、地域住民の日常移動も自動車依存度が60.1%と高く¹⁰⁾、道の駅は道路利用者の休憩・立寄り施設であると同時に、地域住民の生活利便を補完する施設としての役割も担う可能性がある。

また、安房地域は房総半島南端部に位置し、広域的な通過交通が卓越するというよりは、地域内移動と来訪交通が混在する地域である。さらに、地域内には複数の道の駅が立地し、市街地、農村部、沿岸部、山間部といった多様な地理条件を含む。このため、住民のアクセス性と道路利用者の立寄り可能性の双方を考慮した道の駅配置を検討する上で適した対象地域であると考えられる。

2-2. 生活需要の評価

生活需要の評価には p -median 問題を用いる。 p -median 問題は、需要点と施設との距離の総和を最小化する代表的な施設配置問題であり、住民のアクセス性を評価する枠組みとして広く用いられている。本研究では、道の駅を地域住民の日常的生活利便を補完する施設として位置づけ、生



図-1 安房地域航空写真¹⁷⁾

活需要の評価指標として p -median 問題を採用した。

生活需要の想定には2020年国勢調査に基づく250mメッシュ人口データを用い、各メッシュの中心点を需要点、人口を需要量とした。距離には道路ネットワーク上の最短経路距離を用いた。これは、対象地域には市街地だけでなく農村部や山間部も含まれるため、直線距離では実際の移動負担を適切に表しにくいためである。

各需要点は、既存スーパーマーケットまたは新規道の駅候補のいずれか1施設に割り当てられるものとした。既存スーパーマーケットは生活利便施設として固定的に扱い、新規道の駅はそれらを補完する施設として位置づけた。したがって、本研究の p -median 問題は、既存の生活利便施設網を前提とした補完的配置の評価である。目的関数は需要点と施設との道路距離を各需要点の人口で加重した総和を最小化するものであり、この値が小さいほど生活需要の観点から望ましい配置であると解釈する。

以上より、 p -median 問題の目的関数は次式(1)となる。*付のものは、後述する行政区画単位の設置制約ありの場合のみ用いる条件となる。

<目的関数(人口加重距離の最小化)>

$$\min P = \sum_{i \in I} \sum_{f \in S \cup J} w_i d_{i,f} x_{i,f} \quad (1)$$

<制約条件>

$$\begin{aligned} \sum_{f \in S \cup J} x_{i,f} &= 1 \quad (\forall i \in I) \\ x_{i,j} &\leq y_j \quad (\forall i \in I, j \in J) \\ \sum_{j \in J} y_j &= N_{new} \\ \sum_{j \in J_m} y_j &\leq U_m \quad (\forall m \in M) \dots\dots\dots * \end{aligned}$$

<集合>

- I : 需要点(人口メッシュ)
- S : 既存施設(スーパーマーケット)
- J : 新規施設候補(道の駅)
- M : 行政区画集合.....*
- $J_m \subseteq J$: 行政区画 m に属する新規候補集合.....*

<パラメータ>

w_i : 需要点*i*における人口

$d_{i,f}$: 需要点*i*から施設*f*までの道路距離

N_{new} : 設置する新規施設数 (12 個)

U_m : 行政区域*m*に設置できる新規施設数の上限 (表 1 参照)

<変数>

$x_{i,f} \in \{0,1\}$: 需要点*i*を施設*f*に割り当てる場合に 1

$y_j \in \{0,1\}$: 新規施設*j*を設置する場合に 1

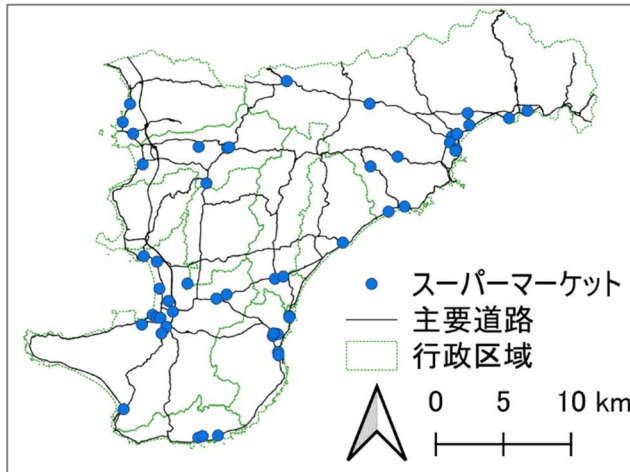


図-2 スーパーマーケット一覧

2-3. 道路利用者需要の評価

道路利用者需要の評価には OD 経路フロー対応型 FCLP を用いる。道の駅は生活利便施設であるだけでなく、道路利用者が移動途中に立ち寄る施設でもあるため、人口分布のみに基づく評価ではその役割を十分に捉えられない。そこで本研究では、道路交通流に基づいて道の駅の立寄り可能性を評価する。

まず、東京都市圏パーソントリップ調査¹⁸⁾から抽出した小ゾーン間の自動車 OD を用いて OD 表を作成して、OpenStreetMap¹⁹⁾を基に構築した道路ネットワーク上で逐次配分法により交通量を配分した。BPR 関数を用い、混雑に応じた所要時間の変化を反映させた。これにより、各 OD ペアに対する代表経路と各道路リンクの交通量を推定した。このとき、OD には生活需要も含まれる可能性があることから、OD 表を作成する際に、生活需要が相対的に多いと思われる同一ゾーン内の OD はゼロと設定することによって、近似的に生活需要を除外した。

FCLP では、各 OD ペアの交通量を需要とし、代表経路から捕捉距離 R 以内に存在する施設を、当該 OD の利用者にとっての休憩機会とみなす。 $R=500,1000,1500,2000\text{m}$ の 4 条件について分析を行った。ここで、1 トリップあたりの立寄りは 1 回と仮定する。対象 OD の代表経路所要時間は中央値 37.3 分、最大でも 141.5 分であり、厚生労働省の高速バスの運行計画に求める 2 時間に一度の 10 分以上の休憩という基準²⁰⁾を考慮すると、走行途中に複数回の休憩を

要する長さではないためである。各休憩機会において立ち寄る確率を p とすると、経路上に n_q 箇所の休憩機会があるとき少なくとも 1 回立ち寄る確率は $1 - (1 - p)^{n_q}$ となるため、OD ペア q の期待捕捉交通量は $f_q \{1 - (1 - p)^{n_q}\}$ であり、目的関数はこれを全 OD ペアについて総和したものとなる。安房地域外の千葉県内既存道路休憩施設²¹⁾は競合施設として扱い n_q に算入した。これにより、競合施設が経路上に存在する場合には新規施設による限界的な捕捉量が減衰する。

立寄り確率 p は、県内同種施設前の通過人数と入込客数の比として推定した。通過側は、令和 3 年度全国道路・街路交通情勢調査²²⁾より、県内の道の駅・SA・PA に面する観測区間の平日 24 時間交通量 597,404 トリップに平均乗車人員 1,304 人/台を乗じ、779,015 人を得た。

入込側は、令和 3 年千葉県観光入込調査報告書²³⁾の県内の道の駅・パーキングエリア等の年間入込客数 26,952 千人地点を出発点とする。同報告書で秋季 (9~11 月) が年間の 26.6% を占めることから秋季は 7,169 千人地点、令和 7 年版観光白書²⁴⁾の平日・休日別旅行実施率に年齢階層別人口構成比を乗じて得た平日割合 47.3% と、秋季の平日数 60 日を用いると、秋季平日 1 日あたり 56,494 人地点となる。以上より $p = 56,494 / 779,015 \approx 7.25\%$ と設定した。

目的関数は期待捕捉交通量の総和を最大化するものであり、この値が大きいほど道路利用者需要への対応という観点から望ましい配置であると解釈する。

以上より BPR 関数と FCLP の目的関数は次式(2)と(3)となる。なお関谷ら¹⁵⁾を参考に $\alpha=0.48$, $\beta=2.82$, $H=5$ とした。
*付のものは、後述する行政区域単位の設置制約ありの場合のみ用いる条件となる。

<BPR 関数>

$$t_a = t_{0,a} \left(1 + \alpha \left(\frac{v_a}{C_a} \right)^\beta \right) \quad (2)$$

<集合>

N : 道路ネットワークのノード集合

A : 道路ネットワークのリンク集合

Q : OD ペア集合

<パラメータ>

Q_q^{day} : OD ペア集合 q の日交通量

$f_q = Q_q^{day} / 24$: OD ペア集合 q の平均時間帯交通量

$t_{0,a}$: リンク α の自由走行時所要時間

C_a : リンク α の交通容量

α, β : BPR 関数のパラメータ

H : 逐次配分の分割段階

<変数>

v_a : リンク α に配分された交通量

t_a : リンク α の所要時間

<目的関数 (期待捕捉量の最大化) >

$$\max F = \sum_{q \in Q} f_q \{1 - (1 - p)^{n_q}\} \quad (3)$$

$$n_q = \sum_{j \in J} a_{qj} y_j + \sum_{e \in E} a_{qe}$$

$$a_{qk} = \begin{cases} 1 & \min_{a \in A_q} d_{a,k} \leq R \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad k \in K$$

<制約条件>

$$\sum_{j \in J} y_j = N_{new}$$

$$\sum_{j \in J_m} y_j \leq U_m \quad (\forall m \in M) \dots \dots \dots *$$

<集合>

Q : OD ペア集合

A_q : OD_q の代表経路を構成する順序付き道路リンク列

J : 新規施設候補(道の駅)

E : 安房地域を除く千葉県内の既存道路休憩施設

$K = J \cup E$: 捕捉判定対象となる全施設

M : 行政区域集合 $\dots \dots \dots *$

$J_m \subseteq J$: 行政区域 m に属する新規候補集合 $\dots \dots \dots *$

<パラメータ>

f_q : OD_q の平均時間帯交通量

p : 休憩機会 1 回あたりの立ち寄り確率

R : 捕捉距離

$d_{a,k}$: リンク a と施設 k の最短距離

a_{qk} : 施設 k が OD_q の休憩機会となるととき 1 をとる指標

N_{new} : 設置する新規施設数

U_m : 行政区域 m に設置できる新規施設数の上限 (表 1 参照)

<変数>

$y_j \in \{0,1\}$: 新規施設 j を設置する場合に 1

2-4. 両指標の統合

p-median 問題と FCLP は、いずれも道の駅配置を評価する上で有効な指標であるが、前者は人口分布に基づく生活需要を、後者は道路交通流に基づく道路利用者需要を表している。そのため、一方のみを最適化すると、もう一方の観点では望ましくない配置が導かれる可能性がある。

本研究の目的は単一の最適解を示すことではなく、生活需要と道路利用者需要の間にどのようなトレードオフが存在し、その中でどのような配置群が選択可能となるかを示すことにある。そこで、多目的最適化手法として線形加重和法を用い、両者を統合した。具体的には、p-median 目的関数値と FCLP 目的関数値をそれぞれ min-max 正規化した上で、重み係数 w により統合目的関数を構成した。ここで、 w は生活需要を重視する度合いを表し、 $1-w$ は道路利用者需要を重視する度合いを表す。 $w=0$ は道路利用者需要のみを重視した配置、 $w=1$ は生活需要のみを重視した配置に対応し、その中間値は両者のバランスを考慮した折衷解を表す。

以上より統合目的関数は下式(4)となる。

<統合目的関数>

$$\min W = wP_{norm} + (1-w)F_{norm} \quad (4)$$

<各目的関数の正規化>

$$P_{norm} = \frac{P - P_{min}}{P_{max} - P_{min}}$$

$$F_{norm} = \frac{F_{max} - F}{F_{max} - F_{min}}$$

<パラメータ>

P_{max} : FCLP の単独最適解時の p-median 問題の解

P_{min} : p-median 問題の単独最適解

F_{max} : FCLP の単独最適解

F_{min} : p-median 問題の単独最適解時の FCLP の解

$w \in [0,1]$: 重み係数

2-5. 分析条件

分析は、行政区域制約なしと行政区域制約ありの2条件で実施した。行政区域制約ありの場合には、現状の道の駅配置を参考に、合併前自治体を基本単位として設置上限数を設定した(表-1)。この制約は、実際の整備過程において自治体ごとの整備意向や地域的公平性が影響することを反映したものである。

新規候補地点は対象地域内の主要道路沿いに 250m 間隔で設定した。既存スーパーマーケットおよび既存道路休憩施設は固定施設として扱い、新規設置施設数は現状と同じ 12 箇所とした。さらに、重み係数 w を 0 から 1 まで変化させ、各条件下での配置結果と目的関数値の変化を比較した。

本稿では、パレート関係が視覚的に把握しやすい行政区域制約なし・ $R=2000m$ の結果をトレードオフ分析の代表例として示す。また、現実の制度条件に近い行政区域制約あり・ $R=2000m$ の結果を用いて、制度的制約の影響および現状配置との比較を行う。

表-1 行政区域単位の設置制約

行政区域名	設置上限数
館山市	1
鴨川市	1
旧富浦町(南房総市)	2
旧富山町(南房総市)	1
旧白浜町(南房総市)	1
旧千倉町(南房総市)	1
旧丸山町(南房総市)	1
旧和田町(南房総市)	1
旧三芳村(南房総市)	1
鋸南町	2

2-6. 使用ツール

本研究では Python を用いて、数理最適化問題として配置計画を解いた。ソルバーとして Gurobi Optimizer²⁵⁾を用いた。また、計算の効率化のため、空間データを KD 木構造に変換し、最近傍探索を高速化する scipy.spatial.cKDTree をインポートした。

3. 結果と考察

3-1. 生活需要と道路利用者需要のトレードオフ

行政区域制約なし・ $R=2000m$ の結果を見ると、生活需要を表す p-median 目的関数値と道路利用者需要を表す FCLP

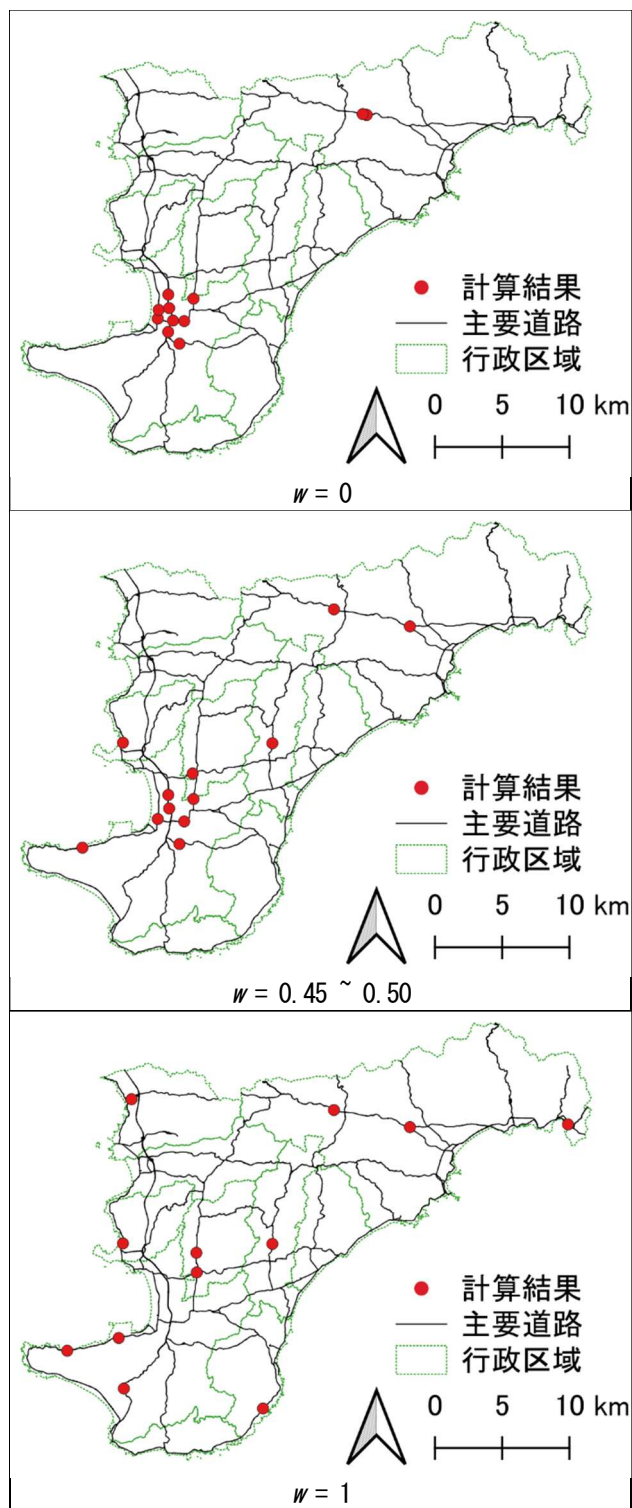


図-3 計算結果
(行政区域設置上限制約なし・ $R=2000\text{m}$)

目的関数値の間には明確なパレート関係が確認された(図-4)。すなわち、一方の指標を改善すると他方の指標が悪化する関係にあり、道の駅配置が本質的に多目的な問題であることが示された。

表-2 および図-3 より、 w が小さい範囲では FCLP が強く反映されるため、施設は交通フローの大きい主要交差

表-2 w と目的関数のスコアの関係
(行政区域設置上限制約なし・ $R=2000\text{m}$)

w	p-median 目的関数値	FCLP 目的関数値	p-median 悪化割合	FCLP 悪化割合
0-0.05	3.044×10^8	1201.411	1	0
0.10-0.15	2.940×10^8	1195.140	0.861	0.008
0.20	2.906×10^8	1187.138	0.815	0.018
0.25-0.30	2.788×10^8	1147.508	0.659	0.068
0.35	2.742×10^8	1124.662	0.597	0.097
0.40	2.591×10^8	1028.355	0.396	0.218
0.45-0.50	2.522×10^8	975.840	0.303	0.284
0.55	2.455×10^8	901.742	0.214	0.377
0.60	2.426×10^8	861.884	0.175	0.427
0.65-0.70	2.371×10^8	770.868	0.101	0.542
0.75-0.80	2.335×10^8	671.489	0.054	0.667
0.85	2.317×10^8	591.293	0.029	0.768
0.90	2.305×10^8	505.402	0.013	0.876
0.95-1	2.295×10^8	407.137	0	1

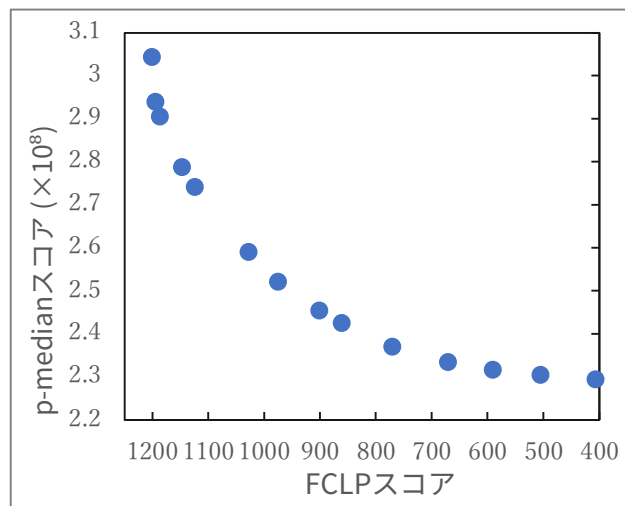


図-4 パレートフロント図
(行政区域設置上限制約なし・ $R=2000\text{m}$)

点周辺に集中する傾向を示した。この範囲では FCLP 目的関数値は高い一方、p-median 目的関数値は悪化しており、道路利用者需要を優先することで住民のアクセス性が低下する構造が確認できる。

これに対し、 w の増加に伴って、施設は人口分布への対応を重視した配置へと段階的に移行した。具体的には、集中配置から人口集積地をより広くカバーする分散配置へと変化し、最終的には p-median 単独解に近い配置へ収束した。両指標の悪化割合が比較的近づくのは $w = 0.45 \sim 0.50$ 付近であり、この近傍の解は、生活需要と道路利用者需要を比較的均衡させた妥協解の一つと解釈できる。

以上より、行政区域制約がない条件では、生活需要と道路利用者需要の間に明確なトレードオフが存在し、 w の設定に応じて集中型配置から分散型配置へと段階的に移行することが分かった。これは、道の駅配置が一意に定まる問題ではなく、政策的価値判断に応じて複数の解が成立しうることを示している。

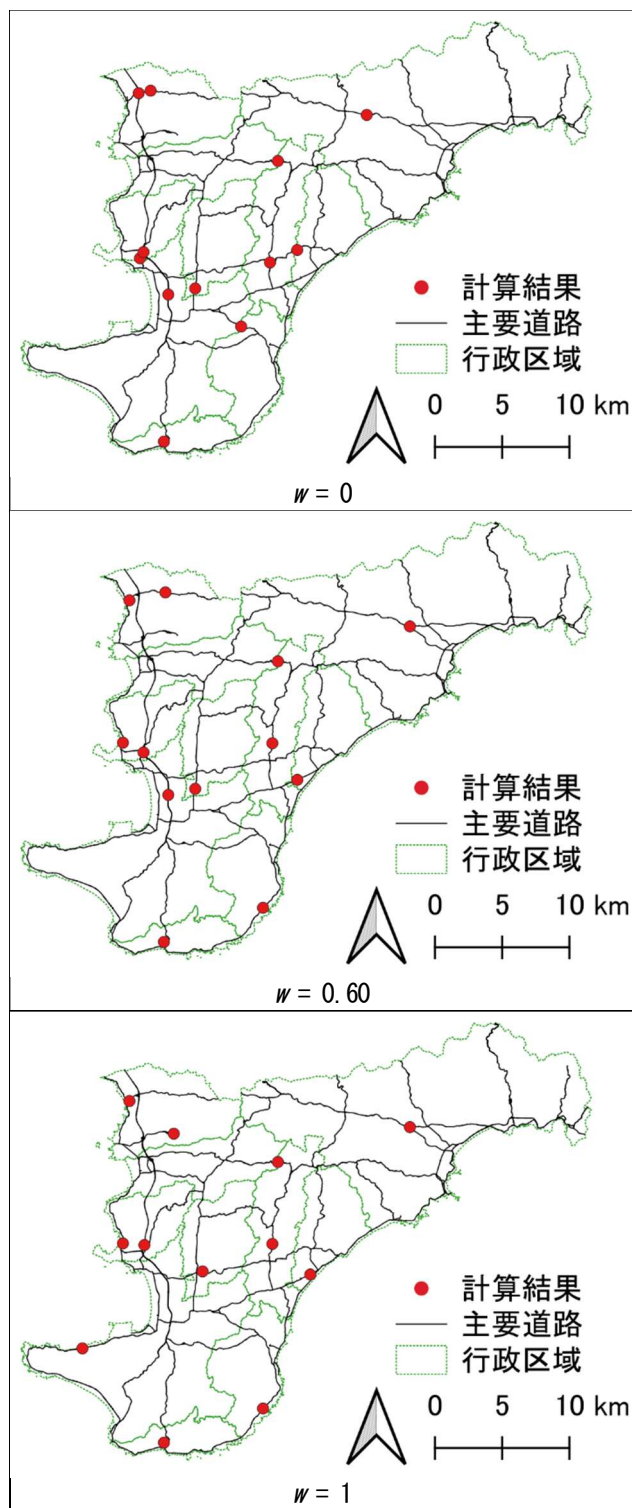


図-5 計算結果
(行政区域設置上限制約あり・ $R=2000\text{m}$)

3-2. 行政区域制約の影響

次に、行政区域制約あり・ $R=2000\text{m}$ の結果を見る。表-3および図-6より、行政区域制約を導入した場合にも、p-median 目的関数値と FCLP 目的関数値の間にトレードオフ関係は確認された。ただし、その形状や解の移行過程は、

表-3 w と目的関数のスコアの関係
(行政区域設置上限制約あり・ $R=2000\text{m}$)

w	p-median 目的関数値	FCLP 目的関数値	p-median 悪化割合	FCLP 悪化割合
0-0.05	2.866×10^8	746.464	1	0
0.10	2.758×10^8	738.481	0.746	0.022
0.15-0.25	2.731×10^8	734.702	0.683	0.032
0.30	2.677×10^8	715.143	0.557	0.085
0.35-0.45	2.608×10^8	687.982	0.396	0.159
0.50-0.55	2.605×10^8	685.722	0.388	0.165
0.60	2.586×10^8	665.946	0.346	0.218
0.65	2.500×10^8	552.784	0.142	0.524
0.70	2.473×10^8	509.897	0.081	0.641
0.75-0.80	2.452×10^8	461.282	0.031	0.773
0.85	2.444×10^8	424.364	0.012	0.873
0.90	2.442×10^8	410.642	0.007	0.910
0.95-1	2.439×10^8	377.507	0	1

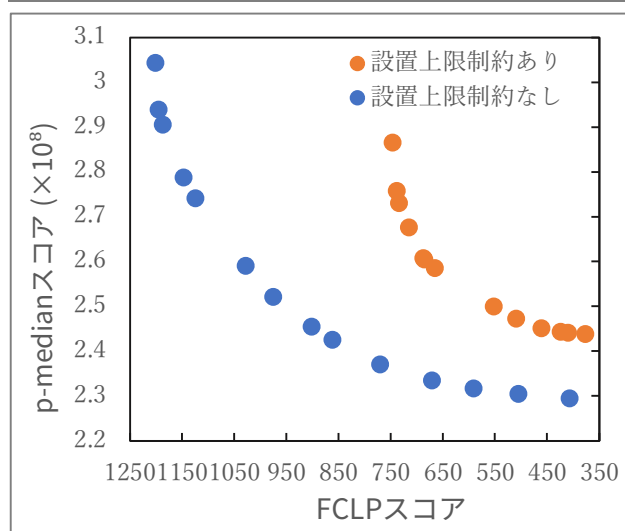


図-6 パレートフロント図
($R=2000\text{m}$)

制約なしの場合とは異なっている。

行政区域制約を導入した場合、制約なしの場合に比べて両目的関数の最良値はともに低下した。これは、施設配置の自由度が制限されることにより、広域的な効率性を最大化する配置が実現しにくくなるためである。とりわけ FCLP 目的関数値の低下幅が大きく、道路利用者需要の観点では、行政区域ごとの配分を考慮した配置が相対的に不利となることが示された。

また、フローの多い区域では一定範囲まで FCLP 寄りの配置が維持される一方、フローの少ない区域では比較的早い段階で p-median 寄りの配置へ移行した(図-5)。これは、行政区域制約の下では、交通フローの大きい地点に施設を集中的に配置することが難しくなり、区域ごとの配分条件が配置結果に強く影響するためである。両指標の悪化割合が比較的近づくのは $w=0.60$ 付近であるが、制約なしの場

合に比べると、パレートフロント全体が劣後している（図-6）。

この結果は、道の駅整備において、地域間の公平性と広域的な効率性との間にトレードオフが存在することを示している。現実の整備過程では各自治体に一定程度の施設配置が求められる場合が多く、行政区域制約は単なる数理的制約ではなく、制度的な現実性を反映した条件と理解できる。他方で、特に道路利用者需要の観点では制約による損失が大きく、広域的な道路利用者需要への対応を重視する場合には、自治体間の広域調整が重要になると考えられる。

3-3. 現状との比較

最後に、行政区域制約あり・ $R=2000\text{m}$ の条件下で現状の道の駅配置を評価し、本研究で得られた解群の中に位置づけた（図-8）。

表-4 より、現状配置の p-median 目的関数値は 2.882×10^8 、FCLP 目的関数値は 371.308 であり、正規化後の悪化割合はそれぞれ 1.036、1.017 であった。いずれの悪化割合も 1 を上回っているのは、式(4)における正規化の基準は、それぞれの目的関数を単独で最適化した解の値と、その際に他方の目的関数をとる値であり、全実行可能解の中での最良値・最悪値ではないためである。すなわち両者は本研究で得られたパレートフロントの両端点を与える値である。したがって正規化後の悪化割合はパレートフロントにおける相対的な位置を表す指標であり、そこから外れる配置はその値が 0 から 1 の範囲を外れうる。現状配置は本モデルのいずれの目的についても最適化された解ではないため、両指標において端点解を下回る結果となった。

ただし、両指標の悪化割合を直接比較することは適切でない。本条件において p-median 目的関数値のパレート端点間の幅は最良値の 17.5% であるのに対し、FCLP 目的関数値の幅は 49.4% であり、正規化のレンジが大きく異なるためである。レンジの狭い p-median では、絶対値の小さな差でも正規化値が大きく変動する。そこで各目的の単独最適値との比で評価すると、現状配置の p-median 目的関数値は最良値より 18.2% 悪化しているのに対し、FCLP 目的関数値は最良値の 49.7% にとどまる。すなわち、生活需要の観点での乖離は限定的である一方、道路利用者需要の観点では最良値の約半分の水準にとどまっており、両者の乖離の程度は大きく異なる。

この結果から、現状の道の駅配置は生活需要の観点からは一定の整合性を有する一方で、道路利用者需要への対応は相対的に弱いことが示唆される。その背景としては、各施設が自治体単位の判断に基づいて整備されてきたこと、整備当初においては現在ほど広域的ネットワーク形成や道路利用者需要の捕捉が重視されていなかったことが考えられる。したがって、今後の道の駅整備や再編を検討する際には、既存施設を前提としつつも、広域交通流を踏まえた補完的配置の検討が必要である。

4. おわりに

本研究では、人口分布に基づく生活需要と道路交通流に

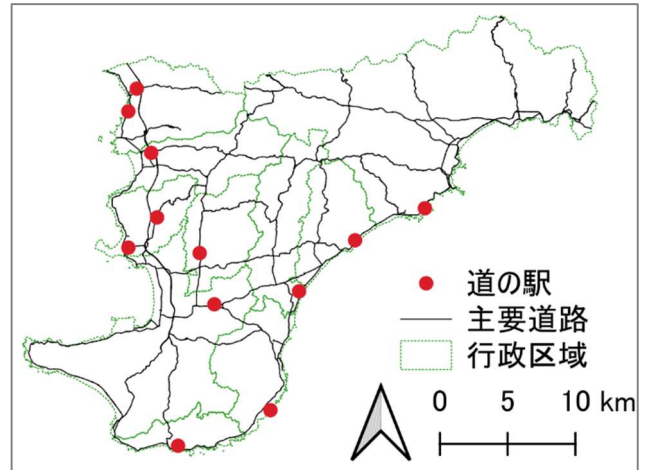


図-7 道の駅の現状の配置図

表-4 現状の道の駅における目的関数値

p-median 目的関数値	FCLP 目的関数値	p-median 悪化割合	FCLP 悪化割合
2.882×10^8	371.308	1.036	1.017

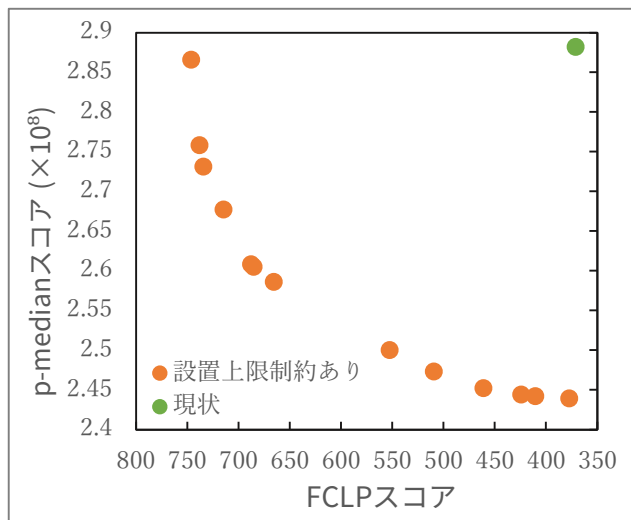


図-8 道の駅の現状とパレートフロント図

基づく道路利用者需要を統合的に評価する道の駅配置モデルを構築し、安房地域を対象として適用した。具体的には、生活需要を表す p-median 問題と、道路利用者需要を表す OD 経路フロー対応型 FCLP を統合し、重み係数を変化させることによって両者のトレードオフ関係を分析した。さらに、行政区域制約の有無を比較し、現状の道の駅配置をその中に位置づけた。

分析の結果、第一に、生活需要と道路利用者需要の間には明確なトレードオフ関係が存在することが確認された。住民アクセス性を重視した配置と、道路利用者の立寄り可能性を重視した配置は必ずしも一致せず、道の駅配置が本質的に多目的な問題であることが示された。第二に、制度的な現実性を表す行政区域制約は、地域間公平性を向上させる一方で、広域的効率性を低下させるトレードオフ関係を持つことが示された。第三に、現状の道の駅配置は生活

需要の観点からは一定の整合性を有する一方、道路利用者
需要の観点では改善余地が大きいことが明らかとなった。

以上より、今後の道の駅整備においては、生活拠点とし
ての役割と道路利用者支援拠点としての役割を一体的に評
価し、広域的需要構造と制度的制約を踏まえた配置計画を
検討することが重要である。本研究で示した枠組みは、そ
のための基礎的な評価手法を提示するものである。

今後の課題としては、立寄り確率および再捕捉条件の精
緻化、季節別・時間帯別需要の導入、施設規模や機能差の
考慮、防災機能や財政条件を含めた多目的化が挙げられる。
また、広域自治体間の調整や政策判断をどのようにモデル
へ組み込むかも重要な課題である。

なお本研究は、著者らによるパイロットスタディを発展
させたものである²⁶⁾。

<謝辞>

本研究を進めるにあたり、都立大学吉川研究室の皆様から多大
なご支援をいただき、また科研費 21K04417, 24K07838 の支援を受
けました。厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 道の駅案内, 最終閲覧日 1 月 21 日, <https://www.mlit.go.jp/road/Michi-no-Eki/outline.html> .
- 2) 全国道の駅連絡会, 道の駅公式ホームページ, 最終閲覧日 1 月 21 日, <https://www.michi-no-eki.jp/> .
- 3) 山本祐子・岡本義行, 2 極化する「道の駅」—「道の駅」における拠点の形成—, 地域イノベーション, 法政大学地域研究センター, Vol.10, p.35-45, 2018 .
- 4) 藤澤研二, 「道の駅」を核にした「小さな拠点」の事例研究—その成果と課題—, 江戸川大学紀要, Vol.27, p.491-507, 2017 .
- 5) 山本祐子・岡本義行, 道の駅による地方創生拠点の形成, 法政大学地域研究センター, 地域イノベーション Vol.9, p.35-47, 2017 .
- 6) 大岡彩佳・郷田桃代・櫻井雄大, 地方創生の拠点としての「道の駅」の評価と立地に関する研究—千葉県を事例として—, 日本建築学会大会学術公演梗概集, 都市計画, Vol.2018, p.593-594, 2018 .
- 7) 森尾淳・毛利雄一・岡秀紀・原田知可子・廣瀬健・寺部慎太郎, 道の駅の立地特性に関する分析, 第 60 回土木計画学研究発表会・講演集, 2019, 最終閲覧日 8 月 9 日, http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/201912_no60/60-40-08.pdf .
- 8) 坂本祐輔・伊勢昇・野中大暉・湊絵美, 「道の駅」への生活利便施設の集約化がもたらす日常生活満足度の変化に関する研究, 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集, Vol.19, p.129-132, 2019 .
- 9) 竹内岳・高橋貴生・佐野可寸志・鳩山紀一郎・松田曜子, 道の駅の立地及び施設特性に着目した利用後の周遊行動分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.76, No.5, p.I_603-608 .
- 10) 岩橋克彦・八島雄士・井手吉成佳, ドライブツーリズムハブとして道の駅が備えるべき主要要素, 和歌山大学観光学会, 観光学, Vol.29, p.09-14, 2023 .
- 11) 柳原正実・山下和太郎・小根山裕之, 施設配置評価のための一

般道沿道における立ち寄り休憩施設選択モデル, 土木学会論文集 D3, Vol.78, No.5, p.I_613-625 .

- 12) 鈴木勉, フロー需要に基づく施設配置モデルと需要構成が施設配置に与える影響, 都市計画論文集, Vol.37, p.115-120, 2002 .
- 13) 松尾太一郎・田中健一・栗田治, 介在機会モデルを導入したフロー捕捉型配置問題, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, p.622-627, 2015 .
- 14) 中間裕大・甲斐慎一郎・堀口良太・佐野可寸志・大口敬, 多様な利用者と機能展開を想定した「道の駅」の多目的最適配置, 土木学会論文集 D3, Vol.77, No.5, p.I_777-786, 2022 .
- 15) 関谷浩孝・田名部淳・前田雅人・岡本直久・石田東生, 道路ネットワーク上の交通荷重情報収集を目的とした車重計の配置方法, 土木学会論文集 D3, Vol.75, No.2, p.I_70-89, 2019 .
- 16) 第 4 次館山市総合計画後期基本計画策定 館山市 市民まちづくりアンケート報告書, 最終閲覧日 4 月 20 日, <https://www.city.tateyama.chiba.jp/files/300358516.pdf> .
- 17) 国土地理院, 地理院タイル一覧, 最終閲覧日 1 月 21 日, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> .
- 18) 東京都市圏パーソントリップ調査, 東京都市圏交通計画協議会, 最終閲覧日 2026 年 1 月 22 日, <https://www.tokyo-pt.jp/person/01> .
- 19) OpenStreetMap, 最終閲覧日 2026 年 1 月 22 日, <https://www.openstreetmap.org/> .
- 20) 厚生労働省, 連続運転時間・休憩の考え方, 最終閲覧日 8 月 10 日, https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudo-ukijun/dl/kousokubus-03_05.pdf .
- 21) 千葉県, 道路休憩施設, 最終閲覧日 1 月 22 日, <https://www.pref.chiba.lg.jp/doukei/douro-gaiyou/dourokyuukei.html> .
- 22) 国土交通省, 令和 3 年度全国道路・街路交通情勢調査, 最終閲覧日 2026 年 1 月 22 日, <https://www.mlit.go.jp/road/census/r3/> .
- 23) 千葉県, 令和 3 年千葉県観光入込調査報告書, 最終閲覧日 1 月 22 日, <https://www.pref.chiba.lg.jp/kankou/toukeidata/kankoukyaku/documents/r3kankou-irikomi.pdf> .
- 24) 観光庁, 令和 7 年版観光白書について (概要版), 最終閲覧日 1 月 22 日, <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001886711.pdf> .
- 25) Gurobi Optimization, LLC, Gurobi Optimizer, Reference Manual, 最終閲覧日 2026 年 1 月 21 日, <https://www.gurobi.com/> .
- 26) 菅佐原勇人・吉川徹・讃岐亮, 住民・観光者の両視点から見た道の駅の最適配置—千葉県南部を対象にして—, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集, No.8, p.335-336, 2026 .