

# 中山間地域における重力モデルを用いた道路整備効果の検証

株式会社バイタルリード 非会員 ○板垣 早香  
株式会社バイタルリード 正会員 福井のり子  
株式会社バイタルリード 正会員 森山 昌幸  
島根県土木部都市計画課 非会員 遠藤 徹

## 1. はじめに

中山間地域の道路整備では、人口減少が進む中、交通量の減少などにより、その整備効果の抽出が困難な場合が多い。本研究では、中山間地域内に位置する狭隘な地方道（全長 15.3 km・以下 A 線）を取り上げ、A 線に接続する商業施設集積地における道路整備前後の売上高増加量を推計し、道路改良による整備効果を検証した。具体的には、商業集積地に位置する店舗のカードデータ（顧客住所、消費金額等）から、ゾーン別の顧客分布や売上を把握し、重力モデルを用いて整備後の売上高増加量を推計した。

## 2. 分析の概要

### (1) 調査対象地域の概要

地方道 A 線は、P 町内の中心部（商業集積地）と隣接する Q 町とをつなぐ山間部内を通る県道である。区間内には幅員が 4.5m と狭隘な区間が存在し、交通量は 499 台/12 時間（平成 27 年道路交通センサス）となっている。現在も特に P 町に隣接する Q 町の地域住民の利用が多い。

### (2) 使用データの概要

分析には、道路の起点に位置する商業施設 S の、居住地別の来店状況が判別できるカードデータを使用した。商業施設 S のカードデータの概要および顧客分布を表 1、図 1 に示す。データの使用においては、来店回数の異常値などデータクリーニングを行った上で分析を行っている（表 2）。なお、商業施設 S の全顧客に対してカード利用者はおよそ 8 割を占める。分析に使用するゾーンは顧客居住地の郵便番号界に基づき設定したものである。

### (3) 重力モデルについて

本分析ではべき乗型の重力モデルを用いて道路の整備効果を検証する（(1)式）。重力モデルは、交通量予測などにおいて四段階推定法のゾーン別分布交通量の推定において用いられる方法である<sup>1)</sup>。自治体単位などよりも細かい、地域単位（ゾーン単位）での道路整備効果の推計を行うことが可能となること、道路整備に伴う時間短縮効果を反映させやすいことなどから、本モデルを適用した。

表 1 商業施設 S のカードデータの概要

| データ  | 概要                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 顧客台帳 | 商業施設 S のカードを利用する顧客コード、居住地の郵便番号、生年月日、性別                                                            |
| 顧客実績 | ・ 2016 年 1 月～12 月の来店回数<br>※商業施設 S 内の店舗のレジを 1 回通過するごとに、来店回数 1 回とカウント（レジの異なる店舗を通過した場合、複数回通過した計算となる） |

表 2 データクリーニングの概要

| 項目      | 概要            |
|---------|---------------|
| 対象自治体   | A 線周辺の 6 市町   |
| 年間の来店回数 | 1 回以上 365 回未満 |
| 年齢      | 99 歳まで        |

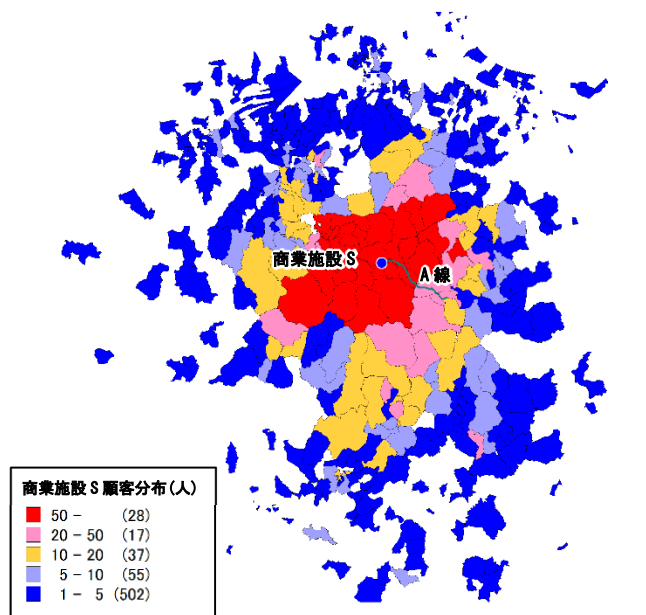


図 1 商業施設 S の顧客分布

キーワード 重力モデル, 道路整備効果, 売上高増加量

連絡先 〒693-0013 島根県出雲市荻野町 274-2 株式会社バイタルリード TEL : 0853-22-9690

$$Q_{ij} = \exp(\alpha) \frac{(O_i D_j)^\beta}{t_{ij}^\gamma} \quad (1)$$

$Q_{ij}$ :分布交通量  
 $t_{ij}$ :ゾーン間距離  
 $O_i$ :発生交通量  
 $D_j$ :集中交通量

### 3. 重力モデルによる道路整備効果の検討

#### (1) 重力モデルのパラメーター推定

重力モデルのパラメーター推定を行った結果を表 3 に示す。使用データが商業施設 S のみのデータとなるため、商業施設 S を目的地とする発生交通量から、 $t_i$ （時間距離）が変化した場合の各ゾーンからの発生交通量を推計する。この  $t_i$  は、GIS 上のデジタル道路地図を使用し、ノード間ごとの平成 17 年道路交通センサスにおけるピーク時旅行速度を用いて、商業施設 S から各ゾーンの重心までのネットワーク距離を算出したものである。

ここで、商業施設 S への各ゾーンからの発生交通量  $O_i$  を規定する要因は、地域の高齢化率や世帯属性など様々に想定されるが、商業施設 S 周辺の各ゾーンはすべて同一の条件と仮定し、発生交通量  $O_i$  のパラメーターとして各ゾーンの人口を使用した。モデルの精度を示す決定係数は 0.656 と比較的高い値を示しており、推定結果の精度は良好であると考えられる。

$$\ln(Q_i) = \alpha + \beta \ln(P_i) - \gamma \ln(t_i) \quad (2)$$

$\alpha$   $\beta$   $\gamma$ :パラメータ  
 $Q_i$ :ゾーン i から商業施設 S への来店回数（回）  
 $P_i$ :ゾーン i の人口  
 $t_i$ :ゾーン j の重心から商業施設 S までの時間距離  
 （平成 17 年道路交通センサスの旅行速度より算出）

表 3 重力モデル推定結果

| 回帰統計   |       |                         |        |          |          |      |
|--------|-------|-------------------------|--------|----------|----------|------|
|        |       | 係数                      | 標準誤差   | t        | P-値      |      |
| 重相関 R  | 0.810 | $\alpha$ 切片             | 13.799 | 0.756468 | 18.24196 | 0.00 |
| 重決定 R2 | 0.656 | $\beta \ln(\text{pi})$  | 0.497  | 0.085807 | 5.790284 | 0.00 |
| 補正 R2  | 0.653 | $\gamma \ln(\text{ti})$ | -3.339 | 0.154357 | -21.6308 | 0.00 |
| 標準誤差   | 1.279 |                         |        |          |          |      |
| 観測数    | 267   |                         |        |          |          |      |

#### (2) A 線整備効果の検討

(1)で推定したモデル式をもとに、A 線の改良整備後に、各ゾーンから商業施設 S までの時間距離  $t_i$  が変化した場合のゾーン別発生交通量を推計した。ここで、現行の A 線のピーク時旅行速度は時速 40 km/h 以上であることから、より時間短縮効果の大きい平均旅行速度 60 km/h とした場合の、時間距離を用いて整備効果を検証した。時間短縮効果は最大 7 分となっている。

商業施設 S へのゾーン別来店回数について、現況再現（推定したモデル式に基づく現況再現）したもの、および A 線改良整備後（全区間時速 60 km/h となった場合）の結果を、図 2 に示す。これより、特に A 線の起点周辺からの来店者数が増加することが確認できる。

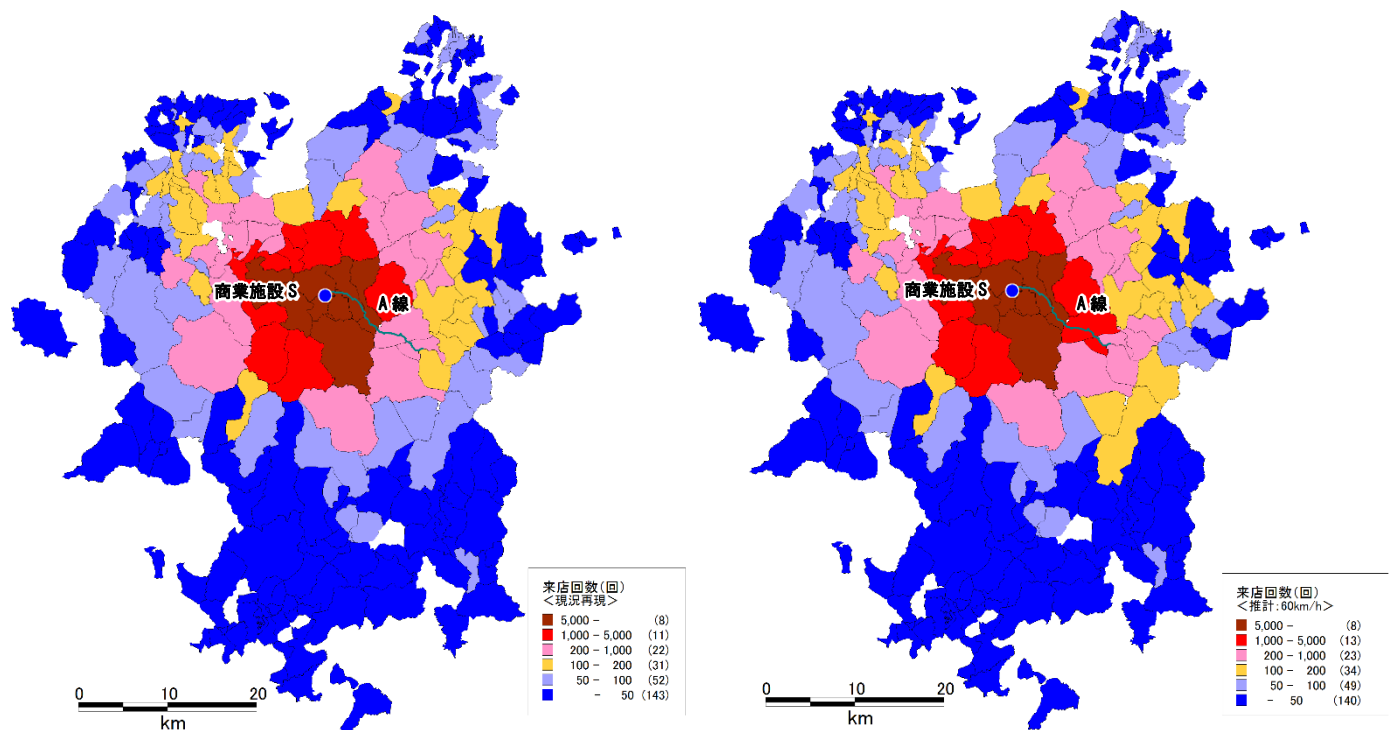


図 2 ゾーン別の来店回数推定結果（左：現況再現／右：A線改良整備後）

現況再現とA線改良整備後の来店回数の差は年間25,785回であり、1来店あたりの平均単価2,200円を乗じると約5,700万円となることが推計できる。これは、商業施設Sの年間売り上げとして想定される10億円の5.45%に相当する（表4）。ただし、本推定結果は商業施設Sの以外の店舗の影響は考慮されていないことに留意が必要である。

さらに本研究では、上記の結果をもとに商業施設Sを含んだ周辺の商業施設集積地全体での売り上げ高増加量を推計した。商業施設S周辺の2店舗に対して年間売上高のヒアリングを行い、これに商業施設Sの改良整備後の売上高増加割合5.45%を乗じて、3店舗の売上高増加量を推計した。この結果、3店舗合計で年間1億円を超えることが推定された。経済産業省 商業統計データ<sup>2)</sup>によると、商業集積地全体での現状の小売業販売額は約36億円であり、上記3店舗の売り上げは全体の55.5%を占める。これより、商業集積地全体でのA線改良整備後の売上高増加量を推計した結果、年間約1.9億円となることが推計された。

表 4 A線改良整備後（平均時速60 km/h）における商業施設Sの来店回数と売上高の増加量推計結果

|                        | 来店回数（回） | 消費金額（円）    | 年間売上高に占める割合 |
|------------------------|---------|------------|-------------|
| 売上高増加量<br>（現況再現と推計値の差） | 25,785  | 56,727,383 | 5.45%       |

表 5 A線改良整備後（平均時速60 km/h）における商業集積地全体の売上高増加量推計結果

|                        | A線整備による売上高増加量（円/年） |
|------------------------|--------------------|
| 商業施設S                  | 56,727,383         |
| 商業施設T                  | 22,182,236         |
| 商業施設U                  | 30,579,299         |
| 3店舗合計                  | 109,488,919        |
| 商業集積地全体<br>（3店舗合計/55%） | 197,390,666        |

#### 4. おわりに

本研究では、商業施設のカードデータを活用し、重力モデルによる道路整備効果の検討推計を行った。中山間地域においては、道路整備効果の抽出が困難な場合が多いが、商業施設の売上高増加量として地域経済への波及効果を示すことができた。とりわけ、商業施設のカードデータの情報は通常、入手困難な場合が多いが、カードデータの入手によって、比較的精度の高い有効なモデル構築が可能となることが示すことができたと言えよう。

ただし、本研究では商業施設 S のカードデータのみを使用しており、周辺店舗については十分なデータが得られていない。周辺にはコンビニエンスストアなどの店舗も存在するが、このような場合でもある程度、精度の高い重力モデルを構築することができた。今後は、複数店舗が分布する場合の検討も必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 新谷洋二：都市交通計画，技法堂出版，1993
- 2) 経済産業省：平成 26 年商業統計メッシュデータ  
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/syougyo/mesh/download.html>

#### 謝辞

本研究の分析で行ったカードデータの抽出やヒアリングにおいて、P 町および商業施設 S の皆様にお世話になりました。この場を借りてお礼を申し上げます。