

# 効率性と衡平性による道路整備評価方法に関する研究\*

A Welfare Evaluation Model for Public Planning from the Viewpoints both of Efficiency and Equity\*

栄徳洋平\*\*・大榎謙\*\*\*・溝上章志\*\*\*\*

By Youhei EITOKU\*\*・Ken OOENOKI\*\*\*・Shoshi MIZOKAMI\*\*\*\*

## 1. はじめに

人口減少や少子高齢化により、地方部では過疎化の進展が著しい。交通サービスに対する地域間格差が社会的な問題となっており、道路等の交通施設の整備への社会的ニーズは高い。しかしながら、地域間格差が具体的にどのように生じているのか、その格差がどの程度なのか、あいまいな状態で議論が行われ、各地域のサービス水準を共通の土俵で評価できない状態にある。従来の道路整備の評価方法では衡平性に関する評価基準が確立されていないため、もっぱら効率性基準に基づく費用便益分析によって評価が行われているのが現状である。

本論では、熊本県の地方部の道路を対象にして、衡平性と効率性を共に考慮した道路整備評価手法の提案を行う。衡平性と効率性はトレードオフの関係にあるものの、これまでは技術的に測定しやすい効率性と価値判断が伴う衡平性を同列で扱うことには批判があった。本論文では、この方法によって熊本県の交通サービスの地域間格差の現状把握を行う。効率性と衡平性を評価するための価値判断を明確にするために、効率性と衡平性のトレードオフの関係を定式化した、道路整備の評価方法の提案を行う。

## 2. 公共システムの整備水準の評価手法の課題

公共システムの整備水準を、効率性と衡平性に着目して評価する際には、1)個人の効用水準の計測方法、2)効率性と衡平性の関係を考慮できる指標の設定、3)効率性と衡平性のトレードオフ関係を規定する不平等回避パラメータの設定方法という、3つの解決すべき課題があると言われている。

このうち、1)については、筆者<sup>1)</sup>らは、Amartya SenのCapabilityアプローチを用いて、個々人の交通サービス水準である移動に関する質QOMを算出する方法を提案した。個人が「できること、～であること」を表すベクトルをfunctioningと定義するとき、Capabilityアプロ

ーチとは「functioningによって構成されるところのCapabilityの平等こそが測られるべき平等」という考え方であり、「人の存在はこのようなfunctioningによって構成されており、人の福祉(well-being)の評価はこれらの構成要素を評価する形をとるべき」とする考え方である。QOM評価手法は、移動を伴う活動(できることによるfunctioning)で構成される生活の質を計測する方法である。

2)の課題については、小林<sup>2)</sup>は、効率性と衡平性のトレードオフの関係を考慮できる指標はAtkinson指標に限られることを報告している。

本論は、3)の課題である不平等回避パラメータの設定方法について新たな考え方を提案したものである。

## 3. 道路整備効果の評価方法

### (1) 評価指標の設定

地域全体のQOMを総合的に評価するため、Atkinson指数を用いた以下の3つの指標を提案する。

$$\overline{QOMR} = \frac{\sum_i^{p_i} QOMR_i \cdot P_i}{\sum_i^{p_i} P_i} \quad (1)$$

$$AI_t = 1 - \left\{ \sum_i^{p_i} \left( \frac{QOMR_i}{\overline{QOMR}} \right)^{1-\varepsilon} / p_i \right\}^{1/(1-\varepsilon)} \quad (2)$$

$$QOMA_t = \overline{QOMR} \left\{ \sum_i^{p_i} \left( \frac{QOMR_i}{\overline{QOMR}} \right)^{1-\varepsilon} / p_i \right\}^{1/(1-\varepsilon)} \quad (3)$$

ここで、 $t$ は時点、 $p_i$ は人口、 $\varepsilon$ は不平等回避度パラメータである。

式(1)はQOMR値の平均値 $\overline{QOMR}$ であり、地域全体の平均的なサービス水準を表す。式(2)は地域間の衡平性を表すAtkinson指標 $AI$ である。式(3)は地域全体の平均的なサービス水準と衡平性を同時に評価するQOMAである。

### (2) 不平等回避度パラメータの設定方法

#### 1) Atkinson指標の既存研究

小林は、仮想都市での公園の最適配置問題を例にして、式(3)に示すAtkinson指標の $\varepsilon$ を変化させることで、新たに整備しなければならぬ公園の最適位置が変化し、

\*キーワード：交通計画評価、計画手法論

\*\*正員、博(工)、株式会社福山コンサルタント(熊本県熊本市南千反畑1番21号、TEL096-322-4449、[eitoku@fukuyamaconsult.co.jp](mailto:eitoku@fukuyamaconsult.co.jp))

\*\*\*非会員、国土交通省九州地方整備局熊本河川国道事務所調査2課、(熊本県熊本市西原1丁目12-1、TEL096-382-1111、[oenoki-k8910@qsr.mlit.go.jp](mailto:oenoki-k8910@qsr.mlit.go.jp))

\*\*\*\*正員、工博、熊本大学院自然科学研究科(熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号、TEL096-342-3541、[smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp](mailto:smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp))

それに伴って地域の効用値分布が変化するというシミュレーションを行っている。

## 2) 修正費用便益分析における $\varepsilon$ の設定の考え方

修正費用便益分析は、一般的な費用便益分析によって算出された便益に地域修正係数を乗じて、地域間格差の是正を行う手法であり、効率性の手法に衡平性の考え方を取り入れた手法である。地域修正係数は、ある地域に帰着する1単位の便益が、他の地域に帰着する1単位の便益と比較して、社会的厚生観点から何倍の社会的価値があるかという考え方に基づいて、導出されるものである。社会的厚生関数として CES 型を仮定した時、不平等回避度  $\varepsilon$  は、ケーススタディによる方法や限界効用関数より算出する方法や政策決定者の意識分析等からなる先天的アプローチ、または顕示選好アプローチなどによって設定される<sup>3)</sup>。顕示選好アプローチは、過去の政府の意思決定の結果から効率性と衡平性を考慮した意思決定のために必要な情報を抽出し、不平等回避度  $\varepsilon$  を設定する考え方である。「道路投資の評価に関する指針(案)第2編総合評価」では、不平等回避度  $\varepsilon$  には、顕示選好アプローチによる研究成果の推計値より若干小さめの値 0.5 を暫定的に採用している。しかしながら、顕示選好アプローチについては、仮に過去の意思決定が合理的であったとしても将来の意思決定が合理的ではないという批判もある。

## 3) 不平等回避度 $\varepsilon$ の設定方法

近年、わが国では、人口減少・少子高齢化に伴い社会的厚生水準やその格差が大きく変化しようとしている。このように社会にあっては、過去の社会資本整備の意志決定を前提とした将来の意思決定が正しいとはいえない。将来の社会的厚生水準を予測し、もしそれが悪化するのであれば、元の状態に改善される方向で施策が実施されるべきである。不平等回避度  $\varepsilon$  の決定においても、「今後実施される施策は、格差を拡大することなく効率的に実施されるべきである。」との考え方に基づいて決定すべきと考えられる。

式(3)に示す  $QOMA$  は、 $\overline{QOMR}$  と  $1-AI$  の積として表現される。図1のように、横軸に効率性指標  $\overline{QOMR}$  (値が大きいほど効率性は高)、縦軸に衡平性指標  $1-AI$  (値が大きいほど不平等が改善)をとった場合、両指標の積が  $QOMA$  となる。ここで、現況のA点から、交通施設が十分に整備されないまま、人口減少や交通混雑悪化などの影響でB点まで交通サービス水準が低下するのであれば、少なくとも元と同じ水準になるように交通施設整備はなされるべきである。

このとき、効率性と衡平性とをどのようなバランスで改善させるかについては、どちらの指標も悪化させることなく、少なくともいずれか一方の指標を改善するパレート改善が図られるべきであろう。また、パレート改

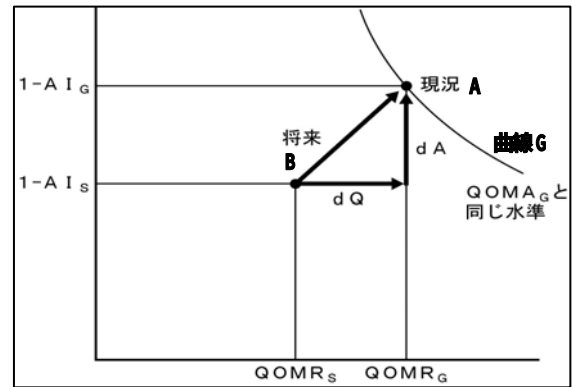


図1  $QOMA$  と施策の改善方向の考え方

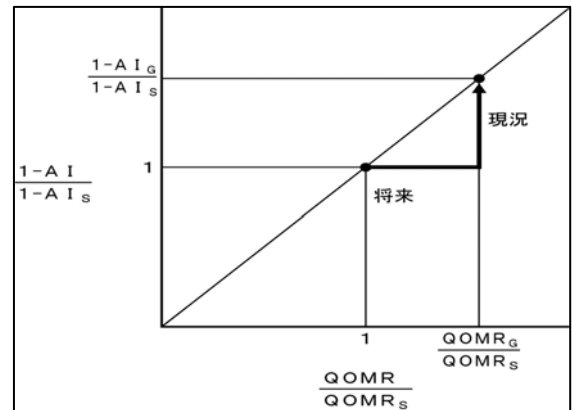


図2 不平等回避度  $\varepsilon$  の設定の考え方

善の領域でも、現況の水準である点Aへ戻る方向へ両指標が改善されるならば、合意が形成されやすいであろう。この場合、図2に示すように、

$$\frac{\overline{QOMR}_G}{\overline{QOMR}_S} = \frac{1-AI_G}{1-AI_S} \quad (4)$$

が成立するような不平等回避度  $\varepsilon$  値が設定されることが望まれる。ここで、Gは現況、Sは施策を実施しない場合の将来の状態を示す。

## 4. 熊本県での適用検討

### (1) 評価分析対象地域と $QOM$ 指標の算出

本手法の適用を行うのは天草地域である。熊本市から県内主要都市への所要時間分布を見ると、天草地域は最も所要時間を要する地域となっているが、近年熊本市への救急搬送件数は増加している。今後の高齢化の進展にともなう高度医療サービスの低下は深刻な問題であり、住民生活の厚生水準が低下することが懸念される地域である。

$QOM$  指標を算出するために設定した空間的単位、交通ネットワーク、将来人口などは以下のとおりである。

- 1) 空間的な分析単位は3次メッシュ(1km×1km)であり、評価対象ネットワークは県道以上を基本とし、幅員5m以上の市町村道や農道等による道路網である。
- 2) 「走りやすさマップ」で区間別評価ランクの表示が

表1 目的別の目的施設

| 移動目的    | 対象拠点       |
|---------|------------|
| 通 勤     | 各市町村役場周辺地区 |
| 業 務     | 各市町村役場周辺地区 |
| 買 物     | 各市町村役場周辺地区 |
| 大規模買物   | 大規模小売店     |
| 日 常 交 流 | 交流施設       |
| 文 化 交 流 | 熊本市中心部     |
| 観 光     | 観光施設       |
| 病 院     | 病院         |
| 大規模病院   | 三次救急医療施設   |

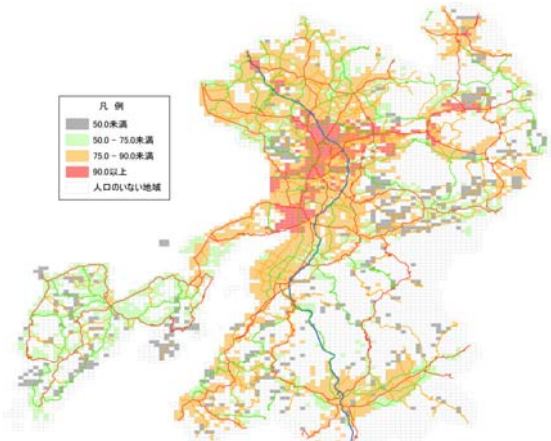


図3 QOMR の分布 (現況)

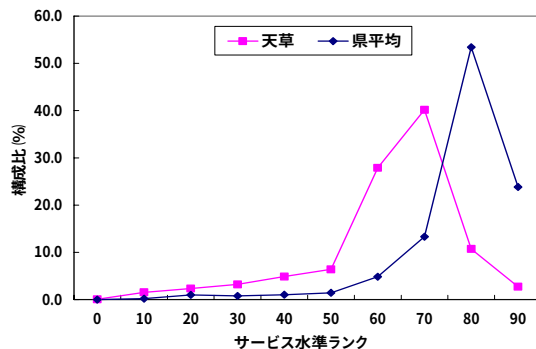


図4 QOMR ランク別の人口構成率

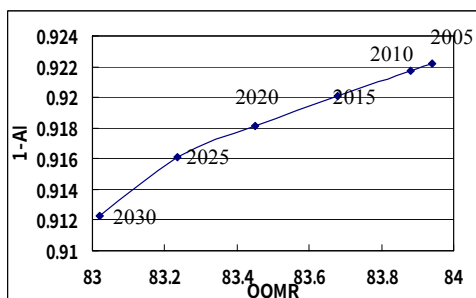


図5 熊本県のQOMR 値の推移

表2 不平等指標  $\varepsilon=2.65$  時の  $\overline{QOMR}$  と  $1-AI$

|          | $\overline{QOMR}$ | $AI$  | $1-AI$ | $QOMA$ |
|----------|-------------------|-------|--------|--------|
| 現況(2005) | 83.94             | 0.078 | 0.922  | 77.4   |
| 将来(2030) | 83.02             | 0.088 | 0.912  | 75.7   |
| 現況/将来    | 1.011             | 0.886 | 1.011  | 1.02   |

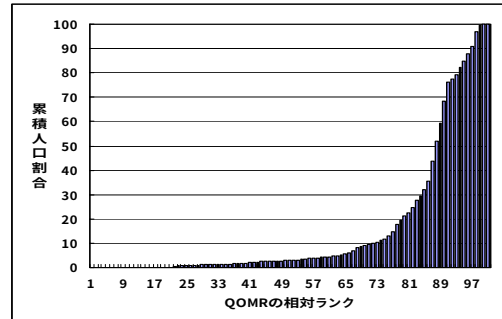


図6 現況 QOMR ランク別の累積人口割合

幅員別にランク設定を行う。

- 3) 自動車免許、自動車保有、送迎者の有無などの交通条件については、アンケート<sup>1)</sup>で得られた属性別の回答値を将来にも適用する。
- 4) 評価対象は2005年(現況)から2030年(将来)である。将来人口は、国立社会保障・人口問題研究所の推計値を用いる。
- 5) 各ゾーン別に同一のサービス水準 QOM を有する代表的個人が存在すると仮定する。属性は、成人男、成人女、高齢者の3区分である。
- 6) 表1に示す目的別目的施設の位置は将来も不変とし、通勤、業務、日常買物、日常交流目的のための施設の魅力度指標値だけが、各地域別の人口減と同様の比率で低下すると仮定した。

図3は、各属性の QOMR 値を属性人口に加重平均した QOMR である。熊本市では QOMR 値が 90%にあるのに対して、天草地域では日本渡市の一部の地域や旧大矢野町の国道沿線地域を除いて、QOMR 値が 75%以下であり、大きな格差が生じている。また、図4は、県全体と天草地域全体で QOMR 値の構成分布を示したものである。全体では 80%台が最頻度の 52%を占めている。一方、天草地域の最頻度は 70%台が約 40%である。天草地域では、低サービス層が極めて多い。

## (2) 不平等回避度パラメータ $\varepsilon$ の算出とその検証

QOM 手法を用いて推計した現況・将来の QOMR 値より、式(3)を満たす不平等回避度パラメータ  $\varepsilon$  は  $\varepsilon=2.65$  となり、その他の指標を算出した結果を表2に示す。QOMA は、現況 77.4 から将来 75.7 となる。

図5は、 $\varepsilon=2.65$  の場合の QOMR 値と不平等指標  $1-AI$  の経年的変化を分析したものである。両者とも今後

低下することか予想され、その低下の割合は拡大する傾向にある。特に、2025 年以降、 $1-AI$  値の低下が著しい。つまり、移動に関するサービス水準やその地域間格差が現在よりも深刻な問題となることが懸念される。

図 6 は、現況  $QOMR$  ランク別の累積人口割合である。 $QOMR75\%$ 以下の人口は約 13%程度であり、75%以上で累積人口が急激に増加している。 $QOMR50\%$ 以下で約 3%、10%以下で約 0.7%の人口構成である。

表 3 は、 $\varepsilon$  を変化させた時の  $AI$  値と、ジニ係数・貧困者比率の相関係数である。 $\varepsilon$  が大きいほど、低水準の貧困者比率との相関が高くなる。今回設定した  $\varepsilon=2.65$  は、各層の貧困者比率と満遍なく相関の取れている値であると言える。

### (3) 熊本天草地域幹線道路整備効果

図 7 は、熊本天草幹線地域線道路整備後の  $QOMR$  の分布である。天草地域全体の  $QOMR$  値が向上し、格差は正に大きな効果となっている。特に、旧三角町、旧大矢野町の向上は著しく、熊本天草幹線道路整備後、熊本市と同程度の  $QOMR$  値となっている。

表 4 は、熊本天草地域幹線道路を整備した場合の  $QOMA$  の算出結果である。 $\overline{QOMR}$  は 0.3%増、不平等指標  $1-AI$  は 0.1%増となり、 $QOMA$  は 0.4%増となり、効率性のみならず衡平性の向上も評価可能となっている。

## 5. おわりに

熊本県では、人口減少・高齢化の進展により就業や消費等の活動機会が減少し、移動を伴う活動による生活の質  $QOM$  が低下する上、格差も拡大する。さらに、地方部の低サービス地域の低下が深刻になり、格差の拡大が深刻化するという分析結果が得られた。

このため、今後実施すべき施策は、サービス水準の低下や格差の拡大が共に解消されることを目標とすべきである。本論では、効率性と衡平性のトレードオフの関係を考慮できる Atkinson 指標を用いて、この考え方に基づき、不平等回避度パラメータ  $\varepsilon$  を設定している。さらに、ケーススタディとして、熊本天草幹線道路の整備による効果を算出し、サービス水準の向上とともに格差の改善にもなることが分析できている。

今後、本手法による衡平性基準をも対象にした評価を実務で適用していくことが今後の課題であると考えている。

### 参考文献

- 1) 小林潔司:「公共システム整備のための評価指標-研究系譜と今後の課題」土木学会論文集,第425号/ -14,1991
- 2) 栄徳洋平ら:「QOM指標によるモビリティ水準の地域間比較手法の提案」土木計画学研究論文集,Vol25-1,2008
- 3) 福本潤也ら:「公平性に配慮したプロジェクト評価手法」土木計画学ワンデーセミナー H12.4

表 3 不平等指標の相互の相関係数(2005~2030)

|                        | ジニ係数 | $QOMR$ の貧困者比率 |       |       |
|------------------------|------|---------------|-------|-------|
|                        |      | 75%未満         | 50%未満 | 10%未満 |
| $AI(\varepsilon=0.5)$  | 1.00 | 0.98          | 0.83  | 0.59  |
| $AI(\varepsilon=1.5)$  | 1.00 | 0.99          | 0.85  | 0.61  |
| $AI(\varepsilon=2.65)$ | 0.93 | 0.99          | 0.91  | 0.73  |
| $AI(\varepsilon=3.5)$  | 0.74 | 0.86          | 0.87  | 0.79  |
| ジニ係数                   | -    | 0.98          | 0.80  | 0.57  |

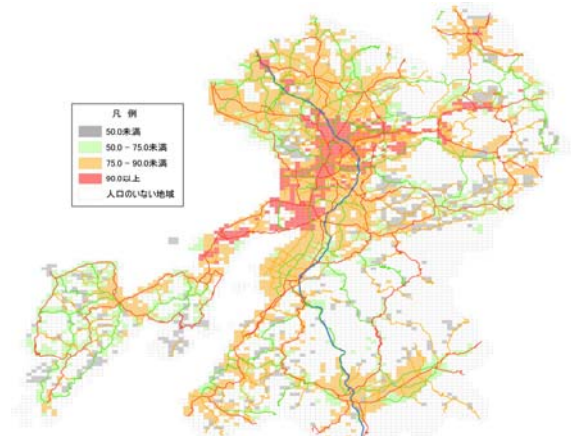


図 7  $QOMR$  の分布 (熊本天草幹線道路整備後)

表 4 熊本天草幹線道路整備後の効果

|         | $QOMR$ | $AI$  | $1-AI$ | $QOMA$ |
|---------|--------|-------|--------|--------|
| 整備前     | 83.02  | 0.088 | 0.912  | 75.7   |
| 整備後     | 83.25  | 0.087 | 0.913  | 76.0   |
| 整備前/整備後 | 1.003  | 0.993 | 1.001  | 1.004  |