

観測交通量に基づく現況再現配分結果の 再現性評価基準について

安田 幸司¹・三輪 富生²

¹一般社団法人システム科学研究所 調査研究部 (〒604-8223京都市中京区小結棚町428 新町アイエビル)

²名古屋大学 エコトピア科学研究所 准教授 (〒464-8603愛知県名古屋市千種区不老町)

実務における将来交通量配分では、その前提条件や配分モデルの妥当性確認のために、現況再現配分による再現性検証を行なっている。再現性検証は、道路交通センサスなどの観測データと推計値を用いた相関係数や推計誤差による評価が一般的であり、相関係数0.9以上、推計誤差10%以内といった基準による評価が多い。これらの評価基準は、経験的に設定していることが多く、明確な根拠が無いことに課題が残るが、交通量配分の入力データとなるOD交通量と比較対象とする観測データの観測日が整合していないことも大きな課題の一つである。本研究では、この点に着目し、OD交通量と観測データの不整合を考慮した現況再現配分の再現性評価基準の設定方法について検討を行った。

キーワード 交通量配分, 現況再現, 再現性評価, 観測交通量

1. はじめに

実務における将来交通量配分では、その前提条件や配分モデルの妥当性確認のために、現況再現配分による再現性検証を行なっている。

再現性検証は、道路交通センサス一般交通量調査などの観測値と推計値との相関係数やRMSEによる評価が多く、相関係数0.9以上、推計誤差10%以内といった基準値を用いるのが一般的である。

しかし、これらの評価では、入力データとなるOD交通量と比較対象となる観測断面交通量（以下、観測値）の調査期間の不整合は考慮されていないという課題が残る。

本研究では、この点に着目し、OD交通量と観測値の調査期間の整合性を考慮した現況再現評価基準を提案し、それを用いた再現性評価を試みる。

2. 実務における現況再現性検証

実務における現況再現配分結果の再現性検証は、相関係数やRMSEを用いるのが一般的である。

相関係数は、観測値と推計値の間の直線関係の度合いを表すものであり、RMSEは、推計誤差を絶対量で表したものである。これらは、次式によって得られ、実務でよく用いられるのが相関係数である。

しかしながら、相関係数は、観測値と推計値の直線関係を評価するものであるため、散布図やRMSEとあわせて評価することが重要である。

<相関係数>

$$r = \frac{\sum_n (A_i - \bar{A}) \cdot (P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_n (A_i - \bar{A})^2 \cdot \sum_n (P_i - \bar{P})^2}}$$

<RMSE>

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_i (P_i - A_i)^2}{n}}$$

A_i : 実績値

P_i : 推計値

n : サンプル数

\bar{A} : A_i の平均値

\bar{P} : P_i の平均値

3. 推計誤差を生む諸要因について

交通需要予測のモデル化においては、現象の抽象化、簡略化、関数へのあてはめ、個人を集団として扱うことなどにより、実際に起きている現象を完全に表現できない部分が存在する¹⁾。

交通量配分において、抽象化、簡略化している前提条件の主なものを次項に示しているが、これらの設定が、観測値と推計値との誤差を生む要因の一つとなっている。

＜現象の抽象化，簡略化を行なっている主な前提条件＞

- 配分原則（例えば，等時間原則は，全てのドライバーは，経路に関する交通情報を完全に把握し，最短経路を選択するという原則）
- ゾーニングとセントロイドによる発生集中交通の集約と代表化
- 実際の道路網からの取捨選択によるネットワークの簡略化
- リンクコスト関数による交通量と速度の関係のモデル化
- 配分対象にならない内々交通量

上記の前提条件以外にも，発生集中交通量，手段分担等の上流側での推計誤差も，交通量配分結果として抱える誤差の要因となる。

しかしながら，これらの議論は，観測値と入力データとなるOD交通量の調査期間の不整合については触れていない。

この観測値は，本来，変動している値のうちの一実現値であることが多く²⁾，こうした点も踏まえた再現性検証を行うことが重要である。

4. 新たな現況再現性評価基準

実務における現況再現性検証では，道路交通センサスの一般交通量調査結果を観測値として用いるのが一般的である。一方，入力データとなるOD交通量も同く道路交通センサスの起終点調査の結果である。

これら調査は，秋季（9月中旬～11月中旬）の火曜日から木曜日で前後に休日が無い平日（起終点調査は，平日の場合）としているが^{3,4)}，調査は，あくまでも当該期間中での実施である。このため，配分結果と観測値は，もともと観測日の不整合があり，調査期間中の変動特性を考慮して評価することが望ましいと考えられる。

本研究では，この点に着目し，観測値を固定値として評価するのではなく，調査期間に応じた交通量変動特性を考慮した再現性評価基準を設定する。

(1) 観測値の変動特性を考慮した再現性評価の考え方

ある道路の1断面における観測交通量の分布型は，常時観測トラカンのような観測データから得ることができる。また，ある1日の交通量を捉えた道路交通センサスの値は，この分布からの1サンプルとみなすことができ，センサス交通量が従う分布はトラカンデータから得られる分布と同じと考えることができる。

一方，OD交通量も観測値も，同じ期間での調査結果であるため，交通変動特性は同じであり，OD交通量を入力データとする配分結果も同じ分布型をもつと考えることができる。

すなわち，図-1に示すように，常時観測トラカン等に

よる観測値（トラカン，道路交通センサス）と配分結果の分布と標準偏差は，同じと考えることができる。

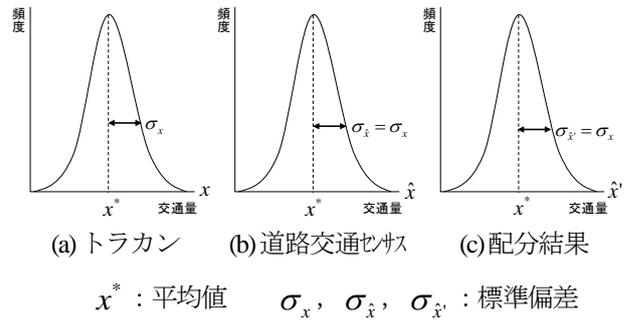


図-1 各交通量の平均値と標準偏差の関係

この関係を踏まえると，配分結果と再現性評価での比較対象となる道路交通センサスは，各々1つの確定値ではなく，確率変数と捉えることができる。

よって，配分結果と観測値の差，すなわち配分誤差は，それぞれの分布の誤差の差として表現でき，その分布は，図-2のように表せる。

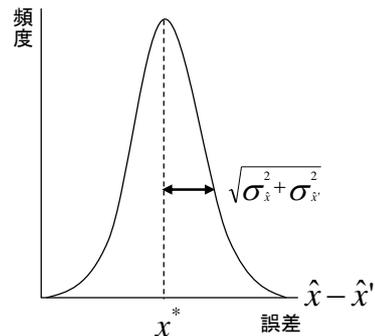


図-2 道路交通センサスと配分結果の誤差の分布

ここでは，各交通量が正規分布と仮定する。2つの独立な確率変数の差の分散は，それぞれの分散の和となることから，道路交通センサスと配分結果の誤差分布の標準偏差は， $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{\hat{x}'}^2}$ と表すことができる。

さらに，前述の通り，上記3つの交通量の標準偏差は同じ ($\sigma_x = \sigma_{\hat{x}} = \sigma_{\hat{x}'}$) とみなせることから，配分誤差の標準偏差は， $\sqrt{2\sigma_x^2} = \sqrt{2}\sigma_x$ となる。

この式を見てわかるように，誤差分布の標準偏差，すなわち，誤差のバラツキは，常時観測トラカンの交通量の標準偏差によって表せる。

さらに，センサス交通量を説明変数とする式として，常時観測トラカンの変動特性が表現できれば，センサス交通量に応じた配分誤差の許容の程度を表現できる。

そこで，本研究では，常時観測トラカンの変動特性をセンサス交通量によって捉えることを試みた。

交通量の一般的な変動特性の一つとして，交通量の変

動係数が交通量に反比例することが挙げられる。

この特性を踏まえ、ここでは、交通量と変動係数の関係が得られると仮定する。

$$\frac{\sigma_x}{x} = \beta_0 \exp(-\beta x)$$

σ_x : 標準偏差
 x : 交通量 (センサス交通量)
 β_0, β : パラメータ

これにより、センサス交通量に対応した断面交通量分布の標準偏差を、次式によって表すことができる。

$$\sigma_x = x \cdot \beta_0 \exp(-\beta x)$$

本研究では、この式によって表す標準偏差の範囲 ($\pm\sqrt{2}\sigma_x$) を、交通量配分結果に対する許容誤差と定義する。

(2) 観測交通量に基づいた

許容誤差推定式のパラメータ推定

次に、近畿地方整備局管内における直轄国道の常時観測トラカンデータ (以下、トラカンデータ) を用いて、前述の許容誤差算定式のパラメータを推定する。

ここで対象とした、トラカンデータの集計対象期間は、平成22年度道路交通センサスの実施期間と同じ、平成22年9月中旬～11月中旬までの月曜日、金曜日、および土日祝日の前後日を除く平日とした。さらに、24時間観測されていない日のデータは、集計の対象外として、計43区間のデータを用いることとした。

図-3は、この43区間の道路交通センサス交通量 (車種計) と当該区間のトラカンデータから集計した変動係数の散布図であり、この分布から、パラメータを推定し、次式を得た。

$$\sigma_x = x \cdot 0.1933 \exp(-2.7419E - 06 \cdot x) \cdot 0.133$$

(直轄国道)

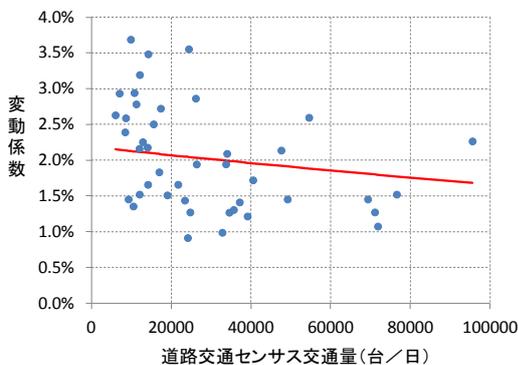


図-3 交通量と変動係数 (直轄国道, N=43)

この推定による許容誤差算定式では、変動係数の実測値と推定値の推定誤差を補正する係数0.133 (=観測値平均/推定値平均) を乗じた。

次に、これと同様の要領で、近畿地方整備局管内の高速道路、NEXCO西日本と阪神高速道路それぞれの路線を対象として、許容誤差推定式のパラメータ推定を行った。推定結果は、次式に示す通りである。

阪神高速道路の場合、他とは異なり、 β の値がマイナスになっており、変動係数が交通量に比例する傾向となった。

$$\sigma_x = x \cdot 0.2691 \exp(-8.1742E - 06 \cdot x) \cdot 0.203$$

(NEXCO西日本)

$$\sigma_x = x \cdot 0.2703 \exp(1.2825E - 06 \cdot x) \cdot 0.274$$

(阪神高速道路)

これら推定した許容誤差は、センサス交通量に対する許容誤差として定義したものであり、調査期間中に変動する交通量の分布を踏まえて設定した許容できる誤差の範囲を示している。

5. 許容誤差を用いた再現性評価

ここでは、推定した各道路の許容誤差を用いて、現況再現配分結果の再現性検証を行う。

評価対象とする現況再現配分的前提条件は、表-1に示す通りである。

表-1 現況再現配分的前提条件

項目	内容
配分手法	高速転換率併用分割配分
分割回数	均等5分割
OD表	平成17年度道路交通センサス起終点調査結果
ネットワーク	平成17年度道路交通センサスベース ノード数: 19,625、リンク数: 26,676
リンクコスト関数	BPR関数
ゾーニング	1,781ゾーン うち、近畿地整管内: 1,484ゾーン、 近畿域外: 297ゾーン

現況再現配分結果と道路交通センサス一般交通量調査結果 (平日24時間観測区間のみを対象) の相関係数は、直轄国道以上を対象とした場合、0.9以上を確保し、実務においては、概ね妥当な現況再現配分結果であるとい

える (図-4) .

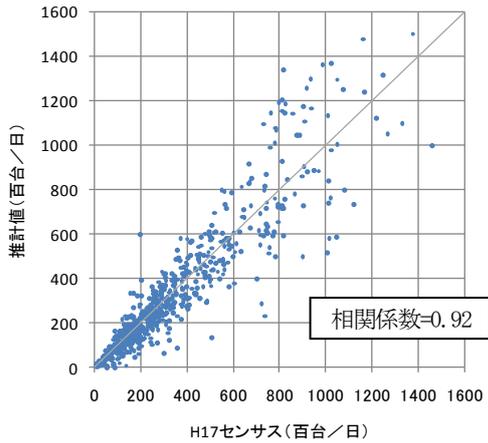


図-4 交通量の散布図 (近畿地整管内・直轄国道以上)

観測値が正規分布に従い、かつ許容誤差を $\pm\sqrt{2}\sigma_x$ と定義し、平均値から $\pm\sqrt{2}\sigma_x$ の範囲に推計値がある場合、分布の約68%以内に推計値が収まることを意味する。

しかしながら、推定している許容誤差は、OD交通量と観測値の調査期間が整合しているため、この分布内に収まっていれば、推計値は、調査期間内の変動内にあると考えられる。

本検討では、これらを踏まえ、許容誤差の範囲を、 $\pm 3\sqrt{2}\sigma_x$ を基準とし、その範囲に対する収まりの程度から、再現性を評価することとした。なお、評価の対象とした交通量は、直轄国道のうち、パラメータ推定に用いた常時観測トラカン設置箇所の交通量である。

図-5は、直轄国道における許容誤差による再現性評価の結果である。横軸がセンサス交通量であり、青と赤の線は、交通量に対する許容誤差を示しており、それぞれ、 $2\sqrt{2}\sigma_x$ 、 $3\sqrt{2}\sigma_x$ の値である。

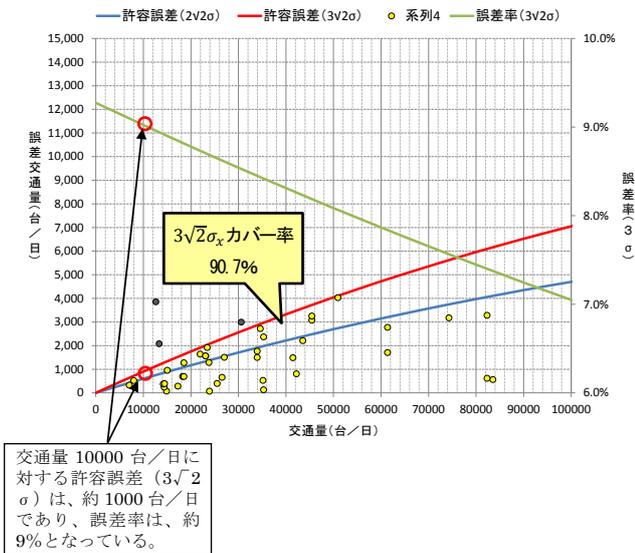


図-5 センサス交通量と許容誤差 (直轄国道)

この図では、センサス交通量が 10,000 台/日の場合、

許容誤差 ($3\sqrt{2}\sigma_x$) が約 1,000 台/日であり、許容誤差率は、約9%ととなっている。

図中のプロットされた点は、各評価区間におけるセンサス交通量に対する推計値の誤差量 (台/日) であり、赤色の許容誤差のカーブの下側にプロットされている場合は、許容誤差内に収まっていることを示す (黄色)。

この検討では、評価対象区間の約9割 (43区間中39区間, 90,7%) が許容誤差に収まっている結果となった。

以下、NEXCO西日本、阪神高速道路の再現性検証結果を図-6, 7に示しているが、いずれも、9割以上のカバー率となった。

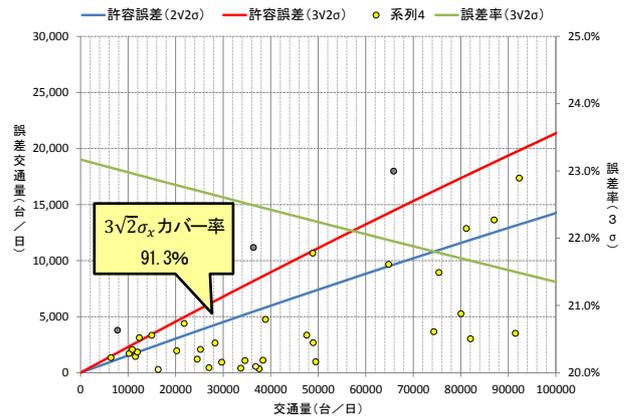


図-6 センサス交通量と許容誤差 (NEXCO西日本)

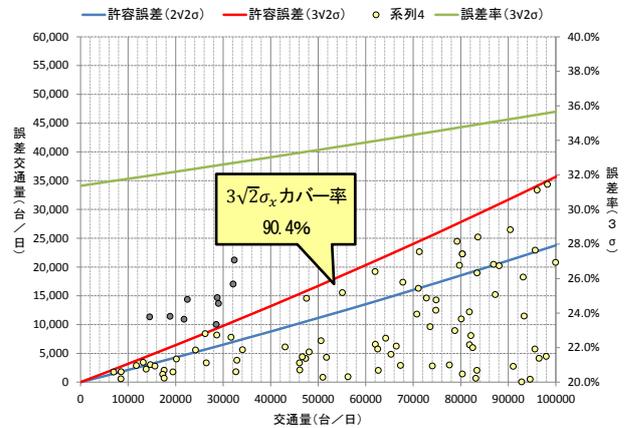


図-7 センサス交通量と許容誤差 (阪神高速道路)

6. おわりに

本研究では、現況再現配分の再現性検証において、比較対象となる観測値が変動していることに着目し、インプットデータとなるOD交通量との調査期間の整合を図るとともに、交通量の変動特性を考慮した現況再現性評価基準、許容誤差を設定した。

さらに、現況再現配分結果を対象として、配分結果の再現性検証を試みた。

この結果、観測交通量の変動特性に基づく基準により、

現況再現配分結果の妥当性を検証することができた。

これにより、従来、経験的に設定していた再現性評価基準の曖昧性を解消することができた。

しかしながら、基準設定の妥当性をさらに高めるためには、パラメータ推計に用いるサンプル数の充実やパラメータの推計精度向上が望まれる。

特に一般道路については、今回、常時観測トラカン設置箇所のみを対象としてパラメータ推定を行なっているが、道路ネットワークに占める一般道路の割合の高さを踏まえると、直轄国道だけでなく、他の道路の変動特性を考慮した基準設定が重要だと考える。

また、本研究では、直轄国道、NEXCO西日本、阪神高速道路、いずれも、許容誤差内のカバー率 90%以

上であることをもって、概ね再現性が確保できていると評価したが、この評価基準の実務への適用にあたっては、この基準値の設定に関する議論が必要不可欠である。

参考文献

- 1) (社)土木学会：道路交通需要予測の理論と適用 第Ⅱ編 利用者均衡配分モデルの展開, pp.12-13, 2006.7
- 2) (社)土木学会：道路交通需要予測の理論と適用 第Ⅱ編 利用者均衡配分モデルの展開, pp.16-17, 2006.7
- 3)平成 22 年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査実施要綱, 交通量調査編
- 4)平成 22 年度 全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査実施要綱 (調査編)