

# 標高データを活用した簡便な道路縦断勾配推定手法の開発

(株) アイ・トランスポート・ラボ ○小林 正人  
 (株) アイ・トランスポート・ラボ 堀口 良太  
 東京大学生産技術研究所 大口 敬

## 1. はじめに

本研究は、メッシュ標高データから道路の縦断勾配を簡便に推定する手法の開発を目的としている。近年、地域や全国規模での自動車の燃費やCO2排出量を推計するために、交通流シミュレーション利用への注目が集まっている。しかしながら、燃費に大きく影響する道路の縦断勾配の影響を考慮するのに広域で利用できるデータがなく、推計精度向上のための大きな課題といえる。そのため、交通流シミュレーションに用いる道路ネットワークデータに対応した縦断勾配データの整備が急務となっている。したがって、本稿では、本研究で開発する縦断勾配推定の簡便手法について説明するとともに、その検証結果、および今後の課題について紹介する。

## 2. メッシュ標高データによる道路縦断勾配推定手法

本研究で開発する縦断勾配推定手法は、50mメッシュ標高データ、およびデジタル道路ネットワークデータを利用する。50mメッシュ標高データは、全国の標高を50mメッシュ単位でデータ化したものである。一方、道路ネットワークデータは、道路の位置や平面線形、また、橋やトンネルなどの情報が、全国の道路網で整備されたものである。本研究では、その中でも基本道路を対象とする。基本道路は、一般都道府県以上の道路、一般都道府県以外の道路幅員が5.5m以上の道路、及びこれらの道路間を連結する連絡路により構成される道路網である。それぞれの道路は、道路の平面線形を表現する補間点を結ぶ折れ線で構成されており、それらの補間点の標高を推定することで縦断勾配を求める。

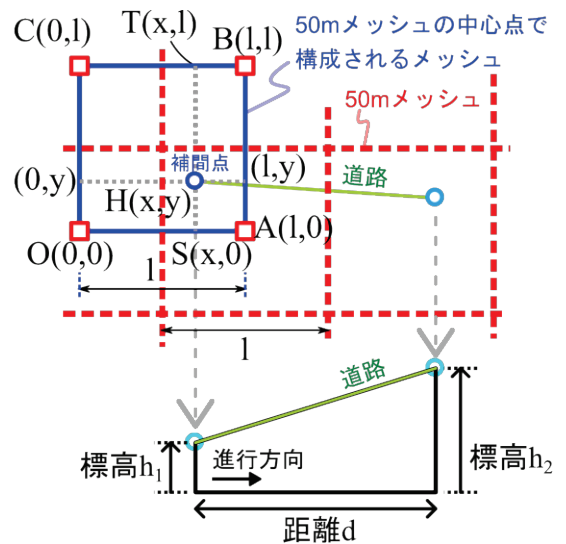


図-1 縦断勾配推定方法

図-1に縦断勾配の推定手法を示す。赤色の破線が50mメッシュ標高データの格子を構成しており、その中心点を標高として道路の補間点Hにおける標高 $h_1$ を推定する。ここで、メッシュの1辺の長さ $l$ を50mとした4つの50mメッシュの中心点で構成されるメッシュOABCを考え、点Oを原点とした時のHの座標を $(x,y)$ 、点 $(x,0)$ 、点 $(x,l)$ をそれぞれS、Tとした時、Sの標高をOAの線形補完で推定し、同様にTの標高もCBの線形補完により推定する。これより、Hの標高をSTの線形補完によって推定する。推定式を(式1)に示す。

$$h_{x,y} = h_{0,0} \left(1 - \frac{x}{l}\right) \left(1 - \frac{y}{l}\right) + h_{l,0} \cdot \frac{x}{l} \left(1 - \frac{y}{l}\right) + h_{0,l} \left(1 - \frac{x}{l}\right) \frac{y}{l} + h_{l,l} \cdot \frac{x}{l} \cdot \frac{y}{l} \quad (式1)$$

ただし、 $h_{x,y}$ は推定する標高、 $h_{0,0}$ は $O(0,0)$ の標高、 $h_{l,0}$ は $A(l,0)$ の標高、 $h_{0,l}$ は $C(0,l)$ の標高、 $h_{l,l}$ は $B(l,l)$ の標高、 $x$ 及び $y$ はOを原点とした時の対象とする補間点の座標を示す。縦断勾配については、補間点間の距離と推定された標高を利用し、(式2)を用いて推定を行う。

$$g = 100 \times \frac{h_2 - h_1}{d} \quad (\text{式 2})$$

ただし、 $g$  は縦断勾配[%]、 $h_1$  は道路の始端側補間点の標高[m]、 $h_2$  は道路の終端側補間点の標高[m]、 $d$  は補間点間の距離[m]である。以上の手法により、全国の基本道路において縦断勾配の推定を行った。

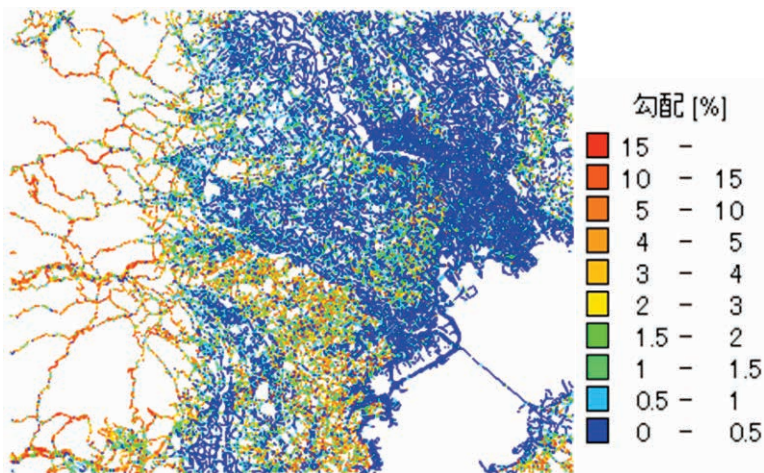


図-2 東京周辺の基本道路の勾配

### 3. 道路縦断勾配の推定と検証

図-2 に東京周辺の縦断勾配の推定結果を示す。この図では、青色の道路は勾配が小さく、赤色の道路は勾配が大きいことを示している。東京の都心では縦断勾配が小さく、山間部の道路では大きい縦断勾配が推定されており、概ね標高に従った縦断勾配が推定されていることがわかる。しかし、この図からは、実際の道路の縦断勾配がどの程度再現できているのかを把握することができない。

そこで、本研究で提案する手法の精度を検証するために、(式 1)で推定された標高データを国道 246 号線・用賀～青葉区の区間において実測した標高と比較した。標高の実測には実験車を使用した。この実験車では、GPS 等の搭載機器の各実測値と車両運動状態の関係をモデル化し、カルマンフィルタを適用することで車両挙動を推定し、GPS の欠測を補完して精度の高い標高を測定できる。図-3 に推定標高の比較結果を示す。灰色の折れ線は推定標高を、青色の破線は実測値を示している。橋・高架区間以外の道路では、実測値との格差は概ね小さい。しかし、橋・高架区間の推定標高と実測値の格差は大きく、線形補完や実測値によって勾配を推定する必要がある。また、トンネル区間においても同じ状況であると考えられ、これらの問題は標高の推定を地形の標高から行ったため、地形に沿わない道路では標高が推定できなかったことに起因する。

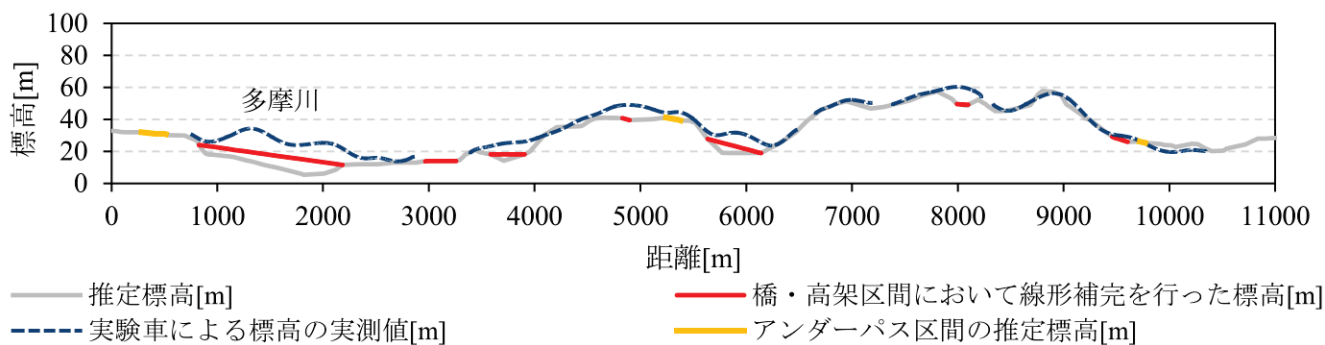


図-3 推定された標高と実験車による実測値の比較

### 4. おわりに

本稿では、50m メッシュ標高データを活用することによる道路ネットワークデータの縦断勾配を推定する手法を示した。今後は、検証結果から得られた課題に対応すべくトンネルや橋梁などの区間に対する推定手法の改良を行い、その結果を再検証する予定である。また、高速道路や主要な幹線道路など、シミュレーションでも精緻な勾配データが求められる区間に対しては、RTK-GPS 計測器から縦断勾配データを作成する手法の開発をすすめる。なお、本研究は、NEDO 技術開発機構のエネルギーITS 推進事業の研究テーマ「国際的に信頼される CO2 削減効果評価」の一環として行われている。

### 参考文献

[1] 小宮粹史, 大口敬, 赤羽弘和, 堀口良太, 桑原雅夫: 車両間および車両と道路構造との相互作用の連続観測用実験車の開発, 交通工学, Vol.44, No.1, pp. 71-80, 2009 年 1 月.