

橋梁のトリアージにおける MAS の活用

富山県立大学 学生会員 宮下航

富山県立大学 正会員 立花潤三

富山県立大学 非会員 榊原一紀

1. はじめに

我が国では現在, 地方自治体の財源が切迫している. さらに財源の枯渇は将来的にさらに深刻化する恐れがある. その中で保有しているすべての橋梁の補修, 建て替え, 点検といった維持管理は難しい状況にある. そして橋梁の撤去や補修工事での通行止めを行う場合, 橋梁は周辺住民の生活に密接に関係しており住民からの反発が予想され, 説得するために何らかの根拠や代替案を示す必要がある. そこで, 本研究では MAS を用いてシミュレーション実験を行い, 橋梁の有無で住民にどのような影響が出るのかを推察し対象とする橋梁の必要性や維持管理の優先度を考察する. また, 橋梁の維持管理において, すべての橋梁を同時に管理することは難しい. そこで橋梁のトリアージを行う必要がある. 橋梁のトリアージとは, 富山市の取り組みで, 橋梁の重要度や劣化度, 補修状況から管理体制を区分するという方針である.

2. 研究手法

2.1 シミュレーション概要

本研究におけるシミュレーションの対象地域は富山県富山市のいたち川流域の緯度(36.6633~36.7068), 経度(137.1837~137.2334)の範囲内である. 対象地域の橋梁データを手に入れ, 複数の橋梁群を選択し, 各橋梁の撤去前後における住民の影響について MAS を用いてシミュレーション実験を行う. その結果から橋梁の維持管理優先度の考察を行う. なお富山市が保有する橋梁データの内容は橋梁の各種条件(経過年, 都市計画道路, 緊急道路)及び定期点検の結果を用いた優先度の設定が行われたものであった. これらの条件に応じ富山市との協議を経て, いたち川にかかる橋梁群 20 橋に

対してシミュレーションを行うこととした. それらの橋梁を示したのが図 1 である

2.2 Multi Agent Simulation

Multi Agent Simulation(MAS)とは地図上の対象地に, 住民 P_i を存在させ, それぞれ出発点と目的地を与えることによって移動のシミュレーションを行えるものである. 本研究では対象とする橋梁群の, 各橋梁の撤去前後における住民の影響について MAS を用いてシミュレーションする. その結果から橋梁の維持管理の優先度の考察を行う. シミュレーションによって住民の意思決定に基づいて疲労度, コスト, 評価値が算出される. 疲労度は主に移動にかかる時間を, コストは移動に酔う費用を表している. 評価値は疲労度とコストの総合値である.

$$\min f_i(R) = w_i^C C_R + w_i^T T_R \quad (1)$$

$$C_R = \sum_{l=0}^{L_k} (c_{jkl}^A v_{kl} + c_{jkl}^B) \quad (2)$$

$$T_R = \sum_{l=0}^{L_k} (t_{jkl}^A v_{kl} + t_{jkl}^B) \quad (3)$$

i : エージェント番号, R : トリップ(出発地から目的地までの移動手段), v_{kl} : トリップ k における l 段目の拡張距離, (l 段: 交通手段の利用順番 l , 拡張距離: 距離に渋滞状況を加味した距離), c_{jkl}^A , t_{jkl}^A : トリップ k における l 段目のコスト, 疲労度(距離従属), c_{jkl}^B , t_{jkl}^B : トリップ k における l 段目のコスト, 疲労度(固定).

2.3 出発点と目的地

OD データとは, 住民 P_i の出発点(Origin)と目的地(Destination)を表したものである. 0 データは国勢調査小地域ごとの人口分布と住宅地図データベースを用いて各道路情報上に住民 P_i を配置した. また D データ

は各年齢や性別を考慮して日常生活において行きそうな場所を調べ目的地とした. また道路情報は橋梁ひとつひとつが表現できるという理由から OpenStreetMap を用いた. 住民の意思決定に基づき, 各橋梁をなくした場合とある場合の評価値を比較した.

3. 研究結果

本研究でのシミュレーション実験の結果, 導出されたいち川に架かる 20 橋の橋梁の有無による疲労度の差分を図 2 に, そして評価値の差分を図 3 に示す. 図 2 について疲労度の増加要因は同じ目的地に対してその迂回路の距離が伸びることによって移動時間が増加することなどが考えられる. そして橋梁の重要度を見直すにあたって重要である橋梁は, 評価値の差分が大きい橋梁である. 図 3 の結果より, 宮下橋が評価値の差分が最も大きくより重要性の高い橋梁であることが見て取れる. 一方で, 雪見橋は橋梁を通過した人数がもっとも多い橋梁にもかかわらず, 評価値の差分はそこまで大きくない. これは雪見橋が撤去された場合でも疲労度やコストが変化しない範囲で迂回路があったと考えられる. 図 2 と図 3 を比較すると疲労度と評価値の値について差はあるが, グラフの形状はほとんど同じという結果となった. これは今回のシミュレーション区間においてバスや電車などの交通機関を使用する住民がほとんどいなかったからである. 水神橋は通過した人数が 6 人なのに対して評価値は 500 と比較的高い値を示している. これは近くに迂回路がなく利用している人は少ないが重要な橋梁といえる. 一方, 評価値が低く通行人もほとんどいない有明橋, 双泉橋などは仮に撤去等されたとしても, 住民への影響は比較的小さいと考えられる.

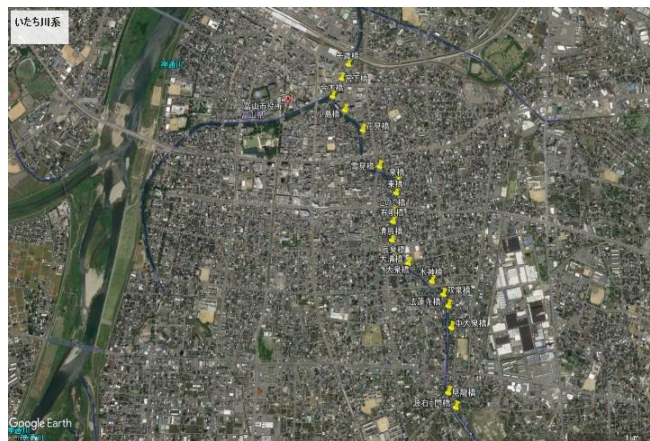


図-1 シミュレーション区間

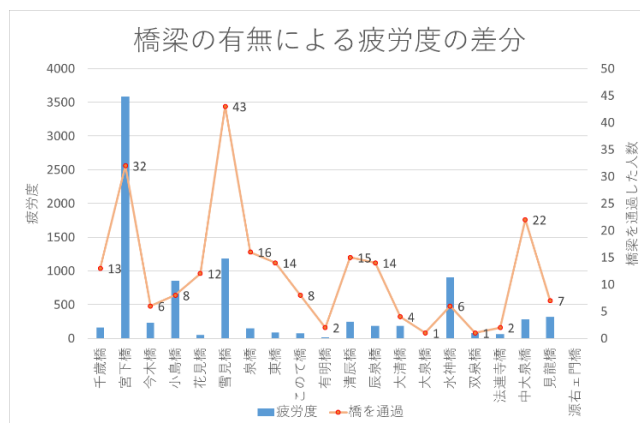


図-2 橋梁の有無による疲労度の差分

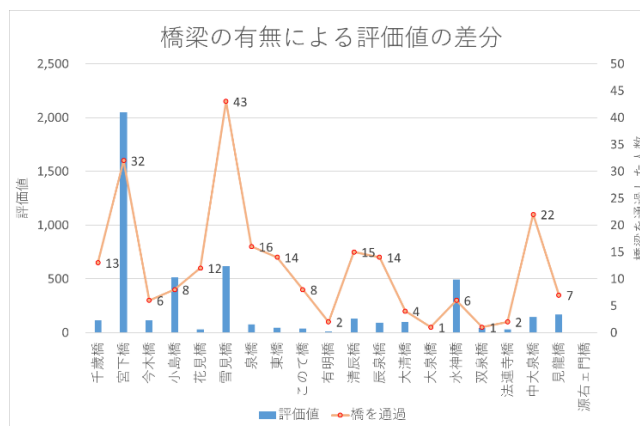


図-3 橋梁の有無による評価値の差分

4. おわりに

本研究ではMASを用いて複数の橋梁を対象としてシミュレーション実験を行った. 橋梁の有無による評価値の差分と橋梁を通過した人数から橋梁の重要性や優先度を推計することが可能である. それによって補修や建て替え, 点検の優先順位を考察することができる.

参考文献

- 1) 植野芳彦(2016)「富山市における持続可能な橋梁マネジメントの実現にむけて」(第9回 CAESAR 講演会)
<https://www.pwri.go.jp/caesar/lecture/pdf09/5_ueno.pdf>