

マルチエージェントシミュレーションを用いた橋梁のトリアージに関する研究

富山県立大学 学生会員 三浦輝久
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

地方自治体では、少子高齢化を背景とした財源不足が深刻化している. 一方, 自治体が保有している橋梁は老朽化が進み, 点検・補修・建て替えの必要性が増し, 更新費用が年々増加している. これまで本研究室では, Multi Agent Simulation(MAS)を用い, 橋梁の住民視点での重要度を決定するモデル開発が行われてきた. 本研究では対象地域内で大規模なアンケート調査を行い, 住民の目的地選択確率と移動ルート・手段を決定するための効用関数のパラメータを属性別に算出することで, MAS による住民の日常生活行動の再現性を高めるとともに, 各橋梁の住民視点の橋梁の重要度を明らかにする.

2. 研究手法

2.1 シミュレーションの概要

本研究のシミュレーション対象地域は富山県富山市のいたち川周辺地域で, 緯度(36.6633~36.7068), 経度(137.1837~137.2334)の範囲内である. 対象橋梁は図 1 に示すとおりであり, 橋梁がある場合とない場合でシミュレーションを行う.

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うものである.

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

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

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

$$w_i^C + w_i^T = 1 \tag{4}$$

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), $f_i(R)$: R におけるエージェント i が持つ効用関数, $w_i^C \cdot w_i^T$: エージェント i が持つコスト・疲労度に対する価値観, $C_R \cdot T_R$: R におけるコスト・疲労度, v_{kl} : トリップ k における l 段目の拡張距離, $c_{jkl}^A \cdot t_{jkl}^A$: トリップ k における l 段目のコスト・疲労度(距離従属), $c_{jkl}^B \cdot t_{jkl}^B$: トリップ k にお

ける l 段目のコスト・疲労度(固定).

エージェントは(1)式の効用関数を最小化するように行動する.

2.2 アンケート調査

アンケート調査の概要を表 1 に示す. 配布方法は地域指定配達郵便を用い, いたち川周辺地域を中心に町を抽出し, 指定した町の全戸に郵送する. 調査項目 3, 4 では天候による行動の変化を反映させるため, 晴天時・雨天時でのそれぞれを調査する. さらに, 調査項目 4 では買い物, 診察, その他の目的地を距離別に設定し, 目的別の移動手段の変化を調査する.

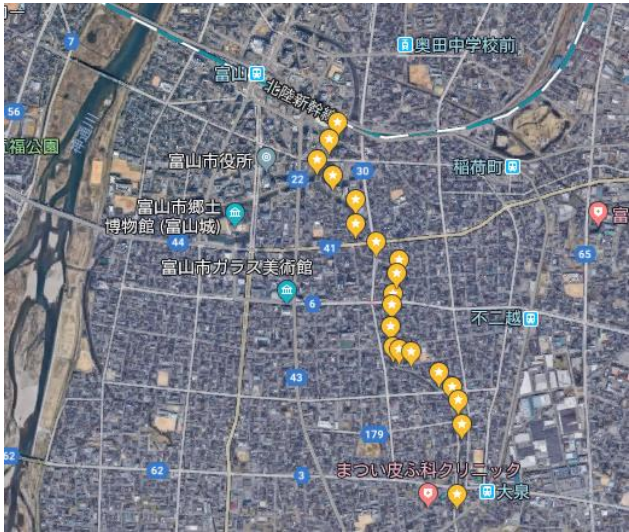


図 1. いたち川流域の対象橋梁群

表 1. アンケートの概要

項目	内容
配布部数	24,000 部
対象地域	シミュレーション対象地域とその周辺地域(富山県富山市内 57 の町)
配布手法	郵送
調査項目	1. 個人属性 2. 運転免許・自家用車・原付・自転車保有の有無 3. 各時間帯における目的地 4. 指定した 2 点間の移動手段

2.3 目的地選択確率

エージェントの行動目的を晴天時及び雨天時の平日朝、昼、休日昼の 6 パターンで変化させる．各目的地選択確率は前述のアンケート調査の回答者の選択割合を用いる．

2.4 パラメータ推定モデル

従来のモデルでは、2.1(1)式の疲労度価値観 w_i^T を 0.5 を平均とした両側切断正規分布に従った分布をエージェントにランダムで与えてシミュレーションを行っていた．

本研究では、榊原らによって開発された、最適化指向マルチエージェント型交通シミュレーションにおけるパラメータ推定モデルを用いる．これは焼きなまし法でアンケート結果及びシミュレーションから得られた移動手段選択割合の最小二乗誤差を個人属性別に計算し、パラメータ推定するものである．これにより、実際の住民の移動手段選択を反映し、職業や年代、性別などの個人属性ごとの疲労度価値観の両側切断正規分布に従った分布をエージェントに与えることが可能となる．

3. 研究結果

平日朝、平日昼、休日昼のエージェント数をそれぞれ 1520, 1124, 3050 とし、天候を考慮せずにシミュレーションを行った結果を表 2、図 2 に示す．表 2 は橋梁を撤去した場合とそうでない場合の各移動手段の増減を示している．辰泉橋を撤去した場合、休日昼の徒歩、鉄道、バスでの移動はそれぞれ 36, 3, 37 減少し、自転車、自家用車で移動はそれぞれ 30, 6 増加した．大清橋は休日昼の徒歩、バスでの移動がともに 1 減少し、自転車での移動が 1 増加し、自家用車、鉄道での移動に増減は見られなかった．

図 2 は 3 つのシナリオの評価値の差分合計値を昇順で示している．評価値は 2.1 の(1)式であり、疲労とコストを足したものの最小値を指す．図 2 から、辰泉橋が最も評価値の合計が大きいことがわかった．つまり、橋梁を撤去した場合、迂回ルートを利用するためにかかる疲労とコストが最大となるのは辰泉橋であることがわかった．

表 2. 橋梁の有無による各移動手段の増減(一部)

	時間帯	辰泉橋	小島橋	大清橋
徒歩	平日朝	-16	-8	-2
	平日昼	-20	-2	-1
	休日昼	-36	-9	-1
自転車	平日朝	+11	+6	0
	平日昼	+18	+2	+1
	休日昼	+30	+6	+1
自家用車	平日朝	+6	+2	+2
	平日昼	+1	0	0
	休日昼	+6	+4	0
鉄道	平日朝	-1	0	0
	平日昼	-1	0	0
	休日昼	-3	+2	0
バス	平日朝	-16	-8	-2
	平日昼	-21	-2	-1
	休日昼	-37	-11	-1

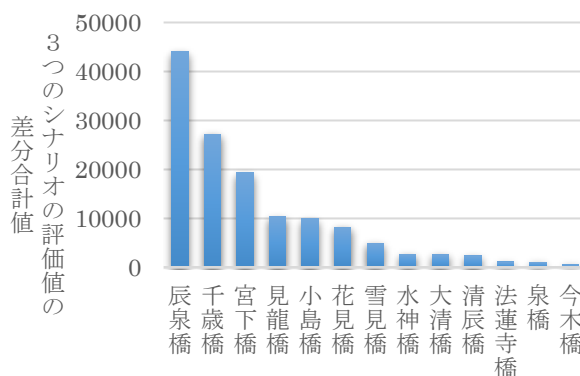


図 2. 3 つのシナリオの評価値の差分合計値(一部)

4. おわりに

本研究では、アンケート調査を実施することで、目的地選択確率の導出とパラメータ推定が可能となった．目的地選択確率から、現実に即した目的地の設定、各シナリオにおいて適切なエージェント数の設定が可能となった．また、パラメータ推定では、移動手段選択割合から効用関数のパラメータを算出し、属性別に価値観を与えることが可能となった．これらを用いた MAS の結果から住民視点の橋梁の重要度が明らかとなった．

参考文献

- 1) 榊原, 内藤, 立花, 松本, 大原: マルチエージェント・シミュレーションによる都市空間における橋梁の重要度評価の試み, システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集 62, 6p (2018)