

健康意識の相互作用を考慮した交通行動モデル

奥嶋 政嗣¹

¹正会員 徳島大学准教授 大学院ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町2-1)
E-mail: okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

自動車利用抑制の観点から、代替交通手段として、公共交通の整備に加えて、自転車利用環境の整備が注目されている。自動車利用習慣からの脱却を図るためには、健康意識に着目したモビリティマネジメントを、経済的インセンティブ政策の導入および代替交通手段サービス水準の段階的向上と適切に組み合わせることで、自動車利用抑制の実現可能性が高まると考えられる。健康意識は、他者の影響により変動するものと考えられる。本研究では、健康意識に関する局所的相互作用を考慮し、自動車利用抑制策を検討するためのマルチエージェントシミュレーションモデルを構築する。このシミュレータを用いて自動車利用抑制策の効果を計測し、その影響について分析する。これより健康意識に着目した自動車利用抑制策の検討に関して、健康意識とその局所的相互作用を考慮する重要性を示す。

Key Words : multi agent simulation, local interaction, small world network, daily physical activity

1. はじめに

自動車依存度の高い地域では、徒歩および自転車での移動による身体活動量が少なく、モータリゼーションの進展が、生活習慣病増加の一因として考えられている¹⁾。このため、過度な自動車利用の抑制が課題として挙げられる。しかしながら、地方都市圏では公共交通機関などのサービス水準が低く、公共交通機関への交通手段転換は実現が容易ではない。

一方、自動車利用抑制の観点に加えて、健康増進の観点から、自転車利用環境の整備が注目されている。また、「健康意識」に働きかけるモビリティマネジメント (MM) が、自動車依存度の高い地域での自動車利用抑制に有効である可能性が見いだされている³⁾。

このような自動車利用抑制に関わる健康意識は、他者の影響により変動するものと考えられ、社会的な相互作用の影響を考慮する必要がある。

一方、既往研究において、環境意識の局所的相互作用を考慮した通勤交通手段転換についてのマルチエージェントシミュレーション (MAS) モデルが提案されている^{3),4)}。これらの先行研究では、交通社会実験におけるアンケート調査を用いて、環境意識を要因とした通勤交通手段転換モデルを構築することで、通勤交通手段転換に及ぼす環境意識の影響を表現できるものとなっている。

そこで本研究では、健康意識の局所的相互作用の構造を同定し、健康意識を要因とした通勤交通手段転換モデ

ルと組み合わせ、MAS モデルとして統合することで、健康に着目した交通政策の影響を計測可能とすることを目的とする。この MAS モデルを用いて、健康に着目した交通政策による健康意識と通勤交通手段の推移について推計する。これより、個々のつながり (局所的相互作用) を考慮した健康意識の変遷が通勤交通手段転換行動に及ぼす影響を計測することが可能となる。

2. マルチエージェントシミュレーションの構成

ここでは、先行研究⁴⁾を参考としながら、健康意識の局所的相互作用を考慮した通勤行動マルチエージェントシミュレーションモデルを構成する。

(1) 仮想社会の構成

健康通勤促進のための地方都市圏として、徳島広域都市圏を参考として仮想社会を構成する。この仮想社会では10,000エージェントが居住地から勤務地への通勤行動のみを行うものとする。

つぎにエージェントの個別属性を設定する。通勤交通手段転換要因として年齢、世帯構成、保有車両、居住地および勤務地を徳島広域都市圏パーソントリップ調査に基づいて設定する。

本研究での MA システム全体の基本フローを図-1 に示す。「エージェント交通手段選択プロセス」、 「道路交

通状況推計プロセス」, 「エージェント相互作用形成プロセス」に加えて, 本研究では「エージェント健康意識更新プロセス」を含めた構成としている。

「エージェント交通手段選択プロセス」では, 個別エージェントの通勤交通手段を決定する。また, 「道路交通状況推計プロセス」では, 各エージェントの交通手段選択結果に基づいて, 自動車利用交通量を算定する。この自動車利用交通量と交通容量の関係から, 所要時間を算定する。「エージェント相互作用形成プロセス」では, 個体間の関係性を表現する。「エージェント健康意識更新プロセス」では, 各エージェントの交通手段選択結果に基づいて, 身体活動量を算出する。ここで MM の影響も考慮して健康意識の内発的な更新を表現する。さらに, この健康意識の変化が, 個体間の関係性に基づく局所的相互作用により変遷する様相を記述する。

これらのプロセスにより, 状況を順次更新することで, day-to-day のシミュレーションを実行し, 交通手段選択状況, 道路交通状況および健康意識の推移を観察する。

(2) 健康意識を考慮した交通手段選択プロセス

自動車利用から徒歩, 自転車およびそれらを端末手段に含む公共交通などの交通手段への転換は, 日常生活における身体活動の増進ととらえることができる。これまでに, いくつかの既往研究において, 自動車利用抑制のためには, 交通行動者の健康意識が重要な要因となることが提示されている²⁾。したがって, 本研究では健康意識を交通手段選択の要因として検討することとする。

具体的に通勤交通手段選択モデルを構成していく。通勤者は効用 u に基づいて各交通手段を確率的に選択するものとする。この交通手段選択確率は式(1)で表されるロジットモデルにより算出できるものとする。

$$P_{[h]}^{\text{car}} = \frac{1}{1 + \exp[-\mu(V_{[h]}^{\text{car}} - V_{[h]}^{\text{other}})]} \quad (1)$$

$$\text{where } V_{[h]}^{\text{car}} = \beta^u t_{[h]}^{\text{car}}(t) + \beta^{tc} tc_{[h]}^{\text{car}} + \beta^{\text{const.}} \quad (2)$$

$$\text{and } V_{[h]}^{\text{other}} = \beta^u t_{[h]}^{\text{other}} + \beta^{tc} tc_{[h]}^{\text{other}} + \beta^{\text{hel}} \text{hel}(t)_{[h]} \quad (3)$$

ここで交通手段選択要因は, 各交通手段のサービス水準(LOS)と健康意識 hel と仮定する。サービス水準としては, 所要時間 t と所要費用 tc を取り上げる。自動車以外の交通手段としては, 通勤距離1km以内では「徒歩」, 4km以内では「自転車」, それ以上の場合には「公共交通利用」と仮定する。一方, 健康意識 hel については, 自身の健康のために日常生活において身体活動を実行する必要性の認識を最小値0.0~最大値1.0で指標化したものとする。以上のような仮定のもとで, それぞれの交通手段の確定効用は式(2)および式(3)のように記述できる。

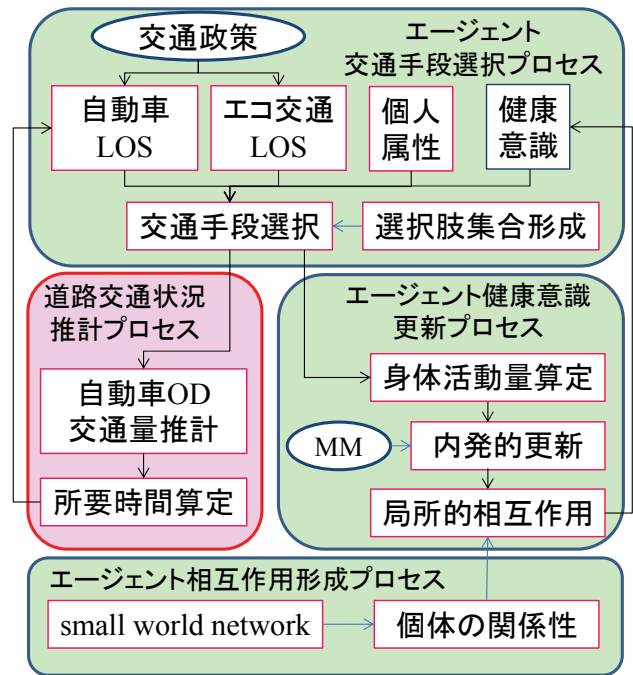


図-1 MAシステムの全体フロー

(3) 健康意識更新プロセス

日常生活における身体活動を計測するために, 身体活動量を取り上げる。身体活動量(エクササイズ: Ex)は, 身体活動の強さ(メッツ: Mets)に身体活動の実施時間(時)を乗じた指標である。メッツは, 身体活動の強さを安静時の何倍に相当するかで表され, 普通歩行は3 Mets, 自転車は4 Metsに相当すると定められている⁹⁾。

健康意識の「内発的更新」では, 内発的な環境意識の向上(あるいは減退)を $\lambda_{[h]}(t)$ とする。

一方, 健康意識の「局所的相互作用」では, 関係のあるエージェントから自身の健康意識の向上(あるいは減退)に受ける影響の程度を $w_{[h]}(t)$ とする。

「健康意識更新」では, 内発的な変化および関係のあるエージェントの健康意識の変化による影響にしたがって, 式(5)のように当該エージェントの健康意識 hel を更新することとする。

$$\text{hel}_{[h]}(t) = \text{hel}_{[h]}(t-1) + \lambda_{[h]}(t) + w_{[h]}(t) \quad (4)$$

以上のように交通手段選択とエージェントの健康意識の関係を仮定した。

(4) 健康意識の相互作用形成プロセス

交通手段選択の意思決定に関して, 社会的相互作用による他の交通行動者の協力率が影響することが明らかにされている⁹⁾。本研究では, エージェントの健康意識は, 関係性の大きいエージェントからのみ直接的な影響を受けるものと仮定する。

ここでエージェント間の相互作用を記述するために, 社会的ネットワークにおける既往研究を参照すると, 現

実の社会的ネットワークは本質的に非局所的構造特性をもつとされている。このような現実の社会的ネットワークの特徴をもつグラフは、"small world network"と呼ばれている。この"small world network"は、非常にシンプルなアルゴリズム (WSモデル) で生成できることがWattsらによって提示されている⁷⁾。

WSモデルにしたがって、活動空間において近接するすべてのエージェント間を相互にリンクで結節する。本研究では、活動空間でのエージェントの相互作用の影響範囲を規定する限界距離 L_{max} を設定し、活動空間での距離 l が L_{max} 以下となるエージェント間を連結する。

つぎに、一定の確率でリンクを削除して、ランダムに選択した別のエージェントと連結しなおす。本研究においても、参考文献7)に示されている例と同様に、リンクの再連結を行う確率を5%と設定している。

このとき、連結されたエージェントとの関係性の大きさは一定とする。あるエージェント h に連結されたリンク数が m であるとき、関係のあるエージェント k の健康意識に基づいて、局所的相互作用による健康意識への影響の強さ $w_{[h]}(t)$ を式(5)のように算定することとする。

$$w_{[h]}(t) = \frac{w_0}{m} \sum (hel_{[k]}(t) - hel_{[i]}(t-1)) \quad (5)$$

これは、あるエージェントにおける健康意識の変化に関して、関係のあるすべてのエージェントの影響を集積するというものである。このように、健康意識に関して、エージェント間の局所的な相互作用を表現した。

謝辞：本研究は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基盤研究(C) 25420549の研究成果の一部です。ここに記し、感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 財団法人健康・体力づくり事業財団(2000), 健康日本 21.
- 2) 真坂美江子, 加藤研二, 近藤光男, 奥嶋政嗣: 地方都市健康 MM における行動の習慣性に着目した環境・健康促進効果の比較, 土木学会論文集 D3, Vol.69, No.5, I_57-I_65, 2013.
- 3) Okushima, M. and Akiyama, T.: Multi-agent transport simulation model for eco-commuting promotion planning, *Journal of Advanced Computational Intelligence & Intelligent Informatics*, Vol.15, No.7, pp.911-918, 2011.
- 4) 奥嶋政嗣, 秋山考正: マルチエージェントシミュレーションによるエコ通勤促進策の影響分析, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.625-634, 2012.
- 5) 運動所要量・運動指針の策定検討会(2006), 健康づくりのための運動指針 2006 ~生活習慣病予防のために~, 厚生労働省.
- 6) 森川高行, 田中小百合, 萩野成康: 社会的相互作用を取り入れた個人選択モデル—自動車利用自粛行動への適用—, 土木学会論文集, No.569/IV-36, pp.53-63, 1997.
- 7) Watts, D. J. and Strogatz, S. H.: Collective dynamics of 'small-world' network, *Nature*, Vol.393, pp.440-442, 1998.
- 8) 森川高行, 北村隆一: 交通行動の分析とモデリング, 技報堂出版, 2002.

(2014. 4. 25受付)

TRAVEL BEHAVIOR MODEL CONSIDERING WITH INTERACTION OF THE HEALTH CONSCIOUS

Masashi OKUSHIMA