

ゲーム理論の枠組みを援用した 交通すごろくの効果検証と戦略分析

前川 凜¹・谷口 綾子²

¹ 学生非会員 筑波大学 理工学群 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: s1911278@s.tsukuba.ac.jp

² 正会員 筑波大学教授 システム情報系 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)
E-mail: taniguchi@risk.tsukuba.ac.jp

モビリティ・マネジメントの動機付けツールの一つに交通すごろくがある。選ぶ人数が多い程”渋滞”して遅くなるクルマカードか、必ず一定のマス数進める電車カードの何れかを選択し、ゴールを目指すボードゲームである。本研究では、1)交通すごろくによる態度変容効果の把握、2)ゲームのプロセスと結果をゲーム理論のシャープレイ値を援用して分析することによるプレイヤーの戦略の類型化、の2つを目的として調査・分析を行った(n=171)。その結果、交通すごろくの態度変容効果が確認され、ゲーム上で利己的な戦略を採るプレイヤーは態度変容効果が比較的大きいこと等が示された。また公共交通不便のルールでは、利己的な戦略が採用されやすくなり、またルール変更前に主に電車カードを選択していたプレイヤーのクルマカード選択傾向が増加すること等が示された。

Key Words: social dilemmas, mobility management, Transport Sugoroku, game theory, shapley value

1. 序論

(1) 背景

個人の利益の最大化行動と公共利益の最大化行動の何れかを選択しなければならない社会状況のことを「社会的ジレンマ」と呼ぶ¹⁾。交通分野ではクルマ依存のような、短期的・利己的な利得と長期的・利他的な利得が葛藤する場面を指す。これ解消する方法として、近年「モビリティ・マネジメント(MM)」が注目されている。MMは法的規制や金銭的な手段を用いて公共交通利用を強いるのではなく、「コミュニケーションを中心とした交通政策」²⁾である点が特徴である。これにより、市民の意識を根本から変えることが期待される。このMMで用いるツールの一つが交通すごろくである³⁾。

交通すごろくは、選ぶ人数が多いほど”渋滞”して遅くなるクルマカードと、必ず一定のマス数進める電車カードの何れかを選択し、ゴールを目指す。BASICバージョン(以下「BASIC」)の他に、電車で進めるマス数が半減する公共交通不便バージョン(以下「公共交通不便」)等が存在する。公共交通不便では、電車カードが不便になることでクルマカードの利用が増加し、BASICよりも”渋滞”が激しくなる。その為、図-1のように、殆どの場合ゴールまでの所要ターン数が BASIC に比べ

て倍近くに増加する。即ち、電車だけが不便になったにも関わらず、クルマを選択したプレイヤーにもゴールまでの所要ターン数が増加するという悪影響が出ている。そして交通すごろく終了後に、交通の専門家による社会的ジレンマに関する解説を行うことで、プレイヤーらの

表-1 交通すごろくで進めるマス数(7人版の例:プレイ人数に応じてクルマカードのマス数は変わる)

クルマカードの人数	1	2	3	4	5	6	7
クルマカード	9	7	4	2	1	0	0
電車カード	BASIC	4	4	4	4	4	4
	公共交通不便	2	2	2	2	2	2

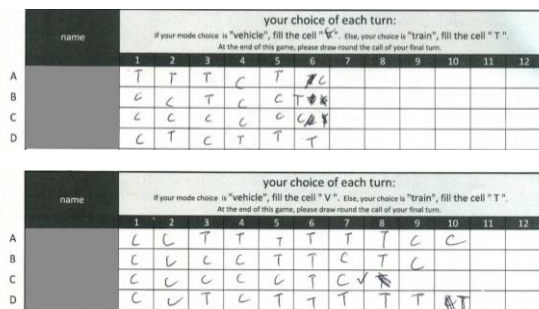


図-1 実際の記録用紙の例。Cがクルマ、Tが電車を示す。上が BASIC、下が公共交通不便。

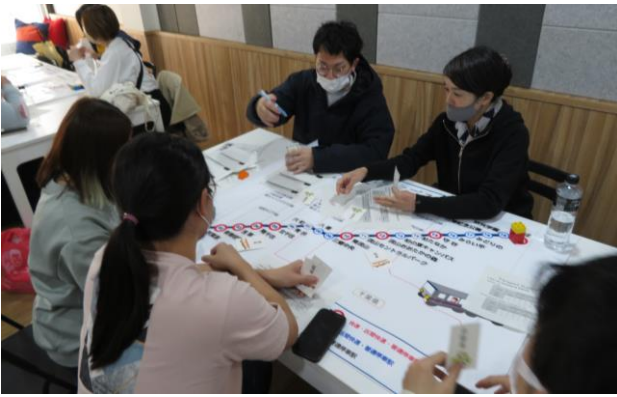


図-2 交通すごろくを実施している様子

理解を促す²⁾。このように、社会的ジレンマをゲームにより疑似的に体験することで、社会的ジレンマについて納得して理解し考えるきっかけとなることが期待できる。

(2) 既存研究

谷口ら⁴⁾は、シュワルツの規範活性化理論⁵⁾ (Norm Activation Theory, 以下「NAT」) を応用した「階層的規範活性化モデル」(Hierarchical Norm Activation Model)を提案している。NATとは、行動意図は「道德意識」により活性化され、「道德意識」の活性化には「重要性認知」が必要になるという、援助行動や利他的行動の心理過程を記述するための最も典型的な心理学理論の一つである。階層的規範活性化モデルは、このNATを拡張し、抽象的次元から具体的次元へと連なる道德意識の階層的な活性化プロセスを記述するモデルである。小学生を対象としたMM授業の実践と、この道德意識の階層構造に着目した分析を行った結果、階層構造の存在を示唆する一定の成果が得られた。なお、NAT及び階層的規範活性化モデルについては、第3章の(1)分析方法においても述べている為、そちらも参照されたい。

谷口ら⁴⁾は、日本国内において交通すごろくを用いた学校教育プログラムの効果検証を報告している。本研究内では、交通すごろくを小学6年生に実際に行ってもらった上で、交通の社会的ジレンマについての説明を専門家が行った。交通すごろく実施前後に、谷口ら⁴⁾の階層的規範活性化モデルの考え方をういた質問を含むアンケート調査を行い、これを分析したところ、公共交通を利用すべきという道德意識が優位に活性化していることが分かった。

Vugtら⁷⁾は、通勤におけるクルマと公共交通機関の選択についてゲーム理論の枠組みを用いて実験と分析を行った。その結果、1)参加者のうち社会全体の利益を求める「プロソーシャル型」に該当する人は、個人の利益を最大化したり他者より相対的に多い利益を求める「プロセルフ型」に該当する人よりも、一般に公共交通機関利用を強く希望すること、2)「プロソーシャル型」はこの

問題を環境問題の囚人のジレンマとして認識する一方「プロセルフ型」はアクセス問題のチキンゲームとして認識し、それぞれ集団内の公共交通利用者の多寡から影響を受ける(公共交通利用の割合が増えるほど「プロソーシャル型」は公共交通を利用、「プロセルフ型」はクルマを利用する傾向)ことが分かった。

Hollanderら⁸⁾は、交通分野におけるゲーム論の枠組みを用いた諸研究についてまとめ、分類した。その結果、交通事業者が関わらない旅行者間のゲームで、自動車と公共交通の選択に関するゲームについての研究は、先述のVugtら⁷⁾の研究のみであるとされた。

(3) 本研究の位置づけと目的

MMを扱った研究は多く存在するものの、交通すごろくをMMツールとして用い、定量的に分析を行った論文は、筆者の知る限り谷口ら⁴⁾の他に存在しない。すなわち、交通すごろくに関して小学生以外を対象とした研究は過去に行われたことがない。また、交通すごろくのようなクルマと公共交通の選択を行う場面に関する、ゲーム理論の枠組みを用いた研究は、Hollanderら⁸⁾によって先述のVugtら⁷⁾の研究のみであるとされている。しかし、Vugtら⁷⁾の研究は交通すごろくのような繰り返しゲームではない。

そこで、本研究では、高校生及び成人を対象とすることとし、目的を以下の2つに定めた。

- 1) 交通すごろくの高中生及び成人への適用と、ゲーム参加前後の態度変容効果を検証
- 2) 交通すごろくのプロセスと結果を分析し、プレイヤーの戦略を類型化することで、プレイヤーの戦略の特徴や構成比の関係性を検証

2. 調査方法

調査は、筑波大学の講義内や学会、研究会等の場において対面で、日本在住の高校生及び成人を対象として実施した(概要は次頁表-2を参照)。事前アンケート(23問。個人属性、クルマや公共交通への態度並びに普段の交通行動等について質問)/交通すごろくのプレイ(カードの出し方を記録)/事後アンケート(9問。クルマや公共交通への態度並びに交通すごろくの戦略について質問)の順で88名に調査を行った。その他、2018年度と2019年度に筑波大学社会工学類の大学説明会(オープンキャンパス)にて実施した交通すごろくについて、カードの出し方データのみを83名分入手することが出来た(事前・事後アンケートは実施されていない)。以下、交通すごろく及びアンケートの実施、並びにアンケート回答者の概要を示す。

表-2 交通すごろく及びアンケートの実施の緒元表
(別記ない場合 2022 年実施)

実施日	場面	参加者数
7月22日	筑波大学の留学生向け英語講義	9
8月26-27日	第17回 JCOMM (日本モビリティ・マネジメント会議)	24
9月8日	筑波大学・早稲田大学交通系研究室合同ゼミ	36
10月30日	高校生向けフォーラム「自動運転バスから、未来の柏はどう見える? Vol.2」	16
-	(回答者の希望により公表しない)	3
アンケート回答者数合計		88
'18'19年度	筑波大学社会工学類大学説明会	83
交通すごろく実施データ合計		171

なお、アンケート回答者のうち 77.8%を関東地方在住の回答者が占めた。また、回答者のうち 71.9%が 20 代以下、75.6%が男性の回答者となっている。

以下、第 3 章に目的 1: 交通すごろくの態度変容効果、第 4 章に目的 2: 交通すごろくの戦略類型化、の分析方法と結果について詳述する。

3. 高校生・成人の態度変容効果

(1) 分析方法

目的 1 では、交通すごろく実施前後に同じ項目を質問し、前後の回答について差の検定を行う。この質問項目(質問 A: 表-3)は、階層的規範活性化モデルの考え方をを用いている。

NAT では、行動意図が生じるのは“社会的規範”に自らの行動を合致させようとする「道德意識(Moral Obligation: MO)」によるものであり、「道德意識」が活性化されるためには現状の問題が重大であるという認識が必要になるという「重要性認知(Awareness of Consequences: AC)」(特定の行為が倫理的な問題を伴う帰結を招いてしまうという因果関係の認知)が必要になるとされている。現実の問題の心理プロセスに NAT を当てはめると、このような「道德意識」と「重要性認知」には様々な段階があり、一般的なものから個々のものへと樹木的に発達すると考えられる。このような、道德意識の階層的な活性化プロセスを記述するモデルが「階層的規範活性化モデル」である。

階層的規範活性化モデルでは、抽象的次元から具体的な次元へと樹木的に繋がる階層構造を考える。そして、末端の最も具体的な道德意識は行動へと繋がると考える。それぞれの階層の道德意識の活性化は、NAT と同様に対応する重要性認知により活性化されるが、同時に一階層分抽象的な次元の階層における道德意識にも影響され

るものとする。

ある重要性認知 AC_k^l (例えば「クルマ利用は環境悪化につながる」)が高くなっていても、その一階層上の道德意識 MO_k^{l-1} (例えば「環境を良好に保つべし」)が弱ければ、 AC_k^l と同階層の道德意識 MO_k^l (例えば「クルマ利用を控えるべき」)が強く活性化されるとは考え難い。これは、 AC_k^l と MO_k^{l-1} が、 MO_k^l に対して交互作用を持ちうる可能性を示している。これは、道德意識の論理的活性化であると言える。

一方で、例えば「環境悪化につながる行為は控えるべき」という認識を常識的・直感的に所持している個人は、 AC_k^l (「クルマ利用は環境悪化につながる」)が活性化された時点で、 MO_k^{l-1} (「環境を良好に保つべし」)が弱くても、 MO_k^l (「クルマ利用を控えるべき」)が自動的に活性化されることとなる。これは、先ほどの交互作用が生じることはなく、代わりに AC_k^l の、 MO_k^l に対する主効果が生じていると言え、道德意識の直感的活性化と言える。

これは、 MO_k^{l-1} と MO_k^l の組み合わせでも同様のことが言える。

すなわち、階層的規範活性化モデルでは、道德意識の活性化が「直感的」にもたらされたものなのか「論理的」にもたらされたものなのか、あるいはいずれでもない「無理解」の状態にあるのかを、主効果及び交互作用の有無を通じて統計的に検定することが出来る。

階層的規範活性化モデルについて、より詳しくは谷口ら⁴⁾を参照されたい。

表-3 目的 1に関する事前・事後アンケート質問項目
(回答:「思わない」-「そう思う」の 5 件法)

A. 以下の各質問についてそう思うかどうか、あなたが最も当てはまると思う数字に○を付けてください (※ここでの「まち」は小学校区レベルを指します)		
	名称	質問
A1	まちと公共交通_MO (道德意識)	まちに良いバス、電車ネットワークを作っていかなければならないと思いますか?
A2	まちと公共交通_AC (重要性認知)	もっと良いまちにするためには、良いバス、電車が必要だと思いますか?
A3	公共交通利用_MO	できるだけ、バス、電車を利用しなければなりませんと思いますか?
A4	公共交通と公共利用_AC	バス、電車を良くするためには、バス、電車をもっと使うことが必要だと思いますか?
A5	クルマ抑制_MO	できるだけ、クルマの利用を控えるべきだと思いますか?
A6	公共交通とクルマ抑制_AC	バス、電車を良くするためには、クルマを控えることが必要だと思いますか?

さて、本研究では、既存研究の谷口ら⁴⁾で用いられた、この階層的規範活性化モデルの考え方をを用いている質問、並びに分析方法を利用することで、谷口ら⁹⁾の小学生の結果との比較も可能としている。なお、回答結果は正規分布に従っていないため、対応のある2群間の差のノンパラメトリック検定であるウィルコクソンの符号付き順位検定を行った。

(2) 全体の分析

まず回答者全体について分析を実施した結果、質問A6（公共交通とクルマ抑制_AC）は1%有意、A3（公共交通利用_MO）は5%有意となり、それ以外の質問については10%水準で有意な差はないという結果となった。このことから、交通すごろくには一定程度態度変容効果は存在すると言える。

また、本研究の質問Aは階層的規範活性化モデルを採用していることから、交通すごろくがどのような心理プロセスによって態度変容効果をもたらしているかを検証するため、回答の前後差について階層重回帰分析を行った。その結果が表-4並びに次頁図-4である。

「まちと公共交通利用」「クルマ抑制」はそれぞれの重要性認知から道徳意識への1%有意のパスが示されたものの、「公共交通利用」は10%水準で有意なパスがなかった。また、A6（公共交通とクルマ抑制_AC）から、A3（公共交通利用_MO）並びにA5（クルマ抑制_MO）に1%有意のパスが示されるという結果となった。

(3) 個人属性別の分析

ここでは、事前アンケートで質問した個人属性に基づき、プレイヤーを分割し、ウィルコクソンの符号付き順位検定を行った。

まず、年齢別及び学校種別（高校生、大学生・高専生、大学院生、30-40代、50代以上の5類型）に分割した。その結果、高校生は全ての質問項目で有意な差が出ており、大学生は質問A6（公共交通とクルマ抑制_AC）のみが1%有意、30-40代はA5（クルマ抑制_MO）のみが5%有意、大学院生及び50代以上は全ての質問項目で有意な差が無いという結果となった。この結果と、谷口ら⁹⁾の小学生を対象とした既存研究では殆どの心理指標が有意に活性化していることから、同じ取り組みを行う場合は若いほど態度変容しやすいと言える。

続いて、居住自治体別（東京特別区、人口50万以上、人口20万以上50万未満、人口20万未満）で分割し分析した結果、他の自治体規模では10%水準で有意傾向の項目があるのみで5%水準で有意な項目が無い中、人口20万未満の自治体居住者は質問A6（公共交通とクルマ抑制_AC）が1%有意となり、クルマ利用抑制の重要性認知が活性化しやすいことが分かった。

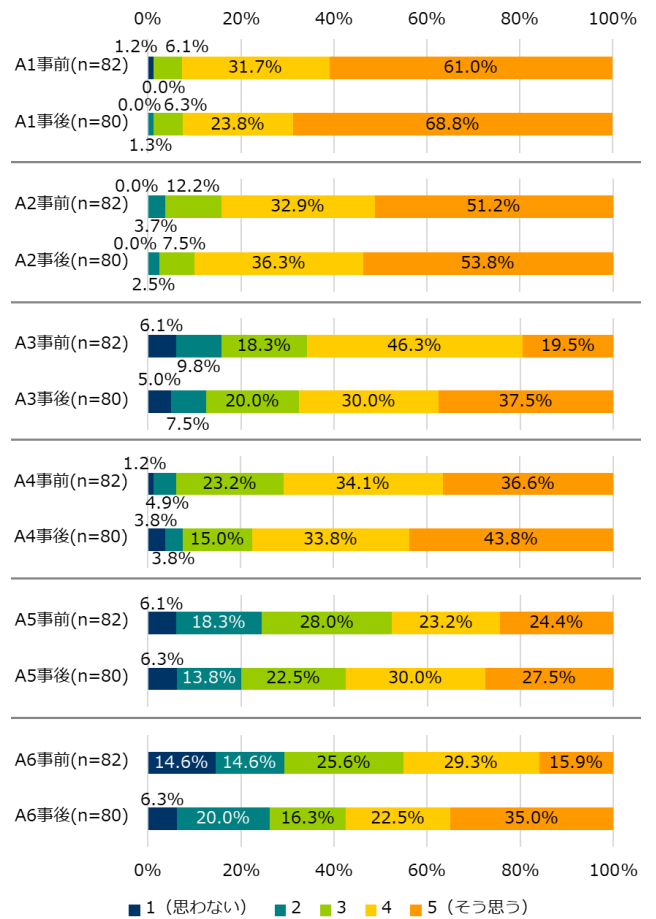


図-3 質問 A1 - A6 の事前・事後アンケート回答結果グラフ

表-4 階層重回帰分析による標準化係数と有意確率

従属変数	独立変数	標準化係数	有意確率
A1. まちと公共交通_MO	(定数)	-	0.41
	A2. まちと公共交通_AC	0.44	0.00 **
A3. 公共交通利用_MO	(定数)	-	0.31
	A1. まちと公共交通_MO	0.14	0.21
	A6. 公共交通とクルマ抑制_AC	0.33	0.00 **
A5. クルマ抑制_MO	(定数)	-	0.91
	A1. まちと公共交通_MO	0.13	0.24
	A6. 公共交通とクルマ抑制_AC	0.48	0.00 **

** . 1% 水準で有意 .

* . 5% 水準で有意 .

† . 10% 水準で有意傾向 .

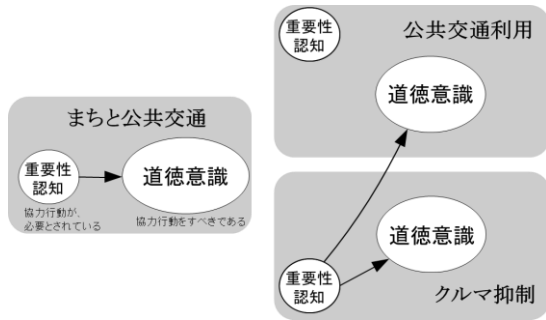


図-4 階層重回帰分析結果 (有意なパスのみ表示)

(4) 交通態度・行動の類型化と態度変容効果

ここでは、事前アンケートの交通態度・行動に関する質問(質問 B2-B5 (表-5) 及び質問 C (表-6)) の回答結果から因子分析を行った。結果は表-7 の通りである。

表-5 交通態度・行動に関する質問 (質問 B2 - B5)

B. あなたとあなたの普段の交通行動について、記入または当てはまるものに○を付けてください。	
質問項目	B2. 通勤・通学手段：あなたが通勤・通学する際に用いる、最も長距離で頻度が高い交通手段はなんですか？ (徒歩/自転車/バス/鉄道/クルマ/バイク/その他)
	B3. 近所移動手段：あなたが近所(日用品の買い物やアルバイト等自宅から自転車で 20 分程度以内)に出かける際に、最も頻繁に用いる交通手段はなんですか？ (徒歩/自転車/バス/鉄道/クルマ/バイク/その他)
	B4. 免許保有：クルマの免許を保有していますか？ (持っている/今後取得予定/取得予定なし)
	B5. 運転頻度：普段、1 週間のうち平均何日クルマ・バイクを運転しますか？ (運転しない/1 日/2 日/3 日/4 日/5 日/6 日/毎日)

表-6 交通態度・行動に関する質問 (質問 C)
(回答：「思わない」～「そう思う」の 5 件法)

C. あなたの普段の交通行動について、当てはまるものに○を付けてください。	
質問項目	C1. クルマ抑制意図：できるだけクルマの利用は控えようと思いませんか。
	C2. バス利用意図：できるだけバスを使おうと思いませんか。
	C3. 電車利用意図：できるだけ電車を使おうと思いませんか。
	C4. 徒歩利用意図：できるだけ徒歩で移動しようと思いませんか。
	C5. 自転車利用意図：できるだけ自転車で移動しようと思いませんか。
	C6. クルマ態度：クルマでの移動は好きだと思いますか。
	C7. バス態度：バスでの移動は好きだと思いますか。
	C8. 電車態度：電車での移動は好きだと思いますか。
	C9. 徒歩態度：徒歩での移動は好きだと思いますか。
	C10. 自転車態度：自転車での移動は好きだと思いますか。

表-7 各変数に関する因子分析結果

	1	2	3	4	5	6	7
B5 (運転頻度)	0.90	0.03	0.02	0.17	0.01	0.11	0.18
B2 (通勤・通学手段)_クルマ	0.86	-0.16	0.01	0.09	-0.11	-0.02	-0.13
B3 (近所移動手段)_クルマ	0.86	-0.02	0.04	0.06	0.01	0.07	0.08
C3 (電車利用意図)	-0.25	0.88	0.06	0.10	0.00	-0.01	-0.03
C2 (バス利用意図)	0.09	0.70	0.00	-0.02	0.09	0.47	-0.21
C1 (クルマ抑制意図)	-0.09	0.66	0.16	0.08	-0.02	0.19	-0.58
C4 (徒歩利用意図)	0.15	0.59	-0.01	0.00	-0.18	-0.19	-0.02
C10 (自転車態度)	0.03	-0.04	0.97	-0.08	0.04	0.07	0.13
C5 (自転車利用意図)	-0.06	0.17	0.55	-0.18	0.26	-0.04	-0.25
C9 (徒歩態度)	0.13	0.29	0.53	0.05	-0.08	0.06	0.09
B3 (近所移動手段)_自転車	-0.29	-0.31	0.38	-0.09	0.32	0.05	-0.13
B4 (免許保有)_持っている	0.13	0.07	-0.03	0.98	-0.10	0.05	0.10
B4 (免許保有)_今後取得予定	-0.12	-0.05	0.09	-0.79	-0.02	0.07	0.01
B3 (近所移動手段)_鉄道	-0.13	0.02	-0.21	-0.27	0.00	-0.03	0.19
B2 (通勤・通学手段)_自転車	-0.12	-0.03	0.11	-0.07	0.98	-0.08	-0.02
B2 (通勤・通学手段)_鉄道	-0.48	0.04	0.12	-0.02	-0.60	0.04	0.21
C7 (バス態度)	0.12	0.01	0.06	-0.03	-0.08	0.92	0.04
C8 (電車態度)	-0.12	0.38	0.27	0.13	-0.07	0.44	0.07
B2 (通勤・通学手段)_バス	0.07	0.12	-0.16	-0.06	-0.09	0.35	-0.14
C6 (クルマ態度)	0.07	-0.12	0.14	0.09	-0.09	0.07	0.85
固有値 (回転後)	2.82	2.47	1.91	1.78	1.59	1.51	1.38
寄与率 (回転後)	14.11	12.34	9.54	8.92	7.93	7.55	6.88
累積寄与率 (回転後)	14.11	26.45	35.99	44.91	52.84	60.39	67.28

表-8 因子得点のクラスタ分析結果
(ポジ：態度ポジティブの略)

		1 (n=9)	2 (n=6)	3 (n=11)	4 (n=12)	5 (n=14)	6 (n=19)
		クルマ依存群	有・免許非保有・自転車	自・免許保有・自転車通勤	公共交通選好群	クルマ同乗選好群	都市型生活群
1	クルマ依存	2.33	-0.19	-0.22	-0.44	-0.18	-0.51
2	公共交通常用	-0.27	-0.08	-0.05	0.53	-0.08	-0.09
3	自転車・徒歩移動	0.09	0.39	0.10	-0.92	-0.58	0.79
4	運転免許保有	0.21	-1.63	0.69	0.56	-1.17	0.52
5	自転車通勤・通学	-0.29	1.56	1.83	-0.46	-0.62	-0.66
6	公共交通利用ポジ	0.12	-0.47	0.04	0.10	-0.33	0.25
7	クルマ利用ポジ	-0.18	-1.07	0.54	-0.88	0.65	0.18

凡例 (C：最終クラスタ中心の値)

$C \leq -1.2$, $-1.2 < C \leq -0.8$, $-0.8 < C \leq -0.4$, $0.4 \leq C < 0.8$, $0.8 \leq C < 1.2$, $1.2 \leq C$

因子分析を行った結果、1) 何れもクルマの利用に関する変数かつ正值である「クルマ依存」、2) 変数が電車・バス・徒歩利用意図及びクルマ抑制意図で、何れも正值である「公共交通常用」、3) 何れも自転車や徒歩に関する変数かつ正值である「自転車・徒歩移動」、4) 因子負荷量が大きい変数が何れも B4 (免許保有) の変数であ

表-9 交通態度・行動の類型別ゲーム実施前後の態度変容（ウィルクソンの符号付き順位検定）

クラスタ番号	1		2		3		4		5		6	
クラスタ名	クルマ依存群		免許非保有・ 自転車通学群		免許保有・自転 車通勤通学群		公共交通選好群		クルマ同乗 選好群		都市型生活群	
ケース数	9		6		11		12		14		19	
	Z値	有意	Z値	有意	Z値	有意	Z値	有意	Z値	有意	Z値	有意
A1. まちと公共交通_MO	-1.41		-1.34		-1.13		0.00		-1.66	†	-0.58	
A2. まちと公共交通_AC	-1.63	†	0.00		0.00		-0.38		-1.41		-0.31	
A3. 公共交通利用_MO	-1.67	†	-0.82		-0.30		-1.27		-1.04		-0.63	
A4. 公共交通と公共利用_AC	0.00		-1.73	†	-0.11		-1.41		-0.37		0.00	
A5. クルマ抑制_MO	0.00		-1.00		-0.33		-1.41		-2.13	*	-0.11	
A6. 公共交通とクルマ抑制_AC	0.00		-1.63	†	-0.18		-1.80	†	-2.29	*	-0.58	

**：1%水準で有意。

*：5%水準で有意。

†：10%水準で有意傾向。

り、持っているが正值、かつ今後取得予定が負値である「運転免許保有」、5) 何れも B2 (通勤・通学手段) の変数であり、自転車が正值、かつ鉄道が負値である「自転車通勤・通学」、6) バス及び電車に関する変数かつ正值である「公共交通利用態度ポジティブ」、7) C6 (クルマ態度) のみで、正值である「クルマ利用態度ポジティブ」、の7つの因子となった。

この因子分析の結果を基に、クラスタ分析を行い回答者を類型化、分割した。クラスタ分析及び類型化の結果は前頁の表-8の通りである。

分割した回答者群についてそれぞれ、ゲーム実施前後の回答についてウィルクソンの符号付順位検定を行った。結果が表-9である。

特徴的な結果では、クラスタ1：クルマ依存群は、質問 A2 (まちと公共交通_AC) や A3 (公共交通利用_MO) が10%有意となり公共交通の重要性や道徳意識を一定程度醸成することは出来たが、A5 (クルマ抑制_MO) や A6 (公共交通とクルマ抑制_AC) 等のクルマ抑制の重要性や道徳意識は有意差が無く前後で変化が殆ど見られなかった。また、運転免許非保有者が多い群 (クラスタ2：免許非保有・自転車通学群) 及びクラスタ5：クルマ同乗選好群) は、免許保有者が多い群に比べ態度変容効果が出やすいことも示唆された。ただし調査回答者の運転免許非保有者は若年層が殆どであることから、年齢の偏りが影響を及ぼしている可能性も否定できない。

4. 交通すごろくにおける戦略の類型化

本章では、交通すごろくプレイヤーの戦略の特徴や構成比、社会的負荷の関係性を検証するため、交通すごろくのプロセスと結果について指標を用いた評価及び因子

分析・クラスタ分析を実施し、プレイヤーの戦略を類型化した。以下、結果について詳述する。

(1) 分析方法

目的2の分析では、まず交通すごろく「カード出し方データ」について各種指標を設定し評価する。続いて評価値を変数として因子分析を行い、因子得点と、本章の(3)自他影響度において説明する「自他影響度」を変数として非階層クラスタ分析を行う。この結果と、事後アンケートで問うた「自身が交通すごろくで取った戦略」の回答結果を基に、戦略の類型化を行う。設定した評価指標を、次頁の表-10に示す。表-10の記号の意味は以下の通りである。

P：計算対象のプレイヤー

T_{all}：全ターン

T_n：計算対象ターン (T_{n-1}は計算対象ターンの前のターン)

X_{n1}：T_{n1}でクルマと電車のどちらか、より多く進めたカード

(2) 因子分析

まず表-10の評価指標で、BASICと公共交通不便のそれぞれについて因子分析を行った結果 (次頁の表-11並びに表-12)、1)クルマカードに関する評価指標が多い「クルマ依存度」(値が高いほどクルマカードを多く出している)、2)他のプレイヤーを”出し抜けている”か否かに関する評価指標による「出し抜き度」(値が高いほど出し抜けている)、3)同じカードを出し続けるか否かの「同一連続度」(値が高いほど同じカードを出し続けている)の3つの因子となった。

表-10 交通すごろくにおける戦略の類型化の分析で用いる評価指標一覧

	名称	定義	設定意図
1	連続同一カード割合	P が連続で同じカードを出し続ける最大回数	本指標が高いプレイヤーは同じカードを出し続けるプレイヤーであり、 片方のカードへのこだわりが強い 可能性が高いことが分かる。
2	クルマカード割合	P が T _{all} のうちクルマカードを出した割合	本指標が高いプレイヤーは クルマカードを出さず割合（回数）が多く、「クルマ依存」である と言える。拡張性を考慮し回数ではなく割合とした。
3	クルマ進み割合	P が T _{all} のうちクルマカードで進んだマス数の割合	本指標が高いプレイヤーは クルマカードで進んだマス数が多い 、「クルマ依存」であると言える。進んだマス数はカードの回数から単純には算出できない為、「クルマカード割合」とは独立した変数としている。
4	前回多進カード選択割合	P が T _{all} のうち「T _n で X _{n+1} を選んだ」ターンの割合	本指標が高いプレイヤーは、 前ターンの成績を参考にカードを選択 することが多いプレイヤーであると考えられる。 (例：あるターンでクルマを選んだプレイヤーが一人だけだった結果電車よりも多く進めた時に、次のターンでプレイヤーがクルマを選んだら1回と数える。これの全ターン中の割合。)
5	CO2 排出量平均	T _{all} の CO2 排出量の平均	社会的負荷 を見る。合計ではなく平均としたのは「クルマカード割合」と同じ理由である。
6	今回多進カード選択割合	T _{all} のうち、「T _n でクルマか電車のより進めた方（同じを含まない）を選んだ」ターンの割合	本指標が高いプレイヤーは、「 他プレイヤーを出し抜けるカード 」を選択できているターンが多いと言える。進めたマス数が同じの場合数えないのは、他プレイヤーを出し抜けていない為。
7	今回多進カード進み割合	T _{all} のうち、T _n でクルマか電車のより進めた方（同じを含まない）を選んだ時に進めたマス数の、進んだマス数全体に対する割合	本指標が高いプレイヤーは、「 他プレイヤーを出し抜いて進んだマス数 」が多いと言える。進んだマス数はカードの回数から単純には算出できない為、「今回多進カード選択割合」とは独立した変数としている。進めたマス数が同じの場合数えないのは、他プレイヤーを出し抜けていない為。

表-11 BASIC の各変数に関する因子分析結果

	1	2	3
3.クルマ進み割合	0.99	0.14	-0.11
2.クルマカード割合	0.91	0.05	-0.36
5.CO2排出量平均	0.85	0.31	0.04
4.前回多進カード選択割合	-0.34	0.08	0.17
6.今回多進カード選択割合	0.03	1.00	-0.02
7.今回多進カード進み割合	0.16	0.96	-0.08
1.連続同一カード割合	-0.12	-0.06	0.51
固有値 (回転後)	2.68	2.05	0.44
寄与率 (回転後)	38.26	29.24	6.21
累積寄与率 (回転後)	38.26	67.5	73.71

表-12 公共交通不便の各変数に関する因子分析結果

	1	2	3
3.クルマ進み割合	0.94	0.31	0.18
2.クルマカード割合	0.91	0.09	0.22
5.CO2排出量平均	0.66	0.55	0.09
4.前回多進カード選択割合	-0.36	0.01	0.02
6.今回多進カード選択割合	0.24	0.96	0.11
7.今回多進カード進み割合	0.02	0.92	0.10
1.連続同一カード割合	0.15	0.14	0.98
固有値 (回転後)	2.36	2.2	1.07
寄与率 (回転後)	33.71	31.37	15.21
累積寄与率 (回転後)	33.71	65.08	80.29

(3) 自他影響度

ここで「自他影響度」という指標について考える。

「自他影響度」は協力ゲーム理論の「シャープレイ値」の考え方を援用した指標であり、本研究で独自に開発したものである。シャープレイ値とはプレイヤー同士のある提携によって得られた利益を分配する方法の一つであり、プレイヤーの貢献度に基づいて計算される。詳細は岸本「協力ゲーム理論入門」⁹⁾等を参照されたい。

自他影響度では、シャープレイ値の特に限界貢献度の考え方をを用いて「計算対象のプレイヤーがゲームに参加していることで増える」理論上必要な最小ターンの間に、プレイヤーが進めるマス数の、全員分の合計の期待値を算出する。即ち、計算対象のプレイヤーが、自らや他のプレイヤーの進めるマス数に及ぼす影響を定量化している。計算方法は次の通りである。

- 1) N 人版ルールの交通すごろくを実施している時に、M 人(0 ≤ M < N)がゲームに参加している場合を仮に想定
- 2) 計算対象のプレイヤーがゲームに参加することで増えた「プレイヤーが進めるマス数の、全員分の合計」(シャープレイ値の計算における「限界貢献度」に相当)を計算
- 3) 全ての場合の 1) と 2) を計算した後、シャープレイ値の計算方法を用いて期待値を算出

この自他影響度が高ければ、計算対象のプレイヤーのカード選択が、自らを含む「プレイヤー全員の”進めるマス数”合計」を増加させており、結果的に全員のためになる（利他的かもしれない）行動を取っていると言える。

自他影響度を用いる際には、本指標はシャープレイ値の必要条件である優加法性を満たしていない点、並びに本指標が高いプレイヤーが必ずしも利他的な行動を取っているとは言えない点に注意が必要である。特に後者については結果や考察に大きな影響を与えるため、他の値も組み合わせ慎重に解釈する必要がある。例えばあるプレイヤーの自他影響度が高い時に、因子分析の「出し抜き度」も高ければ、単にそのプレイヤーが多く進めていることによって自他影響度が高くなっていると考えられる。一方で「出し抜き度」が低ければ、そのプレイヤーのカード選択によって自らではなく他のプレイヤーが多く進めるようになっており、すなわち利他的な行動を取っている可能性が高いと言える。

(4) 戦略類型化

本節の(2)因子分析において判明した因子と(3)自他影響度の4指標でクラスタ分析を行った（BASICが表-13、公共交通不便が表-14）。その結果を事後アンケートの戦略に関する質問（「あなたは、何を重視して、どのような戦略で交通すごろくに臨みましたか？各バージョンについて、理由も含めてできるだけ詳しくお答えください」：自由記述）の回答を基に解釈し、より大きな枠組みである戦略群に分類することで、傾向の把握を試みた。

戦略群は、1)中心に用いるカード別に、クルマ中心戦略群、中立戦略群、電車中心戦略群の3つ（中心カード別）、2)社会的ジレンマの視点から、利己的戦略群、平均的戦略群、利他的戦略群の3つ（利己・利他別）、にそれぞれ大別した。その結果が表-15(BASIC)及び次頁の表-16（公共交通不便）である。

表-13 BASICの因子得点及び自他影響度の非階層クラスタ分析結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 クルマ依存度	-0.61	0.71	-0.01	-0.64	-0.40	1.11	0.64	-0.73	1.42	1.99
2 出し抜き度	-0.02	0.87	-0.37	-0.65	-0.93	-0.73	-0.39	1.63	1.57	-0.67
3 同一連続度	-1.00	0.72	-1.25	0.89	0.91	-0.29	-0.10	0.20	-0.17	0.07
4 自他影響度	13.35	19.51	9.92	16.73	21.06	13.15	15.47	16.39	21.64	9.59

凡例 (C:最終クラスタ中心の値)

因子 1-3: $C \leq -1.2$, $-1.2 < C \leq -0.8$, $-0.8 < C \leq -0.4$, $0.4 \leq C < 0.8$, $0.8 \leq C < 1.2$, $1.2 \leq C$

自他影響度: $C \leq 10$, $10 < C \leq 12$, $12 < C \leq 14$, $17 \leq C < 19$, $19 \leq C < 21$, $21 \leq C$

表-14 公共交通不便の因子得点及び自他影響度の非階層クラスタ分析結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 クルマ依存度	-2.58	-0.30	1.03	-1.02	1.18	0.84	0.03	0.00	0.32	0.01
2 出し抜き度	-0.14	-0.11	0.43	-0.71	-1.37	1.28	-0.29	0.46	0.77	1.56
3 同一連続度	1.60	-0.57	1.61	0.17	0.26	0.96	-0.28	-0.49	-0.43	0.00
4 自他影響度	8.37	7.28	12.18	4.87	7.41	6.09	9.15	10.94	13.81	16.20

凡例 (C:最終クラスタ中心の値)

因子 1-3: $C \leq -1.2$, $-1.2 < C \leq -0.8$, $-0.8 < C \leq -0.4$, $0.4 \leq C < 0.8$, $0.8 \leq C < 1.2$, $1.2 \leq C$

自他影響度: $C \leq 6$, $6 < C \leq 7.5$, $7.5 < C \leq 9$, $10 \leq C < 11.5$, $11.5 \leq C < 13$, $13 \leq C$

表-15 BASIC各戦略(クラスタ)の名称と特徴 (n:該当した人数)

No	n	戦略名	特徴 (命名理由の概要)	戦略回答例 (No.5以外何れも原文ママ)	中心カード別	利己・利他別
1	34	電車中心・柔軟戦略	電車多用という回答が多く、状況に応じて途中で戦略を変更も	電車の利用を多くした。→自動車が進まなくなるから。	電車中心	平均的
2	19	クルマ中心・電車で出し抜き戦略	クルマの速さ理解した上で電車を活用したという回答が多数あり、出し抜き度が高い	クルマが早いので、ポイントで	クルマ中心	平均的
3	11	利己的戦略非一貫戦略	運任せ等のプレイヤーがおり、また自他影響度が非常に低い	運が良ければ早く進めるかなーと思って	中立	利己的
4	37	平均的電車連続戦略	電車多用という回答が多く、同一連続度が高い	できる限り電車を使う	電車中心	平均的
5	4	利他的電車連続戦略	クルマ依存度が低く、同一連続度は高く、自他影響度は非常に高い	本戦略は筑波大学社会学類大学説明会(交通すごろくのみ実施し、アンケート非実施)のプレイヤーのみが該当した為、回答無し	電車中心	利他的
6	11	無自覚的クルマ依存戦略	クルマ依存度が高いが、電車を多用という回答も複数ある	電車をよく使った	クルマ中心	平均的
7	23	平均的行動戦略	回答に傾向が無くクラスタ中心の値もこれと言った特徴が無い	一発のロマン、他者の心理	中立	平均的
8	18	電車中心・クルマで出し抜き戦略	電車多用しつつ周りの様子を見てクルマを選択という回答が複数あり、出し抜き度が非常に高い	鉄道をメインで使いつつ、誰も使わなそうなタイミングで車を使う	電車中心	平均的
9	5	クルマ依存・成功戦略	クルマ依存度、出し抜き度、自他影響度が何れも非常に高い	目の前の相手に負けない	クルマ中心	平均的
10	6	利己的クルマ依存戦略	クルマ多用という回答が多く、自他影響度は非常に低い	正直、勝つことを優先して全「自動車」を選択した。	クルマ中心	利己的

表-16 公共交通不便各戦略（クラスター）の名称と特徴（n: 該当した人数）

No	n	戦略名	特徴（命名理由の概要）	戦略回答例（何れも原文ママ）	中心カード別	利己・利他別
1	10	電車依存戦略	電車多用という回答が多く、同一連続度が非常に高い	地道に電車に進む。	電車中心	平均的
2	27	利己的風見鶏・平均戦略	クルマと電車適宜選択と回答、出し抜き度0近く自他影響度は低い	交通状況を想定（予測）しながら	中立	利己的
3	12	平均的クルマ依存戦略	クルマ多用という回答が多く、同一連続度が非常に高い	車>でんしゃだったから車にした。	クルマ中心	平均的
4	9	利己的風見鶏・失敗戦略	非二元論的回答多いが出し抜き度は低い、自他影響度非常に低し	電車を出す人が二人になるように相手を読んだ	中立	利己的
5	17	利己的クルマ依存・失敗戦略	クルマ多用という回答が多く、出し抜き度は非常に低い、自他影響度は低い	車を多く使う。電車を使うときの方が車を使う人と差が開きやすいから。（車を使えば、車を使う人が多くいても電車を使う人と一個しか差が開かない）ので、車を使った方がよいと思った。	クルマ中心	利己的
6	5	利己的クルマ依存・成功戦略	出し抜き度が非常に高く、クルマ依存度、同一連続度は高い、自他影響度は低い	いかに車を出すか	クルマ中心	利己的
7	42	無自覚的 非クルマ依存戦略	クルマを多用したという回答が多くあるがクルマ依存度は0に近い	自動車の方が期待値が高いので自動車を多く出した	中立	平均的
8	25	中立柔軟戦略	交互に選択という回答が多く、同一連続度が比較的低い	適度にバランスよく2つの交通機関を合わせて遊んだ。	中立	平均的
9	16	利他的柔軟戦略	クルマ依存度0近く同一連続度比較的、自他影響度非常に高し	car and train	中立	利他的
10	7	出し抜き成功戦略	出し抜き度は非常に高いがクルマ依存度は0近く同一連続度は0	車でぶっとばしてからの電車。	中立	平均的

中心カード別について、BASICでは、半分以上が電車中心戦略群の戦略を採っており、それ以外はクルマ中心戦略群と中立戦略群で概ね折半されている。公共交通不便では、中立戦略群が約4分の3を占めており、クルマ中心戦略群が20%、電車中心戦略群は約6%と続いている。利己・利他別では、BASICでは、9割近くが平均的戦略群の戦略を採っており、利己的戦略群が約10%、利他的戦略群が約2%と続いている。公共交通不便でも、半分以上が平均的戦略群の戦略を採っており、利己的戦略群が約35%、利他的戦略群が約10%と続いている。

(5) 戦略群別の態度変容効果

ここでは、第3章と同様に、戦略群別に態度変容効果を検証した。中心カード別並びに利己・利他別で分割してウィルコクソンの符号付順位検定を実施した。その結

果が表-17並びに次頁の表-18である。

中心カード別では、有意な差が出た質問が多い戦略群は何れも該当者が最多の戦略群であることから、「多数派」のプレイヤーには態度変容の効果が出やすいことが示唆される。ただし、サンプル数が多いほど有意になりやすいという、統計検定の特性が結果に影響を及ぼしている可能性も考えられる。

また、利己・利他別では、BASIC、公共交通不便ともに、利己的戦略群の戦略を採ったプレイヤーは、平均的戦略群や利他的戦略群の戦略を採るプレイヤーに比べ、有意な差が出た質問が多い。このことから、（少なくともゲーム内で）利己的な行動を取りやすい人に対して、公共交通を利用すべきであるというメッセージを伝えることができたと考えられる。

表-17 中心カード別ゲーム実施前後の態度変容（ウィルコクソンの符号付き順位検定）

戦略群	BASIC			公共交通不便		
	クルマ中心	中立	電車中心	クルマ中心	中立	電車中心
ケース数	18	20	38	18	53	7
A1. まちと公共交通_MO	-1.34	-0.14	-2.00 *	-0.43	-0.88	-1.00
A2. まちと公共交通_AC	0.00	-0.58	-0.88	-0.30	-1.36	-0.45
A3. 公共交通利用_MO	-1.31	-0.46	-1.59	-0.27	-2.26 *	-0.58
A4. 公共交通と公共利用_AC	-0.05	-1.10	-2.23 *	-0.83	-1.89 †	0.00
A5. クルマ抑制_MO	-1.27	-1.12	-0.44	-0.58	-2.15 *	-1.41
A6. 公共交通とクルマ抑制_AC	-2.33 *	-1.27	-3.10 **	-1.24	-2.73 **	-1.34

**：1%水準で有意。

*：5%水準で有意。

†：10%水準で有意傾向。

表-18 利己・利他別ゲーム実施前後の態度変容（ウィルコクソンの符号付き順位検定）

戦略群	BASIC			公共交通不便		
	利己的	平均的	利他的	利己的	平均的	利他的
ケース数	15	61		23	47	8
A1. まちと公共交通_MO	-0.58	-1.18		-0.58	-1.54	-0.82
A2. まちと公共交通_AC	-0.82	-1.38		-0.65	-1.31	-1.41
A3. 公共交通利用_MO	-1.90	-1.38	†	-1.82	-1.14	-0.58
A4. 公共交通と公共利用_AC	-0.71	-1.30		-1.66	-0.11	-0.58
A5. クルマ抑制_MO	-2.00	-0.92	*	-0.24	-1.20	-1.34
A6. 公共交通とクルマ抑制_AC	-1.81	-2.04	†	-1.99	-2.52	-1.30

** . 1% 水準で有意 .

* . 5% 水準で有意 .

† . 10% 水準で有意傾向 .

(6) ゲームのルール変更による戦略の変化

ここでは、ゲームのルールを BASIC から公共交通不便へ変更した際の、プレイヤーの戦略の変化について考察する。前節と同様に、各戦略を中心カード別と利己・利他別にそれぞれ大別した。BASIC と公共交通不便を比較した結果を表-19、表-20 に示す。

表-19 中心カード別戦略群への分類

	BASIC		公共交通不便	
	n	%	n	%
クルマ中心戦略群	41	24.4%	34	20.0%
中立戦略群	34	20.2%	126	74.1%
電車中心戦略群	93	55.4%	10	5.9%

表-20 利己・利他別戦略群への分類

	BASIC		公共交通不便	
	n	%	n	%
利己的戦略群	17	10.1%	58	34.1%
平均的戦略群	147	87.5%	96	56.5%
利他的戦略群	4	2.4%	16	9.4%

表-19 より、中心カード別に大別した結果、BASIC から公共交通不便へとルールを変更すると、クルマ中心戦略群の割合は大きく変化が無い一方、電車中心戦略群の割合が激減し中立戦略群の割合が増加している。すなわち、公共交通不便でクルマ利用が増え”渋滞”が激しくなるのは、クルマ中心戦略群プレイヤーの増加ではなく、電車を中心に利用していたプレイヤーがクルマも利用するようになること（中立戦略群の増加）によって引き起こされるということが示された。これは、年代別や普段の交通態度・行動類型別等で分割しても同様の傾向が見られ、普遍的な傾向と言える。

続いて表-20 より、各戦略を利己・利他別に大別した結果、BASIC から公共交通不便へとルールを変更すると、平均的戦略群の割合が減少し、利己的戦略群の割合が増加している。すなわち、BASIC で平均的戦略群の戦略を採っていたプレイヤーが、公共交通不便では利己的戦略

群へ流れる傾向にあることが判明した。電車が不便になり、プレイヤー全員が進みにくくなったことから利己的な戦略を選択するようになったと考えられる。中心カード別と同様に様々な類型で分割した結果、この傾向は一部に当てはまらない類型が存在することも分かった。

5. 結論

(1) まとめ

本研究では、1) 交通すごろくの高校生及び成人への適用と、ゲーム参加前後の態度変容効果を検証、2) 交通すごろくのプロセスと結果を分析し、プレイヤーの戦略を類型化することで、プレイヤーの戦略の特徴や構成比を検証、の 2 点を目的として、171 名に交通すごろくを実施、うち 88 名には実施前後のアンケート調査を行った。

前後アンケート回答データについてウィルコクソンの符号付順位検定を行ったところ、交通すごろくには一定以上の態度変容効果が存在することが示された。

また、「自他影響度」というゲーム理論のシャーププレイ値の考え方を援用した新たな指標を開発し、因子・クラス分析を行った結果、BASIC については「平均的電車連続戦略」「クルマ中心・電車で出し抜き戦略」「無自覚的クルマ依存戦略」など、公共交通不便については「無自覚的非クルマ依存戦略」「利己的風見鶏・平均戦略」「電車依存戦略」など、それぞれ 10 つの戦略を抽出した。BASIC において、1) 中心カード別で中立戦略群のプレイヤーは、公共交通不便では電車中心戦略群へ流れる傾向にあること、2) 利己・利他別で平均的戦略群のプレイヤーは、公共交通不便では利己的戦略群へ流れる、という傾向があること等を明らかにした。

(2) 課題

まず調査について、交通系の専門家や学生などの、元々公共交通への関心が高い人々が調査回答者の大半を

占めた。MM の動機付けツールとしての有効性を頑健にする為、一般的な属性の人を対象を拡大する必要がある。

また、目的 1 と 2 の双方について、30 代以上は 20 代以下に比べ回答者が極端に少なく、分析結果の解釈が容易ではなかった。そのため、回答者の年齢構成比をより実態に即したものとした上で再度詳細な分析を行うことが望ましい。

さらに、ソフトな交通施策の MM の実務的課題としては、より簡易に交通すごろくを実施する為に、交通すごろくのアプリ化や多言語化が望まれる。

謝辞：本研究における調査分析は、科学研究費（基盤 B）“ASEAN 諸国におけるモビリティ・マネジメントの実行可能性に関する実証分析（代表：谷口綾子）”，並びに JST-RISTEX 科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への包括的実践研究開発プログラム“ELSI を踏まえた自動運転技術の現場に即した社会実装手法の構築”（代表：中野公彦）の助成によるものである。

筑波大学システム情報系の秋山英三教授には、「自己影響度」をはじめとする、ゲーム理論の枠組みを援用した分析を行うに当たって、多大なるご助言を頂いた。厚く御礼申し上げます。

また、交通すごろくとアンケート調査の実施にご協力頂いた、筑波大学の谷口守教授並びに近未来研究室の学生の皆様、早稲田大学の森本章倫教授、北野尚宏教授並びに交通・都市研究室の学生の皆様、筑波大学地球規模課題学位プログラムの学生の皆様、第 17 回日本モビリティ・マネジメント会議にご参加の皆様、高校生向けフォーラム「自動運転バスから、未来の柏はどう見える？ Vol. 2」にご参加の皆様に感謝申し上げます。

NOTES

注1) 筑波大学公共心理研究室で用いている、交通すごろく実施後の解説資料の例：

<https://www.sk.tsukuba.ac.jp/~tj330/Labo/ayakolab/pdf/koutsuusugoroku/sugorokubo-do.pdf>

REFERENCES

- 1) 藤井聡：TDM と社会的ジレンマ：交通問題解消における公共心の役割，土木学会論文集，第 667 巻，IV-50 号，pp.41-58，2001． [Fujii, S.: TDM and social dilemmas: The role of public spirits in solving transport problems, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol. 667, Issue IV-50, pp. 41-58, 2001.]
- 2) 社団法人土木学会：モビリティ・マネジメント（MM）の手引き，2005． [Japan Society of Civil Engineers: *Mobility Management (MM) Guide*, 2005]
- 3) TMO ワーキンググループ：渋滞すごろくの概要と効果，http://chubu-ipej.sakura.ne.jp/seinen/workgroupe/panel_b02.pdf，2005． [TMO Working group: Overview and Effectiveness of Traffic Jam Sugoroku, http://chubu-ipej.sakura.ne.jp/seinen/workgroupe/panel_b02.pdf, 2005.]
- 4) 谷口綾子，藤井聡：社会的ジレンマでの協力的行動を記述する「階層的規範活性化モデル」の提案 ～理論的検討と交通・環境・まちづくり問題への適用～，土木学会論文集 D，第 65 巻，第 4 号，pp. 432 – 440，2009． [Taniguchi, A., Fujii, S.: Hierarchical norm activation model concerning social problems, *Proceedings of JSCE D*, Vol. 65, No. 4, pp. 432 – 440, 2009.]
- 5) Schwarz, H.; Normative influences on altruism, In: L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Psychology*, Vol. 10, New York: Academic Press, pp. 222 – 280, 1977.
- 6) 谷口綾子，浅見知秀：交通問題をテーマとした学校教育プログラムにおける「葛藤」の効果，第 43 回都市計画論文集，pp. 775-780，2008． [Taniguchi, A. and Azami, T.: Educational effects of the conflict in moral dilemma programs to ease transportation problems, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, No. 43-3, pp. 775-780, 2008.]
- 7) Vugt, M. V., Meertens, R. M., and Lange, P. A. M. V.: Car Versus Public Transportation? The Role of Social Value Orientations in a Real-Life Social Dilemma, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 25, Issue 3, pp. 258-278, 1995.
- 8) Hollander, Y. and Prashker, J. N.: The applicability of non-cooperative game theory in transport analysis, *Transportation*, Vol. 33, pp. 481-496, 2006.
- 9) 岸本信：協力ゲーム理論入門，オペレーションズ・リサーチ，第 60 巻，第 6 号，pp. 343-350，2015． [Kishimoto, S.: Introduction to cooperative game theory, *Operations Research*, Vol. 60, Issue 6, pp. 343-350, 2015.]

EFFECTIVENESS TESTING AND STRATEGY ANALYSIS OF TRANSPORT SUGOROKU USING A GAME THEORY FRAMEWORK

Rin MAEGAWA, Ayako TANIGUCHI

One of the tools used in mobility management is Transport Sugoroku. In this board game, players select either a car card, which slows down due to "traffic congestion" as the number of players increases, or a train card, which always advances a certain number of squares, and aim for the goal. In this study, we investigated and analysed the effects of Transport Sugoroku on attitude change and the characteristics of players' strategies by analysing the process and results of the game using the Sharpeley value concept of

game theory. The results showed that the attitude change effect of Transport Sugoroku exists to a certain degree, and that players who adopt selfish strategies in the game have a relatively large attitude change effect. When the rules were changed to make trains less convenient, selfish strategies were more likely to be adopted, and players who had previously mainly chosen trains tended to choose cars more often.