

# 先進国と発展途上国における持続可能な交通システムに対する認識の個人差に関する研究

平野 純也<sup>1</sup>・中辻 隆<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 北海道大学大学院 工学院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北18条西8丁目)  
E-mail:hirajun@eng.hokudai.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 北海道大学大学院 工学研究院 教授 (〒060-8628 北海道札幌市北区北18条西8丁目)  
E-mail:naka@eng.hokudai.ac.jp

本研究は、個人の交通システムに対する認識に着目して、「持続可能な交通システムへの転換」を効果的に促進していくためにはどのような方策が有効であるかを先進国・発展途上国それぞれにおいて明らかにしたものである。本研究では、先進国と途上国を自動車社会の発展と環境という視点からグループ分けするために主成分分析を、アンケートから調査した個人の認識の分析にAHP法と共分散構造分析を用いている。主成分分析においてグループ分けした先進国と発展途上国それぞれにおいて共分散構造分析を行い、「持続可能な交通システム」に対する個人の認識には両グループ間で違いが見られること、先進国と途上国では異なった政策が「持続可能な交通システムへの転換」に有効であるということを確認した。

**Key Words :** *sustainability, public transportation, Structural Equation Modeling, developing country*

## 1. 本研究の背景と目的

近年、東南アジアや中国を始めとした発展途上国では、急速にモータリゼーションが進行し、交通事故やそれに伴う事故死者数の増加、また、排気ガスによる大気汚染の進行など、自動車に関する様々な問題が深刻化している。また、主要都市では経済発展とともに人口が集中し、それがモータリゼーションと相まって都市周辺部では慢性的な渋滞が発生している。先進国においても、自動車保有台数や二酸化炭素排出量の抑制策として TDM 等の対策が行われているが、目立った成果を上げている都市はまだ少ない。様々な交通問題や環境問題対策のために、世界全体において「持続可能な発展」という言葉が重要性を増している。「持続可能性」とは「将来世代のニーズを損なうことなく、現代社会のニーズを満たすこと」と 1987 年に国連報告書に定義されており、交通システムが成長の真ただ中にある今、将来世代のニーズを考えた「持続可能な交通システム」への転換を実施することが重要である。

持続可能な交通システムへの転換に当たりどのような要因が影響していくかには、経済規模や交通網の発展状

況などの国の状況も重要な要因になるが、個人の認識というものが大きなウェイトを占めるだろうと考えた。本研究は、持続可能な交通システムに関する認識調査を通して、若年層の交通社会・自動車社会に対する認識の違いを調べていく。その上で、持続可能な交通システムへの転換に対して、どのような認識が影響しているのかを明らかにすることを目的としている。

## 2. 主成分分析

本研究では、世界中の国(表-1)を自動車社会と環境という側面からいくつかのグループに分類するために主成分分析を利用した。

表-1 主成分分析対象国

アジア	アフリカ	北米	西欧	東欧
日本	アンゴラ	カナダ	イギリス	クロアチア
中国	エジプト	アメリカ	イタリア	リトビア
韓国	チュニジア		オランダ	ロシア
タイ	トーゴ	中南米	ギリシャ	
インドネシア	ナイジェリア	ブラジル	スペイン	北欧
カンボジア	南アフリカ	アルゼンチン	ドイツ	スウェーデン
ミャンマー		メキシコ	フランス	フィンランド
インド	オセアニア	ハイチ		
サウジアラビア	オーストラリア			
トルコ				

また、交通や環境に関するデータを収集し、その中から、本研究の趣旨と合致するものとして、「1000人当たり自動車保有台数」<sup>1)</sup>「二酸化炭素排出量/GDP」<sup>2)</sup>「1km<sup>2</sup>当たりの道路延長」<sup>1)</sup>「TPES（1次エネルギー総供給量）/GDP」<sup>2)</sup>の4つを選び分析を行った。

本研究では、成分の解釈をより容易にするために、主成分分析の結果に因子分析の手法であるバリマックス回転を適用することとした。表-2 に回転後の主成分負荷量を示す。

表-2 回転後の主成分負荷量

主成分負荷量	第1主成分	第2主成分
自動車保有台数	-0.905	0.157
二酸化炭素排出量/GDP	0.210	-0.969
1km <sup>2</sup> 当たりの道路延長	-0.681	0.303
TPES/GDP	0.887	-0.152
寄与率	52.8	26.9
累積寄与率	52.8	79.8

今回の分析では第2主成分で累積寄与率が約80%に達したため、第2主成分までを分析に利用する。また、回転を行ったことで主成分の解釈がより容易になった。

表-2より、第1主成分は「自動車保有台数」と「1km<sup>2</sup>当たりの道路延長」に大きな負の負荷量を、「TPES/GDP」に大きな正の負荷量を持っている。また、第2主成分は「二酸化炭素排出量/GDP」に大きな負荷量を持っていることがわかる。「TPES/GDP」および「二酸化炭素排出量/GDP」はその値が小さいほど、環境に優しい国ということになる。このことから、第1主成分は値が負になるほど自動車社会が発展していることを示し、第2主成分は0に近づくほど、その国の経済規模に即した環境技術が備わっていることを示している。

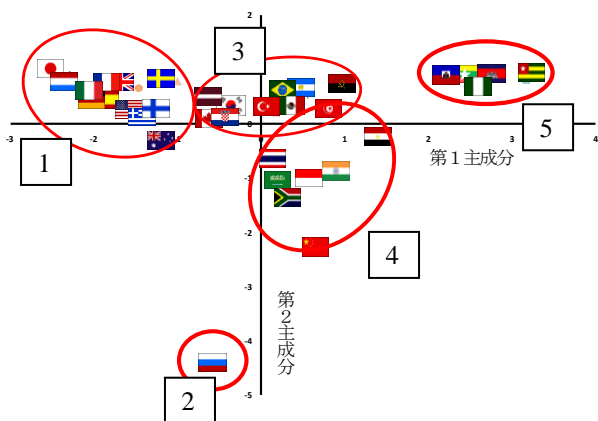


図-1 回転後の主成分得点散布図

グラフ上で密集している国々を円で囲むと図-1のようなグルーピングができ、自動車社会と環境技術の発展には様々な段階があることが推測できる。

本研究では、1番のグループの国々を先進国、4番の

グループの国々を発展途上国として、個人の認識差を明らかにする分析を行う。

### 3. 意識調査概要

本研究では、日本及び海外10カ国の若年層を中心に意識調査を行った。海外向けにはGoogleドキュメントを利用したネットアンケート、日本では直接配布・直接回収という形を取った。表-3に回収数を示す。

表-3 国別のアンケート回収数

先進国		途上国	
日本	171	タイ	102
オーストラリア	22	インドネシア	30
ギリシャ	7	中国	13
その他	4	その他	9
計	204	計	154

### 4. AHP法による交通手段選択要因分析

意識調査において、日常の通学や買い物の際にどのような要因がどの程度重要かを対比較の形式で回答して頂いた。要因は「所要時間」「目的地までのコスト」「利便性」「二酸化炭素排出量」「時間の正確性」とした。図-2-1に先進国、図-2-2に途上国の各交通手段における総合評価を示す。

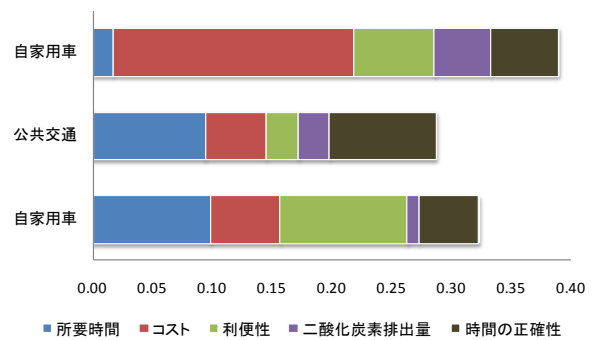


図-2-1 総合評価（先進国）

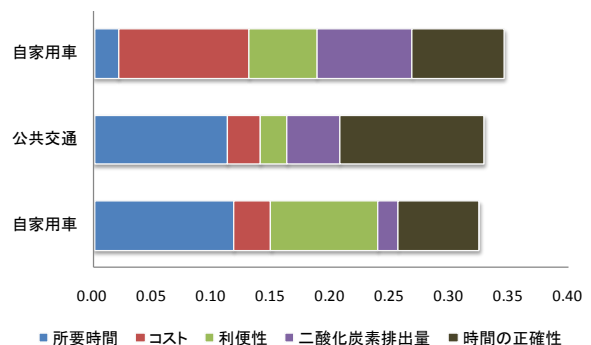


図-2-2 総合評価（発展途上国）

総合評価は、先進国では①自転車②自家用車③公共交通の順番になった。一方、途上国では①自転車②公共交通③自家用車となった。

各国とも、日常的な買物・通学に最も適した交通手段は自転車であるという結果になった。しかし、本研究の分析では気候などを考慮しておらず、暑さが厳しく、雨季のある東南アジアの国々では、先進国ほど自転車への需要は高まらないだろう。したがって、公共交通機関が発展途上国の人々にとって最も有効な交通手段になる可能性があると考えられる。

## 5. 共分散構造分析によるモデルの構築

### (1) 共分散構造分析(SEM)<sup>3),4)</sup>

共分散構造分析(以下、SEM)とは、「確証的因子分析」が発展したもので、回帰分析と因子分析が組み合わさったような分析手法である。意識調査結果などにより直接観測できる変数(観測変数)から、直接観測することができない変数(潜在変数)を導き、変数間の因果関係を明らかにしていく統計的アプローチの一種である。モデル図(図-3・4)において、楕円形で囲まれているものが潜在変数、四角形で囲まれているものが観測変数、円形で囲まれているものが誤差変数である。変数間の矢印は変数同士の因果関係を、矢印上の数字は要因同士の影響力の大きさを示している。

### (2) 本研究へのSEMの適用<sup>5)</sup>

本研究の意識調査では、「環境への認識」「公共交通機関への認識」「自動車社会への認識」「個人の主観」に大別される個人の認識に関する設問を28問用意し、それぞれ「大変そう思う」「少しそう思う」「どちらとも言えない」「あまりそう思わない」「全くそう思わない」の5段階で回答をして頂いた。

今回分析するに当たり、「持続可能な交通システムへの転換意志」に「公共交通機関の満足度」「現状への問題意識」「自動車が不要という認識」「公共交通機関の知識」が影響するという仮説を立てた。

表-4 モデル内設問一覧

潜在変数	観測変数	質問項目
転換意志	問1	現在の地球環境は深刻なところまで悪化している。
	問10	公共交通の利用に対して良いイメージがある。
公共交通機関の満足度	問16	現在の公共交通機関の運賃は妥当だ。
	問19	公共交通機関を常に利用することは可能である。
	問9	自動車を積極的に利用することは環境に対して悪影響である。
現状への問題意識	問11	環境問題は世界全体で協力していくべき課題である。
	問12	都市部で発生している渋滞は深刻な問題である。
	問2	自動車よりも公共交通機関を利用したい。
自動車不要	問15	自動車は生きていく上では必要ない。
	問20	自動車中心の生活をするのは良くない。
	問28	自動車がなくても1km程度の移動であれば歩く。
	問21	大気汚染の防止につながる。
	問22	渋滞は減少する。
公共交通機関の知識	問23	事故は減少する。
	問24	地球温暖化の防止につながる。

始めに、図-3は意識調査の回答や個人の属性を観測変数(表-4)とし、「持続可能な交通システムへの転換意思」がどのような行動に現れるのかを、先進国と途上国、それぞれのデータで分析したモデルである。

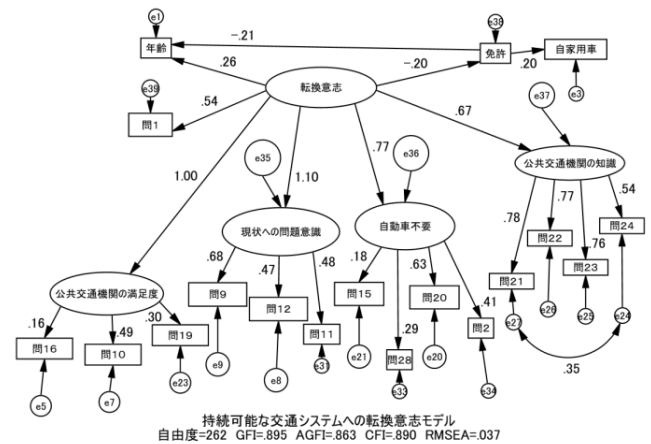


図-3-1 SEMモデル1(先進国)

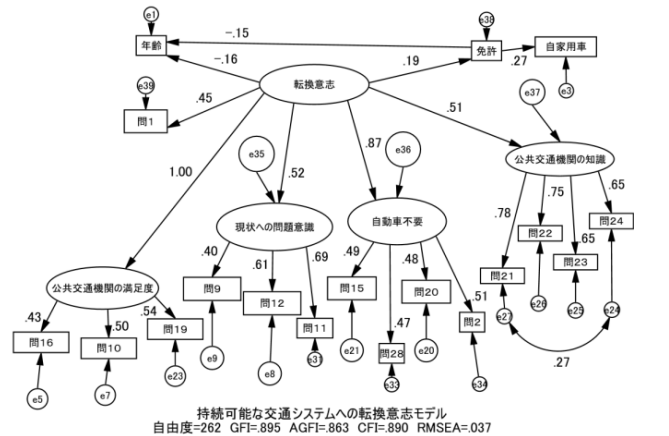


図-3-2 SEMモデル1(途上国)

適合度は先進国、途上国両方のモデルともにGFI=0.895, AGFI=0.863, CFI=0.890, RMSEA=0.037と、良好な水準であると言える。また、p値に関しても、潜在変数の分散で0.2の箇所がある以外はほとんどが0.05以下であり、モデルの有意性は高いと考えられる。さらに、等値制約モデルの分析から、このモデルにおいて先進国と途上国の両集団の異質性を考慮するのは妥当であると判断できた。すなわち、両集団はこのモデルにおいて異なった傾向を持っているということになる。

モデルごとの違いを見ていくと、先進国では、「転換意志→現状への問題意識」の係数が最も大きいことから、転換意志が最もよく現れるのは「現状への問題意識」であり、僅差で「公共交通機関の満足度」が続いているとわかる。一方、途上国で転換意志が最もよく現れるのは「公共交通機関の満足度」であり、次に「自動車が不要という認識」が続いている。

先進国における個人認識のアンケート結果を総合的に

見て、「現状への問題意識」が高いとは言えない状況である。また、公共交通の満足度の設問で「大変そう思う」「少しそう思う」と答えた人の割合は約 30% となっており、決して満足度が高いとは言えない。一方、途上国の結果をみると、公共交通機関に満足している人の割合は 20% 程度であるが、「自動車が不要という認識」に関する設問における賛成者の割合は先進国よりも高くなっている。

これらから、調査を行った若年層においては、先進国よりも途上国の方が持続可能な交通システムへの転換に対する意識が高まっているのではないかと推測できる。

次に、どの潜在変数がどの程度「転換意志」に影響しているかを分析したモデルを示す(図-4)。適合度は GFI=0.830, AGFI=0.779, CFI=0.762, RMSEA=0.063 となり、図-3 で示したモデルより全体的に低くなっているが、既存研究等から考えて許容範囲内であると判断する。等値制約モデルの分析より、このモデルにおいても両集団は異なった傾向を持っていると考えられる。

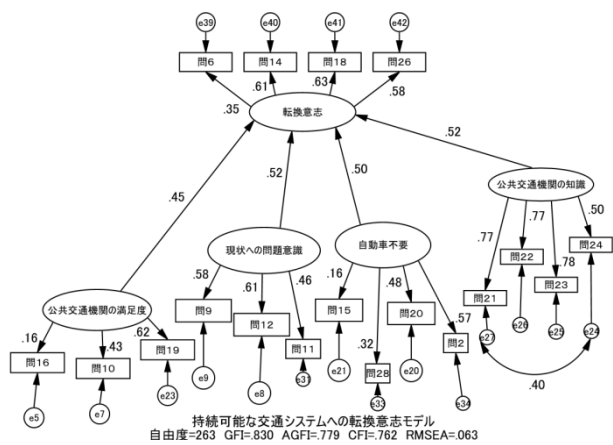


図-4-1 SEMモデル2 (先進国)

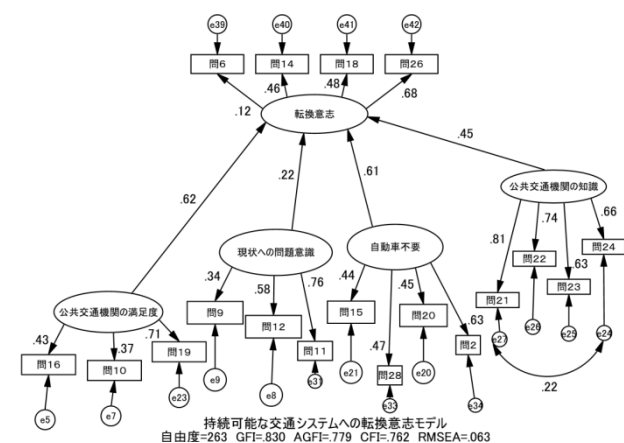


図-4-2 SEMモデル2 (途上国)

図-4-1 より、先進国において転換意志に最も影響力を持つのは「現状への問題意識」であることがわかる。また「公共交通機関の知識」からの影響力もほぼ同じであ

ることから、環境問題に関する情報や公共交通機関の優位性を伝えるモビリティ・マネジメント、環境保護の啓発活動など、人々の意識に訴えていくソフト面の政策が有効であると言える。また、「公共交通機関の満足度」からの影響力が最も低いことから、運賃の値下げや利便性の向上といった公共交通機関の満足度を上げることに重点を置いた対策よりも、現状のインフラを利用し、自動車を利用する機会を減らすことが可能な交通ネットワークの整備や街づくりを行っていくべきであると考えられる。

## 6. おわりに

本研究の成果として、個人の持続可能な交通システムに対する認識には、先進国と途上国間に少なからず差があることがわかった。また、両グループ間で異なった政策が「持続可能な交通システム」に影響を与えることがわかった。先進国においては、人々の意識に訴えかける政策が、途上国においては公共交通の満足度を改善していくことが、持続可能な交通システムへの転換に大きな影響がある。また、国に関わらず、自動車を使う機会が少なくなるような交通ネットワークの整備が必要とされている。

現在、途上国では、都市中心部への進入規制など先進国が行っているような政策を導入しようという動きがある。しかし、それは必ずしも有効ではなく、自分の国の実情に見合った対策を導入していく必要があると考えられる。

今後の課題として、後発発展途上国をはじめとした、今回分析していないグループとの認識の違いを調査する必要があることが挙げられる。また、今回はあまり票数を得ることができなかったが、途上国内でもロシアに近づいている傾向がある中国での調査を行い、途上国内での認識の違いが明らかになれば、個人認識の変化の過程がわかるのではないだろうか。

## 参考文献

- 1) 総務省統計局：世界の統計，2010。
- 2) International Energy Agency(IEA)：annual report, 2010。
- 3) 豊田秀樹：共分散構造分析－構造方程式モデリング－[入門編]，1998。
- 4) 豊田秀樹：共分散構造分析－構造方程式モデリング－[Amos編]，2007..
- 5) Borith LONG：Attitude and Psychological Factors Affecting Commuter's Intention towards Future Urban Rail Transport, Master thesis of Chulalongkorn University, 2010。

(?)