

共存性分析のための私的短距離交通手段の新しい評価項目に関する研究*

A Study of Evaluation Items of Personal Travel Modes for Compatibility Analysis*

金 利昭**・白坂 浩***・寺島 忠良****

By KIN Toshiaki**・SHIRASAKA Koichi***・TERASHIMA Tadayoshi****

1. はじめに

近年、より高いモビリティを求めて、あるいは高齢社会の到来、環境問題といった社会変化を背景に新しい交通手段が出現し、私的短距離交通手段の多様化が著しい。すなわち、電動アシスト自転車や、電動三・四輪車、電動原動機付自転車、一人あるいは二人用超小型電気自動車といった交通手段であり、車両寸法や重量、速度が従来の交通手段とは大きく異なっている。今後は新しい私的短距離交通手段の数が増大し、このままでは道路交通の混乱がますますひどくなることが懸念される。

多様化している交通手段の中には、今後社会的に認知され定着していくものもあれば、一時的なもので消えていくものもあるであろうが、一時的であるにせよ、道路交通の混乱は避けられない。したがって、今後の生活道路交通を考えるにあたっては、これまで以上に多様化する交通手段を整理し、先取りして交通計画として予防的措置を講じる必要があると考える。さらに、一部の交通手段だけではなく、歩行者から自動車までの全交通手段を共存性という観点から包括的に捉えることが必要と考える。ここで共存性とは、さまざまな交通手段・利用者（以下、交通モードと呼ぶ）が同一交通空間内で共存していくための交通システムの能力という意味で用いるものとする。

本研究の目的は、多様な交通モードの共存性を分析するため、まず、交通モードの物理的側面である諸元項目に加え、人間的要因を加味した特性項目を交通モードの新しい評価項目として提案する。次に、特性項目の値を特性値として設定した上で、評価項目の共存性分析への適用方法を例示し、評価項目の有効性を示す。

2. 既存研究

生活交通手段に関するこれまでの研究は、一つあるいは複数の交通手段を対象として、その挙動やそれと直接関係する交通手段との錯綜等を分析するものがほとんどであり、近年では、車いす、電動三輪車、自転車に関する研究が多く見られる。しかし、交通モードが持つ寸法や速度といった物理的側面に焦点を当てているのみで、多様な交通モードを包括的に対象とし、威圧感やふらつきといった人間的側面を含めて交通行動を分析した共存性研究は極めて少ない。

ボンネルフに始まる歩車共存の思想は、共存性を考えた事例の最たるもので、歩行者の安全と自動車の利便性を同時にかつ最大限に達成しようという考え方である。そのため、歩行者が優先されるべき生活道路が対象となっている。日本でもコミュニティ道路、コミュニティゾーン形成事業¹⁾などの整備が積極的に進められていて、①自動車交通量の抑制、②自動車走行速度の抑制、③路上駐車抑制の3つの視点から、人と車が共存できる状況を作り出すことを基本に整備が進められているが、その整備は自動車交通を制御することに主眼を置いて交通環境を改善しているものが多い。また、高齢者の運転する自転車と電動三輪車のすれ違い方法など実際に道路を通行する利用者属性や優先順位、マナーまで踏み込んで考えられているものはほとんどなく、取り扱う交通手段も一部に限定されている。

他の研究分野では、自動車工学においてコンパティビリティ(compatibility)²⁾という用語が使われており、自動車の衝突安全性に関する課題として研究が進められている。コンパティビリティ問題は、自動車対自動車、自動車対歩行者の衝突安全性をいかにして高めていくかを目標としていて、自動車衝突安全実験では、自動車対自動車での全面衝突・側面衝突などを想定した取り組みが進んでいる。しかし、自動車対歩行者や自転車、バイクといった異なる交通手段を含んだ取り組みは始まったばかりで、歩行者保護を義務付ける動きはできてきているものの、現在はその方向性を模索している段階といえる。

交通工学の分野においても各交通手段の通行方法や交通優先権などの位置付けを既存の道路に合った形で決定していくべきであり道路空間の再配分や狭幅員道路での追い越し、すれ違いを考えていく際には、いかにして共

*キーワード：地区交通計画、歩行者・自転車交通計画、道路計画、共存性

**正員、工博、茨城大学工学部都市システム工学科
(日立市中成沢町4-12-1 Tel: 0294-38-5171
E-mail: tkin@mx.ibaraki.ac.jp)

***正員、宮崎県延岡土木事務所
(延岡市愛宕町2-15 Tel: 0982-21-6147
Fax: 0982-21-8032)

****学生員、茨城大学大学院理工学研究科
都市システム工学専攻
(日立市中成沢町4-12-1 Tel: 0294-38-5171
E-mail: nm3810r@hcs.ibaraki.ac.jp)

存していくかを考える必要がある。

これに対し、著者らはこれまでの共存性研究の中で³⁾⁻⁵⁾、多様な交通モードを包括的に分析する共存性研究が必要であることを指摘してきた。そして、共存性という観点からの分析を進めるとともに⁶⁾⁻⁸⁾、これまで物理的な諸元だけで評価されてきた交通手段間の共存問題を、もっと身近な安全感や安心感といった感覚から考えていくため、人間的要因を加味した交通モードの新しい評価項目を考案し、共存性分析ツールを試作してきた⁹⁾。共存性分析ツールの特徴は、多くの交通モードの諸元値・特性値を視覚的に表現することで同時に共存性を検討することが可能となっている点である。

3. 共存性の定義

共存性（コンパティビリティ：compatibility）^(注1)という用語はこれまで交通計画分野では用いられてこなかった。著者らは、共存性を以下のように定義する（図1）。

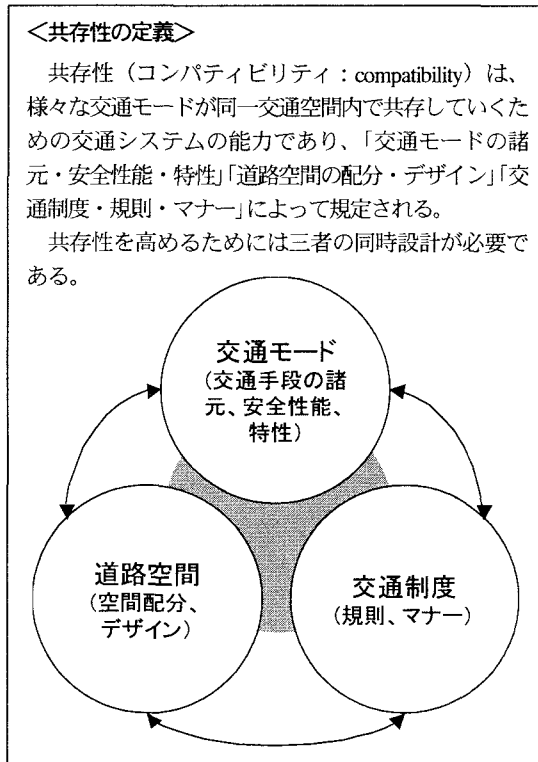


図1 共存性の定義と考え方

具体的には、今後道路空間を整備する際に、多様な交通モードを類型化して通行帯をどのように配分していくか、さらに配分した通行帯の中で異種モードが共存するためにすれ違いや追い越しなどの交通規則やマナーを確立していくこと、さらに交通モード自体の諸元・性能・特性に交通計画の側から注文をつけていくことが必要である。

4. 人間的要因を加味した交通モードの新しい評価項目の設定

従来から交通モードの共存性を評価するときに用いられている速度や全幅、全高、全長、重量、空間占有面積といった物理的な諸元項目とともに、人間の五感や経験から得られる尺度から新たに特性項目を設定し、この2つを交通モードの評価項目として共存性分析に適用することを考える。このため、人間的な要因を加味した特性項目の抽出を、ブレイン・ストーミングによる世代別の共存意識を把握することによって行った。

(1) ブレイン・ストーミングによる交通行動の判断材料の収集

(a) 実施概要

実際の交通行動において、人は交通モードの寸法や速度などの物理的要因と、各交通モードが持つ威圧感やふらつきといった人間的要因の2つを総合的に、かつ瞬時に個人の経験から判断し行動を行っていると考えられる。そこで、交通モードに関わる「人間的要因」の部分を明らかにするために、人が何を判断材料として行動しているかを探っていくことを主目的とし、ブレイン・ストーミングを行った。

- ① 対象者は大学生と30、40代の中年、65歳以上の高齢者である（表1）。大学生の半数は日頃自動車を運転する人で、2人がバイクを利用していた。中年の方は5人全員子育ての経験があり、半数は現在小学生以下の子供を持つ方である。高齢者は男性6人を対象として行った。高齢者がよく利用する交通手段は徒歩と自動車であり、ほとんどの参加者が長い時間歩くと足腰が痛くなる、あるいは坂を登ったり下ったりするのがつらいといった身体的な困難を感じていた。
- ② ブレイン・ストーミングの内容は、まず、「日常の交通行動の中で危険を感じた経験」を出してもらった。次に「そのとき何を考えてどのような対処をした」のか、「自分だったらこうする」といった意見を出してもらった。参加者に先入観を与えないために、道路や交通手段などの具体的なケースは設定せず、幅広く自由な意見を求めた。

表1 ブレイン・ストーミングの実施概要

対象者	実施日	調査時間	人数
大学生	平成11年12月中に3回	各2時間	延べ36人
30、40代の中年	平成13年12月22日	2時間	5人
65歳以上の高齢者	平成13年12月19日	2時間	6人

(b) ブレーン・ストーミングの結果

大学生を対象におこなったブレーン・ストーミングでは約 130 の意見が集まり、危険を感じる行動では、「他者の行動の結果、危険を感じる」という意見が数多く出された。また、同じ交通手段であっても相手の行動を予測するときには、挙動と同程度の重要さで、相手が高齢者が幼児か、といった属性の違いが判断材料になっているという意見が多く出された。

中年を対象に行ったブレーン・ストーミングでは 96 の意見が集まり、高齢者では 59 の意見が集まった。中年の方は大学生と同じように相手の属性の違いが判断材料になっているという意見が多かったが、高齢者の方は相手の属性はそれほど気にせず、とりあえず止まるといった意見が出された。それは、止まることが自分の身を守るために一番安全な行動と考えているためである。

しかし、属性によって交通行動やその判断材料が違うことから、共存性を考えていく際には交通手段と利用者属性を考慮し、交通モードとしてとらえていくことの重要性が明確になった。

(2) KJ法による意見の集約

大学生・中年・高齢者から収集した意見を KJ 法によって集約した結果を表 2 に示す。KJ 法による集約に当たっては、交通モード間の交通行動の判断材料に着目してまとめている。その際、ブレーン・ストーミングから得られたデータに変更は加えずそのまま使用した。

この表からわかるように、属性による「飛び出し」や「ふらつき」、マナーに関わる「カー・ボディ・ランゲージ」や「譲り合い」、それ以外にも「行動の予測」、「認知してもらう」、「威圧感」など、人間的要因が数多く抽出され、普段の交通行動の中で、人は自分の行動能力や相手の動きや音、速度などから状況を判断し、相手の次の行動を予測し、判断、行動している事がわかった。

したがって、人間的要因から交通モード間の共存性を考えることは、より人間の感覚に近い尺度から道路空間分割や道路通行時の規則やマナーの提案を可能にすると考えられる。

表 2 KJ 法によるブレーン・ストーミングの意見の集約

予想外行動の頻度 【属性】 ・幼児の飛び出しが多い ・幼児の行動の予測がつきにくい ・高齢者のふらつきが大きい ・犬連れは犬の行動予測がつきにくい 【交通手段】 ・原付の歩道走行 ・原付が転倒しやすいことが問題 ・ふらつき、転倒 【性能】 ・安定感のないものは危険 ・ふらつき、転倒・停止したくない	自然発聲音 【情報】 ・足音 ・エンジン音 ・タイヤの走行音 ・クラクション	相手に対する威圧感 【属性】・犬の行動が予測できない 【性能】 ・車間距離 ・正面面積の大きい交通モード ・走行時に安定感のないものは危険 【マナー】 ・二重追い越し ・信号無視 ・車両同士の併走 【事故】 ・すぐ脇をバスが通過する ・追い越し時に相手が気づいてくれず衝突した ・交通モードの持つイメージが不安を抱かせる
よけやすさ 【情報】 ・速度 ・大きさ、距離による判断 ・体力の低下・中高校生は動きが速い 【注意力】 ・相手との距離 ・相手の進路 ・自分の通行位置 【マナー】 ・追い越しの方法 ・小回りの利く方がよける ・追い越される側はよけない ・動きやすいほうがよける	意思伝達能力 【情報】 ・ライト、ウインカー、反射板 ・目線が合う ・相手を認知した状況 ・認知のギャップ 【注意力】 ・運転中の携帯電話 ・ミラーの死角 【マナー】 ・カー・ボディ・ランゲージ ・譲り合い	情報受け取り能力 【属性】 ・周囲の状況把握がしにくい幼児 ・高齢者は判断力が低下している 【情報】 ・ライト、ウインカー、反射板 ・目線が合う ・相手を認知した状況 ・認知のギャップ 【マナー】 ・新しい常識
被視認性 【性能】 ・ふらつき ・車間距離 【情報】 ・見通しを良くする ・全幅 ・大きさ、距離 【マナー】 ・譲り合い ・無灯火 ・路上駐車車のドアの開閉	その他 【交通手段】 ・常に自らを交通弱者と考える歩行者 ・歩行者は最短動線をとる ・免許の有無で変わる自転車の行動 ・自転車の通行帯がはっきりしない ・原動機付自転車の二段階右折に疑問 ・路線バスの乗車中 ・スクールバスの降車中 【路面】 ・雨ですべる ・狭幅員道路 ・わだち ・段差の影響 ・歩道の切り下げ 【その他】 ・法律違反などのマナーの問題 ・雨降りの夜に車運転中、歩行者に気づかず接触した ・歩道を自転車前を見ずに走ってきて、店の駐車場から道路に出ようとしたときに接触した	等々

(3)新しい評価項目の設定

ブレーン・ストーミングとKJ法の結果から、交通モード間の共存性を評価するために人間的要因を加味した7つの評価項目を設定し、これを特性項目と呼ぶことにする。すなわち、予想外行動の頻度・よけやすさ・被視認性・自然発生音・相手に対する威圧感・情報受け取り能力・意思伝達能力である。

予想外行動の頻度は突然起こる挙動の変化やふらつき、判断力や注意力の欠如が原因となり、頻度が大きい交通モードほど共存性が低い。よけやすさは行動の自由度としての動きやすさ、よけた後の安心感まで含めて考える。予想外行動の頻度とよけやすさは挙動に関する項目としてまとめることができる。

被視認性が高く、他者に存在を認知してもらえることは道路利用者に安心感を与える。また、聴覚によって存

在を認知できるためには、適度な自然発生音が必要で、これが全くないと不安を覚える。しかし、存在のアピールにより受け取り側に圧迫感や威圧感を与えてはいけないため、相手に対する威圧感ではできる限り小さくする必要がある。被視認性と自然発生音、相手に対する威圧感では被存在認知能力に関する項目としてまとめることができる。

他の交通モードとコミュニケーションを行うことで安全に安心して通行することができる。そのためには情報受け取り能力と意思伝達能力が必要であり、互いの進行方向や危険などをやり取りする。情報受け取り能力と意思伝達能力はコミュニケーションに関する項目としてまとめることができる。

以上より、交通モードの評価項目は、諸元項目と特性項目で表せることになる(図2)。

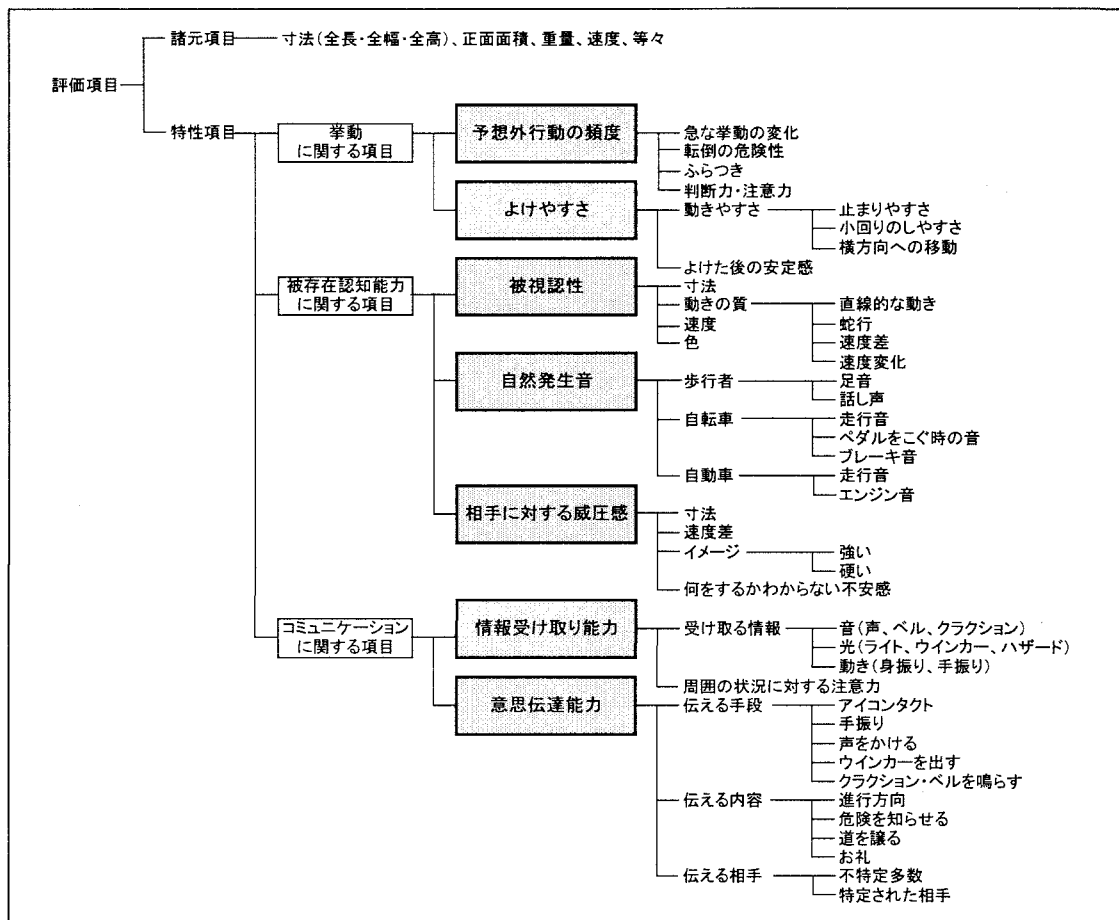


図2 新しい評価項目の設定

5. 逐次改良型デルファイ法を用いた特性値の設定

(1) 考え方

アフォーダンス理論⁹⁾(註2)に基づき、交通モードの特性項目に関する特性値を設定する。すなわち、交通モードが持つ本来の特性を評価するために、人々の意識に基づいて、様々な状況下で変化する交通モードの特性を総合し、特性値として評価するものとした。したがって、特性値の評価にあたっては、ごく一般的な状況を対象とするため、具体的な状況設定は行わず、特殊な状況や危険な状況は対象外とした。

(2) 逐次改良型デルファイ法の考案

通常のアンケート調査により、歩行者から自動車までを同一の基準で評価することは煩雑で、回答者の負担が大きく、回答が得にくいことが予想された。そこで、デルファイ法を応用した手法を用いて値を集約していくことを考えた。

デルファイ法は、一般的にアンケート形式の質問を同じ回答者に対して繰り返し行うことで値を収束させていく手法だが、今回は1グループ4,5人を対象とし、参加者がグループ内で様々な意見を出し合い、一つの結論を導き出していくという手法をとる。調査は複数のグループに対して行うが、2回目以降のグループでは、前回の結果を参考にしつつ値を設定してもらう。同時に質問内容にも逐次改良を加えながら特性値の最適値を求めている。この一連の調査方法を逐次改良型デルファイ法と名づけた。この手法の利点として、①1人の回答者に対し、質問が1度で済むので回答者の負担を軽減できる、②値を設定する過程で出される意見を結果に反映させることができる、③各モードに対する知識の量や考え方の傾向を把握できることが挙げられる。具体的な手順は以下の通りである。

- ① 調査開始前に交通モードの特性値設定に関する資料として、調査の主旨と交通モードの諸元（全長、全幅、全高、速度）、属性やその他の特徴に写真を添えた資料（交通モード表）を参加者に配付した。
- ② 配布資料の「交通モード表」を参考に、評価対象となる交通モードに対する明確なイメージを持ってもらう。ここで、接する機会が少なく知識の少ないモードに関しては口頭で説明を加える。
- ③ 7つの特性項目を評価する前に、それぞれの判断基準に目を通してもらって、今回どういったことを考えるのかを強く意識してもらう。
- ④ 各判断基準にそって、参加者が意見を出し合って1～7の7段階で交通モードが書かれたカードを並べてもらい、相対的な特性値の大きさを考慮しながらグループの意見をまとめていく。

- ⑤ 特性項目ごとに全部で7回繰り返し、特性値を設定していく。

(3) 特性値の設定フロー

特性値を設定するためのフローを図3に示す。

- ① 一般人を対象とした調査に入る前に、まず、分析交通モードの選定や、適切な交通モードの評価や特性項目の判断基準が妥当なのかといった調査方法の有効性を確認するために学生を対象とした予備調査を行った（01年9月）。この結果、質問形式や調査時間などいくつかの問題点が挙げられ、その改善を行った。まず、56の交通モードでは調査時間が合計7時間を要したため、評価する視点に相違が見られなかった交通モードの集約や、分析に与える影響の少ない交通モードの削減を行い、56の交通モードから、本調査で特性値を設定する26の交通モードを設定した（表3）。
- ② 続いて、特性値を設定するために、研究者（茨城大学都市システム工学科教官）と実務者（交通関係コンサルタント）、福祉関係者（日立市社会福祉協議会）、一般市民の4グループ、各5～6人に対して調査を行った（01年10～02年3月）。
- ③ ある程度グループの意見がまとまった時点で、前回調査の結果（研究者は学生予備調査の結果、実務者と一般市民・福祉関係者は研究者の結果）を示して、結果を比較しながら再度考えてもらい、最終的な結論を出してもらい調査結果とする。
- ④ なお、研究者対象の調査では、適切に特性値を評価してもらうために判断基準で問題のあった箇所を修正し（表4）、評価項目の判断基準を確定した（表5）。

(4) 特性値の設定

研究者と実務者、福祉関係者、市民の交通モード評価の特徴を表6にまとめる。

最終的な特性値は、各調査結果の信頼性や平均値、中央値、調査時に出された特性値設定の根拠等を参考とし総合的に判断した。

研究者と実務者の2つのグループは、普段から様々な交通モードに関心を持って接する機会が多く、ほぼすべての交通モードに関する知識を有していたので、現段階では基準となる結果が得られたと考えられる。しかし、福祉関係者と市民のグループでは、新しい交通モードに関する知識が乏しく、この点に関する信頼性は低いと判断した。また、交通モードを評価するときの根拠となる意見は、各グループともそれぞれ異なった視点からの意見が多くみられた。そこで結果にばらつきが生じた場合には、研究者と実務者の結果を優先したが、その際一般市民や福祉関係者の特性値設定の根拠となる意見を参考にし、総合的に判断して、特性値及びその設定根拠を設定

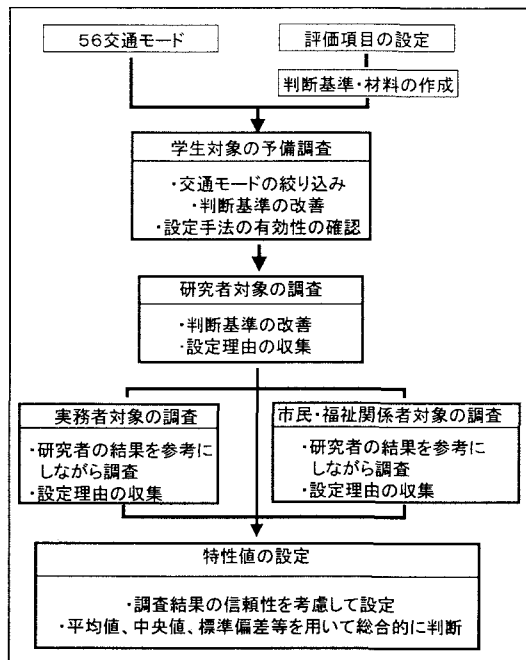


図3 特性値の設定フロー

することとした。

なお、求める特性値は、共存性分析のための与件でもあるが、政策変数でもある。つまり、共存性分析に際しては、ここで設定した特性値により共存性を考察するが、その際、特性値の設定根拠を活用し、この特性値自体を、共存性を高めるための政策変数と位置付けることが共存性分析の特徴である。

以上から、設定した交通モードの特性値を表7に示し、設定根拠の一例として、予測外行動の頻度に関して表8に示す。

表3 交通モード表

交通モード	手段分類	交通モード	手段分類
聴覚障害者	障害者	自操の車いす	歩行補助車
視覚障害者		介助付車いす	
松葉杖をつく		電動車いす	
児童歩行者	一般歩行者	電動四輪車	自転車
高齢歩行者		児童の自転車	
成人歩行者		一般の自転車	
並んで歩く		高齢者運転の自転車	バイク
犬連れ		原付	
ベビーカーを押す		自動二輪	
自転車を押す		超小型電動自動車	自動車
キックスケーター	手押し車	低速自動車	
手押し車		高齢者運転の自動車	
		自動車	
		大型車	

表4 判断基準の改善例 ー情報受け取り能力の場合ー

情報受け取り能力 研究者では、普通自動車から発信する情報として、ある程度限定された情報を受け取る能力として判断項目を設定したが、普段、自動車と通行帯が分離されている歩行者の評価が難しくなり、考えがなかなかまとまらなかったため、与えられる情報を限定することなく評価してもらうことにする。	
<改善前> <質問項目> 他者（ここでは普通自動車）が発信する情報（ベルの音やクラクション、ウインカー）を受け取る能力がどの程度あるのかを各モードの立場から評価してください。 [能力が低い①～⑦能力が高い]	➡
<判断材料> 音が聞き取りやすい、合図を認識しやすい	
<改善後> <質問項目> 他者が発信する情報（声や身振り手振り、ベルの音、クラクション、ウインカー）を受け取る能力がどの程度あるのかを評価してください。 [能力が低い①～⑦能力が高い]	➡
<判断材料> 音が聞き取りやすい、合図を認識しやすい、周囲に注意して情報を受け取る	

表5 特性項目の判断基準

特性項目	判断基準	判断材料
予測外行動の頻度	道路を通行していて、突然立ち止まったりリターンしたりといった行動や、移動中に足元が不安定でふらつきが大きいなどの行動がどの程度の頻度で起きているのか、その大きさを評価。	急停止や急発進、急な方向転換、急な加速・減速、転倒の危険性の有無、通行時のふらつきの大きさ、適切な判断や周囲の状況に対する注意力
よけやすさ	他者とすれ違う場合に道を譲ったり、危険を回避したりするための行動やつつさの動きがどれだけ素早くできるのか、その能力の大きさを評価。	動きやすさ、速度、止まりやすさ、小回りのしやすさ、停止したりよけたりした場合の安定感
被視認性	普通自動車の運転席から見た場合に、視覚的な情報だけでどれだけ簡単に相手モードの存在を発見できるのか、その発見しやすさを評価。（ただし、モードとして認識した時点で発見したこととする）	大きさ（幅、高さ、長さ）、速度、色
自然発声音	道路を通行するときに発生する音の大きさから評価。	足音、エンジン音、走行音、話し声
相手に対する威圧感	歩車道の分離が無い生活道路で、交通モードが通行するときに他者（成人歩行者）が受ける威圧感や圧迫感の大きさを、自分が歩行者になったものとして評価。	大きさ（幅・高さ・長さ）、速度、重量感、「硬い」「強い」というイメージ
情報受け取り能力	他者が発信する情報（声や身振り手振り、ベルの音クラクション、ウインカー）を受け取る能力がどの程度あるのかを評価。	音が聞き取りやすい、合図を認識しやすい、周囲に注意して情報を受け取る
意思伝達能力	自分の意思を相手（ここでは成人歩行者）に対して伝える（目を合わせやすい、合図が出しやすいなど）能力がどの程度あるのかを評価。	簡単に情報を発信できる、目を合わせやすい、手を振りやすい、ウインカーを出しやすい、声をかけたりベル・クラクションを鳴らしたりしやすい、身体の動きで伝える

表6 交通モード評価の特徴

研究者の交通モード評価の特徴	研究者の交通モード評価の特徴	福祉関係者の交通モード評価の特徴	福祉関係者の交通モード評価の特徴
実務者の交通モード評価の特徴	・歩行者系のモードを「何も持たない歩行者」と「何かを押したり、持ったりしている歩行者」の2つに区別して考えている。 ・判断基準の設定方法に対する指摘が多く出された。 ・コミュニケーション能力に関して、個人の見解にばらつきが見られた。 ・様々な視点から各交通モードを評価していた。 ・高齢者の身体能力を低く見る傾向が強かった。	一般市民の交通モード評価の特徴	・車いすや身障者に関わる知識は十分にもっているが、新しい交通手段に関する知識は少ない。 ・交通モードに関する知識は限定されたものであり、途中で示した結果に流される傾向がみられることから、一般市民の結果と同様に、利用できる部分と利用できない部分があると考えられる。
	・歩行者系のモードをひとくくりにして考え始める傾向がある。ある程度、歩行者としての値を決めてから、その中でモードのばらつきを考えていた。 ・交通手段（交通具）を重視して考えているので、自動車と歩行者の区別がはっきりしている。 ・まず大雑把に設定して、の類似したモードと比較して微修正を加える方法をとっていた。 ・迷いが生じたときには、研究者を対象とした調査結果を参考にして設定していた。特に、障害者に関するモードの値設定には研究者の結果を多く取り入れていた。 ・ある程度、直感で設定していったため調査時間が短かった。		・車いすや身障者、新しい交通手段に関する知識が少なく、特に視覚・聴覚障害者の知識が極端に少なかった。 ・高齢者がよく利用する手押し車や電動四輪車などの交通モードの理解が高い。 ・自分たちの考えで一通りカードを並べた後で、値の収束を促すために研究者の結果を示して変更する点があれば修正してもらう方法を取った。しかし、示した結果を見て、その理由を深く考えずに無条件で研究者の考えに同調する傾向が見られた。 ・じっくりひとつひとつのカードについて考えることが多かったが、モードに対する知識が限られていたことと、途中で示した結果に流される傾向が見られたことなどから、今回の調査結果の信頼性に関しては、利用できる部分（よく知っている交通モードの評価や判断材料などの意見等）と利用できない部分（よく知らない交通モードの評価）があると考えられる。

表7 交通モードの特性値表

	予測外行動の頻度	よけやすさ	被視認性	自然発生意	相手に対する威圧感	情報受け取り能力	意思伝達能力
聴覚障害者	4	1	4	2	1	1	3
視覚障害者	5	1	5	1	2	1	3
松葉杖をつく	5	2	5	1	1	6	4
児童歩行者	6	6	1	3	1	2	2
高齢歩行者	5	4	4	1	1	3	2
成人歩行者	2	7	4	2	1	7	5
並んで歩く	3	6	5	4	2	4	4
犬連れ	7	3	5	4	4	4	3
ベビーカーを押す	3	3	5	2	2	4	3
自転車を押す	4	6	5	2	3	6	5
キックスケーター	5	6	2	3	4	3	3
自操の車いす	3	2	2	2	3	3	2
介助付車いす	1	3	4	3	3	4	3
電動車いす	2	3	2	3	4	5	3
電動四輪車	2	3	2	4	4	3	6
手押し車	4	2	3	2	1	2	1
児童の自転車	7	4	1	3	3	2	3
一般の自転車	4	5	3	3	4	5	5
高齢者運転の自転車	6	2	3	3	4	2	4
原付	6	5	1	6	5	4	6
自動二輪	3	4	3	7	5	4	6
超小型電気自動車	3	4	5	4	5	5	7
低速自動車	3	4	5	5	6	5	7
高齢者運転の自動車	4	2	6	5	6	3	6
自動車	2	4	6	6	6	4	7
大型車	1	1	7	7	7	3	7

表8 予想外行動の頻度の設定根拠

交通モード	特性値	設定の根拠
歩行者	2~7	自由に動けるという意識を持っている。
聴覚障害者	4	周囲から見ただけではモードの特徴はわかりにくい、挙動は安定している。しかし、後ろから自転車や来ても気づかない。
視覚障害者	5	目が見えず、白杖で確認しながら慎重に進むのでふらつきがある。
松葉杖をつく	5	俊敏さがないので急停止や加速することではなく、自分自身で身体能力を制御できる人として考えると挙動の変化は少ない。 しかし、突然転ぶことがあるので挙動のぶれやふらつきが大きい。
児童歩行者	6	急にぶつかってきたりするので、犬と同じ位予測できない。
成人歩行者	2	急な挙動の変化が少ない。
高齢歩行者	5	何のモードでも危険は大きい、高齢になって力がなくなってくると、物や動力に頼る方が安定する。 運転能力のある人が自動車を運転しているが歩行者はどんな人でも歩くことができるので、歩行者の方が予測外の行動が多くなる。
並んで歩く	3	話に夢中になって歩いていることが多い。 成人が一人で歩くよりも周囲に対して注意力がない。
犬連れ	7	大人が連れていけると全体として予測外の行動は少なくなるが、犬の動きが予測できない。
ベビーカーを押す	3	意識して乳児を守っているので急な挙動の変化は少ない。
自転車を押す	4	転倒の危険性がある。
キックスケーター	5	ブレーキがついていないのでスピードが出ていると怖い。急にぶつかったり、急に止まったりすることがあるので犬と同じ位予測できない。
自操の車いす	3	自分でスイスイ進めるイメージがあり、自分で歩いているという意識が強く周囲より自分が移動することに注意が向いている。危険を減らすために周囲に対して極力注意しながら通行している。走行中に手すりにつかえた手がすべることがある。
介助付車いす	1	挙動は自操の車いすよりも安定しているが、片勾配や段差でよくつまずく。特に介助者が車いす利用者を守っているという意識が強いので、急な挙動の変化は少ない。
電動車いす	2	動力に頼っている、走行は車いすより安定している。周囲から見ると自力で移動しているというよりも車両に乗っているという意識がある。
電動四輪車	2	運転に慣れている人は予測外行動が減るが、スタート時に急な加速をすることがある。また、本人は安全だと思っても周囲から見ると予測がつかず、危険と感ずることがある。
手押し車	4	杖代わりにつかまって歩いているので歩行は安定している。 何かにつかまっていないければ自分で歩けない人が利用している。ふらつきが多いがマイペースな動きが多く、何かあっても立ち止まる。
自転車	4, 6, 7	自力で進んでいるのでふらつきが大きくなったり、急に倒れてきたりする。方向指示を出さないで急な方向転換をすることがある。 属性で異なる。
原付	6	自転車よりふらつきが大きくスピードがあるので、利用者の属性にもよるが、予測外行動を起こす可能性は高い。また、歩道を走ったり、自動車の間を縫うように走ったりできる。
自動二輪	3	原付に比べて自動二輪は予測外行動を取る可能性が低い、曲がりにくくなるので車体が大きくなると挙動のぶれが大きくなり不安定になる。
超小型電気自動車	3	ボディが小さくなると小回りが利くようになるので、急に方向転換をすることがあるが原付よりは挙動は安定している。
低速自動車	3	基本的には安全だが、急ハンドルが切れるようになる。特に、状況や運転者の属性によって判断が異なる。 普通で速度で走行できない人（高齢者や不慣れな人）が低速で走っている状況と、道を探している状況などが考えられる。道を探していると予測できない行動をとることがある。
高齢者運転の自動車	4	高齢者の能力を超えた力を持つので、タイミングをはずしたり、ふらつきが大きくなったりするケースが多いのではないかと。 信号無視や急な車線変更が多い。
自動車	2	大型車より自動車の方が予測外の行動の頻度が大きい。
大型車	1	仕事で運転しているので安全な運転をするが、お客さんや荷物の有無で挙動が変わる。

- ・ 自転車の方がふらつきが大きいので自動車と自転車は差がつく。
- ・ 自動車より歩行者の方が怖い。
- ・ 聴覚障害者は見た目では成人歩行者と変わらない。
- ・ 自操の車いす、電動四輪車、電動車いすは自分で操作できるかどうかで差が出てくる。
- ・ 自動車を運転していると高齢者と犬連れは同じ程度注意する。

6. 共存性分析ツールへの展開

共存性分析にとって、諸元項目や特性項目の有用性を分析ツールの開発と分析結果を例示する事によって示す。

(1) 共存性分析ツールの概念

著者らの既存研究⁵⁾を踏まえて、評価項目を利用した共存性の分析ツールの概要を示す。これは諸元値・特性値をプロットした図を用いて、共存性に係わる論点から対策までを一貫して検討できることを重視し、できるだけ原因や対策を探索しやすい単純なグラフを作成して共存性の論点と対策を検討するものである。図4に分析概念を示すが、このツールでは、「よけにくく情報を受け取る能力が低い交通モードは、共存能力が低く危険性が高い交通モードである」という仮定のもとで、共存能力を高めるための改善方向を示してある。具体的には、各交通モードの特性値を分析ツール上にプロットし、危険性の高いモードや共存能力が低いモードを抽出することで共存性の論点を探り、この論点を解決するための具体的な対策を考えていく。その際、特性値の設定根拠(表8)を活用する。

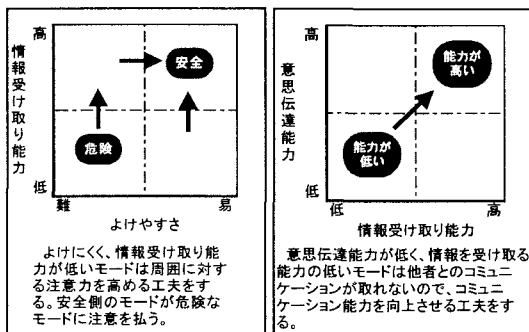


図4 共存性分析ツールの概念

(2) 3分割道路(歩道・自転車道・車道)での共存条件

環境に適合した便利で手軽な移動手段として自転車が目ざされ、自転車道や通行帯の整備に対する社会的ニーズが高まっている。しかし、21世紀の歩行者・自転車交通のあり方を検討するに当たっては、自転車等特定の交通手段や空間に着目するだけでなく、共存性を核とした包括的な議論が必要であろう。例えば、歩道には電動三・四輪車が走行しているが、電動四輪車の高速化へのニーズは高い。また車道を走行する原付は自動車から見れば危険で目障りな存在であるが、近年、さらに小型・電動化して性能速度が遅い原付(20km/h)が市販されるようになった。高速化した電動四輪車や小型電動原付を広幅員の自転車道に移すことで、歩道や車道の安全性や快適性を増大させることはできないだろうか。

ここでは、共存性分析ツールを用いて、歩道・自転車道・車道の共存条件を探っていくこととする。

(a) 対象交通モードと諸元・特性項目

分析の対象とする交通モードは、表7で設定した特性値が似通っている交通モードを除き、今後普及が見込まれ、交通政策上重要な知見が得られると判断した交通モード(No. 14, 18)を新たに加えて25の交通モードを選定した(表9)。

分析に用いる諸元項目は総重量・速度の2項目であり、日常観測される範囲で設定した。特性値は表7の値を用いる。新たに加えた交通モードの特性値の設定は、対象となる交通手段の性能と想定される利用者から、交通モードの挙動・特性が類似する交通モードを選定し、特性値を比較することで推計している。以下は、高速の電動四輪車の場合である。

<高速の電動四輪車(No. 14)の特性値の設定>

高速の電動四輪車は現状の電動四輪車の最高速度が6km/hから15km/h程度まで引き上げられた交通手段である。高速化されているため比較的身体能力の衰えが少ない高齢者が利用すると想定される。そのため、現状の電動四輪車よりも積極的な行動をとると予想され、結果、予想外行動の頻度が高くなると同時によけやすさや情報受け取り能力も高くなる。そのため、全体的な挙動は一般の自転車に近くなると考えられる。

よって、高速の電動四輪車は現状の電動四輪車と一般の自転車の中間に位置し、特性値も同様と考えられる(図5)。

交通モード	予測外行動の頻度	よけやすさ	被視認性	自然発生音	相手に対する威圧感	情報受け取り能力	意思伝達能力
現状の電動四輪車(最高速度6km/h程度)	2	3	2	4	4	3	6
高速の電動四輪車(最高速度15km/h程度)	3	4	2	4	4	4	6
一般の自転車	4	5	3	3	4	5	5

図5 高速の電動四輪車(No. 14)の特性値の設定

表9 分析対象とする交通モード

No	交通モード	No	交通モード
1	聴覚障害者	14	高速の電動四輪車(最高時速15km/h程度)
2	視覚障害者	15	児童の自転車
3	児童歩行者	16	一般の自転車
4	高齢歩行者	17	高齢者運転の自転車
5	成人歩行者	18	小型電動原付
6	ベビーカーを押す	19	原付
7	自転車を押す	20	自動二輪
8	キックスケーター	21	一人用超小型電動自動車
9	手押し車	22	二人用超小型電動自動車
10	自操の車いす	23	低速自動車
11	介助付き車いす	24	高齢者運転の自動車
12	電動車いす	25	自動車
13	現状の電動四輪車(最高時速6km/h程度)		

(b) 分析結果

図5～8に3分割道路の代表的な分析図を示す。これ以外にも評価項目の組合せは存在するが、今回は抽出する論点が明確なツールのみを例示する。

分析図で四角い網掛部分が各通行帯の適正範囲の目安である。点線で囲まれた交通モードはどの通行帯に配置すべきか迷うもので、実線と矢印で示したものは矢印の先の通行帯に配置できるように共存策を考えるものである。

- ① 原付以下の総重量を図示した結果を見ると(図5)、電動いす(交通モードNo. 12、以下同じ)や電動四輪車(No. 13, 14)のグループと原付(No. 19)が独立している。原付は車道系よりも自転車系に近い。電動いす・電動四輪車グループは歩道系と自転車系の境界上にある。
- ② 速度を図示した結果からは(図6)、高速化した電動四輪車(No. 14)や小型電動原付(No. 18)は、自転車系に近い。この時、遊具扱いのキックスケーター(No. 8)の取扱いが問題となる。
- ③ 図7の「予想外行動の頻度－相手に対する威圧感」では、予想外行動の頻度と相手に対する威圧感が共に低い交通モードは安心感が高く、共に高い交通モードは安心感が低いことを示しており、安心感の低い交通モードは他と分離するか、安心感が向上するような交通モードや交通制度の工夫が必要となる。電動いす(No. 12)や現状の電動四輪車(No. 13)は境界上の交通モードであるが、より予想外行動の頻度が高い高速の電動四輪車(No. 14)は自転車系となる。高齢者運転の自転車(No. 17)や小型電動原付(No. 18)は、予想外行動の頻度を低める工夫をすれば、自転車系へ入れることができる。
- ④ 図8の「情報受け取り能力－意思伝達能力」は、両者共に高い交通モードは意思の交流が高く、共に低い

交通モードは他と分離するか、意思交流の能力を高めるような交通モードや交通制度の工夫が必要となる。原付(No. 19)は車道系と自転車系の境界上にある。同様に、現状の電動四輪車(No. 13)より情報受け取り能力が高まる高速の電動四輪車(より健常者に近い利用者を想定)(No. 14)は歩道系というよりは自転車系と考えることが可能である。

(c) 交通モードの共存条件の検討

5章4節で述べたように、特性値の設置根拠(表5, 8)を活用し、この特性値自体を共存性を高めるための政策変数と考えて、共存条件を探っていく。

- ① 現状の電動四輪車(No. 13)・・・境界上の交通モードである。現状は中途半端なので、小型・低速化して歩道での共存性を高めるか、高速・大型化して安全対策(講習・免許制度・年齢制限・保安部品の設置等)を施し、自転車道での共存策が考えられる。
- ② 高齢者運転の自転車(No. 17)・・・高齢者の身体能力・判断力の低下が、自転車に乗ることで顕著に表れたと考えられる。そのため、周囲に不安感を与え、意思交流に問題が生じている。身体能力の低下を補えるような自転車に乗る、高齢者でも安定走行が期待でき操作も簡単な電動四輪車への転換を図る、判断力を補えるまたは周囲の理解力を高める対応策をとる。
- ③ 原付(No. 19)・・・分析から自転車道での共存性が高いことが分かるが、現状では速度が速く問題である。現状のものは中途半端なので、小型電動原付に移行を促し、自転車道での共存を図ることが考えられる。
- ④ 一人用超小型電気自動車(No. 21)・・・境界上の交通モードである。小型・低速化して自転車道での共存性を高めるか、現状のままならば一般幹線道路での走行を禁止し、地域を限定して利用するか、車道での共存性を高めるため、車体を二人用超小型電気自動車に近づける対策が考えられる。

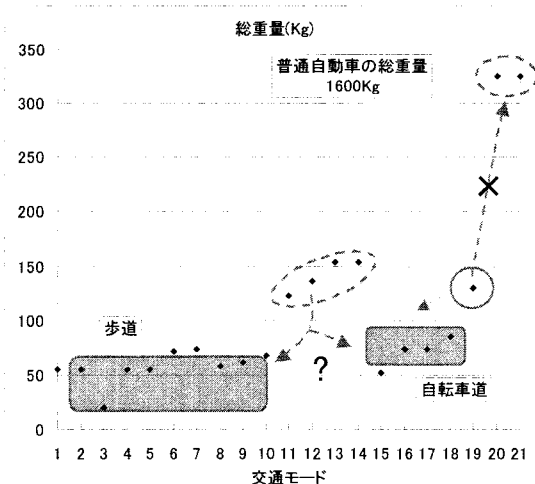


図5 総重量の分析図

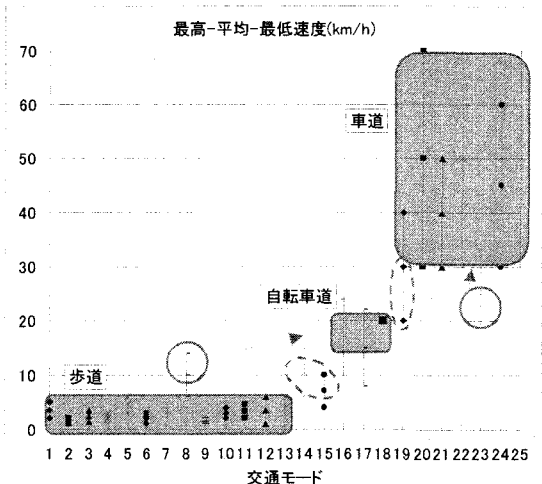


図6 速度の分析図

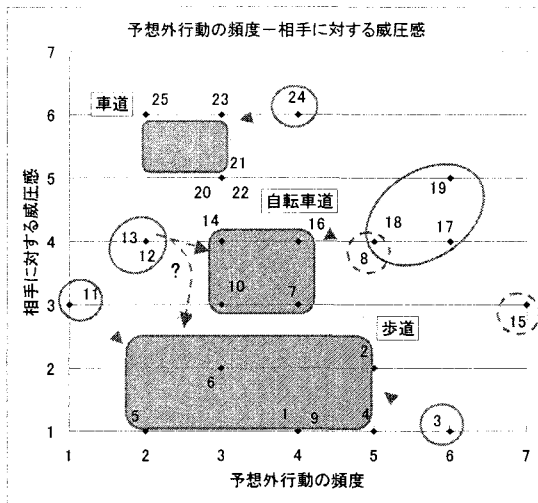


図7 予想外行動の頻度-相手に対する威圧感の分析図

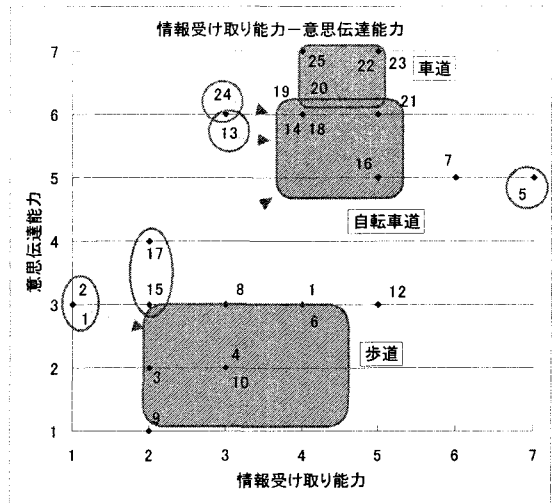


図8 情報受け取り能力-意思伝達能力の分析図

(d) 交通モードの道路空間配分

今回の検討は、交通モード間の相性に着目したものであり、通行帯幅員や交通量を考慮していない。しかし、今後の検討課題として以下が考えられる。

歩行系・自転車系・自動車系の3分割道路の場合には、自転車道を中速帯と位置付け、現状より高速化した電動四輪車と、小型化・低速化した電動原付は、広幅員自転車道に配置する。

歩道には歩行者とそれに類するもの、車いすが通行することになる。優先すべき交通モードは障害者・高齢者で、歩道を利用するものの中で身体能力・判断力等が低いと考えられるモードである。歩道の共存策は障害者・高齢者を中心に対応策をとる。

広幅員自転車道には自転車と高速の電動四輪車、小型原動原付を走らせる。ここでの交通弱者は自操していない身体的能力の衰えた、もしくは発達していない高齢者と児童の自転車となる。彼らを中心に共存性を高める対応策をとることになる。

車道には二人用超小型電気自動車を含めた自動車全般を配置する。危険な大質量の機器を利用しているため、相互に厳格なルールのもとで共存を図り、一方的な交通弱者という考えは用いない。利用しやすい機器が求められる。運転に不適格な利用者は免許の取り消しが必要になる。一定年齢以上の高齢者には運転の再講習を義務付ける。

(3) 新しい7つの評価項目と共存性分析ツールの有用性

特性値に基づいて、共存性分析ツールを作成でき、これを用いて、多様な交通モードの共存性に関する問題点や論点を提示することができたと考える。

このような共存性の議論はこれまで行われておらず、交通モードと道路空間と交通制度に関する包括的な議論

の材料と共存条件の提案が行える共存性分析ツールの有用性は高いと考える。

本研究は共存性研究の第一段階であり、今後は、共存性分析方法を理論化し、共存性問題の解決策を提案することが課題である。

7. 結論

- ① プレーン・ストーミングにより交通モードの行動特性と判断材料を抽出し、これをKJ法で集約することにより、共存性分析のための人間的要因を加味した交通モードの新しい評価項目を7つ設定した。すなわち、予想外行動の頻度、よけやすさ、被視認性、自然発生音、相手に対する威圧感、情報受け取り能力、意思伝達能力の7つである。
- ② この評価項目の特性値を設定するための調査手法として、逐次改良型デルファイ法を考案し、これを用いて、7つの評価項目の特性値とその設定根拠を設定し、交通モード特性値一覧表を作成した。
- ③ 設定した特性値を用いて交通モードの共存性検討のための分析ツールを試作し、多様な交通モードの共存性に関する問題点や論点を提示した。これによって、新しい7つの評価項目が共存性分析にとって有用であることを示した。
- ④ 多様化する私的短距離交通手段の共存性を3分割道路で検討した結果、自転車道を中速帯と位置付け、高速の電動四輪車や小型電動原付を自転車道に配置する、一人用超小型電気自動車はさらに小型化・低速化することで自転車道へ移行すること等、今後の論点を提起した。

本稿は、科学研究費補助金（基盤研究C（2）課題番号：13650579）の助成を受けて進めた。

（注1）共存性は、英訳では compatibility に相当している。しかし、本研究では、自動車工学で従来から使用されているコンパティビリティより広義の意味で定義する。

（注2）アフォーダンス理論は、アメリカの知覚心理学者 J・J・ギブソンが提案し、1960年代に完成した認知心理学における概念で、「afford（～ができる、～をあたえる）」と「-ance」の造語であり、環境世界は人間や動物にとって、単なる物質的な存在ではなく、直接的に意味や価値を提供（afford）するものであると考える概念である。アフォーダンスとは人間を含めた動物と環境(物や他者)との「出会い」を名づけた言葉で、それは出会いに先行して環境に潜んでいて、人の行動を動機付けけるものである。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：コミュニティ・ゾーン形成マニュアル，1998
- 2) 自動車工学全書編集委員会：自動車号全書 16，自動車の安全，山海堂，1985
- 3) 金利昭・一瀬仁志：多様化する私的短距離交通手段の特性比較と共存性の考察，高速道路と自動車，第43巻，第9号，pp.24-34，2000
- 4) 金利昭・鈴木直記・寺島忠良：私的短距離交通手段の多様化と共存性の論点，土木計画学研究・論文集，Vol.20，No.3，pp.691-701，2003
- 5) 白坂浩一・金利昭：私的短距離交通手段の共存性概念と分析ツールの試作，土木計画学研究・講演集，No.23(2)，pp.327-330，2000
- 6) 山崎恵子・金利昭・白坂浩一：意識分析による私的短距離交通手段の空間共存性と交通優先権，土木計画学研究・講演集，No.23(2)，pp.323-326，2000
- 7) 金利昭・山崎恵子：私的短距離交通手段の空間共存性と交通優先意識に関する基礎的研究，IATSS Review，vol.28，No.2，pp.55-63，2003
- 8) 金利昭・高橋幸平・山田稔：電動三輪車の社会的な位置付けと受容性に関する研究，国際交通安全学会 IATSS Review，vol.26，No.1，pp.56-64，2000
- 9) 佐々木正人：アフォーダンスー新しい認知の理論，岩波書店，1994

共存性分析のための私的短距離交通手段の新しい評価項目に関する研究*

金 利昭**・白坂 浩一***・寺島 忠良****

近年、より高いモビリティを求めて、あるいは高齢社会の到来、環境問題といった社会変化を背景に新しい交通手段が出現し、私的短距離交通手段の多様化が著しい。今後は新しい私的短距離交通手段の数が増大し、このままでは道路交通の混乱がますますひどくなることが懸念される。

本研究は、多様な交通手段・利用者の共存性を分析する為にまず人間的要因を加味した交通モードの評価項目を新たに提案している。次に、その評価項目に関する交通モードの値を特性値として設定し、最後に、設定した特性値の共存性分析への適用方法を例示し、評価項目の有効性を示している。

A Study of Evaluation Items of Personal Travel Modes for Compatibility Analysis*

By KIN Toshiaki**・SHIRASAKA Koichi***・TERASHIMA Tadayoshi****

Recently in Japan, personal travel modes are remarkably diversifying by reason of social changes such as the needs for high mobility, aged society, and environmental problems. At first, this paper proposes evaluation items of personal travel modes considering the human factors. Second, the value of the evaluation items is set up. Finally, using this value, the effectiveness of the evaluation items is shown by applying to compatibility analysis.