

「交通における手段選択と遅延リスク認知」

システム情報工学研究科 リスク工学専攻 グループ演習 8 班

村田勇樹 増田翔 山浦浩太

アドバイザー教員 鈴木勉 谷口綾子

1 背景

現在、自動車、バス、鉄道など様々な交通手段がある中で、鉄道は時間の正確さが、ひとつのメリットになっていると考えられる。日本の鉄道は世界の中でも時間に正確であることがいわれており、1列車あたりの遅れは1分以下であるともいわれている。これに対しフランス、イタリアなどでは、鉄道の「遅れ」とは10分以上を指すといわれている。

どの交通手段を選択するか、という要因は、金額、所要時間などが考えられ、交通需要推計の分野では4段階推定法として知られているように経済指標、発生交通量、分布交通量、配分交通量の順に推定を行う方法が一般的である[1]。しかし、遅延のリスクを利用者がどのように認識し、それが実際どの程度交通行動選択に影響を与えているかは、あまり調査がなされていない。高速バスなどについては、遅延の許容時間を調査する報告もなされているが[2]、他の交通手段との比較はなされていない。

また、先の福知山線の脱線事故が起こった際、事故原因として様々な要因が取り上げられたが、そのひとつに、時間の遅れを取り戻そうとしたためではないか、というような意見もあった[3]。「遅延」のリスクを回避しようとすることで、他のリスク（事故）が高まる、という可能性も考えられる。

このことから、利用者が遅延や事故のリスクをどのように認識しているかを調査することも必要であると考えられる。各交通手段や、通勤、娯楽など利用の目的別に、人々がどの程度遅延のリスクを認識しているか、それらは個人の属性とどのような関係にあるのか、現実の遅延とリスクとして認知する遅延のずれなどを調査することで、逆に鉄道などのダイヤに余裕を持たせることができる可能性もある。また各交通手段のマーケティングの参考にできる可能性もある。

2 目的

本研究では、各交通手段において、利用者がどの程度「遅延」のリスクを認識しているのかを調査する。また、目的別の交通手段の利用状況と遅延のリスク認知の関係や、個人属性での認知の違いなどを調査することで、遅延のリスク認知が交通手段選択にどのような影響を与えているのかを明らかにすることを目的とする。

3 実施計画

3.1 調査路線の選定

調査エリアをつくばエクスプレス（以下では略称“TX”）及び常磐線沿線地域とした。これは、出発地と目的地が茨城県南西部と東京都心（23区内）ではっきりしていることや、調査エリアの地理的背景を知っていること、そして鉄道・バス・自家用車の交通手段別で比較しやすいことを理由に選定した。図1に調査地域の地図を示す。



図1 茨城県南西部と東京都心間の交通図

3.2 調査内容について

該当エリアから東京に向かう際に用いられる手段は主に、常磐線、TX、高速バス、自家用車が挙げられる。これら4つの交通手段に対して遅延と事故に対する意識のアンケート調査を行うことにした。

遅延についてはアンケートの設定で手段別、目的別の遅延許容時間を明らかにする。

また、それぞれの交通料金が判明しているので、アンケートの結果から茨城県南西部在住の方々の遅延に対する金額のトレードオフがどの程度なのかを明らかにする。

一方、事故に関しては現実のデータと人々の意識における事故発生確率の差を割り出す。各交通手段で割り出した差を比較し、事故の発生について過剰または過小に意識しているものを調べ、その原因を考察する。

3.3 アンケート内容

アンケートの項目は表1のとおりである。

表1 アンケート内容

質問1	個人属性 回答者の個人属性（性別・年齢・職業・住所・自動車を使用しているか）
質問2	交通手段別の使用頻度 各交通手段別にどのくらいの頻度で東京都心（23区内）へ向かうのか
質問3	目的別、交通手段別の遅延許容時間 つくばから東京へ向かう際の目的、交通手段、その交通手段を選んだ理由や回答者が考える遅延の理由、許容遅延時間と遅延を意識した行動について（東京からつくばへ帰るときの交通手段、手段選択の理由、許容遅延時間についても同様に）
質問4	交通手段別の遅延発生の可能性 各交通手段で遅延が発生した場合どのくらい到着が遅れるか、遅延の可能性についてどのように考えているのか
質問5	交通手段別の事故発生の可能性 各交通手段ごとに、事故に対する不安感や死亡事故の可能性について
質問6	福知山線脱線事故に対する意識 福知山線の脱線事故によって電車に乗ることに対する意識の変化について

質問1と2は、分析の段階で個人属性別や利用頻度別に結果の比較するために聞いている。

質問3と4からは、実際に思う遅延、許容遅延、行動に移す遅延の傾向をつかみ、3つの関係を比較することで行動選択におけるリスクを比較する。この3つの関係が行動別に変化することで、遅延のリスクが行動に反映していることがいえる。

そして質問5と6で、起こりうる事故と実例の事故のそれぞれの意識から行動選択に変化が見られるのか調べる。

3.4 アンケート実施場所

表2に示す日程、場所にてアンケート調査を実施し、合計754人の回答を得た。

表2 アンケート実施場所と回収数(人)

調査日	実施場所	回収数 (配布数)
8月21日	筑波大学第三学群支援室	89(300)
8月30日	つくば市内各庁舎	372(500)
8月30日	国総研	31(50)
8月30日	自動車研究所	32(40)
8月30日	高速バス車内	115
9月6日	つくばセンターバスターミナル周辺	44
9月9日	つくばセンターバスターミナル周辺	38
9月14日	TXつくば駅構内	13
9月15日	TXつくば駅構内	20
	合計	754

4 調査結果

4.1 属性

回答者の個人属性を表3に示す。

表3 回答者の属性(人)

	男性	女性					
性別	540	202					
	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代
年齢	34	128	191	203	166	25	3
	会社員	公務員	自営業	主婦	パート	学生	その他
職業	112	445	9	25	31	70	50
	桜	谷田部	豊里	大穂	筑波	華崎	その他
住所	202	141	40	44	78	46	173
	普通自動車を使用している			普通自動車を使用していない			
	555			119			

4.2 東京へ行く際の遅延意識

東京へ行く頻度

まず始めに、一人年間当たりの東京へ行く手段別回数を表4に示す。

表4 年間当たりの東京へ行く手段別平均回数

常磐線	TX	高速バス	自家用車	合計
2.7	20.0	7.7	2.3	32.7

回答者の多くが桜地区に居住している事もあり、TXを利用する人が圧倒的に多かった。これは既往研究での割合とほぼ同じであり、もともとつくば市周辺ではTXの利用者が多いことがわかる。

目的別に見た遅延許容時間

東京へ向かう各目的別に、遅延に対する意識を調べた。一つ目の項目は「何分前には目的地に到着しているか」であり、もう一つは「遅延が発生した際、何分までなら許容出来るか」（以下では遅延許容時間）という項目である。

「何分前には目的地に到着しているか」<「遅延許容時間」の場合、時間制限が厳しく遅延のリスクも大きく見積もっていると考えられ、逆に「何分前には目的地に到着しているか」>「遅延許容時間」の場合は遅延によるリスクを低く見積もっていると考えられる。（図2参照）

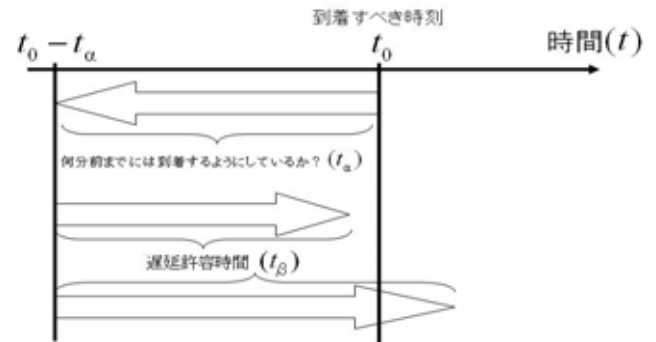


図2 時間に関する単語の説明

アンケートの結果から目的別に両項目を比較した場合、通勤以外の業務では2つの項目に大きな差は見られないが、その他4つの目的においては遅延許容時間が上回っている（図3）。ここで、遅延許容

時間を表す許容遅延と何分前には目的地に到着するようにしているかを表す行動余裕時間に分けて、それぞれ各目的の母平均に差がないという仮説のもと分散分析を行った。その結果、許容遅延、行動余裕時間ともに有意水準1%で仮説が棄却された。特に多重比較によって「通勤以外の業務」と「買い物」の間には許容遅延と行動余裕時間のどちらにも有意的な差があることがわかった。また、各目的別に分けて許容遅延と行動余裕時間の間に差がないという帰無仮説を立てて検定を行ったところ、「通勤以外の業務」では有意水準5%で、それ以外の目的においては有意水準1%で仮説が棄却された。このことから、通勤や業務がそれ以外の目的より時間的制限が厳しいために、遅延のリスクも大きく見積もられているものだと考えられる。

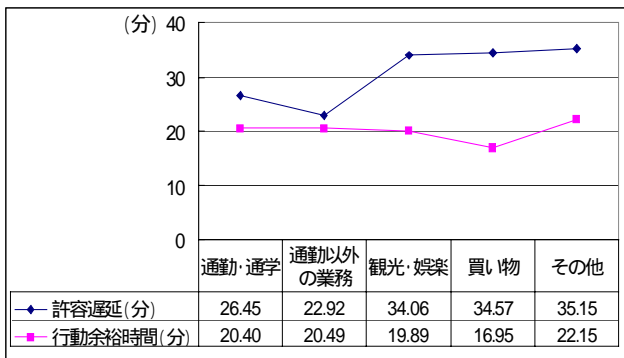


図3 目的別の許容・行動遅延時間

4.3 遅延に関する認知 平均遅延時間

各交通機関に遅延が発生した場合、平均してどれ位遅れるかを、回答者の体験・考えに基づいて書いて貰った。データの平均は表5の通りである。

表5 予想平均遅延時間

常磐線	T X	高速バス	自家用車
21.7分	14.6分	36.3分	39.3分

鉄道と車で大きく二つに分かれた。累積分布は鉄道(常磐線及びTX)と道路交通(高速バス及び自家用車)で、大きく二分別することが出来る。図4にその結果を示す。

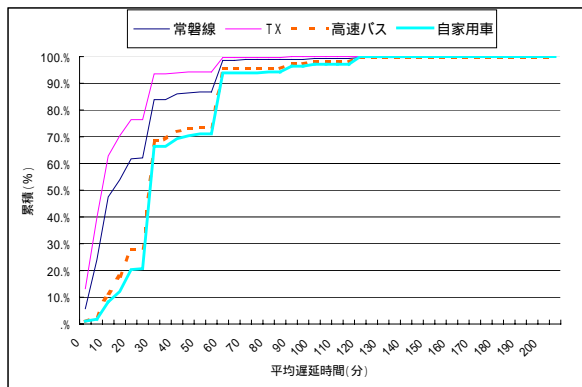


図4 予想平均遅延時間の累積分布

最大遅延時間

同じ質問を、遅延が発生した際の最大遅れ時間についても質問した。平均値を表6に、累積分布を図5に示す。

表6 予想最大遅延時間

常磐線	T X	高速バス	自家用車
73.2分	47.3分	96.6分	94.8分

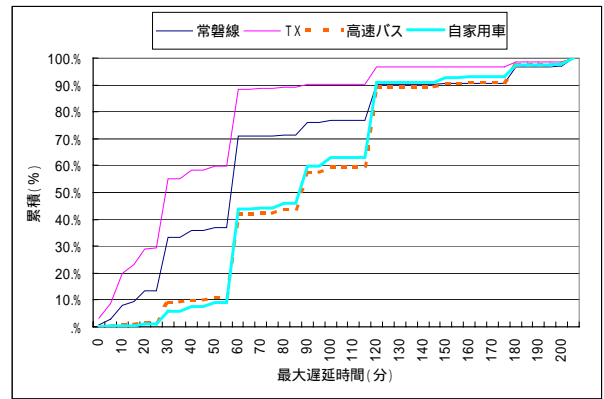


図5 予想最大遅延時間の累積分布

累積分布をみると、常磐線とTXの間に、平均遅延時間では見られなかった大きな差を見る事が出来る。TXはまだ開通したばかりで、大きな遅延がほとんど起こっていないことが原因であると考えられる。

遅延可能性

自家用車の遅延の可能性を100とした時に、回答者の考える各交通機関の遅延の可能性を数字で記入してもらった。結果は表7の通りである。

表7 遅延可能性(小:低い 100 大:高い)

常磐線	T X	高速バス	自家用車
41.9	21.6	102.8	100.0

道路交通に対して鉄道の数値が低いのと同時に、鉄道間でもTXに対する数値は常磐線のおよそ半分になった。

4.4 交通手段別に見た遅延許容時間と遅延に関する認知

交通手段別に許容遅延を見ると、電車に比べ高速バス、自家用車の遅延許容時間が大きいことがわかる(図6)。このことは、交通手段別の許容遅延で分散分析を行い、各目的の母平均に有意水準1%で差があることからいえる。次に、交通手段別に行動余裕時間の項目について平均時間を調べて分散分析を行ったが、この項目についてはつくばエクスプレスと高速バスの間にだけ有意水準1%で差が見られた。また、各交通機関に遅延が発生した場合、平均してどれ位遅れるか(予想遅延)についても、分散分析を行ったところ、全ての交通手段間において有意水準1%で差が見られた。そして、各交通手段別に分けて許容遅延、行動余裕時間、予想遅延の間に差が見られるか分散分析を行ったところ、全ての交通手段で有意水準1%の差が見られた。

ここまでの結果から、つくばエクスプレスが各項目とも低い値をとっているが、これは今までに大きな遅延を生じさせたことがないために、利用客が信頼を寄せているものと考えられる。また、他の3つの交通手段と違って、予想遅延が行動余裕時間より低くなっているところからも、いざ遅延が起きたときにそれほど大きな遅延にはならないだろうと利用客が考えていることがわかる。

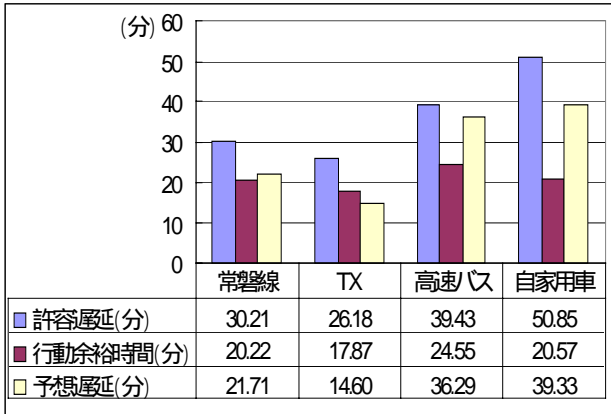


図6 交通手段別の遅延の意識

4.5 事故に対する認知

事故に対する不安感

各交通機関を利用する際、回答者が事故に遭うかもしれないという不安感を「1」が最小、「5」が最大の5段階で調べた。各回答者の平均値は表8の通りである。

表8 事故に対する不安感(1:最小 5:最大)

常磐線	TX	高速バス	自家用車
2.2	1.9	3.1	3.4

ここでもTXの数値の低さが際立つが、踏切が無い事等の設備に対する信頼感の表れだと思われる。

事故の可能性

自家用車の死亡事故の可能性を100とした時に、回答者の考える各交通機関の死亡事故の可能性を数字で記入してもらった。結果は表9の通りである。

表9 死亡事故の可能性(小:低い 100 大:高い)

常磐線	TX	高速バス	自家用車
33.1	25.6	64.9	100.0

不安感では大きな差は見られなかった高速バスと自家用車の間に、死亡事故の可能性については大きな開きが出た。これは公共交通機関である高速バスの安全性が反映されたものと思われる。

4.6 遅延と事故の相関について

遅延可能性と事故可能性について相関を取ってみたところ、結果は表10のようになった。

表10 遅延可能性と事故可能性の相関係数

常磐線	TX	高速バス	全体
0.56	0.58	0.39	0.64

常磐線やTXの値が大きくなったのは、鉄道において遅延が発生する場合、その多くは事故が関係しているという意識が表れたためだと考えられる。高速バスについては高速道路の渋滞が遅延の主な原因と考えたために、事故との相関があまり高くなかったと推測できる。

図7に示すのは、「各交通手段で遅延が発生する場合の原因は何だと思いますか」との質問に答えてもらった結果である。この図からも、高速バスと自家用車の予想遅延発生原因がほぼ渋滞である事が読み取れる。なお、鉄道に関しては、常磐線が人身事故による遅延が過半数を占めたのに対し、つくばエクスプレスでは路線トラブルと車両トラブルが半数近くを占め、同じ鉄道間でも違いが見られた。

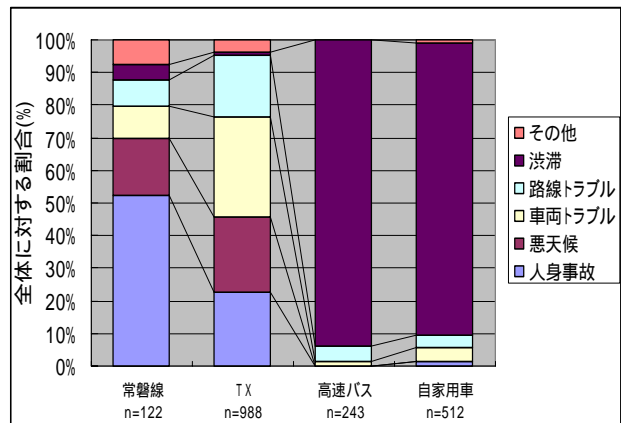


図7 手段別の予想遅延発生原因

4.7 JR福知山線脱線事故に対する意識

意識の変化

福知山線の脱線事故が発生した後どの位の間、電車に乗ることに不安に思ったかを回答してもらった。結果は図8の通りである。

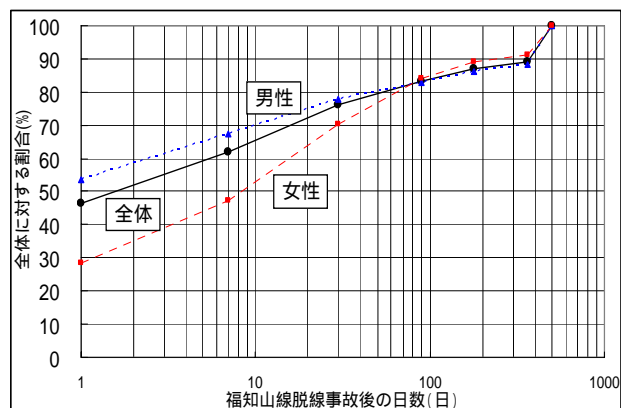


図8 電車に対する不安の変化

定常的に減少を続けているが、未だ1割程度の人が不安に思っている事が分かる。

なお性別での違いを比較すると、女性の方が事故後に不安に思っていた期間が長いようである。しかし現在はほぼ同じ様な割合を示している。

1両目に対する不安

福知山線の脱線事故の後では、1両目に乗るのを避けるようになったかを、「1：特に気にしない」から「5：必ず避ける」までの5段階で調べた。結果は図9の通りである。「1」と「2」にマルをつけた人が約7割にも上るが、「5：必ず避ける」とした人も約15%程度いる事が分かった。

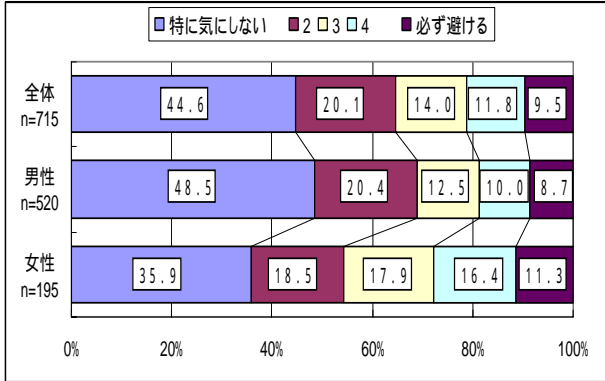


図9 1両目に乗る事に対する意識

事故後の不安と1両目を避ける事との関連性

上記の と の項目の関連を調べた。結果を図10に示す。やはり事故後に不安に思っていた期間が長い人程、電車に乗る際に1両目を避ける傾向であることが分かる。

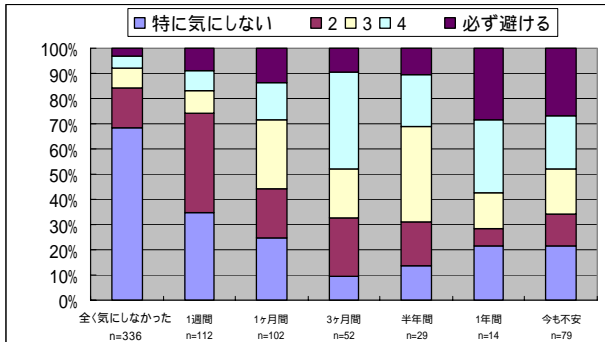


図10 事故の意識と1両目に対する不安

4.8 交通手段の変化

上記の結果から、遅延の意識が交通手段別、目的別に違いがあることや、事故の意識も交通手段別で違いがあることがわかった。しかし、目的別の交通手段選択の分布には、遅延の意識が反映しているような変化は明らかにすることが難しかった。この理由のひとつとしては、元々、他の交通手段よりTXの利用者が多いことがあげられる。

そこで行きと帰りでの交通手段を回答者の住所別に調べたところ、図11のような結果になった。行きでは荊崎地区を除くつくば市域でつくばエクスプレスの利用割合が70%台となっているのに対し、牛久市に隣接する荊崎地区やつくば市外では常磐線の占める割合が30%を超える。一方、帰りではつくばエクスプレスの利用割合が軒並み減少し、その分高速バスの利用者が増加している。特に、高速バスの停留所を含む桜地区では、つくばエクスプレスの利用割合が45%であるのに対し、高速バスが50%を占めている。

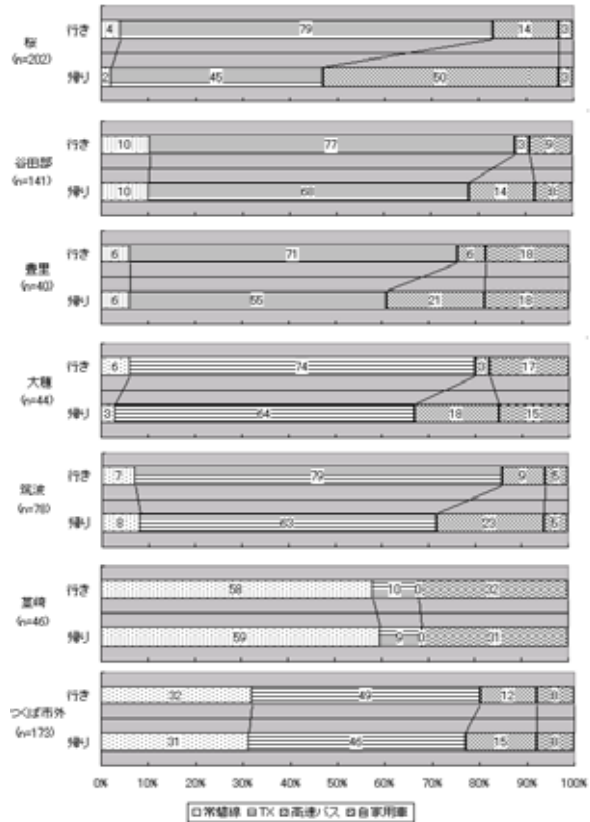


図11 帰りの交通利用分担率

行きにつくばエクスプレス、帰りに高速バスを選択する理由の上位項目を表11に示す。行きでは時間を重視する人が多いのに対し、帰りではゆっくり座って帰れる快適性を優先する人が多かった。第2位のその他に含まれる内容としてほとんどの人が、「自宅が停留所に近い」と答えた。また、高速バスでは1日割引券や1WEEK割引券などを発行しているため、金額面にも優れている。このように、行きと帰りでは重視する要素が変わっていることを見てとれる。

表11 行き帰りの利用交通選択理由上位3項目

行きTX		帰り高速バス	
1位	所要時間 84.5%	1位	快適さ 59.2%
2位	定時性 31.8%	2位	その他() 23.4%
3位	快適さ 25.9%	3位	金額 23.0%

自宅が停留所に近い等
 帰りでは「所要時間」よりも「快適さ」を重視する部分に、遅延の意識も関係しているのではないかと考えられる。利用者は、高速バスがTXとくらべて遅延の可能性や遅延時間が大きいことは意識している(表5、表6、表7)。それでも高速バスを利用するということは、帰りは遅延に対するリスクが低いことから、「定時性、所要時間」=「遅延のリスク」と「快適さ」のトレードオフがなされていると考えられる。

4.9 数量化 類による判別結果

数量化2類の手法を用いて、各交通手段の利用者がどのような要因を元に交通手段を選択しているかを考察した[4]。目的変数に交通手段、説明変数に交通手段の選択理由(質問3-1より)、遅延許容

時間、住所をとって解析を行った。表 12 には求めた各軸の相関比の値を示す。値より、相関比の高い第 1 軸と第 2 軸に着目して考察を行う。なお、目的変数の決定要因となる説明変数のカテゴリースコアを両軸に関してまとめたものが表 13 である。

表 12 各軸の相関比

第 1 軸	第 2 軸	第 3 軸
0.5360	0.2764	0.1381

表 13 説明変数のカテゴリースコア

説明関数	第1軸	第2軸	
選択理由	時間	-0.5216	-0.0628
	金額	0.5221	-0.3136
	快適	0.2007	-0.6718
	本数	-0.2833	1.1635
	定時	-0.4511	0.1659
	その他	-0.0703	0.2893
遅延許容時間(分)	0~10	-0.2661	0.0697
	11~20	-0.1556	0.1366
	21~30	-0.0369	-0.0794
	31~40	0.7149	-0.2100
	41~50	1.1361	-0.2785
	51~60	0.2698	0.0617
	71~80	1.8293	-2.0981
	81~90	0.9052	-0.6814
	90~	1.0379	-0.4289
	桜	-0.0046	-0.6097
在住地区	谷田部	-0.1394	-0.1262
	豊里	-0.2325	-0.2781
	大穂	-0.0737	-0.4720
	筑波	-0.1270	-0.6200
	荳崎	0.4794	1.6761
	市外	0.1629	1.0321

選択理由に関して

所要時間短さと定時性が第 1 軸のマイナス方向に、金額の安さがプラス方向に該当する事が分かった。

また、本数の多さが第 2 軸のプラス方向に、快適さが第 2 軸のマイナス方向に存在する事が分かる。

遅延許容時間について

遅延時間が短いものほど第 1 軸のマイナス方向にあたり、長くなるほどプラス方向に向かう事が分かる。また長くなるにつれ、第 2 軸の値はマイナス方向に作用する。

在住地区

荳崎のみが第 2 軸において突出していることが分かる。荳崎以外の地区は似通った箇所に集中して散布している。その中でも谷田部の値が一番大きく、筑波の値が一番小さい事から、南北方向の地理的な要因を表しているようにも考察出来る。

表 14 に各交通手段を選択者の平均値を、図 12 ではをプロットした散布図を示す。また、説明変数の散布も併せて表記した。なお、この数量化 類による的中率は 71.5% となった。

表 14 各交通手段選択者の平均値

	第1軸	第2軸	第3軸
常磐線	0.3482	1.2129	-0.1223
TX	-0.5139	-0.1491	-0.0043
高速バス	1.3881	-0.6041	-0.7801
自家用車	1.1278	-0.2343	0.7161

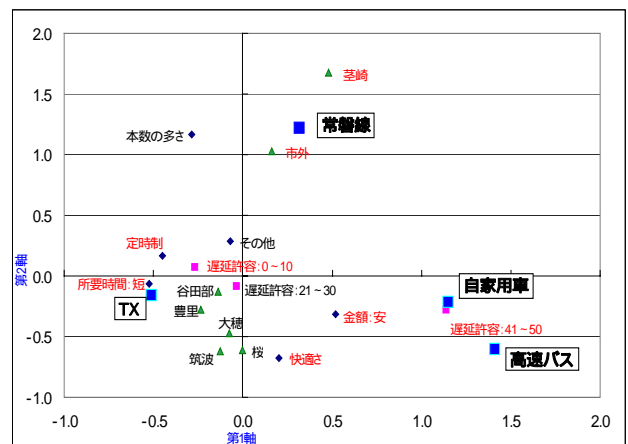


図 12 目的関数と説明関数の分布

この結果から、主に第 1 軸が「時間（所要時間、遅延）を優先するか、金額や快適さを優先するか」を示す軸であり、TX と高速バスや自家用車が分けられ、第 2 軸が「地域」を表す軸で、常磐線が分けられることがわかる。また、遅延が小さいことは所要時間や定時性と同ベクトルの要因であり、遅延が大きいことが快適さなどと同じ向きであることがわかる。これはこれまでの考察結果と一致し、遅延という要因も行動選択に影響を与えていると考えられる。

5 まとめ

本研究では、つくば市周辺から東京へ向かう際の交通手段について、目的別、交通手段別の遅延の意識や事故の意識について調査した。その結果、目的別や交通手段別に、遅延の許容時間など、遅延のリスク認知に差が見られることがわかった。また、遅延のリスク認知が行動選択の要因として影響を与える可能性があることを示した。交通手段の遅延がコントロールできるとすれば、この結果を政策分析の基礎データとしても活用していける可能性がある。しかし今回は、実際の遅延のデータを各機関に問い合わせたが入手することができなかったため、実際の遅延と認知との差や遅延リスクと金額とのトレードオフといった面までは調査できなかった。

参考文献

- [1] 土木学会編：交通需要予測ハンドブック 技報堂出版。
- [2] 大澤厚彦，川北米良：新宿 - 奈良間夜行高速バス利用者の意識調査について 土木学会第 46 回年次学術講演会(平成 3 年 9 月)。
- [3] 川島令三：なぜ福知山線脱線事故は起こったのか 草思社。
- [4] 菅民郎：多変量解析の実践 下 現代数学社。