

# 所要時間の認知に基づくセーフティーマージンの要因分析<sup>\*1</sup>

## On the Commuter's Safety Margin and Perceived Travel Time Uncertainty <sup>\*1</sup>

牛若健吾<sup>\*2</sup>, 菊池輝<sup>\*3</sup>, 北村隆一<sup>\*4</sup>

By Kengo USHIWAKA<sup>\*2</sup>, Akira KIKUCHI<sup>\*3</sup> and Ryuichi KITAMURA<sup>\*4</sup>

### 1. はじめに

社会機能・経済機能が集中する都市部では、通勤時間帯に交通が集中し、道路交通システムは著しくサービス水準を低下させてしまっている。ハード的な施策が経済的にも物理的にも不可能といえる今日では、ソフト的な施策の効果が期待され、フレックスタイム、時差出勤といった施策が実行されている。そのような施策により実際の所要時間の短縮と安定が実現した場合には、通勤者の認知所要時間分布も変容し、変容した認知に伴って出発時刻の決定が行われると考えられる。しかし、その検証を支持しうるデータを取得することが困難なことから、実際の所要時間・認知所要時間のどちらか一方を用いた出発時刻選択分析が主流となっている。

通勤出発時刻選択では、勤務開始時刻という制約が存在するため、通勤者は出発時刻を決定する際に、認知所要時間のばらつきを考慮して到着時刻にある程度余裕を持たせていると考えられる。

Hall<sup>1)</sup>はこの余裕時間をセーフティーマージンとして定義し、遅刻ペナルティの大きさと早く出発することの不効用を最小化するように出発時刻を決定すると仮定している。Hallが提案したセーフティーマージンを用いて出発時刻選択の分析を行った研究は幾つか積み重ねられており、重要な知見が報告されている<sup>2)3)</sup>。

ところで、Hallの定義よりセーフティーマージンは通勤所要時間の不確実性に対する意思決定者の態度を表す指標の一つであると捉える事が可能である。認知所要時間とセーフティーマージンの関係は明らかになりつつあるものの<sup>4)5)</sup>、認知所要時間のばらつきと通勤者が実際に経験している通勤所要時間との関係は明らかになっていない。不確実性下において、通勤者は所要時間のばらつきをどのように捉えているのであろうか。

以上の考察から、本研究では通勤行動で実際に経験する所要時間の不確実性と認知する所要時間の不確実性との関係を明らかにすることを目的とする。また、Hallの定義から「セーフティーマージンは通勤者が認知

する所要時間の不確実性に対する対応である」と解釈することが出来るが、実際にセーフティーマージンは認知する所要時間の不確実性に対応して設けられているのかどうかを回帰分析により検討する(図1)。

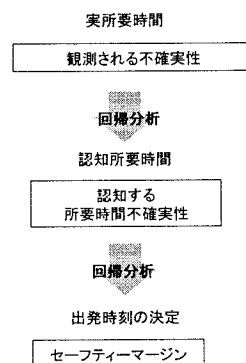


図1 本研究の概念間の関係

図1で示した分析を行うため、本研究では6週間のダイアリーアンケート調査票と、普段の通勤行動調査票を同一被験者に配布した。これら調査の詳細については、2. で述べる。

分析に際して、本研究では次の2つの仮定をおく。

**仮定 1:** 6 週間のダイアリーアンケート調査への回答より推定された通勤所要時間は、実所要時間を示すものとみなすことができる。

**仮定 2:** 普段の通勤行動調査の回答により得られた認知所要時間の最大最小幅は、認知する所要時間の不確実性の指標とみなすことができる。

**仮定 1**については、一般に調査で報告されるトリップ時間長は誤差を含むということが問題として挙げられる。しかし、ここでは報告された出発時刻と到着時刻の差から所要時間を割り出していること、さらに通勤トリップを対象としているため、出発、到着時刻は比較的正確に記憶されていると期待されることから、推定された所要時間は比較的正確なものと考えられる。その一方、被験者が時分に関して丸めて出発到着時刻を回答してしまうことで生じる誤差が考えられる。この場合、出発・到着時刻の差として所要時間が推定されているため、丸め誤差の結果として推定所要時間に系統的な偏りが生じるとは考えられない。ただ、これにより所要時間の分散が実際よりも大きく示されるこ

<sup>\*1</sup> キーワーズ：出発時刻選択、不確実性、セーフティーマージン

<sup>\*2</sup> 正員，工修，大阪府

<sup>\*3</sup> 正員，工博，京都大学大学院工学研究科

<sup>\*4</sup> 正員，Ph.D.，京都大学大学院工学研究科

(京都市左京区吉田本町，TEL075-753-5136)

とは避け得ないだろう。これらの問題点にもかかわらず、本研究では出発時刻と到着時刻の差から所要時間を求めるという方法が採られているのは、これに勝る実用的な方法を採用することができなかったからである。

プローブの使用により精確に出発到着時刻を測定することは可能であるが、当調査の時間的枠組みの中でその採用は不可能であった。今後、より精確な所要時間の測定値を用い、本研究から得られた知見が検証されさらに展開されることを期待する次第である。

仮定 2が掲定された理由は、通勤者が認知する所要時間の不確実性をアンケート調査により計測することは極めて困難であるという点にある<sup>6)</sup>。統計的には所要時間の分散により不確実性を表すことができるが、被験者から通勤所要時間の分散についての信憑性のある解答を期待することは全く現実的ではない。一方、林<sup>7)</sup>、田中<sup>8)</sup>は認知する所要時間の不確実性を観測するにあたり、認知所要時間の幅に着目している。本研究ではこれらの研究に倣い、仮定 2を設けている。

このように掲定した2つの仮定にもとづき、通勤者がどのように所要時間の不確実性を認知し、セーフティーマージンをとっているのかを以下に段階的に検証していく。

## 2. 実験概要

本研究で用いるダイアリーアンケート調査では、まず平成16年1月に阪神高速13号東大阪線長田料金所を東大阪・奈良方面から大阪方面へ通過する普通車両を対象に実験参加者を募集する事前アンケートを行った。次に、事前調査アンケートにて実験参加意思がある被験者の中からランダムに抽出した被験者に、ダイアリーアンケート調査を配布した。事前調査アンケートは同料金所にて10,000通配布し、672通（うち参加希望者542）を郵送にて回収した。ダイアリーアンケート調査は、平成16年1月26日から3月5日の6週間の平日を対象として、一日の最初の移動について回答を要請したものである。ダイアリーアンケート調査は参加希望者542名の中からランダムに抽出した346名に郵送配布し、232通回収した（回収率67%）。

さらに本研究では、ダイアリーアンケート調査の被験者に対して普段の通勤行動調査を後日配布し、郵送にて回収した。普段の通勤行動調査の目的はダイアリーアンケート調査データとの比較を行うためであり、通勤交通手段毎の認知所要時間に関して詳細に尋ねている。普段の通勤行動調査は346名に郵送配布し、236

通回収した（回収率68%）。ダイアリーアンケート調査、普段の通勤行動調査の両方の回答を得られた被験者は224名であった。

## 3. 分析に用いるデータ

本調査では、回答日の最初の移動について回答を要請したが、本研究ではその中から自宅から普段の勤務先に通勤目的で移動した回答についてのみ分析を行った。ダイアリーアンケートと普段の通勤行動調査により得られるデータの中から用いる変数の定義を以下にまとめる。

◇ダイアリーアンケートにより得られる変数

$t_d^n$ : 第 $n$ 日の回答出発時刻

（ダイアリー出発時刻）

$t_a^n$ : 第 $n$ 日の回答勤務地到着時刻

（ダイアリー到着時刻）

$l'$ : 第 $n$ 日の自宅から勤務先への所要時間 ( $t_a^n - t_d^n$ )

（ダイアリー所要時間）

$t_{max}$ : ダイアリー期間中の  $l'$  の最大値

$t_{min}$ : ダイアリー期間中の  $l'$  の最小値

◇普段の通勤行動調査により得られる変数

$T_d$ : 普段の通勤での出発時刻

$T_p$ : 普段の通勤での勤務地到着時刻

$T_w$ : 普段の通勤での勤務開始時刻

$T$ : 自宅から勤務先までの認知所要時間 ( $T_p - T_d$ )

$SM$ : セーフティーマージン ( $T_w - T_p$ )

$T_{max}$ :  $T_d$ に出発して通勤したときの最大所要時間

$T_{min}$ :  $T_d$ に出発して通勤したときの最小所要時間

$L$ : 最大所要時間 $T_{max}$ と最小所要時間 $T_{min}$ の差

（認知最大最小幅）

なお、ダイアリー所要時間 $l'$ はダイアリー到着時刻と出発時刻の差異から推定したものであり、 $T_{max}$ 、 $T_{min}$ は、回答者が $T_d$ に出発して通勤した場合にこれまで経験した中で最大の所要時間・最小所要時間を尋ねたものである。

## 4. 基礎集計結果

### 1) 基礎統計量

ダイアリー所要時間の平均値、普段の通勤行動調査により取得した認知所要時間、セーフティーマージン、認知最大最小幅の基礎統計量を表 1に示す。阪神高速13号を利用して通勤する場合には、他の交通手段より

もセーフティーマージンを大きく取る傾向があり、認知最大最小幅も大きい傾向が見える。しかし、認知所要時間は、13号利用者よりも、13号以外の自動車利用者の方が大きくなっている。セーフティーマージンの大きさは平均所要時間に依存することが報告されているが<sup>23)</sup>、13号利用者のダイアリー平均所要時間は13号以外の自動車利用の被験者よりも大きい。

表1 基礎統計量

|                                  |            | 平均<br>(min) | 標準偏差<br>(min) | 度数<br>(人) |
|----------------------------------|------------|-------------|---------------|-----------|
| ダイアリー平均所要時間<br>( $t^n$ の個人毎の平均値) | 阪神高速13号利用  | 55.9        | 16.1          | 107       |
|                                  | 13号以外自動車利用 | 42.8        | 26.3          | 40        |
|                                  | 公共交通利用     | 67.5        | 24.6          | 37        |
| 認知所要時間<br>( $T$ )                | 阪神高速13号利用  | 63.5        | 21.6          | 154       |
|                                  | 13号以外自動車利用 | 75.3        | 35.9          | 175       |
|                                  | 公共交通利用     | 73.9        | 25.7          | 167       |
| セーフティーマージン<br>( $SM$ )           | 阪神高速13号利用  | 25.0        | 28.3          | 116       |
|                                  | 13号以外自動車利用 | 20.5        | 25.0          | 132       |
|                                  | 公共交通利用     | 20.0        | 22.6          | 124       |
| 認知所要時間最大最小幅<br>( $L$ )           | 阪神高速13号利用  | 47.6        | 23.0          | 152       |
|                                  | 13号以外自動車利用 | 37.3        | 24.4          | 135       |
|                                  | 公共交通利用     | 15.4        | 12.6          | 124       |

## 2) 出発時刻・到着時刻・所要時間

次に、通勤者それぞれが認知している普段の通勤行動と日々の通勤行動との関係を交通手段毎に概観することを目的として、基礎集計を行った(表2-1～表2-3)。

表2-1 ダイアリー到着時刻－勤務開始時刻 ( $t_a^n - T_w$ )

|            | 平均<br>(min) | 標準偏差<br>(min) | 度数<br>(人・トリップ) |
|------------|-------------|---------------|----------------|
| 阪神高速13号利用  | -10.6       | 56.8          | 1,208          |
| 13号以外自動車利用 | -24.2       | 51.0          | 303            |
| 公共交通利用     | -27.1       | 38.3          | 219            |

表2-2 ダイアリー出発時刻－普段の通勤出発時刻 ( $t_d^n - T_d$ )

|            | 平均<br>(min) | 標準偏差<br>(min) | 度数<br>(人・トリップ) |
|------------|-------------|---------------|----------------|
| 阪神高速13号利用  | 4.58        | 38.0          | 1,389          |
| 13号以外自動車利用 | -1.02       | 40.8          | 281            |
| 公共交通利用     | -1.71       | 29.4          | 234            |

表2-3 ダイアリー所要時間－認知所要時間 ( $t^n - T$ )

|            | 平均<br>(min) | 標準偏差<br>(min) | 度数<br>(人・トリップ) |
|------------|-------------|---------------|----------------|
| 阪神高速13号利用  | -3.61       | 13.3          | 1,359          |
| 13号以外自動車利用 | -4.75       | 13.4          | 278            |
| 公共交通利用     | -2.62       | 8.58          | 222            |

表2-1では、平均値が負の値をとっており、通勤者は勤務開始時刻に対してある程度の余裕を持って到着していることを示している。

表2-2を見ると、ダイアリーアンケート調査期間中に13号を利用して通勤をした場合には、普段の出発時刻よりも平均でおおよそ5分遅く出発している傾向が見て取れた。表2-3でのダイアリー所要時間と認知所要時間との差異と併せて考えると、13号を利用して通勤する被験者は13号以外の経路を自動車通勤する被験者よりも、所要時間を幾分か正確に認知出来ており、そ

の分出发時刻を遅らせて通勤しているという推察が得られる。

## 3) 分散の集計

ダイアリーでの回答と普段の通勤行動調査の回答の差異の標準偏差は、分散が被験者内によるもの(級内分散)と被験者間によるもの(級間分散)の和であることから、以下では総分散を級内分散・級間分散に分割し(表3)考察を進めていく。

表3  $t_a^n - T_w$ ,  $t_d^n - T_d$ ,  $t^n - T$ の級間分散・級内分散

|               | 級間分散       | 級内分散    | 全分散    | $N$     |
|---------------|------------|---------|--------|---------|
| $t_a^n - T_w$ | 阪神高速13号利用  | 2395.39 | 826.89 | 3222.28 |
|               | 13号以外自動車利用 | 1651.35 | 938.11 | 2589.46 |
|               | 公共交通利用     | 1116.77 | 339.92 | 1456.69 |
| $t_d^n - T_d$ | 阪神高速13号利用  | 484.67  | 960.17 | 1444.84 |
|               | 13号以外自動車利用 | 739.15  | 919.04 | 1658.19 |
|               | 公共交通利用     | 579.31  | 280.59 | 859.90  |
| $t^n - T$     | 阪神高速13号利用  | 79.43   | 97.29  | 176.72  |
|               | 13号以外自動車利用 | 153.17  | 24.84  | 178.01  |
|               | 公共交通利用     | 37.28   | 36.05  | 73.33   |

ダイアリー到着時刻と勤務開始時刻との差異( $t_a^n - T_w$ )の分散は、全ての交通手段で級内分散よりも級間分散の影響が大きい。勤務開始時刻に対する余裕時間は、day to dayで大きく変わるものではなく、個人間で異なる性質を持つものであるといえるだろう。

ダイアリー出発時刻と普段の通勤出発時刻との差異( $t_d^n - T_d$ )の分散は、公共交通利用と自動車利用とで傾向が異なり、公共交通利用ではday to dayの分散よりも個人間の分散が大きいのに対し、自動車利用の場合では、13号利用・13号以外の経路利用にかかわらず、級間分散よりも級内分散の方が、すなわちday to dayの分散が大きい事が見て取れる。

ダイアリー所要時間と認知所要時間との差異( $t^n - T$ )の分散は、利用交通手段によって大きく異なっている。表2-3と併せて考察すると、13号以外を利用している通勤者は、平均してダイアリー所要時間よりも認知所要時間が大きく、個人毎の差のばらつきも大きい。

## 5. 所要時間不確実性の認知

普段の通勤行動調査で取得した認知所要時間の最大最小幅( $L$ )は、交通手段の所要時間分布を示すパラメータの一つであり、不確実性がどのように認知されているのかを表す指標として捉えることが可能であるというのが本研究の仮定である。ここでは、ダイアリーアンケート調査の報告出発到着時刻から推定したダイアリー所要時間の平均値・標準偏差や個人属性と、上記の認知所要時間の最大最小幅との関係についての重回帰分析を行った。

## 1) 実所要時間最大最小幅の回帰分析

認知所要時間最大最小幅  $L$  の回帰分析についての分析を行う前に、推定所要時間の最大最小幅に影響を与える要因を分析する。ダイアリー調査期間 6 週間中の推定所要時間の最大値と最小値との差異を交通手段ごとに求め、これを「ダイアリー所要時間最大最小幅」と呼ぶこととする。表 4 は、ダイアリー所要時間最大最小幅を被説明変数、性別、ダイアリー所要時間の平均値、ダイアリー所要時間の標準偏差を説明変数として、交通手段毎に回帰分析を行った結果である。

表4の回帰分析では、安定したダイアリー所要時間の標準偏差推定値を得るため、ダイアリー調査でそれぞれの交通手段について11回以上の回答があった被験者を分析対象とした。そのため、一般道路利用と公共交通利用のサンプル数は小さくなっている。

表4から、ダイアリー所要時間最大最小幅は、全ての交通手段でダイアリー所要時間の標準偏差のみと有意に相関を持つことが分かる。すなわち、通勤者が経験する所要時間の最大最小幅は、所要時間の標準偏差と正の相関を持っている事が示唆されている。

表 4 ダイアリー所要時間最大最小幅の回帰分析結果

| 交通手段       | 説明変数                    | Coef.   |         | t-stat  |
|------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|            |                         | B       | $\beta$ |         |
| 阪神高速 13 号線 | 定数                      | -4.17   |         | -0.582  |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | 4.06    | 0.0788  | 1.01    |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | -0.0497 | -0.0342 | -0.447  |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 4.21    | 0.888   | 11.2 ** |
|            | N                       |         | 52      |         |
|            | F(3,48)                 |         | 45.8 ** |         |
|            | R <sup>2</sup>          |         | 0.741   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.725   |         |
|            | 定数                      | -1.20   |         | -0.222  |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | 2.99    | 0.0944  | 0.687   |
| 13号以外自動車利用 | ダイアリー所要時間の平均値           | -0.0816 | -0.153  | -0.910  |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 3.43    | 0.952   | 5.67 ** |
|            | N                       |         | 17      |         |
|            | F(3,13)                 |         | 13.5 ** |         |
|            | R <sup>2</sup>          |         | 0.757   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.701   |         |
|            | 定数                      | 4.76    |         | 1.08    |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | -4.92   | -0.202  | -1.34   |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | 0.0227  | 0.0736  | 0.514   |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 1.91    | 0.847   | 5.83 ** |
| 公共交通       | N                       |         | 12      |         |
|            | F(3,8)                  |         | 15.6 ** |         |
|            | R <sup>2</sup>          |         | 0.854   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.800   |         |
|            | 定数                      | 4.76    |         | 1.08    |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | -4.92   | -0.202  | -1.34   |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | 0.0227  | 0.0736  | 0.514   |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 1.91    | 0.847   | 5.83 ** |
|            | N                       |         | 12      |         |
|            | F(3,8)                  |         | 15.6 ** |         |

B: 非標準化係数  $\beta$ : 標準化係数 \* $p=0.05$  \*\* $p=0.01$

## 2) 認知所要時間最大最小幅の回帰分析

次に通勤者が認知する所要時間の不確実性も、ダイアリー所要時間のばらつきにより有意に影響を受けているかどうかを検討する。ここでは、所要時間の不確実性の認知を表す指標であると仮定した認知所要時間最大最小幅、 $L$ 、を被説明変数として回帰分析を行い、

前節と同様にその影響要因を明らかにする。

ダイアリー所要時間の平均値・標準偏差、個人属性に関する変数を説明変数、普段の通勤行動調査により得られた認知最大最小幅 $L$ を被説明変数とする回帰分析を行った(表5)。表5の説明変数のうち、「ほぼ毎日利用ダミー」、「週に2-3回利用ダミー」、「月に2-3回利用ダミー」は、普段の通勤交通調査で得られたそれぞれの交通手段の利用頻度についての回答結果に基づくダミー変数である。

表 5 認知最大最小幅の回帰分析結果

| 交通手段       | 説明変数                    | Coef.   |         | t-stat  |
|------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|            |                         | B       | $\beta$ |         |
| 阪神高速 13 号線 | 定数                      | -11.6   |         | -0.574  |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | 6.61    | 0.0888  | 0.787   |
|            | 年齢                      | 0.0506  | 0.0207  | 0.206   |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | 1.07    | 0.600   | 5.64 ** |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | -0.176  | -0.0926 | -0.861  |
|            | ( $t^2-T$ ) 平均値         | -0.468  | -0.189  | -1.65   |
|            | ほぼ毎日利用ダミー               | -4.13   | -0.0698 | -0.353  |
|            | 週に2-3回利用ダミー             | -3.40   | -0.0549 | -0.278  |
|            | N                       |         | 78      |         |
|            | F(7,70)                 |         | 5.12 ** |         |
| 13号以外自動車利用 | R <sup>2</sup>          |         | 0.339   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.272   |         |
|            | 定数                      | 5.15    |         | 0.269   |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | -34.4   | -0.446  | -2.05 * |
|            | 年齢                      | 0.443   | 0.252   | 1.18    |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | 0.453   | 0.454   | 2.29 *  |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 1.43    | 0.190   | 1.10    |
|            | ( $t^2-T$ ) 平均値         | -0.703  | -0.425  | -2.59 * |
|            | 週に2-3回利用ダミー             | 13.4    | 0.325   | 1.54    |
|            | N                       |         | 27      |         |
| 公共交通利用     | F(6,20)                 |         | 3.96 ** |         |
|            | R <sup>2</sup>          |         | 0.543   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.406   |         |
|            | 定数                      | 20.6    |         | 1.57    |
|            | 性別ダミー (1:男性 0:女性)       | 11.9    | 0.310   | 1.57    |
|            | 年齢                      | -0.147  | -0.142  | -0.804  |
|            | ダイアリー所要時間の平均値           | -0.0611 | -0.129  | -0.755  |
|            | ダイアリー所要時間標準偏差           | 0.225   | 0.101   | 0.598   |
|            | ( $t^2-T$ ) 平均値         | -0.412  | -0.377  | -1.95   |
|            | ほぼ毎日利用ダミー               | -13.4   | -0.606  | -2.10 * |
| 公共交通利用     | 週に2-3回利用ダミー             | -11.5   | -0.465  | -1.54   |
|            | 月に2-3回利用ダミー             | -8.17   | -0.312  | -1.19   |
|            | N                       |         | 23      |         |
|            | F(8,14)                 |         | 2.79 *  |         |
|            | R <sup>2</sup>          |         | 0.615   |         |
|            | Adjusted R <sup>2</sup> |         | 0.394   |         |

B: 非標準化係数  $\beta$ : 標準化係数 \* $p=0.05$  \*\* $p=0.01$

表 5 から、阪神高速 13 号線、13 号以外自動車利用、公共交通の 3 つの交通手段によって回帰結果の傾向が異なっていることが見て取れる。阪神高速 13 号線の場合、認知所要時間最大最小幅はダイアリー所要時間の平均値とのみ有意に正の相関を持っており、ダイアリー所要時間の標準偏差とは有意な正の関係を見ることが出来なかった ( $p=0.05$ )。この傾向は 13 号以外自動車利用の回帰結果にも見られる。ダイアリー所要時間の平均値とダイアリー所要時間の標準偏差との相関係数は阪神高速 13 号線の場合には 0.34 ( $p>0.05$ )、13 号以外を利用して自動車通勤する場合には 0.32 ( $p>$

0.05)であり、両者に強い相関があるとはいえない。したがって、認知所要時間最大最小幅は実際に経験する所要時間の標準偏差ではなく、所要時間そのものに比例することを示唆する結果となった。

公共交通利用の回帰分析結果では、ダイアリー所要時間の平均値、標準偏差ともに認知所要時間最大最小幅との有意な関係を持たなかった ( $p=0.05$ )。有意な説明変数は、ほぼ毎日公共交通を利用している通勤者を示すダミーで、ほぼ毎日公共交通を利用する通勤者は公共交通の所要時間不確実性を小さく認知していることを示している。

これらの結果を要約すると、自動車利用の場合に認知される所要時間の不確実性は、所要時間の分散ではなくその平均値の大きさに影響されることが明らかとなった。すなわち、自動車通勤者は所要時間の分散を正確に認知している訳ではなく、所要時間の平均値が増大すれば不確実性が大きくなるように感じている事が示唆されている。

また、認知所要時間  $T$  と実際に経験する所要時間  $t_n$  との差の平均値は全ての利用交通手段で負となる傾向が示された ( $t$  値は 13 号以外自動車利用のみ有意)。この結果から、①実際に経験する所要時間よりも大きく所要時間を認知している被験者ほど認知する不確実性が大きい傾向がある、②所要時間の不確実性の大きい通勤者は所要時間の平均値を実際よりも大きく認知する、という 2 つの解釈が可能となるが、本分析からは、どちらの解釈が妥当であるかを断定することはできない。

## 6. 基準化したセーフティーマージンの回帰分析

交通手段毎に行った基礎集計(表1)では、セーフティーマージンは認知所要時間よりも認知所要時間最大最小幅と関連があることを示唆する傾向が見られたが、本節では、セーフティーマージンを被説明変数とする回帰分析を用いることでセーフティーマージンと認知所要時間最大最小幅との関係を検討する。

重回帰分析では、通勤所要時間が通勤者によってそれぞれ異なることを考慮し、認知所要時間  $T$  で除して基準化したセーフティーマージン ( $SM/T$ ) を被説明変数、個人属性や通勤行動調査により得られた認知所要時間の最大最小幅を同様に基準化した  $L/T$  を説明変数として投入した。

回帰分析結果を表6に示す。説明変数のうち、「勤務開始が9時前ダミー」は、勤務開始時刻 $T_w$ が9時以前である被験者を1とするダミー変数、「勤務開始が10時前

ダミー」は、勤務開始時刻 $T_w$ が9時以降、10時以前である被験者を1とするダミー変数である。

表6 基準化したセーフティーマージンの回帰分析結果

| 説明変数              | Coef.     |         | t値      |
|-------------------|-----------|---------|---------|
|                   | $B$       | $\beta$ |         |
| 定数                | -0.0702   |         | -0.407  |
| 性別ダミー             | 0.0460    | 0.0742  | 0.640   |
| 年齢                | -0.000543 | -0.0254 | -0.203  |
| 30代ダミー            | -0.0411   | -0.0745 | -0.617  |
| ほぼ毎日利用ダミー         | -0.0393   | -0.0819 | -0.533  |
| 週2-3回利用ダミー        | -0.0215   | -0.0383 | -0.266  |
| 年2-3回利用ダミー        | -0.251    | -0.219  | -1.87   |
| 勤務開始時刻9時以前ダミー     | 0.0474    | 0.0975  | 0.854   |
| 勤務開始時刻10時以前ダミー    | 0.150     | 0.248   | 1.97 *  |
| 基準化認知最大最小幅(=L/T)  | 0.226     | 0.344   | 2.88 ** |
| N                 |           |         | 88      |
| F(9,78)           |           |         | 2.16 *  |
| R <sup>2</sup>    |           |         | 0.200   |
| 修正 R <sup>2</sup> |           |         | 0.107   |
| 定数                | -0.0103   |         | -0.037  |
| 性別ダミー             | 0.0417    | 0.0304  | 0.271   |
| 年齢                | -0.000961 | -0.0269 | -0.217  |
| 30代ダミー            | -0.192    | -0.182  | -1.471  |
| ほぼ毎日利用ダミー         | 0.334     | 0.376   | 2.60 *  |
| 週2-3回利用ダミー        | 0.194     | 0.133   | 1.10    |
| 年2-3回利用ダミー        | 0.0258    | 0.0296  | 0.215   |
| 勤務開始時刻9時以前ダミー     | -0.0202   | -0.0243 | -0.202  |
| 勤務開始時刻10時以前ダミー    | 0.0486    | 0.0406  | 0.333   |
| 基準化認知最大最小幅(=L/T)  | 0.272     | 0.255   | 2.29 *  |
| N                 |           |         | 79      |
| F(9,69)           |           |         | 2.56 *  |
| R <sup>2</sup>    |           |         | 0.250   |
| 修正 R <sup>2</sup> |           |         | 0.152   |
| 定数                | 0.233     |         | 1.45    |
| 性別ダミー             | 0.0646    | 0.106   | 0.890   |
| 年齢                | -0.00187  | -0.106  | -0.759  |
| 30代ダミー            | -0.148    | -0.328  | -2.43 * |
| ほぼ毎日利用ダミー         | 0.0781    | 0.170   | 1.279   |
| 週2-3回利用ダミー        | -0.00698  | -0.0142 | -0.107  |
| 年2-3回利用ダミー        | -0.0204   | -0.0510 | -0.368  |
| 勤務開始時刻9時以前ダミー     | -0.0421   | -0.107  | -0.919  |
| 勤務開始時刻10時以前ダミー    | 0.0573    | 0.103   | 0.798   |
| 基準化認知最大最小幅(=L/T)  | 0.0106    | 0.0198  | 0.170   |
| N                 |           |         | 82      |
| F(9,72)           |           |         | 1.55    |
| R <sup>2</sup>    |           |         | 0.162   |
| 修正 R <sup>2</sup> |           |         | 0.058   |

B: 非標準化係数  $\beta$ : 標準化係数 \* $p=0.05$  \*\* $p=0.01$

表6の回帰結果では、自動車利用(阪神高速13号利用、13号以外自動車利用)の通勤ではセーフティーマージンと基準化した認知所要時間最大最小幅との間に正の有意な関係が見られ、通勤者は認知する所要時間不確実性に比例してより大きなセーフティーマージンを取っていることが確認できた。すなわち、Hallはセーフティーマージンが所要時間の分散の関数であると定義しており<sup>1)</sup>、それが観測にもとづくものであるか認知にもとづくものであるかは明記していないが、表6の回帰分析結果はセーフティーマージンが認知する所要時間のばらつきの変数の関数であるとする立場を支持している。

ダイアリー所要時間の分散が自動車利用に比べ小さ

い公共交通では、認知する不確実性とセーフティーマージンとの有意な関係は確認されず、自動車利用と傾向が異なっていた。また13号利用の場合の回帰結果では勤務開始時刻が午前10時以前であるダミー変数が正に有意な関係となっており、勤務開始時刻が10時より前の通勤者はセーフティーマージンを大きく取る傾向があることが分かった。

## 7. まとめ

本研究で行った分析のうち、表5の回帰分析結果では、自動車利用の場合、ダイアリーアンケート回答から推定された所要時間の標準偏差ではなく、それらの平均値が認知所要時間の最大最小幅に有意な影響を与えていることが明らかとなった。すなわち、自動車通勤者は所要時間のばらつきを正確に評価しているのではなく、所要時間の平均値が増大すると不確実性が増大しているかのように認知していることが示された。

特に、所要時間の不確実性が大きい阪神高速13号線利用を頻繁に利用する通勤者にこの傾向が強く見られた(表5)。一方、推定所要時間の標準偏差と平均の間の相関は弱いものでしかないため、推定所要時間の不確実性に比例して、不確実性の誤認知が大きくなるのではないかと推察される。

また、基準化したセーフティーマージンの回帰分析結果(表6)では、自動車通勤では基準化した認知所要時間最大最小幅が基準化セーフティーマージンと有意に正の相関を持っていた。総じて自動車通勤では、通勤者は所要時間の不確実性をバイアスを持って認知し、その認知にもとづきセーフティーマージンを取る、という構造が段階的に明らかとなった。この知見は、観

測される実所要時間により認知所要時間に基づく通勤者の意思決定行動を記述するという分析手法に疑問を投げかけるものである。

今後は、本稿にて記述した基礎分析をふまえて所要時間の不確実性がどのようなバイアスを持って認知されているのか分析を深めていくつもりである。

最後に、データ取得に多大なる貢献をしていただいた阪神高速道路公団ならびに交通システム研究所に心から感謝致します。

## 参考文献

- 1) Hall, R.W. : Travel outcome and performance the effect of uncertainty on accessibility, Transportation Research, Vol.17B, pp.275-290, 1983.
- 2) 内田敬, 飯田恭敬, 松下晃 : 通勤ドライバーの出発時刻行動の実証分析, 土木計画学研究・論文集, No. 10, pp. 39-46, 1992.
- 3) 松本昌二, 白水義晴 : 旅行時間の不確実性が時刻の指定された物資輸送に及ぼす影響, 土木学会論文集, 第353号, pp. 75-82, 1985.
- 4) 加藤文教, 門田博和, 浜田信二 : 道路の信頼性評価の簡便法, 土木計画学研究・論文集, No. 4, pp. 181-188, 1986.
- 5) Noland, R.B. and K.A. Small: Travel-time Uncertainty, Departure Time Choice, and the Cost of Morning Commuters, Transportation Research Record 1493, pp.150-158, 1995.
- 6) Cook, A.J., P. Jones, J.J. Bates, J. Polak and M. Haigh: Improved methods of representing travel time reliability in SP experiments, Proceedings 27th European Transport Forum, PTRC, London, 1999.
- 7) 林成卓: 経路途上での認知所要時間の変化を考慮した逐次的経路選択モデルシステムの構築, 京都大学工学研究科修士論文, 1998
- 8) 田中俊祐, 小川圭一, 宮城俊彦: 所要時間情報の不確実性による経路選択行動への影響に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No17, pp.559-566, 2000

## 所要時間の認知に基づくセーフティーマージンの要因分析

牛若健吾, 菊池輝, 北村隆一

本論文では、通勤者が所要時間の不確実性認知を考慮して、通勤者の出発時刻選択の重要な要因の一つであるセーフティーマージンの規定要因を明らかにするための回帰分析結果を示した。得られた分析結果により、通勤者は認知する所要時間の不確実性に基づきセーフティーマージンを設けていることを示された。しかし通勤者は必ずしも実所要時間の不確実性を正確に認知しているわけではないことも明らかになった。この結果は、これまで実所要時間を用いることがほとんどであった交通行動分析手法に疑問を投げかけるものである。

### On the Commuter's Safety Margin and Perceived Travel Time Uncertainty

By Kengo USHIWAKA, Akira KIKUCHI and Ryuichi KITAMURA

The relationships among actual commuting travel time and its variation, individual commuters' cognition of travel time and its uncertainty, and safety margin are examined in this study. The most important finding is that the cognition of uncertainty on travel time, as expressed by the difference between the maximum and minimum travel times that experienced by daily commuting has little to do with the variance of reported travel times. The study results suggest that the assumption that objective variation in travel time will represent the traveler's cognition of uncertainty may be entirely erroneous, and the individual's cognition of the uncertainty of travel time must be investigated more closely.