

所要時間信頼性情報の有効性に関する 実証的研究

石田 貴志¹・野中 康弘²・足立 智之³・朝倉 康夫⁴

¹正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: t_ishida@doro.co.jp

²正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: y_nonaka@doro.co.jp

³正会員 西日本高速道路株式会社 (〒530-0003 大阪市北区堂島1-6-20 堂島アバンザ19F)

E-mail: t.adachi.af@w-nexco.co.jp

⁴正会員 東京工業大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

E-mail: asakura@plan.cv.titech.ac.jp

所要時間信頼性情報は道路利用者の遅刻に対するリスク回避や、早着による時間損失の軽減に資する可能性が高い。本研究は都市間高速道路における所要時間信頼性情報提供の実現に向け、所要時間信頼性情報が道路利用者の出発時刻選択に及ぼす影響を調査した。具体的には、出発時刻に対する選好をSP調査により把握した上で、所要時間信頼性情報提供サイトを試行的に構築し、利用者の出発時刻変更行動をプローブパーソン調査により観測した。また、所要時間信頼性情報提供サイトの理解度や今後の活用意思を利用者意識調査より評価した。以上の調査分析の結果、所要時間信頼性情報が道路利用者の出発時刻選択に有効活用される可能性を示した。

Key Words :travel time reliability, inter-urban expressway, SP survey, probe person survey

1. はじめに

現在、新たな交通情報提供サービスとして、所要時間の不確実性を確率値として表す所要時間信頼性情報の提供が、都市高速道路を管理する首都高速道路(株)や阪神高速道路(株)で開始されている¹⁾²⁾。所要時間信頼性情報は、遅刻に対するリスク回避や、早着による時間損失の軽減に資する可能性が高く、利用者の利便性向上が図られていると考えられる。

所要時間信頼性情報と利用者行動の関係をみると、上坂ら³⁾は呉市中心部から広島空港の複数ルートを対象にSP調査を実施し、所要時間信頼性が経路選択に影響を与えることを明らかにしている。また、村上ら⁴⁾は所要時間信頼性の表現方法によって経路選択結果が異なることを分析している。その他、田名部ら⁵⁾の研究もあり、所要時間信頼性情報と経路選択に関する研究事例は多い。

一方、出発時刻選択行動についてみると、日下部ら⁶⁾は阪神高速道路利用者を対象としたSP調査を実施し、利用者が平均所要時間情報より所要時間信頼性情報を重視していること、所要時間信頼性情報が出発時刻の選択

に影響を与えることを示唆しているものの、都市間高速道路を対象とした研究は、筆者らが知る限りではない。所要時間信頼性情報を提供することで状況に応じた出発時刻の選択を促進できるのであれば、さらなる利便性の向上を図ることができる。

本研究は、都市間高速道路における所要時間信頼性情報提供の実現に向け、所要時間信頼性情報が道路利用者の出発時刻選択に及ぼす影響を分析することを目的とする。まず、出発時刻に対する選好をSP(Stated Preference)調査により把握し、都市間高速道路利用者が所要時間信頼性情報に反応することを検証する。

次に、所要時間信頼性情報提供サイトを試行的に構築し、プローブパーソン調査を実施することで、所要時間信頼性情報が実際に利用者の出発時刻変更行動に寄与することを実証する。

最後に、所要時間信頼性情報提供サイトの理解度や今後の活用意思を利用者意識調査より評価することで、所要時間信頼性情報が道路利用者の出発時刻選択行動に有効活用される可能性を検討する。

2. SP調査：所要時間信頼性情報への反応分析

(1) SP調査概要

本研究では、所要時間信頼性情報提供に伴う出発時刻の選好を把握するため、WEBアンケート調査(Closed型)を平成23年3月に実施した。

調査は、筆者らが予め設定した都市間高速道路の対象区間を月に1日以上通過している利用者を対象とする。対象区間は4区間設定し、区間1は都市間(長距離)、区間2は近都市間(中距離)、区間3は近都市間(近距離)、区間4は都市横断(中距離)とする。対象区間を4つに区分したのは、利用者属性にバリエーションを持たせるためであり、被験者数は1区間あたり約350名、4区間合計で1,432名である。また、調査内容は利用者属性と所要時間信頼性情報提供時の出発時刻変更状況としている。

区間1：東名 豊田JCT～名神 草津JCT(126km)

区間2：名神 瀬田東JCT～阪高 環状線(62km)

区間3：名神 京都南(上鳥羽)～阪高 環状線(48km)

区間4：名神 京都南(上鳥羽)～関西国際空港(87km)

(2) 出発時刻の調査方法

WEBアンケート調査では出発時刻に関する設問を2つ設定する。

1つ目の設問では図-1に示すように、必ず到着しなければならない目標到着時刻を指定した上で、平均所要時間と、平均所要時間で走行した場合に目標時刻に到着する出発時刻を提示し、その情報をもとに被験者が決定する出発時刻を調査する。図-1の例では、目標到着時刻が8:00、平均所要時間が120分、8:00に到着するための出発時刻が6:00である。また、被験者には目標到着時刻を8～10、12～14、16～18時の9つの時刻から無作為に3つ表示する。1被験者あたり3問設定するため、分析対象サンプル数は4,296サンプルとなる。

2つ目の設問では図-2に示すように、前問の平均所要時間情報に加えて、所要時間信頼性情報に基づく出発時刻とその所要時間情報を提示し、被験者が決定する出発時刻を調査する。このとき、各被験者に提示する目標到着時刻は前問と一致させているため、所要時間信頼性情報の提供に伴う出発時刻の変更状況が把握可能である。また、所要時間信頼性情報は、80%タイル値から100%タイル値まで5%刻みで5パターン設定し、被験者ごとに無作為に1パターンを表示する。提示する所要時間は仮定の値であり分布をもっていないため、%タイル値の種類とその所要時間に関係性はない。なお、設問の前に所要時間信頼性情報の考え方を被験者に説明している。

あなたが、出発地([A]IC 付近)から目的地([B]IC 付近)まで行く時、次の時刻に到着しなければならないとしたら、何時に出発しますか。

下記のように、過去のデータから作成された「平均所要時間」を出発前に検索できるとして、お答えください。

所要時間情報の検索条件

ICの指定
出発IC: A IC
到着IC: B IC
経由: 指定しない IC

到着時刻の指定
2023年 03月 14日
8時 00分に到着

検索 キャンセル

所要時間情報の検索結果

出発IC: A IC → 到着IC: B IC

検索結果	平均所要時間
所要時間	120分
出発時刻	6:00
到着時刻	8:00

グラフ表示

閉じる

上記は、「過去のデータによると、8:00に到着するためには、平均120分かかると平均的には6:00に出発すればよい」という検索結果を表しています。

この場合、あなたは何時何分に出発しますか。

▼時 ▼分 分に出発する

次へ>>

図-1 WEBアンケート調査画面(平均値のみ提供)

あなたが、出発地([A]IC 付近)から目的地([B]IC 付近)まで行く時、次の時刻に到着しなければならないとしたら、何時に出発しますか。

下記のように、過去のデータから作成された「平均所要時間」と「90%の確率で到着できる所要時間」を出発前に検索できるとして、お答えください。

所要時間情報の検索条件

ICの指定
出発IC: A IC
到着IC: B IC
経由: 指定しない IC

到着時刻の指定
2023年 03月 14日
8時 00分に到着

検索 キャンセル

所要時間情報の検索結果

出発IC: A IC → 到着IC: B IC

検索結果	平均所要時間	90%の確率で到着できる所要時間
所要時間	120分	135分
出発時刻	6:00	5:45
到着時刻	8:00	8:00

グラフ表示

閉じる

上記は、「過去のデータによると、8:00に到着するためには、平均120分かかると平均的には6:00に出発すればよいが、90%の確率で到着したいならば(=10回のうち1回は遅れる可能性がある)、所要時間として135分見込んで5:45に出発した方がよい」という検索結果を表しています。

この場合、あなたは何時何分に出発しますか。

▼時 ▼分 分に出発する

次へ>>

図-2 WEBアンケート調査画面(平均と信頼性情報提供)

その他、所要時間信頼性情報の時間帯別変化に2つのパターンを設定する。1つは平均値の時間帯別変化と同様の位相パターン、もう1つは平均値の時間帯別変化と位相が異なるパターンである。図-2の例では、図中のピンク色の折れ線が所要時間信頼性情報の時間帯別変化であり、平均値の時間帯別変化と同様の位相パターンである。これにより、区間数4×%タイルの種類5×信頼性指標の時間帯別変化パターン数2×時間帯数9の全360パターンの設定となる。

(3) 平均所要時間情報提供時の出発時刻

図-3は平均所要時間情報提供時における当初の見込み時間の構成率を表したものである。92%のサンプルは見込み時間が正の値をとっており、平均所要時間より長い所要時間を想定して出発時刻を決定している。指定した時刻に到着しなければならない状況では、多くの利用者が余裕を見込んで出発時刻を選択する。高速道路の所要時間が一定ではなく日々変動していることを、利用者が認識していると考えられる。

なお、見込み時間がマイナスである指定時刻に遅れるリスクが大きいサンプルは全体の2%、見込み時間が0分の余裕を見込まないサンプルは6%にとどまる。

(4) 所要時間信頼性情報提供時の出発時刻

図-4は平均所要時間情報が提供された時に利用者が選択した時刻の所要時間と、その後提供した所要時間信頼性情報の関係についての概念図である。エリア(B)に位置するサンプルは、平均値では指定時間に間に合うが所要時間信頼性を考慮した時間では間に合わないということを意味しており、全サンプルの62%にあたる2,675サンプル出現している。また、エリア(C)に位置するサンプル

は平均値でも所要時間信頼性を考慮した時間でも間に合う、いわゆる余分を多く見込んでいるサンプルであり、全サンプルの36%にあたる1,552サンプル出現している。

平均所要時間情報が提供された時にエリア(B)に位置するサンプルは、所要時間信頼性情報が提供されると75%が出発時刻を早め、21%が変更しない、4%が遅らせるという行動をとる(図-5)。多くが出発時刻を早めるのは、所要時間信頼性情報を得て指定時刻に間に合わないと判断したためと考えられる。一方、エリア(C)のサンプルは、所要時間信頼性情報を考慮した時間でも指定時刻に間に合うことから、46%が出発時刻を変更しないと行動をとる。また、余分を見込む必要がないと判断したためか28%が遅らせるという行動をとる。

以上より、もともと所要時間を多く見込んでいないサンプルは所要時間信頼性情報確認後に出発時刻を早め、多く見込んでいるサンプルは情報確認後に出発時刻を変更しないか、変更していても依然多くを見込んだままの状態にあることがわかる。所要時間信頼性情報は、出発時刻変更行動に影響を与え、特に多くの余分を見込むよう行動変容させる。指定時刻に間に合う必要がある状況では、所要時間信頼性情報が出発時刻の選択に役立つ可能性がある。

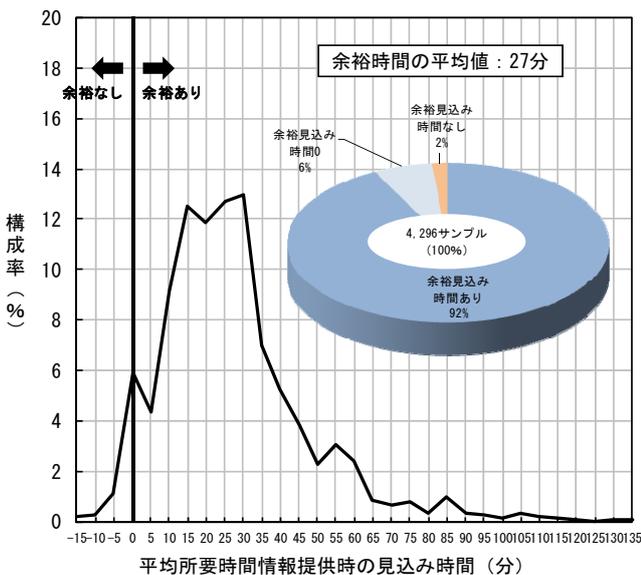


図-3 平均所要時間情報提供時の見込み時間

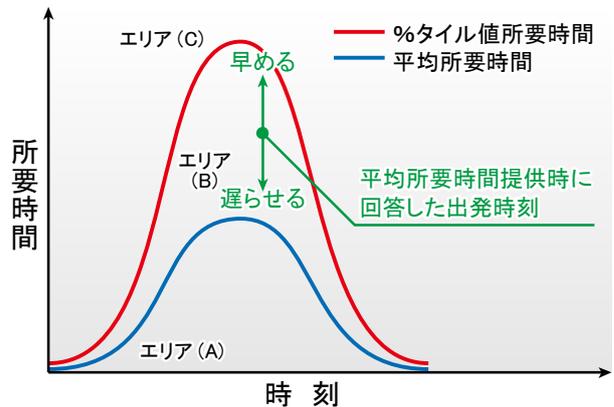
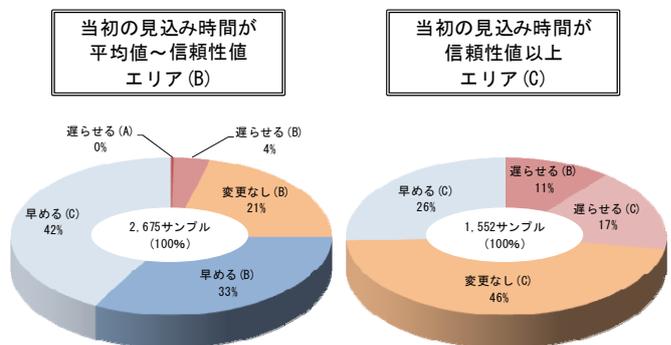


図-4 平均・信頼性情報と出発時刻変更行動の関係の概念図



※図中()の英字は変更後のエリア(図4に対応)

図-5 平均所要時間情報提供時の見込み時間別のみた所要時間信頼性情報提供時の出発時刻変更状況

3. プロブパーソン調査：所要時間信頼性情報による出発時刻変更分析

(1) プロブパーソン調査概要

本研究では、所要時間信頼性情報提供に伴う出発時刻変更行動の実態を把握するため、30名の被験者を対象にプロブパーソン調査を実施する。なお、提供する所要時間信頼性情報は、第二神明道路を対象としていることから、被験者は第二神明道路を週に2〜3日以上利用すると申告があった利用者を選定する。

調査は、平成23年11月21日(月)〜12月16日(金)の約1ヶ月間実施した。そのうち、11月21日(月)〜12月4日(日)の2週間は所要時間信頼性情報を提供しない期間、12月5日(月)〜12月16日(金)の2週間は所要時間信頼性情報を提供する期間とし、所要時間信頼性情報提供有無別のトリップについて分析する。

また、プロブパーソン調査はGPS端末の設置、WEBダイアリーの入力で構成する。GPS端末は(株)トランスフィールドが保有する「BCALs」を使用する。「BCALs」は、車両のシガーソケット口にアダプタを接続することで、被験者の移動のうち位置座標と時刻データを自動で取得できるシステムである。エンジンのON-OFFで1データが作成されるため、被験者は一度端末を接続すれば、その他特別な操作は不要である。WEBダイアリーでは、GPSデータから把握することができない被験者のトリップ属性を把握する。具体的には、GPS端末より自動判定した第二神明道路を利用したトリップを対象に、WEB画面上で移動目的や時間制約、所要時間信頼性情報の確認有無等を被験者に記録してもらう(図-6)。

(2) 提供する所要時間信頼性情報

本研究では、プロブパーソン調査を実施するにあたって所要時間信頼性情報が確認できるWEBサイトを試行的に作成する。WEBサイトで提供する所要時間信頼性情報は、第二神明道路の全ICペアを対象に、車両感知器データよりタイムスライス法で集計する。具体的には、インシデントを含んだ80%、90%、95%タイル値とし、月や曜日別に区分する。

WEBサイトは、第二神明道路の出発ICと到着ICを任意で検索できる構造としている(図-7上段)。また、日時は「出発時刻検索」と「到着時刻検索」ができるようにしている。図-7の下段は「到着時刻検索」の例である。この例では、15:10分に到着するために、平均では14:52に出発すると間に合い、所要時間信頼性を考慮し安全側を見込むのであれば、14:49〜14:51に出発するとよいことを過去のデータで示している。なお、被験者には事前に所要時間信頼性について解説している。



図-6 WEBダイアリー調査画面の一例



図-7 提供する所要時間信頼性情報WEB画面

(3) 所要時間信頼性情報の確認状況

所要時間信頼性情報を提供した後半2週間において、第二神明道路を利用した被験者27名を対象に、所要時間信頼性情報の確認経験を集計した結果、74%にあたる20名が所要時間信頼性情報を確認している(図-8参照)。

これを、到着時刻の制約有無別にトリップベースで見ると、到着時刻の制約があるトリップの場合、45%のトリップで所要時間信頼性情報を確認しているのに対し、到着時刻の制約がないトリップでは27%にとどまる(図-9)。到着時刻の制約がある場合、遅刻を回避するために所要時間信頼性情報が活用されていると考えられる。

なお、所要時間信頼性情報提供期間に情報を確認しなかった全178トリップの確認しなかった理由は、「自分の経験の方が参考になる」が34%と最も多く、次いで「所要時間信頼性情報はいつも同じだから」の17%、「HPを見るのが面倒くさい」の15%である。「その他の情報の方が参考になる」、「所要時間信頼性情報の意味が分からない」、「情報が信用できない」は0~2%にとどまる。

(4) 出発時刻変更状況

調査期間中に所要時間信頼性情報を確認した経験のある20名の出発時刻変更有無の集計結果を図-10に示す。20名のうち20%にあたる4名が出発時刻を変更し、残り16名(80%)は出発時刻を一度も変更していない。

出発時刻変更の内訳をみると、全て出発時刻を遅らせる方向に変更している。また、4名のうち3名は高頻度で第二神明道路を利用しており、経験によって高い確率で

遅刻しない所要時間を把握していたと考えられる(図-4のエリア(C))。しかし、その所要時間が自身の認識と異なり過大であったためか、出発時刻を遅らせることを試みたと推測される。

次に、個々の利用者の出発時刻変更状況を見る。図-11は所要時間信頼性情報によって出発時刻を変更した被験者の日々のお出発時刻を表したものである。この被験者は、第二神明道路(上)を通勤目的で利用している。また、所要時間信頼性情報が提供された後半2週間では、このトリップに関連して所要時間信頼性情報を確認している。この9トリップの出発時刻をみると、所要時間信頼性情報が提供されていない前半2週間は平均6:52:36であったのに対し、情報が提供された後半2週間は7:04:15であり、約12分出発時刻を遅らせている。また、WEBダイアリーでは、出発時刻を遅らせたこと、出発時刻を遅らせたことでの遅刻がなかったことが申告されている。所要時間信頼性情報によって余分に見込む所要時間を見直した例である。

その他、所要時間信頼性情報を確認することで出発時刻を12分遅らせるとともに、休憩施設での休憩を省き、取引先へほぼ同時刻に到着できた例もある。これは、所要時間信頼性情報によって適切な余分時間を見込むことができれば、休憩施設での時間調整が必要なくなることを示した例である。

以上より、所要時間信頼性情報はヘビーユーザーが見込む余分の時間を見直す機会を提供することで、出発時刻を遅らせるという行動に寄与しており、出発時刻の決定に役立つと考えられる。

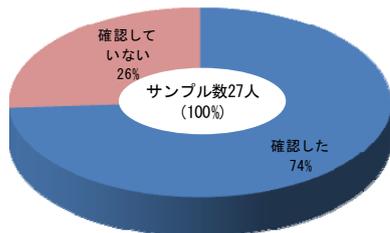


図-8 所要時間信頼性情報の確認状況

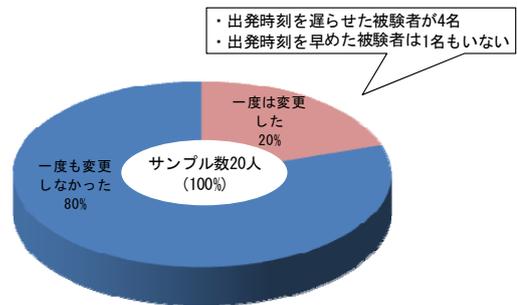


図-10 所要時間信頼性情報入手後の出発時刻変更の有無

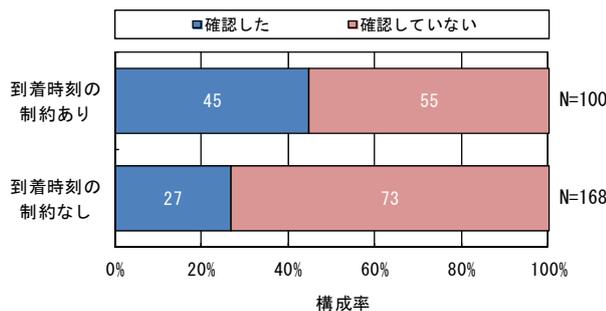


図-9 到着時刻の制約状況別所要時間信頼性情報の確認状況

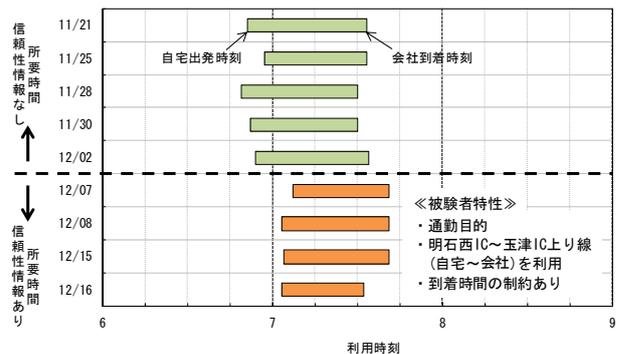


図-11 所要時間信頼性情報入手後の出発時刻変更状況

4. 利用者意識調査：所要時間信頼性情報の評価分析

(1) 利用者意識調査概要

所要時間信頼性情報を提供するWEBサイトの評価分析を行うため、平成24年1月に第二神明道路利用者1,000名を対象としてWEBアンケート調査(Closed型)を実施した。被験者は、前述のWEBサイトを初めて閲覧することになり、このような利用者からみたWEBサイトの評価を分析する。調査内容は、「基礎属性」、「第二神明道路の利用状況」、「所要時間信頼性情報の評価」、「所要時間信頼性情報のニーズ」に関する4項目で構成している。

(2) WEBサイトの理解状況

図-12は、所要時間信頼性情報WEBサイトの理解状況を示したものである。なお、WEBサイトの理解状況は、WEBサイトを閲覧した後に回答していただいている。また、WEBサイトには所要時間信頼性情報について解説したページを設定している。

WEBサイトの理解状況は、なんとなくわかったが48%を占め最も多く、次いでわかったの37%となっている。両者を合わせたWEBサイトを理解した利用者は85%である。利用者は「80%の確率で到着できる時間」といった

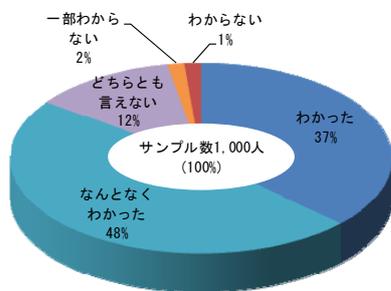


図-12 所要時間信頼性情報WEBサイトの理解状況

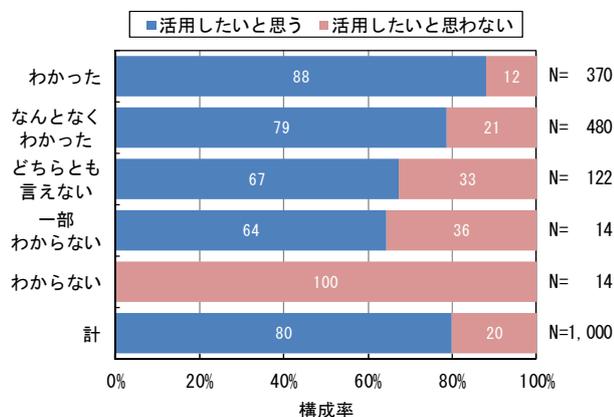


図-13 理解状況別に見た所要時間信頼性情報WEBサイトの今後の活用意思

確率表現を理解できる。なお、どちらとも言えないは12%、一部わからないとわからないは各1%にとどまる。

(3) WEBサイトの今後の活用意思

所要時間信頼性情報WEBサイトを今後も活用したいと思う利用者は、全体の8割を占め、活用したいと思わない利用者は2割にとどまる(図-13)。所要時間信頼性情報のニーズが高いことを裏付ける結果である。

また、WEBサイトを理解している利用者ほど今後も活用したいと思う傾向にあり、所要時間信頼性情報の理解度を向上させることも重要である。

(4) WEBサイトを活用したいシーン

所要時間信頼性情報WEBサイトを活用したいと思うシーンは普段利用しない路線が5割で最も多く、次いで絶対に遅刻できない時の4割である(図-14)。気が向いた時は1割にとどまっており、利用者は目的をもって所要時間信頼性情報を入手する傾向にある。

(5) 所要時間信頼性情報の表現方法

所要時間信頼性情報の表現は確率で表示したA案を支持する利用者が7割と多く、文章で表示したB案の支持は3割にとどまる(図-15)。

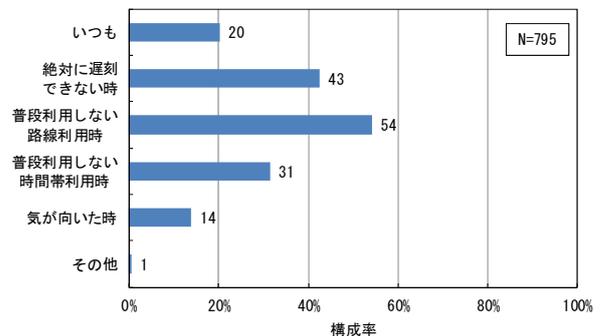
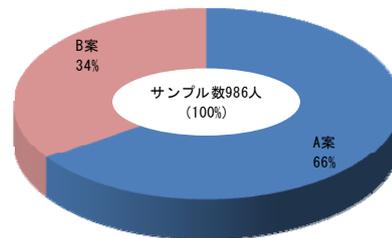


図-14 所要時間信頼性情報WEBサイトを活用したいシーン(複数回答)



《表現方法》

A案	B案
80%の確率で到着できる時間	やや余裕を持った時間
90%の確率で到着できる時間	1週間に1回程度の渋滞に遭遇した時の時間
95%の確率で到着できる時間	1週間に1回程度のひどい渋滞に遭遇した時の時間

図-15 所要時間信頼性情報の表現方法

5. まとめと今後の課題

本研究では、SP調査を実施し、多くの利用者が指定した時刻に到着するために余裕を見込んで出発時刻を選択することを明らかにした。利用者は高速道路の所要時間が一定ではなく日々変動していることを認識していると考えられる。また、もともと多くの所要時間を見込んでいないサンプルは所要時間信頼性情報確認後に出発時刻を早め、多く見込んでいるサンプルは情報確認後に出発時刻を変更しないか、変更していても依然多くを見込んだままの状態にあることがわかった。所要時間信頼性情報は、出発時刻変更行動に影響を与え、特に多くの余分を見込むよう行動変容させる。

プローブパーソン調査を実施した結果、所要時間信頼性情報を提供した際に、実際に出発時刻を変更する利用者が存在することを明らかにした。具体的には20名中、20%にあたる4名が出発時刻を遅らせた。所要時間信頼性情報が利用者の出発時刻選択に影響を与えることを、実際の行動データより実証した。

また、利用者意識調査結果より、多数の被験者が所要時間信頼性情報WEBサイトを理解し、今後も活用したいと思っていることがわかった。特に利用者が確率表現を理解でき、それを支持していることは新たな知見である。天気予報の降水確率と同様、%タイル値の大きさを参考に感覚的に理解していると考えられる。

所要時間信頼性情報は利用者のニーズがある。また、実際に出発時刻を変更した被験者もみられ、行動変容という観点からも所要時間信頼性情報が影響を与えることが明らかになった。今後、都市間高速道路においても所要時間信頼性情報をWEBサイトで提供し、利用者の出発時刻選択行動に役立てていくことが望まれる。また、プローブパーソン調査の被験者を対象としたアンケート

調査と、本研究で実施した利用者意識調査の自由意見を集計した結果、第二神明道路のみではなく他路線の情報が欲しいという意見が多くみられた。都市間高速道路の大規模ネットワークを対象とした所要時間信頼性情報の提供方法を検討することが望まれる。

なお、本研究ではプローブパーソン調査の制約上、第二神明道路を高頻度で利用する被験者を対象に、出発時刻変更行動を観測した。利用者は普段利用しない路線を走行する際に所要時間信頼性情報を必要としていることから、低頻度利用者のニーズも高いと考えられる。今後、都市間高速道路において所要時間信頼性情報を提供する際には、低頻度利用者の出発時刻選択行動を分析することも必要と考える。

参考文献

- 1) 宗像，割田：首都高速道路における所要時間信頼性を考慮した情報提供，交通工学，Vol.45，No.2，pp.22~27，2010.
- 2) 岩里，山本，田名部，菅，朝倉：阪神高速道路のWEBアクセスログの分析に基づく所要時間信頼性情報の提供方針，土木計画学研究・講演集，Vol.41，No.124，2010.
- 3) 上坂，橋本，吉岡，中西：空港アクセス道路の定時性評価のケーススタディ，土木計画学研究・講演集，Vol.39，No.307，2009.
- 4) 村上，原田，太田：SP調査における所要時間信頼性の表現形式が選択に与える影響，土木計画学研究・論文集，Vol.20，No.3，2003.
- 5) 田名部，朝倉，井坪：所要時間変動と経路選択の関係性に関する実証分析，土木計画学研究・講演集，Vol.35，No.309，2007.
- 6) 日下部，辻本，朝倉：旅行時間信頼性情報による高速道路利用者の行動変化の分析，土木計画学研究・講演集，Vol.43，No.260，2011.