

標的車両乗り遅れ防止のための車両時刻表改変手法

双見京介^{1,a)} 寺田 努^{2,3,b)} 塚本昌彦^{2,c)}

概要: 指定時刻に遅れないことは社会的・倫理的に重要だが、遅刻は意に反して起こる場合がある。遅刻防止支援として、移動に便利な情報を提供する支援は十分に行われているが、遅刻に心理的な原因があるにも関わらず、心理的観点からの支援手法はほとんど提案されていない。そこで、本研究では、公共交通機関の利用時を対象場面として、乗るべき標的車両の発車時刻へのユーザの遅刻を防止するために、車両時刻表に心理的傾向を考慮したフィクションを交える手法を提案する。提案する時刻表は、車両発車の時間間隔を操作することで、自身の駅到着時刻が早くなることを希望・許容させる方向にユーザを誘導し、標的車両の発車時刻に間に合う行動を誘発する。本手法は、乗り遅れ時の待ち時間が、乗車駅への自身の到着予定時刻の設定に影響することを利用する。プロトタイプシステムを実装し、合計 53 名の 2 種類の実験を通して、提案手法がユーザの到着時刻を望ましい方向に変容でき、乗り遅れ防止に有効なことを確認した。

1. はじめに

到着指定時刻に遅れないことを含め、時間を守った行動は社会的・倫理的に重要であるが、時間を守れない行動は本人の意に反して起こってしまう場合がある。アメリカのサラリーマン 7000 人を対象にしたアンケート調査結果からは、その 16%が週に 1 度以上遅刻し、また、27%が月に 1 度以上遅刻をしていることが明らかになった [1]。このように時間を守れなかった者は、例えば他人の時間を大事にしない者やその他すべてが怠惰な者と見なされるなどして、社会的な信頼性を失い、その結果として厳しい制裁を受けてしまう地域や業界は多くある。実際に、アメリカの雇用者 3000 人を対象にしたアンケート調査結果からは、約 34%の雇用者が、遅刻を理由として従業員を解雇した事実が明らかになった [1]。これらからも、指定された到着時刻を守る重要性和、そのための移動行動の失敗が意に反して起こるとわかる。

公共交通機関は目的地へ向かうための主要な移動手段である。その利用数は、クルマ利用減少により近年増加傾向にあると米国公共交通協会 (APTA) が 2013 年に報告している [2]。この公共交通機関の利用においても、ユーザは

乗るべき車両の発車時刻にしばしば遅刻してしまう。実際に、3,413 人を対象にした調査結果が、71%の人が乗るべき車両に乗り遅れた経験があると報告している [3]。このような車両発車時刻への遅刻防止支援のために、多くのシステムやアプリケーションが、近年のネットワーク技術やコンピュータの小型化を利用して既に広く普及している。例えば、目的駅に指定時刻に到着するための車両の推薦システムや、現在位置から乗車駅への移動所要時間の提示システム、その他様々な機能をもったシステムがある [4][5][6][7]。

この種の遅刻防止支援として、移動に便利な情報を提供するような解決アプローチは十分に行われているが、遅刻の原因に心理的な要因があるにも関わらず、心理的要因からの解決アプローチがほとんど存在していない点に課題が残っている。人が乗るべき車両の発車時刻に遅刻する原因の一つとして、自己の駅到着時刻の事前設定の失敗が考えられる。ここでいう事前設定は、乗るべき車両に乗るために自分が駅に着く時刻を、意識的か無意識的に設定する作業である。早く駅に到着すれば乗り遅れないが、一方で、駅到着が早すぎても駅での余分な時間が長くなる。この余分な時間はセフティーマージンと呼ばれ、それを確保できる量は心理的要因で変化するとされており [8][9]、駅での待ち時間を少なくしたい何らかの理由がある場合には、これを十分に確保できずに遅刻が起こる場合がある。

一方で、近年、人の行動を変容させるためのコンピュータ技術がヘルスケアや教育、観光などの分野で多く提案されており [10]、状況ごとの心理や認知の傾向を考慮した情報提示によって、心理や思考、行動までも意図した望ましい方向に誘導できることが示されている。

¹ 立命館大学情報理工学部
College of Info. Sci. and Eng., Ritsumeikan University

² 神戸大学大学院工学研究科
Grad. School of Engineering, Kobe University

³ 科学技術振興機構さきがけ
JST PRESTO

a) futami@iis.ise.ritsumei.ac.jp

b) tsutomu@eedept.kobe-u.ac.jp

c) tuka@kobe-u.ac.jp

そこで、本研究では、標的車両の発車時刻へのユーザの遅刻を防止するために、車両時刻表に心理的傾向を考慮したフィクションを交える手法を提案する。ここでの標的車両とは、目的地にユーザの希望時刻に到着させてくれる、乗るべき車両を指す。提案する時刻表は、車両発車の時間間隔を操作することで、自身の駅到着時刻が早くなることを希望・許容させる方向にユーザを誘導し、標的車両の発車時刻に間に合う行動を誘発する。評価実験では、合計53名の2種類の実験を通して、提案手法の効果を評価する。

以降では、2章で関連研究、3章で提案手法と実装、4章で評価実験、5章でまとめについて述べる。

2. 関連研究

人の気持ちや行動を変容させるためのコンピュータ技術はヘルスケアや教育など様々な領域で提案されてきた [10]。行うべき行動 (以降では標的行動と呼ぶ) を行わせるための様々な手法がこれまでに提案されており、例えば、標的行動でペットを育てるといったように育成心を利用する手法 [11] や、競争心や協力心を利用した手法 [12]、標的行動未達成による罰を自分のパートナーが被るといったルール設定によって道徳心を利用する手法 [13]、仲間間で切磋琢磨しあう心理を利用した手法 [14] などがある。これらの手法は、ユーザの事前意志決定や行動を変容させようとする本手法の実現可能性を支持する例である。

本研究の手法は車両発車時刻に遅刻しないための自己到着時刻の決定支援でもある。このような決めごとを守る自制能力の支援手法として、事前に必要な意思決定をさせるプリコミットメントの支援がある。例えば、他者に事前意思決定内容を公表できるウェブシステム [15] や、貯蓄目的の養老保険といった社会制度 [16] がある。このプリコミットメント支援においては、決めごとを守る際に意志力が結局必要になる場面では有効に作動しないこともある。これらに比べた提案手法の特徴は、自制の意思を阻害し得る心理を情報提示による錯覚を使って、制御しようとする点にある。

公共交通機関利用において到着すべき時刻に遅れない支援をするためのシステムやアプリは多く、様々な機能が提案されている。例えば、目的駅に指定時刻に到着するための標的車両の提案機能や、現在位置から乗車駅への移動所要時間の提示機能、標的車両発車時刻のカウントダウン提示機能 [4]、標的車両の現在位置のリアルタイム表示機能 [5]、車両発車間隔の直感的な可視化機能 [6]、駅ビル内での効率的なショッピングを支援する情報提供機能などがある [7]。これら既存手法が、主として便利情報の提供によって問題解決を行うのに対して、提案手法は心理面に着目して問題解決を狙う点に特徴がある。

時間的な制約をもつ者の交通移動を対象にした分析や思考のモデル化は1960年代後半から経済学で始められた [17]。

その後、出発時間や選択経路を推定するために理論は展開し、例えば、移動時に遅れを生み得る箇所が1つの場合の分析 [18] や複数の場合の分析 [19]、さらには選択の個人差を考慮した分析 [20]、などが行われ、分析対象者にはドライバー [8] や会社通勤者 [9] がある。本研究で利用したモデルはこれら既存のモデルを踏まえており、これらの知見を、時間を守る自制機能支援といった、具体的な個人向けの工学システムに利用している。

3. 提案手法

提案手法は、標的車両の発車時刻にユーザが遅刻しない支援をするために、車両時刻表にフィクションを混ぜるものである。ここでいう標的車両とは、ユーザが目的地へ着きたい時刻に着くために乗るべき車両のことである。提案手法は、車両発車の時間的な間隔をフィクションを用いて操作することで、自身の駅到着時刻が早くなることを希望・許容させる方向にユーザを誘導し、自身の駅到着時刻を早めに設定させることを狙う。そして、この結果として、標的車両の発車時刻に間に合う行動を誘発する。この車両発車の時間的な間隔の操作は、例えば実在車両の削除や、架空車両の追加によって行う。本手法は、標的車両乗り遅れ時の待ち時間の程度が、ユーザ自身の駅到着時刻の設定に影響することを利用する。図1は手法の利用イメージを示す。

3.1 システム設計

対象場面における課題

対象場面は公共交通機関の利用時である。ユーザは、標的車両に乗り遅れないように乗車駅に向かう。ここでいう標的車両とは、ユーザが目的地へ着きたい時刻に着くために乗るべき適切な車両のことである。

標的車両の発車時刻に遅刻するユーザ側の一因として、乗車駅への自己の到着時刻の事前設定の失敗が挙げられる。ここでいう事前設定は、標的車両の発車時刻を基準にして、何分前・どれくらい前に自分が乗車駅に到着するかを、意識的か無意識的に設定する作業とする。乗車駅への到着が早すぎると、遅刻はしないが自分の到着から標的車両発車までの待ち時間が長くなるため、乗車駅への自己の到着時刻を遅くしたい何らかの理由がある場合には、その事前設定の失敗によって遅刻が起こることがある。

認知・心理の傾向を考慮した情報提示

この課題の解決のためには、ユーザの心理や認知の傾向を考慮した情報の提示が有効と考えられる。これによって、乗車駅への自己の到着時刻を早めさせるために、自身が乗車駅に早めに到着して長めに待つことを希望か許容させる方向に誘導できると考える。ここでいう認知・心理の傾向とは、認知・心理がもつ一定傾向の癖や偏りのことであり、認知バイアスや心理効果や錯覚の一因となるものとする。これを考慮して情報を与えることが人の心理や思考、行動

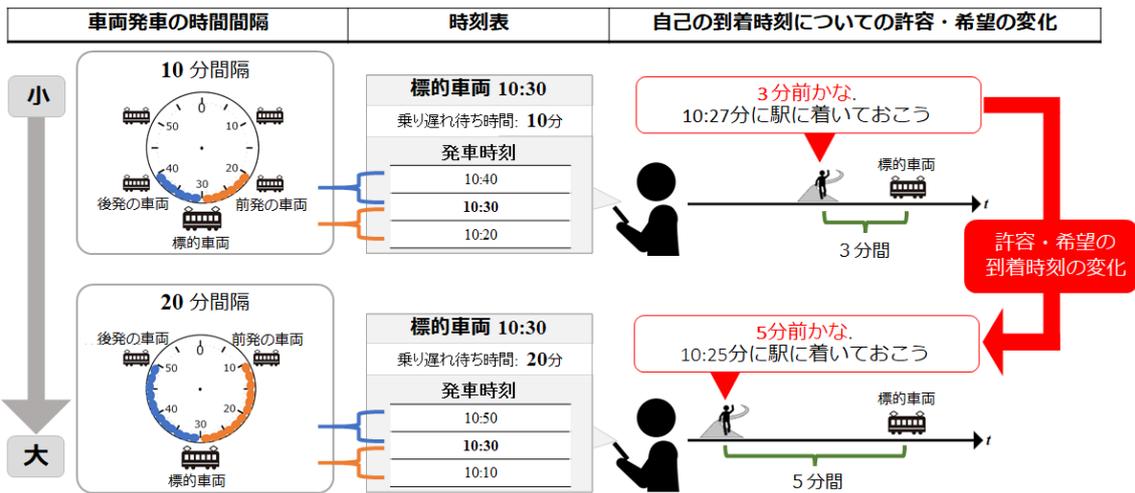


図 1 提案手法による効果のイメージ

の変容に有効な可能性は、情報提示機器を用いた例も含めて社会の多くの場面で示されていることから、本研究の課題においても有効になると考えられる。

損失と感ずる待ち時間の定義

本手法が扱う 2 つの損失を次のように定義する。

損失 1: 保険待ち時間

これは、自己の駅到着時刻から標的車両発車時刻までの時間である。これは、到着時刻に間に合うために支払う損失である。これは、乗車駅到着までの不確定要因 (例: 自己の準備や調子, 信号待ち等) や、車両発車時刻の変動に対応するために、設けておいた時間の使わなかった分である。これを避けたい損失と感ずる理由がある場合には、損失回避性 [21] などの損失を避けたがる気持ちの傾向によって、この十分な確保に失敗して遅刻が起こることがある。

損失 2: 乗り遅れ待ち時間

これは、標的車両の発車時刻に間に合わなかった際の、次発車両発車時刻までの待ち時間である。これは、指定時間に遅れた際に支払う損失である。この大きさは、標的車両と次発車両の間の車両発車の時間間隔に比例する。これが、前述の保険待ち時間の設定時に軽視されると、遅刻が起こる場合がある。この軽視は、時系列的に遠い未来の事象が近い事象よりも価値を低く見積もられる心理傾向 [22] などの諸要因のせいで起こると考えられる。

損失 1 と 2 の関係のモデル

本手法では、これら 2 つの損失についての無意識的な相対比較が、乗車駅へのユーザの自己到着時刻の事前設定に影響すると仮定する。そして、図 2 のように、損失 2 の程度によって、損失 1 へのユーザの許容範囲や感ずる精神苦痛が影響されるとモデル化する。このモデル採用には 2 つの理由がある。1 つ目の理由は、類似する課題のモデルに基づいたからである。具体的には、トラックの配送ドライ

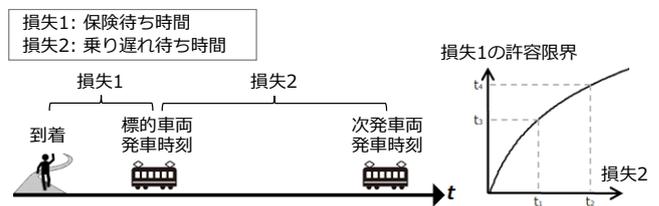


図 2 左図は損失と感ずる待ち時間の定義を示し、右図はそれら損失間の関係の想定モデルを示す。

バーや通勤者を対象にした到着指定時刻などの時間的制約がある条件での人の移動行動の分析において、遅刻時に見込めるペナルティが指定時刻に遅刻しないために確保する余分な時間の大きさに影響すると仮定されている [8][9]。2 つ目の理由は、ユーザの損失 1 への許容範囲が、車両発車の時間間隔から無意識にわかる損失 1 と損失 2 の相対比較によって判断されると仮定したからである。対象の価値を絶対的な自己基準なしに判断する際には、周辺情報を用いた無意識的で瞬時の相対比較が認知機能の性質によってしばしば行われる [23]。本研究の対象場面における損失 1 の許容範囲への判断例としては、損失 1 が 8 分であることは、損失 2 が 10 分の場合には許容できないが、損失 2 が 20 分の場合には許容できるといった具合である。

車両時刻表にフィクションを混ぜる

今回の目的のためには、乗車駅へのユーザの自己到着時刻の事前設定を操作することが必要であり、そのためには、損失 1 の許容範囲を拡げる方向にユーザの心理を誘導する、つまりは乗車駅に早めに到着して長めに待つことを希望・許容させる方向に誘導することが有効と考えられる。前述した損失 1 と 2 の関係のモデルを踏まえると、損失 2 が大きくなるにつれて損失 1 の許容範囲が拡げられる。よって、損失 2 を示す情報である、車両の時間的な発車間隔の操作を行う。前述した相対比較による導出判断は、心理学でいうヒューリスティックの性質のため一定の

偏りを含み、なおかつ後続する思考や気持ちや行動を支配してしまうため、これを情報提示によって意図する方向に誘導することを本手法では狙う。

この車両発車の時間間隔を操作するために、今回は車両時刻表にフィクションを混ぜるアプローチを検討する。本アプローチの採用理由は次の2つである。まず、車両時刻表を採用した理由は、それが公共交通機関の利用において既に一般普及していることから、ユーザに余計な手順を踏ませずに、提案手法を交えた情報を閲覧させられるからである。次に、時間的な情報にフィクションを用いた理由は、時間的に望ましい行動を促すための手法として、類似手法が有効な例を踏まえたからである。ある手法は、制限時間内の課題遂行行動を早めるために時計の時間経過速度を速めており [24]、また、民間療法的に行われている手法では、時間的に少し早い行動を促すために時計の時刻を、例えば5分早めるといった具合で、早めに設定する。これらは、時間的な行動を自身で望ましく制御するために、時間情報を提示する環境側にフィクションを混ぜることが有効な例を示している。

フィクションの入った時間情報を提示する手法の効果は、事実の時間情報を完全には知っていない場合に高くなると考えられ、このことから、時間や頻度を把握していない電車やバスであれば手法の効果が高いと推察される。本手法は、フィクションが情報に必要に応じて入ることを理解されたうえでの使用を想定している。この理解なしでの利用を想定する場合には、誤報効果(狼少年効果)の考慮が必要になるが、本手法ではそのような利用は対象外である。また、フィクションが情報に含まれることを理解したうえで手法の効果があるかについては、虚偽情報と理解しても虚偽内容に対して心身が無意識に反応する傾向の人、例えば自分で時計の時刻を事前に早めた事実を覚えつつも嘘の時刻を見て行動がある程度早まるような傾向のある人に対しては、効果があると推察される。

3.2 プロトタイプシステム

提案手法を用いた車両時刻表提示システムでは、標的車両を推薦し、その周辺車両の発車時刻が提示される。標的車両はユーザが目的地へ着きたい時間に最も近く着くものである。

推薦する標的車両は次のように選択する。まず、ユーザは、出発地として駅か場所、目的地として駅か場所、目的地の希望到着時刻を入力する。ここで、場所が入力された場合には、駅を選択するステップとして、入力場所の緯度経度から乗車駅や下車駅といった最寄りの駅を算出し、また、下車駅に着くべき時刻を算出する。そして、推薦する標的車両として、下車駅に到着すべき時刻までに最後に到着する車両を選択する。提示情報には一般的な車両時刻表をベースにして、車両発車の時間間隔を操作するフィク

ションが入る。今回は実在車両を削除する。これは、特定の実在車両を時刻表から隠すことで、時間軸上の特定の箇所の車両発車間隔を拡げるものである。初期設定においては、元の車両発車間隔を2倍に拡げるために、標的車両以外の車両を1つ間隔で間引いて隠す。

プロトタイプシステムの実装には、HTML、JavaScript、時刻表情報を用いた。また、Google maps APIを2点間の距離算出などに、HeartRails Express serviceなどを最寄り駅算出に用いた。図3はアプリケーション画面を示す。画面上部は、車両検索条件の入力欄で、下車駅への希望到着時刻などを入力する。画面下部は、車両情報の出力欄で、乗るべき標的車両やその乗り遅れ待ち時間などが提示される。また、図3は提案手法を適用する前と後の提示情報も示す。フィクションなしで全車両を提示する元の情報に対して、提案手法は車両を削除している。

4. 評価

本実験では、提案手法が、標的車両の発車時刻へのユーザの遅刻防止のために、有効かを評価した。実験1では、提案手法が駅へのユーザの自己到着時刻の事前設定に影響するかを評価し、そして、実験2では、実験1において起こした影響がユーザの実際の到着時刻に及ぶかを評価した。

4.1 実験1

実験1では、提案手法がユーザの駅への自己到着時刻の事前設定に影響するかを評価した。実験タスクは、次のようになる。被験者はシステムの実利用状況の手順を踏んだ後に提示された車両時刻表を閲覧し、自分の駅到着時刻を事前設定する。このタスクを、車両時刻表における車両発車の時間間隔が異なる条件で、複数回行った。被験者は、41人、そのうち男性は32名で女性は9名、年齢の平均が22歳で標準誤差が0.3である。

回答項目: 被験者が情報閲覧後に回答として設定する項目は、表1に示す2つである。簡潔には次のようになる。1つ目は、乗車駅への自分の到着の希望時刻である。これは、乗車駅に着きたい時刻を意味する。2つ目は、乗車駅の自分の到着の許容限界到着時刻である。これは、これ以上早く乗車駅に着きたくない時刻を示す。これらを標的車両の発車時刻を基準にして、何分前かで、評価用の回答アプリケーションに、入力する。

実験条件: 実験条件は2種で、時間間隔条件と、乗り物条件である。時間間隔条件は、時刻表において車両発車間隔を4種類用意し、順に、5分間隔、10分間隔、20分間隔、30分間隔とした。乗り物条件は、バスと電車で手法効果が異なる可能性があるため、利用する交通期間が、バスの場合と、電車の場合の、2種類とした。

実験手順: まず、被験者に目的地とそこへの希望到着時刻がある場面を想像させ、それら2点をシステム入力させ、



図 3 提案システム画面例

表 1 実験 1 の調査項目

1	希望到着時刻: 標的車両に乗るために乗車駅へ到着したい時刻. この回答は, 標的車両発車時刻を基準にして何分前か, で表される. 例えば-4 であれば, 車両発車時刻より 4 分前に到着するのが希望であることを意味する.
2	許容限界到着時刻: 標的車両に乗るためであっても乗車駅へこれ以上は早くは到着したくないという時刻. この回答は, 標的車両発車時刻を基準にして何分前か, で表される. 例えば-8 であれば, 車両発車時刻より 8 分前以降に到着するのは許容範囲であるが, それより早く到着するのは嫌であることを意味する.

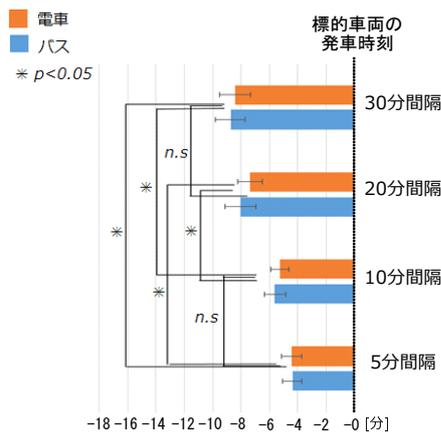


図 4 実験 1 の希望到着時刻の結果. 条件ごとの全体の平均値

車両時刻表を閲覧した後に, 評価用の回答アプリケーションに, 前述の設定項目に回答を入力させる.

4.2 結果

希望到着時刻と許容限界到着時刻の全体の結果は次のようになった. 図 4 は, 希望到着時刻の条件ごとの全体の平

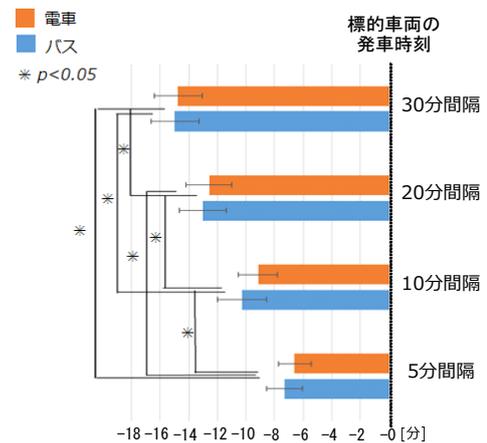


図 5 実験 1 の許容限界到着時刻の結果. 条件ごとの全体の平均値

均値と検定結果を示す. エラーバーは標準誤差を表す. 数値は標的車両発車時刻を基準にして何分前か, で表されている. 検定は, 乗り物条件と, 車両発車の時間間隔条件の 2 要因として, Bonferroni 法を用いた 2 要因分散分析を行った. 検定結果は次のようになった. 乗り物条件の間に有意差は無く, 時間間隔条件の主効果が有意であった ($F(3,120)=29.5, p < 0.01$). 多重比較検定の結果は, 5 分間隔と 10 分間隔の間には有意差がなく, また, 20 分間隔と 30 分間隔の間には有意差がなく, 5 分間隔と 20 分間隔の間に有意差 ($p < 0.05$), 5 分間隔と 30 分間隔の間に有意差 ($p < 0.05$), 10 分間隔と 20 分間隔の間に有意差 ($p < 0.05$), 10 分間隔と 30 分間隔の間に有意差 ($p < 0.05$) があった. 希望到着時刻は, 時間間隔条件の 5 分間隔から 30 分間隔にかけて, 4.4 分から 8.8 分と約 4 分駅到着時刻が早くなる方向に変化した.

図 5 は, 許容限界到着時刻の条件ごとの全体の平均値と

検定結果を示す。エラーバーは標準誤差を表す。数値は標的車両発車時刻を基準にして何分前か、で表されている。検定は、前述の希望到着時刻と同様にした。検定結果は、乗り物条件の間に有意差は無く、時間間隔条件の主効果が有意であった ($F(3,120)=54.4, p < 0.01$)。多重比較検定の結果は、全条件間の組み合わせで 0.05%水準で有意差があった。許容限界の到着時刻は、時間間隔条件の 5 分間隔から 30 分にかけて、7.3 分から 14.9 分と 7.5 分程度駅到着時刻が早くなる方向に変化した。

4.3 考察

これらの結果から、車両発車の時間間隔の操作によって、自己の駅到着時刻の事前設定が影響されることが確認できた。仮説通り、時間間隔が大きくなるにつれて、駅への希望到着時刻と許容限界到着時刻の双方が遅刻防止の方向に変化し、つまりは早く駅に到着することを希望・許容する方向に傾むくとわかった。また、許容限界は希望と比較して大きく変化したようにみえる。これは、時間間隔条件において、5 分間隔と 10 分間隔の間と、20 分間隔と 30 分間隔の間の双方にかけて、希望到着時刻は変化量が小さく有意差がないが、許容限界到着時刻については時間間隔が広がるほど大きく広がっていることからわかる。このことから、希望の変化の限度よりも許容限界の変化の限度の方が大きいと考えられる。以上の結果から、ユーザの自己の駅到着時刻についての事前設定作業に、提案手法が影響力をもつことを確認し、それが遅刻防止に有効な可能性を確認した。

4.4 実験 2

実験 2 は、より現実を想定した実践的なタスクにおいて、提案手法が実際のユーザの自己到着時刻に影響するかを評価した。被験者は 12 名で、そのうち男性は 10 名で女性は 2 名、年齢の平均は 22.3 歳で標準誤差は 0.3 であった。

実験のタスクは、標的車両の発車時刻に対する実際のユーザの駅到着時刻が、提案手法を用いた情報の閲覧によって、どのように変化するかを評価するためにデザインされている。本タスクでは、車両としてバスを選択した。タスクにおいて、被験者は、自分の目的地に希望到着時刻に到着するために、標的車両の発車時刻までに乗車駅に到着する義務をもつ。なお、本実験における車両の乗車のステップは、車両の写真撮影に変えている。標的車両の発車時刻に遅れた場合には、次発車両の発車までその場で待機し、次発車両を撮影する義務が生じる。したがって、被験者は標的車両の発車時刻に間に合えば目的地に希望到着時刻までに到着でき、逆に、間に合わなかった場合には、被験者は目的地への自身の希望到着時刻に到着できなくなる。被験者はこのタスクを、2 つの実験条件で別日に 1 回ずつ行った。本タスクは、被験者が標的車両の発車時刻の何分

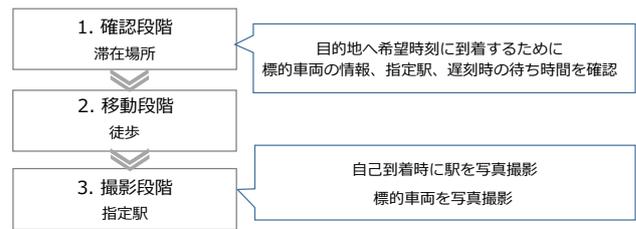


図 6 実験 2 の手順の段階

前に駅に到着するかを評価するために十分と考えている。

実験条件: 条件間で、車両発車の時間間隔が異なる。車両発車の時間間隔は、条件 1 で約 10 分、条件 2 で約 20 分である。つまり、標的車両の乗り遅れ待ち時間が条件 1 で 10 分、条件 2 で 20 分となり、条件 1 に提案手法を適用したものが条件 2 といえる。実験で使用したバス停には、車両発車の時間間隔が約 10 分の場所を選択し、2 回の実験における利用バス停は変えている。

手順: 詳細には被験者は次のようにした。被験者は、実験日の前日までに実験内容と提示情報の見方の説明を受けた。実験は図 6 に示す 3 段階から成る。1 つ目は、確認段階である。ここでは、主として情報閲覧を行う。まず実験開始時の被験者の滞在場所は大学であった。そして、自身の実際の目的地とそこへの希望到着時刻をシステム入力した。そして、提示された情報を見て、指定駅と、撮影すべき標的車両の発車時刻、そして標的車両発車時刻に遅れた際の待ち時間を確認した。これを乗車駅へ向かう約 2 時間以上前に済ませた。2 つ目は、移動段階である。ここでは、自分のタイミングで指定バス停へ向かった。滞在場所からバス停への徒歩の所要時間は 10 から 15 分であった。3 つ目は撮影段階である。ここでは 2 つの撮影をした。まず、指定駅に到着時点でバス停の写真を撮り、これを駅到着時刻の証拠とした。そして、待機して標的車両が来たら写真撮影し、標的車両乗車の代わりとした。標的車両が撮影出来たら実験終了し、逃せば次の車両が来るまで待機し、車両撮影後に実験終了とした。なお、標的車両が予定の発車時刻から 5 分経っても来ない場合には、バス停の写真撮影を待機の証拠として実験終了とした。実験条件はランダム順に行われた。被験者は自身の目的地へ希望到着時刻に着くために移動する状況なので、標的車両へ遅刻しないことのインセンティブがある状況といえる。

4.5 結果

表 2 は条件ごとの到着時刻を個人ごとに示したものである。到着時刻は標的車両の発車時刻を基準にして何分前かで表され、例えば -5 は到着指定時刻より 5 分早く到着したことを意味する。また、条件 1 と条件 2 の差は、条件 1 を基準にした条件 2 の到着時刻の変化量を意味する。具体的に、条件 2 の方が条件 1 よりも到着時刻が早くなった場合には負の値になり、逆であれば正の値になる。図 7 に条件

表 2 実験 2 の結果. 数値は到着指定時刻を基準とした到着時刻 [分] を示す. 条件 1 は約 10 分間隔で条件 2 は約 20 分間隔である.

	条件 1	条件 2	条件 1 と条件 2 の差
Sub.1	6	-9	-15
Sub.2	5	-6	-11
Sub.3	0	-6	-6
Sub.4	-3	-7	-4
Sub.5	-5	-7	-2
Sub.6	-2	-4	-2
Sub.7	-9	-10	-1
Sub.8	-2	-3	-1
Sub.9	-2	-2	0
Sub.10	-1	-1	0
Sub.11	-2	-1	1
Sub.12	-5	-3	2

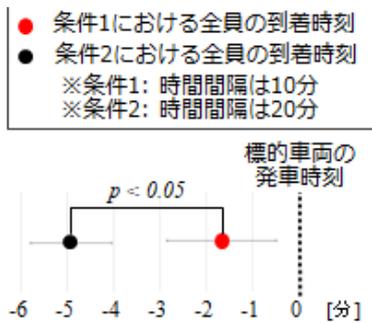


図 7 実験 2 の条件ごとの全体の平均値

ごとの全体の平均値と検定結果を示す. エラーバーは標準誤差を表す. 条件間の t 検定の結果から, 提案手法にあたる条件 2 の方が条件 1 よりも到着指定時刻に対する到着時刻が有意に早くなった ($p < 0.05$). 具体的には, 条件 1 よりも条件 2 の方が指定時刻から約 2.9 倍早く到着した.

4.6 考察

実験結果から, 提案手法によって実際の到着時刻が有意に変化し, また, 指定到着時刻に遅刻しない行動が誘発されたとわかる. 図 7 が示すように, 車両発車の時間間隔が大きい条件 2 の方が条件 1 よりも, 標的車両の発車時刻に間に合うために被験者が設けた余分な時間が大きくなっている. 仮説通り, 実験 1 において自己の駅到着時刻についての希望と許容限界に起きた変化は, 実際の到着時刻にも及ぶことが確認できた. 以上から, 提案手法が到着時刻を守る行動の促進のために効果的であることを確認した.

表 2 の個人ごとの結果からは, 提示情報による影響の傾向および影響の程度が, 個人ごとに異なる可能性がみとれる. この原因が, 個人のもつ何らかの性質にあったのか, もしくは単にその時の状況にあったのかは不明であるが, 以降では, 個人のもつ性質によって情報提示から受けた影響に違いがあるとして議論する. まず, 影響の傾向については, 予想通りの影響傾向の者 8 名 (全体の約 66%) と, 無影響の者 4 名の 2 種類がいたと考えられる. 具体的には,

予想通りの影響傾向の者は, 条件 2 の方が条件 1 よりも到着時刻が早くなった 8 名で, 無影響の者は, 条件 2 の方が条件 1 よりも到着時刻が遅くなった 2 名と条件間で到着時刻の差が無かった 2 名である. 次に, 影響の程度については, 予想通りの影響傾向の者の中に, 提示情報による効果が大きい者とそれ以外の者がいると考えた. 効果が大きい者とは, 今回の結果でいうと Sub.1, 2 の 2 名にあたり, 条件 1 で到着指定時刻に遅れていたが条件 2 で間に合う行動が誘発された者である. 提案手法による悪影響 (例: 到着時刻に遅刻したくなる) は無いと考えているので, 誰が提案手法を用いても問題はないと考えるが, 提案手法による効果のある者だけがシステムを利用するのが望ましいので, 今後は, 提案手法による効果を事前把握する検査手法についても検討する. 検査手法には, 簡易な質問紙や, ライフログにおける車両時刻表と到着時刻の相関を用いることを想定する.

4.7 議論

時間的に望ましい行動を誘発するために効果的な要素として, 時間情報の要素には時間経過速度や時刻など複数報告されてきたが, 今回の結果はその効果的な要素に, 何らかのイベントとイベントの間の時間間隔が含まれることを示したと考えている. この時間間隔という要素は, 本研究では車両時刻表と遅刻防止行動に利用したが, 他の場面においても人の心身に影響する要素と考えられるので, より多様な場面に本手法を適用させることを検討する.

2 つの実験における結果は, 従来の車両時刻表のような心理・認知の性質を考慮しない情報提示が, 意図しない影響をユーザに起こす可能性も示唆しており, その意図しない影響の例は, ここでは標的車両の発車時刻への遅刻である. また, 2 つの実験における, 実際の到着時刻及び到着時刻への希望や許容限界に起きた変化は, 早く駅に向かうことについての精神的な損失や痛みが, 時刻表の提示情報によって変化したことを示すと考えられ, これがその場で見た時刻表のような周辺情報によって変化することは, 本研究のような心理・認知の性質を考慮した情報提示技術の重要性を支持すると考えている.

本研究では, システム利用時の主目的の支援を, 最重要事項と考えた方針をとっている. 今回における主目的は標的車両への乗り遅れ防止であり, この支援のために, 正確な情報を提示することを犠牲にして, 情報にフィクションを混ぜている. フィクションを混ぜることで, 提示情報が主目的を害する可能性を排除し, さらに, ユーザの主目的が積極的に実現されるような錯覚にかけている. このようなデザイン指針は, 今回の対象場面だけではなく, 多くの場面で重要なものになると考えている.

時刻表にフィクションが入ることへのデメリットも想定される. 手法が不要なトラブルを起こす可能性もある. 例

えば、標準の歩行速度で標的車両に間に合うはずのユーザが、1つ後発の車両が間引かれた時刻表を閲覧して標的車両に乗り遅れた際の損失を大きいと感じて、焦って急いだことによって、交通ルールの無視やそれによる人や車との接触事故などのトラブルを起こすこともあり得る。また、標的車両には乗り遅れるが1つ後発の車両であれば間に合うはずのユーザが、1つ後発の車両が間引かれた時刻表を閲覧したことで、2つ後発の車両では目的地に間に合わないと判断して、駅へ向かわずにタクシーに乗るなどの行動をとってしまうことも考えられる。このような、ノンフィクションの情報を提示した方が結果としてよかったという場面もあり得る。ノンフィクションとフィクションの双方の情報それぞれでトラブルは起こり得るので、双方の良い点のみを起こせる仕組みの考案が必要である。

5. まとめ

本研究では、公共交通機関利用時に、乗るべき車両の発車時刻に遅刻する原因として、自身の乗車駅への到着予定時刻の事前設定の失敗を選択し、車両時刻表にフィクションを混ぜる手法を提案した。提案手法は、心理や認知の傾向に基づき、車両発車の時間間隔を操作することで、乗車駅への到着予定時刻が早くなることを希望・許容させる方向にユーザを誘導し、標的車両の発車時刻に間に合う行動を誘発することを狙った。プロトタイプシステムを実装し、合計53名の2種類の実験を通して、提案手法がユーザの到着時刻を有意に意図した方向に変化させたことから、提案手法がユーザの乗り遅れ防止に有効なことを確認した。今後は、提案手法の拡張として狙った車両を選択させる手法の検討や提案手法の多場面への適用、また、長期間のシステム利用による手法の持続効果の検証を予定する。

参考文献

- [1] CareerBuilder: Study Points to the Importance of Punctuality in the New Year, <http://www.careerbuilder.com/share/aboutus/pressreleasesdetail.aspx?id=pr676&sd=1%2F12%2F2012&ed=12%2F31%2F2012> (accessed 2018).
- [2] The American Public Transportation Association (APTA): Record 10.7 Billion Trips Taken On U.S. Public Transportation In 2013, http://www.apta.com/mediacenter/pressreleases/2014/Pages/140310_Ridership.aspx (accessed 2018).
- [3] Val Laboratory Corporation: Survey No.03 Miss a train survey result, <http://roote.ekispert.net/ja/labo/investigation/result/2016/03> (accessed 2018).
- [4] Lisra, <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.locky.android.ekilocky&hl=ja> (accessed 2018).
- [5] HINOMARU JIDOSHA KOGYO K.K., <https://app-liv.jp/687729554/> (accessed 2018).
- [6] Yahoo Japan Corp., <https://app-liv.jp/687729554/> (accessed 2018).
- [7] East Japan Railway Company, <https://app-liv.jp/820004378/> (accessed 2018).
- [8] Hall R W travel 1983 275 R. W. Hall: Travel outcome and performance: the effect of uncertainty on accessibility, *Transportation Research Part B: Methodological*, 17(4), pp. 275–290 (1983).
- [9] C. Hendrickson, G. Kocur: Schedule delay and departure time decisions in a deterministic model, *Transportation science*, 15(1), pp. 62–77 (1981).
- [10] B. J. Fogg: Persuasive technology: using computers to change what we think and do, *Ubiquity*, Morgan Kaufmann (2002).
- [11] J. J. Lin, L. Mamykina, S. Lindtner, G. Delajoux, and H. B. Strub : Fish’ n’ Steps: Encouraging physical activity with an interactive computer game, *Proc. of 8th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp ’06)*, pp. 261–278 (2006).
- [12] Y. Nishiyama, T. , Okoshi, T. Yonezawa, J. Nakazawa, K. Takashio, and H. Tokuda: Toward Health Exercise Behavior Change for Teams Using Lifelog Sharing Models, *Journal of biomedical and health informatics*, 20 (3), 775–786. (2016).
- [13] J. Shin, B. Kang, T. Park, J. Huh, J. Kim, and J. Song: BeUpright: Posture Correction Using Relational Norm Intervention, *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ’16)*, pp. 6040–6052 (2016).
- [14] S. Consolvo, K. Everitt, I. Smith, and J. A. Landay: Design requirements for technologies that encourage physical activity, *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ’06)*, pp. 457–466 (2006).
- [15] WillingRing, <http://willingring.com/> (accessed 2018).
- [16] G. Bonoli, and B. Palier: When Past Reforms Open New Opportunities: Comparing Old - age Insurance Reforms in Bismarckian Welfare Systems, *Social Policy and Administration*, 41(6), pp. 555–573 (2007).
- [17] W. S. Vickrey: Congestion theory and transport investment, *The American Economic Review*, 59(2), pp. 251–260 (1969).
- [18] C. Hendrickson and E. Plank: The flexibility of departure times for work trips, *Transportation Research Part A: General*, 18(1), pp. 25–36 (1984).
- [19] R. Arnott, A. De Palma, and R. Lindsey: Properties of dynamic traffic equilibrium involving bottlenecks, including a paradox and metering. *Transportation science*, 27(2), pp. 148–160 (1993).
- [20] G. F. Newell: The morning commute for nonidentical travelers, *Transportation Science*, 21(2), pp. 74–88. (1987).
- [21] D. Kahneman : Thinking, fast and slow. Macmillan (2011).
- [22] U. Benzion, A. Rapoport, and J. Yagil: Discount rates inferred from decisions: An experimental study, *Management science*, 35(3), pp. 270–284 (1989).
- [23] D. Ariely: Predictably irrational, New York: HarperCollins (2008).
- [24] Y. Ban, S. Sakurai, T. Narumi, T. Tanikawa, and M. Hirose : Improving work productivity by controlling the time rate displayed by the virtual clock , *Proc. of the 6th Augmented Human International Conference (AH ’15)*, pp. 25–32 (2015).