高速道路での渋滞吸収吸収走行普及に向けた情報提供と先導車種によるドライバーの心理変化

岩田　剛弥[1]・谷口　綾子[2]

[1]非会員　筑波大学大学院システム情報工学研究群（〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1）
E-mail:s2220400@s.tsukuba.ac.jp

[2]正会員　筑波大学教授　システム情報系（〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1）
E-mail:taniguchi@risk.tsukuba.ac.jp

高速道路の渋滞対策として，渋滞吸収走行（以下，JAD）が提案されている．JAD は関係するドライバーの JAD に対する理解と利他的な協力行動がなければ成立しないという課題があり，現時点では一般的な渋滞解消策となっていない．本研究では，1)JAD の情報提供前後で，ドライバーの JAD 先導車に対する意識や JAD 協力意図が変化するか比較し検証すること，2)JAD 先導車の車種（一般車，道路巡回車，自動運転の一般車，警察車両）により JAD 協力意図に差があるかを比較し，JAD 先導車として効果的な車種を明らかにすること，を目的とする．「高速道路のサグ部での渋滞中，先導車が JAD を実施する場合」を想定したアンケート調査（n=500）・分析の結果，JAD 先導車に最も効果的な車種は道路巡回車であったが，JAD の情報提供を行い，先導車が「JAD 実施中」の意思表示を行うことで，一般車が JAD 先導車の場合でも一定の効果があることが示された．

Key Words: *Highway, Traffic jam, Driver Psychology, Social acceptance*

1.　背景・目的

(1)　高速道路における渋滞の現状

高速道路における交通渋滞が社会問題となって久しく，2021 年の渋滞損失時間は，約 600 万台・時間となっている[注 1)]．NEXCO 東日本の調査[注 1)]によると，一年間に同社管内で発生した渋滞のうち 66%が交通集中によるものであり，渋滞発生箇所の内訳では，上り坂及びサグ部（下り坂から上り坂にさしかかる凹部）が 63%と大部分を占めている．上り坂・サグ部では，ドライバーが勾配の変化に気づかず無意識に車両の速度が低下し，その後方車が車間距離を保つためにブレーキを踏み，後続の車が次々とブレーキを踏むことで渋滞が発生する．各高速道路会社は交通渋滞緩和のため，車線の増設や付加車線の設置等のハード面の対策や，速度回復情報板・ペースメーカーライトの設置等のソフト面の対策を行っている．

(2)　渋滞吸収走行の概要

高速道路における渋滞緩和に関する研究や提案が多く為されている中，ソフト面の渋滞対策として渋滞吸収走行理論（Jam-Absorption Driving，以下 JAD）が提案されている[1)2)3)]．JAD とは，「スローイン」と「ファストアウト」と呼ばれる 2 つの動作で構成された渋滞を吸収する運転方法の概念であり（**図-1**），上り坂・サグ部における渋滞の発生初期や短い渋滞に効果があるとされている．

車の列を考えた時に，渋滞中の車列の後方に加わる車の台数を，前方から抜けていく台数より少なくすることができれば，渋滞車列を短くすることができる．そのためには，渋滞車列にゆっくり近づくような走行（スローイン）をするか，渋滞車列から素早く抜け出せば（ファストアウト）よいということになる．まず，渋滞が発生している場所より後方を走っている車両が，前もって速度を低下しつつ一定速で走行し，車間距離を確保しながらなるべく渋滞の最後尾に加わらないようにすることで，渋滞箇所より後方の車両の速度変化の影響を受けにくくし，減速波の伝播を軽減する（スローイン）．そして，渋滞先端部に来た時に加速し渋滞から素早く抜けることで，渋滞の先端部を早く削る（ファストアウト）．



図-1　渋滞吸収走行（JAD）のイメージ

スローインの具体的な方法としては，渋滞に入る数 km 手前から「車間距離 40m，約 70km/h で走行する」ことである．40m の車間距離を確保し，約 70km/h で走行することで，交通流量を下げずに車自身で渋滞を発生させない車間距離を取ることができる．また，渋滞の先頭はおよそ 20km/h で削られることが知られており，渋滞箇所の何 km 手前から 70km/h で走行するかは渋滞長などの状況で決まる．また，JAD は実証実験により一定の効果があることが示されている[注 2)3)]．

以上より，渋滞地点より前からあえて少し減速し車間距離を空け，渋滞地点への到着を遅らせられれば，渋滞の成長を防ぐことができ，タイミングが合えば渋滞を消すことも可能である．また，JAD を行うことでブレーキの連鎖を止めるクッションの役割を果たす．JAD のような渋滞を起こさせない走り方をドライバー1 人 1 人が心掛けることで，ドライバーの力で渋滞悪化を防ぐことができる．

(3) 渋滞吸収走行の課題と本研究の問題意識

JAD はポイントを抑えることで誰でも行うことができ，先導車（JAD をはじめに実施した車）や協力車がいれば，低コストで渋滞を軽減できる効果的な施策 [4]と考えられる．渡邊ら [5]はシミュレーションより全体の 10%が JAD を実施した場合でも速度回復の効果があることを示しており，少しでも JAD の実践車がいることで渋滞長削減に繋がると考えられる．また，JAD は車間距離を空けることで安全運転に繋がり，燃費にもいいことが分かっている．一方，JAD は関係するドライバーの JAD に対する理解（認知）と利他的な協力行動がなければ成立しないという課題があり，現時点では一般的な渋滞解消策となっていない．現状，ドライバーにおける JAD の認知度は不明である．また，JAD を行った本人は総走行時間が変わらないことが多い．その上，渋滞吸収車が保っている広い車間に割り込み，渋滞軽減を妨害することや，後続ドライバーのストレス増加による危険運転の可能性が考えられる．

そこで本研究では，JAD に対するドライバーの意識に着目し，以下のリサーチクエスチョンを設定した．

まず，【JAD の情報提供によりドライバーは JAD に協力するのか？】についてである．そもそも，前の車が JAD を実施した際，後続車両のドライバーがどのように感じ，どのような運転行動をとるのかは明らかになっていない．そして，JAD の認知度及び JAD の情報提供によるドライバーの JAD 協力意図の変化も不明である．これは JAD の実現可能性を検討する上で重要である．

さらに，【JAD 先導車の車種（一般車，道路巡回車，警察車両，自動運転の一般車）や，先導車の JAD 実施中の意思表示の有無が JAD の協力意図に影響する】と考えられる．JAD を実施する上で，はじめに JAD を実施する先導車の役割は大きい．各ドライバーが JAD を率先し実施することが理想であるが実際は難しい．しかし，一部の車両（先導車）が JAD を行い，それを見た後続ドライバーが，車間距離を確保し前の車両に追従する運転，すなわち JAD に協力するような運転を行えば，JAD の実現可能性が高まると考えられる．先導車が道路巡回車（高速道路会社のパトロールカー）や警察車両の場合，車種の権威や信頼が影響し，先導車に対するストレス度や JAD 協力意図に差が生まれる可能性がある．また，先導車が車両後方部に「JAD 実施中」というステッカーを貼る等の意思表示をすることにより，後続ドライバーが JAD を認識し協力意図が高まる可能性が考えられる．

(4) 本研究の目的

以上より，本研究では，「サグ部での渋滞中，先導する車両が JAD を実施」する場合を想定したアンケート調査と分析，情報提供の内容・方法の検討を通じ，以下の 4 点を目的とする．

A) JAD の情報提供前後で，関係するドライバーが JAD 先導車に対してどう感じるか，JAD 協力意図【どのような運転行動を行うか（先導車を追い越すか追従するか）】について比較し検証する．

B) JAD の車種により，各ドライバーの JAD 協力意図に差があるのかを比較し，JAD に効果的な車種を明らかにする．

C) JAD への協力傾向の規定因を明らかにする．

以上より，高速道路で JAD を実装に向けた具体的な方法を提案し，渋滞緩和の一助となることを目指す．

2. 既往研究と本研究の位置づけ

(1) 渋滞吸収走行の実証実験

2009 年 3 月 15 日，西成らと JAF，警察庁は，高速道路の渋滞発生頻度が高いサグ部のポイント（中央自動車道上り，小仏トンネル付近）にて渋滞吸収車 8 台を投入し社会実験を実施した．小仏トンネルにて 1km の渋滞を確認後，上野原 IC から渋滞吸収車が上り方面へ入った．20km/h という渋滞の先頭の後退速度より，トンネルの「約 5km 手前から」70km/h で走行すればよいことが分かり，これを実行した．その結果，渋滞吸収車通過後，車両の平均速度が 55km/h から 80km/h まで回復し，JAD は渋滞解消に一定の効果があることが実証された[注 2)3)]．

(2) 高速道路の速度規制・渋滞対策の認識の関連研究

高速道路の速度規制対策の一つに，可変式速度規制標識が挙げられる．可変式速度規制標識とは，気象状況や事故，渋滞，工事等に応じ，規制する最高速度表示をその都度変更する標識である．澤村らは [6]は，日本における可変式速度規制の効果に着目し，可変式速度規制標識の認知度や速度遵守率，及び速度遵守に影響を及ぼす心理要因について分析を行った．その結果，8 割のドライバーが可変式を含む規制速度標識を認識しているが，走行中に強く意識しているわけではなく，現状の取り締まり制度はあまり速度規制に対し機能していないことが定量的に示された．また，「利己的信念」「規範意識」「情報への意識」の 3 つの心理要因がドライバーの規制速度遵守意識に影響を及ぼしている可能性が示唆された．また，塩見 [7]は，可変制限速度制御と速度遵守意識について，日本とイギリスで比較した．その結果，日本のドライバーは制限速度への注意の意識や認識が低く，速度遵守への意向が低いことが明らかとなった．また，警察に取り締まられる確率が低いために，主体的には避けがたいリスクより自分にとって都合がよく周囲に同調した速度で走る方を優先する傾向にあることが示された．

その他の渋滞ソフト対策の研究例として，合田ら [8]は工事車線規制渋滞時の交互合流定着に向け，道路上での情報提供によるドライバー心理や運転挙動について，3 つの情報提供の条件を用意した上で，ドライビングシュミレーターを用いた実験により検証した．その結果，道路上での交互合流における各車線のとるべき行動を具体的に教示することや，更に隣接車線のとるべき行動の予告を加えることにより，ドライバーの心理的負荷や交互合流の協力意識の向上，より安全でスムーズな運転挙動促進に対し効果的であることが示された．

(3) 路車間（車車間）通信を利用した渋滞吸収走行のシミュレーションに関する研究

福丸ら [9]は，自動運転車による路車間通信システムにより将来速度を予測し渋滞が発生する直前に減速制御を開始する手法を提案した．そしてこれらの条件を基に，JAD を実施した場合における交通流シミュレーションを行った結果，実際に渋滞が発生してから制御を開始する従来方法と比較して平均速度を大きく向上させることができることを明らかにした．

渡邊ら [5]は，JAD 開始のタイミングを知らせる方法として 700MHz 帯の通信方式を用いた車車間通信の情報伝搬に着目した．そして，車両追従モデルを用いた 2 車線の道路モデルにおいて，上記方式にてシミュレーションを行い性能評価した．その結果，JAD の車載器搭載率が 10%，20%と低い場合においても平均走行速度の改善が見られ，全体の 30%が JAD を行うことで，平均速度が約 15%向上したことを示した．

(4) コミュニケーションを活用した交通事故低減・渋滞解消への取組み

首都高速道路では，2007 年 8 月から，コミュニケーションの力を利用した市民主体型交通安全プロジェクト「東京スマートドライバー」[注 3)][注 4)]を実施している．当活動では，無意識に全体の調和と安全な走行環境を作り，他者に配慮する心を持つドライバーを「スマートドライバー」と呼び，スマートドライバーを顕在化しその主体性の支援を行っている．当活動が推奨するスマートドライビングのアクションの一つに「キープディスタンス」が挙げられており，「車間距離を適度に保ちながら走行することで，事故だけでなく渋滞も起こりにくいはずであり，急いでいる時ほど車間距離を空け走る人はかなりスマートである」と説明されている．これは JAD に類似した取り組みであるが，キープディスタンスに関する認知度や渋滞抑制効果は不明である．

(5) 本研究の位置づけ・特徴

以上のように，高速道路の速度規制や渋滞対策の認識に関する研究，路車間通信・車車間通信を利用した JAD のシミュレーションに関する研究は複数存在し，これまで実証実験や JAD に類似したコミュニケーション施策が行なわれている．一方，ドライバーの JAD に対する認知度を把握し，JAD の情報提供前後における JAD 先導車に対する意識や，JAD 協力意図を比較した研究は為されていない．また，本研究は JAD 先導車の車両の種類に着目し，人々の受容性を把握することを試みる．具体的には，警察車両，道路巡回車，一般車，及び自動運転の一般車が JAD 先導車を担う場合，関係ドライバーの意識や JAD 協力意図に差が生じるかを把握する．また，JAD 情報提供後においては，先導車が JAD を実施していることを提示した場合における JAD 協力意図も把握する（一般車，道路巡回車，自動運転の一般車にて行う）．これは実践的かつ新規性であるといえる．

自動運転が普及すれば自動運転システムが運転の全てを制御するため JAD が不要となるとも考えられるが，自動運転の法整備が進み本格普及が始まるのは 2030 年以降になると予測されており[注 5)]，JAD のようなドライバーの意識変容による渋滞対策は今後も意義があると考える．

高速道路における自動運転システムや車車間通信・路車間通信の開発が進むなか，現在から自動運転車が普及する過渡期において，関係ドライバーの JAD に対する意識を把握すること，及び JAD 実装に向けた具体的提案を行う本研究は，高速道路の渋滞を緩和・解消する上で有用であると考える．

3. 方法

(1) 調査概要

JAD に対する人々の認識や，JAD の情報提供自体に効果があるのかを明らかにするため，JAD に関する web アンケート調査を実施した．調査概要は**表-1** の通りであり，対象者は，関東地方在住で，サグ部での渋滞多発区間として有名な高速道路区間 3 箇所のいずれかにて，ドライバーとして渋滞経験が 1 回以上ある方とした．

(2) 調査概要

調査項目は**表-2** の通りであり，想定する車種は**図-2** の通りである．警察車両は JAD 実施中の表示なしのパターンのみで，情報提供前のみお聞きした．一般車，道路巡回車，自動運転の一般車については，「渋滞吸収走行実施中」の表示有無で各 2 パターン設定し，情報提供前後でお聞きした．

a) 設問の流れ

Q1，2 では個人属性や運転特性の設問を設定した．

Q3 では，回答者に JAD の情報を提示せずに，前の車両が JAD を実施している際のドライバー意識（JAD に対する意識）と JAD 協力意図を，JAD 先導車の車種により比較する．想定する状況は**図-3** の通りである．この条件は西成 [1]を基に，JAD が効果を発揮しやすい状況（自然渋滞であること，渋滞の初期状況であること，JAD 先導車の位置が渋滞領域の数 km 手前の自由流領域であること）を考慮し作成した．JAD 情報提供前に提示する JAD 先導車の車種は以下の 4 種である：[A]一般車，[B]警察車両，[C]道路巡回車（掲示板には何も記載しない），[D]自動運転の一般車．また，自動運転車については，ドライバーが見た目で自動運転車とわかるものとする．まず**図-3** の状況において，各先導車に対するストレス度及びリスク認知のおそろしさ（以下，おそろしさ）を 7 件法で回答してもらう．次に，**図-4** の状況における JAD 協力意図を聞き，JAD 情報提供前の各車種での JAD 協力意図を把握する．

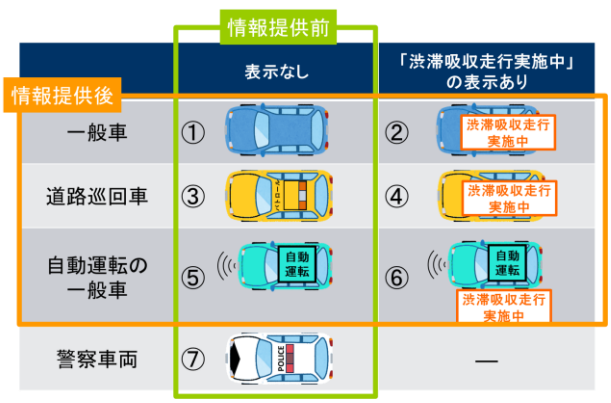


図-2 想定する JAD 先導車の車種

表-1 調査概要

調査目的	ドライバーの渋滞吸収走行（JAD）の認知度の把握，JAD の情報提供前後でのドライバーの態度及び JAD への協力傾向の規定因を明らかにすること
調査方法	調査会社を通じた Web アンケート調査
対象者	直近 1 年間で高速道路を 1 回以上運転したことがある方．かつ，ドライバーとして，これまで以下の高速道路区間（サグ部での渋滞多発箇区間として有名な区間）いずれかにて渋滞経験が 1 回以上ある方： ・東名高速道路下り線　横浜町田～海老名 JCT（大和トンネル） ・中央自動車道上り線　相模湖東～八王子 JCT（小仏トンネル） ・関越自動車道上下線　花園 IC 付近
サンプル	500
調査時期	2023 年 6 月 7 日～9 日
調査主体	筑波大学公共心理研究室

表-2 調査項目

No.	概要	項目
Q1	基本属性	居住地（都道府県）/年齢/性別/職業
Q2	個人の運転特性	普段運転する車種/クルマの運転頻度/運転に対する自信/主な運転地域/高速道路の利用頻度，利用目的/情報への意識/交通マナー/自己認識/時間的態度
Q3	JAD を想定したイメージ画像を用いた意識・行動意図に関する設問（情報提示**前**）	図-3，図-4 の状況を想定： ストレス度/JAD 先導車へのおそろしさ（リスク認知）/JAD 協力意図（追従する/追い抜く/その他） ※JAD 先導車の車種について 4 種類を想定：[A]一般車，[B]警察車両，[C]道路巡回車（掲示板には何も記載しない），[D]自動運転の一般車．なお，回答者にはこれが JAD の状況であることを伝えない．
Q4	JAD の情報提供	JAD の概要とその効果について，グラフ・図表を用いて記載．（図-5，図-6） また，JAF が提供している JAD の実験動画[注2)]の URL を記載し，回答者の任意で視聴できるようにした． JAD の認知度/JAD の実施経験
Q5	JAD を想定したイメージ画像を用いた意識・行動意図に関する設問（情報提示**後**）	図-3，図-4 のの状況を想定： ストレス度/JAD 先導車へのおそろしさ/JAD 協力意図（追従する/追い抜く/その他）/JAD に協力しない理由/JAD 実施意図/JAD 信頼度 ※JAD の車種について 6 種類を想定：[A]一般車（渋滞吸収走行実施中のステッカー無し），[a]一般車（ステッカー有り），[C]道路巡回車（掲示板には何も記載しない），[c]道路巡回車（掲示板に「渋滞吸収走行実施中」と表示），[D]自動運転の一般車（ステッカー無し），[d]自動運転の一般車（ステッカー有）

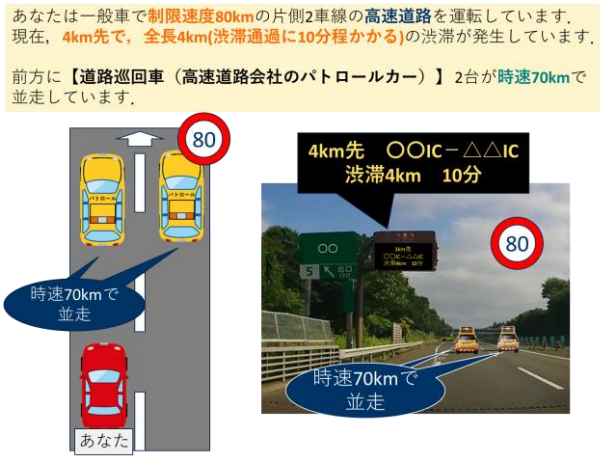


図-3 JAD を想定したイメージ画像（道路巡回車，表示なしの場合）

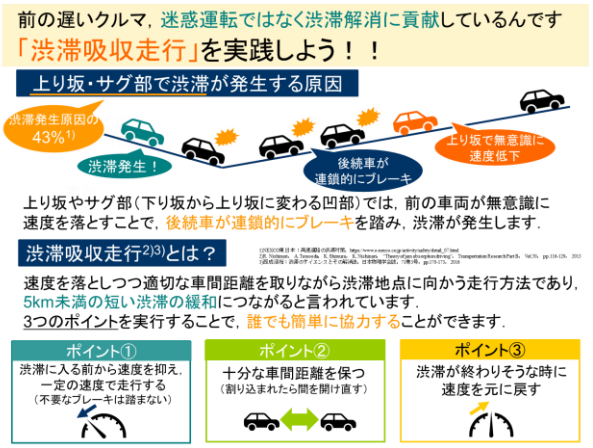


図-5 JAD の情報提供資料 1

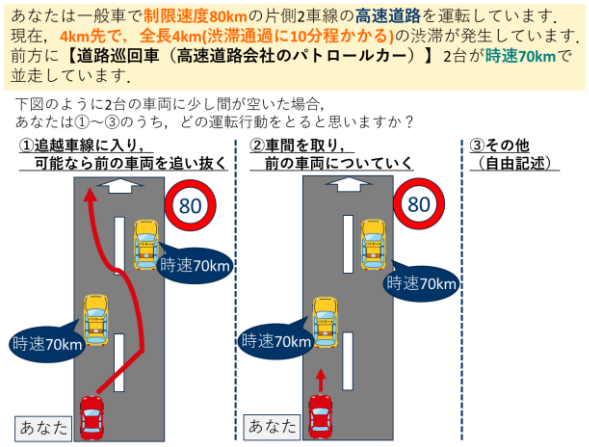


図-4 JAD を想定したイメージ画像を用いた JAD 協力意図に関する設問（道路巡回車，表示なしの場合）

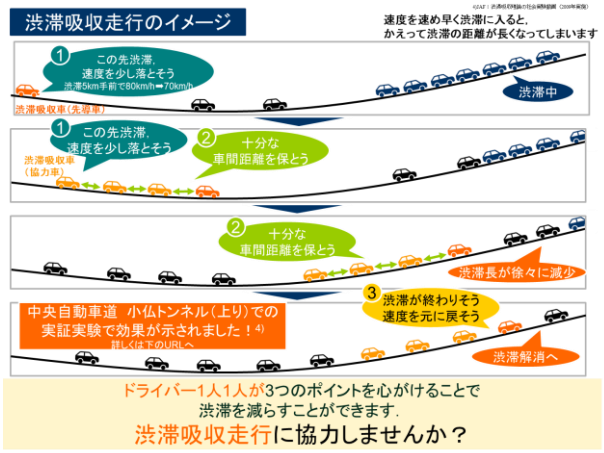


図-6 JAD の情報提供資料 2

Q4 では，図-5，図-6 を用い，JAD の概要とその効果に関する情報提供を行った後，JAD の理解度を確認するための○×クイズを 3 問設定した．そして JAD の認知度や実施経験について回答を要請した．（情報提供資料の詳細は 3.(2) b)を参照）

Q5 では，Q3 と同様の状況を想定し，情報提供後の JAD 先導車に対する意識と JAD 協力意図を把握する．JAD 情報提供後に提示する先導車の車種は以下の 6 種である．[A]一般車（「渋滞吸収走行実施中」のステッカー無し），[a]一般車（ステッカー有り），[C]道路巡回車（掲示板には何も記載しない），[c]道路巡回車（掲示板に「渋滞吸収走行実施中」と表示），[D]自動運転の一般車（ステッカー無し），[d]自動運転の一般車（ステッカー有）．JAD の情報提供後では，一般車，道路巡回車，自動運転の一般車が JAD 先導車となるケースにおいて，「渋滞吸収走行実施中」と表示されている場合を追加し，JAD を実践している車両と分かる場合において JAD 協力意図に差があるのかを把握する．また，[A]一般車（ステッカー無し）の場合において，JAD に協力しない理由の同意度を 7 件法にて回答頂いた．JAD に協力しない理由は澤村ら [6]を基に研究メンバーで議論し 5 つ設定した（図-10）．

b) JAD の情報提供

Q4 では JAD の概要とその効果に関する情報提供を行う．藤井ら [10]は，説得的コミュニケーションの提示方法として，依頼と理由提示，勧告，計画要請を挙げている．JAD の行う必要がある理由を提示し，「JAD を実践しよう」という行動の依頼を含むコミュニケーションに加え，具体的に，JAD を実践するポイントについての情報を与えることにより，JAD 協力意図が高まると考えられる．こういった具体的情報は勧告と呼ばれ，説得的コミュニケーションの有効性を左右する重要な要因であるとされている．更に，具体的な行動プランの行動の策定を個人に依頼する手法（計画要請）があるが，回答者の負荷が高まる上に，藤井ら [10]より「計画要請群」は「勧告群」と比べ結果に有意差がなかったことから，本研究では情

報提供手法として依頼と理由提示，勧告を用いることとした．情報提供にて用いる説明資料を**図-5**，**図-6** に示す．説明資料では，上り坂・サグ部で渋滞が発生する原因，JAD の概要を実施する上でのポイント，JAD のメカニズムについて図表を用いて記載する．この情報提供資料は西成 [1]，友枝 [2]及び JAD の資料[注2)]を基に著者が作成した．また，JAF が提供している JAD の実証実験動画[注2)]の URL を記載し，回答者が任意で視聴できるようにした．

c) 評価指標の選定

本調査にあたり，個人属性や運転特性の他，JAD の協力意図やドライバーの心理に影響し得る心理指標について既往研究等より検討した．

まず，先導車に対するストレス度について，岩本ら [11] よりストレッサー量尺度（7 件法）を採用した．先導車に対するおそろしさについては，リスク認知のおそろしさの尺度（7 件法）を採用した．リスク認知とは，災害や環境問題など，世の中に存在する様々なリスクについて，感じ方や捉え方の形態を表す．Slovic[12]はリスク認知がおそろしさと未知性の 2 つの要素から構成されることを明らかにしている．

また，高速道路における渋滞時のドライバー意識について，時間的態度が大きく影響することが考えられる．甲村ら [13]は時間の心理的意味構造を明らかにするため，40 項目からなる時間的態度に関する調査を行い，因子分析を行った．その結果，4 つの因子が抽出され，それぞれ「時間不安」「将来展望」「時間活用性」「時間観」と名付けた．本研究では「時間不安」と「時間活用性」の因子項目より，因子負荷量の高い 3 つを評価指標として採用した．なお，「将来展望」「時間観」は本研究に大きく影響しないと考え，指標から除いた．

その他，協力意図や運転に起因する指標を検討し，運転に対する自信，自己認識や交通マナーについての設問を追加した．

(3) 分析

本研究では，以下 4 点の分析を実施する．

4.(2)では，情報提供前後の全 10 パターンの車種（状況）において，JAD の情報提供前後及び JAD 先導車の JAD 意思表示有無により，JAD 協力意図の割合分布がど変化するかを記述統計より把握する．また，先導車の車種により JAD 協力意図に差があるのかを示す．さらに，各パターンの割合の変化についてコクランの Q 検定を用い，JAD の情報提供と JAD 先導車の意思表示に効果があるのか，そして先導車種により JAD 協力意図に有意差があるのかを定量的に把握する．

4.(3)では全 10 パターンの車種において，JAD 情報提供前後及び JAD 意思表示有無により，先導車に対するストレス度及びおそろしさが変化するかについて，記述統計及び反復測定の一元配置分散分析により把握する．また，先導車種によるストレス度及びおそろしさの差についても上記と同様の分析手法により明らかにする．

4.(4)では JAD の認知度を把握し，JAD の認知度が JAD 協力意図に影響するのかを明らかにする．

4.(5)では，JAD に協力しない理由や JAD に非協力派の特性を記述統計及び t 検定により把握し，JAD 協力意図の規定因を明らかにする．また，JAD 情報提供後における JAD 先導希望意図を記述統計により把握する．

4. 調査・分析結果

(1) 対象データの分布

集計の結果，有効回答を 500 サンプル回収した．性別，年代の分布だが，男性が 89.8%，50 代以上が 79.0%であり，比較的年齢層の高い男性の回答が多かった．「第 30 回首都高速道路交通起終点調査（平日，2018 年実施）[注6)]」の分布と比較すると男性比率がやや高く，50 代以上の比率が高い傾向が見て取れる．今回のアンケート調査では，都市間高速道路の利用者に対象を絞っており，都市高速道路である首都高速道路の利用者と比較して長距離で利用することが多い．長距離利用のドライバーは男性比率が高く年齢層が高いことが考えられ，母集団代表性はおおむね担保されていると考える．普段運転する車種の分布について，普通乗用車が 86.2%，軽乗用車が 11.8%であり，一般車がほとんど占めている．また，中型及び大型トラックの合計割合は 1%であった．高速道路の大型車混入率を考慮すると，今回の調査サンプルはトラックドライバーのサンプルが少ないことに留意する必要がある．

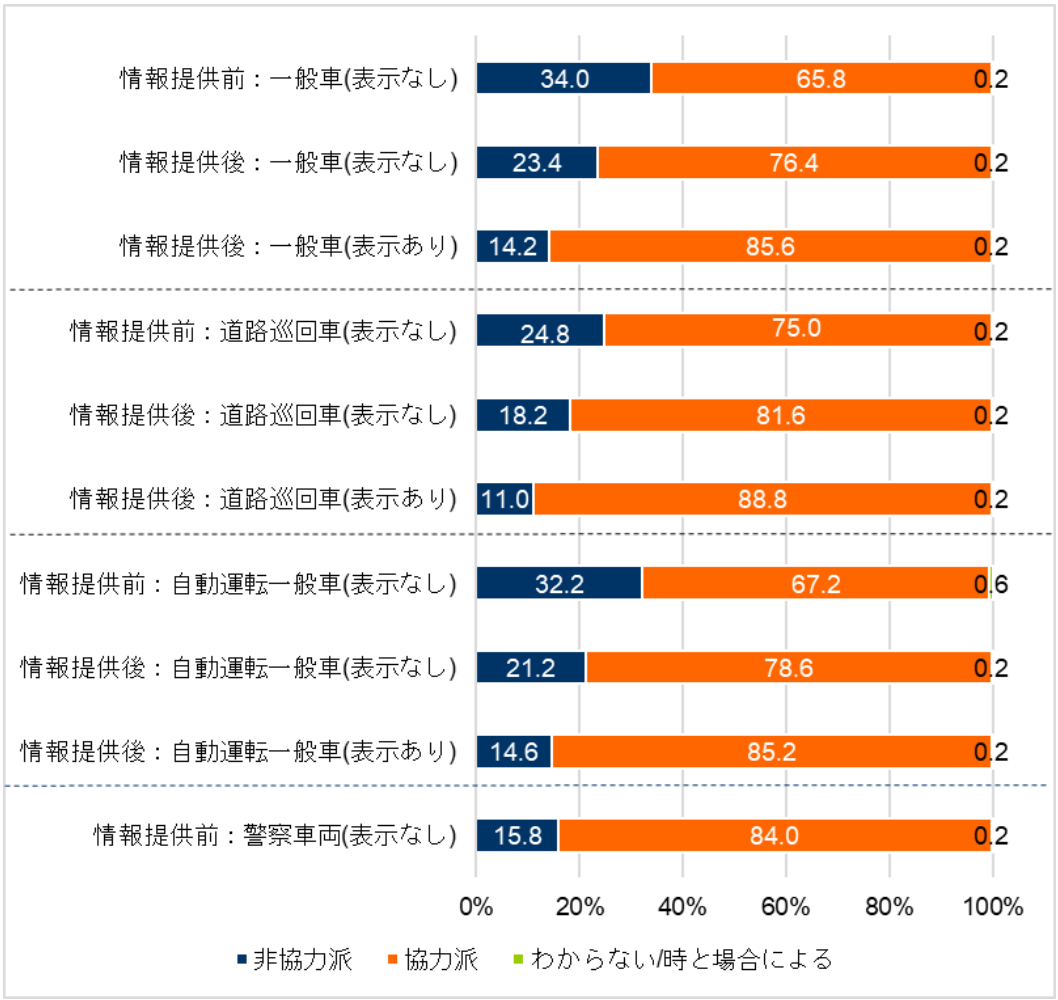
(2) 情報提供前後及び JAD 先導車の JAD 意思表示有無による JAD 協力意図の変化

JAD の情報提供前後，JAD 意思表示有無による各車種の JAD 協力意図をまとめたグラフを**図-7** に示す．ここでの「協力派」とは，JAD 協力意図の設問にて，「車間を取り，前の車両についていく」と回答した人と，その他の自由回答として「追越車線に入り追従する」と回答した人とし，JAD に協力的な運転行動を回答した人である．また，「非協力派」は「追越車線に入り，可能なら前の車両を追い抜く」と回答した人をはじめ，その他の自由回答として「追越車線の車にパッシング」「ウインカーを出しながら後方から車が接近していることを知らせる」等，JAD に非協力的な運転行動を回答した人を示す．なお，「表示あり/なし」は先導車が JAD 実施中の意思表示をしているか否かを表す．

図-7 より，最も協力派の割合が低いパターンは「情

報提供前：一般車（表示なし）」であり，65.8%の人が JAD に協力的であることが分かった．次に，各車種の JAD 協力意図を見ると，情報提供後の方が情報提供前と比して協力派が 6.6～11.0 ポイント高いことが分かる．また，情報提供に加え JAD 先導車が「JAD 実施中」という意思表示をすることで，JAD に協力する人がさらに 6.6～9.2 ポイント増加することがわかった．ここで，全車種にて，情報提供前後，JAD 意思表示有無により JAD 協力意図の割合に有意差があるのか検証するため，コクランの Q 検定を行った．（コクランの Q 検定は 3 値以上の変数の検定ができないため，「分からない/時と場合による」の回答サンプルは除いたが，サンプル数が少ないため問題ないと考える．）．その結果（**表-3**），全車種にて，「情報提供前<情報提供後（表示なし）<情報提供後（表示あり）**（**p<0.01）」の順で協力意図の割合が有意に上昇していることが分かった．従って，JAD の情報提供を行い，JAD 先導車が JAD 実施中であることをステッカー等で意思表示することで，JAD の協力割合向上に一定の効果があることが示された．

車種に着目すると，情報提供前の場合 4 車種の中で最も JAD 協力割合の高い車種は警察車両であり，続いて道路巡回車であった．情報提供前における各車種の協力意図の割合に有意差があるのか検証するため，コクランの Q 検定を行った結果（**表-3**），警察車両は他の車両と比較し協力割合が有意に高く，道路巡回車は一般車及び自動運転の一般車と比して協力割合が有意に高いことが示された．一方，一般車と自動運転の一般車では有意差は得られなかった．情報提供後の場合，警察車両を除いた 3 車種の中で道路巡回車の協力割合が最も有意に高く，一般車と自動運転の一般車の協力割合には差がないことがわかる．警察車両や道路巡回車は権威が働くことで，車両を追い抜くことを躊躇する心理が働くのではないかと考えられる．道路巡回車や警察車両はドライバーが JAD を知らない場合においても JAD に協力する可能性が高まると考えられる．一方， 一般車でも JAD の情報提供を行い，先導車が JAD 実施中の意思表示を行うことで，情報提供前の道路巡回車や警察車両と同程度の協力割合が期待できることが示された．また，先導車が一般車が自動運転か否かについては協力意図に影響しないことが示された．



※「表示あり/なし」は先導車が JAD 実施中の意思表示をしているか否かを表す

図-7　JAD 協力意図割合の全パターン比較（n=500）

表-3　JAD 協力割合に関するのコクランの Q 検定の結果

		検定統計量	有意確率	多重比較（調整済み有意確率）
情報提供・JAD 意思表示有無比較	一般車(n=498)	110.11	<0.01**	情報提供前（表示なし）＜情報提供後（表示なし）＜情報提供後（表示あり）**
	道路巡回車（n=498）	66.77	<0.01**	情報提供前（表示なし）＜情報提供後（表示なし）＜情報提供後（表示あり）**
	自動運転の一般車（n=496）	100.64	<0.01**	情報提供前（表示なし）＜情報提供後（表示なし）＜情報提供後（表示あり）**
車種比較	情報提供前（表示なし）（n=496）	120.58	<0.01**	一般車＜道路巡回車＜警察車両**, 自動運転の一般車＜道路巡回車＜警察車両*
	情報提供後（表示なし）（n=499）	12.31	<0.01**	自動運転一般車＜道路巡回車**
	情報提供後（表示あり）（n=499）	12.17	<0.01**	自動運転一般車＜道路巡回車**

*p<0.05,　**p<0.01

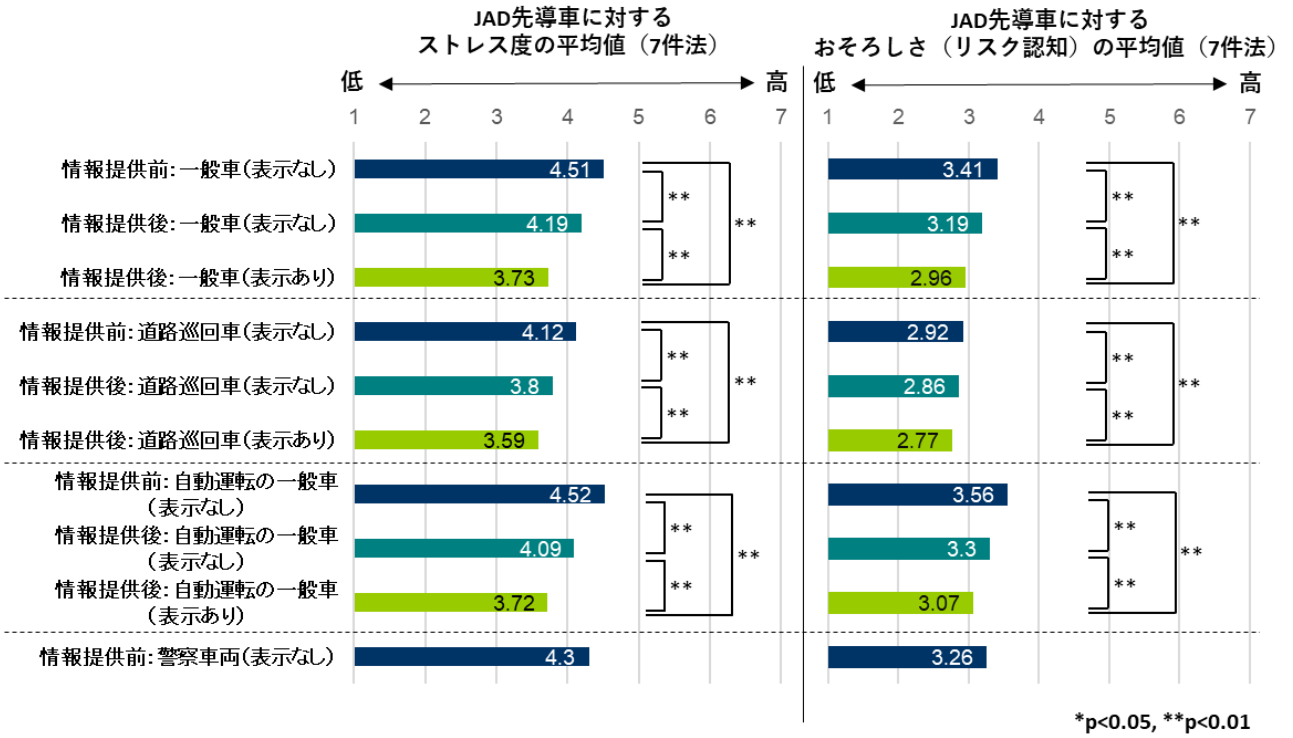


図-8　JAD 先導車に対するストレス度・おそろしさ（リスク認知）の平均値の全パターン比較と多重比較（7 件法，n=500）

(3)　情報提供前後及び JAD 先導車の JAD 意思表示有無による JAD 先導車に対するストレス度及びおそろしさの比較

JAD の情報提供前後，JAD 意思表示有無による各車種の JAD 先導車に対するストレス度及びおそろしさの平均値を図-8 に示す．全ての車両別において，JAD の情報提供を行い，さらに JAD を行っていることを示すステッカーを貼った方が，ストレス度及びおそろしさが低かった．各車両別で，「情報提供後（表示あり），情報提供後（表示なし），情報提供前」の 3 パターンでストレス度及びおそろしさに有意差があるのか検証するため，反復測定の一元配置分散分析を行った結果，全ての車両において，「情報提供後（表示あり）<情報提供後（表示なし）<情報提供前**(** : p<0.01)」の順でストレス度及びおそろしさが有意に高いことが示された．従って，JAD 情報提供と JAD の意思表示は JAD 先導車に対するストレス度軽減とおそろしさ低減につながることが明らかとなった．

全パターンを比較すると，「情報提供後での表示ありの道路巡回車」が最もストレス度及びおそろしさが低い結果となった．一方，一般車が JAD 先導車を担う場合，ドライバーに JAD の情報提供を行い，「JAD 実施中」を貼るなどの意思表示を行うことで，ドライバーのストレス度を「情報提供後，JAD 表示なしの道路巡回車」未

満の値まで下げられることがわかった．警察車両が先導車の場合について情報提供前のみ聞いたが，道路巡回車よりストレス度及びおそろしさが高く，一般車・自動運転の一般車よりストレス度及びおそろしさが低いことが分かった．自動運転の一般車が先導者の場合，最もおそろしさが高い結果となったが，これは自動運転の一般車自体のおそろしさが影響していると考えられる．情報提供前の各車種のストレス度及びおそろしさに有意差があるか検証するため，反復測定の一元配置分散分析を行った結果，「道路巡回車<警察車両<一般車**，道路巡回車<警察車両<自動運転の一般車**(** : p<0.01)」の順でストレス度が有意に高く，「道路巡回車<一般車**，道路巡回車<警察車両<自動運転の一般車**(** : p<0.01)」の順でおそろしさが有意に高いことが示された．

(4) JAD の認知度と JAD 協力意図の関係

JAD の認知度及び JAD 実施経験有無のクロス表を**表-4** に示す．JAD を聞いたことのある人は 34.8%であり，JAD を聞いたことがあり，かつ実践経験のある人は 21.0%であった．JAD を聞いたことがないかつ実施経験のない人は 54.2%であり，約半数の人は JAD について知らないことがわかった．JAD を聞いたことがないかつ JAD の実践経験がある人は 11.0%であった．

次に，JAD の認知度及び JAD 実施経験有無別にて，情報提供前の一般車（表示なし）の場合における JAD 協力意図割合を**図-9** に示す．実践あり，実践なし同士を比較すると，共に認知度なしの方がありと比して協力意図が高い結果となった．JAD を聞いたことがなく，JAD の実施経験がある人の協力派の割合は 87.3%であり，

表-4 JAD の認知度と実施経験有無の割合のクロス表(n=500)

	JAD 実施経験あり	JAD 実施経験なし	合計
JAD 認知度あり（聞いたことがある）	21.0	13.8	34.8
JAD 認知度なし（聞いたことがない）	11.0	54.2	65.2
合計	32.0	68.0	100.0

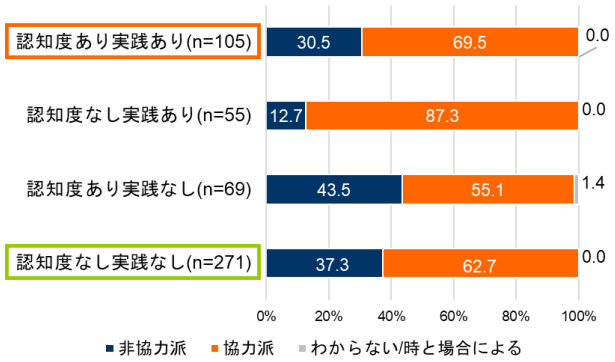


図-9 JAD の認知度・実施経験有無別，情報提供前：一般車（表示なし）の JAD 協力意図割合

全 4 パターンの中で最も協力割合が高かった．これは，普段から車間距離を空け，ゆっくり走行（前の車を追従走行）する習慣があり，今回の情報提供で JAD の概要を知った人と考えられる．また，実践なしの場合において，認知度有無で協力割合に差があるかカイ二乗検定を実施した．その結果，χ^2=2.1 であり，有意差はなく（p=0.35），認知度による JAD の協力意図への影響は見られなかった．

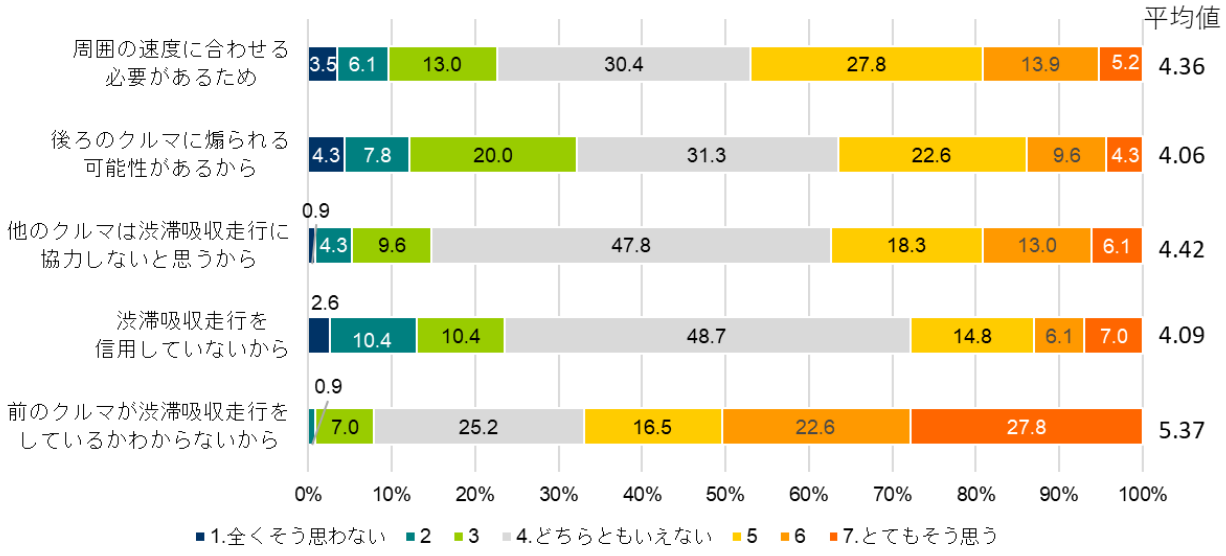


図-10 JAD に協力しない理由の同意度（情報提供後：一般車（表示なし）にて非協力派の人）（7 件法，n=115）

(5) JAD 協力意図の規定因の把握・先導車希望意図

a) JAD に協力しない理由

JAD の情報提供後における JAD に協力しない理由の把握に際し，JAD の状況として最も想定され得る，「情報提供後の一般車（表示なし）の場合」に着目する．上記の条件において，JAD に協力しない理由の同意度（7 件法）を**図-10** に示す．同意度の最も高い項目は「前のクルマが渋滞吸収走行をしているか分からないから」であり，JAD の意思表示が協力割合向上に影響していることが分かる．「周囲の速度に合わせる必要があるから」「後ろのクルマに煽られる可能性があるから」「他のクルマは渋滞吸収走行に協力しないと思うから」の 3 項目は他のクルマの状況の影響に関する理由であるが，同意度が高い人低い人で二極化していることが分かる．また，「渋滞吸収走行を信用していないから」についても同意度が高い人と低い人で二極化する結果となった．

b) JAD に協力しない人の特徴

JAD に協力しない人の特徴を把握するため，アンケートで回答頂いた各指標について，JAD に協力しない人（該当）とそうでない人（非該当）を比較する．なお，JAD に絶対協力しない人の定義は，「JAD 情報提供後の JAD 表示ありの車両（**図-2** の②④⑥の場合）において，JAD 協力意図の設問の全てに JAD に協力しない選択肢を選んだ人」とする．

表-5 は，交通マナー意識，自己認識，運転自信，クルマ利用頻度，高速道路利用頻度，時間的態度，JAD 信頼度の平均値と「JAD 協力しない人」該当有無に関する t 検定の結果を示したものである．交通マナー意識について，（JAD に協力しない人に）「該当」する人は，「非該当」と比して，有意に高速道路渋滞中に車線変更を行い，思いやりを持ち交通マナーを意識して運転しないことが統計的に示された．つまり，JAD に協力しない人の特徴として，交通マナーの意識が低いことが考えられる．自己認識と運転自信，クルマ利用頻度及び高速道路利用頻度について有意差は見られなかった．また，時間的態度について，時間不安の平均値を比較すると JAD に協力しない人の「該当」と「非該当」で有意差が得られなかったが，時間活用性については，「約束時間には厳密な方である」において有意差がみられた．また，JAD 信頼度は JAD に協力しない人の方が有意に低いことが示された．以上より，JAD に協力しない人の特徴は，交通マナーの意識が低く，せっかちであるが時間にルーズ（すなわち自己中心的な人）であり，JAD を信用していない人と考察できる．

表-5 交通マナー意識，自己認識，運転自信，クルマ利用頻度，高速道路利用頻度，時間的態度，JAD 信頼度の平均値と「JAD に協力しない人」該当有無に関する t 検定結果

		該当			非該当				
		n	M	SD	n	M	SD	t値	p
交通マナー	高速道路渋滞中に車線変更を行う	44	4.66	1.55	456	3.96	1.36	3.2	<0.01 **
	高速道路で十分な車間距離を取るよう意識	44	5.14	1.26	456	5.38	1.15	-1.33	0.09
	思いやりをもち，交通マナーを意識して運転	44	4.8	1.13	456	5.25	1.01	-2.81	<0.01 *
意欲	うまくいくか不明なことにも意欲的に取り組む	44	4.09	1.29	456	4.24	1.15	-0.81	0.21
社会形成・社会参加	私の参加により社会現象が変えられるかもしれない	44	3.64	1.28	456	3.81	1.19	-0.9	0.18
運転自信	運転に対する自信	44	5.05	1.24	456	4.78	1.14	1.47	0.07
クルマ・高速道路利用頻度	クルマ利用頻度_週換算	44	3.5	2.64	456	2.94	2.27	1.36	0.09
	高速道路利用頻度_週換算	44	0.7	1.22	456	0.49	0.91	1.41	0.08
時間的態度：時間不安	焦りを感じやすい方である	44	4.09	1.34	456	4	1.32	0.45	0.33
	過ぎてしまったことをいつまでもくよくよ考えることが多い	44	4	1.33	456	3.94	1.43	0.27	0.39
	時間が経つのが気になる方である	44	4.09	1.14	456	4.14	1.14	-0.25	0.4
時間的態度：時間活用性	仕事をし終わるのはいつも期限ギリギリである	44	3.57	1.52	456	3.26	1.40	1.39	0.08
	約束時間には厳密な方である	44	4.89	1.19	456	5.37	1.29	-2.41	<0.01 **
	仕事にかかるまで多くの時間を費やしてしまう	44	3.82	1.30	456	3.59	1.31	1.1	0.14
JAD信頼度	JAD信頼度	44	3.52	1.09	456	4.33	1.10	-4.64	<0.01 **

*p<0.05, **p<0.01

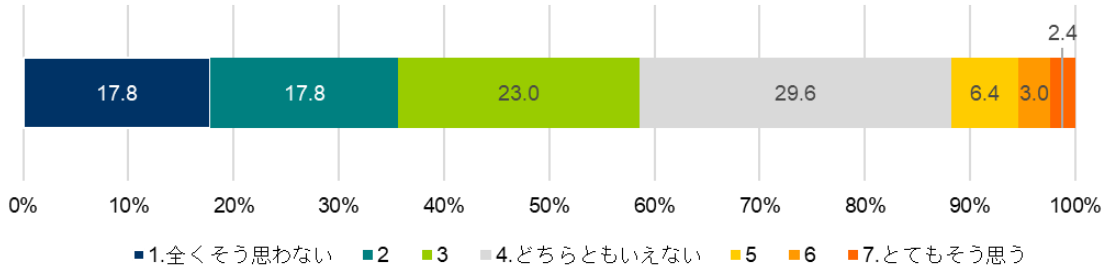


図-11 JAD 情報提供後における JAD 先導車希望意図（7 件法，n=500）

c) JAD 情報提供後における JAD 先導車希望意図

JAD 情報提供後における先導車希望意図のグラフを**図-11** に示す．先導車を希望する人（5-7 と回答した人）は 11.8%であった．一方，希望しない人（1-3 を回答した人）は 58.6%と半数以上であった．渡邊ら [5]はシミュレーションより，JAD 実施率が 10%の場合でも車両の速度向上に効果があり，実施率が 20%・30%の場合，10%の場合と比して速度向上に効果があることを示した．JAD の実施率を上げることで更なる速度回復向上が期待できることから，先導車の希望意図向上が課題である．これには，「どのタイミングで先導車になればよいか分からない」など，幾つか原因が考えられる．JAD の情報提供方法の改善と共に，どのタイミングでどのように JAD 実施を提示・指示するかが課題である．

5. まとめ

(1) 考察

まず，JAD の情報提供を行い，ドライバーが JAD の概要や走行方法を認知・理解することで，JAD の協力割合が有意に増加し，JAD 先導車に対するストレス度及びおそろしさが有意に低減することが明らかとなり，情報提供に効果があることが示された．その上，情報提供だけでなく，先導車が JAD を実施中であることを意思表示することで，JAD の協力割合が有意に増加することが示された．

次に JAD 先導車ついて，情報提供前後限らず，JAD の協力割合が最も高く，先導車に対するストレス度及びおそろしさが最も低い車種は道路巡回車であった．道路巡回車は車種の権威や信頼を利用し JAD の協力割合を高められる上，電光掲示板で後続車に容易に JAD 実施中であることを意思表示できると考えられる．ただし，道路巡回車を運用するには，車両数の制限や運用費用の確保など，高速道路会社の協力が必要である．一方，JAD の情報提供を行うことで，一般車が JAD 先導車を担う場合でも情報提供前の道路巡回車の場合と同程度の協力割合となり，先導車が JAD 実施中の意思表示を行うことで，更なる協力割合増加の効果が期待できることが示された．

JAD の認知度について，JAD を聞いたことがある人は 35%であり，実践したことのある人は 32%と，比較的認知されていることが分かった．一方，JAD を調査前から認知しているか否かが本調査の JAD 協力意図に影響しているとは言えない結果となった．

JAD に協力しない人の特徴として，高速道路渋滞中に車線変更を行い，思いやりを持ち交通マナーを意識して運転せず，時間にルーズであり，JAD 信頼度が低い人が挙げられる．

また，情報提供後における JAD 先導車を希望する人の割合は約 12%であった．

以上より，今後 JAD を普及していく上で，JAD の正しい理解による信頼性向上と，先導車における JAD の意思表示が鍵となる．更に，JAD の協力意図だけでなく，先導車希望意図の向上が課題となる．

(2) 本研究の課題・展望

本研究では，JAD の情報提供自体に効果があることを示したが，実際にどこでどのような媒体にて情報提供を行うのかは今後の課題である．情報提供方法として，高速道路のパーキングエリア内におけるポスター（サイネージ）の掲示，高速道路会社の公式アプリでの周知，免許更新講習内での案内などが考えられる．

続いて，JAD 先導車の意思表示方法についてである．本研究では，車両後方部に後続車に見えるように「渋滞吸収走行実施中」のステッカーを貼ることを提案したが，より分かりやすく効果的な意思表示方法と意思表示方法の普及案について検討する必要がある．

そして，各ドライバーにどのように JAD 実施を提案・指示するかについてである．既往研究では路車間（車車間）通信の活用が述べられていたが [5)]，提案の一つに ETC2.0 [注 7)]の活用が考えられる．ETC2.0 は高速道路での自動料金収受システムの他，ITS スポットから各種運転支援情報の提供を行うことが可能である．ETC2.0 の普及率は年々増加しており，2023 年 2 月時点で 30.1%である [注 8)]．ETC2.0 から JAD 実施を提案・指示すること

で，JAD の実施・協力割合が増加し，渋滞緩和につながると考えられる．

謝辞：本報告における調査分析は，NEXCO 東日本 技術研究助成“第 E16 号-9”の助成によるものである．

NOTES

注1) NEXCO 東日本：高速道路の渋滞対策，https://www.e-nexco.co.jp/activity/safety/detail_07.html

注2) JAF：渋滞吸収理論の社会実験動画（2009 年実施），https://www.youtube.com/watch?v=TP_7uUG4e3o

注3) 首都高速道路：「TOKYO SMART DRIVER－首都高の事故を減らすプロジェクト」,https://www.shutoko.co.jp/~/media/pdf/corporate/company/press/h19/8/smartd.pdf

注4) JAPAN SMART DRIVER：「ABOUT JAPAN SMART DRIVER とは？」https://www.smartdriver.jp/about

注5) 日経 XTECH：「富士キメラ総研，レベル 3 自動運転の普及は 2030 年以降」，2020/08.05，https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/13458/

注6) 首都高速道路：「第 30 回首都高速道路交通起終点調査（平日，2018 年実施），2020.

注7) 一般社団法人 ITS サービス高度化機構：「便利な ETC2.0 」，2023，https://www.go-etc.jp/etc2/#:~:text=ETC2.0%E3%81%AF%E3%80%81%E8%87%AA%E5%8B%95%E6%96%99%E9%87%91,%E6%96%B9%E3%80%85%E3%81%AE%E9%81%8B%E8%BB%A2%E6%94%AF%E6%8F%B4%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

注8) TechEyesOnline：「ETC（電気料金収受システム）～有料道路でなくてはならないシステム」，https://www.techeyesonline.com/article/tech-eyes/detail/TechnologyTrends-2305/#:~:text=ETC2.0%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81,%E6%99%AE%E5%8F%8A%E7%8E%87%E3%81%AF30.1%25%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

REFERENCES

1) R. Nishinari, A. Tomoeda, K. Shimura, K. Nishinari, “Theory of jam absorption driving”, Transportation Research Part B, Vol.50, pp.116-129, 2013.
2) 西成活裕：渋滞のサイエンスとその解消法，日本物理学会誌，71 巻 3 号，pp.170-173，2016.
3) 友枝明保：渋滞解消への数理と実証，道路（2011 年 10 月号），pp.12-17.
4) 片桐汐駿，中尾裕也：2 レーン最適速度モデルに対する渋滞吸収運転，日本物理学会概要集，No.2189-0893，2017.
5) 渡邊拓哉，森野博章：700MHz 車々間通信を利用した 2 車線高速道路における渋滞解消運転支援，研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ（ITS），2017-ITS-59，15，pp1-6，2017.
6) 澤村悠貴，塩見康博，山本隆，山本浩司：高速道路におけるドライバーの規制速度遵守意識の分析，交通工学論文集，No.4，Vol.1（特集号 A），pp.A_206-A_215，2018.
7) 塩見康博：高速道路における動的速度マネジメントについて，IARSS Review（国際交通安全学会誌），Vol.45，No.3，pp172-181，2021.
8) 合田理人，外井哲志，大枝良直：車線規制渋滞時の交互合流定着に向けた情報提供によるドライバー心理と運転挙動の変化，交通工学論文集，No.8，Vol.2（特集号 A），pp.A_82-A_90，2022.
9) 福丸哲矢，森野博章：高速道路における路車間通信を用いた短時間車速予測と速度制御による渋滞軽減手法の評価，電子情報通信学会，研究報告マルチメディア通信と分散処理（DPS），2022-DPS-191，29，pp1-6，2022.
10) 藤井聡，小畑篤史，北村隆一：自転車放置者への積極的コミュニケーション：社会的ジレンマ解消のための心理的方略，土木計画学研究・論文集，Vol.19，No.3，2002.
11) 岩本（大久保）慧悟，竹橋洋毅，高史明：「ストレスマインドセット尺度の邦訳」および信頼性・妥当性の検討，心理学研究，No.90，Vol.6，pp592-602，2013.
12) Slovic. P, “Perception of Risk”, Science, 17, pp45-54, 1987.
13) 甲村和三：「時間的態度とパーソナリティの関係」，名古屋工業大学，45，pp.77-87，1994.

(Received October 12, 2023)

PSYCHOLOGICAL CHANGES OF DRIVERS BY PROVIDING INFORMATION AND LEADING VEHICLES TO PROMOTE JAM-ABSORPTION DRIVING ON HIGHWAYS

Yoshiya IWATA and Ayako TANIGUCHI