実車走行実験に基づく ACC 稼働状況と車両運転挙動の関係分析

石田　貴志[1]・大口　敬[2]・邢　健[3]・舌間　貴宏[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 5F）
E-mail: t_ishida@doro.co.jp （Corresponding Author）

[2]フェロー会員　東京大学生産技術研究所（〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1）
E-mail: takog@iis.u-tokyo.ac.jp

[3]正会員　株式会社高速道路総合技術研究所（〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1）
E-mail: xing@ri-nexco.co.jp

[4]正会員　株式会社高速道路総合技術研究所（〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1）
E-mail: t.shitama.aa@ri-nexco.co.jp

本研究では，近年における交通性能の経年変化の要因として ACC に着目したうえで，ACC が運転行動や運転挙動に与える影響を明らかにするため，普段 ACC 機能が装備されている自家用車を運転している被験者 14 名を対象とした実車走行実験を行い，ACC 稼働状況と車両運転挙動の関係を分析した．

分析の結果，ACC 設定速度は規制速度と同程度かそれ以下が多数であること，ACC 設定車間距離は長モードが多いことを把握した．このような ACC 設定状況において，ACC 稼働時は非稼働時に比べて速度が低く，車間距離が長い傾向であり，車線変更が控えめになることを明らかにした．ACC が普及する過程では車間時間が長くなる可能性があること，ACC 稼働時は速度も低くなる傾向であり ACC が交通性能低下要因の 1 つと考えられることを考察した．

Key Words: *ACC, actual driving experiments, traffic performance, secular change*

1. はじめに

先行研究[1)]では，平成 15～28 年の 14 年間において，都市間高速道路の QV の形状が変化し，実現最大交通量や非渋滞時速度が経年的に低下していることを示している．また，平成 8～31 年の 24 年間を対象とした交通容量の経年変化分析[2)]や，非渋滞時の交通量ランク別速度の経年変化分析[3)]でもそれぞれ低下していることを示している．これら研究では，平成 15 年頃からの交通性能の低下要因として，平成 15 年 9 月の大型貨物車を対象としたスピードリミッター装着義務化や，大型車交通量・混入率の増加を考察している．上記義務化は最大 3 年の猶予期間（平成 18 年 8 月末まで）であり，国土交通省の発表[4)]によれば，スピードリミッターの装着台数は，平成 19 年 6 月末時点で大型トラック約 78 万台中約 52 万台（約 67%）である．そのため，近年における交通性能の低下要因はその他にもあることが考えられる．

ここで，ACC（Adaptive Cruise Control / 定速走行・車間距離制御装置）の普及率として，乗用車の新車装着率をみると，平成 22 年は 0.9%であるのに対し，10 年後の令和 2 年は 99%となっている[5)]．新車のほとんどに ACC 機能が装着されるようになった．ACC は前車との車間距離を維持するために車速を自動的に調整する機能であることから，高速道路においてはその混入率によって，交通性能に大きな影響を与えることが予測される．

ただし，ドライバーがどのように ACC を稼働させているかや，ACC の速度や車間距離を設定しているかは不明である．また，運転行動や運転挙動が，ACC 稼働時と非稼働時でどのように違うかも明らかではない．

そこで，本研究では普段 ACC 機能が装備されている自家用車を運転している被験者 14 名を対象とした実車走行実験を行い，ACC 稼働状況，ACC 設定状況，走行状況，走行速度，車間距離，交通行動を分析することで，ACC が運転行動や運転挙動に与える影響を明らかし，近年における交通性能の経年変化の要因を考察することを目的とする．

2. 既往文献の整理と本研究の位置付け

(1) 既往研究の整理

ACC 車両が交通流に与える影響を分析した既往研究は，個別車両の走行軌跡を対象とするミクロシミュレーションやドライビングシミュレータを用いたものが多い．ミクロシミュレーションを用いた研究として，吉田ら[6]は高速道路のサグ部において，ACC 車の速度-車頭距離曲線を設定し，ACC 車混入率が 30%であれば渋滞を抑制できる可能性があり，60%であれば混入率 100%と同程度の効果があることを示している．渋滞発生後は混入率が高くなるほどフローレートが高くなることを示している．また，1997 年当時に，既に ACC が市販されていたという記述も確認できる．金澤ら[7]は高速道路のサグ部において，ACC の設定車間時間が短い場合に ACC 車両の混入率が高くなるほど渋滞緩和効果があること，設定車間時間が長いと逆効果になることを示している．日高ら[8]は ACC の普及によって交通流率が低下することを示している．一方，鈴木ら[9]は，ACC 車両の混入率が高くなるほど渋滞軽減効果があることを示している．

ドライビングシミュレータを用いた研究として，飯田ら[10]はサグや急カーブを有する区間において，ACC 車両の混入率が 0，10%の場合に交通流率が低下し，50%の場合に改善されることを示している．飯田らの継続研究[11]では，サグや急カーブを有する区間において先行研究でみられなかった減速波が発生すること等を示している．

これに対し鈴木ら[12]は，21 名の被験者を対象に走行実験を行い，実挙動データより，乗用車はキープレフト走行による追従走行時に，ACC 利用で車間時間やその標準偏差が小さくなることを示している．ただし，キープレフト走行を前提としているという特徴がある．

(2) ACC の普及状況

ACC（Adaptive Cruise Control）は，正式名称を「定速走行・車間距離制御装置」と言い，前車との車間距離を維持するために車速を自動的に調整する機能を有する．例えばトヨタでは Toyota Safety Sense（レーダークルーズコントロール），ホンダでは Honda SENSING（渋滞追従機能付アダプティブ・クルーズ・コントロール），日産ではプロパイロット，マツダではマツダ・レーダー・クルーズ・コントロール，スバルではアイサイトと呼ばれているものである．ACC は高速域のみに対応しているものや，全車速域に対応しているものがある．

ACC 普及率として新車装着率を**図-1** に示す．ACC の新車装着率をみると，乗用車は平成 22 年が 0.9%であるのに対し，5 年後の平成 27 年に 17%となり，それ以降急激に普及が進んでいる．3 年後の平成 30 年には 53%に達し，令和元年が 73%，令和 2 年が 99%である．また，大型車にも徐々に普及しており，令和 2 年が 28%である．

新車に ACC が装着されていても，どれだけの人がこれを利用しているのか，また ACC 機能をどのような場面でどのような設定で利用し，機能解除しているのかは全く不明であるものの，これらの利用状況に応じて ACC の普及が，近年の交通性能低下に影響を及ぼしている可能性があると考えられる．

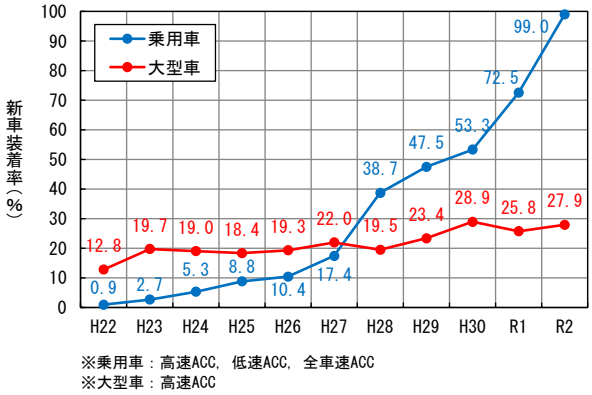


図-1 ACC 普及率（新車装着率）[5]

(3) 本研究の位置付け

ACC 車両が交通流に与える影響を分析するにあたっては，ミクロシミュレーションやドライビングシミュレータを用いた既往研究が多くみられる．これらは任意のシナリオケースを設定したものであり，ACC の利用方法や，車間距離や速度といった ACC の設定によって分析結果も変化するため，実態に即したものを反映させる必要がある．ただし，ACC が普及する前の研究がほとんどで，適切なシナリオやパラメータが設定されているとは言い難い．ACC 車両の混入率と交通流の関係にお



図-2 実験区間位置図

いて，異なる結果が得られていることは，これを裏付けている．

本研究は，ACC が急速に普及し始めている現時点において，普段 ACC 機能が装備されている自家用車を運転している被験者 14 名を対象とした実車走行実験を行い，ACC 稼働状況と ACC 設定状況を分析するとともに，ACC 稼働時・非稼働時別の運転行動や運転挙動を分析し，近年における交通性能の経年変化の要因を考察する．

3. 実車走行実験の概要

(1) 実験区間と日時

本実験は，交通量が多くない区間・時間帯を対象とした．実験区間は，**図-2**に示す東北道（上下）久喜IC～佐野スマートICの約30kmを対象とした．当該区間は片側3車線で，縦断線形，平面線形とも緩やかである．実験区間の規制速度は大半が 120km/h である（後述するとおり分析対象区間は全て 120km/h）．

また，実験日時は交通集中渋滞が発生しないと期待できた平日の日中を選定した．この際，周辺の車両が少ない場合は，ACC を稼働させていても，非追従状態において一定速度で走行するだけの CC（Cruise Control）の機能が稼働するのみとなってしまうため，区間の選定も含めて周辺にある程度の車両が走行している状況を狙っている．その結果，実験日は令和5年1月24日（火）～25日（水）の平日2日間とした．実験時間帯は，1月 24 日（火）が 8～17 時，25 日（水）が 8～14 時とした．実験時間帯は日中の明るい時間帯として計画したが，1月 24 日（火）の最終被験者の2回目走行（ACCなしの走行）のみ，事故渋滞の影響で日没後の走行となった．

(2) 実験被験者

被験者は，WEB 調査会社に登録しているモニターを対象に WEB アンケート調査を実施することで募集・選定した．WEB アンケート調査を通して，自家用車での高速道路運転頻度が「2～3ヶ月に1日程度以上」と相対的に高く，普段 ACC が装備されているトヨタ車（実験車両と同様のプリウスを優先し，次点として ACC の操作方法がプリウスと同様のレバー式の車種）で ACC を利用して運転しているドライバーとして，14 名を選定した．

被験者の性別は男性が 12 名，女性が 2 名，年代は 20 代が 1 名，40 代が 4 名，50 代が 4 名，60 代が 5 名である．なお，分析にあたっては，全 14 名の被験者に対して，走行順に ID01～14 を付与する．1 日目にあたる 1 月 24 日（火）は ID01～09，2 日目にあたる 1 月 25 日（水）は ID10～14 である．

(3) 実験車両

実験車両はトヨタプリウス3台（全車速域対応のACC機能が装備されたレンタカー）とした．当該車両の ACC 機能は，主に「定速走行」，「減速走行（追従走行）」，「加速走行」の 3 種類の車間制御モードで構成されている．定速走行では，設定した速度で定速走行する．設定速度の範囲は，30～180km/h である．また，減速走行（追従走行）では，設定した速度より遅い先行車が現れた際に減速し，先行車の車速変化に合わせて運転者の設定した車間距離になるよう追従走行する．車間距離は，短い，中間，長いの 3 種類が選択可能である．80km/h 走行での車間距離は各 30m，40m，50m である．加速走行では，設定速度まで加速し，定速走行する．

(4) 走行方法

実車走行実験は，東北道（上下）久喜 IC～佐野スマートIC（約30km）を対象に，1被験者あたり同一車両で2往復走行した．起終点は佐野スマートICとし，久喜ICでUターンした．1往復目はACC利用時として，被験者にとっての通常運転を指示した．ACC の稼働や設定の切り替え，走行方法は，すべて被験者に委ねた．そのため，常時 ACC を稼働させているとは限らない．また，2往復目は ACC 非利用時として，一切の ACC の利用を禁止した．本研究では，この 1 往復目の走行を「ACC あり」，2 往復目の走行を「ACC なし」と定義し，これらの区分を表現する時は「ACC 有無」と記載する．

実験開始時には，被験者へ走行方法の説明を行った．この際，ACC 機能と操作方法の確認を求めた．また，実験車両の後部座席には，補助員を配置し，実験機器の設定やUターン経路の案内を行った．

(5) データ取得方法

実験では，車両挙動データを OBD，走行環境をドラレコ，ACC稼働状況を小型車内カメラで取得した．

車両挙動データは，On-Board Diagnostics（以降，OBD と称す）を用いて取得した．取得できるデータは，1 秒ごとの時刻，位置（世界測地系），車速，車間距離等である．OBD で取得できる車間距離は最大 124m である．また，OBD は自動車に搭載されているコネクタに接続し，携帯電話等でも用いる HSPA/UMTS による方式でデータを送信・保存した．

走行環境は，ドラレコを用いて画像データとして取得した．具体的には，利用車線や車線変更状況，前車の有無（前車の車線変更状況を含む）を把握した．

ACC稼働状況は，小型車内カメラで**図-3**に示す表示画面を撮影し，画像データとして取得した．具体的には，ACC の稼働状況や，追従モード（追従有無），設定速度，設定車間距離モードを把握した．

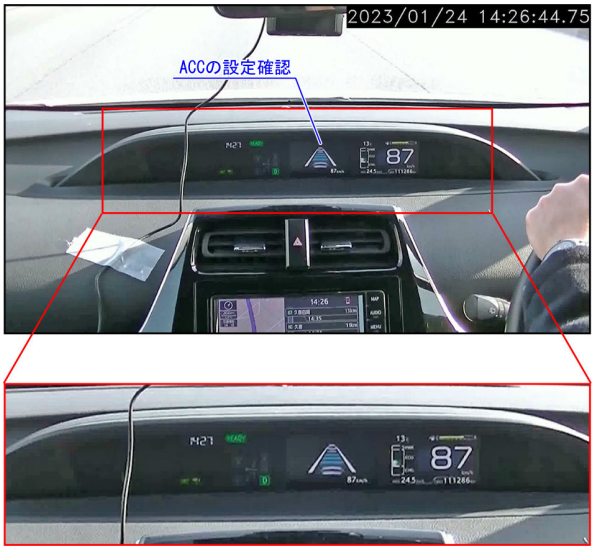


図-3　小型車内カメラの撮影アングル例

(6)　実験時の交通概況

実験日時の時間交通量は，最大で 2,700 台/時程度であった．片側 3 車線の交通量としては，渋滞に至るほど高くはない．また，1 月 24 日（火）の最終被験者の 2 回目走行（ACC なしの走行）のみ，一部事故渋滞に遭遇したが，それ以外で渋滞は発生していない．

4.　分析データの整理と分析内容

(1)　分析対象区間

分析対象区間は，慣れを考慮して，上下線とも実験区間の起終点にあたる 3km 程度を対象外とし，久喜 IC～佐野藤岡 IC 間の 29～54kp（25km）とする．対象区間の規制速度は 120km/h である．

また，ID05 は 1 往復目（ACC あり）の下り線走行時の 46.7kp より下流において OBD が欠測している．OBD の送信・保存に不具合があったと考えられる．そのため，当該方向の 46.7～54.0kp（7.3km）を ACC 有無とも対象外とする．ID09 は 2 往復目（ACC なし）の上り線走行時の 29.4kp より下流において渋滞に巻き込まれたため，当該方向の 29.0～30.0kp（1.0km）を ACC 有無とも対象外する．

(2)　分析データ作成方法

実車走行実験では，車両挙動データを OBD，走行環境をドラレコ，ACC 稼働状況を小型車内カメラで取得した．OBD では，1 秒ごとの走行速度，加速度，車間距離が取得できている．一方，ドラレコと小型車内カメラは映像データである．そのため，ドラレコでは利用車線（車線変更状況含む），前車有無（前車の車線変更状況含む）を，小型車内カメラでは ACC 稼働有無，ACC の追従モード，ACC の設定速度，ACC の設定車間距離モードを 1 秒ごとに判読し，OBD データと統合する．これら OBD をベースとしたデータについて，緯度経度を kp 変換し，kp で管理できるデータベースを作成する．

以降の分析で，個人運転挙動プロファイル作成や，車線変更回数，割込まれ回数等，回数を計上するもの以外は，0.1kp ごとのデータを集計する．また，ACC 稼働状況分析以外の項目で，ACC 有無別の比較を 0.1km ごとに行う際は，ACC が稼働している区間のみを比較対象とする．

(3)　個人運転挙動プロファイルの作成

データの見通しをよくするため，前述の分析データより，個人運転挙動プロファイルを方向別，被験者別に作成する．上下線 2 方向，14 名の被験者であり，ACC 有無を 1 枚で表現したため，個人運転挙動プロファイルは 28 枚となる．一例を**図-4** に示す．

個人運転挙動プロファイルでは，速度，加速度，車間距離，利用車線，前車有無，ACC の設定速度，ACC の車間距離モードを図化するとともに，道路線形等を配置する．また，利用車線では車線変更状況，前車有無では前車の車線変更状況（割込みや隣接車線への車線変更）を把握できるようにする．ACC の設定速度，ACC の車間距離モードでは，ACC の稼働状況と追従モード（追従有無）を把握できるようにする．

(4)　分析内容

実車走行実験結果を用いて ACC 稼働状況と車両運転挙動の関係を分析する．具体的には，ACC 稼働状況，ACC 設定状況，走行状況，走行速度，車間距離，交通行動の 6 項目を分析する．

ACC 稼働状況分析では ACC の稼働・非稼働の切替え状況を分析する．ACC 設定状況分析では ACC 設定速度と ACC 設定車間距離を分析する．走行状況分析では以降の前提条件として利用車線や前車状況（前車有無）を整理・分析する．走行速度分析では，設定速度との実際の速度を比較したうえで，ACC 稼働時・非稼働時別の比較を行う．車間距離分析では，ACC 稼働時・非稼働時別の比較分析を行う．交通行動分析では車線変更回数と割込まれ回数を分析する．

5.　ACC 稼働状況分析

ACC 稼働状況の被験者内訳を**図-5** に，被験者別を**図-6** に示す．なお，以降も含めて上下線を合わせた集計結果としている．本実験では，被験者に対して，ACC を普段通り利用して走行することを求めた．そのような条件

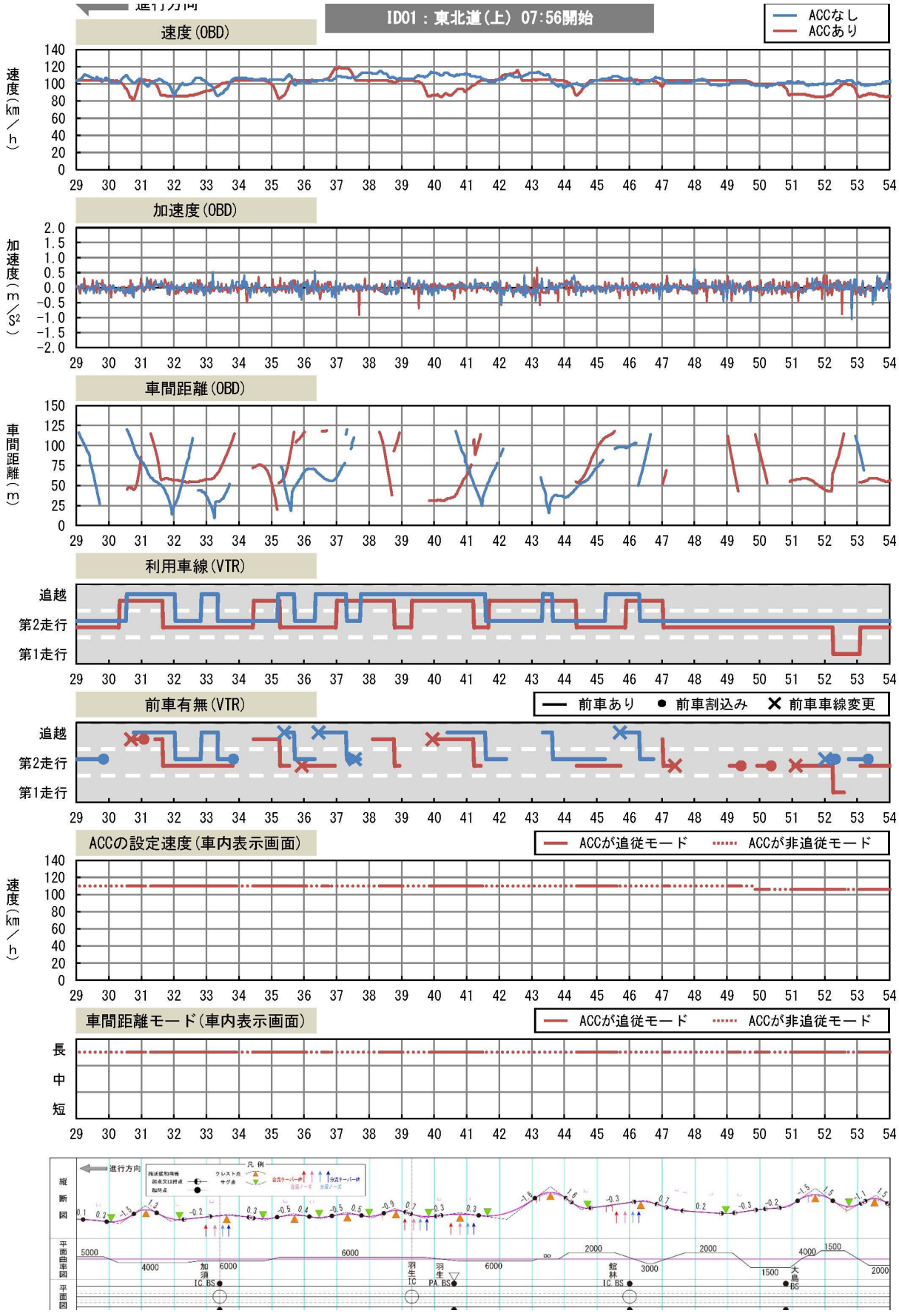


図-4　個人運転挙動プロファイル作成結果の一例（東北道（上））

で ACC 稼働状況をみると，多くの被験者が ACC を常時稼働している（100%の利用である）．また，一部非稼働の被験者（100%でない数被験者）も高い割合で ACC を利用している．

ここで，ACC 稼働状況が 100%でない被験者について，個人運転挙動プロファイルを確認したところ，ON-OFF をこまめに切り替える様子は全くなく，設定した交通状況において ACC は一度稼働したら常時利用されるものであることを確認した．以降では，常時稼働している ACC について，その設定状況を分析する．

6. ACC 設定状況分析

(1) ACC 設定速度

ACC 設定速度の変更回数を**図-7** に示す．ACC 設定速度の変更回数は，往復 50km 区間の走行に対して，多くは 5 回以下であった．変更回数が多い被験者でも，ID02 の 20 回，ID04 の 8 回，ID05 の 11 回，ID13 の 12 回であり，ACC 設定速度はあまり変更しない状況であることがわかった．

ACC設定速度の最頻値の被験者内訳を**図-8**に示す．規制速度が 120km/h であった分析対象区間における ACC 設定速度の最頻値をみると，多くは規制速度と同じ 120km/h か，それよりやや低い速度を設定している．3 人の被験者に関しては，100km/h 未満の相対的に低い速度が最頻値であった．また，個人の設定速度分布を確認したところ，比較的分散が小さく，最大値も規制速度である 120km/h を超えていない．最小値も 80km/h を下回っていない．規制速度が 120km/h の区間では，規制速度か，それより低い速度を ACC で設定する傾向にあることがわかった．

(2) ACC 設定車間距離

ACC設定車間距離の最頻モードの被験者内訳を**図-9**に示す．ACC で設定車間距離を変更する被験者は皆無であった．そのような状況で最頻モードをみると，14 名の被験者のうち3段階中の長モードが11被験者と多い．短モードは 2 被験者，中モードは 1 被験者のみである．ACC 設定車間距離は，長モードを設定する傾向にあることがわかった．

7. 走行状況分析

以降では，上記 ACC 設定速度・車間距離に対して，実際にどのような走行速度や車間距離が出現しているかを，ACC 有無別の比較を通して分析する．この走行速度分析や車間距離分析においては，走行状況として利用車線別や前車状況別（前車有無別）にも着目することから，ここでは以降の前提条件として走行状況を分析する．

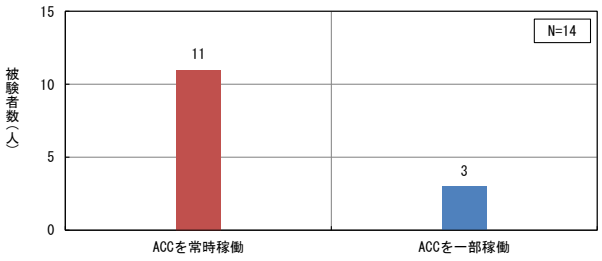


図-5 ACC 稼働状況の被験者内訳

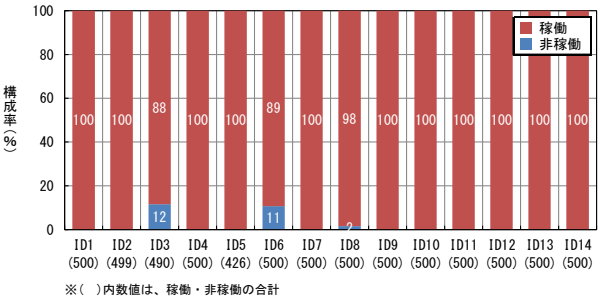


図-6 ACC 稼働状況

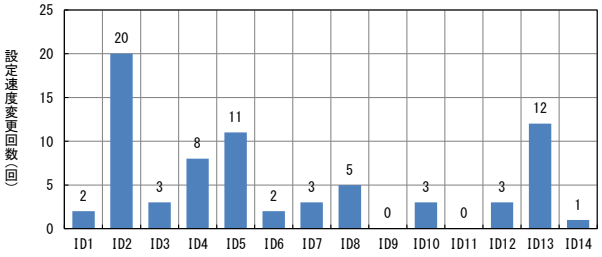


図-7 ACC 設定速度の変更回数

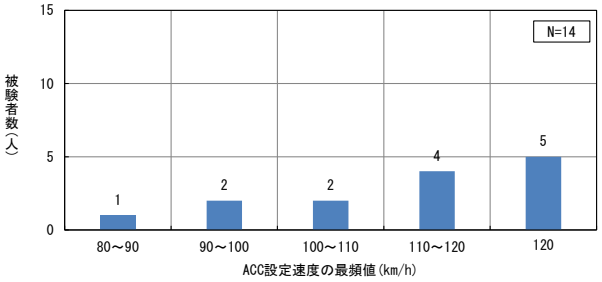


図-8 ACC 設定速度の最頻値の被験者内訳

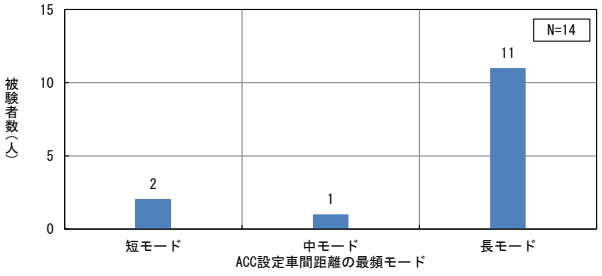


図-9 ACC 設定車間距離の最頻モードの被験者内訳

(1) 利用車線

最頻利用車線の被験者内訳を**図-10** に示す．最頻利用車線は，第 2 走行車線または追越車線を利用する被験者に二分され，多くは ACC 有無別で同じ車線を利用する傾向にある．ACC 有無別で最頻利用車線が異なる被験者は，ID01，ID08 の 2 被験者のみで，ID01 は ACC 有無で追越車線から第 2 走行車線に，ID08 は第 2 走行車線から追越車線に変化している．

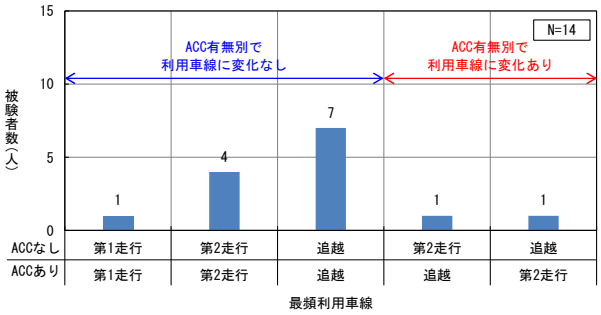


図-10 最頻利用車線の被験者内訳

(2) 前車有無

前車有無構成率の被験者内訳を**図-11** に示す．また，利用車線別を**図-12** に示す．前車有無とは，ドラレコで撮影した走行環境として，同一車線の前方概ね 100m 以内に車両が存在しているかを判読した結果である．前車有無の構成率比較とは，ACC なしの時の「前車なしの構成率」と，ACC ありの時の「前車なしの構成率」を比較したものである．

前車有無の構成率は，ACC ありで前車なしの構成率が低くなったのが 5 被験者，高くなったのが 9 被験者である．ただし，被験者ごとにみると，その構成率にほとんど差はなく，概ね同様である．

利用車線別にみると，第 2 走行車線を走行している時では，ACC ありで前車なしの構成率が低くなったのが 10 被験者，高くなったのが 4 被験者である．第 2 走行車線では，ACC ありで追従することが増えた被験者が多い．一方，追越車線を走行している時では，ACC ありで前車なしの構成率が低くなったのが 5 被験者，高くなったのが 7 被験者，ACC 有無のどちらかで追越車線を走行しておらず比較不可が 2 被験者であった．追越車線では，ACC ありで追従しないことが増えた被験者がやや多い．

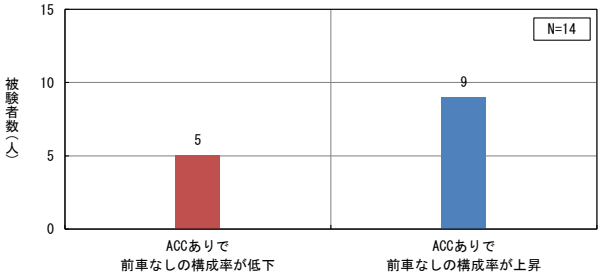


図-11 前車有無構成率の被験者内訳

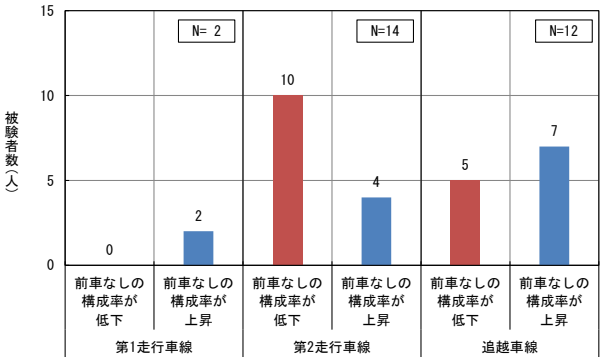


図-12 利用車線別にみた前車有無構成率の被験者内訳

8. 走行速度分析

(1) 設定速度との比較

ACC に関する車内表示を**図-13** に示す．ACC が非追従モードの時の車内表示を確認した結果，ACC で設定した速度と，車速メーターの速度が一致している．このような状況にあって，地点別に ACC 設定速度と走行速度の比較結果をみると（**図-14** 上段），大半の被験者・区間では，ACC が非追従モードでも，ACC 設定速度より実際の走行速度の方が低い．車両の制御として走行速度が ACC 設定速度（車速メーター）より低くなっていることと，多くの被験者が ACC 機能の速度調整に委ねて運転していたことがわかる．また，追従モードではさらに速度が低くなる．一部の区間で走行速度の方が高いこともあり，一時的にアクセルを踏んで速度を上昇させることもある．



図-13 ACC に関する車内表示

一方，ID03 の上り線や，ID11 の上下線では，長区間に渡って ACC 設定速度より実際の走行速度の方が高い（**図-14** 下段）．これら被験者の ACC 設定速度は 100km/h 未満と相対的に低く，ACC を稼働しながらも，特に追越車線において自身でアクセルを踏んで速度調整していたと考えられる．

(2) ACC 有無別の比較

ACC 有無別平均走行速度の比較結果の被験者内訳を**図-15** に示す．ACC 有無別に平均走行速度を比較したところ，ACC ありの方が低いのが 7 被験者，高いのが 6 被験者，同様が 1 被験者である．ただし，**図-16** に示す ID 別比較結果を確認すると，ACC ありの方が高い被験者

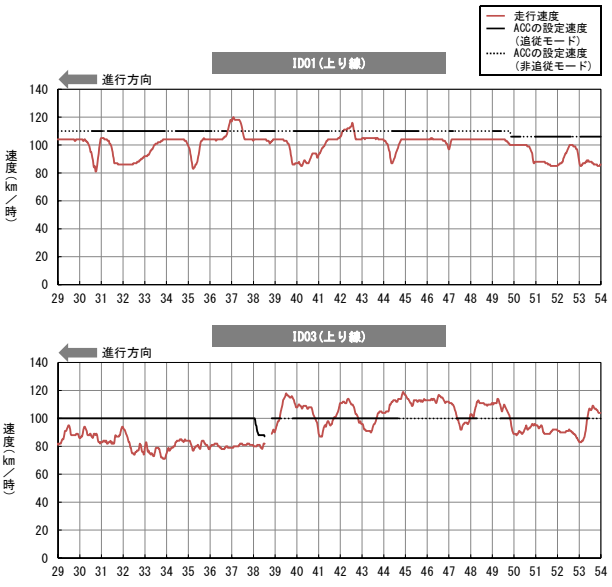


図-14　ACC 設定速度と走行速度の地点比較の一例

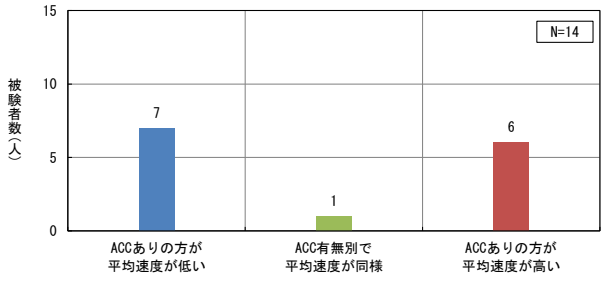


図-15　ACC 有無別平均速度の比較結果の被験者内訳

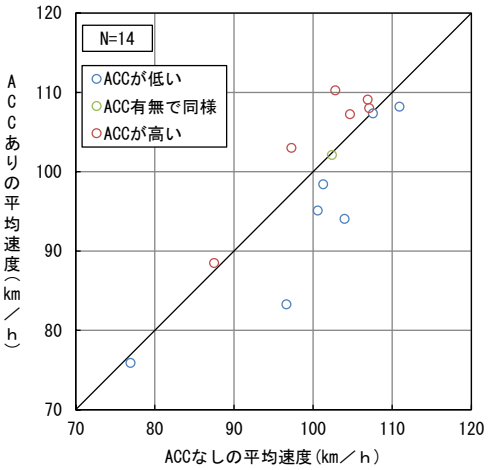


図-16　ACC 有無別平均速度の ID 別比較結果

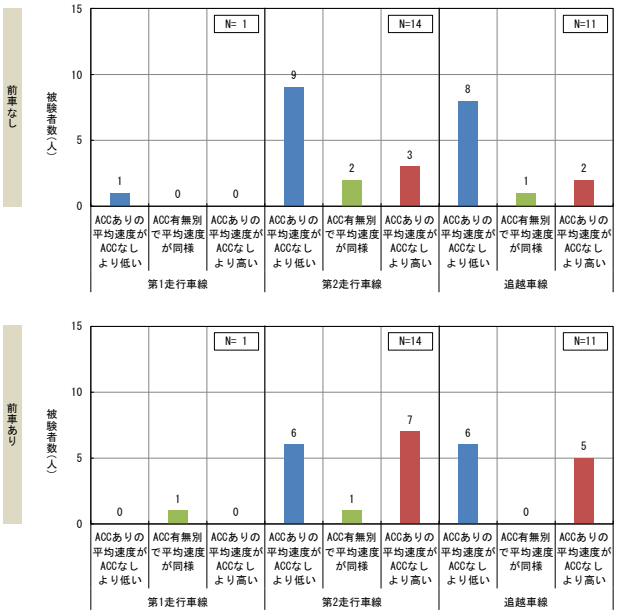
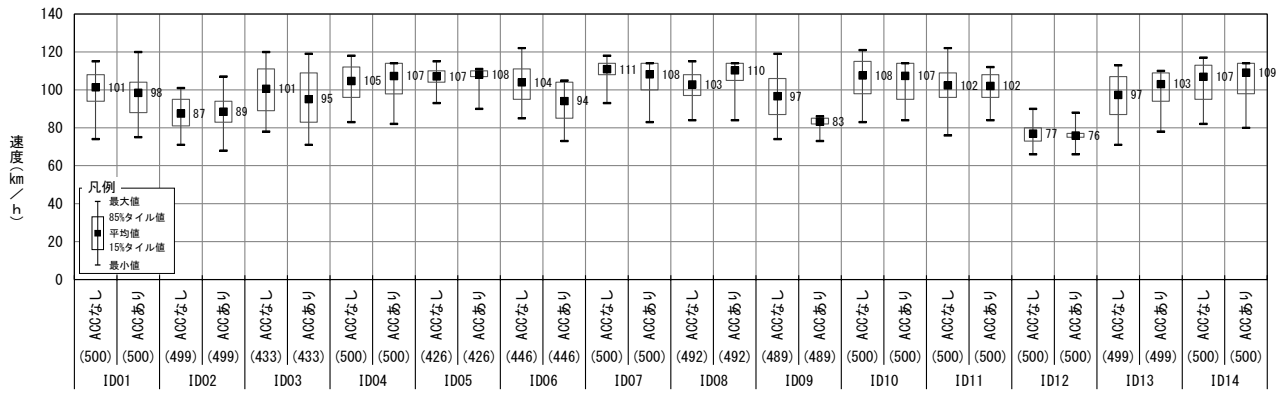


図-17　利用車線別前車有無別にみた ACC 有無別走行速度の被験者内訳



※（ ）はサンプル数
※ID1～9：令和4年1月24日（火）、ID10～14：令和4年1月25日（水）
※0.1kpごとのデータを集計

図-18　ACC 有無別走行速度の箱ひげ図

はその増加量が小さいのに対して，ACC ありの方が低い被験者は減少量が大きい．

図-17 に示す利用車線別前車有無別をみると，前車なしで ACC ありの方が平均速度が低い被験者が多い．一方，前車ありでは ACC ありの方が平均速度が低い被験者と，ACC ありの方が平均速度が高い被験者が同程度である．前車がいない場合に，ACC ありの方が速度が低くなっている．

さらに ACC 有無別に走行速度の箱ひげ図を比較したところ（**図-18**），速度分布は同様か，ACC ありがやや小さい（狭い）傾向にある．また，速度の最大値は ACC ありの方が小さい傾向にある．利用車線別前車有無別にみても同様の傾向である．

9. 車間距離分析

ACC 有無別平均車間距離の比較結果の被験者内訳を**図-19** に示す．ACC 有無別の平均車間距離を比較したところ，ACC ありの方が車間距離が短いのは 4 被験者，長いのは 9 被験者，同様なのが 1 被験者である．ACC を稼働した場合は車間距離が長くなる傾向である．**図-20** に示す ID 別比較結果を確認すると，ACC ありの方が短い被験者はその低下量が小さいのに対して，ACC ありの方が長い被験者は増加量が大きい．

また，ACC 有無別の車間距離の箱ひげ図を比較したところ（**図-21**），ACC ありは，ACC なしと比べて，最小値や 15%タイル値が長い傾向にある．ACC を稼働した場合は車間距離が短くなることが少ない．

10. 交通行動分析

ここまで，ACC ありでは ACC なしに比べて速度が低く，車間距離が長い傾向にあることを確認した．ここでは，そのような状況下における車線変更回数と割込まれ回数を分析する．

(1) 車線変更回数

車線変更回数を分析するにあたり，どのような状況の車線変更があったか確認したところ，前車の車線変更に伴い追従して車線変更したというものは極めて少ない

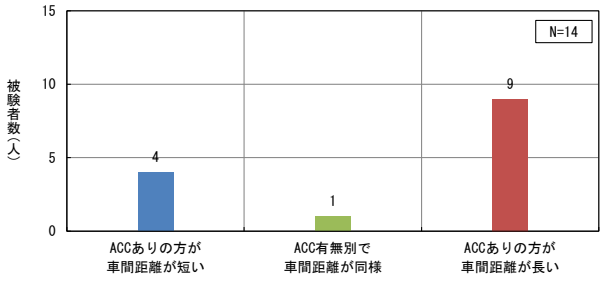


図-19 ACC 有無別平均車間距離の比較結果の被験者内訳

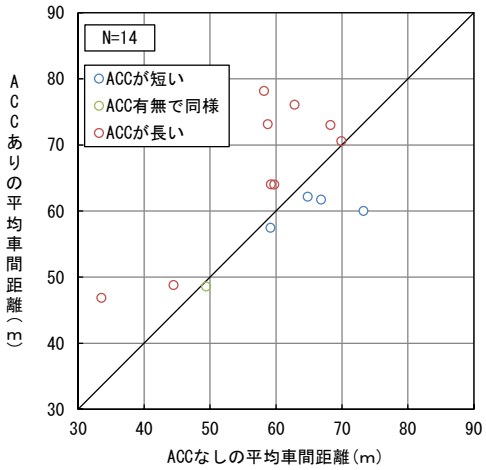
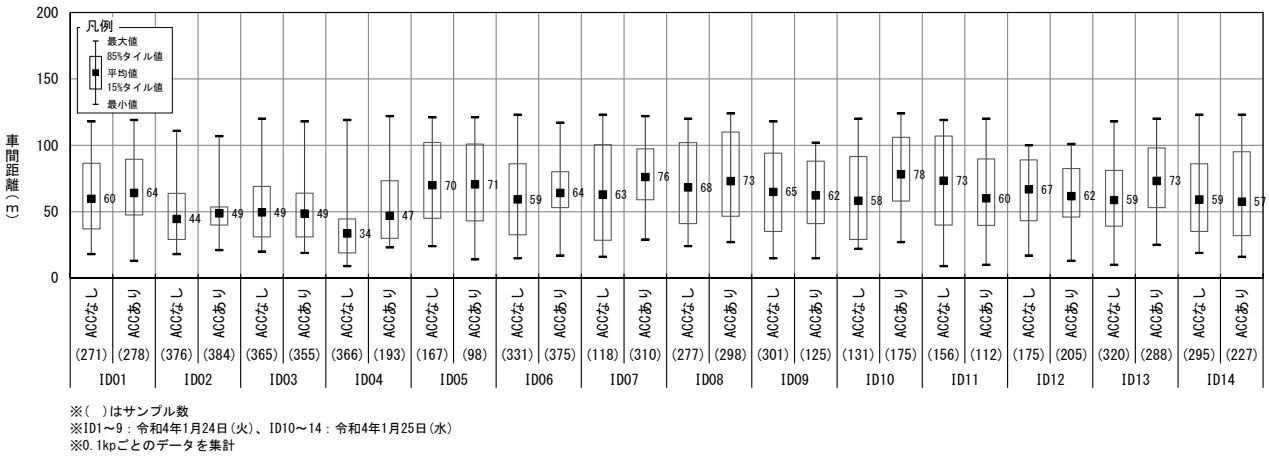


図-20 ACC 有無別平均車間距離の ID 別比較結果



※（ ）はサンプル数
※ID1～9：令和4年1月24日（火）、ID10～14：令和4年1月25日（水）
※0.1kpごとのデータを集計

図-21 ACC 有無別車間距離の箱ひげ図

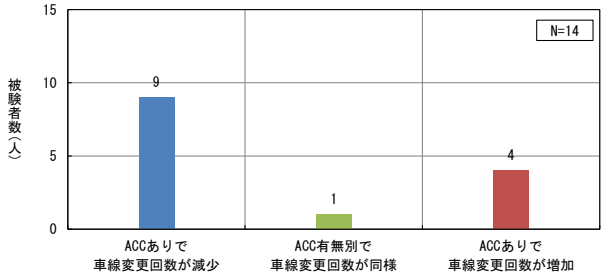


図-22　車線変更回数の被験者内訳

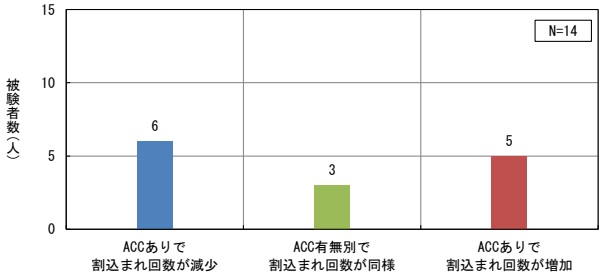


図-23　割込まれ回数の被験者内訳

表-1　実車走行実験に基づく交通行動・挙動に関する ACC 有無別比較結果一覧

No.	項目		実車走行実験（14被験者）
1	ACCの設定	ACC 設定速度	・規制速度120km/h区間では120km/hまたはそれ以下が多数
2		ACC設定 車間距離	・長モードが多数
3	交通行動	利用車線	・ACC有無で同様
4		車線変更	・ACCありの方が少ない傾向
5		割込まれ	・ACC有無で回数が同様 ・ACC設定車間距離が長モードかつ設定速度が低い場合に割込まれやすい
6	交通挙動	速度	・利用車線・前車有無を区分すると、前車なしでACCありの方が低い傾向
7		車間距離	・ACCありの方が長い傾向
8		加減速度	・ACC有無で同様

（全 458 回の車線変更中 11 回）．前車が存在して被験者のみ車線変更する場合は 226 回，前車が存在しないで車線変更する場合は 221 回と同程度である．

車線変更回数の被験者内訳を**図-22** に示す．車線変更回数をみると，ACC ありで車線変更回数が減少した被験者が 9 被験者である．例えば，ID09 は ACC なしの車線変更回数が 22 回であったのに対し，ACC ありは 1 回と大きく減少している．当該被験者は ACC なしで第 2 走行車線利用が 60%，追越車線利用が 40%，ACC ありで第 1 走行車線利用が 16%，第 2 走行車線利用が 84%となっている．ACC なしで「前車の車線変更に伴い追従して車線変更する場合」が 1 回，「前車が存在して被験者のみ車線変更する場合」が 7 回，「前車が存在しないで車線変更する場合」が 14 回であったのに対し，ACC ありでは「前車が存在しないで車線変更する場合」が 1 回となっている．ACC なしでは第 2 走行車線を利用しながら，追越すために追越車線を利用していたが，ACC ありでは第 2 走行車線を利用し，追越行動をしなくなっている様子がわかる．

一方，ACC ありで車線変更回数が増加したのは 4 被験者，同様なのは 1 被験者である．ACC を稼働させている時は，どちらかといえば車線変更回数が減少する傾向にある．

(2)　割込まれ回数

割込まれ回数の被験者内訳を**図-23** に示す．ACC ありで割込まれ回数が減少したのは 6 被験者，増加したのは 5 被験者，同様なのは 3 被験者である．ここで，割込まれ回数が大きく増加した被験者をみると，ID07 の ACC なし：0 回から ACC あり：9 回と，ID09 の ACC なし：4 回から ACC あり：22 回であり，両被験者とも ACC 設定車間距離は長モードである．個人運転挙動プロファイルを確認した結果，いずれも ACC ありでは車間距離が比較的長い時に割込まれており，特に ID09 は第 2 走行車線を 80km/h 程度で一定走行している状況で割込まれ，前車との車間距離が長くなるとまた割込まれるということの繰り返しであった．ACC を稼働させて，設定車間距離が長モードかつ設定速度が低い場合に割込まれることが多くなるようであるが，多くの被験者が ACC 設定車間距離を長モードにしている状況であっても，割込みが多くなるという傾向はみられなかった．

11.　おわりに

実車走行実験に基づく交通行動・挙動に関する ACC 有無別比較結果一覧を**表-1** に示す．ACC設定速度は，実車走行実験においては規制速度 120km/h 区間であったためか，120km/h またはそれ以下が多数であった．また，ACC 設定車間距離は，長モードが多い傾向である．

このような ACC 設定状況にあって，交通行動のうち利用車線は ACC 有無で同様，車線変更回数は ACC ありの方が少ない傾向であった．割込まれは ACC 有無で回数が同様であったが，ACC 設定車間距離が長モードかつ設定速度が低い場合に割込まれやすい．

交通挙動をみると，ACC ありでは速度が低い傾向で，車間距離は長い傾向であった．なお，本稿では紙面の都合上，加減速度の分析は割愛したが，加減速度は ACC 有無で同様であった．

ACC を稼働させると，速度が低く，車間距離が長くなる傾向であり，車線変更が控えめになる．ここで，車名別にみた ACC 設定車間時間一覧 [13]を参照すると，多くの車種で車間距離モードが長の車間時間は 2 秒強になっている．また，ホンダの車種では 3 秒弱である．2006 年以前の関越道（上）花園 IC 付近（片側 3 車線区間）の追越車線における渋滞発生直前 15 分間の車頭時間では，1.5 秒以下で半数を占めている [14]．ACC が普及する過程では，過去に比べて車間時間が長くなる可能性がある．ACC 稼働時は速度も低くなる傾向であり，ACC が近年の交通性能低下要因の 1 つと考えられる．

本実車走行実験は，交通量が多くない区間・時間帯を対象にしており，渋滞発生直前に出現するような高い交通量レベルではない．今後は，高い交通量が出現する区間・時間帯を対象にするとともに，被験者サンプル数を増やす必要があると考えている．また，規制速度 120km/h 区間であったため，規制速度 80～100km/h 区間で実験することも望まれる．

謝辞：実車走行実験を行うにあたっては，（株）交通総合研究所に OBD を貸与いただくとともに，同社の佐藤哲也氏にはデータ処理に関して多大な助言をいただいた．ここに，厚くお礼申し上げます．

REFERENCES

1) 後藤誠，石田貴志，野中康弘：都市間高速道路における交通性能の経年変化に関する研究，交通工学論文集，Vol. 5，No. 2 (特集号 A)，pp. A_90-A_98，2019.
2) 石田貴志，大口敬，邢健，後藤誠：都市間高速道路における交通容量の経年変化に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 77，No. 5，pp. I_925-I_938，2022.
3) 石田貴志，大口敬，邢健，後藤誠：都市間高速道路における速度の経年変化に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol. 78，No. 5，pp. I_839-I_852，2023.
4) 国土交通省：大型トラックのスピードリミッターの効果・影響評価の結果について，https://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/09/090821_.html（2023 年 4 月 27 日）
5) 国土交通省：自動車安全総合情報，https://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/01asv/documents.html(2023 年 4 月 27 日)
6) 吉田行範，越正毅，安井一彦：アダプティブ・クルーズ・コントロールによる高速道路のサグ渋滞の軽減効果，土木計画学研究・講演集，Vol. 20，No. 2，pp. 307-310，1997.
7) 金澤文彦，坂井康一，鈴木一史，岩﨑建：高速道路サグ部における ACC 車両との路車間連携による交通円滑化，交通工学研究発表会論文集，Vol. 32，pp. 31-34，2012.
8) 日高健，北岡広宣，北浜謙一，志田充央，藤本浩，金須則之，小池弘之，江口純司，加世山秀樹，加藤哲也：ACC を活用した高速道路サグ部の交通流円滑化，自動車技術会論文集，Vol. 44，No. 2，pp. 765-770，2013.
9) 鈴木一史，山田康右，堀口良太，岩武宏一：高速道路サグ部渋滞対策に資する ACC の将来性能と渋滞緩和効果，交通工学論文集，Vol. 1，No. 2 (特集号 B)，pp. B_60-B_67，2015.
10) 飯田克弘，和田﨑泰明，多田昌裕，筑後智弘，安時亨，澤田英郎，紀ノ定保礼：ACC 車両の混在比率が異なる交通流の安全性・円滑性評価，交通工学論文集，Vol. 4，No. 1 (特集号 A)，pp. A_238-A_345，2018.
11) 飯田克弘，淺田真敬，多田昌裕，筑後智弘，西田将之，安時亨，澤田英郎：ACC 車両が混在する高密度交通流の挙動と運転者挙動への影響，交通工学論文集，Vol. 5，No. 2 (特集号 A)，pp. A_80-A_89，2019.
12) 鈴木一史，山田康右，加納英明，栗栖嵩，鹿野島秀行，牧野浩志：高速道路上の ACC 使用がドライバのキープレフト走行の受容性に及ぼす影響，交通工学研究発表会論文集，Vol. 35，pp. 315-322，2015.
13) 小篠耕平，菅原宏明，石井昭，邢健，糸島史浩，甲斐穂高：高速道路における ACC 搭載車両の利用実態および安全性・交通容量に及ぼす影響の考察，ITS シンポジウム，Vol. 17，2019.
14) 邢健，鶴元史，石田貴志，村松栄嗣：車両感知器パルスデータを用いた渋滞発生時交通現象分析，土木計画学研究・講演集，Vol. 41，2010.

(Received July ○, 2023)
(Accepted November ○, 2023)

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ACC OPERATION AND VEHICLE DRIVING BEHAVIOR BASED ON ACTUAL DRIVING EXPERIMENTS

Takashi ISHIDA, Takashi OGUCHI, Jian XING and Takahiro SHITAMA

In this study, focusing on ACC (Adaptive Cruise Control) as a factor in the secular change of traffic performance in recent years, the paper conducted an actual driving test with 14 subjects, and analyzed the relationship between the ACC operation status and driving behavior.

As a result, it was found that the ACC setting speed was about the same as or less than the speed limit, and that the ACC setting spacing was mostly in the long mode. It was also clarified that with such ACC

settings, when the ACC is in operation the vehicle speed tends to be lower and the space clearance tends to be longer, and lane-changing becomes more conservative compared to those when the ACC is not in operation. With the increase in ACC penetration, there is a possibility that the time clearance may become longer, and the speed tends to be lower when ACC is in operation. Therefore, it is seen that ACC may become one of the factors that degrade the performance of traffic flow.