

装着型センサを用いた運転技能自動評価 システムの開発と講習現場への導入

多田 昌裕¹・瀬川 誠²・野間 春生³・飯田 克弘⁴・蓮花 一己⁵

¹非会員 博士（工学） 国際電気通信基礎技術研究所（〒 619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2）
E-mail: mtada@atr.jp

²非会員 山城自動車教習所（〒 610-0301 京都府綴喜郡井手町多賀西北河原 49）

³非会員 博士（工学） 国際電気通信基礎技術研究所（〒 619-0288 京都府相楽郡精華町光台 2-2-2）

⁴正会員 博士（工学） 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻（〒 565-0871 吹田市山田丘 2-1）

⁵非会員 博士（人間科学） 帝塚山大学心理学部（〒 631-8585 奈良市学園南 3-1-3）

社会の高齢化に伴う運転者の多様化が進む中、今後、車両や道路などハード面からの安全対策だけでなく、運転者自身の安全運転意識向上を図る「ひと」に向けた取り組みがますます重要になると考えられる。筆者らは、小型の装着型センサで計測した運転者の頭部と右足の挙動データから、安全確認行動やブレーキの準備行動の生起を推定・検出し、その生起率に基づき運転技能を自動的に評価するシステム *Objet* を提案・開発している。*Objet* による自動評価結果は、運転の良し悪しを判定する用途であれば90%以上の精度で指導員の意見と一致する。筆者らは、*Objet* を自動車教習所の安全運転講習現場に導入し、職業運転手など508名を対象に公道での実証実験を実施した。また、2010年2月には、装着型のセンサとしては日本で唯一公安委員会からの認定を受け、法定高齢者講習相当の現場でも *Objet* の活用が始まった。本稿では、*Objet* の概要、ならびに *Objet* を用いた公道での職業運転手/高齢者向け個人適応型・安全運転講習の成果について報告する。

Key Words : *Automatic Evaluation System, Safe Driving Skill, Wearable Sensor, Elder Drivers, Professional Drivers*

1. はじめに

社会の高齢化に伴う運転免許保有者構成層の変化やライフスタイルの変容によって運転者の多様化が進む中、今後、車両の安全性能向上や道路環境整備などハード面からの安全対策だけでなく、運転者自身の安全運転意識の向上を図る「ひと」に向けた取り組みがますます重要になると考えられる。

例えば、見通しの悪い交差点では、目だけを動かす「ちら見」ではなく、頭部運動を伴った安全確認によって死角をカバーし、車両周辺に潜む潜在的な危険の発見に努めたり、右足を予めブレーキペダル上に移動しておき万一の事態に備える、など運転者が状況にあわせて自発的・選択的に“事故予防動作”を行うことで、事故に至るリスクを低減することができる¹⁾。運転者の安全運転意識の高さは、このような事故予防動作が日々の運転の中でどの程度行われているか—やるべき場所で過不足なくできているか—を調べることによって推測できると考えられる。筆者らは、この考えに基づき、小型の装着型センサ（無線ジャイロ/加速度センサ）で計測した頭部と右足の挙動データから、車両周辺の安全確認行動やブレーキの準備行動の生起を推定・検出し、その生起率に基づき運転者の技能を自動的に

評価するシステム *Objet* を提案・開発している。

Objet では、運転者の頭部と右足に装着した無線ジャイロ/加速度センサにより、運転中の安全確認行動や右足ペダル操作など運転動作そのものを直接計測する。そのため、通常の運転の範疇から外れた逸脱動作の検出はもちろんのこと、予防安全の観点から見れば当然なされるべき動作が生起していない—見通しの悪い交差点に安全確認も減速もせずに進入するなど—ことも検出可能である。さらにGPS情報と自動車教習所指導員の知識情報を併用することで、事故多発地点など予防安全上注意すべき地点（要注意地点）において、運転者が十分な事故予防動作をしているかを自動的に判定する。もし予防安全の観点からみて改善すべき点がある場合には、走行後にその旨を運転者に対して提示し、安全運転意識の改善を促す。一連の処理はコンピュータによって自動解析されるため、結果をすぐに運転者へとフィードバックすることができる。

筆者らはこのような *Objet* の特長を活かし、運転者ひとりひとりの運転技能や特性に合わせて講習内容を変化させる個人適応型・安全運転講習の実現に向けた取り組みを、自動車教習所と共同で進めている。

本稿では、*Objet* の概要、ならびに *Objet* を用いた公道上での職業運転手/高齢者向け個人適応型・安全運

転講習の成果について報告する。

2. 運転技能自動評価システム Objet

(1) システム構成

運転技能自動評価システム Objet は、運転者挙動を低い拘束で計測可能な計測部と、計測したデータを元に、運転技能を自動的に評価する解析部からなる。計測部は、無線ジャイロ/加速度センサ¹3個（図1、頭部/右足挙動、および車両挙動計測用）、データ受信用 PDA（GPS 受信機内蔵）²1台からなる。また解析部は、結果解析・表示用ノート PC1台のみで実現している。いずれの機器も小型軽量かつバッテリー駆動可能なため、どのような車両にも容易に適用することができる。



図-1 無線ジャイロ/加速度センサ

(2) 運転技能の評価項目

指導暦 25 年の自動車教習所指導員によれば、指導員は以下の点に着目して運転評価を行っている。

[安全確認]

要注意地点では、死角などに潜む潜在的な危険を発見するため、頭部運動を伴った安全確認を行うことが事故予防の上で有効となる。その際、見るべき箇所をしっかり顔を向けているか、および首をおぎなりに左右に振るのではなく、周囲に危険がないことを確認できるだけの時間をかけているか、が重視される。また、地点進入後に安全確認をしても事故予防効果は期待できないため、適切なタイミングで確認をしていたか、も重要な評価項目となる。

[車両速度]

どれだけ安全確認をしていたとしても、いざというときに停止できる車両速度でなければ意味がない。また、徐行速度であれば左右の深い確認には予防安全上の意義があるが、60km/h で深い確認を行うのは危険行為（わき見）である。そのため、場所に応じた車両速度を維持できているか、そして車両速度に応じた安全確認ができているかが重要な評価項目となる。

[右足位置]

要注意地点に進入する際、ブレーキペダル上に予め足を移動しておき、万一の場合には即座にブレーキを踏み込めるような準備ができていない人と、アクセルペダルから足を移動させない人とは、事故予防の観点からみると大きな違いがある。また、安全確認の生起とブレーキの準備が連動していた場合、その安全確認はおぎなりなものではなく、周りの安全をしっかりと確認し、必要とあらば停車させる意思を伴ったものであるとみなすことができる。

以上の知見に基づき、Objet では、要注意地点ごとに当該地点で最低限なすべき事故予防動作を、①安全確認すべき方向（左側/右側）、②安全確認の回数、③安全確認の深さ（首振り角度）、④安全確認の持続時間、⑤安全確認を行うタイミング、⑥要注意地点における車両速度、⑦右足位置、という 7 つの評価項目を用いて各々定義し、その達成度をもって評価を行う。

ところで、専門知識を持たない人にとって、要注意地点ごとに適切な事故予防動作を定義することは非常に困難を伴う。そこで、筆者らは指導員への聞き取り調査を元に、事故予防動作に関する知識を体系化し、要注意地点の地形的特性（見通しの悪い十字交差点など）を入力するだけで、自動的に適切な事故予防動作の定義がなされる仕組みを開発した（図 2）。

Objet では要注意地点の設定数に制限はない。評価の際には、①～⑦の評価項目がすべて満たされたときのみ、事故予防動作が正しくなされたものとみなす。



図-2 要注意地点の設定画面

(3) 運転技能の自動評価手順

運転技能の自動評価手順は次の通りである。

¹ 39.0mm(W)×44.0mm(H)×12.0mm(D) , 18g

² 124.0mm(W)×87.0mm(H)×25.0mm(D) , 298g

- (a) GPS データを元に、要注意地点に差し掛かった時刻を算出し、運転技能の自動評価処理を開始する。
- (b) 無線ジャイロ/加速度センサの出力には、安全確認やペダル操作に伴う運転挙動成分だけではなく、車両運動に起因する車両挙動成分が混入している。そこで、運転者に装着したセンサの出力（観測信号）を、運転挙動成分と車両挙動成分の線形混合とみなし、データ間の独立性に着目して独立成分分析によりこれらを分離する²⁾。
- (c) 独立成分分析により分離・抽出した運転挙動成分に統計処理を加えることで、確認方向、回数、確認の深さ、確認時間を算出し、①～④の評価を行う。⑦の右足位置に関するも同様に評価する。⑥の車両速度に関しては、GPS 情報から算出する。
- (d) ⑤の確認を行うタイミングに関しては、GPS 情報をダッシュボード上に設置した無線ジャイロ/加速度センサ情報で補正することで、車両の現在位置（交差点手前にいるのか、進入を開始したのか、など）を推定し、車両が特定状況下にあるときの運転挙動のみを評価対象とする。
- (e) ①～⑦の評価項目がすべて満たされたときのみ、事故予防動作が正しくなされたものとみなす。評価項目が1つでも満たされなかった場合には、その項目内容に応じ、改善を促すメッセージを画面に表示する。また、項目の達成度により、運転者の技能を点数化して表示する。

以上の処理は自動で行われるため、データ計測終了後すぐに、安全運転講習の現場などで汎用 PC を用いて結果を表示することが可能である。

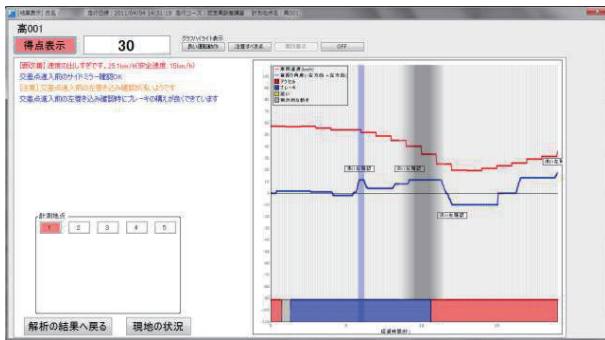


図-3 要注意地点別の評価結果画面

Objet の要注意地点別の評価結果画面を図 3 に示す。結果表示の際、システムは要注意地点における運転者の安全確認挙動、車両速度、右足位置を図示するだけでなく、波形解析に基づく運転行動推定結果（どの時点で右方向振り返り確認をしたなど）や車両状況推定結果（どの時点で交差点に進入したかなど）もグラフ

上に自動描画する。さらに、当該地点で最低限なすべき動作が正しくなされていたか、なされていなかった場合にはどの点を改善すべきかについてもテキスト情報として表示し、グラフ中の該当する箇所をハイライト表示する。

また、Objet は各要注意地点における評価結果を総合し、①～⑦の評価項目の達成度に基づいて受講者の運転傾向を総評する機能も備えている（図 4）。総評では、各評価項目の達成度をそれぞれ 100 点満点で採点するとともに、それらをとりまとめた総合得点（100 点満点）を算出し、A～E までの 5 段階で表示する。

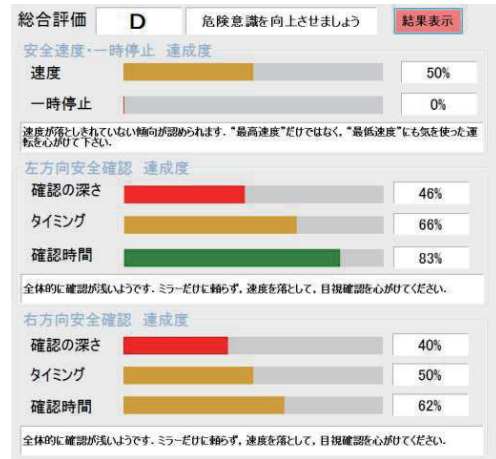


図-4 総評画面

3. 実験

筆者らは、(1) 安全確認の生起を頭部挙動データで推測することの妥当性を検証した上で、(2)Objet による自動評価の精度を定量的に評価し、さらには、(3) 講習の現場においてどの程度 Objet が有効に働くのかについての実証評価を行うため、以下の実験を行った。

(1) 視線移動データと頭部挙動データの比較

まず、安全確認の生起を頭部挙動データで推測することの妥当性を検証するため、運転中のアイマークデータと頭部挙動データの間どの程度関連があるのか、どのような視線移動であれば頭部挙動データから推定することができるのか、実交通環境下で比較・検討を行った。被験者は 26 歳から 52 歳までの一般ドライバー 10 名（平均年齢 39.4 歳）である。各被験者は、アイマークレコーダ（nac 社製 EMR-8B）および無線ジャイロ/加速度センサを装着し、高速道路と大阪市内の一般公道、計 17km を小型乗用車（トヨタ プロボックス）で走行した。

まず、文献³⁾に基づき、視線が同一対象点に 0.165

秒以上停留した場合、注視行動が生じたとみなして注視点の抽出を行った。次に、抽出した注視点の2点間の遷移を調べ（前方車両→右サイドミラーなど）、それらを以下の4カテゴリに分類した。

[前方の視線移動] 前方を走行している複数台の車両を見比べる、道路脇の街路樹に視線を飛ばす、など。

[サイドミラー確認] 直前の視線位置によらず、サイドミラーに視線を移動した動き。

[車両周辺の安全確認] 視線を広範囲に積極的に動かし、周囲の交通状況を探る動き。

[標識確認] 直前の視線位置によらず、道路標識を注視する動き。

図5は、運転状況別に、注視点遷移の生起割合を算出したものである。高速道路の合流や車線変更時には、サイドミラー確認が過半を占め、前方への視線移動が25%程度であった。一方、高速道路直進時は前方の視線移動と標識確認に終始し、サイドミラー確認や車両周辺の安全確認などはほとんど生起しなかった。一般道では、大通り直進時には注視点遷移の90%以上が前方での視線移動で占められたのに対し、人通りの多い信号交差点左折時には、車両周辺の安全確認が約70%を占めるといった結果になった。

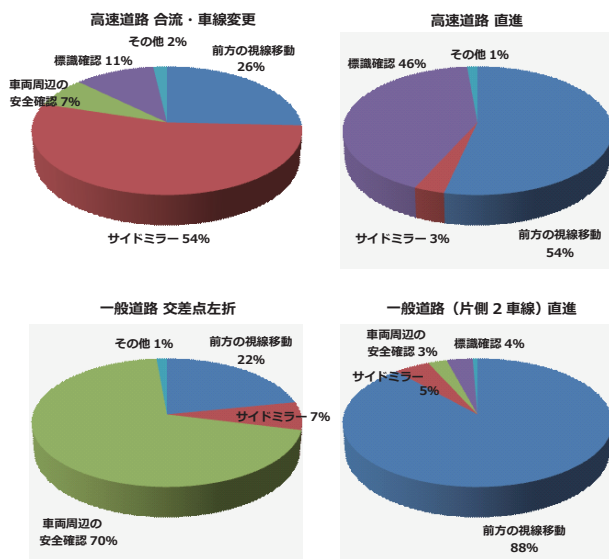


図-5 運転状況別の注視点遷移割合

次に、注視点遷移が無線ジャイロ/加速度センサで計測した頭部挙動データでどの程度説明できるのか、検証を行った。頭部挙動データに2.(3)で述べた処理を加えた結果、457の確認動作候補が検出され、うち、423候補がアイマークデータから抽出した注視点遷移と一致した（適合率92.6%）。

注視点遷移の検出結果をカテゴリ別に集計した表1をみると、サイドミラー確認と車両周辺の安全確認に

ついては、80%以上の検出率を達成していることが分かる。これらは、いずれも周囲の交通状況を積極的に確認する、事故予防動作に類するものと考えられることができるだろう。一方、前方での視線移動や、標識への視線移動の多くは、頭部運動を伴わない視線移動であったため、頭部挙動データからはほとんど検出することができなかった。ただし、これらの注視点遷移は、大通りや高速道路上での直進時には多く生起するものの、危険性の高い交通状況下ではあまり生起していない。高速道路上での車線変更や合流、人通りの多い信号交差点の左折といった、危険性の高い交通状況下で生じた注視点の遷移の多くが、頭部挙動データで説明できたという今回の結果は、要注意地点における安全確認の生起検出を目的とする本手法の妥当性を示すものといえるだろう。

表-1 頭部挙動データによる注視点遷移の検出率

	生起数	検出数	検出率
前方の視線移動	631	81	12.8%
サイドミラー確認	243	197	81.1%
車両周辺の安全確認	135	108	80.0%
標識確認	231	30	13.0%
その他	17	7	41.2%

(2) 運転技能自動評価の精度検証

Objetによる自動評価結果が、どの程度指導員による評価結果と一致するのか調べるため、公道上での実車実験を行った。被験者は40歳から69歳までのタクシー運転手23名（平均年齢53.0歳）である。各被験者は1人、あるいは2人1組となり、所定の公道コース（京都府南部）を教習車（マツダ アクセラ）で走行した。このうち、指導員が日ごろの講習業務中、運転者の動きを重点的に観察している全長3.6kmの区間を解析対象（計209.7minのデータ³）とした。

今回解析対象とした3.6kmの区間中、指導員により要注意地点として設定されたのは8箇所である。内訳は、人通りの多い無信号交差点を直進する地点が4箇所、無信号交差点を左折（右折）する地点が各1箇所、幹線道路から無信号交差点を左折して生活道路へ入る地点が1箇所、幹線道路から信号交差点を右折して生活道路へ入る地点が1箇所である。

まず、実験の様子を撮影したビデオを指導員に全編目視でチェックしてもらい、被験者23人の各要注意地点における一連の運転動作を、2.(2)に示した評価項目に基づいて評価してもらった⁴。なお、本稿ではこれ以

³ 信号待ち中のデータは除外した。

⁴ 評価の際、Objetのアルゴリズムや解析結果など、指導員評価にバイアスを与えるおそれがある情報は一切開示していない。

降、被験者 i が要注意地点 x に進入を開始してから、そこを抜けるまでに生じた一連の運転動作を1つの動作群とみなす。ところで、この実験では車両手配の都合上、コース途中で運転者が交代し、一人の運転者が8箇所の要注意地点すべてを運転できないこともあった。そのため、動作群の総数は136である。136動作群のうち、指導員によって良い運転と評価されたのは52動作群であり、84動作群は最低限なされるべき事故予防動作の少なくとも1つを欠く、あるいはなされていたとしても①～⑦の基準を完全には満たしていない、改善を要する運転であるとされた。さらに、84動作群の改善すべき点を指導員に全て列挙してもらったところ、計182項目の要改善点が指摘された（内訳は表2を参照のこと）。

一方、Objet では、全136動作群のうち50動作群が良い運転と判定され、うち指導員評価と一致したのは45動作群であった（適合率90.0%、再現率86.5%）。同様に、86動作群がObjetによって改善を要する運転行動と判定され、うち指導員評価と一致したのは79動作群であった（適合率91.9%、再現率94.0%）。さらに、79動作群のうち、①～⑦のどのの評価項目が満たされていないか（要改善ポイントは何か）という情報までが、指導員と完全に一致したのは64動作群であった（適合率74.4%、再現率76.2%）。

表2は、要改善点別に、指導員評価とObjetの自動評価が一致した割合をまとめたものである。表2をみると、①～⑦の基準のうちどれが満たされていないかという改善すべき点の指摘に関しても、概ね80%以上の精度でObjetの自動評価結果は指導員の評価結果と一致していることが分かる。

(3) 安全運転講習現場での実証実験

前節において、Objetによる自動評価結果は、指導員による評価結果と概ね80%以上の精度で一致することを確認した。筆者らは次のステップとして、2008年4月から2010年3月まで、Objetを職業運転手などを対象とした自動車教習所の安全運転講習現場に導入し、受講者が自らの運転の欠点や癖を客観的に把握するためのツールとして、どの程度有効に機能するかについての実証実験を行った。

講習現場での実証実験は、以下の手順で実施した。まず一切の教示を与えず、受講者に3.(2)と同一のコースを教習車（マツダ アクセラ）で走行させて、運転動作を計測した。次に、Objetによる自動評価結果を教材として受講者に提示し、安全な運転実現のためには何をすればよいのかについて、指導員も交えたディスカッションを行わせた。実車走行とディスカッションの間には10分間の休憩時間を設け、この時間中にObjet

による自動評価結果を生成した。

実証実験に参加したのは22歳から73歳までの日常的に運転をしている508名（平均年齢45.2歳）である。被験者の内訳は、タクシー運転手107名、トラック運転手179名、路線バス運転手51名、職業運転手ではない一般ドライバー171名であった。なお、3.(2)の実験被験者23名は、この実証実験には参加していない。

表3は、講習終了後に受講者に対して行ったアンケート調査のうち、5段階質問（5.0：最良～1.0：最悪）の結果である。

Objetによって提示された要改善点の的確さに関しては、ほとんどの受講者が良好な評価を与えている（表3）。実際、自由回答報告にも、「悪い点を指摘されることで、それを意識した安全運転を心がけられる」、「今まで気づかなかった左側確認の甘さに気づいた」といった記述が見られ、受講者が自らの運転の欠点や癖を客観的に把握する、あるいは気づくきっかけとなるツールとして、Objetが有効であることを示唆する結果が得られている。

結果表示画面の見やすさに関しては、「結果表示のグラフで、右足の位置が分かりにくい」との報告もあったが、多くの受講者が、システムによって自らの運転傾向を客観的に把握できたと回答しており（表3）、概ね良い評価結果であった。

表-3 実証実験における受講者アンケート結果

	評点平均	標準偏差
システムが指摘した要改善点の的確さ	4.80	0.44
自らの運転傾向を客観的に把握できたか	4.73	0.51
講習後、安全運転意識が変化したか	4.69	0.57

（評点）5.0：最良～1.0：最悪

一方、表4は、講習指導を担当した指導員3名⁵にヒアリングを行った結果の抜粋である。指導員の立場からの評価に関しても、「専門知識を持たない人でも運転の良し悪しが直感的に分かるため、走行後のディスカッションが活発になった」、「受講者の運転傾向を的確に把握できるので、その人に合わせたアドバイスができるようになった」、など好意的な結果となった。

被験者への質問紙調査、および指導員へのヒアリング調査では、Objetが各人の運転特性に合わせた個人適応型・安全運転講習の支援ツールとして有用であることを示す結果が得られた。次に、運転者間でその運転技能にどれだけの違いがあるのかについて、実証実験

⁵ いずれの指導員も、受講者の運転を撮影したビデオを見せながら座学講習を行う安全運転講習の指導経験がある。

表-2 要改善点の内訳

要改善点	指導員指摘数	システム検出数	指導員指摘との一致数	適合率	再現率
安全確認なし	48	45	40	88.9%	83.3%
安全確認が浅い	68	65	52	80.0%	76.5%
安全確認時間が不十分	19	17	16	94.1%	84.2%
安全確認のタイミングが遅い	2	2	2	100.0%	100.0%
わき見	2	2	2	100.0%	100.0%
速度超過	30	30	30	100.0%	100.0%
一時停止なし	8	8	8	100.0%	100.0%
ブレーキの構えなし	5	4	4	100.0%	80.0%
計	182	173	154	89.0%	84.6%

表-4 実証実験における指導員の感想

<p>○従来講習では、安全確認が浅いという概念を受講者に納得させるのが難しかった。Objet では確認角度がグラフ表示されるため、確認が浅い事を説明しやすい。</p> <p>○専門知識を持たない人でも運転の良し悪しが直感的に分かるため、ディスカッションが活発になった。</p> <p>○受講者の運転傾向を的確に把握できるため、その人に合わせたアドバイスができるようになった。</p>

で得られた運転技能評価データをもとに検証する。図6は、運転技能の総合評価結果（100点満点の総合得点をもとに、A（最良）～E（最悪）までの5段階で評価したもの）の分布を、職業別に構成比率で表したものである。図6をみると、一般ドライバー、タクシー運転手、トラック/バス運転手の順に良い評価の比率が増加していることがわかる。一般人では全体の約5割がD評価以下で、B評価以上は全体の1割未満であったのに対し、トラック/バス運転手では全体の約5割がB評価以上で、D評価以下は1割未満にとどまった。分散分析および多重比較の結果、トラック運転手とバス運転手の間には有意な差は認められなかったものの、それ以外のすべての組み合わせについて総合得点に有意な差が認められた（いずれも $p < .01$ ）。

このような総合得点の差が、2.(2)で述べた評価項目のどれに起因するものかを調べるため、各評価項目の得点（達成度）の違いを職業別に比較した（図7）。

分散分析および多重比較を行った結果、一般ドライバーの速度および一時停止の評価項目得点は、どの職業運転手の得点よりも有意に低かった（いずれも $p < .01$ ）。安全確認に関しても同様で、一般ドライバーの右確認深さの評価項目得点はどの職業運転手の得点よりも有意に低く（タクシー運転手とは $p < .05$ 、トラック/バス運転手とは $p < .01$ ）、左確認深さの評価項目得点はトラック/バスの運転手の得点よりも有意に低かった（いずれも $p < .01$ ）。一般ドライバーはどの評価項目においても有意に得点が低かったことから、その運転技能

には予防安全上改善すべき点が多くあるといえる。

職業運転手同士で比較した場合、タクシー運転手は速度の評価項目得点においてバス運転手の得点よりも有意に低く（ $p < .01$ ）、一時停止の評価項目得点においてトラック/バス運転手の得点よりも有意に低かった（いずれも $p < .01$ ）。この結果から、タクシー運転手はトラック/バス運転手と比較すると、いわゆる“先急ぎ傾向”が強いことが示唆される。

トラック運転手とバス運転手は、一般ドライバーやタクシー運転手と比較すると、どの評価項目得点も高い傾向にある。トラック運転手とバス運転手に違いが認められたのは、一時停止と右確認深さの評価項目得点であり、どちらの得点もバス運転手のほうが有意に高かった（いずれも $p < .05$ ）。実証実験中、バス運転手からは「バスは停留所ごとに発着を繰り返すため、停留所から発進するときのことを常に意識し、右側を気にするようにしている」という発言が多く聞かれた。このような右側への意識が、右側深さの評価項目得点の高さにつながったとも考えられる。

今回の実証実験で得られた運転技能評価データによって、日常的に運転している運転者であってもその運転技能は人や職業によって大きく異なり、改善すべき点も多様であることが明らかとなった。この結果は、各人の運転技能や特性に応じて講習内容を変える個人適応型・安全運転講習の必要性を強く示唆するものといえるだろう。

4. 高齢者講習の現場への導入

Objet は、2010年2月に装着型のセンサとしては日本で初めて京都府公安委員会からの認定を受け、法定高齢者講習に準ずる講習（認定教育3・6号課程）の現場でも使用できるようになった。認定教育3・6号課程は、交通安全教育指針に適合すると公安委員会が認定した講習（以降、認定高齢者講習とよぶ）を受講すれば、70歳以上の全高齢者に対して免許更新時の受講が義務付けられている法定高齢者講習が免除される制度

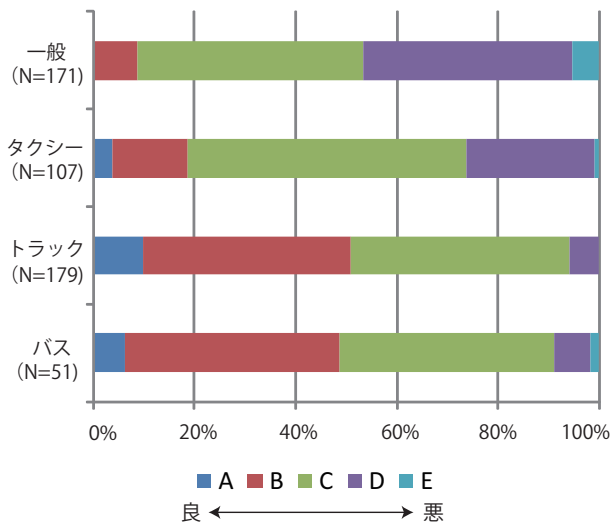


図-6 職業ごとの得点分布

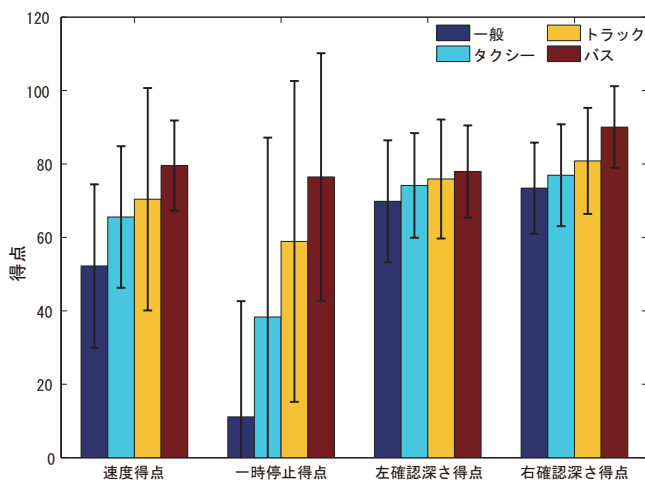


図-7 職業ごとの評価項目別得点 (抜粋)

である。

法定高齢者講習では教習所内のコースを用いて実技を行う。それに対し、京都府の山城自動車教習所で実施している Objet を用いた認定高齢者講習は、一般公道上で実技を行い、普段の運転環境に近い状況下で高齢者の運転動作を計測・評価する点が、他の高齢者講習にはない大きな特色である。

図8は、Objet を用いた認定高齢者講習の受講者314名⁶の運転技能総合評価結果を構成比率で表したものである。比較のため、図8には3.(3)の実証実験で得られた一般ドライバー171名分の結果も再掲する。なお、認定高齢者講習では、安全上の理由により3.(3)の実証実験で用いたコースではなく、難易度の低いコースを使用している。図8をみると、一般ドライバーでは全

⁶ 山城自動車教習所で実施している認定高齢者講習は、70～74歳の日常的に運転している高齢者のみを受講対象としている。

体の5%が最低のE評価であったのに対し、高齢者では難易度の低いコースにもかかわらず全体の18.5%がE評価と、一般ドライバーと比べてその構成比率が3倍以上に増加していることが分かる。

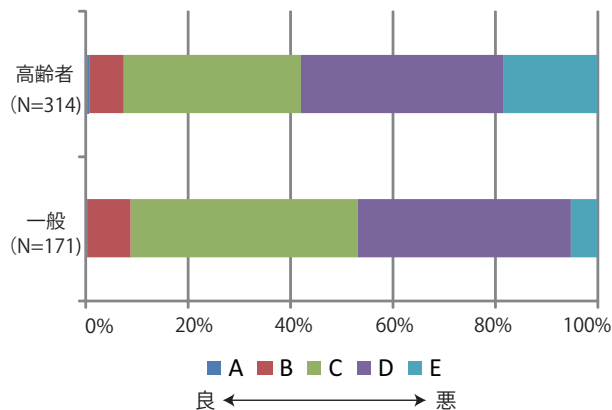


図-8 認定高齢者講習の得点分布

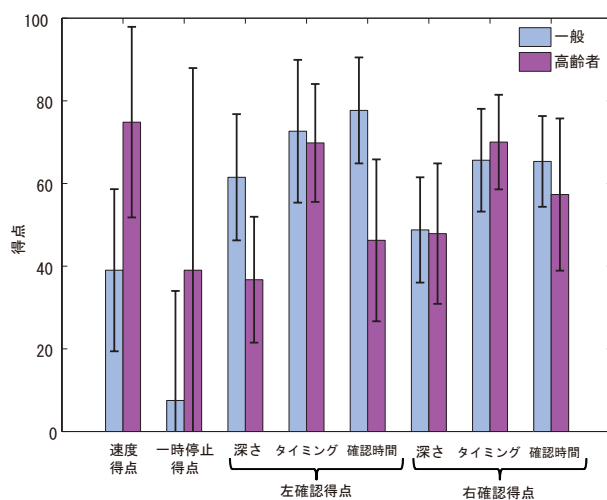


図-9 総合評価がD以下の被験者の評価項目別得点

次に、高齢者と一般ドライバーとで、予防安全の観点からみて改善すべき点の傾向が同じであるかを調べるため、総合評価がD以下であった高齢者(N=182)および一般ドライバー(N=80)の各評価項目の得点(達成度)の違いを比較した(図9)。

まず、速度および一時停止の評価項目得点に着目すると、D評価以下の高齢者の得点は、同じくD評価以下の一般ドライバーの得点よりも有意に高かった(いずれも $p < .01$)。このことから、D評価以下の一般ドライバーは、要注意地点において速度を出しすぎる傾向ゆえに評価が低くなったと考えられる。

次に、安全確認の評価項目得点に着目すると、左確認の深さと確認時間、右確認の確認時間の3評価項目に

において、D 評価以下の一般ドライバーの得点は、D 評価以下の高齢者の得点よりも有意に高かった（いずれも $p < .01$ ）。一方、左確認のタイミングに関しては有意差は認められず、右確認のタイミングに関しては高齢者の得点が有意に高かった ($p < .01$)。以上の結果から、D 評価以下の高齢者は要注意地点において減速し、また左右の安全確認を一通り行いはするものの、確認の深さや持続時間が十分でない“ちら見”が多いために評価が低くなったと解釈することができる。これまでに実施した認定高齢者講習の受講者のうち約 60%が D 評価以下であるため、上記の傾向は多くの高齢者に当てはまる可能性がある。

Objet は“安全確認をしても、ちら見が多い”という高齢者に多い問題点を、評価項目別の得点として定量的に提示することができる。そのため、認定高齢者講習を担当する指導員からは、「高齢者に対して“できていない”ことを納得させるための材料として使える」、など今のところ積極的なコメントが得られている。

5. まとめ

本稿では、筆者らが提案・開発している運転技能自動評価システム Objet の概要、ならびに Objet を用いた職業運転手/高齢者向け個人適応型・安全運転講習の試みについて報告した。Objet は運転挙動の直接的な計測を行うため、予防安全の観点から見れば当然なされるべき動作が生起していないことも検出可能という特長を持つ。さらに、運転動作に予防安全の観点からみて改善すべき点がないか自動的にチェックし、改善すべき点があればその内容を具体的に指摘することも可能とした。

筆者らは、公道実験により、Objet による自動評価結果が、指導員による評価結果と概ね 80%以上の精度で一致することを確認した。また 2008 年 4 月から 2010 年 3 月までの間、職業運転手などを対象とした安全運転講習の現場で、508 名を対象に Objet の実証実験を実施し、受講者が自らの運転の欠点や癖を客観的に把握するためのツールとして、Objet が有効に作用していることを示す結果を得た。さらに、実証実験で得た運転技能評価データによって、たとえ日常的に運転している運転者であってもその運転技能は人や職業によって大きく異なることを示し、各人の運転技能や特性に応じて講習内容を変化させる個人適応型・安全運転講習の必要性を明らかにした。

Objet は 2010 年 2 月に装着型のセンサとしては日本で初めて京都府公安委員会からの認定を受け、法定高齢者講習に準ずる講習の現場でも使用できるようになった。運転挙動の直接的な計測に基づいて技能の評価を

行う Objet は“安全確認をしても、ちら見が多い”という高齢者の問題点を定量的に明らかにし、高齢者向けの安全運転講習においても、その有用性を実証しつつある。今後は、これらの講習で得られたデータを Objet にフィードバックし、安全・安心な交通社会実現のため「ひと」に向けた交通安全の取り組みを進めていきたいと考えている。

謝辞： 本研究実施において多大なご協力を頂いた山城自動車教習所の中田社長、瀧野部長に深く感謝いたします。本研究で実施した実証実験の一部は、国土交通省所管の平成 21 年度自動車事故対策費補助金募集事業によるものである。

参考文献

- 1) 蓮花一己: 交通危険学, 啓正社, 東京, 1996.
- 2) 多田昌裕, 納谷太, 岡田昌也, 野間春生, 鳥山朋二, 小暮潔: 無線加速度センサを用いた模範運転動作からの逸脱検出, 人工知能学会論文誌, vol.23, no.3, pp.105-116, 2008.
- 3) 福田亮子, 佐久間美能留, 中村悦夫, 福田忠彦: 注視点の定義に関する実験的検討, 人間工学, Vol.32, No.4, pp.197-204, 1996.