

長距離運転における不安全運転行動の検出と評価

吉村健志，伊藤博子，丹羽康之，福戸淳司

独立行政法人 海上技術安全研究所 ヒューマンファクタープロジェクトチーム

〒181-0004 東京都三鷹市新川 6-38-1

yoshiken@nmri.go.jp

要約:本研究では，長距離トラック運転員の高速道路における運転行動の中から不安全運転行動を検出し，その危険度や運転員の負担度を評価することにより，その結果を運転員への警報や，運行管理の一助とすることを目的として，産業技術総合研究所と協力して長期間にわたり長距離トラック運転員の運転操作行動，視認行動，副次行動，車両状態，交通状況を記録した．本稿では，長距離トラック運転員の運転行動の実態を明らかにするとともに，車線変更時における危険度や運転員の負担度を評価する指標を提案する．

キーワード:交通安全，運転負担，追い越し，ドライブレコーダ

1. 目的

長時間にわたる自動車運転作業が運転員に与える影響は，疲労を中心としてこれまで様々な研究の成果により明らかにされてきた．高速道路を利用した運転は，刺激の少ない道路環境や，長時間にわたる連続運転などの要因から，覚醒度の低下や眠気の発現，疲労の蓄積などが多く訴えられる¹⁾．トラック運送事業においては，運転員の疲労による交通労働災害を防止するため，運転開始後 4 時間以内，または 4 時間経過直後に 30 分以上の休憩を義務づけており，適正な運行管理に努力している．運転員の状態を軽視した不適切な運行管理は，運転員の負担を増加させるばかりではなく，時間的な切迫による無理な追い越し，急な車線変更，最高速度超過など先急ぎともいえる不安全運転行動を惹起し，交通事故の大きな原因となることはいうまでもない．

一方，職業運転員にアンケート調査した結果によると，「高速道路を走行中に「驚いたり」「カーッとなったり」する事は」という設問に対し，79 名中 42 名が「割り込みされたとき」や「急な車線変更」と回答しており，急な車線変更には潜在的なリスクが存在しているといえる²⁾．

現在，様々な交通モードにおいて，運転員の運転行動が記録できるドライブレコーダへの関心が高まっている．これまで運送業界でもタコグラフを利用した運行管理がおこなわれてきたが，休憩時間や走行速度，急加速・急減速の事後確認にとどまっており，運行管理者からは，より詳しい運転行動を把握したいとの声があがっている．

運転行動を記録することにより，長時間の運転作業によって変動する運転員の状態や，先急ぎなどの誤った意図形成等を検出することができれば，未然に事故を防ぐ方策の一助となると考えられる^{3), 4)}．

そこで，本研究では，長距離トラック運転員の高速道路における車線変更を取り上げ，運転行動デー

タから車線変更を検出する技術を開発するとともに，交通状況が運転員の状態や車線変更に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする．

これまで本研究では海上技術安全研究所で開発した運転行動解析ソフトウェア(図 1)をもちいて運転行動データから車線変更を検出する技術を確立しており^{5), 6)}，本稿では，長距離トラック運転員の高速道路における運転行動の実態を報告するとともに，車線変更における危険度や運転員の負担度を評価する指標を提案する．

2. 方法

実路走行における長距離運転行動を計測・記録するため，トラック運送事業者の協力を得て，近畿圏から首都圏までの区間を定期的に往復する大型貨物自動車 15 台に長距離運転行動データ計測装置を設置した．このうち，2 台には近赤外線ビデオ暗視カメラによる運転画像記録システムを設置して，運転員の視認行動と副次行動を撮影・記録した．本システムは，運転室内に設置された 3 台のカメラと画面 4 分割ユニット，HDD レコーダによって構成され，2 週間分以上の画像を蓄積することができる．また，撮影用のカメラは，赤外線投光器と専用のカメラを使用することによって，夜間走行時でも撮影が可能である．なお，運転員の視覚への負担を考慮して，近赤外線の投光量は最小限にとどめている．(図 2)

一方，長距離運転行動データ計測装置は，共同で研究を進めている産業技術総合研究所が設置したものであり，計測データの提供を受けた．計測項目は，走行位置や走行速度などの車両状態をはじめとして，ステアリング及びペダル操作量などの運転操作行動，先行車や後続車両との車間距離などの交通状況など約 100 項目に及ぶ．また，周囲の交通状況を画像で確認できるよう車両前方と左右のサイドミラーの画像を記録している．

運転員は、主に東名・名神高速道路，中央自動車道の神戸から首都圏までの区間を1ヶ月あたり5~7往復する。片道は約6時間であり，休憩は1~2回とっている。運転員には，普段通りの運転を心がけるよう指示した。なお，対象車両には速度抑制装置が取り付けられており，最高速度は90km/h以下に制限されている。

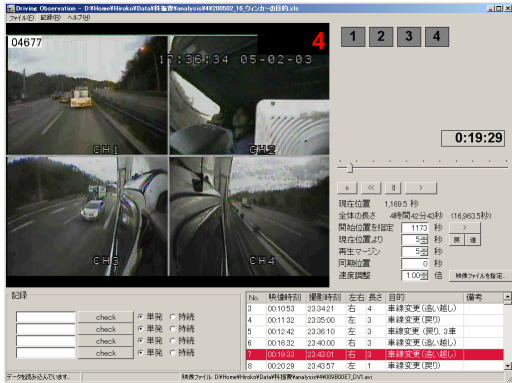


図1. 運転行動解析ソフトウェア



図2. 運転画像記録システムによる記録画像例
(左上から，運転員俯瞰画像，運転員近影，運転員後頭部画像，長距離運転行動データ計測装置による記録画像)

3. 結果と考察

3.1 長距離運転行動の実態

まず，長距離運転における運転行動の実態を明らかにするために，記録されたビデオ画像を観察して，集計をおこなった。

ビデオ観察は，運転員2名の近畿圏から首都圏まで片道分それぞれ1走行を対象として(表1)，運転画像記録システムにより撮影されたビデオ画像をもとに，特に運転中の副次行動に着目して観察をおこなった。なお，運転行動の観察と集計にあたっては，前述の運転行動解析ソフトウェアを利用した。

表1. 走行条件

運転員	A	B
分析区間	西宮~東京	三木SA~新木場
走行時間	5時間58分	6時間42分
休憩地	吹田SA 浜名湖SA	赤塚PA

ビデオより観察された運転中の副次行動は，以下の通り分類されることが分かった。

- I. 眠気の発現：運転中にあくびをする，瞬きを頻繁にする，目を強く閉じる等が観察されたときに眠気の発現と判断して，その頻度を記録した。
- II. 会話：運転中に携帯電話(ハンズフリーホン使用)もしくは無線を利用して会話をおこなっている時間を記録した。
- III. 食事：高速道路のSA等で購入してきたスナック，ドリンク類を，運転中に飲食している時間を記録した。
- IV. 喫煙：運転中に喫煙している時間を記録した。ただし，喫煙するのは運転員Bのみである。
- V. その他：I~IVまでの項目に分類されない副次行動。

いずれの項目も，集計単位は10分毎とした。図3と図5は，眠気の発現頻度，会話と食事の時間を表したものである。

眠気の発現について，運転員Aの場合，走行開始後40分までは，食事や会話をおこなっていたため眠気の発現はまったく認められなかった。ところが，走行開始後40分以降，眠気が多く発現するようになり，走行時間が進むにつれ減少するものの，終了間際には再び増加した。特に終了間際には，体を揺すったりして眠気と格闘している様子が観察された。一方，運転員Bは，眠気の発現の頻度は少なかった。運転中，約30分おき5分間の喫煙は，運転のリズムにつながっているものと考えられる。いずれの運転員も，眠気の発現は，食事，会話，喫煙等の副次行動が観察されない時間帯に多く観察された。

携帯電話の利用については，運転員Aのみで観察された。運転員Aへの面接調査によると，会話の内容は，友人との会話や渋滞情報の交換等である。

食事は，いずれの運転員でも観察された。運転員Bは，サービスエリア(SA)やパーキングエリア(PA)，等での休憩時にまとめて食事を取ることが多いのに対して，運転員Aはスナック菓子等を食べ続けることが多かった。口に入れて咀嚼することにより，眠気を払拭していると考えられる。

「その他」の内訳は，視線・注意の移動を伴う行動として，ケータイ(メール)を操作する，車載テレビを見る，CDを操作する(選択・セット・交換・片付け)，室内灯を付けて手帳を見る，手帳に記入する，リモコンを操作する，ごっそり探し物をする，片手でかたづけ，タバコを車内に落としてひろう，食べ物をとりだす等。眠気を払拭するためと思われる行動として，体や手でリズムをとる，手を動かす，歌う，ひとり言を言う等。運転姿勢が大きく変化する行動として，頬杖をつく，座りなおす，前に乗り出す，体操をする，伸び(ストレッチ)をする，等が観察された。

また、副次行動が観察されなかった時間を、「運転に専念している時間」として定義して集計をとったところ、運転に専念している時間は、いずれの運転員も走行時間の6割程度にとどまることが明らかとなった(図4、図6)。

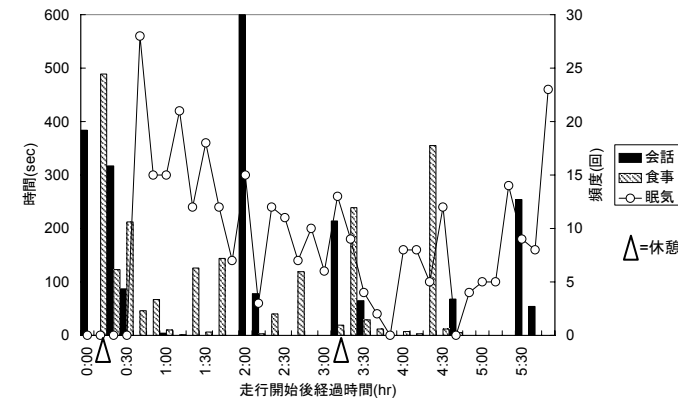


図3. 走行時間と運転行動(運転員A)

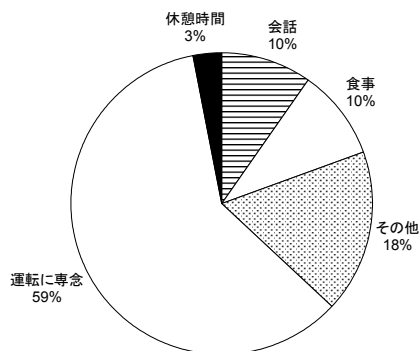


図4. 運転行動時間割合(運転員A)

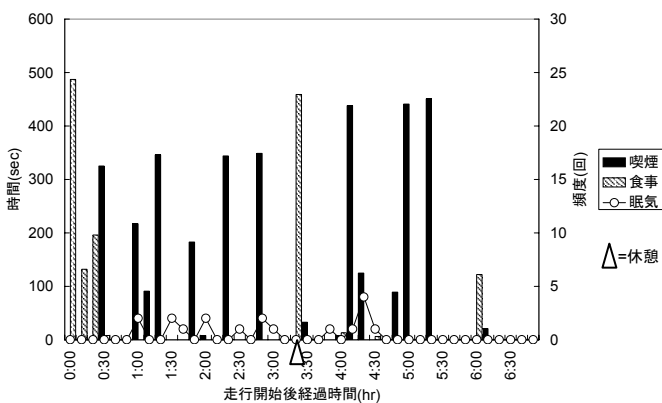


図5. 走行時間と運転行動(運転員B)

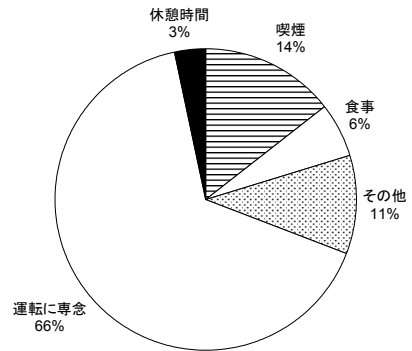


図6. 運転行動時間割合(運転員B)

3.2 車線変更の抽出と運転負担の評価指標

本項では、運転員Aの2005年2月と3月の2ヶ月間の、名神・東名高速道路上り車線における4走行の追い越し行動について解析した結果を報告する。

車線変更は、ステアリング操作やウインカ操作などの運転操作行動や、車両の横方向加速度などの車両状態などから検出することができる。ここではまず車線変更を抽出するため、ウインカ操作をキーとして利用した。

ウインカ操作時の運転行動と周囲の状況から、ウインカの操作は、1. 本線合流時、2. 分岐時、3. 追い越し前の車線変更時(追い越し)、4. 追い越し後の車線変更時(戻り)、5. 後続車両への挨拶時(ハザードランプ)の操作に分類されることが分かった。また、ウインカ操作のうち8割が、追い越しを目的とした車線変更に伴うものであることも明らかとなった。このことから、走行データから追い越しを伴う車線変更を抽出するにはウインカ操作のデータが有用であることが分かった。今回分析したデータにおけるウインカ操作の内訳を図7に示す。なお、記録された画像から確認したところ、車線変更の際は必ずウインカ操作がおこなわれていた。

さらに、ウインカ操作とGPSの緯度、経度データから得られた自車走行位置から、車線変更をおこなった位置を特定できる(図8)。

車線変更時の運転員の負担度について、先行車の追い越しをはじめるとき、追い越し車線を走行してくる後続車両がなく、かつ先行車との車間距離が十分に確保されていれば、車線変更は運転員の好きなタイミングでおこなうことができるため、運転員の負担度は小さいと考えられる。しかし、実際の交通状況では、追い越し車線が詰まって、運転員が車線変更のタイミングを待たなければならない場合が少なからずある。先行車との適切な車間距離を維持しながら、追い越しのタイミングを待つという運転作業時の負担は、通常よりも増大するものと考えられる。

このような観点で追い越し前の車線変更時の運転操作行動と交通状況をビデオ観察した結果、追い越し車線を走行してくる後続車両の有無、追い越

しの意図形成から車線変更開始までの間に追い越された車両の数が、車線変更のタイミングに大きく影響を与える要因として考えられる。

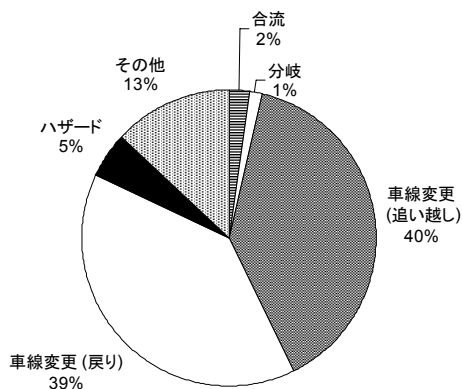


図7. ウインカ操作とその内訳

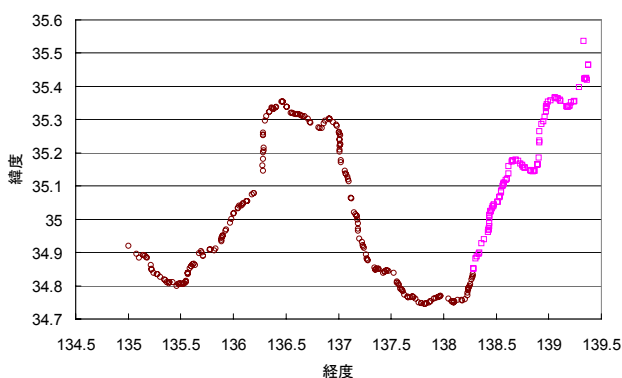


図8. ウインカ操作と走行位置の関係(一走行分)

4. まとめ

本研究では、長距離トラック運転員の高速道路における運転行動の実態を明らかにするとともに、運転行動の中でもとりわけリスクの高い車線変更の検出と評価をおこなうため、長距離運転行動データ計測装置と運転画像記録システムにより記録されたデータを利用して分析をおこなった。

その結果、高速走行中の副次行動として、会話、食事、喫煙等が観察され、運転に専念している時間は全走行時間のうち約6割であることが明らかとなった。また、走行データの中からウインカ操作をキーにして車線変更を検出することが有効であることと、車線変更における運転員の負担度を評価する指標として、後続車両の有無と追い越された車両の数を提案した。

今後は、他の運転員の運転行動データを解析していき、車線変更による運転員の負担を評価できる指標を究明したい。

ドライブレコーダの導入によって得られる膨大な走行データから、いかにして運転員や運行管理者にとって有用な情報を提供していくかが、今後の課題といえよう。

謝辞

本研究は、平成16年度文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」によっておこなわれたものである。

参考文献

- [1] 大久保堯夫, 運転時間と運転者の心身負担, 人間工学, Vol.21, No.1, pp.29-34, 1985.
- [2] (社)日本交通科学協議会 大型トラック安全研究委員会:平成14年度 大型トラック・トレーラの安全対策の研究, 2003.
- [3] 佐藤稔久, 赤松幹之, 高橋昭彦, 吉村健志, 白石恭裕, 渡辺隆行, 菅野隆資, ACC使用時のドライバーの追い越し行動の解析, 社団法人自動車技術会 2004年秋季大会 学術講演会前刷集, No.113-04, pp.21-26, 2004.
- [4] 稲垣敏之, 状況・意図理解によるリスクの発見と回避, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.7, No.1, pp.13-18, 2005.
- [5] 吉村健志, 伊藤博子, 丹羽康之, 福戸淳司, 長距離トラック運転における追い越し行動に関する研究, 日本人間工学会誌, 第41巻, 特別号, pp.160-161, 2005.
- [6] 吉村健志, 伊藤博子, 丹羽康之, 福戸淳司, 長距離トラック運転における不安全運転行動の検出技術に関する研究, 産業保健人間工学研究, 第7巻, 特別号, pp.146-149, 2005.