

運転士の眠気を予防する

澤 貢

人間科学研究部(人間工学研究室 主任研究員)



さわ みつぐ

はじめに

今日の鉄道は、自動列車停止装置ATS (Automatic Train Stop)、自動列車制御装置ATC (Automatic Train Control) などのハード対策によって、運転士の眠気や失念が事故に直結する可能性は大幅に低減されています。しかし、徐行、大雨や強風による運転速度規制などでは、運転士の注意力に頼っている現状があります。人間の注意力には限界があり、どんな人でも眠気などによってヒューマンエラーを起こす可能性があります。そのため、運転士の眠気によるヒューマンエラーの防止は、古くて新しい課題の一つとなっています。

ここでは、運転士の立場からできる安全運転のための眠気予防対策に関する研究の取り組みについて、紹介します。

運転士の眠気発生に関するアンケート調査

旅客列車が通常運行しない、深夜帯が中心となる貨物列車運転士の眠気の発生実態に関するアンケート調査を行いました。この調査では、全国の貨物列車運転士を対象に、眠気発生頻度や時刻、眠気が発生しやすい運転区間および原因、実行している眠気予防対策などを尋ねました。

眠気の発生要因

運転士の眠気の発生要因には、どのようなものがあるのでしょうか。

運転士の勤務や作業などの特徴を考慮して選定した38の質問項目の回答について、「全く関係がない:1点」～「非常に関係がある:5点」と点数化して、回答の類似項目をグルーピングする統計解析を行いました。その結果、図1の9要因が抽出されました。各要因に含まれる質問項目の回答の平均値が高いほど、眠気発生と関係があると回答されたこととなります。運転中の眠気発生に最も関係があると回答された要因は、労働時間や休憩時間などの質問項目



図1 眠気発生との関係度

グループからなる「勤務条件」で、次に、体調や出勤前の睡眠などからなる「体調」、「経過時間・時刻」、運転速度や運転余裕時分などからなる「運転条件」、トンネル区間や上り下り勾配などからなる「線路条件」、要注意箇所通過や添乗有無などからなる「緊張度」、「車内騒音・振動」、「保安装置」の順に関係していることがわかりました。

そのうち、自分の工夫によって取り組める項目として、体調や出勤前の睡眠の管理があります。スポーツ選手と同じように、安全運転を行うための万全なコンディションを保つこともプロの運転士の要件であるともいえます。

眠気が発生しやすい時刻帯

眠気の発生要因の一つが「経過時間・時刻」です。眠気は、「睡眠-覚醒」のサイクルのように、約24時間を周期とする生体リズムによって、発生しやすい時刻帯があります。

図2は、これまでの体験から運転中に眠気を催して困る時刻帯について、3時間毎の時刻帯に区切った8つのカテゴリーの中から、2つ選択した回答結果を示したものです。図を見ますと、いずれの年齢層も生体リズムにしたがって

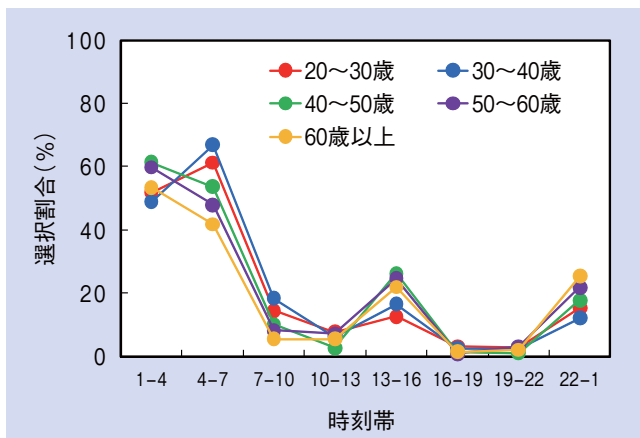


図2 眠気を催して困る時刻帯

「1時～4時」と「4時～7時」の深夜早朝帯にピークがあり、日中帯に低くなっています。深夜早朝帯では、実に過半数以上の運転士が眠気を催しながら列車運転を行っている実態がわかりました。深夜早朝帯の列車運転は、生体リズムによって眠気が生じやすく、さらに外界が暗く、騒音も制限され、視覚・聴覚から入る刺激が減るため、より眠気が生じやすい環境であるといえましょう。過去に深夜早朝帯に大きな産業事故が発生していることは、統計調査からも明らかであり、1979年のスリーマイル島原発事故や1986年のチェルノブイリ原発事故などが代表的な例です。

一方、午後の「13時～16時」に小さな高まりが見られます。従来、この眠気は昼食の影響によるものと考えられてきましたが、昼食をとらなくても眠気が生じることから、現在ではリズム性によるものであることがわかってきています。

運転中の眠気と睡眠の関係

眠気発生にかかわる出勤前の睡眠と運転中の眠気との関係を調べました。

図3は、眠気が発生しやすい深夜早朝の「4時～7時」の運転中における眠気の程度と自宅における睡眠の程度との関係を示したものです。図を見ますと、自宅ですべてよく眠れた運転士ほど、運転中に「眠気が全然なかった」と回答する運転士が多く、逆にほとんど眠れなかった運転士ほど「非常に眠気が強かった」または「眠気がかなり強かった」と回答する運転士の割合が高くなっていることがわかります。自宅での睡眠の程度が良いほど運転中の眠気の程度が低いという関係は、他の時刻帯でも同じように見られますが、「1時～4時」と「4時～7時」の深夜早朝帯が最も顕著になっていました。

なお、日中の眠気と夜間の睡眠時間との関係を調べた研究があります。これによると、睡眠時間が5時間を下回れば、どの時刻帯であっても10分以下で寝入って（ベッドに横になって眠るように指示され、目を閉じてから浅い眠りの状態が出現するまでの時間）しまうこと、睡眠時間が5時間以上確保されていても、通常の睡眠時間より2時間以上短くなれば日中に眠気が容易に感じられることがいわれています¹⁾。

眠気が発生しやすい線路条件

われわれ人間は、外界からの刺激が減って、単調状態が生じてくると次第に眠くなります。

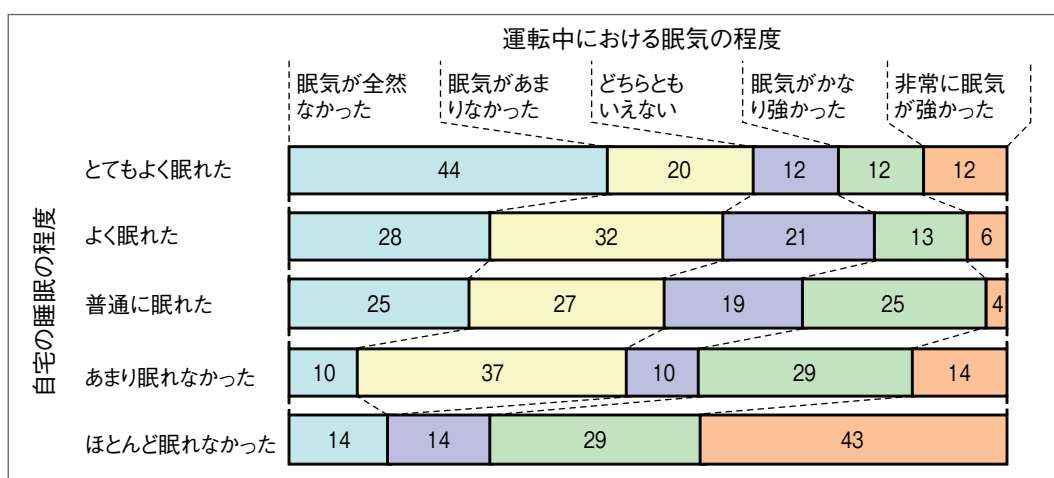


図3 4時～7時の眠気の程度と自宅睡眠の程度(帯グラフ中の数字は選択割合(%))

表1 眠気の発生原因一覧

・ノッチなどの操作が少ない	・見通し良好
・抑速ブレーキ使用	・貨物専用線
・補助機関車使用	・閉塞区間が長い
・トンネル内	・駅間が長い
・踏切が少ない	・制限が少ない
・高架区間	・セクション通過後
・景色単調	・勾配区間通過後
・景色良好	

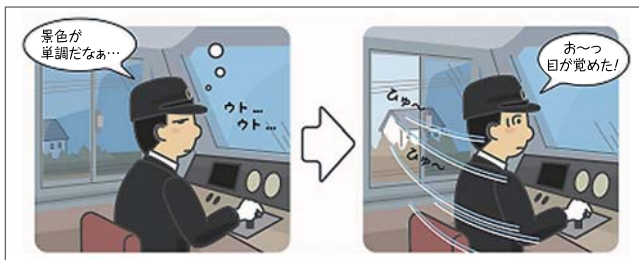


図4 眠気の発生原因と対策の例

眠気が発生しやすい運転区間とその原因について尋ねたところ、表1が得られました。眠気の発生原因として、「ノッチなどの操作が少ない」、「トンネル内」、「景色単調」などの単調状態に関連する項目が多くなっていました。このような原因によって生じる眠気の予防には、おかれている状況を意識的に変えることが有効です。「窓を開ける」、「立ち運転」などの対策はその一例です(図4)。完全に睡魔に襲われてしまいますと対策の効果があらわれにくいので、早めに対策を講じることが大切です。

一方、単調状態の原因以外に、「セクション通過後」、「勾配区間通過後」が眠気の発生原因に挙げられていました。注意箇所を通過した後の緊張の途切れによる安堵感にも注意が必要であるといえましょう。

生理的負担度調査

アンケート調査から得られた眠気の発生実態を客観的に調べるために、眠気の訴えが見られた運転区間を対象とした現車での生理的負担度調査を行いました。この調査では、測定員が勤務の開始から終了まで運転士とともに行動して、その間の身体反応を測定しました。

図5は、対象仕業(図6)の運転士6名平均のフリッカー値について、出勤時の安静値を基準に示したものです。フリッカー値とは、脳の覚醒レベルを表す指標の一つです。点滅する光を一定の条件下で注視させて、それが連続した光として見えるのか、ちらいついた光として見えるかの境界値をその時の周波数で示したものをいいます(図7)。覚醒レベルが低ければフリッカー値は低くなります。

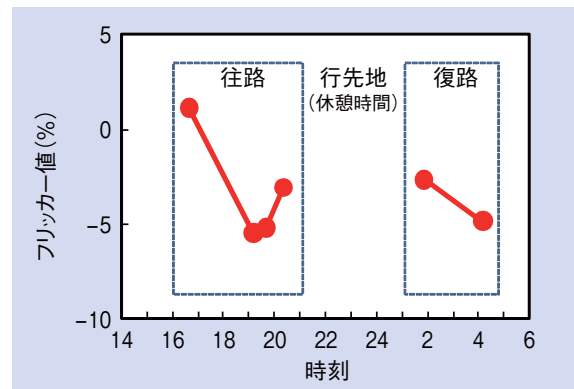


図5 フリッカー値の推移



図6 調査対象の仕業

図を見ますと、往路の最初の停車駅(19:11)でのフリッカー値は、運転開始から149分間の無停車・低速運転によって、復路の深夜帯の運転と同じ程度低くなっていることがわかります。次の列車を待ち合わせる行先地(休憩時間)で平均2.2時間(睡眠計測器による推定値)の仮眠をとっていましたが、フリッカー値が回復しないまま復路の運転に入っていることもわかります。なお、往路の最後でフリッカー値が若干回復しているのは、終末効果と呼ばれる現象で、作業の終了が近づいてくるにしたがって集中力を取り戻し、覚醒度が上昇するためであると考えられます。

この調査によって、運転速度の「運転条件要因」、経過時間および深夜帯の「経過時間・時刻要因」、休憩時間の「勤務条件要因」が運転中の眠気発生にかかわっていることが確認できました。



図7 フリッカー値の測定風景

実行されている 眠気予防対策

安全運転のためには、「睡眠を十分にとる」、「生活習慣を整える」などで、眠気発生を事前に防ぐことが重要です。それでも眠気が発生する場合は、今回の調査から得られた様々な工夫が参考になります。

図8は、実行されている眠気予防対策を示したものです。「ガムをかむ・アメをなめる(37%)」の回答割合が最も高く、次いで、「窓を開ける(32%)」、「飲み物をとる(23%)」、「休養をとる(18%)」が高くなっていました。休養に関しての具体的な内容は、「出勤前の睡眠を十分にとる」、「休憩時間はしっかり休憩する」、「仮眠時間はしっかり仮眠をとる」などとなっていました。

10項目以外の対策では、「タオルを濡らす、冷却シートなどを使う」、「頭寒足熱を心がける」、「椅子を高くする」、「深呼吸する」、「運転操縦に工夫をする(ノッチ・ブレーキの取扱いを最小にする。1秒単位の定時運転を目標にする)」、「EBブザー(緊急列車停止装置)鳴動に素早く反応する」、「素手で運転する」、「口を動かす」、「顔を叩く」、「目薬を使う」などの様々な工夫が見られました。

「安全運転のための眠気予防対策」冊子の作成

今回の調査結果とこれまでの知見をもとに、眠気による事故の予防啓発のための冊子を作成しました(図9)。

本冊子は、(1)眠気をもたらした事故・事例、(2)眠気が起こりやすい時間帯、(3)眠気の発生要因、(4)眠気が生じやすい運転区間とその原因発生要因、(5)眠気の発生実態に関する調査結果、(6)眠気発生メカニズム、(7)眠気予防対策の7章で構成し、いつでも携帯できるA5サイズで29ページにまとめました。

おわりに

「安全運転のための眠気予防対策」冊子は、運転士はもちろんのこと、運転士の管理指導に当たる方々にとっても十分活用できる内容になっていると考えています。本冊子が安全輸送の一助になれば幸いです。RRR

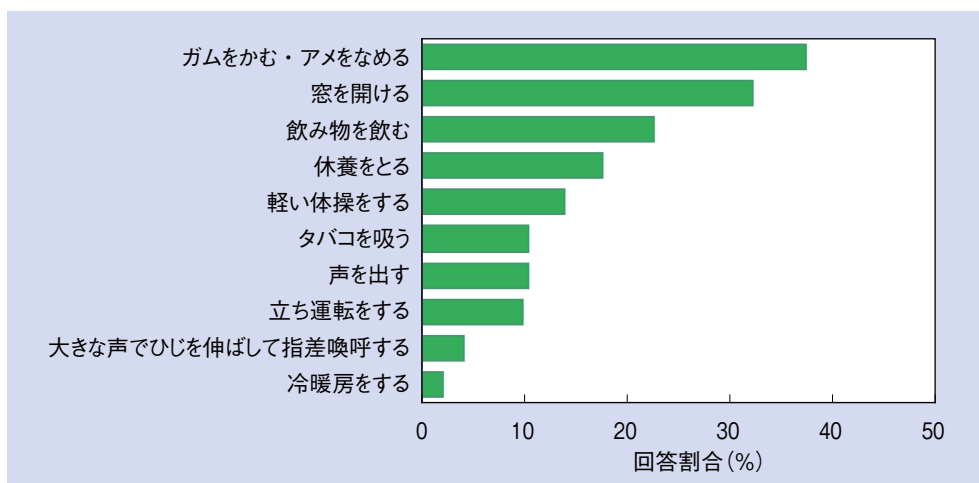


図8 貨物列車運転士の実行されている眠気予防対策(上位10項目)

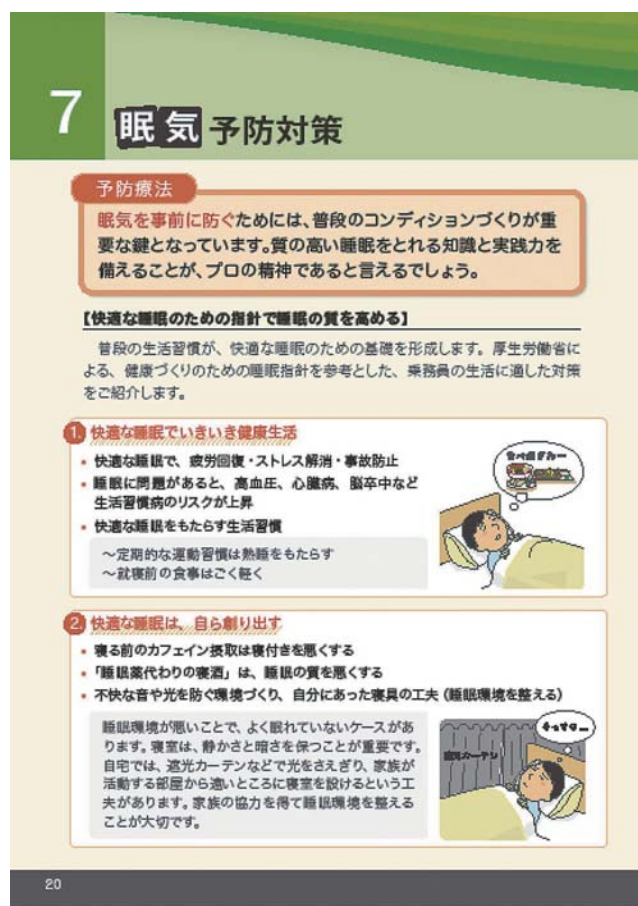


図9 「安全運転のための眠気予防対策」冊子(抜粋)

文献

- 1) Carskadon, M.A. and Dement, W.C.: Cumulative Effects of Sleep Restriction on Daytime Sleepiness, Psychophysiology, 18, 107-113, 1981