

「ヒューマンエラー事故防止のための予防安全型技術
導入ガイドライン」

平成20年 6月

国土交通省
総合政策局技術安全課

目次

はじめに

1. ガイドラインの位置づけ	3
(1) 予防安全型技術の必要性	
(2) ガイドラインの位置づけ	
2. ガイドラインの対象範囲	4
3. 用語の定義	4
4. 予防安全型技術の概要	5
(1) 予防安全型技術の目的	
(2) 予防安全型技術の対象範囲	
(3) 予防安全型技術の体系	
(4) 予防安全型技術に関する研究の現状	
5. 予防安全型技術の導入における留意事項	9
(1) 導入時における留意事項	
(2) データ取得及び利用に関する留意事項	
(3) 運用時における留意事項	
6. 具体例に基づく説明	13
(1) 発話音声分析システム	
(2) 運転状況モニタリングシステム	
7. その他	17

参考資料

- ・「ヒューマンエラー事故防止技術に関する検討会」委員名簿

はじめに

ヒューマンエラーに起因すると考えられる重大事故・トラブルが公共交通において相次いで発生したことから、国土交通省は平成17年6月に「公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会」を設置し、ヒューマンエラー発生のメカニズムの解明や、安全風土の確立を含む企業の安全マネジメントのあり方、事故防止技術の導入に関する考え方等について検討を行い、平成18年4月に「最終とりまとめ」をまとめた。

その中で指摘されているとおり、事故事象に対応した事故防止対策として技術的な対応をはじめとして、従来から様々な努力がなされているものの、ヒューマンエラーに起因する事故の抜本的な解決には至っていないのが現状である。さらに、「人の負担を軽減する」ような高度技術システムを導入すれば事故は防止できるというものではないことも分かっている。

近年、通常（正常）からの逸脱を検出して通常状態への復帰を促したり、運転者¹の状況認識（気づき）を支援するシステムを導入したりすることによって、潜在的危険状態への移行をできるだけ早期に防止する「予防安全型技術」の研究開発が行われるようになった。

このような背景のなか、運輸分野におけるヒューマンエラー事故の防止を目指した取り組みの促進等に資することを目的として、今後新たな予防安全型技術を導入しようとする際に留意すべき事項等を示した「ヒューマンエラー事故防止のための予防安全型技術導入ガイドライン」を策定することとした。具体的には、予防安全型技術の必要性や目的を明確にした上で、技術の対象範囲や体系等の概要を整理し、導入時、データ取得及び利用時、運用時の各段階で留意すべき事項等を示したものである。

なお、ガイドラインを取りまとめる上では、幅広い知見を結集する必要があり、学識経験者や運輸事業者等からなる「ヒューマンエラー事故防止技術に関する検討会」を設置し、アドバイスを得つつ検討を進めた。

本ガイドラインが多くの関係者に活用され、予防安全型技術に対する理解が深まるとともに、その普及によって我が国のヒューマンエラーに起因する事故が低減され、安心・安全な社会の実現に寄与することを期待するものである。

¹ 各交通モードでは、運転者、運転士、ドライバー、操船者、操縦士などが使われているが、本文では統一的に「運転者」という用語を用いる。

1. ガイドラインの位置づけ

(1) 予防安全型技術の必要性

交通移動体の安全確保には、事故防止・軽減対策へ向けて様々な努力が払われてきた。その結果、いずれの交通モードについても共通的に、事故率は低い状況に保たれており、モードによっては、事故による死亡者数の減少傾向が顕著に見られるものもある。しかし、事故率が低いことは、必ずしも事故発生件数や死傷者数が少ないことを意味するものではなく、交通事故の発生そのものを減少させていくことも求められている。

また、交通移動体の事故には、何らかの形でヒューマンエラーが関与していることが少なくないと言われており、人間の負担を軽減してエラーの発生を抑制するための高度な技術システムの導入など、様々な試みがなされてきた。しかし、時として極端な短時間での認知・判断能力や、過大とも思われる操作能力が運転者に求められることがあるだけでなく、人と高度技術システムの間にもスマッチが発生し、それが安全を損ねた場合も知られている。すなわち、高度技術システムの導入は、基本的には人の負担軽減及び交通移動体の安全性向上に寄与しているものの、必ずしも期待されたほどの事故の低減効果には至らないことがあり、交通移動体の事故の抜本的低減が実現できていないのが現状である。

このような状況を打開するためには、事故発生の直接的要因を対象にする安全技術だけではなく、潜在的危険状態への移行を早期に検出・防止するような「予防安全型」の技術が必要である。一般に、運転者（人）は、状況を認知・解釈しながら、その状況の中で何をなすべきか（あるいは、なさざるべきか）を判断し、必要と思われる運転行動（操作）をとっている。このプロセスが反復されるなかで、認知、判断、操作の中に通常（正常）からの逸脱が生じると潜在的危険性が高まり、事故に至る可能性が生じることとなる。もし、運転者が潜在的危険状態に陥ることを防止する、あるいは仮に潜在的危険状態に陥ったとしても早期に検出し、安全な状態への復帰を促す仕組み（予防安全型技術）が新たにあったとすれば、現在の事故防止のために執られている様々な防御策を破って発生している事故の多くを防げることになる。

(2) ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、ヒューマンエラー事故の防止等を目指した予防安全型技術の普及促進に資することを目指して、その概要を整理するとともに、技術の導入時、データ取得及び利用時、運用時を想定した留意事項等について、可能な限りモード

横断的な視点でまとめようとしたものであり、運輸分野に携わる関係者の啓発用の資料となること、さらには、予防安全型技術の開発に関係する研究者・技術者等にも参考となることを期待するものである。

2. ガイドラインの対象範囲

本ガイドラインは、諸技術のなかでも、特に「予防安全型技術」を対象としたものであり、ヒューマンエラー事故の防止等を目指した技術全般を対象とするものではない。また、適切な安全教育や訓練も安全確保には不可欠のものであるが、事故防止のためのハードウェア的側面に焦点を絞っている本ガイドラインでは、考察の対象に含めることはしていない。なお、ヒューマンエラーに起因する事故の防止は、当然のことながら予防安全型技術の導入だけで達成できるものではなく、ルールの遵守、適切な教育・訓練、健康管理、職場環境の改善などへの不断の努力が必要である。

3. 用語の定義

用語	説明
ヒューマンエラー	ヒューマンエラーの定義は一通りではないが、本ガイドラインにおいては、「最終取りまとめ」（平成18年4月 国土交通省ヒューマンエラー事故防止対策検討委員会）に述べられた定義を用いる。すなわち、人と機械が協同して目的を達成するためのシステム（ヒューマンマシンシステム）の中で、人が自分に割当てられた仕事あるいは人（運転者）に期待されたパフォーマンスの水準を満たすことに失敗したため、システム全体がトラブルを起こしたり、システムダウンになったものをいう。
潜在的危険状態	運転者（人）が行っている一連の認知、判断、操作の過程に通常（正常）からの逸脱がある状態。例えば、安全不注意、動静不注意、わき見運転、漫然運転、過労運転など。このような状態にあっても直ちに事故が起こるとは限らない。しかし、通常（正常）状態に比べ、一般に事故に至る可能性は高い。
予防安全型技術	運転者が潜在的危険状態に陥ることを防止する、あるいは仮に潜在的危険状態に陥ったとしても早期に検出し、安全な状態への復帰を促すことで、事故を未然に防止しようとする技術

ヒューマン・マシン・インタフェース	人と機械が情報を相互にやりとりする「しかけ」。これを通して人は機械に意志を伝え、機械は人にシステムや外界の状態を知らせる。「ヒューマンインタフェース」。
-------------------	--

4. 予防安全型技術の概要

(1) 予防安全型技術の目的

「エラーを犯すのは初心者である」という考えは誤りであり、熟練者もエラーを犯す。しかも、熟練者のエラーと初心者のエラーとは異質であると考えねばならないこともある。エラーの背後には様々な要因・誘因が潜んでおり、「エラーを犯さないように注意せよ」との精神論のみでエラーを撲滅できないことは自明である。また、「手順書」を作成してそれを遵守させることは、エラー防止にある程度有効ではあるものの、あらゆるタイプのエラーを防止できるというものではない。

ヒューマンエラーを防止・軽減する技術的試みとして、自動化システムの導入やヒューマンインタフェースの改善が進められている。高度技術を利用した自動化システムや支援システムが交通移動体の安全性や快適性の向上に寄与していることは疑いが無いが、事故がまったくなくなったわけではない。むしろ、かねてより高度自動化が進められてきた航空機において過去に発生した事故事例を調べてみればわかるように、多様な機能をコンパクトな空間の中で提供できるようにした多機能インタフェースがパイロットのエラーを誘発したり、人と機械（自動化システム）との間で意図の対立が起こったり、自動化システムに対してパイロットの不信と過信が交錯したり、自動化システムの強力な制御能力のおかげで機体に発生している「異常」がを見つけにくくなったり、高い知能を併せ持つ自動化システムが何を見て、どのように判断し、何をしようとしているのか、パイロットにとって時にわかりにくかったりする事例が知られている。このような「人と高度技術システムの mismatch」が関与した航空事故は、1980年代後半から1990年代半ばにかけて様々な形で発生し、そのたびに大きな話題となった。高度自動化の進んだ、俗に「ハイテク機」と称されるグラスコックピット機の事故は、旧来の航空機の事故には見られない特徴を持っている。このことは、単に高度技術システムを導入するだけでは、事故防止という問題は解決できないことを示している。

さて、交通移動体の事故を調べてみると、状況を的確に把握する手がかりとなる情報が運転者の目の前にすべて提示されていても、運転者は状況認識に失敗することがあることが分かる。一般に、運転は、**認知**→**判断**→**操作**の一連の繰り返しである。その過程の中で、認知が不完全であったなら、それに引き続く判断（意図形成）

は正しくありようがなく、操作も状況にそぐわない不適切なものになる可能性がある。その意味で、「認知」は全ての基本であるということができる。

そこで、運転者は状況の認識を誤っていないか、誤った意図を形成していないか、漫然、動静不注意、過信に陥っていないか等を検知し、潜在的危険状態への移行防止及び通常（正常）への復帰を図り、事故を未然に防止することを目指した「予防安全型技術」が重要となる。例えば自動車事故を例にとってみると、安全不確認、動静不注意、わき見運転、漫然運転等、「状況認識の誤り」が事故の大きな割合を占めることが知られている。仮に上述のような予防安全型技術があれば、機械系やシステムには何の故障もないのに運転者が状況を正しく把握していなかったからという理由で起こる、「本来なら起こらなくても良いはずの事故」の発生を低減化できるものと期待される。

(2) 予防安全型技術の対象範囲

人やシステムの安全確保に寄与する技術として、危険（事故）が間近に迫っていることを運転者に知らせ、適切な対応を促す警報生成技術、事故に至ることが避けられないにしても、被害を最小限にとどめようとする制御を行う被害軽減技術、プロテクション技術などがあるが、それらの技術に比べて、本ガイドラインで取り上げる予防安全型技術は、時間軸上で、はるかに上流側にある範囲を対象とするものである。すなわち、いわゆる「通常（正常）時」における運転者の認知・判断・操作段階（リアルタイム）、あるいは更に運転開始前の計画段階（ノンリアルタイム）といった、「危険が顕在化していない状況」の中で、潜在的危険状態につながる可能性があるものをできるだけ早期に見つけ出し、対処しようとするものである。（下記イメージ図参照）

(3) 予防安全型技術の体系

予防安全型技術については、その対象とする時間軸上の領域によって、以下のよう整理することが出来る。（下記イメージ図参照）

- ① 日常の運行（航）データを蓄積し、多面的に解析する技術。例えば、個別の運行（航）のなかに、「通常（正常）からの逸脱」といえる場面はなかったかを調べ、該当するものがあつた場合は、それがどのような状況で発生しているかを調べるができる技術。運転者が、自らの希望によってこのような技術を利用することができれば、自分の運行（航）の問題を自ら見出して改善を図るなど、さらなる技量の向上や自己研鑽に活用すること

が可能となる。また、「通常（正常）からの逸脱」が、複数の運転者に共通的に見出されるようなことがあれば、「通常（正常）からの逸脱」をもたらす背景要因（例えば、運転計画、手順設定、教育訓練などに問題がある可能性など）の存在を見出すことができ、問題点の究明や対策の策定等を可能にするための技術となり得る。

- ② 運転者の「認知の対象」は多岐にわたるが、すべてに対して同時に注意を向けることは困難であること、人の注意には持続性がないこと、認知に誤りが起こる可能性があることなどから、運転者の状況認識力を強化する情報を提示することにより、状況に適合した判断ならびに操作に結びつけようとする技術
- ③ 運行（航）中に「通常（正常）からの逸脱」と見られる状態の発生が検出された場合、運転者に対して、注意喚起や警報提示などを行うことにより、「通常状態への復帰」を促進するための技術

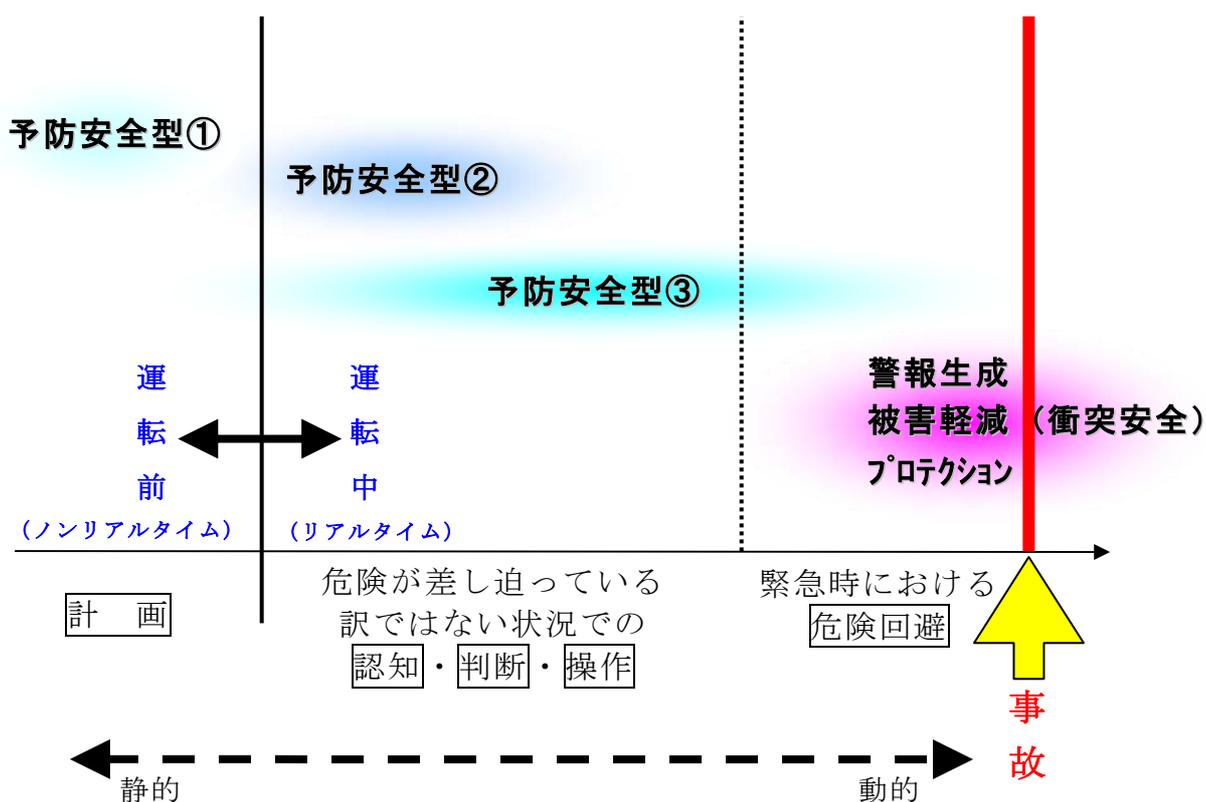


図 予防安全型技術の対象範囲のイメージ

なお、上図は、予防安全型技術による運転者支援が多層構造を持っていることをも示している。すなわち、まずは運行（航）が適正に計画されることを支援する(①)。

個々の運行（航）が行われているとき、運転者が状況認識を獲得・確保しやすいような情報提供を行い（②）、運行（航）中に「通常（正常）な運転からの逸脱」が疑われるときは「通常（正常）状態への復帰」を促す情報を提示する（③）、多層的な支援である。

(4) 予防安全型技術に関する研究の現状

これまで述べてきた予防安全型技術に関しては、すでにいくつもの研究や取り組みがある。それらのうちのいくつかを以下の表に示す。もとより下記の表は、予防安全型技術に関するすべての研究や取り組みを網羅しようとしたものではない。

研究名	実施機関	主な対象技術
人間行動適合型生活環境創出システム技術の開発 (H11～H15年度)	(社)人間生活工学研究センター（責任機関）他。 ((独)新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト)	・車載システム高度化支援技術（「通常（正常）からの逸脱」を検出することの重要性をはじめて明確に打ち出したもののひとつ）
状況・意図理解によるリスクの発見と回避 (H16～H18年度)	筑波大学（責任機関）他。 （科学技術振興調整費による重要課題解決型研究プロジェクト）	・交通環境の実時間センシング技術 ・運転行動モデリング技術と状況・意図理解技術 ・ドライバー心身状態評価技術 ・運転作業状況に応じたアドバイス技術とインタフェース技術 ・状況に応じて人と機械の役割分担を調整する適応的機能配分技術 ・高齢者支援技術
プローブ車両技術の導入による軌道交通システムの再生に関する基礎的研究 (H16～H18年度)	日本大学（責任機関）他。 ((独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構基礎的研究推進制度による研究プロジェクト)	・営業車両を用いた軌道、信号システムの状態監視技術 ・列車運転士の状態監視と異常の早期検出技術
入眠予兆検知着座センサーによる居眠り運転防止技術の開発 (H16～H18年度)	東京大学（責任機関）他。 ((独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構基礎的研究推進制度による研究プロジェクト)	・ドライバーの入眠予兆現象の検出の理論とそれに必要なセンシング技術 ・入眠予兆現象の医学・生理学的検証 ・居眠り運転防止シート
ヒューマンエラー事故防止技術の開発 (H18～H19年度)	((独)電子航法研究所、(独)交通安全環境研究所(国土交通省委託)	・発話音声分析システム ・運転状況モニタリングシステム

5. 予防安全型技術の導入における留意事項

(1) 導入時における留意事項

【導入する技術の位置づけ】

運行（航）に必要な「認知」→「判断」→「操作」や時間軸上の領域のどれを、どのように、どの程度まで支援するかといった導入する技術の位置付けについては、交通モードの特性を踏まえた検討が重要である。

〔説明〕

自動車、鉄道、船舶、飛行機などの交通モードによって、運転環境、危険回避における時間的余裕、人とシステムの役割分担、運転者が持つ知識・技量の内容、教育・訓練の頻度と質等は大きく異なっている。すなわち、特定のモードで有効な予防安全型技術であっても、他のモードでも同様の効果が期待できるとは限らないことに留意が必要である。また、同じ技術であっても予防安全型技術の体系で時間軸上の領域で整理した①～③のどの用途で使うのかで、具体的な仕様やその判定の基準値などが異なる場合があるため、留意が必要である。

このことは、導入しようとする技術が、運転者の「認知」→「判断」→「操作」のどのフェーズや時間軸上のどの領域を、どのように、どの程度まで支援するのが妥当であり合理的であるかは、他の技術との組み合わせや運用方法の工夫などを含め、交通モードの特性を踏まえた検討が重要である。

【導入目的の明確化】

運転状況等をモニタリングし、取得データを解析・利用することは、あくまでも運転の質を全体的に向上させることを目的とするものであり、運転者個人の評価・懲戒等に利用するものではない点を明確にしておくことが重要である。

〔説明〕

運転状況等をモニタリングし、取得データを解析・利用することは、通常（正常）の運転パターンからの共通的な逸脱状況を把握し、その背景にある要因を明らかにすることで運転の質を全体的に向上させ、ヒューマンエラーによる事故を防止することを目的とするものであり、時間軸において、より上流側での予防安全を目指すものである。

これは、運転者の行動監視や個人の評価・懲戒等に利用するものではない点を明確にすることが重要である。なお、導入する技術によっては、予防安全での利用に加えて、事故調査等への活用が可能な場合があるので、導入する際には目的を明確化しておくことが必要である。

(2) データ取得及び利用に関する留意事項

【目的外使用の禁止等】

運転状況等を常時モニタリングし、取得データを解析・利用する場合には、取得データの目的外使用の禁止や秘匿性の保持等を確実に担保することが重要である。

〔説明〕

運転状況等のデータを取得するにあたっては、事業者内における関係者間の信頼関係の構築が不可欠であり、運転者個人の評価・懲戒等への利用といった目的外使用はしないことを確実に担保することが重要である。そのため、社内規定にデータの使用範囲を位置づけるなど、あくまでも事故の未然防止を目的とした技術の導入である点を明確にすることが重要である。また、データ管理やデータ取得の継続性の確保の上でも、必要に応じて担当部署の明確化や専任の部署の設置等を実施することが望ましい。

また、どのようなデータを取得し、それがどのように解析・利用されているのかについて、運転者自身が確認でき、必要と考える場合は意見を述べることができる仕組みが用意されていることも、当該技術の運用についての信頼感を高める上で有効と考えられる。運転者が自身のデータに容易にアクセスでき、希望があれば自分で改善点を学ぶこと（自己研鑽）ができる仕組みも望まれる。

【データ評価の考え方】

運転操作に関しては「個人の癖」があり得ることから、「通常（正常）の操作パターンからの逸脱」を検出・評価しようとする場合、当該パターンや逸脱判定のための閾値の設定についての留意が必要である。

〔説明〕

運転操作については、「個人の癖」があり得るため、「通常（正常）あるいは標準的操作パターン」や逸脱判定のための閾値を不用意に設定すると、場合によっては、危険でない場合でも「逸脱」と判定される可能性がある。そのことから、「共通的な通常（正常）パターン」との乖離の度合いを比較・評価するよりは、運転者ごとに、「その運転者の普段の運転パターン」との違いを検出しようとするシステムとした方が、潜在的危険状態の検出や運転者ごとの運転技量の向上のためには有益とも考えられる。

ただし、「共通的なあるいは標準的な操作パターン」との比較・評価が無意味であるとはいえない。すなわち、個々の運転者が「自分の運転の癖」などを知り、さらな

る技量向上を図るための課題を自ら見出すことができるなど、運転者の自己研鑽や「熟練者の技術の継承」にも有効なツールとなる可能性がある。

【双方向のフィードバック】

運行（航）データの解析結果を運転者にフィードバックすることに加えて、それに対して運転者が自主的に意見等を述べるができる仕組みを用意するなど、運行（航）管理者と運転者の間で双方向のフィードバックを行うことが有益である。

〔説明〕

運行（航）データに基づく「客観的な解析結果」と運転者自身による「自覚・感覚」等とを突き合わせることによって、解析に用いられた定量的評価手法の妥当性や解析精度を検証することが可能となるほか、運転者自身にとっても、自らの操作技術の自己評価を行うことが可能となる。このため、データの解析結果を運転者にフィードバックすることに加えて、運転者が解析結果の妥当性等について自由かつ自主的に意見を述べるができる仕組みを用意しておくなど、運行（航）管理者と運転者個人の間での双方向のフィードバックが有益である。

【長期的かつ継続的なデータ取得】

「通常（正常）からの逸脱」であるとの判定を高い精度で行えるようにするには、長期的かつ継続的な運行（航）データの収集・分析が重要である。

〔説明〕

「通常（正常）からの逸脱」が発生したことを的確に検知しようとするれば、どのようなものであれば「通常（正常）」の範囲内にあるかをできるだけ正確に知っておく必要がある。例えば、運転者の運転操作には、その個人特有の癖があり得ることはすでに述べたが、ある日のその運転者の運転操作が「通常（正常）から逸脱している」と判断できるようにするには、その運転者の近時かつ普段の運転操作がどのようなものであるかが詳しく分かっている必要がある。すなわち、平時の運行（航）データの蓄積ならびに適宜更新なくしては、「通常（正常）からの逸脱」の検出精度を高めることは難しい。

(3) 運用時における留意事項

【注意喚起や警報等の発信による影響】

「通常（正常）からの逸脱」を検出した際に注意喚起や警報等を発信するならば、それは運転者等に適時・適正な反応を促すものであるとともに、運転操作の妨げにならないよう十分に配慮することが重要である。

〔説明〕

例えば、「通常（正常）からの逸脱」が検出されたことを運転者に知らせるべく、システムが警報を発する場合を考えると、もし運転者が、「なぜシステムが警報を発しているのか」、その理由や根拠が理解できなければ、その運転者は適切な行動をとらない可能性がある。正しい警報が発せられていても、「なぜこの場面で警報が鳴るのだろうか？誤報ではないのか？」などとして、危険が迫っているにもかかわらず、有効な回避操作をとらないまま事故に至った事例は、どの交通モードにも見ることができる。

運転者に注意喚起や警報を発する方法としては、視覚的、聴覚的、あるいは両者を併用した方法など、様々なものが考えられるが、警報等が発せられたことに運転者がすぐ気づくことができ、その警報等が何を意味するのか、なぜその警報等が発せられたのか、警報等が発せられたことによって逆に新たなヒューマンエラーが誘発されたりすることがないように配慮・工夫しておくことが重要である。

【運転者の操作への影響】

運行（航）データの取得においては、それが運転者に負担を与えたり、運転操作の妨げになったりすることがないように配慮することが重要である。

〔説明〕

運行（航）の品質や安全性を高めるための運行（航）データを取得しようとするのが、例えば、運転者に大掛かりな計測装置を装着させることによって運転者の負担を高めたり、計測装置の存在が運転操作の妨げになったりするような本末転倒であろう。すなわち、交通移動体、その運転者、周囲の交通状況を含む外部環境等に関するデータの取得は、データの取得が運転者に負担とならない自然な形でできるように工夫することが望ましい。

6. 具体例に基づく説明

今まで述べてきたことを、具体例を用いて説明する。ここで取り上げる具体的技術例は、発話音声から発話者の疲労状態等を分析できる車載型のシステム（以下、「発話音声分析システム」という）と、車上的における運転状況をモニタリングするシステム（以下、「運転状況モニタリングシステム」という）である。

(1) 発話音声分析システム

人の発話音声をカオス論的な手法により算出される“ゆらぎ”の度合いを定量化した指標値は、「大脳新皮質の活性度が高いと思われる状況では大きな値をとり、活性度が低いと思われる状況では小さな値をとる」との実験結果がある。本システムは、この結果に基づいて、発話音声から発話者の発話時の大脳新皮質の活性度を定量的に評価し、活性度が低くなっていることが疑われた場合にはその旨を運転者に通知し、注意を喚起しようとするものである。

①技術の概要

カオス論的な発話音声信号処理には、従来の周波数解析処理に比較して6桁程度大きな演算処理容量が必要であるが、現時点において最高性能のマイクロプロセッサの処理能力により、重量10kg以下、消費電力1kw以下の装置を実現しており、車両等へ搭載してのリアルタイムな利用に対応できるようになっている。

②導入目的

本システムは、発話者の大脳新皮質の活性度を評価することによって、過度の消耗や興奮による大脳新皮質の機能低下の可能性を検出しようとするものである。すなわち、予防安全型技術の体系では、タイプ①～③の各領域において使用することができるもので、「通常（正常）からの逸脱」につながる可能性のある身体的状態を検出しようとするものであるが、ヒューマンエラーが発生したことを検知するものではない。

③活用イメージ

- ・ 業務開始以前の点呼等で活用し、業務前の運転者等の重度の疲労や睡眠不足を検出する。
- ・ 車両に搭載し、定期的に発声される運転者の発話音声をリアルタイムで分

析し、重度の疲労や睡眠不足が疑われるときはその旨を運転者に知らせ、注意を喚起する。

④導入に当たっての留意事項

- ・ 本システムは、あくまでも重度の疲労や過度の緊張等による大脳新皮質の機能低下の可能性を知らせるのみである。
- ・ 本システムによれば、業務中の運転者が健全な脳機能状態にあるか否かを推測することが可能であるが、運転者が運転以外のことに頭を使ってもそれとの識別を行うことはできない。より正確な運転者の状態推定を行うためには、他の技術との組み合わせが必要である。

⑤技術的課題

分析の対象となる発話音声は、業務の一部として発せられるもの、例えば、「出発！」といった発話である場合と、あらかじめ用意された文章の朗読としての発話である場合とでは、初期的な疲労の蓄積において変化のパターンが異なることが分かっている。そのため、今後、より軽度な疲労状態における発話音声データを蓄積すること等により、検出や診断の精度を向上させることが必要である。

また、本システムの実用化に向けては、発話音声収録用マイクロフォンによって収録された環境雑音の適切な処理法の開発や、マイクロフォンの品質確保・向上と低価格化を同時に解決することも、解決すべき課題である。



デスクトップ型試作装置



車載型試作装置

(2) 運転状況モニタリングシステム

本システムは、車両の位置を GPS により把握し、システムのモニター内の地図上に列車位置を表示するとともに、走行中の速度、ノッチ情報をリアルタイムに記録することにより運転状況をモニターする機能を有している。その上で、予め定められた標準運転と実運転状況を比較して、乖離が大きい場合等には、何らかのヒューマンエラーの予兆の可能性がある事象が発生したと判断して、運転者等に注意を喚起するとともに、記録・蓄積した発生状況に関する情報を地図上に可視的に表示するシステムである。

①技術の概要

本システムは、GPS による速度、位置検知技術と赤外線カメラによる運転操作の画像取得及び画像解析技術を用いて、運転状況に係る各種データを取得しようとするものである。ここで用いている個別の技術は、既に、汎用技術として確立、実用化されているものの、交通移動体に適用するには、計測精度の向上、故障時の動作の安全性、動作の長期安定性等、さらなる改善を必要とする部分もある。

②導入目的

本システムでは、運転の状況を位置や速度などの各種データ、運転者の操作よりリアルタイムに取得し、予め設定しておいた標準的な運転操作と比べて、ある一定以上の乖離が検出された場合には「通常（正常）からの逸脱」として、運転者や運行管理者等に対して注意を喚起するとともに、その情報を記録・蓄積し、事後に再生することで運行状況の評価・分析に活用するものである。予防安全型技術の体系では、タイプ①と③に位置付けられると考えられる。

③活用イメージ

- ・ 車両に搭載し、運転速度や運転者の操作の変化状況等をリアルタイムで取得・分析し、標準的な運転との乖離状況に応じて、運転者に情報をフィードバックする。
- ・ 車両に搭載して運転速度や運転者の操作の変化状況等の分析を行い、記録・蓄積した結果を事後に再生することで運転計画の評価・分析などに活用する。

④導入に当たっての留意事項

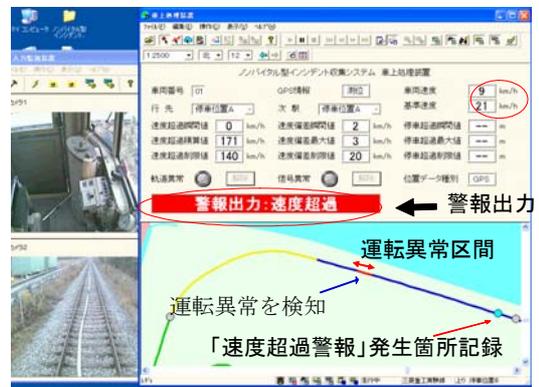
- ・ 分析の基となる標準的な運転速度や運転操作の変化状況の確立が重要である。
- ・ 標準運転パターンとの乖離を検出してリアルタイムで警報を発する場合、どの程度乖離した場合に運転者に警報を発するのか十分検討が必要である。
- ・ 実際の環境下での計測精度等の事前検証が必要であり、その際には、温度、湿度、振動、照度等の項目に留意することが望ましい。

⑤技術的課題

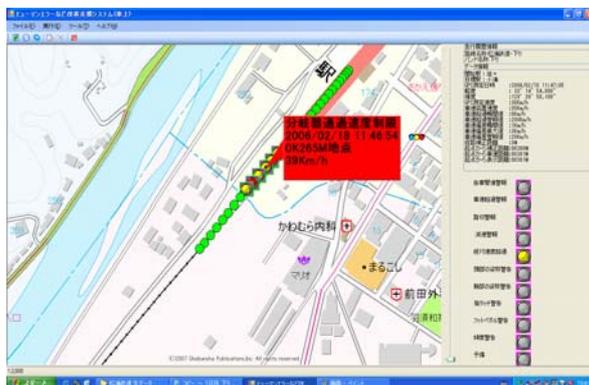
本システムでは、標準的な運転操作と実際の運転操作との乖離を検知して注意を喚起するが、ヒューマンエラーによりどの程度の乖離が発生するかを把握することが判断基準を設定する上での課題となる。現状では、乖離の程度により注意を喚起するレベルを階層化することで対応しているが、今後は、さまざまな実運転パターンを取得して、標準的な運転操作との乖離状況とヒューマンエラーの関係を明らかにすることが必要である。



試作したモニタリングシステム



モニタリングシステムからの警報状況



運転状況の地図上での再生（鉄道での例）

7. その他

○ヒューマンエラーに起因する事故を防止するため、産学官の適切な役割分担と連携のもと、今後とも予防安全型技術の研究開発を積極的に推進していく必要がある。なお、具体的な技術課題としては、例えば以下のようなものが考えられる。

- ・ 運転者の認識を支援する技術
- ・ 運転者の心身状態を検知する技術
- ・ 通常（正常）運転からの逸脱を検知する技術
- ・ 運転者に危険の予兆や必要な操作を知らせる技術
- ・ 運転者のヒューマンファクター（例えばリスクに対する知覚など）に関連した技術・研究

「ヒューマンエラー事故防止技術に関する検討会」委員名簿

(敬称略)

座長	筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授	稲垣 敏之
副座長	日本大学生産工学部機械工学科 教授	綱島 均
委員	社団法人日本民営鉄道協会 常務理事	北野 忠美
	東日本旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 安全対策部 次長	橋爪 進
	西武バス株式会社 管理部長	山内 智矢
	国産自動車交通株式会社 代表取締役社長	荻野 隆義
	結城運輸倉庫株式会社 代表取締役社長	結城 幸彦
	社団法人日本旅客船協会 工務相談室長	佐藤 幹夫
	株式会社日本航空インターナショナル 運航本部 運航安全推進室長	滝浪 啓一郎
事務局	総合政策局技術安全課	

検討会開催日

第1回	平成19年	11月27日
第2回	平成20年	1月22日
第3回	平成20年	3月18日