

自動化システムとドライバの心理*

Psychological Reaction to Automated Driving Systems

芳賀 繁¹⁾
Shigeru Haga

Contribution of automated driving systems to traffic safety is not easily appraised since drivers change driving behavior according to their cognition of traffic environment and their own driving skill. In this article, the author discusses behavioral and psychological effects of the automation, based upon the cognitive model of accident causation and upon the model of risk compensation.

Key Words : Human Engineering, Risk Compensation, Recognition/Judgement [C2]

1 交通事故発生のモデル

ドライバが第1当事者となる交通事故の発生を説明する考え方として、スキルモデルと認知モデルの二つがある(図1)⁽¹⁾。

前者は交通環境の困難度がドライバのスキルを上回ったときに事故が起きると考える。交通環境の困難度とは、道幅、見通し、混雑度、信号の有無、信号や標識の視認性、他の道路利用者の行動など、安全運転を難しくするさまざまな環境的要素である。このモデルでは、ドライバが交通環境を克服するだけの操縦スキルを身につけることや、交通環境を改善して運転しやすい環境にすることが交通事故の抑制につながると考える。この立場に立てば、自動運転やアダプティブクルーズコントロール(ACC: adaptive cruise control)はドライバの知覚機能と運動機能を代行したり補助したりバックアップしたりするものだから、交通安全に寄与するものとして無条件に歓迎されるだろう。

しかし、人間のドライバは交通環境に応じて行動を変えることができる。交通環境の困難度が高ければスピードを落としたり、追い越しや車線変更を我慢したりすればよい。環境のリスクをきちんと読み取って、自分の運

転技量に応じた操縦をすれば事故リスクを低く抑えることができるだろう。これが認知モデルの考え方である。ドライバの操縦スキルを高めたり交通環境を改善するよりも、ドライバのリスク認知の能力を高め、意思決定の判断基準を安全な側に寄せる試みが有効と考えるのである。この立場に立つと、自動運転や運転支援システムは交通安全にどのように作用すると予測されるだろうか。

ここで考慮しなければならない現象がリスク補償(risk compensation)である。

2 リスク補償行動

リスク補償とは、環境・状況のリスクが低下したことを知覚すると、低下したリスクを高める方向に人間の行動が変化する現象である⁽²⁾(図2)。狭い道路を拡幅すればドライバは速度を上げる。見通しの悪さを改善すればドライバの注意は下がる。防潮堤をかさ上げすれば海の近くに住む人が増え、津波に襲われた際の被害は増える。低タール煙草に変えると喫煙本数が増えたり、肺の奥まで吸い込んだりするため、肺がんリスクは下がらないという。リスク補償は、新しいシステムに対するドライバの行動適応(behavioral adaptation)の中の負の適応(negative adaptation)の一種だとみなすこともできる⁽³⁾。

リスクを乗り越える能力の向上によってもリスク補償が生じる。スキーがうまくなれば急斜面に挑戦したくなるし、運転に慣れてくると片側1車線の道路で追い越し

* 2015年9月20日受付

1) 立教大学 現代心理学部心理学科
(352-8558 新座市北野 1-2-26)

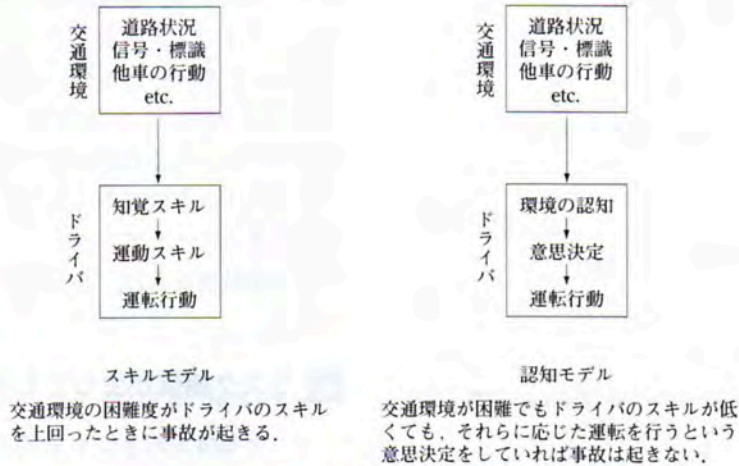


図1 交通事故発生スキルモデルと認知モデル

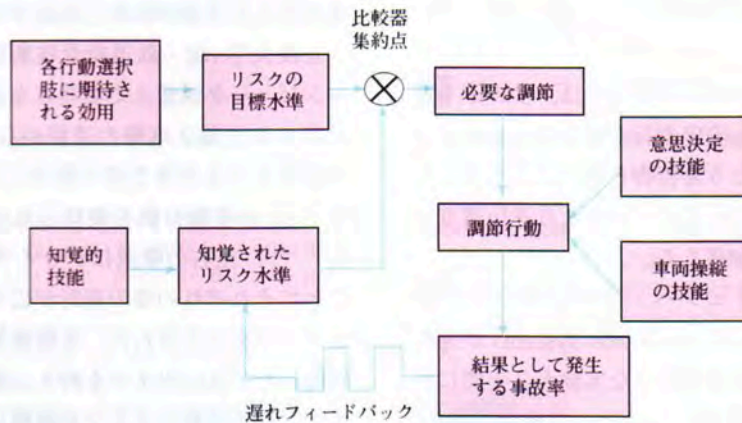


図3 リスクホメオスタシス理論

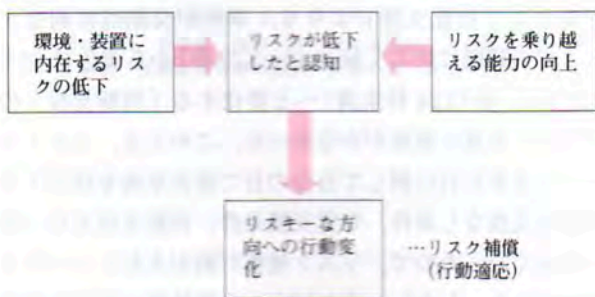


図2 リスク補償の要因

をかけたり、直進する対向車のわずかなギャップをつかんできわどいタイミングで交差点を右折するようになる。北欧では、免許取得時にスキッド訓練を義務づけたところ、凍結した路面でスピードを出すドライバが増えて事故が増えたという。

リスク補償のメカニズムは、カナダの交通心理学者ジェラルド・ワイルドが「リスクホメオスタシス理論」によって説明を試みている⁽⁶⁾。ワイルドは、人々に目

標リスク水準(ターゲットリスク)が存在すると仮定し、安全対策などによってリスクが減れば、ターゲットリスクを下回るので、それを回復させようとして行動が変化すると主張する(図3)。

なぜ、せっかく減ったリスクをわざわざ高めるのかについて、ワイルドは効用最大化モデルによって説明している⁽⁶⁾。たとえば、運転速度を上げれば目的地に早く着く、というようにリスクをとることはベネフィットを生む。しかしリスクをとれば事故の可能性も、事故を起こしたときの被害も大きくなる。図4に示すように、利得の期待値から損失の期待値を引いた残り、すなわち、純益の期待値が最大となる点がとるべき最適リスクとなる。これがターゲットリスクである。

3 自動化システムに対する人間の反応

リスクを乗り越える能力はクルマの性能によっても高めることができる。横滑り防止装置(ESC: electronic

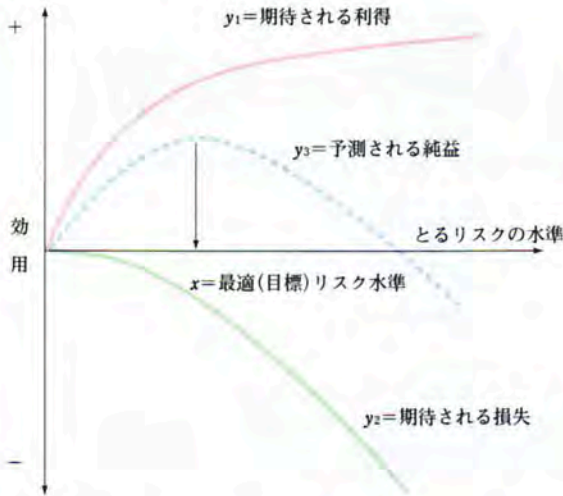


図4 ターゲットリスク、すなわち最適リスク水準は予測される純益が最大となる点である

stability control)が装備されたクルマでは、少々下手なステアリング操作をしても安定走行が維持されるので、安全にカーブを走り抜けたり障害物を避けたりすることができる反面、自信をつけたドライバがより速い速度でカーブに進入する可能性が高まる。

1980年代にドイツのミュンヘンでアンチロックブレーキシステム (ABS: anti-lock brake system) が運動行動に与える影響を調べる大がかりな実験が3年間にわたって行われた⁽⁷⁾。あるタクシー会社の自動車でABS装備車と非装備車にドライバをランダムに振り分け、事故率、走行速度、車間距離、加減速、運転スタイルなどが比較されたのである。2群のクルマには同じ車種を用いたため、ABS以外の車両性能は同じであった。その結果、事故率には有意差がなく、ABS装備車において急減速が多く、四つの観測地点のうちの1カ所でABS車のほうが有意に速度が高かった。また、客を装って乗車した観察者の評価によると、ABS車のドライバは非装備車のドライバに比べて、カーブを急激に回る、車線保持行動に正確さを欠く、前方視距離が狭くても前進する、合流時の調整がラフで多くの交通コンフリクトを生み出すと報告された。なお、観察者は乗車した車両にABSが装備されているか否かを知らずに評価を下したものである。

もう一度、交通事故発生認知モデルに立ち返ると、自動化システムによって環境の認知、意思決定、運動行動(操縦)の各段階を支援することができる。このうち、運動操縦の支援は上記のESCやABSと同様で、ドライバの操縦スキルが向上したときと同じリスク補償行動を

誘発するだろう。環境認知を支援するシステムは、たとえばナイトビジョンなどのVES(vision enhancement system)が挙げられるが、これも暗い夜道を慎重に走行していたドライバに「安心して」スピードを出させる可能性がある。残る意思決定については、具体的にどのようなシステムを作れるのかわからないが、安全な側に意思決定することをアドバイスしたりエンカレッジしたりする支援装置ならば、安全運転に寄与する可能性があるだろう。

4 リスク補償が生じて事故は減る

リスク補償が起きて事故が減らないわけではない。ワイルドは、人々のターゲットリスクが下がらない限り、長期的にみれば事故率は安全対策が施行される前の段階まで戻ると主張するが、反論や反証も多い⁽⁸⁾。

立教大学(現・鉄道総合技術研究所)の増田貴之らは、コンピュータ画面上で交差点を通過する課題を用いて、交差する片側2車線の道路から交差点に近づくクルマの情報さまざまな形で表示したときの実験参加者(ドライバ)の横断行動を観察した一連の研究を報告している⁽⁹⁾⁻⁽¹¹⁾。左右の確認はジョイスティックを左右に倒すことでそれぞれの側の視野が広がり、接近車両が見えるようプログラムされた。実験参加者は交差点を渡れると判断したときにボタンを押す。実験参加者が操作するクルマと交差道路のクルマが接触したときに「事故」が起きる。

彼らが行った実験の一つでは、接近を赤ランプだけで警報する「知覚支援」よりも、車両が交差点に到達するまでの時間に応じて緑(2.49~3.73秒)から黄色(1.24~2.49秒)、赤(1.24秒未満)へと変化する「判断支援」のほうが、有意に事故が少なかった。このとき、ジョイスティックを左右に倒して自分の目で接近車両を確認する回数は支援なし条件、知覚支援条件、判断支援条件の順に少なくなったので、リスク補償行動が生起していたと考えられる。しかし、それ以上に支援装置の事故低減効果が大きかったのであり、同時に通過回数も増えていることから、ドライバは運転支援システムを上手に利用して、ある程度のベネフィットを享受しつつ事故リスクも低減させていると考えられる(図5)⁽¹⁰⁾。

増田らの他の実験では、システムに多少の誤報や欠報があっても実験参加者がうまくシステム情報を使って事故を減らすとともに、アウトプットも増やしていたことが確認されている⁽¹¹⁾。

自動化システムの開発にあたっては、それを使うユー

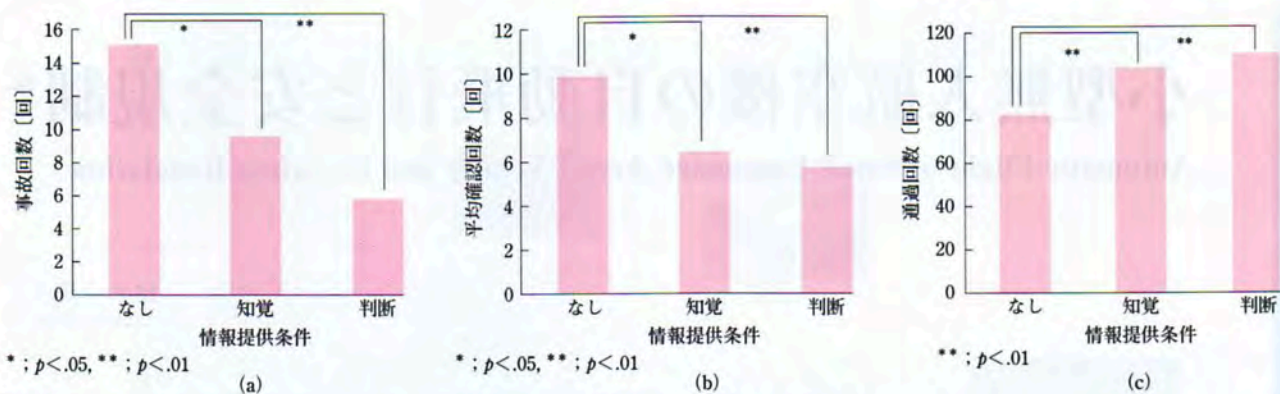


図5 情報支援の種類と事故回数(a)、確認回数(b)、通過回数(c)の関係

ザが行動を変化させる可能性があることを認識し、それがどの程度の変化であり、安全にどのように影響するかを予測し、リスク補償(負の行動適応)を最小限に抑える工夫をすることが望まれる。

- (10) 増田貴之, 芳賀繁, 國分三輝: 運転支援がリスク補償に及ぼす影響: 支援の情報処理段階・情報処理リソースの影響, 日本交通心理学会第74回大会発表論文集(2009)
- (11) 芳賀繁: 事故がなくなる理由: 安全対策の落とし穴, p. 199-202, PHP新書(2012)

参考文献

- (1) 芳賀繁: 交通行動をどう理解するか: その心理学的モデル, 高木修(監修)蓮花一己(編)交通行動の社会心理学, p. 8-17, 北大路書房(2000)
- (2) 増田貴之, 芳賀繁: 自動車運転支援システム導入に伴う負の適応, 自動車技術, Vol. 62, No. 12, p. 16-21 (2008)
- (3) 芳賀繁: 事故がなくなる理由: 安全対策の落とし穴, p. 52-55, PHP新書(2012)
- (4) G. J. S. Wilde: The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health, Risk Analysis, 2, p. 209-225 (1982)
- (5) G. J. S. Wilde: Target Risk 2: A New Psychology of Safety and Health, PDE Publications(2001). 芳賀繁(訳)交通事故はなぜなくなるか: リスク行動の心理学, 新曜社(2007)
- (6) 前掲(5) 翻訳書の p. 46
- (7) 前掲(5) 翻訳書の p. 133-140
- (8) 芳賀繁: リスク・ホメオスタシス説: 論争史の解説と展望, 交通心理学研究, 9巻1号, p. 1-10 (1993)
- (9) 増田貴之, 芳賀繁, 國分三輝: 運転支援がリスク補償行動に及ぼす影響: 情報提供方略の検討, 交通心理学研究, 24(1), p. 1-10 (2009)

フェイス

リスクホメオスタシスやリスク補償の考え方は自動車技術開発の足を引っ張るものという考えは誤解です。新技術は必ず人間の行動を変えるし、思いがけないエラーや悪い副作用を生む可能性もあります。それらをできるだけ正確に予想し、事故が起きたり、新技術が完全に否定されてしまうことを予防するために、心理学者と技術者が協働することが望まれます。技術は技術だけで機能するものではなく、それを使う人間があって初めてその目的を達成するものだということを忘れてはなりません。



芳賀 繁