

オートマチック車の運転エラーとシステム・デザイン — 認知工学の視点から —

仁平 義明

本論では、オートマチック・トランスミッション車の運転エラーの問題を取り上げながら、システム・デザインが人間の「行為の特性」に合ったものになるには、どのような条件が必要であるのかを考えていくことにしたい。日本では、オートマチック・トランスミッション車のシステム・デザインは、運転エラーによると思われる事故が頻発したことを通して、修正が重ねられてきた経緯がある。その歴史からは、オートマチック車に限らずシステム・デザイン一般について、いくつかの教訓が得られるのである。*(以下、オートマチック・トランスミッション車はAT車、マニュアル・トランスミッション車はMT車と略称する)。

1. 「からだに合わせたデザイン」から「 ここに合わせたデザイン」へ

1) なぜ「認知工学」か

システム・デザインを人間の「行為の特性」に合ったものにしようとする試みの一つに認知工学がある。認知工学 (Cognitive Engineering) という分野がUCLAのD. A. Normanによって提唱されたのは、1986年のことであった[1]。彼は、自分自身の研究分野を表現するのに、Cognitive Psychologyとも異なる、Cognitive ScienceともHuman Factorsとも異なる名称を提案したのである。なぜ彼は既存の名称に飽き足りなかったのだろうか？

Normanの考えでは、人間がマシンを制御する課題を達成しようとするとき、その課題の物理的コントロールや物理的変数と人間のこころの内部に表現された目標 (ゴール) との間には、“みぞ” (discrepancy) があることが多い。物理的システムとやりとりをする人間のふるまいの背後にある基本的な原理を理解することで、物理的システムと人間の目標と間に横たわる“みぞ”を埋めるのが、認知工学が目指す

ものであった。

“みぞ”には、“実行のみぞ”と“評価のみぞ”がある。前者は、そのシステムでどのような行為をすればよいのかが分かりにくかったり、行為を実行するのに誤った行為が誘導されやすいという意味の“実行のみぞ”である。後者は、そのシステムがどんな状態にあるのか、行為の結果がどうなったか、評価がしにくい、という意味の“評価のみぞ”である。システム・デザインは、行為の実行と評価が、容易に誤り無く、かつ快適に遂行できるような条件を備えていなければならないというのがNormanの主張である。

認知工学の認知 (cognition) という用語についていえば、「認知」のニュアンスは、1980年前後に、変化をしてきている。このころ、認知は、単なる認識の過程だけでなく行為の実行までを、すなわち入力情報の処理から出力過程までを統合的に扱う概念として使用されるようになってきた。人間工学の場合、人間の使用するものを感覚知覚特性や身体特性あるいは記憶など個々の能力等の特性に適合させることを目標にした学問領域というニュアンスが強い。これに対して、行為の意図の形成から行為の実行まで広い範囲の人間の行為特性を考慮してシステム・デザインを考えるべきであるというNormanの主張からすれば、人間工学に替わって認知工学の名称を使うのは、自然な成り行きだったと思われる。

したがって、認知工学は、感覚知覚や身体などの個々の特性、すなわち広義の「からだ」の特性を考慮する人間工学的視点から、行為をつくりだしてそれをコントロールする人間の知識構造という「こころ」の特性へと力点を移したものであった。「人間が、あるシステムを扱うときに、システムをどう理解しているか、心の中にどのようなシステムのモデルをつくるのか、またその中でどう行動するか、人間の行為のしくみを理解して、その特性を考慮したシステム・デザインを行う科学」が認知工学という主張だといえる。

別な言い方をすれば、「からだに合わせたデザイン

にへい よしあき

東北大学 大学院文学研究科
〒980-8576 仙台市青葉区川内

から、こころに合わせたデザインへ」が、認知工学の精神だと表現することができるだろう。

2) 良いデザインの条件

Norman[2]は良いシステム・デザインの条件として次のものをあげる。

- ① 可視性（ユーザが、装置の状態とそこでどんな行為をすることができるかが、すぐに分かる）。
- ② よい概念モデル（そのシステムは全体として、どのような構成としくみになっているのか、その大枠を理解することができる）。
- ③ よい対応づけ（操作とその結果の対応関係が分かりやすい）。
- ④ フィードバック（ユーザは、行為の結果がどうなったかフィードバックを常に受け取ることができる）。

「よくないデザインをする方法」は、この反対であるが、とくに注目すべきなのは、その方法の中に「一貫性をなくす」という項目があることである。“そのためには、ルールを変えてやればよい。あるモードではこうやり、他のモードではまた別のやり方をつかうようにする。この方法はとりわけ二つのモードの間を行ったり来たりしなければならない場合は有効である。”という説明が付け加えられている。

この項目は、① AT車とMT車の運転行動がそれぞれ類似はしているが相異なる二つの行為モードであること、②また、とくに日本の自動車の主流がMT車からAT車に移行しつつある時期では、AT車のドライバーがその二つのモードの行為図式（スキーマ）を所有している「バイモダル・ドライバー」[3]であったことを考えると、重要な指摘であるといえる。

システムとしてのAT車は、はたして良いデザインの条件をクリアしていたのだろうか？

2. AT車の普及過程で起こった事故

1) 人間工学的説明

日本におけるAT車の普及過程では、AT車を運転中のエラーによる事故が頻発し、メーカーによるデザインの修正が行われた。この歴史は、自動車のデザイナーが自動車というシステムについてどのような認識をしており、その結果、どのようなデザインの仕方をしたかを考える、良い実例を提供してくれる。

日本で、乗用車販売台数に占めるAT車の割合が50%を超えたのは、1986年であった（図1・表1参照）。1999年には、この割合は88.5%に達している。

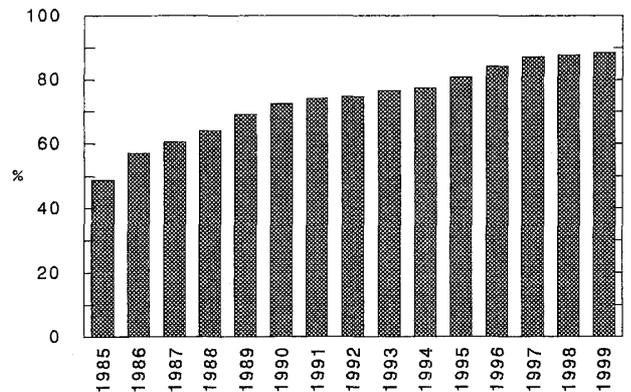


図1 日本の乗用車に占めるAT車の割合
（日本自動車販売協会連合会，自動車統計データ）

表1 AT車の事故と対策に関する年表

1983年1月 (~1988年9月)	運輸省に報告のあったAT車急発進・急加速事故および苦情が累計1,108件にのぼる。
1986年	乗用車中に占めるAT車の比率が50%を超える。
1987年	日本自動車工業会がAT車対策3項目（バック警報装置・シフトロック装置・キー抜き取り制限）を決定する。
1987~1988年度	運輸省交通安全公害研究所による「オートマチック車の急発進・急加速に関する車両構造、装置面での原因究明を図るための試験調査」（1989年 報告書公表）
1991年11月	AT車限定免許制度発足

ちょうど、AT車がMT車にとってかわろうとしていた時期、AT車の急発進・急加速事故が頻発した。急発進・急加速は、ドライバーがブレーキとアクセルを踏み間違えた可能性が、原因の一つとして考えられる。しかし、これらの事故では、ドライバーは、ほとんどの場合、そのようなばかげたミスを自分がするはずがないと主張する。他方、メーカー側は、構造的欠陥はないと主張をするのがつねであった。

運輸省交通安全公害研究所では、1987年度から1988年度にかけて、「オートマチック車の急発進・急加速に関する車両構造、装置面での原因究明を図るための試験調査」を実施して、1989年にその報告書を公表した[4]。

1983年1月から1988年9月までの間に、運輸省に報告のあった急発進・急加速による事故事例や苦情事例は、1,108件。そのうち、運転者本人がブレーキの「誤操作」だったと認めたケースは14件に過ぎなかった。

交通安全公害研究所の調査では、車の構造や装置の試験など、綿密な検討が行われた。その結果、「ブレ

ーキの機能の欠陥はなく」,「したがって、運転者においてはブレーキ操作を確実に行うことが必要である」と報告書は結論している。この表現は、事故原因がドライバーのブレーキ操作が不十分だったり、アクセルと踏み違ったりしたことにあった、と暗に指摘をしていることになる。さらに、報告書は、「なお、今後、AT車がますます普及するとともに運転者の多様化も進むことが予想されるので、ペダル配置を含めた人間工学的配慮に基づく車両の構造のあり方について、引き続き検討を行うことが望まれる。」と付言している。

報告書が「ペダル配置」に言及したのは理由があった。「事例に報告されたペダル配置は、アクセルペダル、ブレーキペダルとも、一般に市販されているAT車のペダル配置に比べて、やや左側に分布する傾向が認められた」(同報告書)からである。報告書は、ペダルが平均より左側にずれて配置された車両では、正確な位置へのペダリングが行われないと、ブレーキのかわりに、やや左側に(ブレーキ側に)ずれているアクセルペダルを踏んでしまうエラーが起る可能性がある、と主張したかっただと思われる。

結局、この調査は、①ペダル配置のずれという「人間工学的要因」と、②「確実な」ブレーキ操作の欠如を事故要因の候補としてあげたといえる。

AT車のアクセルとブレーキ操作のエラーとして、人間工学的要因を検討しようとする試みは、アメリカにもある。Rogers & Wierwille[5]は、ブレーキペダルやアクセルペダルの幅や距離、踏み込みの深さなどの空間的特性と、シミュレータ運転時のペダリングエラーの関係を分析した。その結果は、たとえば、「ブレーキペダルの幅が広くて、ブレーキペダルとアクセルペダルの距離が大きい配置では、ブレーキペダルから足を移してアクセルペダルを踏もうとしたときに、なおブレーキペダルの右端を右足が踏んでしまうエラーが生じやすい」等の、ごく常識的なものであった。

2) 時間的ストレスと注意による説明

しかし、ブレーキとアクセルの踏み違いによる事故は、その後もあとをたたなかった。たとえば、次のような事故は、AT車のブレーキとアクセルの踏み違い事故の一つの典型である：

1994年6月29日、東大阪市で、ブレーキとアクセルの踏み違いによって幼稚園児3人が死亡する事故が起こった。急発進した幼稚園の送迎車が園児の列に突っ込んで、園児3人が死亡した。運転者がブレーキを踏もうとして、誤ってアクセルを踏んでしまったため

の事故であった。車はAT車で、ドライバーはギアをドライブ(D)レンジに入れたまま停車し、ブレーキを踏まないでいた。その結果、車がクリープし、あわてて止めるためにブレーキを踏もうとしたのである。

こうしたアクセルとブレーキの踏み違いを、“[何でも、あるものを踏む]”というパニック時の人間の異常心理である”と説明する研究者もいる[6]。これは、時間的切迫は一般に選択のエラーを増加させるという一連の研究結果[7]と同様な視点である。要するに、あわてれば間違いが増える(選択のランダムな変動が起りやすい)というたぐいの考え方である。

しかし、「何でも、あるものを踏む」という説明は、後で述べるようにアクセルとブレーキの踏み違いがMT車の運転よりもAT車の運転で頻発した事実を説明しにくい。また、抽象的にドライバーの“確実な操作”や“注意”を促すことしか対策はないことになる。JAF[8]もAT車のブレーキとアクセルの踏み違い事故の特集記事をこう結んでいる：

「踏み違い防止策は、車両側で対応できないならば、ドライバー自らが注意するしかないのだろうか……」。

3) 認知工学的観点

(1) バイモーダル・ドライバー

これらの考えとは異なるもう一つの考え方は、ブレーキとアクセルの踏み違いエラーには(それ以外の運転エラーにも)、AT車のデザインと、それを操作する人間の行為のしくみの関わりが重要な要素になっていたという考え方である。

AT車だけの限定免許制度が発足したのは、1991年11月である。したがって、先にあげた運輸省交通安全公害研究所の調査報告でのAT車の事例は、すべてMT車教習によって免許を取得したドライバーであった。また、事例の特徴は次のようにまとめられている。

- ① 全運転経験年数は10~30年と長い。
- ② 当該AT車の運転経験は、0~0.5年と短い。
- ③ 年齢は40~50歳代が多い。

1992年以前に、AT車で事故を起こしたドライバーは、例外なくMT車の運転行動も身につけたドライバーであった。二つのタイプの車の運転行動様式(モード)を持つドライバー、すなわち「バイモーダル・ドライバー」(bimodal drivers)である。したがって、上記のドライバーは、すべてがバイモーダル・ドライバーだったのである。

自動車の操作は、そのスピードに対応できるほどに

熟練行為になっていなければ危険である。われわれは運転のような熟練行為を実行するのに、いちいちその都度あらたに行為の細部までを意識して行為の意図をつくりあげる不経済なことはしない。熟練行為には、行為に必要な動作のシーケンスを生み出して制御するために、ある程度汎用的な「行為の記憶表象」、すなわち「スキーマ」(schema) がつくられている、と考える方が合理的である[9], [10]。熟練行為を実行するには、行為のスキーマを記憶から呼び出して、そのときの状況にあわせてパラメータを調整し、行為を実行すると考えられる。

この考え方からすると、バイモーダル・ドライバーはMT車運転のためのスキーマとAT車運転のためのスキーマを所有していることになる。われわれが出会った、あるタクシー・ドライバーは、自家用車はMT車で会社のタクシーはAT車であったが、「AT車のときはAT車のからだになる」という表現で二つのモードの切り替えを表現していた。

さて、バイモーダル・ドライバーであることは、AT車での運転エラーと、どのような関係があるのだろうか。

(2) モード・エラー

バイモーダル・ドライバーがAT車を運転しているとき、MT車のスキーマが運転行為を支配してしまうと、重大なエラーになる場合がある。たとえば、変速のためにクラッチ (=左端のペダル) を左足で踏もうとする行為はMT車では適切な行為だが、AT車を運転しているときにこの行為が侵入すると、とんでもないことになる。左足が、左端のペダル(AT車ではブレーキ)を一気に踏むと、急ブレーキをかける結果になり、車はスピンすることもある。

同様に、MT車でブレーキをかける行為は、「右足で左端の隣のペダルを踏む」行為、であるが、この行為モードがAT車に侵入すると、右足は、AT車で左端の隣のペダル=アクセルペダルを踏む結果になってしまう。この種のエラーは、減速するという意図を達成するのに、その状況にふさわしいAT車での行為モードではなく、MT車の行為モードで行為を遂行してしまった、「モード・エラー」[9]と呼ばれるエラーである。したがって、ブレーキとアクセルの踏み違えは、ランダムな選択をした誤りという従来の解釈ではなく、モード・エラーであったと見ることもできる。

もう一つ、AT車で過去に数多くの事故を招いたエラーに、シフトレバーの操作エラーがある。とくにギ

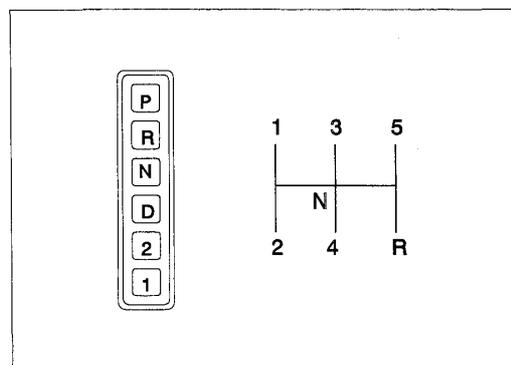


図2 AT車(左)とMT車(右)の典型的なギア・シフト配置

アをドライブ(D)に入れるつもりでバック(R)に入れた操作エラーは、車の後ろにいた人を轢いた、屋上駐車場から飛び出したなど、重大な事故を生んだ。

この種のエラーも、モード・エラーの色彩が濃いエラーである。理由を考えてみよう。MT車とAT車のシフトレバーの操作位置は、図2のような配置が最も典型的なものである。前進するには、MT車では、レバーは、いったんニュートラル(N)から左方にはシフトするけれど、基本的には、進行方向と同じ前方のロー(1)に入れる。操作の方向と操作の結果として起こる車の進行方向との対応づけもよい。これに対して、AT車では、レバーは、ニュートラル(N)から前進するとき、ドライブ(D)の位置に入れる。ところが、この操作は、レバーを前方に動かすのではなく、後方に引く操作である。MT車の発進とは逆方向の操作で、MT車のバックと同じ方向である。

もし、バイモーダル・ドライバーが、AT車のシフトレバー操作でMT車モードになってしまうと、前進しようと意図して、結果的に車をバックさせる結果になる。バックは、普通、かなりゆっくりと行われるが、前進の踏み込みはそれに比べて急であり、そのため前進を意図していればいるほど急速なバックが生じる。

このようなAT車のデザインと人間の行為のシステムの関わりが、エラーを招いたのなら、エラーは認知工学の問題になる。必ずしも、ブレーキとアクセルの踏み違えエラーや、DとRのシフトレバー操作エラーなどのすべてが、このタイプのエラーであるとは言いきれないが、認知工学的観点からエラーをとらえ直すことも必要だろう。

3. バイモータル・ドライバーの運転エラーに関する調査

1) 予備調査

われわれは、1992年に、バイモータル・ドライバーが、現実に運転でどのようなエラーを犯すのかについて調査を行った[3], [11].

予備調査では、「MT車とAT車の両方を運転したことのあるドライバー」を対象に、「これらのタイプの違いのせいで、何かミスをしたことがありますか」と質問し、自由な記述を求めた。119人のドライバーからの回答を得たが、回答者のMT車の運転歴は平均およそ15年、AT車の運転歴は平均およそ6年近くであった。

対象者119人中93人(77.5%)がAT車運転中にモード・エラーを経験していた。MT車運転時のモード・エラーの経験率は、32人(26.9%)とその3分の1程度であった。ドライバーは、AT車を運転しているときの方が、MT車を運転しているときよりも、レポートも多し、かつ頻繁にモード・エラーを経験していた。たとえば、クラッチを踏むつもりでブレーキを踏んでしまった(28ケース)、Dに入れるつもりでRに入れるなどシフトレバーの入れ違い(21ケース)、などである。とくに、ブレーキとアクセルの踏み違いエラー(9ケース)は、AT車を運転していたときにのみ特異的に経験されていた。

MT車の運転時の経験では、「クラッチを踏まないでシフトレバーを動かそうとしてしまった」などの比較的致命度の低いエラーだけが報告されていた。もし、AT車のブレーキとアクセルの踏み違いは時間的ストレスによって反応が混乱したため、という従来の考え方が正しいのであれば、この種のエラーは、MT車の運転時にも経験されていてもよいはずなのであるが、調査対象になったドライバーは、AT車の運転時に限って経験をしていた。

ドライバーたちは、圧倒的にMT車の運転歴の方が長かった。したがって、相対的にAT車スキーマよりも強力なMT車スキーマが確立されており、そのためブレーキ操作時などでは、AT車モードのブレーキ操作のかわりにMT車モードのブレーキ操作が侵入したと考えられる。

2) おもてに出ない軽微な事故とその集約システム

予備調査の結果で注意すべきことがある。AT車の運転でエラーをしたために軽微な事故を起こした経験

を、9人(7.6%)の対象者が自発的に報告していたことである。たとえば、「アクセルとブレーキペダルを踏み間違え、門柱にストレートに激突してしまった」、「アクセルとブレーキを踏み間違えて子どもをダッシュボードにたたきつけ、額に傷をつけてしまった」という報告である。調査では、エラーが事故につながったかどうかを積極的に報告することは求めてはいなかった。あくまでも報告は自発的なものである。もし、こうしたマイナーな事故の経験の報告をあからさまに求めたとしたら、この割合はずっと高かったかもしれない。

事故にいたらなかったエラーやマイナーな事故情報の吸い上げは、メーカーによる通常のクレーム・システムや警察システムによって行うことはできない。この種の運転エラーと軽微な事故の事例が、はやい時期にAT車のデザイナー側に集約されるシステムがあったとしたら、AT車のデザインの改良は、もう少し早まったと思われる。

3) AT車運転時のモードエラー

1993年、AT車のモード・エラーについて、405人のバイモータル・ドライバーを対象に、われわれはさらに広範囲な調査を行った。多様な運転エラーを多変量解析にかけて基本軸を抽出する、それらの基本軸と運転時のストレス要因や環境要因との関係を分析する、などを目的とした研究[11]であったが、ここでは、いくつかのエラーだけに限定して話をすすめることにしよう。

・「クラッチを踏むつもりでブレーキを踏んだ」エラーを経験したことのある割合は、42.2%と高いものであった。

・とくにエアコンを作動させているときなどには回転数が上がり、MT車の感覚で発進させようとしてアクセルを踏み込むと「急発進」をすることがある。この種の急発進の経験率は23.0%であった。

・「ブレーキを踏むつもりでアクセルを踏んだ」エラーの経験率は、17.5%であった。予想以上に高い割合である。

さらに、このエラーは、とくに「左足でブレーキを踏む習慣」があるドライバーで著しかった。左足でブレーキを踏む習慣を持つバイモータル・ドライバーが、AT車の運転時にMT車モードで減速しようとしてしまうと、左足が踏む隣のペダル(=アクセルペダル)をさらに右足が踏んでしまう結果になる。そう考えると、この習慣による差は説明しやすい。

・シフトレバーのポジションの間違いの経験率は、34.8%であったが、そのうち最も顕著なエラーは、前進しようとして（Dに入れるかわりに）バック（R）に入れてしまったエラーであった（全対象者中、5.7%）。その逆にバックのつもりでDに入れてしまったことがあるのは、2.0%であった。

予備調査と同様、AT車ドライバーのモード・エラーだと考えられるエラーの経験率は高く、エラーの重大さを考えると、無視できない割合だといえる。

4. AT車のシステム・デザインからの教訓

1) 日本自動車工業会のAT車誤操作対策3項目

日本自動車工業会も、事態に手をこまねいていたわけではなかった。1987年、自動車工業会はAT車の誤操作対策3項目を決定した。①バック警報装置、②シフトロック装置、③キー抜き取り制限である。

バック警報装置は、ギアをRの位置に入れたときに、警告音によってフィードバックが与えられるようにする装置である。シフトロック装置は、ブレーキペダルを踏まないと変速レバーがDやRに入らない仕組みである。キー抜き取り制限は、シフトレバーをPの位置に入れないとキーが抜けない装置である。したがって、エンジンをかけるのはPの位置からになり、急発進の可能性が低くなるという考え方である。

これらの対策は、一定の効果をあげたと考えられる。たしかに、バック警報装置によって、前進の代わりにバックにギアが入ったための事故は、著しく減少させることができる。シフトロックによって、急発進や急なバックを、ある程度防ぐことができる。キー抜き取り制限も、Pからエンジンをかけることになり、予想もしない急発進を防ぐことになる。

しかし、これでも対策は部分的である。すでに述べてきたような、バイモダル・ドライバーが犯すブレーキとアクセルの踏み違いやその他のすべてのタイプのエラーに対する対策になっていないからである。たとえば、バックのつもりでDに入れてしまったエラーは、先の調査対象者中2%が経験をしていたが、この警告音はない。

2) クラッチの隠れた機能

ドライバーにとってMT車とAT車の一番の違いは、クラッチが無いことである。AT車の運転操作では、半クラッチも不要、加速や減速時のギアシフトも不要で、運転の負荷量は格段に少ない。

しかし、クラッチはドライバーにとって邪魔もの以外

の何ものでもなかったのだろうか？ 逆に、クラッチがあることは、運転にとって幾重にも安全装置になっていたと考えられないであろうか？

一つには、クラッチがあることで発進には半クラッチが必要になり、AT車で問題になるような急発進は、MT車では意図的でない限り行いにくいシステムになっていた。

第二に、クラッチは、ギアシフトの際には、「選択のための時間的余裕」を与え、エラーの確率を下げる機能を果たしていたことである。MT車のシフトレバーの配置が多く、AT車のように直列配置でないこともあって、発進では、クラッチを踏み、いったん左方にレバーをもって行ってから、次に前方にレバーを動かすので、動作の選択のための時間は長く取れる。またポジションの情報も直列配置よりは確実である。

第三に、クラッチは他のペダルを踏むときの基準点になっていた。左足がクラッチペダルを踏めば、右足はそこからの離れ具合で、ブレーキとアクセルの位置を決定できる。AT車で後方に右足をひいていたとき、アクセルやブレーキの位置選択の自由度は高くなってしまふのである。

これらのクラッチの「隠れた機能」に対して、AT車で当初からそれに替わるものが設けられていたかどうかは疑問である。あるシステムに替わる別なシステムのデザインで元の要素を無くそうとすると、デザイナーは元の要素には表面からは分かりにくい隠れた機能がある可能性を考慮すべきだろう。そして、それが有益で重要な機能であったなら、新しいシステムではその代替物を組み込むことを考えるのも必要になるだろう。

3) AT車は、当初、「よいデザインの条件」を備えていたか？

(1) フィードバック

日本自動車工業会がAT車の事故対策で、フィードバック装置としてのバック警報装置の装着を決定するまで、DとRの入れ違い事故によって多数の死傷者があった。おもてに出ないマイナーな事故がさらに多く存在していたことは、われわれの調査結果からも推測できる。「ユーザは、行為の結果がどうなったかフィードバックを常に受け取ることができる」という「良いデザインの条件」は、デザイン当初には、忘れられていたといえる。

どのようなシステムでも、デザイン当初の段階で一番分かりにくいのは、「そのシステムで何が操作者に

とって必要なフィードバック情報であるか」である。したがって、開発段階では、その必要なフィードバック情報が何か、それをどのようなかたちで与えたらよいか、を意識して探らなければならない。

(2) モードの間の一貫性

「よくないデザインをする方法」の一つは「一貫性をなくす」ことであった。“そのためには、ルールを変えてやればよい。あるモードではこうやり、他のモードではまた別のやり方をつかうようにする。この方法はとりわけ二つのモードの間を行ったり来たりしなければならない場合は有効である。” [2]。

このことは、まさにAT車とMT車のバイモダルのドライバーにあてはまる。発進のシフトレバーの操作方向は、AT車モードでは後方への動き、MT車モードでは前方への動き、と逆になっていたからである。また、これも自明のことであるが、MT車では左端のペダルはクラッチペダルであり、AT車ではブレーキペダルである。AT車で、クラッチペダルを踏むつもりになり、ブレーキペダルを踏んでしまったエラーについては、すでに述べた通りである。前進時のシフトレバーの移動方向が逆であるのも、また然り。

日本において、はやい時期のAT車のデザイナーは、AT車のドライバーが同時にMT車のドライバーでもある可能性は当然ながら頭にあったと思われる。しかし、そのことがどれくらい大きな問題を引き起こすかは、想定していなかったともいえる。

デザイナーは、そのシステムの操作について別なスキーマをもった操作者がいたとしてもエラーが起これにくいようにデザインする必要がある。

(3) よい対応づけ

行為と結果がうまく対応していること、である。MT車が前方に発進するのと、ローのシフトレバー操作方向が前方であることは、うまく対応している。しかし、AT車が前進するのに、シフトレバー操作でN位置から後方向のドライブ(D)に入れるのは、必ずしも、最適な対応づけとはいえないかもしれない。よい対応づけの要因がシフトレバーの操作エラーに関わるほど強力だったかどうかは、明らかではないが、新たに何かシステムをデザインするときには、考慮すべき要因であることには変わりはない。

(4) よい概念モデル

自動車は、アクセルを踏めばその程度に応じて(リニアに)加速され、ブレーキを踏めば、その程度に応じて減速され、ハンドル操作に応じて左右に方向転換

する。これは自動車のきわめて“素朴な概念モデル”である。もちろん正しいモデルだとはいえないが、学生に質問をすると、このような答えが返ってくることが多い。

しかし、当初AT車は、Dに入れたままの車はクリープするし、安易なMT感覚のアクセルペダルの踏み込みは、ときには急発進を生んだ。また、アクセルペダルの踏み込みと車の加速は、われわれの感覚では、時間的にリニアではない。これらは、われわれが持っている素朴な自動車イメージ(概念モデル)とはずれる点である。とくにクリーピングや急発進が、われわれの“素朴モデル”とずれていたことは、問題を生んだといえる。

以上のような問題点を修正するために、日本の自動車メーカーはさまざまな努力をしてきた。しかし、ヒューマン・エラーに対応するためのAT車のシステム・デザインの改良の歴史は、自動車以外のシステム・デザインにも参考になるはずである。

5. いまでもAT車のデザインに問題はないか？

最後に、気がかりな問題にふれておこう。ブレーキとアクセルの踏み違い事故である。われわれが行った1992年時点の調査では、バイモダルのドライバーでは、AT車運転のときだけに限ってこの種のエラーが経験されていた。現在、AT車の普及率はきわめて高くなっている。AT車限定免許の取得者が増えていけば、いずれ、AT車しか知らない“ユニモダルのドライバー”が大多数を占めるようになり、この問題は解消されるはずである。

しかし、最近でも、ブレーキとアクセルの踏み違い事故の報告が少なくない。1998年の「AT車ペダル踏み違い事故」は、4,137件にのぼるといって[8]。そうした事故のうちで、AT車限定免許の取得者による事故が少なくない割合を占めているなら、ブレーキとアクセルの踏み違いは、根本的には、バイモダルのドライバーの問題ではない。そうであれば、AT車は、そのデザインの中に、さらにヒューマン・エラーを減らすために検討すべき要素をなお抱えていることになる。

残念ながら、ブレーキとアクセルの踏み違いによる事故と詳しい状況、運転歴、運転免許の種類(AT限定か)等の関係について公表されている詳細な情報はない(交通事故総合分析センター関本智子氏からの

personal communicationによる)。今後、この点の確認が急務であると考えられる。

謝辞 ここで言及したAT車の運転エラーについての調査結果は、丸山欣哉宮城学院女子大学教授・東北大学名誉教授、岡田（旧姓桃井）麗子さんとの共同研究によるものである。また、財団法人交通事故総合分析センター（ITARDA）関本智子氏の提供による資料、ご教示による資料も使用した。吉田信彌東北学院大学教授には、システム・デザインについての考え方を整理する良い機会を与えていただいた。感謝申し上げる次第である。

引用文献

- [1] Norman, D. A. Cognitive engineering. In D. A. Norman & Draper, S. W. (Eds.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum. 1986, pp. 31-61.
- [2] Norman, D. A. *The psychology of everyday things*. Basic Books, Inc. 1988 (野島久雄訳:『誰のためのデザイン?—認知科学者のデザイン原論』新曜社, 1990年)
- [3] 仁平義明・丸山欣哉・桃井麗子:「バイモーダル・ドライバークがオートマチック車運転時に犯すエラー」日本心理学会第58回大会発表論文集, 394, 1994年
- [4] 運輸省交通安全公害研究所:『オートマチック車の急発進・急加速に関する車両構造, 装置面での原因究明を図るための試験調査』(報告書) 1989年
- [5] Rogers, S. B., & Wierwille, W. W. The occurrence of accelerator and brake pedal actuation errors during simulated driving. *Human Factors*, 30, 1988, pp. 71-81.
- [6] 小林實:『運転の構図—クルマ社会を生き抜く』東京書籍, 1988年
- [7] Svenson, O., & Maule, A. J. (Eds.) *Time Pressure and stress in human judgment and decision making*. Plenum. 1993.
- [8] JAF:「AT車, 2つのペダルに潜む危険」*JAF MATE*, 7月号, pp. 30-31, 1999年
- [9] Norman, D. A. Categorization of action slips. *Psychological Review*, 88, 1981, pp. 1-15.
- [10] 仁平義明:「からだか意図と乖離するとき—スリップの心理学的理論—」佐伯胖・佐々木正人(編)『アクティブ・マインド—人間は動きのなかで考える—』東京大学出版会, pp. 55-86, 1990年
- [11] 仁平義明・丸山欣哉:「オートマチック車の運転エラーを分析する」丸山欣哉編『適性・事故・運転の心理学』企業開発センター交通問題研究室, pp. 119-136, 1995年