

# ヒューマンエラーの技術的減少可能性について

林 武 範, 木 川 裕

日本大学法学部

## On the Possibility of Technical Reduction of Human Error

Hayashi Takenori, Kigawa Yutaka  
College of Law Nihon University

現代社会において人の認知、判断、行動は技術の進歩により操作は簡単になるものの、小さな失敗が大きな被害を生むようになった。ヒューマンエラーは人がいる限りなくならないが、減らすことは可能である。なぜヒューマンエラーが起こるのか、そのメカニズムをもとにフルプルーフ、フェイルセーフの概念を実際に導入されている技術導入によってヒューマンエラーの減少効果を得られると考え、自動車事故を例に自動運転、運転補助技術がヒューマンエラーを減らすためにどのように役立っているのか、それを日常生活において役立てることはできないかを模索していく。また、今の通信技術では不可能だった技術が、2020年より導入が始まる第5世代移動通信システムによって可能となり、ヒューマンエラー減少の新たな糸口が見えてくると考えている。

キーワード：ヒューマンエラー、フルプルーフ、フェイルセーフ、自動運転、5G

### 1. はじめに

近年、技術の発展とアイデアによって社会は目まぐるしく変化し続け私たちの生活はより豊かに便利になっていく。情報通信白書によれば、スマートフォンやパソコンの普及によって、インターネットへのアクセスが時間や場所にとらわれることなく可能となり、SNSの利用者増加であらゆる情報の認知、判断、行動が可能になった。

その反面ちょっとした操作ミスや失敗によって多大な被害をもたらすようになった。インターネットやタブレットなどの技術によって簡単に認知、判断、行動が容易になったけれど、その行動に人が介入する以上、ヒューマンエラー（人為的過誤や失敗）が100%なくならないといことに問題を感じている。それは、起こした本人の生活や尊厳、自信を失わせてしまうと同時に、他者に対して被害をもたらす場合があるからである。

本稿では、ヒューマンエラーのメカニズムをもとに、フェイルセーフ（エラーを起こしても安全が維持できるように工夫する）という概念とフルプルーフ（エラーを起こそうとしてもエラーできないよう工夫する）、

新しい技術の融合によって、ヒューマンエラーの発生確率減少は可能なのかを検討していく。

### 2. ヒューマンエラーの概要

#### 2.1 ヒューマンエラーの定義

レジリエントメディカルによれば、ヒューマンエラーとは、人為的過誤や失敗のことであり、これを定義するための3原則が存在する。

- ① 期待されない行為をした、または期待される行為をしなかった。
- ② 達成しようとした目標とは違う結果になった。
- ③ 目標とは違う結果になる意図はなかった。

この3つをすべて満たした過誤や失敗でなければ、ヒューマンエラーと言うことができない。①だけではエラーが発生するとは限らない。たまたま運よくエラーが発生しないという場合もある。またさらに、②だけでもヒューマンエラーとは定義できない。なぜなら、「目標と違う結果」が人的な要因かどうか確定できないからである。つまり、ヒューマンエラーと呼べるものは、原因に挙げられる事象ではなく結果として起こった事象なのである。

## 2.2 ヒューマンエラーを引き起こす原因

レジリエントメディカルによれば、ヒューマンエラーが起こってしまう原因は、①無知、経験不足、不慣れ②危険軽視、慣れ③不注意④連絡不足⑤集団欠陥⑥近道、省略行動⑦場面行動本能⑧パニック⑨錯覚⑩中高年の機能低下⑪疲労⑫単調な作業による意識低下の12パターンが挙げられる。

①無知、経験不足、不慣れは新人に多いエラーで、業務について無知や、学習不足、不慣れ、理解が十分ではない、業務に熟練していく過程に発生する。

②危険軽視、慣れによるエラーは、人間は慣れるにしたがって気を抜く傾向があるためしだいにエラーをしやすくなってしまう。

③不注意がヒューマンエラーの一般的なパターンとなり、②危険軽視と重なる部分があるが、危険を軽視していなくても、不注意によるエラーは起こるのだ。

④連絡不足によるエラーとは、コミュニケーションエラーで、主に複数の人々が関与する業務において発生しやすくなる。

⑤集団欠陥は、組織的な欠陥といえ、いわば組織における空気のようなものであり、組織の安全文化の欠陥に値する。

⑥近道、省略行動は、定められた手順を遵守せずに起こるエラーで、技術的なエラーや学習不足によるエラーと違い、規則的なエラーである。

⑦場面行動本能とは、注意が一点に集中してしまい、本来は留意すべき他の事柄を忘れてしまったりするパターンである。

⑧パニックは主に自分が想定していなかった事態に直面したり、過度なプレッシャーに晒されたりすることで起こりやすくなり、パニックに陥ると人は簡単に認識・判断できるものもできなくなる。

⑨錯覚は正しい情報を勘違いすること、状況を見誤ること、あるいは指示を聞き間違えたり誤認したりすることによって起きる。つまり錯覚は正しい情報を受けとる側の認知エラーともいえる。

⑩中高年の機能低下は、人間は加齢とともに様々な機能が低下していく。記憶力の低下や認識力の低下、身体的な機能の低下もあるだろう。

⑪疲労は人間の様々な能力を低下する要因になり、疲労が蓄積してエラーを起こしやすくなる。疲労が慢性

化して、本人でさえも自分が疲れているのかどうか判断ができない状態になり、エラーを起こすことが考えられる。

⑫単調な作業による意識低下は、単調な作業や決められた業務を繰り返すことが多い業務は、集中力の欠如や意識の低下を起こしやすくなる。技術的な問題というよりも意識の問題といえる。

つまり、ヒューマンエラーの原因は、引き起こす本人の事由によるものか、その他周囲の環境や状況変化による事由の2つに分けられ、人間の誤った認知、判断、行動によって引き起こされるのである。

## 2.3 ヒューマンエラーの対策と考察

ヒューマンエラーの対策をするには、ヒューマンエラーを起こさない、減らす、起こった際の被害量を減らす、の3つが考えられる。そのうちの被害量を減らすことは、根本的な解決にはつながらない。やはり、ヒューマンエラーを減少させることが根本的な解決につながる。ヒューマンエラーの原因を新しい技術やアイデアによって一つ一つ解決していくことは可能だと考える。そして、ヒューマンエラーの発生可能性を低めていくことが、減少につながる。

レジリエントメディカルによれば、ヒューマンエラーを防ぐ方法として、フェイルセーフとフルプルーフという概念がある。フェイルセーフとは、製品やシステムに故障あるいはエラーが発生しても安全が維持できるような工夫のことである。フルプルーフとは、人間が誤った行為をしようとしてもミスやエラーができないようする工夫のことである。

## 3 現在あるフェイルセーフとフルプルーフを使ったヒューマンエラー対策

### 3.1 フェイルセーフの概念に立った技術と研究・調査結果

私がヒューマンエラーを知って一番に浮かんだのが交通事故である。グーネットによれば交通事故の原因は、安全不確認 30.7%、わき見運転 15.6%、動静不注意 11.3%、漫然運転 8.6%、運転操作不適 6.6%である。

交通事故を故意に起こそうとする人はいないと仮定し、ヒューマンエラーの定義②、③は該当するもの

とする。定義①と事故の原因を比較すると、交通事故の主な原因はヒューマンエラーであると分かる。そして近年、運転支援機能を搭載した自動車生まれ、衝突被害軽減ブレーキや、自動追尾運転機能、誤発進抑制機能などが出てきた。

2010~2014年度 販売台数	事故総件数			
	対歩行者	対車両、その他		
		追突(内数)		
アイサイト(ver2)搭載車	1,493	176	1,317	223
A:1万台当たり発生件数	61	7	54	9
アイサイト(ver2)非搭載車	741	67	674	269
B:1万台当たり発生件数	154	14	140	56
搭載車-非搭載車=(A-B)/B	-61%	-49%	-62%	-84%

単位:台

図1 運転補助技術の効果

図1はスバルのアイサイト搭載車と非搭載車の事故情報を比較したものである(10)。事故発生件数が61%減、追突事故に関しては84%も減ったという調査結果がある。

この技術は自動車の誤操作に対して被害を抑える、防犯技術として挙げられ、ヒューマンエラーの発生後の被害に備えた技術であるといえる。つまり、今存在している運転補助技術はフェイルセーフの概念に則していると考えることができる。

エラー後の対策としてフェイルセーフの技術が用いられる為には、人間がどのような状態、状況の時にどのようなエラーを起こすのか、それに対する対策が必要である。つまり、人間の認知、判断、行動データを収集、蓄積をする必要がある。

原因③不注意、⑩疲労の対策法の一つとして、脳や肉体の回復をするための十分な睡眠時間が必要と考える。⑩肉体、精神的疲労によって認知能力が低下し、③を引き起こすことが予想される。

図2と図3は、48人の健康な成人(21~38歳)を対象に、4時間、6時間、8時間、3日間睡眠をとらないグループに分け、14日間観察。起床中2時間ごとに注意力を表す神経行動機能(PVT)について分析したものである(11)。この研究では数字がスクリーンに現れたらすぐにボタンを押し、その反応速度を測定しスコアにしているので、縦軸の神経行動機能(PVT)は、スコア

が高いほど注意力は低下していること、横軸は調査開始からの日数を示す。(■3日間徹夜群 ○4時間睡眠群 □6時間睡眠群 ◇8時間睡眠群)

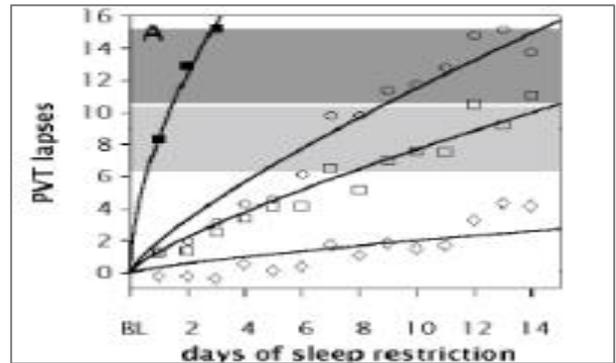


図2 睡眠時間とミスとの相関関係

図2によると、睡眠時間が短い人間ほど神経行動機能(PVT)のスコアが高くなり注意力が低下し、逆に睡眠時間を8時間取っていたグループは神経行動機能(PVT)スコアが低かった。

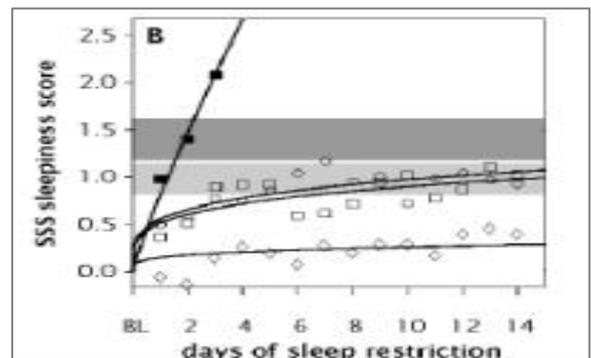


図3 自覚的な眠気の相関関係

図3は、自覚的な眠気について分析したものである。縦軸は自覚的な眠気、横軸は調査開始からの日数を示す。4時間睡眠したグループと6時間睡眠したグループには自覚的な眠気の差はほとんど見られず、8時間睡眠したグループと比べるとその差は顕著である。このように、実際自分が何時間寝ているのかを正確に自覚し、調査中だけでなく通常時において睡眠時間を管理できるように可視化する必要がある。では、睡眠時間を計測し、可視化するようなデバイスの普及率はどうか。

図4は10代から40代の男女76名に調査した。普段、自身の健康データや行動記録などの情報を収集できるデバイス(万歩計や睡眠時間を測る装置、体温、

血圧など)を身につけている人は76人中15人(19.7%)という結果となった。

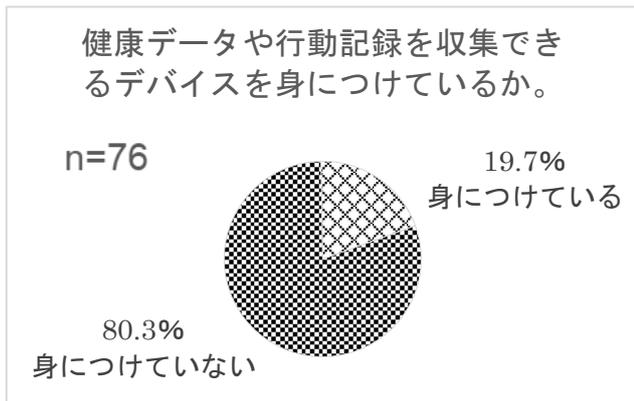


図4 健康データの可視化率調査

また、図5の普段、自身の健康データや行動記録などの情報を収集できるデバイス(万歩計や睡眠時間を測る装置、体温、血圧など)を家などに所有しているかという問いに対しては、76人中24人(31.6%)となり9人増加した。

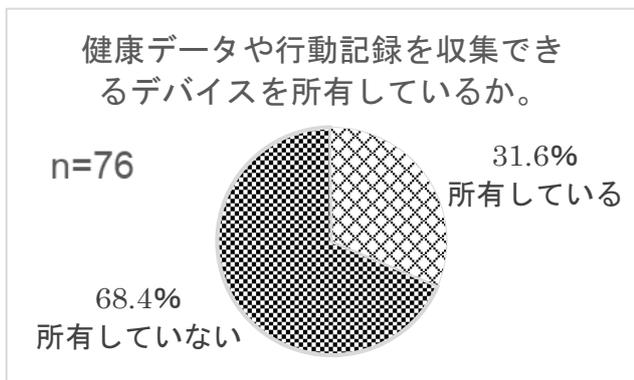


図5 健康データの可視化率調査

図6は普段、自身の健康データや行動記録など、収集した情報をチェック、活用しているかという問いに対しては、76人中17人(22.4%)がチェックしていると回答した。デバイスの普及率としては30%を超えているが、普段身につけている、チェックしている人数は20%にとどまり、普及率、利用率は高いとは言えない結果となった。

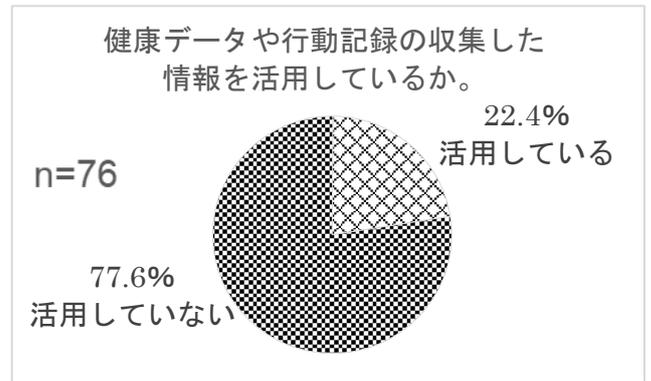


図6 健康データの活用度調査

### 3.2 フールプルーフの概念に立った研究・調査結果

フールプルーフの概念に立つ場合、ヒューマンエラーが起こらないことが前提である。

今世界中で、自動運転技術の開発が行われるようになってきている。移動手段である自動車を完全自動化にすることで人間の認知判断動作が介入することなく、目的地まで到達することができる。自動運転が人間の認知、判断、動作を介入しないため、ヒューマンエラーを起こすことができなくなり、ヒューマンエラーが原因の交通事故を無くすことが可能になる。

つまりこれは、フールプルーフの概念に立っており、人間の行う認知、判断、行動を機械やシステムに譲渡、委託することでヒューマンエラーの発生確率をなくすことが可能である。

## 4. ICT 技術の進化によるヒューマンエラー対策の変化

私はヒューマンエラーをなくす、減らすためには人工知能と5G(第5世代移動通信システム)の融合が欠かせない。

図7は76人の自動運転への信頼度を調査したものである。平均すると約58%となり、これは命を預ける車に今後搭載されていく技術と考えるとまだまだ低いように感じられるが、私はこの自動運転と5Gの技術が融合することで、より安全で安心な交通手段となるのではと考えている。5Gとは、第5世代移動通信システムの略称であり、その魅力は大きく分けて3点で、超高速、超低遅延、多数同時接続である。

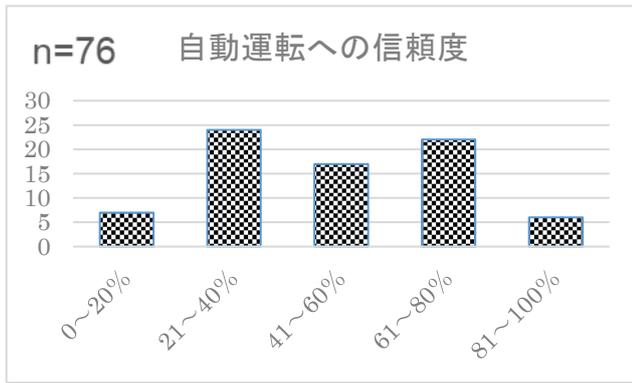


図7 自動運転への信頼度調査

日経ビジネスによればこれらの技術は2020年3月頃より利用可能となっていくとされている。

日本経済新聞によれば自動運転の時代も2020年と言われており、自動運転と5Gの技術によって車両同士で目的地などの情報共有、そのルートを通る予定の車両の数から混雑状況を予測、管理、ルート判断することで、車両同士の遭遇回数も減るためより効率的で安全な移動手段になると予想される。ヒューマンエラーをなくすためには認知、判断、行動を代替する技術の安全性、信頼性が不可欠であるが、人工知能の進歩と5G技術の融合によってヒューマンエラーの発生件数は減っていくと考えられる。

## 5. 今後の展開

様々なヒューマンエラーを減らす概念や今後導入されていくICT技術を取り上げてきたが、広く承認、普及するまでには多くの時間が要される。一刻も早くヒューマンエラーを減少させるためには、人工知能によるIT技術の擬人化や機械学習、自然言語処理、画像処理精度の向上と安全性の確保が必要となってくる。

そのためには人間がどのような状態、状況の時にどのようなエラーを起こすのかといった情報を収集、蓄積させることが必要となってくる。今後は個々の認知、判断、行動の情報の収集における弊害について研究していく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 芳賀繁：“絵で見る失敗のしくみ”，p22,26-29,134，日本能率協会マネジメントセンター，(2009)
- (2) 総務省，総合通信基盤局「5G実現に向けた総務省の

取組み，

<http://www.kiai.gr.jp/jigyoku/h31/PDF/0604p1.pdf>(2020年1月15日確認)

- (3) 平成30年版情報通信白書 第5章第2節 ICTサービスの利用動向 p 236
- (4) レジリエントメディカル「ヒューマンエラーとは？定義に必要な3つの条件」，  
<https://resilient-medical.com/human-error/meaning-definition>(2020年1月15日確認)
- (5) レジリエントメディカル「ヒューマンエラーの原因～人が間違える12の理由」，  
<https://resilient-medical.com/human-error/cause>(2020年1月15日確認)
- (6) レジリエントメディカル「フェイルセーフとフルブールーフ～意味の違いと事例」，  
<https://resilient-medical.com/human-error/fail-safe-fool-proof>(2020年1月15日確認)
- (7) グーネット「交通事故・交通死亡事故の発生原因は何？違反理由・要因別ランキング」，  
<https://www.goo-net.com/magazine/107326.html>(2020年1月15日確認)
- (8) 日経ビジネス「世界5地域の導入状況」，  
[https://special.nikkeibp.co.jp/atclh/ONB/19/5G\\_IMPACT/article11\\_2/](https://special.nikkeibp.co.jp/atclh/ONB/19/5G_IMPACT/article11_2/)(2020年1月15日確認)
- (9) 日本経済新聞「トヨタ、「レベル4」で自動運転試乗来夏に都内公道で」，  
[https://www.nikkei.com/article/DGXMZO51349220U9A021C1L91000/?n\\_cid=SPTMG002](https://www.nikkei.com/article/DGXMZO51349220U9A021C1L91000/?n_cid=SPTMG002)(2020年1月15日確認)
- (10) チューリッヒ保険会社「スバル「アイサイト」などクルマの安全技術の進化」  
<https://www.zurich.co.jp/car/useful/column/mj-okazaki/08/>(2020年1月15日確認)
- (11) 日本臨床睡眠医学会「(恐怖の)アメリカパーティー失敗あるあると睡眠不足」  
<http://www.ismsj.org/houston/vol9/>(2020年1月15日確認)