

ストレスとヒューマン・エラーについて—ある論考

狩 野 広 之*

A PRELIMINARY VIEW ON THE PROBLEM OF STRESS AND HUMAN ERROR

By

Hiroshi KANO*

According to Selye's stress theory of the general adaptation syndrome, the organism made nonspecific reaction to any kinds of stress or demand which impact upon its body or mind, and the principal characteristic of the reaction manifest itself in fact in the body's adaptive and defense mechanism against stressors.

Among the mental aspects of the stress syndrome, that which give influence upon human error of individual could be mentioned such kinds as: for example, constriction of perceptual field, narrowing of attention, and temporary lapse of attention, which give rise to human error of the input side of information processing, and these processes would be likely based on the self-protective mechanism in order to restrict the increment of mental load within a certain range of its capacity.

As for the execution of performance, mobilization of the reserved capacity of individual is also saved in the manner that one's aspiration-level or motivation to the task is lowered, and less important aspects of the task are neglected or sacrificed to keep the load within one's capability.

Moreover, when external or internal load becomes so severe that one's defense mechanism are highly surpassed, or damaged, deterioration of operation of an assigned task are caused and disorganization of total system of human performance and skill will be ultimately brought about.]

筆者はかつて本論とほぼ同様なテーマで一文を草した¹⁾。そのときはしかし文献等の準備も不十分であり、理くつの並べ方も不完全であった。しかし本論も大筋の理くつは前論とそれほど変わっていない。小異はもちろんある。その点で若干前進したようにみえるかもしれないし、あるいは少し脱線したところがあるかもしれない。いずれに

しても自分の目標とはまだかなり遠い旅の途中にあるのだが、既に余命もいくばくもなく、とても満足なものがかかる自信はない。それにこんどは、この問題について関連のあるデータなり、考え方なりについて、わりあい丁寧に文献を拾ったつもりであるから、こういう事柄に関心のある人には多少参考になるというところがあるかもしれ

* 労働科学研究所・客員所員

Assoc. Member of the Institute for Science of Labour

ないと思ったので、あえて再論を試みたわけである。

ストレスということば

前の論文は「疲労とヒューマン・エラーの関係」を取り扱ったので、当然疲労のことしか考えておらず、ストレスということばは全く文面に出てこなかったし、後出の Selye の本もまだ読んでいなかった。今回あえてストレスということばをつかったのは、問題の範囲が、狭い意味の疲労からはみ出さざるをえなかったからである。

ストレスということばも、人によってさまざまな使い方をしている。ある人によると、ストレスということばは、100 とおりの文献があるとすると、100 とおりのちがった使い方がしてあるというはなしである。これは少々オーバーな表現かもしれないが、とにかくストレスの内容はきわめて、あいまい、多義的である。だからここではストレスということばの定義はやめておくこととする。ただ私の感ずるところでは、いろいろなストレス学説が氾らんしている中で、なんととってもやはり Selye の書いたものが、いちばん合理的で、はなしの筋も通っており、しかもわれわれ素人にも、比較的わかりやすい解説がしてある点を多としたい。したがって本論では、大いに Selye のストレス説を引用させてもらった²⁾。

本論における疲労の考え方

「疲労」ということばも、その意味するところは、まことに千差万別、きわめてあいまい多義的で、学術用語としては失格ものであり、むしろ俗語と考えたほうが当たっている。堂々たる生理学、心理学の専門家が、このような俗語に類するようなタームを、辞典などで解説しているのは、どうかと思う。たとえば Encyclopaedia Britannica (1966) などでは、“stress” というタームは物理現象として説明されているだけで、医学用語としては省かれている。

ただ本論では疲労という概念をどう考え、どういう現象としてとらえているか、ということだけは、不完全ながら——というのは、どうも満足な表現ができないから——規定しておいて、先へ進むべきだろう。

まず、ここで取り扱っている「疲労」は個々の細胞、血液、神経などの孤立した過程として考えているのではないということだけは確かである。この点は本論のもっとも中心的な思想として重点をおいた。ということは私は疲労現象をマクロな人間の現象として、つまり一種の生命、あるいは生物現象として考えているので、ミクロな生理過程として扱っているのではない、という立場をここではとらざるをえないということである。

そういう点で私の疲労所見は、かなり常識的なもので、あまり「科学的」とはいえないかもしれないが、現在の段階では、やむをえない。とくにヒューマン・エラーというまことにあやしげな正体のつかみにくい現象と疲労との関係を、いちおうもつともらしく、ととのえるためには、疲労の側だけをあまり正確な科学的過程として考えると、なんともちぐはぐな不つりあいな議論になってしまう、收拾つかなくなるからである。

とにかく現在の生理学は、ヒューマン・エラーのような複雑な現象を解析するには、あまりにも道具立てが不足であり、役にたちそうにもない。このことは、専門の生理学者や心理学者が、ヒューマン・エラーを、ちょっと横目でにらんだりはするが、さっぱり正面から取り組もうとしない歴史的事実がこれを物語っている。多少ヒューマン・エラー現象に関心を示しているのは、Singleton³⁾⁴⁾、Davis⁵⁾ くらいのものである。

もちろん、ここで断わっておかねばならないことは、ヒューマン・エラーという現象は、疲労条件が決して有力な因子でもなんでもない。疲労なんかなくたって、エラーはいくらでも発生する。しかし、ある場合には、その発生条件の一部に疲労ということを考えざるをえないこともある。なぜそうなのか、ということを探求しようとしたのが本論の主旨である。

システムのな生体現象として

まず最初に疲労は、人間のからだの自動的仕掛けの一部だと考えよう。疲労という現象は、人間がある目的をもって行う行為ではない。われわれはいくら意識的に「疲れよう」と意図しても、そう思うとおりに疲れることはできない。そのかわり、別に疲れようとは思わないのに、いつのまに

か疲労感がおこってくるというのが実際である。あたかも自由自在に眠ることができないのと同様に、疲労も睡眠も人の意志をこえたところで、人間の身体の自動化システムのメカニズムによるものに相違なからう。人間の身体には、各種各様の自動化、あるいは自動制御機構がいっぱい存在するという⁶⁾。体温調節などを含む homeostasis はもとより、姿勢制御、筋肉運動調節など、すべて統合体としての身体の、外界もしくは内界の変化に即応した精妙な調節制御メカニズムがはたらいて、生命や活動を支えている。

もちろん疲労のミクロ的な過程としては、筋肉細胞や血液性情の変化が関係していることはいうまでもない。しかし、そのような個々の分子運動をいくら精密に分析、測定し、あるいはさらにそれを合成してみても、それだけで、統合体としての疲労現象の本質を再現できるとは考えにくい。それよりも、むしろ疲労というものを人間の生命維持のための統合的自動システム現象として、とらえなおし、つまり人間が疲労した場合、全体としてどういふふるまい、有様、状況がおこるのか、つまり疲労の生態、病態をありのままに観察・記録して、それとヒューマン・エラーとの関連を考えてみるほうが、無理がなく自然なやり方だと私はおもう。あまりにも、人工的で不自然な実験、たとえば指の筋肉で何十回となく、おもりを引っ張らせてみても、それとヒューマン・エラーとが、どこでどう結びつくのか、さっぱりわからない、というのが、いつわらざる私の実感である。

汎適応症候として

Selye は一般論として、次のような意味のことを述べている：—(もっともこれは私の理解しえたかぎりをもとめてみたもので、原文をそのまま直訳したものではない。ついでにいてみると、500 ページにおよぶ大著の中で、たった2回しか“fatigue”ということばが出てこない。しかもそれも、ストレス症状のほんの一部として簡単にふれているだけ、それに対し、“stress”ということばについては、繰り返し繰り返し、いろいろな角度から物理現象まで加えて懇切丁寧な解説を加えているのとくらべると、“fatigue”についてはあまりにもあっさり片づけていて、奇妙な対照

をなしている)。

いずれにしても“non-specific reaction”というのは、身体に加えられるどのような“demand”(負荷?)に対しても、ごく一般的な特殊でない反応がおこるのだという。これを“general adaptation syndrome”(GAS)と命名したのは、「生命は、大きくいってそれが存在する環境に対して、常にadaptation(適応)のプロセスを繰り返してきたのだ。つまり生活体は、生起する内外の変化に対して、これにadjust(対応?)するように働く内部器官を所有している。生物が限りなく長い年月のあいだに、もっとも単純な生命体から、もっとも複雑な人類へと進化してきたのは、なんといっても地球上における、もっとも壮大な適応的前進(a greatest adaptive advance on earth)であった。ストレスというのは、必ずしもmorbid(病的)な変化ではなく、若干のdamage(加害)の兆候が身体組織に生ずることもあるが、その他の大部分は生活体のストレスに対するdefense的なメカニズムとしての適応反応である……」

以上のように、Selye の場合には、ストレス反応をどこまでも生物の外界(内界を含めた)からのdemandに対する防衛的メカニズムである、したがってその作用は少なくともその第一の段階においては生物の正常な機能の一部だ、としているのが注目すべき特徴である。すなわち疲労現象を生体の正常な対応現象だとし、異常だとか、いわんや病的現象などとは考えていない。その点において、たとえばBartleyなどが、「fatigueを細胞ないし細胞組織間(intercellular)の“impairment”(機能不全?)と規定し、疲労を“abnormal”,または“disorganized”な状態」と解しているのと比較すると、考え方が根本的にちがっているのである⁷⁾。

さてちょっと別のことになるが、ひとことつけ加えておく。—人々は「疲労感」というものを、やれ「主観的なものだ」とか、やれ「客観的測定ができない」などと、とかく敬遠しがちである。しかし私は、疲労感というものは、生体の防衛機能として重要なものだと思う。すなわち、もっとも軽度の疲労—たとえば少し重い荷物など、片手がきつくなればすぐ他の手に持ちかえ

る——でも、いちはやく前駆の兆候として、これ以上疲労を大きくしないように警告的信号を発しているのだと思う。「科学的」疲労研究家は、とにかく「主観的」で測定のにくいもの、数量的表示の困難な事象は、これをすべて「非科学的」としてしりぞけるが、そのようにとらまえにくいものを、いかに科学的に取り扱うか、ということも、また研究者に課せられた問題のひとつだと考えねばならない。以上、疲労現象に関する私の個人的見解をまとめてみると、要するに生体は個々の過程の単なる集合ではなく、非常に複雑なシステム機構、つまり、個々の生理的過程を統合的に運用する、主として中枢神経系の制御のもとに全体として活動し、生体を維持、防衛し、あるいは環境の変化に対応して生きているのだと考える。疲労現象を個々の筋肉、細胞、神経過程にバラバラにしてミクロ的に分析、測定すると、このもっとも肝心な中枢神経系の統合作用が抜けたままで研究していることになるから、疲労現象の本質を理解することにならないのだと思う。

さて「適応」ということであるが、これには二つの側面がある。そのひとつは、いうまでなく「防衛的」なもの、つまりある程度以上に負担を増加・増大させないように警告的信号を発出したり、あるいは活動を制限、中止したり、つまり休息したり睡眠したりするように働く、消極的適応過程であり、その二は、ストレスや環境の変化に対応するため自己の体制を、これになれさせ、ある程度自己の体制を修正してもこれに順応してゆこうとする積極的な適応の過程である。この消極的および積極的適応の両者は、現実の過程としては常に混在していて、どこまでが消極的であり、どこからが積極的だというように、はっきり区別できるわけではない。生物現象には、しばしばこのように一見相反する矛盾したような働きが併存することが多い。細胞の生と死、成長と老廃とが、常に同時に進行しているように、だからよく問題にされる個々の過程が、どこまでがストレスに対する適応であり、どこからが疲労になるのかわからないなどという問いかけも、実体としては抽象的で無意味な問題であり、矛盾したものが併存するのが生物現象の特徴であると考えべきである。

さて、システムの生態としての上述のような過程が、どのような場合に、どのようなふるまい、様態として表出されるのか、また、それらの生態のそれぞれが、ヒューマン・エラーとどこで結びつくのかというのが、次の問題である。

疲労の生態——ヒューマン・エラーを中心として

ここではヒューマン・エラーに関係がありそうに思われる疲労の生態を二、三とりあげて、これに関連のある文献を紹介してみようと思う。

なお、とくにヒューマン・エラーうんぬんということではないが、疲労の生態研究論、現場における疲労の生態の観察記録としては、小木^{8,9,10,11)}、斉藤^{12),13)}、岸田¹⁴⁾、森清¹¹⁾、大橋¹¹⁾、その他の諸氏によるすぐれた所見が出されている。

睡 魔

われわれが疲労した場合などに、いちばん直接に感ずるのは、全身がぐったりして眠くなることである。何もかもほうり出して横になりたい。これは疲労ばかりでなく、温度が高い場合もそうで、夏の日中 33°C、34°C 以上になるとぐったりして、何もする気がなくなってしまう。

この drowsiness という状態がまずヒューマン・エラーと関係がありそうに思われるし、とくに運転関係のタスクなり労働について、この問題にふれている論文が多い。その中でももっとも詳細に drowsiness を記述しているのが Bramesfeld の論文である¹⁵⁾：——

運転中における注意の喪失は、運転者が走行中にしばしば“Eindemmern”または“Einschlafen”という状態になることと関係があるように思われる。ある人は単調な走行と路面からくるまぶしい反射がある種の“催眠的もうろう状態”、ないし“入眠的効果”をもたらすと述べている。われわれは 28 名のドライバー（医師、教授、技術者、商人、職業運転者など）に面接して調査した結果、次のようなことがわかった。

1. 熟練したドライバーは、良い道路を走っているとき、しばしば運転動作そのものは意識の焦点から消失し、別のことを考えていることが多い(26例中、25例)。

2. 眼を閉じていることがある。
3. 路線としては、刺激の少ない、よく慣れていて、単調、閑静な路線でしばしば眠けがおこる。
4. 単調なくりかえすリズム、規則的に通りすぎる街路樹、モーターのうなり、車体の振動などが眠けをもよおす。
5. 夏の日中の暖気、冬は比較的少ない。
6. 道路の照りかえしのまぶしさ。
7. うすぐらくなって、あたりの景色の輪郭がぼんやりしてきたとき。
8. 閉めきった車内で、外部から騒音が弱く、空気の流通がないとき。
9. 身体の状態としては、疲労、緊張のゆるんだ状態、アルコールや食事をたくさん摂ったあと、など。

以上のような条件のとき、しばしば drowsiness の状態となり、走行上の注意力が減退する、と述べている。

Endo は、新幹線のような高速列車運転でも、乗務開始の初期には各種機能の昂進が見られるが、60分ないし90分をすぎるところから、断続的にあくびをし、ウトウト居眠りがおこる¹⁶⁾。

Sakai は、タクシー運転労働について、とくに夜間運転において、さかんにあくびを連発し、疲労と眠けに対して身体を動かしたり、すわり直しなどの姿勢転換がおこり、信号などの一時停車の際は眼を閉じてしまう¹⁷⁾。

Kogi は、国鉄における各種乗務中に発生したニヤ・ミス事件198例について、その中の34件は drowsiness 状態における操作ミスであるり、その大半は深夜から早朝にかけて発生し、とくに交替乗務による睡眠不足と重なった場合に多発している¹⁸⁾、等の報告があり、また Harris も、truck driver について同様の事実を指摘している¹⁹⁾。

注 意 の 縮 小

Bartlett は、精神疲労の重要な特徴のひとつとして“constriction of display field”をあげている²⁰⁾。これは戦時中、ケンブリッジの“Cockpit Experiment”の結果をもとにして論じているのであるが、シミュレーター実験の被験者となった本職のパイロットが、実験の後期になると、計器な

どのディスプレイのうち、しばしば視野の周辺部に現われる変化を見落しがちになることを取り上げているのであって、同様なことは、Davis²¹⁾、Hauty²²⁾ らによってさらに詳しく報告されている。

ただ、疲労の進行とともに、注意の範囲が縮小することは、これより約20年以前、Verwoerd が、これを指摘している²³⁾。Verwoerd の実験は、Piorkowski 作の“Attention and Fatigue Meter”という器械によったもので、同器は、横に並んだ10個の窓があり、その窓のそれぞれに、ランダムな順序で刺激が呈示される。被検者はこれを認めたら直ちに指定されたボタンを押さねばならない。一系列は15分～25分である。実験結果についての説明によると、系列の進むにつれて視野の周辺部に近い窓に呈示された刺激に対する正反応(%)が、中央部のそれより低下するというのである。しかし論文に掲出されているデータは、なぜか15名の被検者中、わずか4名ぶんだけで、しかも必ずしも周辺部の正反応が特に低下しているとは、はっきりいえないような結果である。

さてしからば仮りに疲労によって注意の範囲が縮小することが事実だとしても、それならなぜそういう現象が起きるのか、という理由について、Bartlett をはじめだれも説明していないのだから困る。また Hauty の実験結果などでは、とくに視野の周辺部の計器が見落されるというわけでもない、という結論である。だから、別に視野の周辺部とか、中心部にこだわることはない、ということかもしれない。

ここで我流の解釈をいちおう述べてみる。前にも述べたように、あるストレス要因が生体に作用した場合、生体の defense mechanism として、そのストレス要因が長くつづいたり、増加したり、拡大したりしないような防衛的機序が働くものと仮定しよう。この場合でいえば、とにかく情報の流入をなるべく制限しようとするだろう。視野の中心部、周辺部の区別なく、一般的に input の受容を少なくして、負荷をできるだけ少なくしようとするメカニズムが働くだろうと考えるのは、それほど無理な解釈でもないだろう。というのは、この同じような注意の縮小ないし制限状況が、疲労以外の各種のストレス要因、ストレス状

況において、しばしば、それこそ non-specific に出現しているのであって、これは後述のとおりである。

見落とし、見逃し——インプットの「小休止」現象として

次にわれわれは、きわめて多くの災害事故例において、スイッチの開閉状態の見落とし、点検・チェック対象の見逃しなどを経験した。まったくうっかり事故の大半は、この種のいわゆる「不注意」である（これはあとでも述べるように本人自身では、どうにも防ぎようのない現象であるとともに、安全対策上からいっても、もっともむずかしい厄介な問題である。その中でも、とくに本人のはなはだしい疲労がからんでいる事例としては、狩野の報告に記載した²⁴⁾）。

Kogi は、火力発電所などの制御室において、オペレーターが計器パネルに対し、ときどき「無関心状態」を示すことがあることを報告し、また実験的計器監視タスクにおいて、眼球運動を記録してみると、計器パネルのほうへ視線を向けているながら、タスクとして課せられている計器の変動を見落とすことがあるといい²⁵⁾、Kano も、ビールびんの検びん作業において、作業者が流れてくるびんの列を注視しながら、不良びんを見逃してしまうことがあるというはなしを聞いたことがある²⁶⁾。

熟練者でも同じ注意状態を継続して維持することは困難のようであって、ときどき意識が作業や対象から離脱する、それが瞬間的に、あるいは短時間つづいている間にびんが通過してしまうから、検査ミスとなる。けっきょくこれは、インプット面がときどき「小休止」を自然におこすのだと私は考える。これは作業中、手や足が、ときどき「小休止」して作業を中断することがあることを、だいぶ前から西独の研究者たちが報告している現象とほとんど同じことだろうと思う^{27,28)}。

タスクの解体

これはしばしば“disorganization of operation”と呼ばれている。この点は、Davis がやはり Cambridge Cockpit Experiment を材料にして、ことこまかにその過程を観察している。：——

まず動作面で“overactivity”という段階が見られる。一般に stick の操作が大きく、あらく、不規則、不斉一になり、指標と動作とのずれの修正を、しばしば必要以上に過大、または過剰に実施する——これは後述する情動的側面とも密接にからんでいる——。次の段階になると、こんどは逆にほとんど修正をしなくなる、ずれを放置したままにまかせてしまう。

私はこれは、まず第一に、たぶん熟練されたパイロットの stick 操作が、疲労とともに、自動化から「意識化」へと変化したためだと解釈する。つまり、熟練した人の操縦桿操作は、ほとんど自動化しており、微妙なずれをきわめて円滑に予測的に修正するものなのだが、疲れてくるとその自動化過程が円滑に進行しなくなる。したがって「意識的」に修正しようとするが、肝心の自動化機構が disorganize しているから、思うように stick が動かない。そこでイライラしてきて大きな修正となり、ますますちぐはぐな過大な修正になる。——ちょうどわれわれがハイキング歩行などで、はじめはまったく自動的に足を運んでいたのが、疲れてくると、一步、一步意識して足を動かさないと前へ進めなくなる。それとともに、つまづいたり、よるめいたりするから、どうしても休まざるをえなくなるのである²⁹⁾。

手順の脱落——タスクの解体现象の中で、ヒューマン・エラーにしばしば関係してくるのは、手順の脱落ということである。前述のように operation が disorganize してくるから、自動化過程の統合がくずれ、いわばタガがゆるんでくると同様に、タスクを構成しているコンポネントのある部分が脱落するのである。

私はかつて銀行員の事務ミスの聴取り調査をしているとき、次のようなこっけいなミスのはなしをきいたことがある。

○29万円の引出請求がお客からあった。伝票には、金種として、「28万円を1万円札で、あとの1万円を千円札にしてほしい」ということであつた。ところが私はお客に29万円を1万円札にし、そのうえさらに1万円を千円札にして、つまり1万円よけいに渡してしまった。どうしてこんなことになったか、わからない。その日は給料日の次

の日で、朝から忙しく、おまけにいちばんよくできるテラーが休んだため、もっともお客のたてこむ窓口だった……。

○ 1万5千円の両替請求で、金種は「百円硬貨で1万円、千円札で5千円にしてほしい」とあった。ところが私はどうしたことか、百円玉で1万円にしたうえ、おまけに千円札を10枚渡してしまった。その日はテラーが一人休んだため、私が2人ぶんの仕事をやったためかもしれない。

○ 為替送金の請求があったとき、手数料として100円いただきますといったら、お客が1万円札を出した。私は釣銭に9,900円を出し、おまけにその1万円札まで渡してしまった。

○ 両替請求のとき、金種は千円札で10枚にしてほしい、とあった。ところが私は千円札で10枚にした上で、さらにその1万円札まで渡してしまった。

これらの例は疲労によって、金銭授受の手順が分裂したものと私は解釈する。

熟練したテラーの仕事は、ごく大ざっぱにいて1人1人のお客ごとに伝票(金額)の確認、通帳の確認、現金数え・授受、当務者印押捺、などの手順から構成されている。これらの手順はほとんどの場合、一定にパターン化し、機械的に誤りなく進行するようになっている。ところがこのようなことを1日に何十回、何百回と繰り返す——テラーの1日のお客取扱い数をタイム・スタディしてみると、店によって差はあるが、忙しい店になると1日・1人当たり、180人から240人となっており、だいたい200人以上になることはザラである。とくに先ほどの例のようにテラーが1人休んだりすると、忙しさは相当のものである。いくら熟練者でも疲れてくることは避けられない。疲れてくると先ほど述べたサービスの手順のパターンがくずれてくると考えざるをえない。だから一定のタスクとしてのまとまりが解体して、個々の動作、つまりお客に金を渡したり、札を受けとったりといった、まったく機械的な、いわば「手の動作」のレベルに分裂してしまう。だからときには手順が入りまじったり、孤立した動作が何の意味もなく発生する。1万円を両替したうえで、さらにその1万円を渡すなどということは、まったく無意味な動作なのであるが、そういうことが実

際あるのである。

Welford も、技能的作業における疲労について、このような作業では、まず高次の統制的機能が侵され、次元の低い個々のプロセスはそのまま残存する、だから個々の動作そのものは行われるが、全体としての有機的なつながりが失われ、タイミングがずれてしまったり、時には、その一部が脱落する、と述べている³⁰⁾。

仕事水準の低下

心理学のほうでは“Anspruchsniveau”，あるいは“aspiration-level”といわれている現象であるが、概していえば、仕事の質が低下して粗雑になることである。前節で述べたタスクの解体というのは、まとまったタスクとしての仕事が個々の過程に分裂することであったが、この場合には、タスクのかたちだけはいちおう保たれていても、その内容が悪化するのである。課せられたタスクをどのへんまで完全にやるかということ、かなり心理的なものである。仕事のはじめ、体力や気力が充実しているときには、ものごとをパーフェクトにやろうという意欲がある。仕事を手早く、しかもできるだけ正確、丹念に、めんどくさいことでも、きちんとやってやろうという気持がある。ところが、だんだん疲れてくると、そういう気構えがうすれてくる。丁寧さがまず減退する。いかげんなあらっばいやり方に変わる。あるいは、仕事は手早くやるが、正確さは多少あやしくなっても、という気分になってくる。またどうしてもやらねばならないところだけはやるが、その他の付帯的部分はカットしてしまうことになる。Crawford は、長距離を運転してきたドライバーは、歩行者や、他の車に道をゆずったり、対向車とすれちがうとき、速度を少々落としたり、ヘッドライトの光を弱めてやるなどというエチケット的なふるまいが省略されがちになる。これは運転自体が相当大きな負担になってくるため、こまかい配慮や、どうでもよいことはできるだけカットするようになるのだ、と述べている³¹⁾。踏切でいったん停車するような予防・警戒的な措置が抜けるのも、このあたりの事情によるものと思われる。

この仕事の質の減退ということが、ヒューマン・エラーに結びつくもっとも危険な点は、点検・チェックがしばしば省かれる、という点で、あとでも述べるように、重大事故がしばしばこの点検・チェックの手抜きで発生している。

この点検・チェックがなぜ脱落しやすいかというと、この手順は、どちらかというと、付帯性・補充性的な性質を多分にもっているというところに致命的な問題を含んでいる。疲労測定でよくつかわれる“secondary task”的なものである。つまり primary task はどうしても遂行しないと仕事自体が成り立たないのだが、secondary task のほうは、やるにこしたことはないが、少々手を抜いても、仕事にはたいして影響はないという場合が少なくない。したがって primary task の workload がかなりきつくなってくると、この secondary task 的な点検・チェック、あるいはリセット——機器を操作したあとで、それを元の正常な状態にもどしておくこと——の部分が抜けるのである。近代産業では、マシンがますます複雑化してきて、多数のユニットから構成されるようになってきたが、複雑な装置ほど、点検・チェック、あるいはリセットの措置が重要になってくる。したがってこの部分が抜けると、場合によっては、大きな事故の発端となる危険が少なくないのである。

億 劫

われわれは疲労すると、とかく物事が億劫になり、めんどろくさくなる。これもしばしば仕事のうえで、(物理的に) 必要な準備、その他の手段を、心理的に省略してしまうことになる。これは例をあげて説明したほうが手っとり早い。

ある発電所で、パトロール中の係員が、三階から順次機器を点検してゆき、地下室まで降りたところで、ある補器の潤滑油がきれて変色しているのを発見した。当面の措置としては、当然機械の運転を停止し、点検、注油しなければならないことになっている。ところが、機械の運転を停止するには制御室と連絡を取って行かねばならない。しかるに、どういうわけだか、地下室には電話がなかった。そうすると、本人がまた三階まで上って行って停めてもらわねばならないことになるの

だが、わずか1分もかからない点検・注油のために、わざわざ三階まで上ったり、下りたりするのは相当心理的に負担になる、いわばおっくうに感じたにちがいない。そこでグリスをヘラで塗りはじめたが、回転してギヤに手をとられ、指をはさまれて受傷するにいたった。

次の例——ある電力会社の工務員が、ある地点の配電線の接続替えを命ぜられ、当該配電柱のところまで出向いた。ふつうこのような工事を実施する場合の正規の手続きとしては、まず関係配電線の停電措置をしたうえで、さらに接地アースを取り付けることになっている。ところこの場合の工事はしごくかんたんな小工事であって、わずかの時間でやれることだったので、まず接地アースは省略した。また上部回線は近くの配電柱のオイル・スイッチで遮断したが、下部回線のほうは、あいにく近くにオイル・スイッチ柱がなく、そこから約1キロも離れていたもので、これも省略して昇柱した。ところが工事が終わって降下の際、下部回線に接触し、感電墜落するにいたった。

これに類する、つまりよけいな負担のかかるような、たとえば本作業が終わって帰ろうとしている時、臨時に追加作業を命ぜられたり、あるいは相当大きな機器点検を実施のため、全停で工事を進め、作業が無事終了して、運転を再開したところ、部品を交換したところが不良と判明。この場合、またまた全停の措置を取ることは、たいへんな心理的負担になったのであろう、機械運転を継続しながら、手動で部品の取換えを行っているうちに、反応の異常が発生、ついに全系統が爆発をおこして大事故となった例、などがある¹⁾。

Myers が述べているように、作業者は自分に課せられる仕事量というか、自分に加わってくるロードについて、長いあいだの経験から、一定の目安のようなものをもっている²⁾。したがって小工事などの場合には、それなりの心づもりで着手する。ところが取りかかってみると、意外にやっかいな手のかかる仕事だということがわかる。その場合、ただちに作業意欲のレベルを高めることができるかという、それがなかなかむずかしい。そう簡単に心づもりをかえるわけにはゆかず、依然として小工事のままで仕事をかたづけようとする。それ以上のロードはなるべく避けようとする。

る。とくに本作業でそうとう疲労しているところへ追加作業を課せられたり、思いがけないトラブルが発生すると、そのロードは、はなはだしく大きなものを感じるに相違ない。したがってよぶんな出力をなるべく最小限におさえようとする。だからどこかで手を抜かざるをえなくなるのである。

ストレスと情動

Selye によると、生体にある何らかのストレスが加えられた場合、まず脳下垂体から副じん皮質刺激ホルモンおよび生長ホルモンが分泌され、生体を活性化 activate するという。適度の活性化はもちろん行動・動作に好都合であるが、これが過度に作用すると、人の情動的側面に好ましくない影響がでることがある。

Wyatt は、単調な繰返し作業をつづけているうち、作業者がしばしば各種の感情的表出行動を示すことを観察している。はじめのうちは静かに仕事をしているが、そのうちにイライラした落着きのない態度を示すものが出てくる。機械の不具合や材料のよくないことに文句をいい、周囲のものに話しかけ、雑談にまきこみ、他人を disturb する、それがしばしば口論にまで発展する³³⁾。

ホーソン実験でも各種の情動的行動が記載されている。5人の被検者のうち、感情的対立がはげしく、仲の悪くなった2名のものは、実験の遂行に支障をきたすようになったため、途中で他のオペレーターと交替させている。

Davis も、前述の Cockpit Experiment において、動作の異常が起こると同時に、しばしば感情的になり、イライラして実験やシミュレーターの不具合に苦情をいうようになる。そうかと思うと、また急に実験に対してなげやりな逃避の態度に変わることもある。

越河も、「蓄積的疲労徴候調査」の結果を分析して、疲労徴候を六つのカテゴリにわけているが、そのうちやはり「いらいらの状態」と「気力の低下」という対照的な側面を取り出しているのが注目される³⁴⁾。

Channel capacity の低下——ストレスの情動的側面がヒューマン・エラーにもっとも関係するのは、それがしばしばタスクに必要な情報処理の

面に、悪い影響をもたらす事例が少なくないからである。すなわち、感情的興奮のたかまりは、当面の状況やタスクが比較的、単純あるいは粗大であって、ただ興奮にまかせて直線的に力を出せば、それですむという場合はさしつかえないが、状況やタスクが複雑多岐にわたり、やや慎重・周到な判断を必要とするような場合、しばしばヒューマン・エラーを生む機縁となることがある。

人が自分の能力以上の「困難」「危険」あるいは「恐怖」に当面した場合の行動の研究としては、やはり Easterbrook の論文がもっとも詳細で、かついろいろな研究・考察をもうらしてあり、ゆきとどいた解説になっている³⁵⁾。

Easterbrook によれば、情緒性興奮は人の“drive strength”，または“drive-level”を高めるが、それとともに情報処理のためのインプットの受容と、その処理能力が低下する。いわゆる channel capacity が狭少化、constriction するのである。つまり困難、危険、恐怖を伴うような事態は、ほんらい当事者にとって、未知、未経験、つまりあまり出合ったことのない対象や状況に当面するわけであるから、その実体や推移に、どんなことになるかわからないという不安、つまり予測困難、見とおしができないという“uncertainty”の要因が多分に含まれており、しかも多くの場合、十分な時間的余裕がなく、切迫した状態で行動的措置を遂行せざるをえないのであるから、どうしても冷静に多面的な観察や情報の取得を実施する精神的余裕はなく、当面もっとも緊急な対象や部分的現象に強く注意をひきつけられ、いわゆる「一点集中現象」におちいり、しかもそれにいつまでも固執して思考の転換、観点の変更などはとうていむづかしい。

このような現象は、多くの災害事故例の場合、しばしば見られる人間の弱点であって、その典型的な例は、たとえば昭和 37 年に起こった「国鉄三河島駅二重衝突」事件における関係者の行動状況がまざまざとした実例を示している。人によってはこれを“emergency mechanism”といい⁵⁾、また“perceptual narrowing”，あるいは“tunnel vision”といっている人もある^{36,37,38)}。

外的条件によるストレス症状

今までの各項は、どちらかといえば疲労とか情動とかのように、人の内部にストレス源のある症状について述べてきたのであるが、それ以外に純然たる外的・環境的条件によるストレス症状も、内的要因によるものとほとんど似たような反応を示す。すなわち Selye の述べているように、生体は、内外を問わず、いかなるストレス要因に対しても、まず全身的な non-specific な反応を示すのである。

今までのところ文献にあげられている外的要因としては、酸素不足 hypoxia がもっとも多く取り上げられ、これに関する文献は無数ある（ちなみに anoxia というのは急激な、あるいは極端な低酸素症をさすという）。その他の外的ストレスアとして、アルコール、高温条件等が、ヒューマン・エラーと関係がありそうな症状をひきおこしている。ただし、その症状についての記述は、文献によっていろいろの人が、いろいろのことを挙げていて、なかなかまとめるのがむずかしい。つまり症状をことばで記述してあるため、同じ現象を、人によってちがった表現をしたり、解釈したりして読み取るのに苦労する。そうかといって、数値で表現したのも、測定方法によってそれぞれ違った数値になっているから、取扱いに困る。それと、もひとつ、hypoxia にしろ alcohol にしろ、同じストレスアに対する反応に個人差が大きいのに閉口するのである。だから以下に述べるところは、だいたい筆者の判定、解釈が混入していて、必ずしも文献の記載を正確につたえているかどうかあやしいものであることをお断りしておく。

Hypoxia—酸素不足状況における症状として文献にあげられていることを、私なりにまとめてみると、ヒューマン・エラーに関連のある現象としては、前に述べた疲労症状のそれとあまりにもよく似たことが起こっているのだとるのである。

まず酸素不足の状態にさらされると drowsiness 的なことがおこる。ある高度、たとえば 5,000 メートル以上になると、「さかんにあくびが出て眠くなり、疲労、倦怠、脱力感がある」

「眠気をもよおし、どうでもいいという気持ちがおこる」、また「注意の縮小」に類する現象をあげている人は、ずいぶん多い。すなわち、narrowing of the visual field³⁹⁾、視野の狭さく^{40),41)}、あるいは視野の周辺部に現われる視標に対する注意が低下する⁴²⁾など。

なお豊原は、その低圧実験の結論のところでは：——一般に低圧の影響は、簡単な反応や、筋力をただ粗強に出すとかいうことは、かなりの高度まで侵されないようである。また複雑な弁別反応であっても、ごく短時間ですむテストのような場合は、6,000 メートルでも平常とかわらない成績である。ところがこの種の作業を長時間継続するとなると、結果に脱逸やムラが現われる。つまりテストのように短時間ですむようなタスクは、その一時的な努力によってやれるが、むしろ意志的緊張状態を長時間持続することが困難である、という点を、低圧の影響としてとくに強調しておきたい」と述べ⁴³⁾、また Cahoon も、「signal の弁別力そのものが低下するのではなくて、一定の態度を持続することが困難になるのである」といっている⁴⁴⁾。

これらのことばから私なりに推測してみると、疲労、その他のストレスの実態は、けっして人間の「機能」とか「能力」そのものを低下させるということではないらしい。むしろ人間全体として「態度」というか、とにかくあるまとまったタスクなり、まとまった体制を維持することのほうに、より多くの悪い影響をもたらす、ということのほうが真相ではないだろうか。Thorndike がテスト批判のことばの中で、「テストはやれるが、仕事はやれない、ということだってあるじゃないか」といったのは、なかなかうがったことをいったものだとおもう⁴⁵⁾。

次に hypoxia の動作面に対する影響としては、McFarland が被検者に実験中の心身の状態を紙片に記録するよう求めたところ、その筆跡が、次第に粗大になり、movement control がみだれてきて、そのうえ脱字や誤字が多くなり、なかには判読できないようなものが出てくる (Fig.1)。これなどは前項の「仕事水準の低下」のところ述べて「粗大、不斉一、乱雑、正確さの放棄」といった症状を如実に示しているようなデータであ

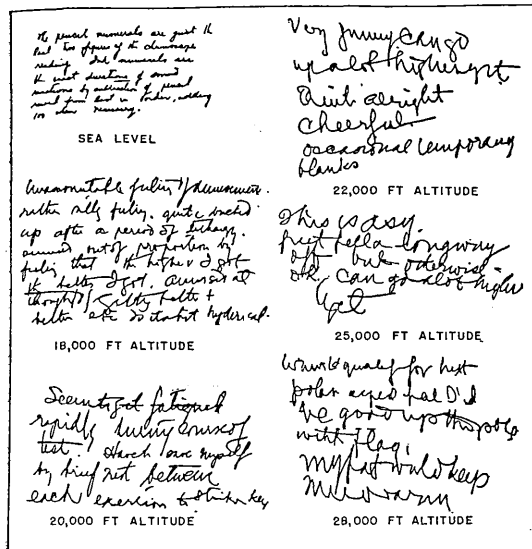


Fig. 1 Hypoxia の動作面への影響 (Mc Farland, 1964)

る。

Alcohol—次にアルコールの effect についてみると、血中のアルコール濃度がある程度以上になると、かなり「眠くなる」・「視野が狭くなった感」などを経験するという人が多い。もっともアルコールの effect も、周知のように、個人差とか、その場の条件で著しいちがいがあり、中には反対にもすごく元気になって、はしゃぐ、ベラベラしゃべりまくる人もいるように、ちがいにこうだとはいえない。

Moskowitz らがドライブに対する飲酒の実験を行った結果によると、走行中視野の周辺部にある標識などを見落す—Moskowitz はこれを“tunnel vision”といている—ことが多く、またそういう事物に気がついて、それが何であるかを判断・認知するのに長い時間を要するため、注意を他の事物に転移する回数が減少する、などと述べている^{46),47)}。

また上野は、日本酒 180 ml を飲ませて運転させたところ、30 分後、運転技量が低下した：——たとえば、

○ アクセル、ブレーキの踏みかたが粗暴になり、急発進、急ブレーキ、ギヤチェンジ不適、などが目だつ。

○ ハンドルさばきが大胆になり、コースはず

れ、通行区分の無視、速度の出しすぎ、ふらつき運転などが多くなる。

○ 交差点での方向指示のサイン忘れ、左右のチェックの忘れ、また停止点をオーバーランしてしまったりする。

以上、要するに運転スキルか全体として disorganize してくる、と述べている⁴⁸⁾。

高温—周知のように環境衛生関係の業績がこれまた無数に出ている。ただ心理学の文献では、高温の effect、とくにヒューマン・エラーに結びつくような点を指摘した文献は非常に少ないようである。ただ、Bursill が、高温・多湿条件での実験で、視野の周辺部に出るシグナルを見落す率が多くなることを報告し、氏はこれを“funneling of attention”（注意が「じょうご<<漏斗>>型に一点に集中すること）と呼んだ⁴⁹⁾。

仮りの結論

まず疲労・ストレスについての考え方は、ほとんど全く Selye から借用した。とはいっても、Selye 説を正確に理解しているとはいいがたいので、かなり我流の表現なり、解釈なりがまじっているかもしれない。とにかく疲労なり恐怖なり、あるいは酸素不足などなどのストレスが生体に作用した場合、生体はまず、どういふストレスに対してもほぼ一般的な non-specific な反応を示す。そしてその反応のしかたは全身的ないし全体的な生体のシステム機構としてのふるまい、behavior としての生態的現象としてたち現われる。またそういうふるまいは大部分が生命・生体を疲労やストレスから防衛する意味、つまりそれらの負荷がそれ以上増強したり、拡大したり、持続したりするのを防ぐため、ストレスから逃避するような方向をとる。

たとえば重い荷物などを運ぶとき、右手がきつくなれば左手に持ちかえる、それがきつくなれば両手で、あるいは全身をつかって運ぶ、そのうちに荷物を下に置き、荷物に腰かけて休むようになる。このような逃避的な態度が、ヒューマン・エラーにからむ点をあげると drowsiness、つまり眠くなる、注意が縮小して input の受入れを制限する、あるいは注意が一点に集中してしまう。または、input が小休止をおこして、対象のほう

に眼を向けていながら実は何も見ていないことがおこる。また出力面からみると、なるべく出力をセーブするため完璧な仕事をやらなくなる。いい加減なところで仕事を切り上げたり、どうしてもやらねばならない primary な部分とはとにかくやるが、secondary な付帯的部分はカットしてしまう。

ただ体制が全体として disorganize し、個々の動作過程に分裂をするような状態の意味は、これは既に防衛の線をこえて負荷がきつくなり、体制自体の維持が困難になったことを意味するのかもしれない。

文 献

- 1) 狩野広之：職場における疲労とヒューマン・エラー，住友産業衛生，15，1～14，1979
- 2) Selye, H.: *The Stress of Life* (revised edition), New York, 1976
- 3) Singleton, W. T.: Technique for determining the cause of error, *Appl. Ergonomics*, 3, 126～131, 1972
- 4) Singleten, W. T.: Theoretical approach to human error, *Ergonomics*, 16, 727～737, 1973
- 5) Davis, D. R.: Human-error and transport accident, *Ergonomics*, 2, 24～33, 1958
- 6) 伊藤正男：脳的设计図。中央公論社，1980
- 7) Bartley, S. H.: Fatigue and inadequacy, *Physiological Review*, 37, 301～324, 1957
- 8) 小木和孝：単調な仕事の働態，科学，44，401～408，1974
- 9) 小木和孝：疲労から休息への移行，科学，47，73～79，1974
- 10) 小木和孝：生活のフシをつくる疲労，自然，74，394～403，1977
- 11) 小木和孝，森清善行，大橋信夫：働態観察と反応計測，人類働態学研究会報，No. 20，10～12，1975
- 12) 齊藤 一：単調労働に関する研究——作業集団の管理方式別比較，労働科学，45，679～739，1970
- 13) 齊藤 一：単調労働に関する研究(Ⅱ)——作業管理方式別比較，労働科学，47，243～286，1971
- 14) 岸田隆弥：単調労働の作業行動に及ぼす影響と対策，高文堂出版社，1977
- 15) Bramesfeld, E.: Unfallverursachende Dämmerzustand bei Fahrzeugsfuhrern, *Industrielle Psychotechnik*, 9, 193～209, 1932
- 16) Endo, T.: Monotony effects of the work of motorman during high-speed train operation, *J. Human Ergology*, 4, 129～140, 1975
- 17) Sakai, K.: Driving and subsidiary behavior of taxi-drivers working alternate-day shifts, *J. Human Ergology*, 4, 115～127, 1975
- 18) Kogi, K.: Incidence of near-accidental drowsing in locomotive driving during a period of rotation, *J. Human Ergology*, 4, 65～76, 1975
- 19) Harris, W.: Fatigue, circadian rhythm and truck accidents, in R. R. Mackie (ed): *Vigilance*, London, 1979
- 20) Bartlett, S. F.: Psychological criteria of fatigue, in W. F. Floyd and A. T. Welford (ed): *Symposium on Fatigue*, London, 1953
- 21) Davis, D. R.: Disorganization of behavior in fatigue, *J. Neurology and Psychiatry*, 9, 23～30, 1947
- 22) Hauty, G. T.: Fatigue and perceptual field of work, *J. Applied Psychology*, 40, 40～46, 1956
- 23) Verwoerd, H. F.: Effects of fatigue on the distribution of Attention, *J. Applied Psychology*, 12, 595～601, 1928
- 24) 狩野広之：事故の症例研究シリーズ，(Ⅱ)，(Ⅲ)，労研維持会資料，No. 662，665，1974
- 25) Kogi, K.: Repeated short indifference periods in industrial vigilance, *J. Human Ergology*, 1, 111～122, 1972
- 26) Kano, H.: Human error by natural change in attention, *J. Human Ergology*, 1, 218～219, 1972
- 27) Rutenfranz, J.: Untersuchungen über die Verteilung von Pausen bei freier Arbeit, *Arbeitswissenschaft*, 5, 132～144, 1951
- 28) 狩野広之：休憩・休息，労働の科学，27，10～19，1972
- 29) Rohmert, W.: Zur ergonomischer Beurteilung informatorischer Arbeiten. *Intern. Z. angew. Physiologie*, 31, 208～235, 1973
- 30) Welford, A. T.: The psychologist's problem in measuring fatigue, in W. F. Floyd and A. T. Welford (ed): *Symposium on Fatigue*, London 1953
- 31) Crawford, A.: Fatigue and driving, *Ergonomics*, 4, 143～153, 1961
- 32) Myers, C. S.: Conception of fatigue and adaptation, *Psychological Review*, 32, 1～16, 1925
- 33) Wyatt, S.: Incentives of repetitive work, Rep. 69, *Indus. Health Res. Board*, 1934
- 34) 越河六郎：蓄積の疲労調査について，労働の科学，30，20～25，1975
- 35) Easterbrook, J. A.: The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior, *Psychological Review*, 66, 183～201, 1959
- 36) Baddeley, A. D.: Seletive attention and performance in dangerous environments, *British Journal of Psychology*, 63, 537～546, 1972
- 37) Weltman, G.: Perceptual narrowing in novice divers, *Human Factors*, 8, 499～506, 1966
- 38) Weltman, G.: Perceptual narrowing during

- simulated pressure-chamber exposure, *Human Factors*, 13, 99~107, 1971
- 39) McFarland, R. A.: *Human Factors in Air Transport Design*, New York, 1964
- 40) 永谷 忠: 酸素不足の視野に及ぼす影響, 山口大学産業医学研究所年報, 7, 110~113, 1959
- 41) Birren, I. E.: Effects of anoxia on performance at simulated altitude, *J. Experimental Psychology*, 36, 35~40, 1946
- 42) Kobrick, I. L.: Effects of hypoxia on voluntary response time to peripheral stimuli during central target monitoring, *Ergonomics*, 15, 147~156, 1972
- 43) 豊原恒男: 成層圏の問題, 現代心理学, VII, 71~75, 河出書房, 1941
- 44) Cahoon, R. L.: Vigilance performance under hypoxia, *J. Applied Psychology*, 54, 479~483, 1970
- 45) Thorndike, E. L.: Mental fatigue, *Psychological Review*, 7, 466~578, 1900
- 46) Moskowitz, H.: Effects of alcohol on peripheral vision as a function of attention, *Human Factors*, 16, 174~180, 1974
- 47) Moskowitz, H.: Visual search behavior while viewing driving scenes under influence of alcohol and marijuana, *Human Factors*, 18, 413~432, 1976
- 48) 上野正彦: 飲酒と運転との相関, 交通科学研究資料, 13, 84~85, 1972
- 49) Bursill, A. E.: The restriction of peripheral vision during exposure to hot and humid conditions, *Quart. J. Experimental Psychology*, 10, 113~119, 1958

(受付: 1984年9月10日)