

# 緊急時における思考停滞と行動のメカニズム

—安全システムの科学 (IX) —

松 井 宗 彦

## (1) はじめに—問題の所在

発電所の内側、すなわち原子炉・一次冷却系・タービンなどのさまざまなところで起こったトラブルや送電線系統のような外部から影響されるトラブルに対し、運転員はつねに発電所の安全運転・安定制御のため対処しなければならない。ところが発電所における事故 (accident) や故障 (trouble) はほとんどの場合、予告なしに突然発生する。そのさいの運転員の行動には、①どのような心理的・生理的な変化があらわれるものであるか、②正常時の運転のさいにはみられない潜在的な人間因子 (human factors) が顕現化することはないか、私はここでは人間科学ないしは人間工学的見地から研究の素材となるいくつかの資料を提供することにより、安全操業のために日夜努力している産業現場の方々への手引きとしたいと思う。

これは単に原子力プラントのみならず、航空機・船舶・高速鉄道などの巨大システムや複雑精巧な高速反応システムを運転操作する人たちにも「共通する問題」であり、もし企業体がこの問題を看過することなく検討を深めていくなれば、今後にはかり知れない利益をもたらすであろう。

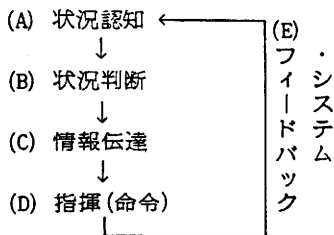
ところで私がなぜこのテーマに取り組む必要を痛感したか、なぜこのような問題意識をもつにいたったのか、その理由は、末尾に示すようなアンケート調査で判明した衝撃的ともいえる「諸事実」の存在である。では「衝撃的な諸事実」とは、いったい何なのか。第5節で調査結果を詳しく紹介することにしたい。

## (2) 緊急時における思考の攪乱

予期せぬ突発的な事態の激変に対して (緊急事態に直面して)、通常人びとは個人差はあるにせよ、大なり小なり思考の攪乱という形での衝撃反応 (in-pact response) を示すものである。社会心理学では、地震・津波・台風などの自然災害、火災・戦争・経済不況などの人為的な極度の恐れや不安材料が与えられた結果、思考の攪乱という形ではじまった異常行動が、時間の経過とともに多くの人びとに波及し、流言蜚語をともなって群集心理をかきたて、無秩序・無統制な暴動や社会的恐慌にまで発展してしまう事態をパニック (panic) と名づけて研究しているが、ここでは大幅に範囲を限定し、突発的に発生した産業プラントの異常 (ごくわずかな時間のうちに大きな反応へと拡大していくおそれがあるシステムの異常) に対してその異常動作を迅速に安定させねばならない使命

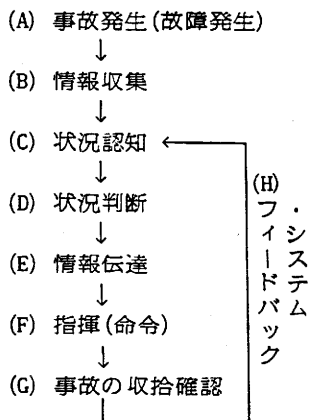
を帯びた1名ないしは数名の運転要員が、運転室（制御室）の中でおそらくは対面するであろう「思考の一時的な停滞もしくは攪乱」を思考のパニックと呼んで用いることにしたい。群集という形態ではなくても、個人において衝撃反応として統制できない精神状態がおこれば、それもパニックとみなすべきであり、人間が予期していない出来事に遭遇して一時的に思考停止させられ、判断力が奪われるために発生する現象である、と規定することもできよう。

正常運転時におけるシステムの制御は一般的に次のようなパターンを構成する。まずコントロール・ルームにおいては第1図のごとく、計器の視認を中心としたシステムの動作の監視という段階から始まり（A）、その監視の結果、期待されている目標値（希望値）からの外れが発見されると、即刻修正に必要な制御量と制御時間等が計算され、その外れに対する修正（補正）の決定が導き出される（B）。この意志決定はただちに他の運転要員にも伝達され（C）、システムの制御（D）が行われる。この制御動作が適正であったか否かは、フィードバック・システムによって（E）、再度（A）のレベルで検討され、システムの動作が目標値にもどったなら（達したなら）OKの合図が出される。



〔第1図〕  
正常時におけるシステムの制御

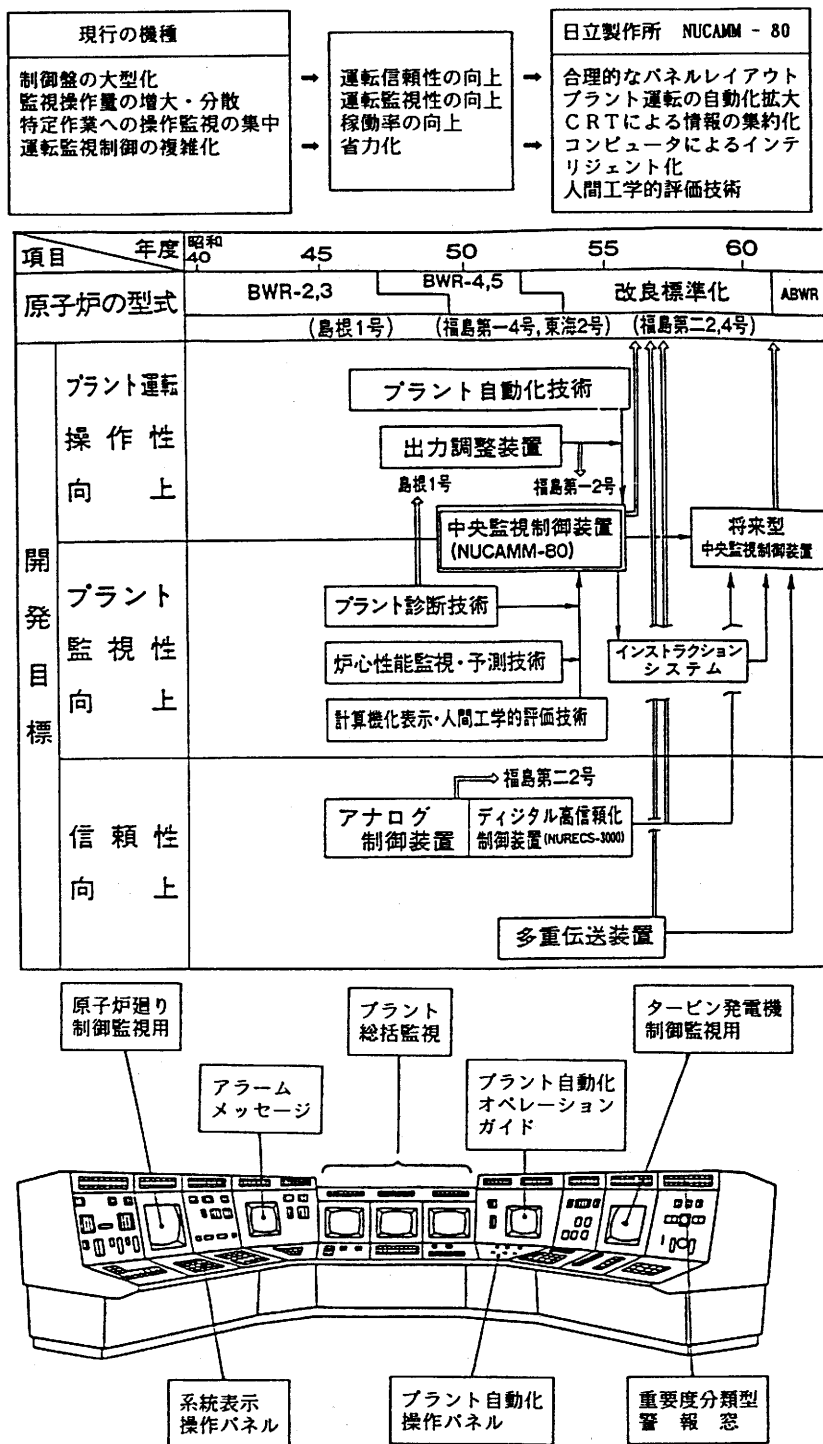
制御（control）には基本的に、定値制御、追従制御、プログラム制御の三形式があると考えられるが発電所ではプログラム制御と定値制御が主方式であり、航空機や船舶などでは追従制御と定値制御、自動車の場合は追従制御が主軸になっている。定値制御の原理は、例えば安定化された定電圧電源のように負荷の変動にかかわらず電圧を絶えず所定の値に保つ装置などに適用されており、追従制御システムは、ジェット戦闘機のパイロットが標的の素早い移動にしたがって自らの位置を修正しつつ絶えず照準器の標線に標的を映じさせるような場面で活用される。またプログラム制御は炉の温度を所定のプログラムにしたがって推移させたり、発電所において一日の消費電力の変動に合わせて発電量を調節したり、あるいはまた自動車工場における生産工程の調整といった産業面で実用化されている。



〔第2図〕  
緊急時におけるシステムの制御

一般に事故や故障など緊急事態が発生したさいの運転員の制御行動は、第2図のごとき（A）から（G）にいたる8段階のステップで展開される。これを順おって説明してみると次のようになる。

警報ランプの点燈、警報音によって「何か」事故が発生したことを知る（A）。しかし「どのような事故であるか」その正体・全貌をつかむにいたっていない。事故の内容を知るために早速情報収集にとりかかる（B）。すなわち事故や故障に関するデータの入手—計器の読み取り。制御室以外の例えばタービン建屋など各部所からの報告を集め、急ぎ解析する。このとき必要な情報とそうではない情報を素早く選択する能力が要求される。情報の洪水（過多）の中におぼれてしまっているようでは、とても事態の正しい把握には到達しない。必要な情報だけを選別して、それらのデータの断片を頭の中で総合的にまと



(第3図) マン-マシン-インターフェースの向上を意図としたバックアップ・システム自動故障診断装置の例 (中央制御監視システム/日立製作所 NUCAMM - 80)

め理解する。これにより、「いま何が起きているのか」「何が起きてしまったのか」事態のほぼ全容が把握できるようになる（C）。ここまで思考が進めば、原因究明への手掛りが浮び上がってくる。

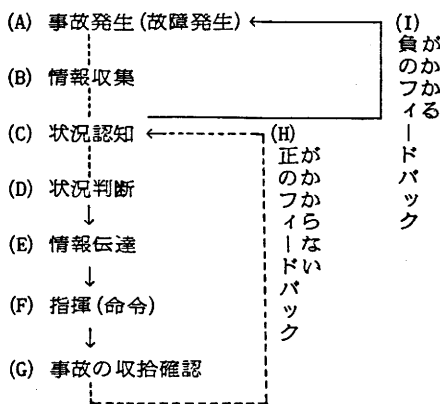
### TMI事故における時間的推移（高木仁三郎編『スリーマイル島原発事故の衝撃』社会思想社・105頁）

●経過時間	●主なできごと	●備考
0秒	主給水ポンプ停止	3月28日午前4時00分37秒
	補助給水ポンプ(3)起動	
3～6秒	加圧器逃し弁開	158kg/cmG
8秒	原子炉スクラム	圧力高のため(165kg/cmG)
60秒	水位計の目盛急上昇	蒸気発生器水位下る
2分02秒	ECCS高圧注入系ON	注入ポンプは2つ(112kg/cmG)
4分38秒	ECCSポンプ1C停止	98.4kg/cmG
～6分	激しい蒸気発生	
7分29秒	格納容器サンプポンプON	自動、一次冷却水が補助ピルへ
8分	補助給水系弁(3)開	手動、蒸気発生器への給水復活
10分24秒	ECCSポンプ1A停止	手動、
11分43秒	ECCS1A再起動	手動、
14分	ドレンタンク安全膜破れる	13.5kg/cmG(ドレンタンク)
15分	冷却材圧力約90kg/cmGとなる	温度約300°C
22分	中性子計測目盛上昇(念のため原子炉手動でスクラム)	
1時間14分	主冷却材ポンプ1B2B停止	手動、
1時間41分	主冷却材ポンプ1A2A停止	手動、
1時間45分から約3時間の間	第1回の炉心露出による燃料破損(推定)	
2時間18分	加圧器逃し弁閉じる	手動、温度計振り切る(400°C以上)
2時間27分	蒸気発生器B隔離	
2時間54分	主冷却材ポンプ2Bを19分だけ作動この間すべての放射線アラーム出る	
3時間13分	圧力逃し弁を再度開く・ (主冷却材ポンプ2Bを停止)	放射線レベル上昇
3時間15分	ドレンタンク・スパイクNO.1	+0.34kg/cmG
3時間20分	ECCSポンプ再起動	
3時間30分から5時間30分までの間	第2回目の炉心露出による燃料破損(推定)	
3時間37分	ECCSポンプ1C停止	
3時間48分	ドレンタンク・スパイクNO.2	+0.78kg/cmG圧力容器119kg/cmG
3時間56分	原子炉建屋圧力高(0.25kg/cmG)で隔離 ECCS1C起動	
～5時間	逃し弁閉	主冷却材圧力97.7kg/cmG ホット・レグ温度327°C以上
4時間08分	主冷却材ポンプ1A 9分だけ作動	
6時間10分	制御室内の放射線上昇	最少限の運転員以外は退避
7時間30分から14時間30分までの間	第3回目の炉心露出による燃料破損(推定)	
10時間	格納容器スパイクNO.3	1.97kg/cmG
13時間30分	主冷却材ポンプA ON	ループBはSG破損のため閉じたまま
16時間	圧力容器156kg/cmGまで上昇	温度計戻る(293°C)
(注)(3)等とあるのは、ポンプの台数を示す。		

すると事態收拾のための応急措置が考え出され、対応策が決定する (D)。ただちに緊急制御の手順 (あるいは制御量等) が割り出され、各部所に連絡される (E)。応急の手順どおり各ポイントの制御が行われるよう指示・命令が与えられる (F)。果してこの対応策により、異常事態が收拾されたか否か (G)、フィードバック・システムによって確認しつづけ、システムが再び安定運転にもどるまで修正のための制御が続行される。

もっとも最新の設計になるシステムには、コンピューターによる「自動故障診断-緊急制御装置」が取り入れられており、(A) から (D) にいたるまでのステップを短時間 (約数分間) ならカバーし、人脳による状況判断の立ち遅れを補う仕組みになっている (第3図・第4図参照)。(D) のレベルでは事故原因もつかめているし、事態は好転する兆しを見せており、しかも問題解決の手段や方法をもっているのが、精神的にも落ち着いているのが普通である。したがってメーカーが作成した「運転手順書」ないしは事故訓練に用いてきた「緊急制御のマニュアル」の指示どおりに行えばよいところに来て復調してきている。

さてそれでは、通常の運転制御と異常時における緊急制御とではどこが違って来るか (どこに異なった対応の仕方が要求されているか) というと、それは第2図でいえば、(A) → (B) → (C) → (D) の各段階の作業が後述するような心理的・生理的なさまざまな因子により、阻害されることにある。一般的に言って、「何かが起こった!」という認識はあっても「いったい何が起こったのか」「どうすればいいのか」わかっていないときに (しかもその反応が秒単位で進行するほど早く、処理に失敗すれば社会的に大きな影響を与えることが明らかに予想されるようなときに)、思考のパニックが引き起こされることが多い。



【第5図】  
思考の停滞時におけるシステムの制御

かからなくなって先述したと同じ形態の「どうしよう?」「何とかしなければ…」という思考の攪乱へと逆もどりするケースも考えられる (負。マイナスの方向でよいフィードバックがかかり、攪乱現象を増幅してしまう)。

「事故発生→人間因子による対応能力の低下・事態の把握ができない→思考のパニック発生→個人差ならびにその状況にもよるが一般的には数十秒から数分間の思考停滞→思考の停滞からの脱出→問題解決」にいたるまでのプロセスを図式化してみると、第5図のようになる。もしこの思考のパニ

「何か重大なトラブルが発生した!」→「どうしよう?」この一番初歩的ともいえる単純な図式の場合も思考のパニックにつながる。もう一段身構えた「何かが起こった!」→「何とかしなければ…」という図式の場合も、そのあと「何が起きてしまったのか」という事故内容までわからないときは、やはり思考のパニックに陥る可能性がある。さらには自分の職務上の責任を感じて、「何とかしなければ」と思い「何が起こったか」を調べるために情報収集に躍起になってしまったが、かえって情報の洪水におどらされてしまって、何が何だかまったく訳がわからなくなってしまった結果、先へ思考が進まなくなり、また正の (プラスの) フィードバックも

ックが人間因子によって引き起こされる人間につきものの弱点であって、避けて通ることが不可能であるならば、むしろこの思考のパニックについての対応策、具体的には思考の停滞を軽減させ、停滞時間を限りなく短くする工夫が必要になってくるであろう。しかしそうした工夫を論じるに先立って、もう少し思考のパニックについて、人間因子と思われる諸側面をみてみることにしよう。

### (3) 思考のパニックの四形態－背後要因としての人間因子

思考のパニック現象には、比較的軽症のものから順に列記すると、①短絡思考、②緊張思考、③虚脱思考、④暴発思考の四つのパターンがあるように思われる。思考のパニックをひき起こすと考えられる条件は、

- (a) 緊急の場面に直面して起こる
- (b) 何がどうなったか、わかっていない
- (c) もちろん対応の手段、適切な問題解決策をもたない
- (d) チーム全体に瞬時にして共通の心理・生理状態（恐愕反応）が形成される
- (e) 秒刻みで事態が転移し拡大するという点の予備知識はある
- (f) 事態が悪化すれば社会的に甚大な影響（衝撃）を与えることが予想される

という6項目に集約することができる。またこの条件は上記のパニックの四つのパターンに共通してみられるものである。

緊急時の人間行動にみるもっとも顕著な劣性（特性ではなく）は、「人間としての信頼度が低下する」という点に求めることができる。つまり緊急事態に直面したときの人間の対応能力の低下という問題である。因みに柳田邦男氏は著書『恐怖の2時間18分』（『諸君』1980年5月号・文芸春秋新社）の中で、航空機事故の調査データによると、パイロットは離陸時のエンジン喪失とか客室火災、着陸滑走時のパンクなどの異常事態が発生すると、秒刻みで自らの死と直面することになるため、緊急度も高くなり、緊急操作は高度に熟練したパイロットでさえ、16%もの誤った判断を伴い、事故を悪化させたり、脱出の手順を失わせたり、情報の入手からその判断、そして操作にいたるまでの各段階で、対応能力が著しく低下すると説明している。またさらに同氏は、情報入手の段階では、「異常な指示、あるいは動きをする計器等にとらわれ過ぎる（情報の偏重）」「警報ランプや警報音が次々に作動し、どれがもっとも重要なものかわからなくなってしまう（情報の洪水）」「短時間で多数の情報を得ようとするため、対象が動き過ぎて、情報内容が質的に低下する」「目は動いているが情報入手の作用は果していない」などの点を指摘し、続く情報判断の段階では「いろいろの計器類から自分の正しい位置や姿勢を知るとか、エンジン不具合の状態を正しく診断する能力が低下する（情報総合能力の質的量的減退）」「もっとも重要な情報だけを選出・抽出する能力が低下する（総合情報からの抽出能力の低下）」「記憶されている情報と正確に比較対照して、事象の定義を下す能力が低下する」「思いついたことが正しいか誤っているかを今一度再点検してみるだけの余裕がとれない」等の傾向に陥ると、述べている（55～56頁）。

この柳田邦男氏の指摘は航空機のパイロットに限らず、原子力プラントや化学プラントの運転要員にもあてはまることだと考えられる。もっとも私が検討したかぎりでは、これらの対応能力の低下は、思考のパニックの分類の上では、まだ重症ではなく、①の短絡思考かあるいは②の緊張思考

の枠にはまるものであろう。

このあと私は思考のパニックの四形態について、それぞれ実例を引きながら説明しようと思うが、この種の事例研究はきわめて少なく、したがってまた参考文献の数も少ない。それもそのとおりであって、このような突発的な事故やトラブルがそう度々あっては困るのである。原子力プラントの場合、わずかにTMI事故にこの種の実例を見ることができる。その他、やや共通性のある事例としては、航空機にみる事故、自動車の事故がある。いずれにせよ事故から得た教訓は、安全のために100%生かさなくてはならない。

### (3-1) 短絡思考 (short thinking)

思考の正しい手順を省略して一気に結論の部分に達しようとする思考法。例えばAという課題が与えられたとき、正しい手順でいくならば、当然A→B→Cという中間の思考操作を行い、キチンと確認を行った上で解決点Dに到達するところを、B→Cのプロセスを中とばしてしまったり、A→B間の先とばしをやってしまったりして、急ぎD点にもってゆこうとするところにこの思考法の誤ちが発生する。

A→B→C→D〔正しい手順の思考法〕

A→B…→C→D〔B-C間の中とばし：誤ちを起こしやすい省略法〕

A…→B→C→D〔A-B間の先とばし：誤ちを起こしやすい省略法〕

A→B→C…→D〔C-D間の後とばし：誤ちを起こしやすい省略法〕

こうした思考法が緊急時に出現する理由は、一刻も早く原因を、対応策をという焦り、それに「思い込みmind set」が関係している。計器の読み取りやコントロールパネルの操作をマニュアル（運転手順書）の指示どおりの順序でやっていないとか、やってはいけないとされている「順序の逆転」をやってしまって、かえって事態を悪化させてしまうケースがこれである。

パイロットの緊急脱出のさいには、機首を人家のない海か山の方へ向ける、という手はずになっている（このように教育され訓練されているはずである）ところが、自分の生存が極度におびやかされている緊急事態においては、もうこれだけの余裕はなく、機首を人家のない方向へむけてから脱出という手順を省略してしまい、本当なら「緊急事態発生により操縦不能→機首を民家のない方向へ→脱出」となるところを、「操縦不能→脱出」という図式で示されるような短絡思考に陥ってしまうケースが、わが国で過去に二件あった。

その一つは、航空自衛隊機F104が訓練を終えて小松基地へ帰投する途中、落雷のため操縦不能になり金沢市内の民家密集地に墜落。115戸余の家屋全半焼と23名の死傷者を出した事故である（昭和37年2月8日）。もう一つは、横浜市緑区の住宅地に厚木基地を発進したアメリカ海兵隊・岩国基地所属のRF-4Bファントム偵察機がエンジン火災をおこして民家へ墜落。パイロット2名はパラシュートで脱出。しかしその脱出の時点で高度が500mはあったはずだから、機首の方向定めは可能だった、といわれている（昭和52年9月27日・住民1名死亡、重傷8名、民家1戸全壊）。在日米軍への反感を買う不幸な出来事であった。

その三は、1969年1月14日夜、アメリカ・ロサンゼルス国際空港の手前10キロの太平洋上に墜落大破（死者4名、行方不明11名）したSASスカンジナビア航空・ダグラスDC-8-62型機の

場合である。この事故は、ロサンゼルス空港への着陸許可を得て車輪を出す操作をしたが機首前輪の引き出し完了を告げる「ランプ」が1個点かなかったため、機長はこれに気をとられ、航空機関士と何度も出し入れ操作をくり返しているうちに（機の位置と高度を副操縦士と相互に連繋して読み合わせをやりながら視認せねばならないところを、脚下げ確認ランプにすっかり気を取られていて、高度が海面から300mまで下ってくるまで計器の読み取りを怠っていた）、高度が通常より大幅に下がり過ぎ、気づいたときにはすでに手遅れで、高度を回復する間もなく海面に着水してしまったというものである。

米運輸安全委員会が調査した結果では、大型航空機は複数乗員による共同作業であるゆえに、乗員は決められた職務分掌にしたがって操作せねばならないのに、機長は副操縦士や機関士の分担にまで手を出した上に、その操作の内容を他の乗員に知らせなかったため、着陸接近時の飛行原則である計器のチェックの相互分担と確認が崩れたことにあった。また計器パネルには機長が気づく前からすでに高度の低さを示す警報灯が点いていたことが調査の結果で明らかになったが、機長・副操縦士ともにこれに気づいていなかった（井戸剛『人間－機械系の話』NHKブックス・149～152頁）。

この事故から私たちは二つの重要な教訓を受けとめる。一つは、時間の進行に対して変化率の大きい巨大システムや精密で複雑なシステムを操作するときは、職務上の分掌を明確にし、チームワークが最大限に発揮されるよう日頃から乗員間の意志疎通を密にしておく必要があるということ。二つには、「ランプ」1個に気をとられ（注意がそこへ集中してしまい）、他への気くばりが欠けてしまっていたこと、すなわち「ランプ」が点かなかったら、前輪が完全に脚を出していないのかも知れないのだから、即刻着陸態勢を解除して（着陸復航して）十分に高度を保ってから、機内でのチェック、地上からの視認等の手を駆使すべきであったはずである。これも短絡思考のひとつであるといえる。着陸態勢に入ったからといって、かならずしも着陸せねばならないということはないのに、着陸のためには「ランプ」が点いておらねばならないということのみに注意が集中し、そのうちに高度の方が下がり過ぎてしまったのである。このとき本当なら、機長は「着陸態勢に入った→前輪の脚出し（ギアダウン）確認ランプがつかない→着陸とりやめ→復航・高度回復→機内での点検・地上からの視認→再度着陸態勢に移る→無事着陸」ともっていくべきだったのである。ところが同種の事故というのはくり返しおこるもので、1972年12月29日夜、アメリカ・マイアミでおきたトライスターL1011型エアバスの墜落事故（死者99名）は、着陸態勢に入っているときに、ただ1個の「ランプ（前輪の脚下げを示す青ランプ）」が点かないという種の故障に乗員全員の注意力が奪われ、4分間も高度計の監視を怠っているうちに、自動操縦装置（オートパイロット）が切れてしまって高度が下がり、ハッと気がついた時には万事すでに遅く墜落してしまったというのである。これも先のスカンジナビア機とまったく同じ失敗をくり返している。

この事例について少し詳しくみるならば、このイースタン航空のエアバス・トライスターL1011は着陸態勢に入り、前車輪のギアダウンを行ったが、その確認を示す「青ランプ」が点灯しない（実は脚下げは正常に機能していたのだが、時価わずか12ドルのランプが切れていただけであった）ので、機長は管制塔に「着陸復航（ゴーアラウンド）」の報告を行ったあと、着陸復航のための上昇（600mまで）を行いオートパイロットに切りかえた（セットした）。次に機長と副操縦士は添乗していたロッキード社の技師とともに（操縦席を離れて！）操縦室の下のハッチをあけて、前輪脚下げの状態



を調べたのである。結局、ギアダウンは正常に行われていたことがわかり、「青ランプ」それ自体の故障であることがわかったので、「青ランプ」のとりかえを始めたが、その作業が終らないうちに（約2分間のうちに）、なぜかオートパイロットが切れて（OFFになって）、どんどん機体は降下しつづけ、それに気づいたときは、もう機首を立て直す余裕をなくしていたというのである。ではなぜオートパイロットが切れてしまったのか。滞空時間29000時間という大ベテランの老練パイロットがなぜこのようにして席を立てまで、直接着陸には影響しない、しかもたかだか3000円くらいのランプ1個の修理に注意が集中してしまったのだろうか。パイロット・ミスだと断定するのは容易だけれど、ここから何か重要な人間因子（human factors）をひき出し、語ることはできないであろうか。

ひとつにトライスター機のオートパイロットはスイッチをOFFにしなくても操縦桿を前に押し下げるとか、一定以上動かすと自動回路が解消されてしまい、マニュアル制御にもどってしまう設計になっていた。ところがランプの修理のさいか、あるいはハッチをのぞくため軀を動かしたさいに、パイロットの軀が操縦桿に触れ、オートパイロットをOFF状態にしたと推察されている。しかしこの機種には高度が下がり過ぎた場合、警報チャイムが1回、赤ランプが高度が下がるたびに（一定数の75mごとに）点燈されて注意を喚起する設計になっていた（ただしイースタン航空はパイロットへのよけいな刺激を与えないために、警報ランプは750m以下ではつかないように変更して使用していた）のに、なぜこれに気づけなかったのか。

二人のパイロットは「オートパイロットの状態で復航させた」ことへ万全の安心（過信）をいだいていたことが、結果的には裏目に出たといってもいいかもしれない。いずれにせよこの機長は、①双方の操縦士が同時にいかなるときにも席を離れてはいけないという鉄則をやぶり、②警報チャイムを聞きのがし、③飛行に支障をきたさない「青ランプ」1個の修理なら着陸してからでもよかったものを、わざわざ空中でとりかえるという余計なことまでやってしまった——その結果、29000時間というパイロットとしての輝かしい記録と信頼を一瞬にしてすべて無にしてしまったのである。ここには、短絡思考につきものの「思い込み」がある。自動操縦だから大丈夫だという慣れと自信があった。しかし自動操縦装置だって、スイッチをOFFにしなくても、切れてしまう場合があることの忘却があった！故障したものは「直さねばならない（直しておくべきである）」という思考の短絡があった！（着陸してから取り換えるという手順を省略してしまった）。着陸態勢に入ったのにギアダウンの確認が得られないという緊張のあとで、大丈夫だったという安堵（一瞬の気のゆるみ）がランプの修理というまったく余計なことにまで手出ししてしまう人間因子の複雑さを、私たちは教訓として学びとることはできないものだろうか。

### （3-2）緊張思考（tensional thinking）

この思考の最大の特徴は、緊張のあまり一点に注意が集中してしまい、他の方面へ注意がゆきとどかなくなるところにある。突発的な緊急事態に直面したとき、人間は一瞬驚き、そして次の瞬間「何とかしなければ」と自分の職務上の責任にかられる。事故の渦中に閉じ込められ、しかもこの責任感の強い人ほど緊張思考に突入してしまいやすい。その結果（あとになってみれば）事態の把握と收拾のためには、そのようなことはどうでもよいもの（無視しておいてもよかったもの）に気をとられ、拘泥してしまい、ひとたび一点に注意が集中してしまうと、臨機応変に（柔軟に）視点を

変えて、他の方面の変化や情報をも比較観察して総合的に分析するというそうした思考が極端に限定されるようになる。これでは事態の正しい把握はできないし、当然、適切な対応策（解決策）を立てるまでにはゆかない。この実例はTMI事故の場合の運転員たちに共通してみることができる。つまり異常な指示、あるいは動きをする計器等にとらわれ過ぎるなどの特定の情報への偏重に加えて、情報総合能力の質的量的減退と、もっとも重要な情報だけを抽出する能力の低下がおこる。

TMI発電所の運転員たちは、最初のうち、一次冷却系の加圧器の水位計ばかりに気をとられている。計器の上では加圧器の水位は高く、一次系がソリッド（solid）になっていることを示しているにもかかわらず、炉心部は依然として異常高温のままであった。加圧器の逃がし弁が開き放しになっていることにまではまだ気づいてはいない。なぜECCS高圧注入系（緊急炉心冷却装置）が作動したか、その理由のみも込めていない。事故発生後1時間経過してから、試みにポンプを作動させて一次冷却系に少量づつ冷却水の注入を行ったところ、一次冷却水は激しく沸騰し、系内にキャビテーション（cavitation：気泡状態の蒸気）を発生させはじめた。これは一次冷却系の水量が著しく不足していることを意味するものなのに、これにも気づいていない。

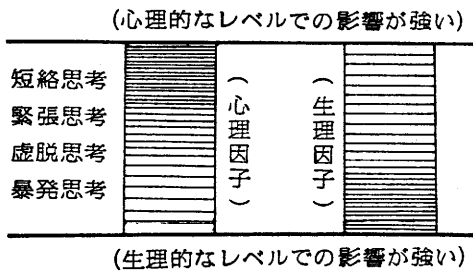
事故の渦中におかれた運転要員にとって、このとき一番必要だったのは、多くの情報にもとづいて事態を総合的に判断するという総合的思考法だったのに、過度の緊張が災いして、緊張思考の悪循環から脱脚することができなかつたのである。ところがここで興味深いことは、事故当時、所用で出かけており集中制御室にいなかった人物（運転課長）は電話で得た断片的な情報をもとに、事態を收拾する重要なポイントは一次系の圧力の変化を把握することにあり、とにかく一次冷却水の注入が不足していることが直接の原因で、炉心が露出した可能性が強い、と判断しているのである。コントロールルームの運転員や発電所の幹部たちが原因をつかめないでいるときに、現場から遠く離れたところにいた人物が、事故の真相を正確にとらえていたということは、『恐怖の2時間18分』の著者・柳田氏を指摘するとおり、これはコントロールルームにおける「マン・マシン・インターフェイスのあり方」を問う上で、非常に注目に価する実例である。

原子力プラントを管理し運転する人間もまた安全システムの一部である。安全システムが人間－機械－環境系の整合の上に構築されるものであるならば、単に緊急のためのバックアップ・システムを幾重にも設計するといったハードウェアだけの配慮では実効に乏しく、人間の側に立ったソフトウェア作戦を企てることによって安全操業を積極的に推進していくことの方が、むしろ有効であろう。TMI事故は私たちに、このことを教訓として残してくれたように思う。

### （3－3）虚脱思考（prostration thinking）

突発的な異常事態の直撃で精神的に大きなショックを受けることがあるが、このショック（衝撃）が原因で、一時的に頭の中が空っぽになり、手も足も出なくなるという一種の痴呆状態（空白状態）に陥る場合がある。これを虚脱思考と呼び、思考のパニックのかなり重症のものと考えている。

この思考は心理因子（psychological factors）よりも、むしろ生理因子（physical factors）によって動かされる場合が多い。すなわち短絡思考や緊張思考はどちらかといえば、心理因子との関わりが大きく、虚脱思考や後述する暴発思考は生理因子に深く結びついている。それを図示すると第6図のごとくである。



〔第6図〕思考のパニック現象と  
人間因子の関係

私が短絡思考や緊張思考より虚脱思考や暴発思考の方が思考のパニックの形態としては、より重症であるというその理由のひとつは、虚脱思考や暴発思考が生理的条件に直接連結していて、もろにその影響を受けてしまいやすい思考構造になっているためである。その論拠として、いくつかの実例をとり上げ傍証してみよう。条件反射理論で有名なソビエトの生理学者、イ・ペ・パヴロフがイヌを使って実験をしていた時代のことである。ある日、豪雨による増水で、パヴロフの研究所周辺が洪水に見舞われたことがあった。当然のことながら犬小屋のイヌたちは不意の洪水に襲われ、生死の間をさまようという大打撃を受けたのである。洪水がひいたあとで、パヴロフが発見したことだが、かろうじて生き残ったイヌはことごとく（それまでに長期間、条件反射の学習を積み重ねてきたイヌたちだったが）、学習内容を忘れてしまっていたというのである。環境の激変にさいして、生体がいかにほど強い衝撃を受けとめるものであるか、このパヴロフにまつわる寓話のような実話は、端的に衝撃の深さを物語っている。

しかし生命をおびやかす環境の激変に対して、学習の痕跡を完全に喪失するという事態は何も動物にかぎらず、ひろく人間一般にも観察されることである。

生理学的にみるならば、一時的（一過性のもの）とはいえ、思考の手掛りとなるはずの学習痕跡を喪失してしまうほどの（したがって思考が停止するほどの）強烈な生体反応は、まず最初「異常事態の発生→恐愕反応」というかたちではじまる。恐愕反応には（a）反射性驚愕作用とも呼ばれ、失神・朦朧状態などの意識活動の低下、あるいは知覚や思考は活発に働いているが感情はまったく麻痺していて、もう恐れも不安も危惧の念もおこらなくなってしまうものと、（b）心因性恐愕反応と呼ばれ、ある緊急の出来事に対し、自分の判断や態度（attitude）を定める意識が働らき、その事態が自分に与える恐るべき意味を理解した後におこるもの、とがある。

恐愕という強い情動（emotion）がひきおこされたときには、一般に発達史的にみて、高次の精神機能が抑制され、麻痺する。したがって思考がこのように混乱したり停止状態にあるとき、主役を演じるのは、発達史的に低次の精神機能、すなわち身体的な反射運動である。

例えば人や動物が突如、危急な状況におかれた場合に引き起す二つの反応がこれである。第一は、野性の小鳥を捕獲してカゴの中へ入れたとたん、無茶苦茶に羽ばたいたり、飛びはねたりして逃げようとする。決して合目的なものではないこの行動を「運動乱発」というが、この形態には砲弾衝撃（shell-shock）と呼ばれ、戦場において激しい砲撃下で待機しているうちに、兵士が突如として恐慌状態（狂乱状態：panic）になって騒ぎ、わめき出し、夢中で壕の外へ飛び出そうとする場面をあてはめることができる（これは後述する暴発思考と同種のものである）。

第二は、意図的ではなく、不意の衝撃が原因で、不動になる場合である。これは「情動昏迷」と不可分の性質のものであり、例えば、戦場で敵味方双方の激しい応戦の真只中で、茫然停立している兵士のいることを指摘することができる（桜井図南男『日本精神医学選書』金原出版・昭和42年5月号所収）。虚脱思考はまさしくこの第二の形態である。この虚脱思考が一層進行すれば、その後

遺症として、記憶障害をひきおこすこともある。

記憶障害のひとつに選択性健忘というのがあるが、恐怖や極度の苦痛・不安など心的外傷が原因で（脳の器質的な損傷が原因ではなく）、突然に一定の情景や特定の人物・場所についての想起ができなくなり、また自分が誰れであるかもわからなくなって、徘徊したりすることがある。

記憶障害にまでゆかなくても、一時的な思考の停止＝空白状態は、火事や地震などの緊急時にあらわれるのが通例である。

1978年1月の伊豆大島近海地震のあとの調査によれば、まず「大ゆれに揺れたとき、とっさにどのように反応したか（何をしたか）」という質問に対して、「ラジオやテレビのスイッチを入れた」「声をかけあった」「火の用心を呼びかけた」「机の下にもぐった」「家具を支えた」など種々の適応行動をしたグループと何もしないで「立ちすくんだり」「黙って様子を見ていた」グループとに分れる結果となった。そして「揺れ」の度合が中間程度のところで適応行動が最大になり、「揺れ」の強いところでは、あっけにとられて、恐しくて手も足も出なかった、という傾向が読み取れるという（安倍北夫「災害時の人間行動」〔『都市災害の科学』有斐閣選書〕。したがって「ゆれの強さと恐怖との間にはかなりはっきりした正の相関が存在している（相関係数は0.92）ことから、人間は危機的状況に直面したとき、あまり強い恐怖にかられると、行動力が低下する（期待される行動力より30～40%も低減する）といつてよい」と（前掲書・127～130頁）。

自動車事故の場合、運転ミスで明らかに加害者の立場におかれた運転手が、頭をかかえて、ヘタヘタと道ばたにすわり込んでしまう光景をこれまでに何回か私は見たことがあるし、失敗して出火させてしまった当の本人が、茫然自失、動けなくなって煙にのまれてしまうケース。類焼はしないだろうと最初は心にゆとりをもって火の手を見守っていた矢先きに、ついに自分の家にまで火がついたのを見たとたんに、動転してしまって、金目のもの（商品のミンクのコート）から持ち出すべしとそれまで考えていたことが、どこかえすつとんでしまい、あとはもうがむしやりに物を手当たり次第かき集めて逃げ出した。あとで気がついてみたら、店の商品のうち高価なものは何ひとつなく、下着のような日用雑貨を持ち出していたという話（酒田市の大火）もある。

「緊急非常の場合、われわれの視野は極端に狭窄され、時間的展望は今の短い見透ししか利かなくなり、比較判断は大雑把になり、価値判断は歪み、かつ粗雑になる。場合によると、単純で間違いないような知覚すら変容してくる」（前掲書・133頁）。

高層ホテルの火災は世界にあとをたたないが、5階に宿泊していて、かろうじて助かった人の体験によると（1973.6.18：釧路オリエンタルホテル）、「室にまで侵入してきた煙においつめられて、ガラスをたたき破り、外の空気を吸いに顔を外へ出すたびに、下の地面は近寄ってきた」という。「はじめ5階の窓から見おろした地上は、とても飛びおりられるようなものではなかった。ところが煙がひどくなり、呼吸がくるしくなり、脱出が不可能に思われれば思われるほど地上面はせり上ってきて、むしろ飛びおりたい衝動をおさえることに懸命であった」（前掲書・133～134頁）。

危機的状況における知覚の変容は、状況認知のさいの情報の歪曲、または欠落をひきおこし、状況判断のさいの推理と総合思考を停止させ、手足による操作の誤動作を顕現させる。高度に訓練されたジェットパイロットでさえ、機体に異常発生→パラシュートで脱出という緊急場面においては、①ボンヤリとしてしまって覚醒水準が低下する ②知覚伝達が低下したり麻痺したりする ③判断力の低下ないし停止 ④思考が固定して発展しない ⑤全く操作を行わない——などの異常反応が出

現するという（黒田勲『航空心理学入門』鳳文書林）。

### （3-4）暴発思考（thinking of spontaneous discharge）

暴発思考とは危急行動のひとつであるが、高次の心理機能が恐愕情動反応によって攪乱された結果、適正な思考をとまなわない（合目的ではない）身体運動反射となって表出される場合をいう。したがって心理因子よりも生理因子によって動かされる率が大であり、恐怖とか極度の不安といった情動の昂まりによって行動が支配される。

この種の情動（emotion）をひきおこす大脳皮質の部位はどこかということ、古い皮質（archicortex）のなかの視床下部（hypothalamic）であることが解剖学的な研究によって判明してきている。

暴発思考の実例としては、先述した「戦場における砲弾衝撃を受けた兵士の運動乱発」や「高層ビルの火災で、逃げ場を失なった人たちが、高層部の窓から次々と身を投げるといった極限状況（1972.5.13：大阪千日前の雑居ビル7階・キャバレー・プレイタウンの火災事故・窒息死118名、墜落死22名）」を指摘することができる。

暴発思考において特徴的な第一は、目的達成のために合理的かつ適正な手段を用いるという思考の基本が失なわれてしまい、目的のためには「手段をも選ばない」動きが乱発するところにある。東京消防庁が主婦を対象に起震車を使って、地震のさいの消火能力を調査したことがある。実験室内には、ガスコンロ2個、瞬間湯わかし器1個、反射型の石油ストーブ1個を置き、揺れ出したらこれらの火気を切ってもらおうよう指示した上で（火は点けていない。元栓をとめるだけでよいと指示）、震度6で実験をおこなってみた。

ところがその結果たるや、惨澹たる有様で、瞬間湯わかし器の不消火もしくは不完全消火は41%、石油ストーブにいたっては55%である（ガスコンロは全員消火できた）。慌てた主婦の中には、煮えたぎっていると想定されているナベを素手でおろしたり、ストーブのコックがなかなかひねり切れないために、両手がかえ込んで消そうとした者もいるのである！（安倍北夫「緊急時の人間行動」『都市災害の科学』有斐閣・124～125頁）。いかに頭の中で、「何とかしなければ」という消火目的が働いたとしても、あとの手段が合理的でなく、結果的には単なる身体運動の乱発に終わってしまう場合もおこりうることが容易に想定できるのである。

消防署に119番の緊急電話が入る。「火事です！助けて！お願いします！」と女性の息せき切ったうわずった声。119番のオペレーターはすかさず「あなたの家はどこですか？住所は？番地は？名前は？」とくり返しきいているが、もうそれを聞きとる余裕もない様子。「火事でーす。来て下さい。…もう逃げます。逃げます」という声でしり切れトンボになってしまう事例が多い。突発的な緊急事態に直面したときは、人間は「聞く」という機能が喪失してしまい、あとは叫び声（絶叫）か無意味な運動の乱発に終わってしまう。

運転免許がもらえたので早速新車を買った。主婦がその新車のハンドルをにぎって車の出し入れの練習をはじめたとたんに、自分の子供が不意をついて車の前に走り出てきた。驚きあわててブレーキを踏もうとしたが（自分では急制動をかけて停止させねばと思ったが）、足の運動が適正にゆかず（ブレーキペダルにまで足がゆかず）、アクセルの上に足をのせたままの状態で、力一杯踏み込んだために、車はなお一層前へ急発進し、子供をブロック塀に挟み込むような形で圧死させてしま

うという、何とも不幸な出来事が京都で発生したことがある。

暴発思考の第二の特徴は、たとえ目的意識が働いたとしても、それを適切な動作に結びつける運動反応がともなわないため、結果的には目的行動が失敗に終るという形態がみられることである。

機体のトラブルでパラシュートによる緊急脱出をよぎなくされた航空自衛隊のジェットパイロット74名を対象にインタビューを試みたその調査内容が、黒田勲氏によって報告されているが、第7図のごとく運動反応の面では、①事故収拾には効果のない、ただ習慣的な操作をくり返す ②誤ってハンドルやレバーを動かす ③力の制御が悪く、過大な不必要な力を用いる ④無目的ででたらめな操作を続ける ⑤全く操作を行わない——などの明らかに適切とはいえない操作形態がみとめられたとのことである（黒田勲『飛行とところ——航空心理学入門』第4章3節、鳳文書林・1977年）。

段階別	行動のパターン
入力段階 (視覚・聴覚などの感覚機能)	a) 異常を指示する計器などにとらわれすぎ、正常な指示をする計器などは無視される。 b) 知覚情報、たとえば視覚の対象の色が変化したり、大きく見えたり、動きが実際のそれ以上に遠くに見える。 c) 短時間のうちに多くの情報を得ようとして情報内容が低下する。 d) ボンヤリとして、覚醒水準が低下する。 e) 知覚伝達が低下したり麻ひしたりする。
情報処理段階 (知覚・判断・思考などの意識)	a) 情報統合能力の低下 b) 必要情報の抽出能力の低下 c) 記憶情報の活用力の低下 d) 判断力の低下ないしは停止 e) 余裕時間を過少に評価し、あわてて思考過程を省略する。 f) 全く別個のことを考える。 g) 思考が固定して発展しない。
出力段階 (手や足による操作として)	a) 習慣的操作をおこなう。 b) まちがってハンドルやレバーを動かす。 c) 力の制御が悪く、過大な、不必要な力を用いる。 d) 緊張しすぎて円滑な操作が困難となる。 e) 無目的、でたらめな操作をつづける。 f) 全く操作をおこなわない。

〔第7図〕 緊急時の人間行動パターン（黒田）

ておく。この箱の一番奥の天井部分に網のホツレをあらかじめこしらえておき（見たところではわからないように）、力一杯そこを押せば、その部分だけが非常口のように押し広げられて、脱出できるように仕掛けてある。

②点火する。発煙剤の煙がたちこめる。徐々に火勢が強くなる。白ネズミ（実験対象はこのネズミ1匹だけ）はすぐこの異常に気づく。ネズミは火事の現場へ駆けつける。あたかもそれが何であるかを確かめるかのように。

③火災に近づくとピクツとして立ちどまり、鼻をピクつかせ、立ち上り、慌てて退却する。しかしすぐまたじっとしていられず反転して火のところへ戻る。

④何回もこの行動をくり返す。そのくり返し行動のテンポは次第に早くなり、火元と火の気のない

暴発思考が合目的でない運動の乱発である点に特徴をみることは、再度述べた。暴発思考を惹起する主原因は、高次の精神機能による制御外の純粹に生理学的な問題であるように思われる。このことは動物実験で証明することが可能である。安倍北夫氏は著書『パニックの心理』（講談社・昭和49年）において白ネズミを使ったパニック実験を次のように紹介している。

#### 〔実験A〕

①長方形の金網カゴの下に紙や木屑をおき、それに発煙筒をバラした材料をかけ

ところの往き来だけでなく、あちこち駆けまわるようになる。

⑤火の勢いが強くなり安全な地帯が狭まるにつれて、逃避口を見つけるというよりも、残された空間内を無茶苦茶に、かつ衝撃的に突進してまわる。

⑥この衝撃的な突進行動は、ますます火の手が強くなり運動範囲が極端に狭くなるにいたって、一段と激しくなり、ついに奥の天井部分にぶつかり、そこに頭を押し入れて懸命にもがく。

⑦しかしこの偶然に得た脱出口からは無事脱出はできず、むなしく下へ落ちてしまう。ネズミの白い体毛は火で焼かれて焦げ茶色に変色し、口ヒゲも焼けてチリチリになった。

⑧次の瞬間、白ネズミは再び天井に飛びつき、網を押し開き、今度は狂気力のすさまじく、金網をいっきに突きぬけて、脱出に成功した。

### 〔実験B〕

①Aの実験に使った白ネズミを30分ほど休息させた後、こんどは他の4匹のネズミと一緒に同じ実験箱にれ、再度同じ形態の実験を試みる。すでに火事に対する危急行動に成功し、体験を積んだこの白ネズミは、未経験の4匹の中ではどのように行動するであろうか。

②～⑤略

⑥経験ずみのネズミは他の4匹に比べて、その動きの速さ、活動範囲の広さ、力強さにおいて、明らかに他を抜き出ている。

⑦5匹の集団の動きと1匹の時とを比較してみると、1匹の時は常に安全地帯で動きまわったのに対し、5匹の集団の時は、火災地帯にまでめっちゃくちゃに踏み込み、より激烈で支離滅裂な断片的行動をとるようになった。この結果、相互のぶつかり合い、反発、妨害も顕著になる。

⑧経験ずみのネズミは一度はたしかにあの非常口へ向ったように思われる。しかしそこへ衝撃的に暴れまわる他のネズミが体当たりし、つき落してしまう。あとは5匹が炎の中で荒れ狂うのみ。1匹が倒れたその上に1匹が、そしてまた1匹が重なりあって倒れ、結局1匹も脱出に成功しないまま死んだ(安倍・前掲書・137～138頁)。

「単独行動」ならば暴発思考の中でさえ、偶然に目的と合致して、危急行動が好転する場合もあるのに対し、集団の動きの中では、この偶然のチャンスを生かす場面さえ打ち消されてしまう、危急時における「群集行動」の一般的な特性が非常によく再現された実験であったように思う。

ではなぜ危急時における暴発思考が「単独行動」の場合は軽減され、「群集行動」の場合はそれが多発するか(すなわちなぜ「単独行動」の場合は好転のチャンスをつかむ可能性があるか)というと、

(1) 集団構成員の間で、互いの恐怖反応や逃避反応が強烈な刺激となつてとらえられ、かえってこれが個々の危急行動を増幅させる結果につながる→「心理的干渉作用」

(2) 同じ空間内に複数の生体(人間)がおり、それぞれが支離滅裂な危急行動をおこなうことによって、互いの行動がいたるところで妨害され、極度に自由が束縛された状態になる→「物理的干渉作用」

——という二つの「干渉作用」が暴発思考にさらに拍車をかけることになるからである。

	機 械	人 間
1	物理量の検出 (感覚器官)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○味覚、臭覚の点では機械は人間に及ばない。</li> <li>○認識と直接結びついた検出は人間独自のものである。</li> </ul>
2	操 作 (操作器官)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○非常に多くの自由度をもち、各自由度は互いに巧妙に協調し合った制御を受け、三次元的に多様な運動を行なうことができる。</li> <li>○視覚とか、触覚、重さ、変位などの操作器官自身もつ感覚器官からの情報が操作器官の制御にみごとにフィードバックされる。</li> </ul>
3	思考判断 (データ処理機能)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○複雑なものから特徴を抽出する能力、パターン認識、帰納、えんえきの能力、ノイズの中にもうずもれたシグナルを読み取る能力、連想、発見、創造など高度の思考作業の点では機械は全く人間に及ばない。</li> <li>○データ処理特性の柔軟性、適応性、学習能力などを備えている。</li> </ul>
4	耐 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>○休息を必要とする。</li> <li>○許しうる環境の変化は限られている。</li> </ul>
5	信 頼 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>○緊急事態には精神的な影響を受ける。</li> <li>○意識レベルの低下などによって、誤まった判断、動作が増加するおそれがある。</li> <li>○人間の信頼性を増すためには、肉体的、精神的な健康管理を必要とする（作業に対する意欲、責任感など）。</li> <li>○特性が、経験量、練習量などにより変化する。</li> <li>○予測されなかったような新たな事態にも応じることが多い。</li> </ul>
6	人間との間の コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>○人間によって動かされるシステムでは、他の人間組織との間のコミュニケーションが容易である。</li> </ul>
7	効 率	<ul style="list-style-type: none"> <li>○軽く、コンパクトである、パワーも100 W 以下である。</li> <li>○人間である以上、感覚器官、頭脳、操作器官、移動のための足などを単一ユニットとして備えている。したがってそれ自体万能である。</li> <li>○感情的である。</li> </ul>

〔第8図〕 機械の特徴と人間の特徴



この「心理的干渉作用」は結果としてより一層「物理的干渉作用」を強め、「物理的干渉作用」は逆にフィードバックして「心理的干渉作用」を強める。つまり好ましくない相乗効果をもたらすわけである。

#### (4) 思考のパニックを防ぐために

思考のパニックという問題は、安全システムについて考えるさいの重要な問題のひとつである。安全システム (safety system) は人間－機械－環境系 (Man－Machine－Media System) の整合 (matching) に求められる。いいかえるならば人間と機械の間の整合、人間と環境の間の整合、機械と環境の間の整合こそが、安全システムの基本だということである。人間 (ソフトウェア) と機械 (ハードウェア) のそれぞれの長所と短所を相互に補完しあう設計思想、つまり安全の哲学が必要ということであろう。

井口雅一氏は著書『人間－機械系』(情報科学講座・共立出版・第9章)において、機械の特徴と人間の特徴を第8図のように図表化しているの、それをここで援用してみよう。すなわちこれにしたがい、人間と機械の対比を試みたい。なかでも一番両者がきわだった相違を示すのは、「信頼性」についてである。

機械の場合、①適切に設計されたものは、あらかじめ決められた作業遂行に対する信頼性は高い  
②特性が一定してあまり変化しない——という特徴をもつものに対し、人間の場合は、①緊急事態には精神的な影響を受ける ②意識レベルの低下などによって、誤まった判断、動作が増加するおそれがある ③信頼性を高めるためには、精神的・肉体的管理 (作業に対する意欲・責任感・疲労など) を必要とする ④特性が経験量・練習量などにより変化する——という特徴をもつ。

ひとことにいって機械は、そのデータ処理機能ならびに制御操作の面において、あくまでも正確であり、高速であり、かつそれらの動作は固定的であるゆえに不変である (ただし故障が発生しない限り)。これに対して (機械が予定外の事態に対しては、まったく無能力であるのに対して) 人間は、予測されなかったような新たな事態にも応じることができ、したがってデータ処理にさいしても柔軟性をもち、とくに創造的思考の面では、非常に優れた特性をもち、制御動作においては自由度が高い。

さしずめこれら機械と人間の所有する相互の長所を組み合わせる (補完する) ことによって、安全システムが構築されるならば、それはかなりの効力を発揮することになるであろう。ここでとり上げた「緊急時における思考停滞と行動」というテーマは、とりまなおさず「安全操業のためのソフトウェア作戦」とでもいってよいものである。

緊急時における思考のパニック現象は、大なり小なり人間につきものの (個有の) 生体反応であるということの認識が、まず必要である。この認識にもとづいて、ではどのようにして思考のパニック現象に対処すればよいのか、その防止対策を講じるところにまで進むことになるはずである。

この防止対策としては、基本的に二つが考えられる。

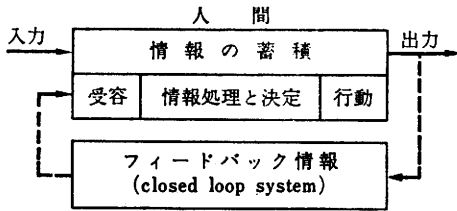
その一つは、機械の側 (ハードウェア) に立った対策であって、例えば「自動故障診断装置」や「緊急制御装置」などのバックアップ・システムを併設・連動させることである (第3図参照)。これにより故障の発生 (事故発生) →緊急制御といった人間の思考では攪乱されてしまっ、とっさに

は対応しにくい事態の收拾の役割をハードウェア面にもたせ、この方式で緊急課題を解決するゆき方が、やはり有効であろう。

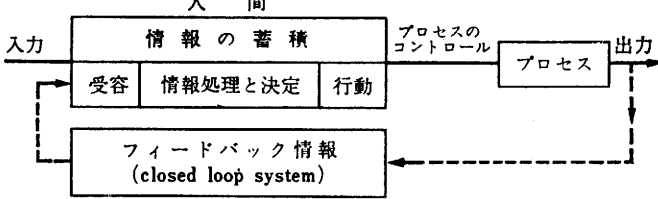
システムには、大別して、手動システム、半自動システム、完全自動システムの三方式があると思われるが（第9図参照）、手動システムの場合は人間がみずから、外界からの情報の受容と認知→処理・解析→判断・決定→反応・動作、それにフィードバック情報の監視にいたるまで、すべてが手動で行われるのに対し、半自動システムでは、情報の受容から判断までは人間が行い、フィードバック情報にもとづいて反応プロセス（制御段階）は機械が行うという、いわば完全自動化への中間的な移行段階にあるといえる。完全自動システムでは、情報の受容・認知→判断→動作（制御過程）→フィードバック回路のすべてを人間の代わりに機械が行い、人間はモニターとしての立場に移行される。このオートマチック・システムの代表的なものとしては、航空機における自動発着装置をもふくめた自動操縦装置（オートパイロット）と空港側（地上側）における無線誘導システムの総合システムをあげることができる。ここに人間の特性のおよばないところを機械が「補完 supplementation」していく実例を私たちは見るのである（『生命と機械』第2章・「生命と科学8」共立出版）。

第二は、純粋に人間の側（ソフトウェア）の対策である。

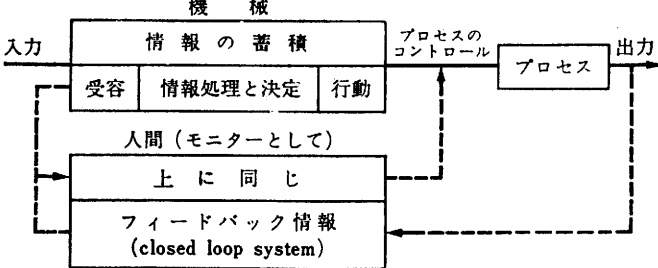
手動システム



半オートマチックシステム



オートマチックシステム



手動、半オートマチック、オートマチックな人間-機械系の模型的表示 (E. J. Mc Cormick)

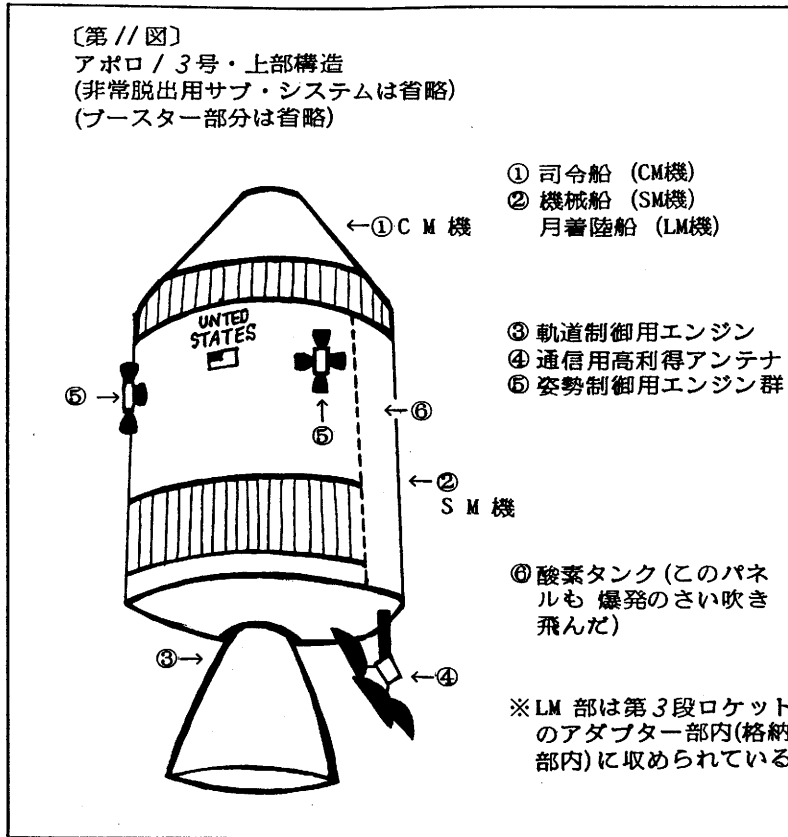
〔第9図〕

技術開発の点で急務とされていることは、当然第一の完全自動化という方向であるが、当面マン-マシ-ンシステムにおいては、機械側でのみ安全を求めるのにはまだ無理があり、それを操作・制御する人間の側で、できるだけ補ない、ハードウェア面での未解決の問題は、人間の努力によって「補完」していくという発想は依然として重要である。緊急事態をいち早く察知し（予知し）、それを回避する能力を会得するためには、やはり絶え間ない訓練の積み重ねが必要であると思われる。米ソ両国を先頭とする宇宙開発競争には、最高の技術と叡知が結集され、絶大なエネルギーが投入された。しかしこの宇宙開発

〔ソ 連〕	
1967.4.24	ソユーズ / 号が大気圏再突入後、パラシュートが開かず、地上に激突。乗員のコマロフ大佐が死亡。
1968.3.27	ソビエト国内のウラジミール州ノボショールコボ村で、人類初の宇宙飛行士ユーリー・ガガーリン大佐の乗ったジェット機が墜落、死亡。
1971.6.30	ドブロボルスキー、ボルコフ、バツアエフの三飛行士を乗せて、軌道科学ステーション「サリュート」から地球へ帰還したソユーズ // 号の船内事故で殉職。
〔アメリカ〕	
1964.10.31	アメリカ・ヒューストンのエリントン空軍基地で、フリーマン空軍大尉がジェット練習機の事故で死亡。
1966.2.28	米ミズーリー州セントルイスで、E.シー、C.バセット両飛行士の乗ったジェット練習機がマクドネル航空機会社の工場に接触して墜落、死亡。
1967.1.27	米ケープケネディ発射基地で、打ち上げ模擬テスト中のアポロ船内で火災が発生。グリソム中佐、ホワイト中佐、チャフィー少佐の三飛行士が焼死。
1967.10.5	米フロリダ州タラハッシ北方で、ケープケネディからヒューストンに戻る途中のC.ウイリアムズ少佐が乗った飛行機が墜落。殉職。

〔第10図〕 米ソ両国・宇宙飛行士による事故  
(地上での訓練中もふくむ)

はまたいくつかの尊い人命の犠牲の上に進められてきたことも周知の事実である（第10図参照）。と同時に、予期せぬ緊急事態の発生によって、死の一步手前まで追込まれながらも、危機を脱出し、奇蹟的に生還した宇宙飛行士も事実存在したことを、私たちは忘れてはならないであろう。



アポロ13号は不幸にも宇宙空間において、燃料電池用の酸素源として用いられている酸素タンクのうち、まず第2酸素タンクの故障をおこし、この酸素タンク内のヒーター回路の過熱によって酸素に引火、タンクが爆発、このショックで第1酸素タンクまでを作動不能にさせ、地上との交信用の高利得アンテナを破壊してしまった（第11図参照）。この結果、同機の諸システムを働かせる基本的な電力供給源を一挙に失ったのである。辛うじて月面着陸機LMは、独立した電

源と酸素など宇宙飛行士の生命維持に必要な資材を備えていたので、事故直後からこれらの利用で危機を脱する方策が考えられた（LM機では構造上、大気圏内に再突入し地球へ戻るわけにはゆかない）。アポロ13号は非自由帰還軌道にのってしまっているの、これをまず自由帰還軌道にまで修正戻さなくてはならなくなったが、SMに装備された主推進エンジンは点火に非常に大電力を要求され、しかも主力電源が故障をおこしているという危機状況なので、この使用を断念し、LM機の月面降下エンジンを使って軌道修正されることになった。結果は見事成功し、地上訓練にはなかった予想外の試みではあったが、窮余の一策としてLM機も緊急救命機として使用できること（冗長設計が効果を発揮した！）を証明して、アポロ13号は無事劇的な帰還をしたのであった（1970年4月11日発射→4月18日帰還：井戸剛『人間＝機械系の話』NHKブックス・40～55頁）。

因みに井戸氏は同書の中で、「アポロ13号の事故でシステムが最悪の事態に陥った際にも、宇宙飛行士は死の淵にのぞんだような感情はまったく露出することはなかった。むしろ冷静に状況を観

察し、対策を思考するとともに、地上からの矢つき早な指示に忠実で的確な反応を示した。これは、彼らが多年にわたって厳しい訓練と修練を積み重ねてきた結果以外には考えることができない。これに近い例はいくらでも見ることができる。乱気流に翻弄されて、垂直尾翼のほとんどを失なった米空軍爆撃機を、見事に操作して帰着させたパイロットがいる。わが国の民間航空パイロットでも四基のエンジンのうち二基が空中で吹き飛び、別の一基も作動を停止するという最悪の状態に陥ったジェット旅客機を無事着陸に持ち込んだ例がある」という。そして「パイロットの緊急処置で危機を寸前で回避している例もかなりあることは、そうした絶望感に陥いるのを救ってくれる。調査件数のおよそ三分の一は当事者の機転によって回避しているのであるから、やはり日頃の訓練の重要性を物語っている。仮に、当面マン・マシン・システムにおいて機械系側でのみ安全を求めるのに限度があるとしても、それを操作・運用する人間の側でできるだけその限界域を拡大してゆく努力はいぜんとして必要であり、貴重であることは論を俟たない。そして、異常事態発生を予知するとともに、それを回避する能力を体得するには、やはり絶ゆまぬ訓練や熟練を必要とする、と思われる」と語っている。

この貴重な事例は、ソフトウェアの面で、思考のパニックの防止対策を考える上での教訓になる。緊急事態発生時に強いヒューマン・ファクターの研究に役立つ。

マン・マシン・システムの極限ともいえる宇宙飛行士の候補者選定には、次のような適性資質を満たすことが条件になっている（井戸剛・前掲書・103頁）。

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1 一般的情緒の安定性    | 4 良好な対人関係      |
| 2 高い動機とエネルギー水準 | 5 過去に事故経験がないこと |
| 3 適切な自己概念      |                |

平凡なようだが、「一に訓練、二に訓練」という不断の備えが、いざというときにかんがりの効果を発揮するものであることは、上記のアポロ13号乗組員やB52パイロットの場合から推測して、もはや疑いようのない事実であるように思われる。突発的な事故の場面を想定した訓練の意義は、①いたずらに焦ったり興奮したりして、事故の状態を把握（状況認知）する上で、不可欠な「情報の収集」と「必要な情報の取捨選択」をおろそかにしてしまわない心構え（set, attitude）をつくり上げることができる（すなわち思考の空白時間をなくし、立ち上りを良くすることができる）、②熟練の度を深めることにより、冷静に状況を観察し、的確に行動することが可能になる（これによってたとえ一時的とはいえ、思考のパニックに陥ったにせよ、思考の停滞から脱脚するまでの時間を「限りなく短くする」ことができる）、③訓練を通じて獲得された経験や自信は、思考の停滞への遮蔽となる——という三つに求めることができる。

最後に、緊急事態に直面した場合のチーム・リーダーの果すべき役割について述べておく。

人間は不安定になればなるほど、権威あるものにイカリをつなぎたくなる。いわゆる「アンカリング・ポイント anchoring point」を求めるものである。ところが核になる人物がいない集団は動揺し、デマにおどらされやすく、不安や恐怖におびえ、環境の変化に対して身心ともに抵抗性が低下する、と指摘する研究者も多い（因みに、ベトナム戦争末期のころ、敗戦の色濃くなり、司令官がどこかへくも隠れてしまったあとの南ベトナム軍の兵士たちは、木の葉一枚の落ちる物音に対してもビクつき、逃げ腰になって動揺したと報道されている）。

緊急時におけるリーダーの一番の役割は、チームの構成員のための「アンカリング・ポイント」と

しての使命を果すことにある。決断力をなくし行動力を失なったリーダーの表情は、たちどころにチーム・メンバーにうつしとられる（以心伝心）。親がびっくりして動転すると、そばにいた子供もそれにつり込まれて動転してしまう心理現象があるが（ひとりが慌てると他の者もそれにつり込まれてしまうが）、ひとりが冷静でいて良い解決策を指示すると、他の者も安心してそれに同調し、事態は好転する——という集団心理もある。

緊急時に臨んで管理者の取る態度としては、

- 1 自分自身が思考の停滞からいち早く脱脚する
- 2 「何が起こったのか」という状況判断を確定させる
- 3 部下（チーム・メンバー）への情報伝達（指揮・命名）を迅速かつ明確に行う
- 4 部下を思考の停滞から脱脚させる

——というこの四項目が考えられ、これの充足が管理者には要求されるであろう。いいかえるならば、この四項目の充足こそが、チームリーダーとしての管理者の責任感の発露であり、またこうした作業の遂行によって部下との信頼関係はより一層深まり、さらに連帯感を高めるものである。巨大な産業プラントや複雑で精密なシステムを操作するときは、とくにチームワークが大切であるが、信頼関係で結ばれ、責任感と連帯感を十分に育て上げたチームは、能率も高く、かつ安全な操業を遂行するはずである。

## （5） アンケート調査とその内容の検討

緊急時には、本当に、思考の一時的な「停滞」や「パニック現象」が起こるのか。既述したように、理論的には確かに「起こりうる可能性がある」という結論に達している。ではこれに関して、産業界現場から生の声を聞くことはできないだろうか。このような観点から、私は末尾に示すとおり10項目にわたるアンケート調査を行うことにした。

この調査は勤務歴2～20年、年令35～40歳、現在原子力発電所の第一線で活躍している「当直長」「副当直長」という運転管理者を対象としたものであり、その対象者は8名と数の上では小規模なものであったにもかかわらず、結果は、「おそらくは、そうではあるまいが、しかしもしかしたら…」という程度の、当初の甘い私の予想を完全にくつがえして、まことに衝撃的な内容のものであった。すなわち「もしかしたら」という軽い危惧が、にわかに生々しい現実性をもって迫ってくる調査結果であった（その集計結果を末尾に掲載しておく）。

まず回答用紙を手にしてみて、第一に感じたことは、運転管理者の方々が非常に率直に、つつみ隠すことなく回答しているという印象である。そこで集計の結果を分析してみると、注目すべきことが二つあるように思われる。

そのひとつは、8名全員が何らかの形での突然のトラブルやアクシデントに直面したことがあるという事実である。しかもそのときのトラブルの原因は何であったかという問に対しては、「発電所内部のトラブル」であったと答えた人が、やはり8名全員いるということ。私のごく一般的な知識では、例えば発電所外部の高圧送電線に落雷があったりして、その影響でタービンなどに故障がおきたりすることはありうるだろうと思っていたが、むしろ原因は、発電所の内部にあったという答えは、大変に意外であった。

二つめに、突然トラブルが発生したそのとき、冷静に対応できたかどうか、という運転管理者としての「信頼性」に関する質問に対しては、半数4名の人たちが「冷静には対応できなかった」と答えていることである。

私は、人間の行動特性として、緊急事態に直面したときには、短絡思考・緊張思考・虚脱思考・暴発思考という四つの形態の「思考のパニック」に陥る可能性があると考えているが、なかには虚脱思考に陥ったと回答している運転管理者もいるということ。さらにはそうした思考の混乱や一時的な「停滞」があった時間はどのくらいであったかという点では、5秒から10秒と答えた人のほか、実に30秒から1分ぐらいと答えた人もいるということである。

この「虚脱思考」というのは、驚きのあまり、一時的に思考が止まってしまって空白になり、手も足も出なくなるという種類のものである。そしてこのような状態が、人によっては、30秒から60秒も続いたということは、容易ならざる事態であったといわねばならないであろう。

周知のように、巨大な原子力プラントの反応速度というものは、秒単位で進行するほど早い、といわれている。ということは、緊急事態が発生したときには、やはり1秒でも早く状況を判断し、適切な操作を行わねばならない、ということになってくるのだが、このときに、これだけの思考の空白時間があり、立ち遅れるということは、場合によっては、さらに状況を悪化させる可能性もはらんでいたということができよう。もっとも企業体がこれらを反省材料として、「技術教育」だけでなく、運転要員の「人間教育」にも力を入れ、今後の「努力目標」「改善目標」としている点は評価できる。

ここで一步話を前進させて、原子力発電は今後、安全確保の上でどうあるべきか。少し考えておこう。

たしかにわが国の原発は、スリーマイル島の事故から非常に多くの教訓を得たように思われる。この事故を契機に、わが国では、それまでのハードウェア中心の考え方からソフトウェアへの重点の移行、いいかえるならば、運転要員の「技術教育」から「人間教育」への発想の転換がはかられたということであろう。

私は、人間というものはもともと「本質的に事故多発者である」という命題にもとづいて、人間の側に立った安全システムを研究しているが、「己自身を知れ」という言葉もあるように、技術教育一辺倒に陥らずに、人間の行動特性をよく理解し、ヒューマン・ファクター（人間因子）の本当の姿は何であるかをよく理解させる、そうした人間教育が重要であると思う。

原子炉の制御方式は、これまでのマニュアル制御（手動式）のものやセミオートマチック（半自動式）のものにとってかわって、近く60年型の新しい世代へ移行するといわれている。60年型は自動的に故障を診断し、それへの対応をCRT方式で表示する機能などふくめて、高性能のコンピューターによる知能化されたフルオートマチックな監視システムが構成されるわけである。

もちろん緊急事態を想定したシミュレーターによる技術訓練は必要であるが、このように全自動化された制御方式は、先に述べたような、思考の一時的な停滞や混乱をカバーしてくれることになるわけで、ハードウェア面での改良として期待できるものといえる。しかし如何に機械側が高度に自動化されても、やはり制御の主体は人間にあることを忘れてはならないであろう。そして制御の主体が人間である限り、人間側のミスやエラーが入り込む余地は必ずあるといっても過言ではないであろう。参考までに、全自動化されたシステムも人間のごく平凡なミスによって、その安全性や

信頼性がくつがえされた二つの航空事故を紹介してみたい。

その一つは、既述したように、1972年12月29日、アメリカ・マイアミ空港近くで発生したイースタン航空・ロッキードL1011（トライスター）の墜落事故である。

これは自動操縦装置に切りかえて、故障した小さなランプ（前車輪の脚下げを示すランプであった）、これは実際の着陸には支障をきたさないものだったから、機を着陸させてから修理してもよかった）の取り換えを行っているうちに、どうしたことが自動操縦のスイッチがOFFになってしまい、パイロットたちが気づいたときは時すでに遅く、機首を持ち上げる間もないまま、空港手前の湿地に墜落した事件である。パイロットが操縦席から立ち上るさいに「うっかり」操縦桿を動かしてしまったため（このトライスターは自動操縦のスイッチをONにしている、操縦桿に6.5kgの力を加えて押すと、自動操縦は解除されるように設計されていた）、自動操縦装置はOFFになってしまったのである。明らかにこの事故は、コンピューター制御で完全自動着陸もやっけてのけるという新鋭のエアバスの高性能に、パイロットが「依頼しすぎた」その結果が、裏目に出た事例であるように思われる。

二つめは、1973年11月3日、アメリカ・ヒューストンからラスベガスに向って、飛行していたナショナル航空・ダグラスDC10・エアバスで発生したエンジン爆発による客室内の与圧破壊（気密破壊）という事件である。

この事故は、先のロッキード1011の場合と同様、自動化が進んだ機種であるゆえに起きたといってもいいような、いかにも人間的な要因がからんだ事件であった。操縦が自動化されることによって、機械そのものの「信頼性」が向上するのは当然のことだが、他方、パイロットたちの「省力化」が進むことにもつながっている。この「省力化」がパイロットたちを「油断」させ、「退屈」させるというまったく困った事態をひき起こさせることもありうる。ナショナル航空のパイロットがこれだった。DC10のパイロットは「退屈まぎれ」に自動操縦装置をONにしたまま、ジェットエンジンの出力計などをいじっていた。そのとたん、第三エンジンが爆発し、その爆発でとび散ったファン・ブレード（エンジンの回転羽根）が客室の一枚の窓ガラスを破壊したのだった。そして破れた窓から、ひとりの男性乗客が機外へ吸い出されるという戦慄すべき出来事が、人びとの目の前で展開したのだった。

完全自動化は、人間にすべて福音ばかりをもたらすものではない。高度に自動化されたからといって、事故が皆無になるわけではない。私はこの点を繰り返し、強調しておこう。

ともあれ、これまでは、原子力といえば、原子物理学者や原子力工学などの専門家の独り舞台だったわけであるが、私のように、人間の側から機械をみるという発想で研究している者にも、発言できるチャンスが与えられるようになってきたこと自体、ひとつの進歩であると考えたい。



## 緊急時における思考の停滞について

## —アンケート—

- (1) 運転要員としての勤務歴 ( ) 年。
- (2) 当直長になって ( ) 年。副当直長になって ( ) 年。
- (3) あなたはこれまでに、突然のトラブル(故障)やアクシデント(事故)に直面したことがありますか。(ある：ない)
- (3-1) それは当直長(副当直長)になってからですか。  
(なってから：なる以前)
- (3-2) そのときの原因は、次のうちのいずれでしたか。  
(発電所内部のトラブル)  
(発電所外部のトラブル)
- (※) トラブルやアクシデントに直面した経験のない場合は、(8)以下に答えて下さい。
- (4) そのときあなたは、冷静に対応できましたか。  
(できた：できなかった)
- (5) [冷静に対応できた人のみ] なぜ冷静に対応することができたのでしょうか。
- (6) [冷静に対応できなかった人のみ] どのような形態の思考状態(思考のパニック)に陥りましたか。該当するものに○印をつけて下さい。
- ①短絡思考 ( )      ③虚脱思考 ( )  
②緊張思考 ( )      ④暴発思考 ( )
- (7) 思考が停滞(あるいは混乱)していた時間は、どのくらいであったと思いますか。  
( ) 秒間ぐらい  
( ) 分間ぐらい
- (8) トラブルやアクシデントを想定した緊急制御のための訓練は、定期的におこなった方が効果的でしょうか。①②のいずれかに○印。  
①定期的におこなった方がよいと思う ( )  
②不意打ちにやった方が効果的だと思う ( )
- (9) 緊急時にさいしての心がまえとして(技術的な指導として)、新人にはどのようなことを教示してあげたいですか。
- (10) もしも今後、緊急事態が発生することもありうると仮定した場合、それは如何なる原因によるトラブル(あるいはアクシデント)であると思いますか。該当する事項があれば○印をつけて下さい。
- ①地震・津波・風水害 ( )  
②雷撃 ( )  
③火災 ( )  
④飛行機の墜落 ( )  
⑤その他 ( )

## 緊急時における思考の停滞について

## —アンケートの集計結果—

昭和58年11月9日・実施  
対象・運転管理者（8名）

(1) 運転要員としての勤務歴は？ 当直長・副当直長になって何年？

番号	1	2	3	4	5	6	7	8
勤務歴	13	20	18	2	19	18	13	18
運転管理職	当直長3年	当直長1年	当直長1年	当直長半年	当直長3年	副当直長4年	当直長3年	副当直長4カ月

(3) 突然のトラブル（故障）やアクシデント（事故）に直面したことは？

〔ある〕8名 〔ない〕0名

(3-1) 当直長（副当直長）になってからか？

〔なってから〕4名 〔なる以前〕5名

(3-2) そのときの原因は？

〔発電所内部のトラブル〕8名 〔発電所外部のトラブル〕1名

(4) 冷静に対応できたか？

〔できた〕5名 〔できなかった〕4名

(5) なぜ冷静に対応できたのか？

- 1 スクラム（原子炉自動停止）の原因が比較的早く把握できたため。
- 2 異常現象がはっきり把握できたから、その後の対応も手順書通り行えた。
- 3 加圧水炉のトラブル発生時は水の確保が第一であるが、その系統が充分使用可能であったためである。
- 4 時間的・精神的に余裕があった。早期に状況が把握できた。過去の経験が生じた。
- 5 原因等が警報発生と同時に判明したから。

(6) どのような形態の思考のパニックに陥りましたか？

〔短絡思考〕2名 〔虚脱思考〕1名  
〔緊張思考〕2名 〔暴発思考〕0名

(7) 思考が停滞していた時間は？

5秒間くらい（1名） 30秒間くらい（1名）  
10秒間ほど（1名） 1分間ほど（1名）

(8) トラブルやアクシデントを想定した緊急制御のための訓練は、どのようにしておこなったらよいと思うか？

〔定期的に〕6名 〔不意打ちに〕2名

## (9) 緊急時にさいしての心構えについて—新人への教示。

1. 対応の手順を覚えるだけでなく、その意味するところを理解すること。
2. 事態を把握してから（ひと呼吸してから）対応操作をおこなうように。
3. 何が一番重要な操作か、ポイントを2・3つかんでおくように指導する。
4. 今トラブルが発生したら、自分はどのような行動をとるべきか、常に考えておく。
5. 安全な場所に避難したら、上位者に連絡をとり、指示を受ける。
6. 自分が操作可能なパネルに付き、パネル変化等を連絡する。
7. 時間的余裕をもつように。状況判断につとめる。
8. 緊急時の状況把握に努めることが大切で、その後、処置（対応）に移ることを指導する。
9. 故障・事故が何時発生してもよいように、心の準備をしておく。そして第一に何をするかを考えておく。最初の操作ができるとスムーズに次の操作ができる。

## (10) もしも今後、緊急事態が発生することもありうると仮定した場合—その原因は？

〔地震・津波・風水害〕 2名      〔飛行機の墜落〕 0名

〔雷撃〕 0名

〔火災〕 3名

- 〔その他〕
1. 不特定の要素
  2. 経年劣化による装置の故障
  3. 人為的ミス
  4. 特定の原因は上げられない。