

航空における情報取得とパイロットエラー

垣本由紀子*

車と比較し、航空環境は三次元であるがための特殊な環境を提供し、それらが情報取得を阻害し、ひいては事故発生の誘因となることがある。低酸素症、空間識失調、低視程、時差ぼけ等々がその例である。これらに加え、パイロットは通信を媒体とし航空交通管制官と交信を行わねばならない。全ての航空機は、管制官の許可なく離発着を行うことはできないからである。不適切なコミュニケーションが重大な事故の引き金となることは、過去の事例が語っている。1977年のテネリフェ以降、顕著なテクノロジーの進歩にもかかわらず、コミュニケーションエラーに起因する事故は継続して発生している。情報取得のためのコミュニケーションの確保は安全の要であり、航空機も車も同様である。

Aviation Information Acquisition and Pilot Error

Yukiko KAKIMOTO*

Compared with the automobiles, flying environment offers the special environment to disturb information acquisition needed for flying; hypoxia, special disorientation, low visibility, and jet lag, etc. Adding these factors, pilots are requested to communicate with air traffic controllers (ATC) through telecommunication system. Without getting the clearance from ATC, every aircraft cannot take off and land. Past accident reports told us how inadequate communication induced very serious accidents. Since the Tenerife accident in 1977, aircraft accidents caused by communication errors between pilots and ATC's occurred continuously even though the technology advanced significantly. Adequate communication to get necessary information is the keystone both for pilots and drivers.

はじめに

ヒューマンエラーが事故原因となる割合は、その占める割合が異なるものの、それぞれの産業分野で極めて高いことでは一致している。航空では、7割から8割がヒューマンエラーであり、車の場合は9割である (Table 1, Fig.1)。Fig.1では、整備、器材なども原因としてあげられているが、器材を製作し整備するのも人間であるので、主要な事故原因はヒューマンエラーといっても過言ではない。

したがって、事故を減少させるにはヒューマンエ

ラーを防止出来れば事故の大半は防げるという安全の図式ができていく。

そのためには、エラーの実態を探り、なぜエラーが発生するか、そのメカニズムを探ることやエラー発生に寄与する要因を探ることが求められる。

事故率で比較すると、自動車事故の方が遙かに高いが、印象としては航空事故は頻発すると思われる。世の中のリスク認知においても航空機への搭乗はリスク認知の度合いが非常に高い。しかし人間の行動パターンから見ると、航空機の操縦も車の運転も媒介とするマシンが異なるだけで多くの共通点が存在する。車では、エラーの半数以上が入力段階に発生するといわれている。航空ではむしろ操作に関連する出力段階にエラーが多いという報告もあるが、入力段階での情報取得が重要であることには

* 実践女子大学生活科学部人間工学研究室教授
Professor, Dept. of Human Environmental Sciences,
Jissen Women's University
原稿受理 2000年7月17日

変わらない。本稿では、航空という特殊環境下で遭遇する情報取得を阻害する環境要因を述べながら、通信手段を介して行われるコミュニケーションエラーに視点をあて交通安全への話題提供としたい。

1. 航空環境と操縦とのかわり

車が2次元の平面を走行するのに対し、航空機は3次元を飛行する。高度というもう一つのファクターが車とは全く異なる環境を構成する。

第一に酸素と気圧の問題が存在する。航空機にとって気流が最も安定している成層圏は高度1万m以上、気圧は地上の約4分の1、気温はマイナス50度以下。もしそのまま外に放り出されたら生存できない環境である。酸素と気圧の問題は航空生理学の古くから新しい基本的課題である。

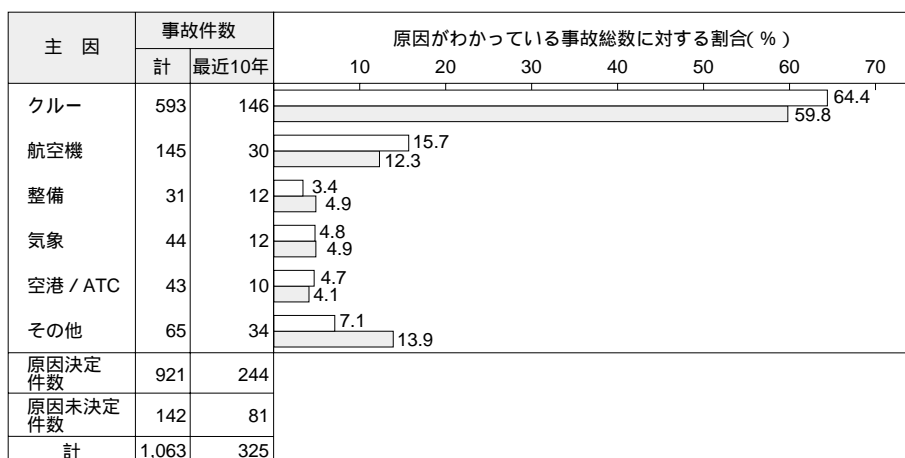
高度の上昇は、吸気中の酸素分圧低下となり、低酸素症(Hypoxia)の障害をもたらす。そのため酸素の供給なしには高々度のフライトは不可能である。ファイター機等は、酸素マスクを着用するが、民間航空機ではコックピットおよび客室を与圧することにより、低酸素症になることを防止している。低酸素症の障害を最も速く受けるのは視力の低下であり次いで脳である。与圧システムが故障すればたちどころにパイロットの操縦行動に影響が顕れることになり、過去の原因不明の事故事例の中には低酸素症が原因として疑われる場合が多く存在する。1985年に発生したJAL機の御巣鷹山墜落事故は、後部圧力隔壁の破損による急減圧により与圧環境が維持で

きなくなった例である。引き続いて1988年4月28日に発生したアロハ航空B-737事故も急減圧の例である。アロハ航空事故は、飛行中「バリバリッ」という大音響とともにキャビン左前方に大穴があき、アテンダント1名が吸い出された。前方の乗客は、まさに「青空の中にいた」と供述している。無事着陸し終えたとき、その異様な姿に世界中が驚愕した事例である。

Table 1 各産業界におけるヒューマンエラーに起因する事故の比率

分野	ヒューマンエラーに起因する事故の比率	発表者(年)
構造物事故	90%以上 70% (800件) 66% (287件)	Allen (1975) Hauser (1979) 前田 (1983)
ロボット事故	45% (18件)	杉本 (1979)
化学プラント事故	60%以上	林 (1979) 大島 (1980)
石油化学コンビナート 火災爆発	45~65% (483件)	高圧ガス保安協会 保安情報センター (1978~1982)
危険物向上火災	50% (1,270件)	上原 (1985)
製造業事故	40%以上	労働省安全年鑑 (1981)
航空機事故	70~80%	笠松 (1979) 黒田 (1979)
航空機・船舶 発電所事故	70~90%	Rubinstein (1979) Danaher (1980) Billings (1981)
医療事故	80%以上	古幡 (1980)
自動車事故	90%以上	橋本 (1979)

出典) 黒田勲『平成7年度宇宙開発事業団委託業務「ヒューマンファクターの研究」成果報告書』1996年。



注) 図中、□は1959~1995年、■は1986~1995年の平均値。ただしサボタージュ、軍関係事故、タービランスによる障害、避難時障害、兵役中の障害は含まれない。

出典) Boeing Co.: Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, 1995.

Fig.1 全世界定期航空機の事故原因とその割合

第二は航空機のスピードが著しく速いが故に、大陸間横断の国際線では短時間のうちにいくつものタイムゾーンを通過することである。生体固有のリズムが時差ぼけ (jet lag) の問題を生むことになり、航空機特有の超長時間フライトの問題を提起することになる¹⁾。現地時間では覚醒水準が低下する就寝時間タイムであってもフライトを継続し、現地時間とは全く異なる目的地に到着することになる。夜間走行はトラック輸送業界等でも日常的に行われている。ドライバーは、時差の影響を受けることはないが睡眠時間帯に走行するという点ではパイロットと共通である。パイロットは航空会社に勤務する間中、時差の問題と闘うことになる。

第三は、第一に関連するが温度・湿度の環境要因が存在する。外気温は先に述べたとおりであるが、機内の湿度の低さ(約10~20%)も直接操縦パフォーマンスへの影響はないものの、皮膚、粘膜、眼などの乾燥をもたらす。特に風邪ひきやコンタクトレンズ装着の場合には、不快な経験をすることが多くなる。

他に環境問題としては、加速度(G)、振動、グレア、等がある。特に加速度(G)の問題は、ファイター機がかかえる宿命である。車では正常なストップで0.25~0.45Gであるが、航空機ではゆっくりした旋回でも2~3G、ファイター機では5~8Gの負荷が人体にかかることになる。民間機の場合は、乗客に負荷がかからないよう過激な旋回は行われない。また着陸の場合もできるだけGがかからないようレーダーに誘導されながら、3度のグライドパスでゆっくり降下するのである。

第四は、3次元であるが故に、2次元では経験できない錯覚や錯視が生ずることである。パイロットの間で「Vertigo」という言葉が聞かれるが、これはパイロットが経験する錯覚のことである。空間の中で自分の位置が分からなくなる錯覚は「空間識失調」とよばれている。空間識は、主として視覚情報、平衡感覚情報そして体性感覚情報から形成される。地上においては、地球の中心に向かう重力が空間識を形成する上で重要な役割を担っている。したがって雲中、夜間、霧・ヘイズ、雪中など視覚の手がかりが少ない空中においてはたいへん体験されやすいことになる。三半器官のリンパ液の作用が空間識失調に関与していると言われるが、回転を伴った場合、それが顕著に顕れる。回転機動の激しいファイター機においては、時に星と漁船の灯りとを錯覚し海面

に激突するなど、この例が報告されることがある。民間機においても、雲中雲の状態により自機より高い高度に他機が飛行しているにもかかわらず同高度で接近してくるような錯覚にとらわれ回避したつもりが実際は同高度で2機が衝突という事例も報告されている。このようにパイロットは航空計器の指示値と自分の感覚とのギャップに悩むことになる。計器指示値が正しいにもかかわらずパイロットは、自分の感覚を頑強に信じたいくなる傾向がある。霧・ヘイズなどは地上走行においても、危険な要因であることにはかわりない。

霧・ヘイズの最大の問題は視程が悪くなることである。車の運転においても霧やヘイズ(薄い霧やもや)により前方が確認できず、気が付いてブレーキを踏んだときはすでに遅く、追突事故ということも過去に多く発生している。航空において、視程の悪さが顕著に影響するのは着陸の場合である。滑走路が確認できない限り、パイロットは代替飛行場へ移動しなくてはならない。代替飛行場へと即断できるほど視程が悪ければ、迷わず行動出来るが、間もなく視程がよくなりそうだという地上からの情報

Table 2 航空事故の生理心理要因(垣本, 1983)

項目	発生頻度 (%)
疲労・睡眠不足	9.7
意識喪失	3.7
空間識失調	9.7
低酸素症	3.7
退屈または単調感	1.2
不注意	8.5
一点集中	36.6
注意の転導	13.4
物事へのこだわり	29.3
意欲過剰による過緊張	4.9
自信過剰	11.0
不安・焦燥感	24.4
バニック	4.9
器材に対する信頼の欠如	3.7
	N=82

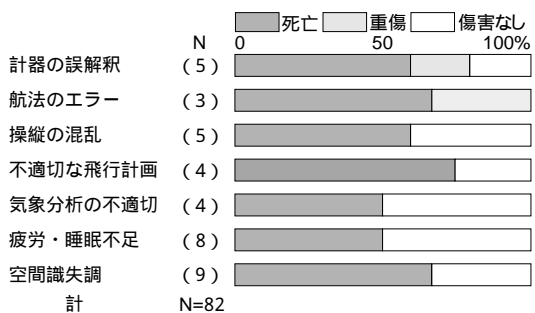


Fig.2 パイロットエラーが原因で死亡事故になった割合(1970~1980年)(垣本, 1983)

を受けた場合には、出来る限り目的地に着陸したいという願望もあり、何回かゴーアラウンド（着陸復航）を試み上空でホールディングしながら回復を待つことになる。着陸出来るか出来ないか、まさにパイロットにとってのジレンマゾーンである。まれにゴーアラウンドを繰り返すうちに脚出しを忘れて、事故になりそうになったケースもあり、実際過去にそのような事故も発生している。

これらの環境要因は、パイロットが必要とする情報を取得する上で大きな阻害要因となっていることがわかる。見ることおよび見られることの重要性は、車も航空機も同様である。

Table 2は、なぜエラーが発生したかの理由を生理心理的要因から過去の事故データを分析した結果である²⁾。限られた対象と事例ではあるが興味ある結果が得られた。

最も割合の高いのは、「注意の不適切」（注意の転導 本来向くべき方向と異なる方に注意が向くこと、一点集中、いわゆる不注意）など他の産業分野における事故原因の中でも筆頭にあげられる項目である。航空独特の問題である「空間識失調」は約10%、前述した低酸素症が約4%発生している。さらに死亡事故と結びついた割合をみると（Fig.2）、「不適切な飛行計画」同様、「空間識失調」の場合、約60%である。当事者が正常であるがゆえに経験される「空間識失調」がいかに危険であり、いかにパイロットが、情報取得の上でジレンマに陥るかが理解されるところである。

2. パイロットに求められる資質³⁾

官民を問わず今日パイロット一人を教育するのに必要な経費は、2～3億円と言われている。約2年で操縦士の資格を取得するが、機長への道のりはそれから約10年を要する。長いトレーニングを経てはじめて得られる資格である。この間、多くのパイロ

ット志願者が、それぞれの課程の中で不合格となり、その中で生き残った人達のはじめて機長の資格を取得するのである。Table 3は、パイロットに求められる資質を示した³⁾。平均以上の知的能力を有し、情緒的に安定し、身体的にも優れていることが求められている。

3. 運航システム

車は、ドライバーが車を運転することで終始するが、航空機の場合は、1回のフライトを実施するためには多くの職域の人との接触を必要とする。操縦は操縦士が行うが、操縦士だけでは飛行出来ない。他者との関わりの中での適切なコミュニケーションが求められる（Fig.3）。さらに特徴的なことは、コミュニケーションは通信系統を経由して間接的に行われることである。すなわちコミュニケーション相手の顔が見えないことである。表情、目の動き、手振り、身振りなど重要な情報伝達の一つである非言語コミュニケーションは多くの場合使用出来ないことである。

さらに、車はドライバーの意志で、運転を開始し、終了することが出来るが、前述したようにパイロットは航空交通管制官（ATC）の許可なくしては離陸・着陸は行えない。管制官からの指示により、他の航空機に関する情報を得、衝突を免れたり、航空機で込み合うターミナルでは、着陸の順位を受け取り、管制官の誘導を受けながら着陸を行うのである。またパイロットはタイムリーな天候情報を管制官から受け取ることが出来る（最新機種では気象情報は自動的に流れてくるシステムを有している）。

車は必要とあれば、いつでも（安全を確認しての上であるが）どこでも停止することが出来るが、航空機は一旦離陸したら途中で飛行を中止する事は出

Table 3 パイロットに求められる資質（岡上、1977）

1. 平均知能よりも高い知能水準
2. 一般視力
3. 反応速度の迅速性と恒常性
4. 距離判断力と見張能力（注意配分と範囲）
5. 視知覚機能の動作機能に対する相対的優位性
6. 姿勢判断力と方向感覚力
7. 速度判断力
8. 偏りのない性格
9. 情緒安定性
10. 自己抑制力
11. 耐単調感性
12. 共感性（相手の心理状態の推測了解）

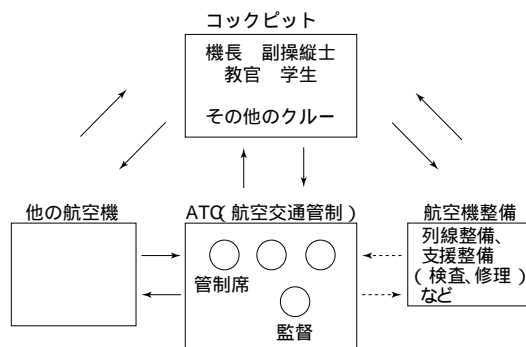


Fig.3 航空システムにおける「他者とのかわり」

来ない。着陸しない限り停止することはできない。これは民間機の場合であるが、ファイター機の場合は、空中で緊急事態発生の場合、航空機を脱出し、落下傘で降下することは可能である。しかし、緊急事態の発生高度や周辺状況などにより常に成功するとは限らない。

4. 操縦行動について

操縦行動も運転行動も情報処理過程である。すなわち、感覚器を通して各種情報を取り込む入力段階、入力した情報を選択し、大脳で処理する中枢処理段階、そして決断、行動の決定を行い、手、足、言語、動作などによりコミュニケーションや操作を行う出力段階とである。具体的にどのような行動を行うかを示すとTable 4⁵⁾ のようになる。

一連の情報処理過程については、いろいろなモデルが使われるが、Fig.4に示すWickens⁶⁾ のモデルや人間能力とタスクデマンドとのバランスが成立している間は事故は発生しないというFig.5がよく使われている。研究者の数だけモデルがあると言われるほどモデルが存在しこれが決定的というわけではない。情報処理モデルが前提としていることは、中枢段階でのキャパシティを仮定していることである。一定時間内には一定の情報処理しか出来ないということである。

Table 4 Berlinerらによる操作・動作

知覚的プロセス	情報を採り、受ける	検出する 読み取る 概観する	点検する 受信する	観察する 走受する
	物、行為、事柄を見分ける	判別する 見定める 位置決めをする		
中間的プロセス	情報処理をする	範疇化する コード化する 補間する 作表する	演算する 算定する 箇条書きを送る 翻訳する	
	問題解決、意志決定を行う	分析する 比較する 計画する	演算する 算定する	選択する 推定する
コミュニケーション		助言する 監督する 伝達する	応答する 指示する	通信する 要請する
運動的プロセス	単純もしくは離散的	起動する 切り離す 押す	閉止する 接合する セットする	接続する 移動させる
	複雑もしくは連続的	調整する 同調させる	配列する 追従する	調節する

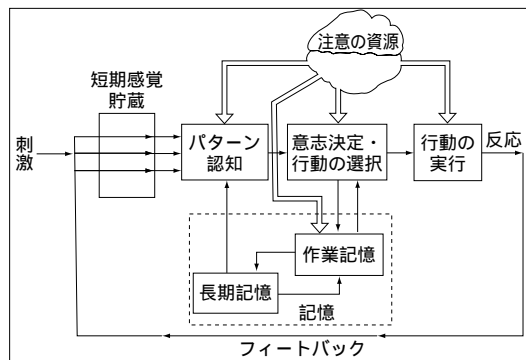
出典) 参考文献5)。訳は早稲田大学黒田研究室による。

航空機の操縦は、大きく二つに分けられる。すなわち、連続的操作と非連続的操作とである³⁾。

連続的操作は、車のハンドルに相当するスティック(操縦桿)により行う操作である。前後左右に動かすことにより、航空機の姿勢を上下左右にコントロールする。また、航空機の方向を制御するのはラダーである。通常は方向の制御であるが地上では踏み込むことによりブレーキとしてはたらく。さらに、車のシフト切り替えに相当するスロットルレバーがあり、推力の調節を行う。

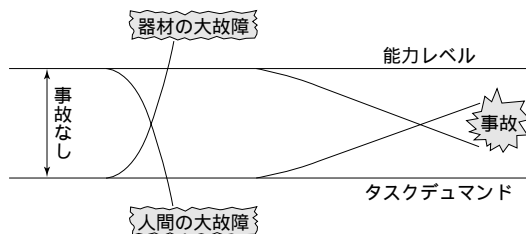
具体的なエラーとしては、例えば、スティックやパワーの不適切な操作により滑走路手前に着陸したり、着陸時、滑走路から逸脱する場合。また高度計の読み誤りにより山腹や海面に激突しそうになる場合、あるいは実際に事故となった場合などがこの例である。特に高度計に三針計が用いられていた時代には、頻繁に高度の読み誤りが発生し、悪名高い三針型とされ、人間工学が発展する端緒となった。

非連続的操作は、フラップの上げ下げを行うフラップレバー、離発着時に必要な脚の上げ下げを行うための脚(ギア)ハンドル、スピードをコントロールするスピードブレーキ、ラジオスイッチ、航法装置のスイッチ等々を上げ下げする操作である。



出典) 参考文献6)。

Fig.4 情報伝達モデル



出典) Zeller, A. F. : Three Decades of USAF Efforts to Reduce Human Error Accidents, AGARD- cyp-254, 1978.

Fig.5 事故発生モデル

具体的エラーとしては、管制官との交信中の聞き間違い、聞き損ない、通信の誤解釈など、交信エラーが筆頭にあげられる。本題のテーマである情報取得上の不具合が発生することになる。ギアやフラップについては、着陸時においてフラップの下げ忘れやタイミングのずれ、ギアの出し忘れによる胴体着陸事故が発生している。

一方、航空機の運動という面からは、平衡運動と非平衡運動とに分けられる。平衡運動は、空力的あるいは重力的に釣り合っている状態で、水平直線飛行がこれに相当する。非平衡運動は、空力あるいは重力的に釣り合っていない状態で航空機の姿勢の変化を伴う場合である。上昇、降下、旋回、アクロバットなどがこれらの例である。

ヒューマンエラーの発生から考えるならば、情報処理のそれぞれの段階にエラーが介入することになる。情報取り込みの段階である入力段階では、「見誤る」「見損なう」「聞き損なう」「聞き間違ふ」などのエラーとなる。中枢処理段階では、情報選択の誤り、情報処理の誤り、判断・決定の誤り、課題解決の誤り等々あり、出力段階では、間違った操作、操作量の間違い、必要な操作をしない、言い間違い、など動作・操作に関連したエラーが発生する。

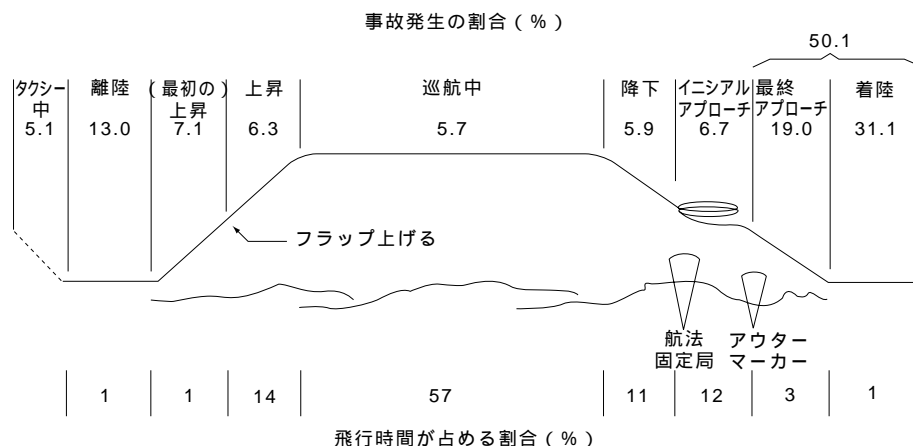
Fig.6は、離陸から着陸までのどのフェーズで事故が多く発生するかを示している。全飛行時間のうち巡航のフェーズが57%と最も時間占有率が高い。しかし事故発生率の最も高いのは着陸時で、次いでファイナルアプローチ、そして離陸の順である。着陸時と着陸前のファイナルアプローチとを併せて事

故件数の50%を占めている。両者の飛行時間の中で占める割合はたかだか4%である。着陸時は1%の時間しか占めていないが、事故の3分の1の30%がそこに集中している。いかに着陸時がリスクが高いかが推測できる。離陸・着陸とが、併せてクリティカル・イレブンミニッツ（危険な11分）と呼ばれているゆえんである。理由は、航空機そのものが不安定になること、短時間にしなければならない多くのタスクが集中し航空機操縦が難しい時期であること、多くの航空機が集まるターミナルであること、管制官とのやりとりが忙しい飛行フェーズの中で行われること、そのため注意の一点集中や注意の転導が起こりやすくなる等の理由が複合的に絡み合って事故が発生するものと思われる。

入力段階からスタートする一連の操縦行動の例をFig.7に示した。縦軸は、情報処理器官であり、横軸が時間軸である。三角形、菱形などが、動作の単位（タスク）を現している。航空機の操縦は、無数のタスクから構成されていることになる。

5. 情報取得とコミュニケーション

パイロットが長年修得した操縦技術が、存分に生かされるためには、適切で時宜を得た情報が円滑に流れなければならない。その中でパイロットは連続的に「状況認知」を行わねばならない。状況認知が円滑に行われない場合、最悪の場合は事故ということもあり得る。パイロットは常に現在のパフォーマンスの状況を知り、地形を把握し、高度を把握し、他の航空機の位置関係についても十分把握していな



なければならない。

パイロットは飛行中の情報を、視覚的には航空計器から、そして操縦席の窓から獲得し、聴覚的には、コックピット内の他のクルーや、通信により管制官から取得する。しかし、離陸から着陸までの間、運航に最も密接に関わる情報は、管制官から得られる情報である。

そのためパイロットには、次のことが求められる。
管制官からの言語によるコミュニケーションと指示を正確に聞く

環境の変化を適切に認知する

パフォーマンスに影響を与えるであろう天候の状況を先へ先へと予測する

情報獲得のためには、コミュニケーションがいかに大切か、Nagellは、Billingg(1981)を引用し説明している⁷⁾。Billinggsは、NASAに自発的に報告されるASRS(飛行安全報告制度)のデータベースから12,000件を分析した。その結果73%が航空システム内の情報伝達の不適切に起因するという。さらにその内85%が言語によるコミュニケーションであり、他は視覚情報の取得失敗であると述べている。それから約10年後の1993年、Connellは、ASRSに寄せら

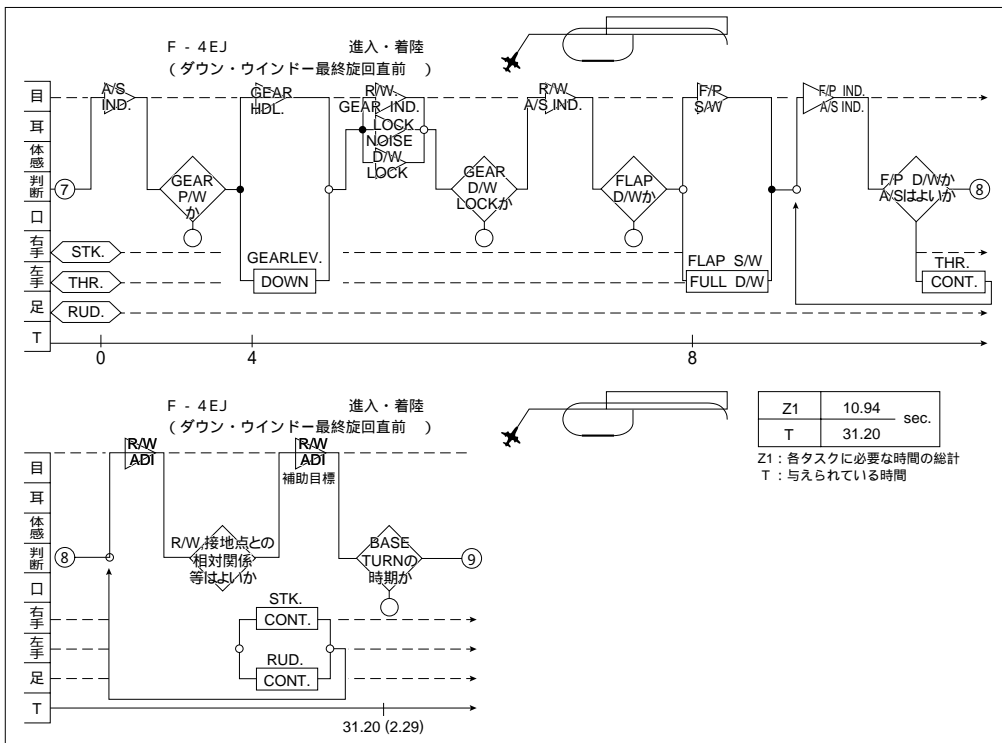
れた報告中、特にオペレーションに関する6,844通のうち、パイロット、管制官の両サイドにどのような不適切なエラーがあるか分析した⁸⁾。コミュニケーションの不適切に起因する割合が高かったことではBillingsの場合と同様であった。

航空においては、通信を経由した音声コミュニケーションが、パイロットと管制官との間の重要なファクターであることが理解される。状況認知のためには音声コミュニケーションの正確な伝わりかたそして理解・判断が望まれることになる。

6. コミュニケーションエラー： テネリフェから23年

航空界で史上最悪の事故といえば、1977年3月27日カナリア諸島テネリフェ空港で発生したジャンボ機同士の衝突事故である。583名の死亡と61名の生存者が報告されている。そしてこの事故は、パイロットと管制官との間のコミュニケーションの問題としても有名である。実際は「OK」ではないのに「OK」と解釈され、離陸を開始したオランダ航空KLMと滑走路にいたパンナム機とが衝突した事例である。

この事例は、今から23年前の事例であるが、その



注) Tは時間を意味する。

Fig.7 操縦動作分析の一例 (F-4Eの進入・着陸) (航空医学実験隊、1975)

後テネリフェの教訓は生かされているかという、必ずしも生かされていないようである。その証拠には、この23年間にコミュニケーション齟齬がきっかけと思われる小さな「テネリフェ」から大きな「テネリフェ」まで事故が継続して発生していることである。

いくつかの例を紹介する。

比較的最近の事例

1996年11月12日。インド、ニューデリー西。サウジアラビアB-747vs カザフスタン、イリュージン76が同一ルート上で衝突。350名以上が死亡。

同一ルートを指示した管制官のエラーが疑われている。ニューデリー空港の管制官は、サウジ機に高度約4,200mまでの上昇を許可する一方、空港に向かっていったカザフ機に4,500mに降下する許可を与えていた。衝突は4,500m付近で発生したと伝えられている。衝突時、管制官は高度差をつけて、同一コースを指示していたと言われる。

(朝日新聞、1996年11月13日号)

1979年2月15日。米国オヘア空港にて発生。フライングタイガーB-747vs. デルタ航空B-727のニアミス (Fig.8)。

当時、シカゴの南には低気圧が横たわり、オヘア空港の気象は、09時05分、M300オーバーキャスト視程1/2マイル、弱い凍雨、霧ともや、気温-5度、露点-5度、風080度10ノット、QNH29.87であった。デルタ349便B-727は、オヘア空港からフロリダ州オーランド行きの定期便であった。

0906分、乗客が乗り終わったところでタクシーの許可をもらった。「ランウエイは04R。アウトター、ストップ、イーストウエスト、そして14Rパラレルの各タクシーウエイを經由し、09Rの手前で停止せよ」。09時10分00秒、イーストウエストから14Rパラレルに曲がりかけたとき、349便は、管制所から09R横断の許可を受けた。「...そのまま進み、ランウエイ09Rを横切り、横断が終わったらタワーと交信せよ。周波数120.75MH」。

管制所の指示に従いデルタ349便は、09Rに入っていった。滑走路中央付近に近づいたとき、FO(ファーストオフィサー)は、視野の右端に機影を認めた。右から灰色のジャンボジェットが迫っている。しかも衝突コースである。彼は思わず警告の叫びをあげ、機長もその叫びと同時に巨大なジャンボの姿をみた。その瞬間、巨大な影が二人の目の前をかすめて通り過ぎた。

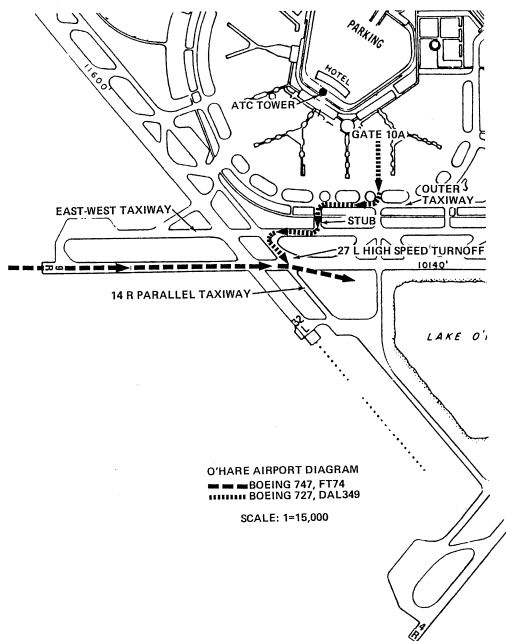
349便の目の前を通り過ぎたのは、フライングタイガー74便であった。74便はシアトル、オヘア、ケネディ各空港を結ぶジャンボ貨物便であった。着陸許可をもらい接地したとき、デルタ航空のB-727機が、こちらに気付いた様子もなくゆっくりとランウエイに入り始めている。74便の機長は、とっさにステアリングを右へ切った。ジャンボは16度ばかり向きを変え舗装面を飛び出した。芝生の上には積雪が6~9cmあり、その中を走行する状況でかなりのダメージを受けたという。

これは74便の機長のとっさの判断で、一人の死傷者も出さずにすんだ例である。彼の功績をたたえ、航空界から1979年

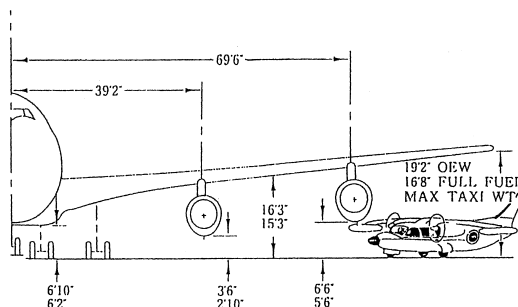
度ディーダリアン賞が贈られたという。

何故ニアミスが起きたかについて米国NTSBの結論は「オヘア空港の出発機担当管制官がランウエイ09Rの横断許可を出したため、デルタ349便は、タイガー74便との衝突コースへと動き出した。その上デルタ349便の機長とFOは、使用中のランウエイに入るに先立ち着陸機に対する視認の確認を怠った。さらに不適切な横断許可は、出発機担当管制官がレーダーに映っていた着陸機の映像を見逃したことにある。その理由は、アプローチコントローラーが、タイガー74便とその前の225便との間に定められている適切なセパレーションをとらずに、次の管制席にハンドオフしたことにある。さらにそれに気付किながらタワーコントローラーがミストアプローチの指示を出さなかったことによる」。

管制官席の間のコミュニケーションと管制官とパイロット



出典)参考文献9)。
Fig.8 コミュニケーション齟齬による地上衝突(ニアミス)



出典)参考文献9)。
Fig.9 コミュニケーション齟齬による地上事故(那覇空港)

との間のコミュニケーションとの齟齬が生んだ結果である。
(事故の詳細については参考文献9)を参照)

次に操縦席間のコミュニケーション齟齬による地上接触事故について紹介する。

1985年5月28日。那覇空港。全日空B-747vs 航空自衛隊MU-2。Fig.9を見ていただきたい。あわやというところで大惨事を免れた図である。

1985年5月28日の那覇空港は、朝から前線の影響を受け雷を伴う雨が降っていた。午前11時、雷がやみ、雨も小降りになった頃、この件が発生した。

11時14分、那覇空港ランウエイ18に全日空ジャンボ81便がGCAアプローチで着陸してきた。メインタイヤの接地後、機長はエンジンリバースを使いかけた丁度そのとき、突然前方左の誘導路E-2タクシーウエイにいた航空自衛隊MU-2機がランウエイの中に動き出してきた。機長はとっさに右のラダーを踏み込み、同時にエルロンを右に30度ほど切り、機種を右に振った。この操作が実に巧妙に行われたと評価されている。通常、パイロットが地上で機種を右に振りたいときは、右のラダーを踏むと同時にエルロンを左に倒し右翼の抵抗を増す。この場合、自動車のハンドルを右に切ったとき車体が左に傾くように、飛行機の翼も遠心力とエルロンの効果で左へ傾いてしまう。ところが、機長はエルロンを反対に右に使い、左翼をあげようとした。

いったんは、左に傾いたが、水平に戻り丁度右に傾いたときに、ジャンボ左外側にあるNo.1エンジンの下側が、MU-2の右の翼端と、そこに固定されている燃料タンクの上面をかすって通り過ぎた。

MU-2にとっては、恐怖の一瞬であったことには違いない。

問題はなぜMU-2が離陸許可が出ていないにもかかわらず進入を開始したかである。パイロットらは、許可が出ているものと勘違いしている。事故調査委員会の報告書によれば、機長は、副操縦士がタワーへ特別有視界方式による飛行許可を受け、それを復唱した時点で、すでにこれより前のタクシー中に離陸許可と特別有視界方式の許可を求めているので、副操縦士が復唱した段階で、間もなく許可がくると期待して離陸前点検を開始した。それを見た副操縦士は離陸許可がきたものと勘違いし、地上滑走を開始している。なぜならば、通常は離陸許可がきてから、離陸前点検を開始するのが普通であるからである。これを見た機長は、ますます離陸許可がきているものと確信したと述べている。この間お互いにコミュニケーションは全く確認を行っていない。
(事故の詳細については参考文献9)を参照)

なぜ、パイロットと管制官との間に齟齬が生じるのであろうか。

Table 5は、パイロットと管制官とのコミュニケーション齟齬に原因があると考えられている事例を載せたものである。完璧なリストではないがいかに継続して発生しているかが理解できる。

前述Connel⁹⁾は、不適切なコミュニケーション内容を次のように分析している。

管制官側の不適切なコミュニケーション

- ・何を、いつ、どのように伝えるかタイミングの不適切
 - ・管制相互のコーディネーションの不適切(前述オヘア空港の例にも見られる)
- パイロット側の不適切なコミュニケーション
- ・周波数の見落とし
 - ・管制官からのクリアランス(管制許可)の見落とし
 - ・他の航空機に対するクリアランスを自機にきたものとして横取りする
 - ・管制官からのメッセージ内容に疑義を感じながらも、管制官に確認せず、クルー内で解決をはかろうとする(メッセージをパイロットが誤解していることも含まれる)

「多分、管制官はこう話したであろう」と彼らが考えたり、期待していたように解釈してしまう。パイロットにとってのゴールデンワードは「Cleared for land / take off (着陸 / 離陸を許可する)」である。ここには、パイロットが管制官に聞き返さなかったり確認しない背景には、交通の混雑のため周波数が使えないという理由もあるが、聞き直したりするのはみっともないというパイロットのプライドが存在しているのではないかと分析されている。

おわりに

現在、航空機は第五世代に入ったといわれる。一方、管制器材の方も、テネリフェから23年経つ間に

Table 5 パイロット・管制官のコミュニケーション不適切に起因する事故のリスト

Date	Place	A / C of Collision	
1961 . 11 . 15	Logan	VISC	vs . DC - 6B
1971 . 1 . 29	Sydney	DC - 8	vs . B - 727
1972 . 12 . 20	O Hare	CV880	vs . DC - 9
1977 . 3 . 27	Tenerife	B - 747	vs . B - 747
1979 . 2 . 15	O Hare	B - 747	vs . B - 727
1983 . 9 . 14	Keirin		
1983 . 12 . 7	Barahas		
1983 . 12 . 23	Anchorage	DC - 10	vs . PA - 31
1985 . 5 . 28	Naha	B - 747	vs . MU - 2
⋮	⋮	⋮	⋮
1996 . 11 . 12	New Delhi	B - 747	vs . JL - 76
1996 . 12 . 6 (incident)	Naha	B - 35	vs . F - 4E

注) A / C ; Aircraft.

出典) 参考文献9) から抜粋・追加して作表。

は、著しい技術進歩が行われてきた。しかしそれにもかかわらず「テネリフェ」関連事故は消失していない。器材が改善されて作業負担が著しく減少した反面、別の新たな負荷がエラーを誘因しているというかたちである。

交通量の多さは一つの負荷になるが、一方では、負荷が少ない、暇なときに思わず習慣的に反応して大事に至ることもある¹¹⁾。車においては、走行中の車同士が行うコミュニケーション手段はライト（ヘッドライト、バッシングライト、ブレーキランプ）、ウインカー（方向指示器、ハザードランプ）、クラクションなどがあげられるが、言語コミュニケーションは含まれない。蓮花の研究では、交通環境使用者に適切に理解されていないと、コミュニケーション不成立となり極めて危険であると指摘されている¹²⁾。

「不注意だから、注意せよ」では、対策にはならない。不注意になろうと思わなくても、気が付けば不注意になっているのが人間の特性である。人間の注意に頼るのは限界があるという前提の下に、新しい考え方として、管制官を経由せずパイロットが自由にフライトするフリーフライトの考え方が存在する。空の交通整理をコンピューターにやらせてしまおうという発想である。しかし実用化には時間がかかりそうであり、現状は存続することになる。航空におけるコミュニケーションは、言語コミュニケーションのように互いに目で確認することなく、それぞれが頭の中でパターンを描きながらやりとりする通信媒体コミュニケーションである。描いたパターンと異なるとき、いつでも「テネリフェ」は、起こりうる可能性を内蔵している。

何となく「不安」とか「不安全感」を伴うとき、エラーのチェーンを断ち切るためには、われわれは思い切った「確認」を行うこと、これが正確な情報取得の上で必要ではないかと考えている。

[付記] 最近の事例として、2001年1月31日、焼津上空で発生したJAL機同士のニアミスは、パイロットと管制官とのコミュニケーション齟齬に起因した事故として、記憶に生々しい。編集作業中に生じた事例であるが、ここに一言つけ加えておく。

参考文献

- 1) 垣本由紀子「航空におけるヒューマンファクター - 操縦パフォーマンスに及ぼす断眠の影響とその対策 - 」『安全工学』38(6)、1999年
- 2) 垣本由紀子、加藤象二郎、中林孝則、岩本春雄「人的要因に起因する航空事故資料の分析(2)パイロットエラーと生理心理要因」『航空医学実験隊報告』24(3)、1983年
- 3) 黒田勲監修『飛行とこころ - 航空心理学入門』鳳文書林出版、1979年
- 4) 望月享子、垣本由紀子、今野義孝、大塚博保、生沼芳弘他『社会的関わりにおける運動行動』東海大学出版、1999年
- 5) Christensen, J.M. et al.: What does the operator do in complex system? Human Factors, 9(4), 1967
- 6) Wickens, C.D. and Flach, J.M.: Information Processing, from Human Factors in Aviation edited by Wiener, E.L. and Nagel, D.C. Academic Press, 1988
- 7) Nagel, D.C.: Human Error in Aviation Operations from Human Factors in Aviation edited by Wiener, E.L. and Nagel, D.C., Academic Press, 1988
- 8) Connel, L.: Pilot and Controller Communication Issues, from Methods and Metrics of Voice Communications, DOT / FAA / AM-96 / 10, 1996
- 9) 岡野正治編著『The Montage of Aircraft Accidents, 1』全日空、1990年
- 10) Kakimoto, Y.: Communication Transfer Errors in Aviation Systems, Proceedings of the International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Intellectual Human Activity Support for Nuclear Applications, 1997
- 11) 垣本由紀子「ATC作業におけるヒューマンエラー」『航空運航システム研究会雑誌』第4号、1987年
- 12) 蓮花一己「クラクションによる対人コミュニケーションの実験的研究」『交通科学』15(2)、1986年