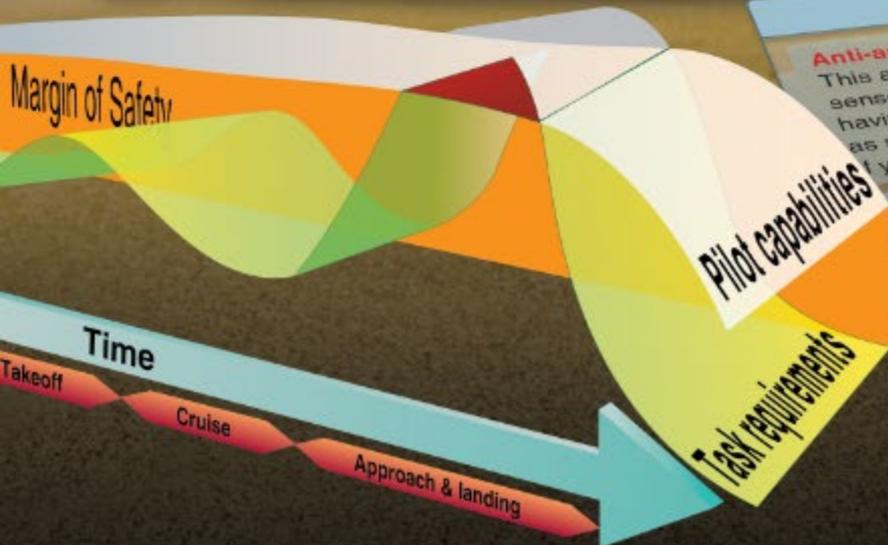
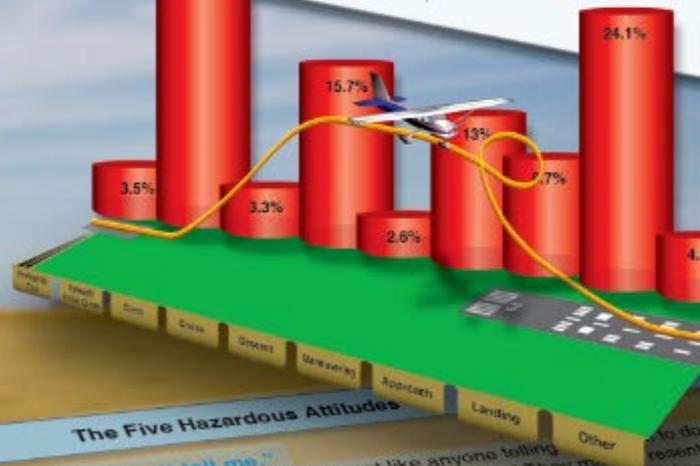
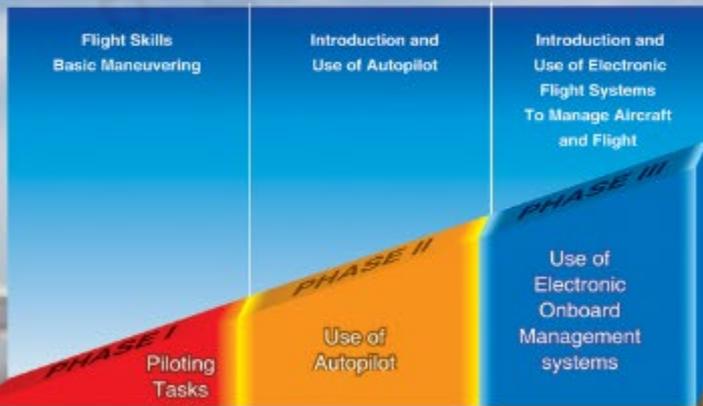
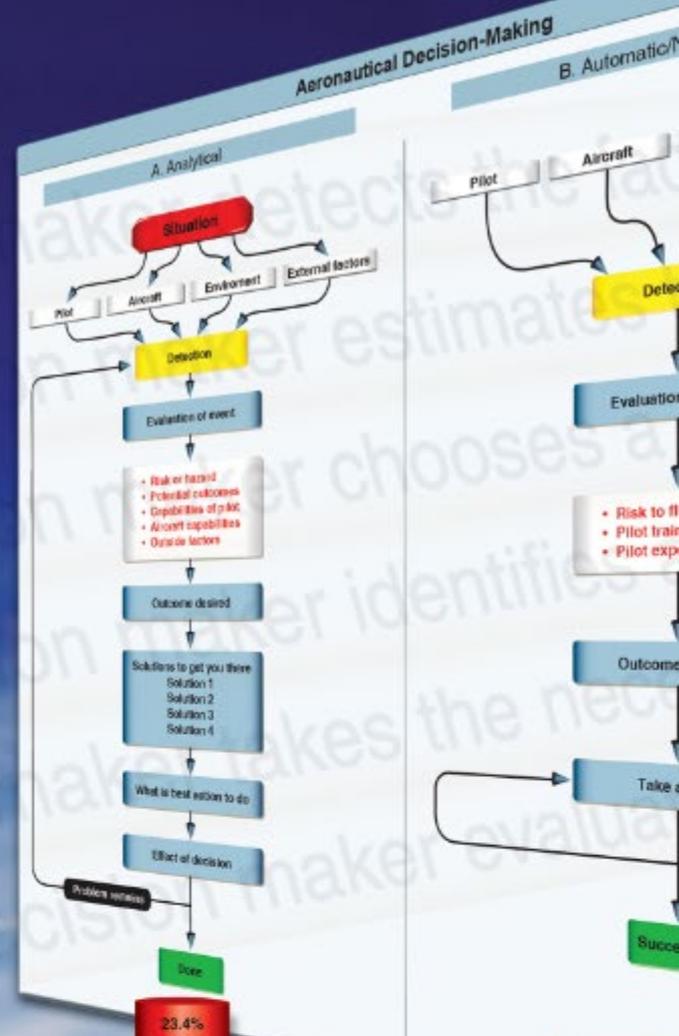


第2章

Aeronautical Decision Making

序論

航空に関する意思決定（Aeronautical Decision Making）は、航空という独特な環境下で、パイロットが状況に応じて自らがDecision Makingする時に、意思決定の為にどのような心理的意思決定プロセスを経るかをこの章では体系的に説明する。Aeronautical Decision Makingとはパイロットが最新の情報に基づいて行う意思決定のことである。



The Five Hazardous Attitudes

Anti-authority: "Don't tell me."
This attitude is found in people who do not like anyone telling them what to do. In their own sense, they are saying, "No one can tell me what to do." They may be right, but if they are having someone tell them what to do or may regard rules, regulations, and procedures as silly or unnecessary. However, it is always your prerogative to question them if you feel it is in error.

Impulsivity: "Do it quickly."
This is the attitude of people who frequently feel the need to do something immediately. They do not stop to think about what they are about to do or to select the best alternative, and they do the first thing that comes to mind.

Involuntability: "It won't happen to me."
Many people falsely believe that accidents happen to others, but not to them. They know accidents can happen, and they know that anyone can be involved. They never really feel or believe that they will be personally involved. People with this attitude are more likely to take chances and increase risk.

Macho: "I can do it."
Pilots who are always trying to prove that they are better than others will do it—I'll show them." Pilots with this type of attitude will take risks in order to impress others. While this pattern is characteristic of men, women are equally susceptible.

Concussion: "What's the use?"
Pilots who do not see the value of flying or who do not see the purpose of flying will not fly. They will not see the value of flying or who do not see the purpose of flying will not fly. They will not see the value of flying or who do not see the purpose of flying will not fly.

以前よりADMスキルを学習し理解する事は大切であると言われてきた。訓練技法は進化し、航空機は進化し、運航環境は改善され続けているが、事故は依然として発生している。飛行の安全の為に多くの改善がなされてきたが、たった一つだけまだ改善が遅れている分野がある。Human Factorである。これまでの航空事故の約80%はHuman Factorに関連し、Human Factorに起因するとされる事故の大部分は着陸（24.1%）と離陸（23.4%）の際に発生していると考えられている。[図2-1]

ADMは、リスク評価とストレス管理に対する体系的なアプローチである。ADMを理解することは、個人の姿勢が意思決定にどのように影響し、操縦室の安全性を高めるためにそれらの姿勢をどのように修正できるかを理解することでもある。人間が決定を下す要因と、意思決定プロセスがどのように機能するかだけでなく、どのように改善できるかを理解することが重要である。

この章では、飛行に関連するリスク要因を軽減する目的で、パイロットがADMスキルを向上させることに焦点を当てている。航空局通達（AC）60-22、「航空に関する意思決定」では、一般的な航空（GA）環境でのADMトレーニングに関する背景情報、定義、およびその他の関連情報を提供している。[図2-2]

ADMの歴史

25年以上にわたり、パイロットの適切な判断、または航空に関する意思決定（ADM）の重要性は、航空機の安全な運航と事故回避にとって重要であると認識されてきた。人的要因による事故を減らす必要性から航空業界は、ADMの改善に基づいた最初のトレーニングプログラムを開発した。乗務員向けのクルー・リソース・マネジメント（CRM）トレーニングは、利用可能なすべてのリソース（人員、ハードウェア、ADMをサポートする情報）の効果的な使用に焦点を当て、乗組員の協力を促進し、意思決定を改善する。すべての飛行乗務員の目標は優れたADMであり、CRMの使用は適切な意思決定を行う1つの方法である。

この分野の研究により、連邦航空局（FAA）はパイロットの意思決定の改善に向けたトレーニングを実施し、パイロットトレーニングカリキュラムの一部として意思決定を教えることを要求する現在のFAA規制に導いた。ADMの研究、開発、およびテストは1987年に頂点に達し、さまざまな評価を受けたパイロットの意思決定ニーズに合わせた6つのマニュアルが発行された。これらのマニュアルは、意思決定に関連する事故の数を減らすように設計された多面的な資料となっている。これらの資料の有効性は、パイロット訓練生が

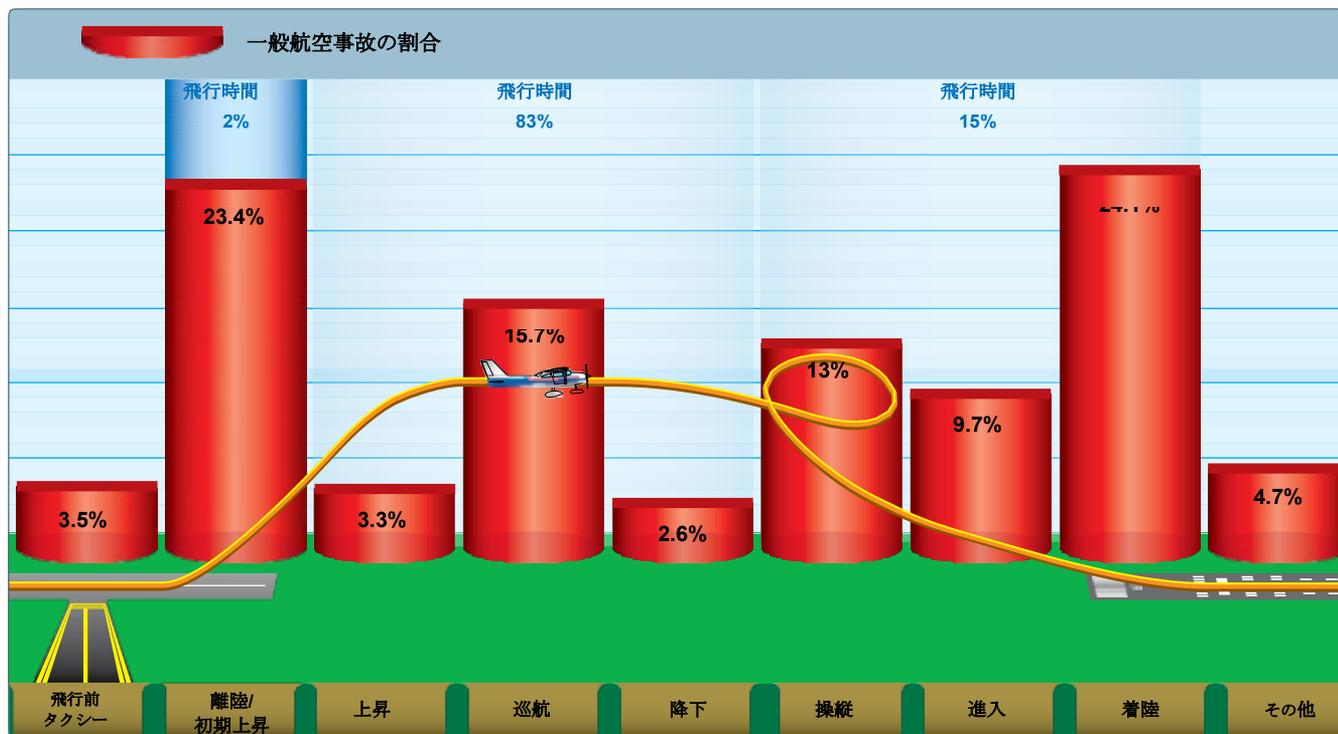


図 2-1. フライトのさまざまな段階に関連する航空事故の割合。事故の最大の割合は、全飛行のわずかな割合の間に発生することに注意。

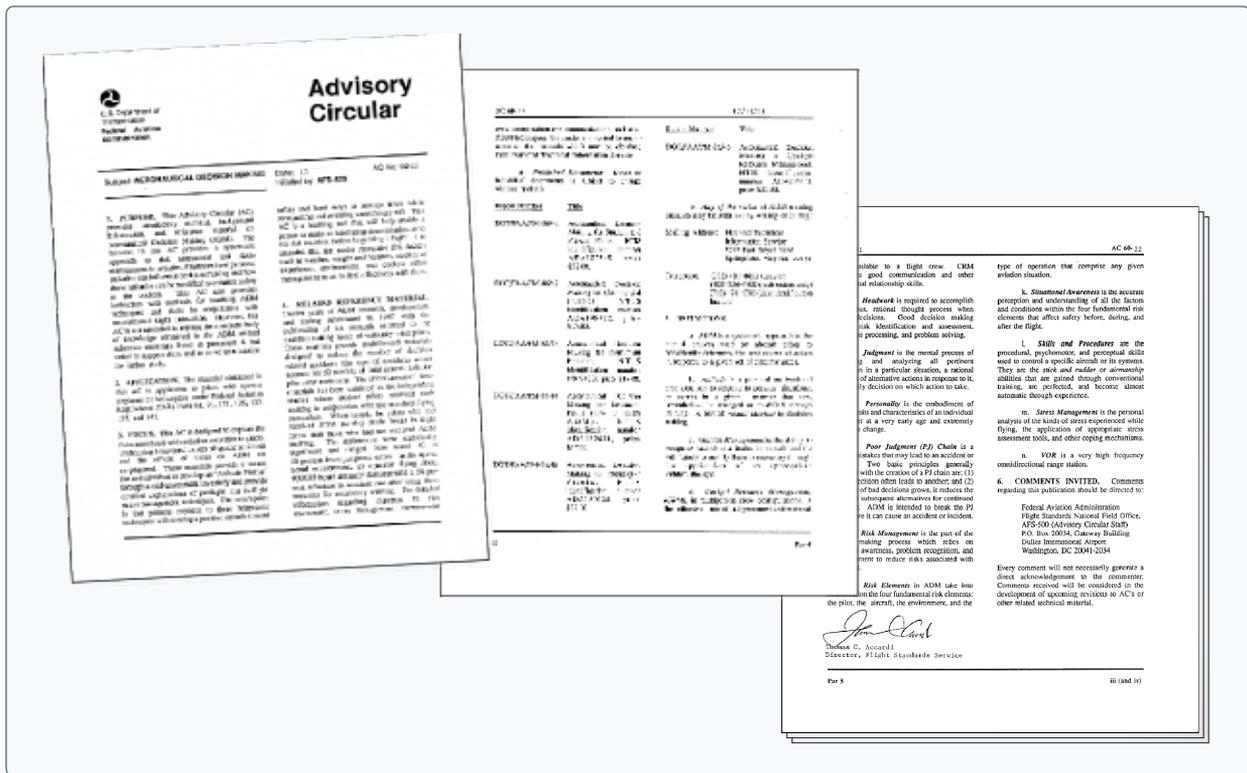


図2-2. 航空局通達(AC) 60-22, “航空に関する意思決定”には、パイロットが学ぶための豊富な情報が含まれている。

標準的な飛行カリキュラムと併せてこのようなトレーニングを受けた独立した研究で検証された。テスト時に、ADMトレーニングを受けたパイロットは、ADMトレーニングを受けていないパイロットよりも飛行中のミスが少なかった。その差は統計的に有意であり、判断ミスの範囲は約10~50%だった。運用環境では、年間約40万時間を飛行するオペレーターが、これらの資料を繰り返しトレーニングに使用した後、事故率が54%減少したことが実証された。

一般論に反して、的確な判断力とは教えられるものである。伝統的には、的確な判断力は経験により自然に身に着くと考えられていたが、パイロットが無事故の飛行時間を更新し続けるにつれ、的確な判断力も増加すると想定される。従来の意思決定の基盤の上に構築されたADMは、人的要因の可能性を減らし、安全な飛行の可能性を高めるプロセスを強化する。ADMは、飛行中に発生する変化を分析し、これらの変化が安全なフライトの結果にどのように影響するかを分析するための構造化された体系的なアプローチを提供する。ADMプロセスは、操縦室での意思決定のあらゆる側面に対応し、適切な意思決定に必要な手順を決定する。

適切な意思決定の手順は次のとおり：

1. 安全な飛行に危険な個人的態度の特定
2. 行動修正技法の学習
3. ストレスの認識と対処の方法を学ぶ

4. リスク評価スキルの進展
5. 全てのリソースの使用
6. ADMスキルの有効性の評価

リスク管理

リスク管理の目標は、安全関連の危険を事前に特定し、関連するリスクを軽減することである。リスク管理はADMの重要な構成要素である。パイロットが適切な意思決定を実行していれば、フライトに固有のリスクが軽減されるか、排除される。適切な決定を下す能力は、直接または間接的な経験と教育に基づいている。リスク管理の形式の意思決定プロセスには、図2-3に示す6つのステップが含まれる。

自動車のシートベルトの使用を挙げると、わずか20年で、シートベルトの使用が標準になり、シートベルトの無着用は例外的になったが、シートベルト無着用者は直接的または間接的な経験からシートベルトの着用の必要性を学習するかもしれない。たとえば、ドライバーは、人身事故につながる自動車事故に巻き込まれたときにシートベルトを着用することの価値について直接的な経験を通じて学ぶ。間接的な学習体験は、愛する人が自動車事故でシートベルトを着用しなかったために負傷した場合である。

ADMサイクルを進める際には、リスク管理の4つの基本原則を覚えておくことが重要である。

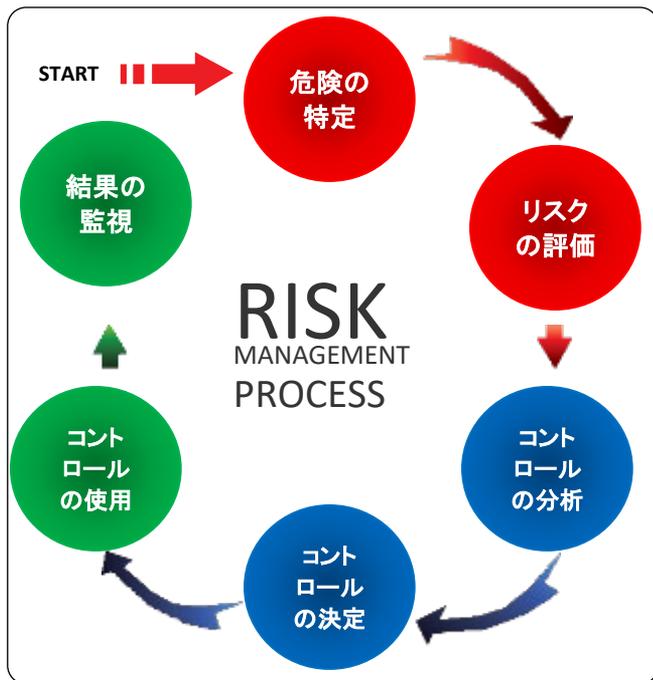


図 2-3. リスク管理の意思決定プロセス。

1. 不要なリスクを受け入れない。飛行にはリスクは付きものであるが、対応しなくとも不要なリスクが発生する。新しい飛行機で初めて飛行する場合、視界の悪い条件でその飛行を行うリスクは不要であると判断される場合もある。
2. 適切なレベルでリスクを決定する。リスクの決定は、リスク管理を進展および実現できる人が行うべきである。リスクに対する決定を下すのは、ATCでも乗客でもありません、機長であるあなた自身が行わなければなりません。
3. 利益が危険（コスト）を上回る場合はリスクを受け入れる。飛行活動では、ある程度のリスクを受け入れる必要がある。たとえば、初めて慣れない飛行機を飛ばすなら、厳しいIFRコンディションの日よりも、天気の良い日が適しています。
4. すべてのレベルでリスク管理を計画に統合する。リスクはすべてのフライトの避けられない部分であるため、安全性を確保するには、飛行前の計画段階だけでなく、フライトのすべての段階で適切かつ効果的なリスク管理を使用する必要があります。

日常生活では不適切な意思決定が即悲劇につながる訳ではないが、航空のエラーに対するマージンはわずかである。ADMは航空環境の管理を強化するため、すべてのパイロットはADMに精通し、採用するべきである。

クルー・リソース・マネジメント(CRM)およびシングル・パイロット・リソース・マネジメント

CRMはマルチクルー乗組員の運航環境に焦点を当てているが、概念の多くはシングルパイロット操縦に適用される。多くのCRMの原則がシングルパイロット航空機に応用され、シングル・パイロット・リソース・マネジメント (SRM) の開発につながった。SRMは、飛行の成功を保証するために、1人のパイロット（飛行前および飛行中）が使用できるすべてのリソース（航空機内および外部ソースの両方）を管理する技術および科学として定義される。SRMには、ADM、リスク管理 (RM)、タスク管理 (TM)、自動化管理 (AM)、シーフィット (CFIT) 認識、および状況認識 (SA) の概念が含まれている。SRMトレーニングは、自動化と関連する航空機の制御およびナビゲーションタスクを管理することにより、パイロットが状況認識を維持するのに役立つ。これにより、パイロットはリスクを正確に評価および管理し、正確かつタイムリーな意思決定を行うことができる。

SRMは、パイロットが情報を収集し、分析し、意思決定する方法を学習するのを支援することである。フライトは機内の乗務員ではなく単一の人間で調整されるが、自動操縦や航空管制 (ATC) などの利用可能なリソースの使用はCRMの原則を反復する。

危険とリスク

ADMの2つの定義要素は、危険(hazard)とリスクである。危険とは、パイロットが遭遇する実際、または認識した状態、出来事、または状況である。危険に直面した場合、パイロットはさまざまな要因に基づいてその危険の評価を行う。パイロットは、危険の潜在的な影響に値を割り当てる。これにより、パイロットによる危険—リスクの評価が可能になる。

したがって、リスクとは、パイロットが直面している単一または累積的な危険の評価である。ただし、危険度の認識はそれぞれのパイロットで異なる。たとえば、パイロットが到着し、飛行前に航空機のプロップの中央の前縁に小さな鈍いタイプの割れ目を発見する。航空機は駐機場に駐機されているため、割れ目はおそらく他の航空機のプロップ洗浄が何らかの種類の破片をプロペラに吹き込んだことが原因である。その割れ目は危険である（現在の状態）。プロペラブレードへの損傷があるままエンジンが運転されている場合、リスクはプロペラの破損である。

ベテランのパイロットは、割れ目を低リスクと見なす場合がある。彼は、広い領域にストレスを拡散するこのタイプの割れ目が、プロペラの最も強い部分に位置していることを理解しており、経験に基づいて、彼は、それが高リスクの問題につながる可能性のある亀裂に

伝播するとは思っていない。彼はフライトをキャンセルしない。

経験の浅いパイロットは、割れ目がプロペラの操作に与える影響が不明であるため、割れ目を高いリスク要因と見なすかもしれない。プロペラの損傷が壊滅的な故障を引き起こす可能性があると教わっている。この評価により、彼はフライトをキャンセルする。

したがって、個人に影響を与える要素または要因は異なっており、意思決定に大きな影響を与える。これらは人的要因と呼ばれ、教育、経験、健康、生理学的側面などを上回る。

リスク評価のもう1つの例は、除氷と防氷を備えたビーチクラフト キングエア 機の飛行だった。パイロットは、雲に覆われた状態で水に濡れているのに、中程度から重度の着氷状態まで意図的に飛んだ。慎重なパイロットなら、これはリスクが高く、航空機的能力を超えていると評価するが、このパイロットは反対のことを行った。なぜパイロットはこの行動をとったのだろうか？

過去の経験が行動を促したのだ。パイロットは、以前、着氷条件が地上2,000フィートで予測されていても、これらの状態で何度も成功裏に飛んだことがあった。

今回は、地上から状態が予測されていた。パイロットは急いでおり、予測高度の違いを考慮に入ることなく、危険性のリスクを低く見積もって、一か八かやってみた。彼と乗客は、状況のリスク評価が不適切だったため、死亡した。

危険な態度と対抗手段

飛行に適しているかどうかは、パイロットの体調や最近の経験だけではない。たとえば、態度は意思決定の質に影響する。態度は、一定の方法で人、状況、または出来事に反応する動機づけの素因である。研究により、健全な決定を下し、権限を適切に行使する能力を妨げる可能性のある5つの危険な態度が特定された：反権威、衝動性、不死身、強靭さ、および諦めである。
[図2-4]

危険な態度はパイロットの判断力の低下に寄与するが、正しい行動が取れるように危険な態度を転向することで効果的に打ち消すことができる。危険な思考の認識は、それらを中和するための最初のステップである。思考が危険であると認識した後、パイロットはそれを危険と分類し、対応する対抗手段を述べる必要がある。対抗手段は、必要なときに自動的に頭に浮かぶように、危険な態度のそれぞれについて記憶する必要がある。

| 5つの危険な態度 | 対抗手段 |
|---|------------------------------|
| <p>反権威: “言わないで。”</p> <p>この態度は、何をすべきかを誰にも言わない人に見られる。ある意味で、彼らは「誰も私に何をすべきか教えてくれない」と言っている。彼らは誰かに何をすべきかを言わせることに憤慨するかもしれないか、あるいは、ルール、規制、および手順を愚かまたは不必要であると見なすかもしれない。しかし、誤っていると感じた場合に、常に権威に疑問を投げかけるのが特権である。</p> | <p>ルールに従う。それは通常正しい。</p> |
| <p>衝動性: “早くやる。”</p> <p>これは、すぐに何かをする必要性を頻繁に感じる人々の態度である。彼らはやろうとしていることについて考えることを止めず、最良の選択肢を選択せず、頭に浮かんだ最初のことをする。</p> | <p>そんなに急がない。最初に考える。</p> |
| <p>不死身: “私にはそれは起こらない。”</p> <p>多くの人は、事故は他の人に起こると誤って信じ、自分に起こるとは決して信じていない。事故が発生する可能性があることは知っており、誰でも影響を受ける可能性があることを知っている。しかし、彼らは個人的に関与するであろうことを本当に感じたり信じたりすることはない。このように考えるパイロットは、いちかばちかやってみてリスクを高める可能性が高くなる。</p> | <p>それは私に起こる可能性がある。</p> |
| <p>強靭さ: “私には出来る。”</p> <p>常に他の誰よりも自分が優れていることを証明しようとするパイロットは、「私にはそれが出来る。見せます」と言う。このような態度のパイロットは、他の人に感銘を与えるためにリスクを取ることで自分自身を証明しようとする。このパターンは男性の特徴であると考えられているが、女性も同様に影響を受けやすい。</p> | <p>いちかばちかやってみるのは愚かなこと。</p> |
| <p>諦め: “何の役に立つのか?”</p> <p>「何の役に立つのか？」と考えるパイロットは、自分自身に起こることについて大きな違いを生むことができるとは考えていない。うまくいけば、パイロットはそれが幸運だと思いがちである。物事がうまくいかないとき、パイロットは誰かがそれを手に入れようとしているか、それを不運に帰していると感じるかもしれない。パイロットは、良いか悪いかかわらず、行動を他の人に任せる。時には、そのようなパイロットは、「いい人」になるために不当な要求をすることさえある。</p> | <p>私は無力ではない。違いを生むことができる。</p> |

図 2-4. 過去および現代の研究を通じて特定された5つの危険な態度。

リスク

各飛行中に、シングルパイロットは危険な状況下で多くの決定を下す。安全に飛行するために、パイロットはリスクの程度を評価し、リスクを軽減するための最良の行動方針を決定する必要がある。

リスクの評価

シングルパイロットにとって、リスクの評価は思ったほど簡単ではない。たとえば、パイロットは意思決定の際に自ら自分の品質管理を行う。16時間飛行した疲れたパイロットが、疲れすぎて飛行を続けることができなくなるとかを尋ねられた場合、答えは「いいえ」だろう。ほとんどのパイロットは目標志向型であり、フライトの受け入れを求められた場合、ミッションに関係のない問題を重視し、個人的な制限を否定する傾向がある。たとえば、ヘリコプターの緊急サービス(EMS)のパイロットは、(他のグループよりも)多くの患者の福祉に大きな影響を与える飛行の決定を行うことが知られている。これらのパイロットは、無形の要素(この場合は患者)を重視し、飛行の決定を行う際に疲労や天候などの実際の危険を適切に定量化できない。相談できる他の乗組員を持たないシングルパイロットは、危険な状態に陥れる無形の要因と格闘しなければならない。したがって、彼らはフルクルーよりも大きな脆弱性を持っている。

国家運輸安全委員会(NTSB)のレポートやその他の事故調査を調べることは、パイロットにとって、リスクをより効果的に評価する方法を学ぶのに役立つ。たとえば、夜間有視界飛行方式(VFR)中の事故率は、パイロットが100時間を取得すると約50%減少し、1,000時間のレベルまで低下し続ける。最初の500時間、夜間VFRを飛行するパイロットは、規制で必要とされるよりも高い個人的制限を確立し、該当する場合、この環境で計器飛行スキルを適用することがデータから示されている。

リスクを評価するプロセスを支援するために、いくつかのリスク評価モデルが利用可能である。これらのモデルは、どれもわずかに異なるアプローチを採用しており、客観的な方法でリスクを評価するという共通の目標を追求している。最も基本的なツールはリスク・マトリックスである。[図2-5]これは事象が発生する可能性とその出来事の結果という2つの項目を評価している。

事象発生の可能性

可能性とは、状況を把握し、その発生の確率を判断することである。それは、probable(頻繁に発生)、occasional(たまに発生)、remote(起こらないだろうが、可能性は有る)またはimprobable(まず起こらないだろう)と評価されている。たとえば、パイロットが限界有

視界飛行方式(MVFR)条件でポイントAからポイントB(50マイル)まで飛行している。潜在的な計器気象状態(IMC)に遭遇する可能性は、パイロットが答える必要がある最初の質問である。予測と相まって、他のパイロットの経験により、パイロットはIMCに遭遇する確率を決定するために「たまに発生」を割り当てることができる。

| | | 重大度 | | | |
|-----|------------|--------------|----------|----------|------------|
| | | Catastrophic | Critical | Marginal | Negligible |
| 可能性 | Probable | High | High | Serious | |
| | Occasional | High | Serious | | |
| | Remote | Serious | Medium | | Low |
| | Improbable | | | | |

図2-5. このリスク・マトリックスは、可能性と結果を割り当てることにより、ほぼすべての作用に使用できる。提示されたケースでは、パイロットは偶発的な可能性と重大度を壊滅的なものとして割り当てた。見てのとおり、これはリスクの高い領域に該当する。

割り当てを行うためのガイドラインは以下のとおり。

- Probable—事象は数回発生する
- Occasional—事象はおそらくいつかは発生する
- Remote—事象が発生する可能性は低いが可能性はある
- Improbable—事象が発生する可能性は非常に低い

事象の重大度

次の要素は、パイロットの行動の重大度または結果である。怪我や損傷に関連する可能性がある。上記の例の個人が計器飛行証明のパイロットでない場合、彼らが不慮のIMC状態に遭遇した結果はどうなるだろうか？ この場合、パイロットはIFR資格パイロットではないため、結果は壊滅的である。この割り当てのガイドラインは以下のとおり。

- Catastrophic—死亡、総損失につながる
- Critical—重傷、重大な損傷
- Marginal—軽傷、軽微な損傷
- Negligible—軽傷未満、軽微なシステム損傷未満

図2-5に示すとおり2つの要因を単純に結び付けることは、リスクが高いことを示し、パイロットは飛行するべきではない、あるいはリスクを軽減、排除、または制御する方法を見つけて初めて飛行することになる。

図2-5のマトリックスは一般的な状況の一般的な視点を提供しているが、パイロットの飛行に合わせたより包括的なプログラムを作成できる。[図2-6]このプログラムには、パイロットに固有の幅広い航空関連の活動が含まれ、健康、疲労、天気、能力などを評価する。

リスク評価

Pilot's Name Flight From To

| | | | |
|---|--|--|--|
| 睡眠 1. よく眠れなかった、または8時間未満 <input type="text" value="2"/> ● 2. よく寝た <input type="text" value="0"/> ● | | 調子はどうか? 1. 次から次へと続く (遅れ、エラー、不調) <input type="text" value="3"/> ● 2. 素晴らしい日 <input type="text" value="2"/> ● | |
| 気分はどうか? 1. 風邪や病気にかかっている <input type="text" value="4"/> ● 2. 気分がいい <input type="text" value="0"/> ● 3. ちょっと気分が優れない <input type="text" value="2"/> ● | | フライトは 1. 昼間か? <input type="text" value="1"/> ● 2. 夜間か? <input type="text" value="3"/> ● | |
| 終点の気象 1. 5マイルを超える視界と 3,000フィートの雲高 <input type="text" value="1"/> ● 2. 少なくとも3マイルの視界と1,000フィートの雲高、 ただし3,000フィート未満の雲高と5マイル <input type="text" value="3"/> ● 3. IMC 状態 <input type="text" value="4"/> ● | | 計画 1. 離陸を急いでいる <input type="text" value="3"/> ● 2. 急いでいない <input type="text" value="1"/> ● 3. 支援用のチャートとコンピュータを使用 <input type="text" value="0"/> ● 4. 全ての計画にコンピュータプログラムを使用の視界 Yes <input type="text" value="3"/> ● No <input type="text" value="0"/> ● 5. 重量と重心点をチェックしたか? Yes <input type="text" value="0"/> ● No <input type="text" value="3"/> ● 6. 性能を評価したか? Yes <input type="text" value="0"/> ● No <input type="text" value="3"/> ● 7. 地上および飛行中に乗客に説明するか? Yes <input type="text" value="0"/> ● No <input type="text" value="2"/> ● | |
| Column total <input type="text"/> | | Column total <input type="text"/> | |

TOTAL SCORE

リスクが低い (0) 複雑な飛行ではない (10) 注意を払う (20) 懸念の領域 (30) 危険

図 2-6. より包括的なリスク評価プログラムの例。

スコアが追加され、全体のスコアはさまざまな範囲に分類され、その範囲はパイロットが自分に課す活動を表す。

リスクを軽減する

リスク評価は方程式の一部にすぎない。リスクのレベルを決定した後、パイロットはリスクを軽減する必要がある。たとえば、MVFR条件でポイントAからポイントB（50マイル）まで飛行するパイロットにはリスクを軽減する方法がいくつかある：

- 天候が良好な有視界飛行方式（VFR）状態に改善されるのを待つ。
- 計器飛行資格パイロットを得る。
- フライトを遅らせる。
- フライトをキャンセルする。
- 操縦する。

シングルパイロットがリスクを軽減できる最善の方法の1つは、IMSAFEチェックリストを使用して、飛行の身体的および精神的な準備を判断することである。：

1. 病気—自分は病気か？ 病気はパイロットの明らかなリスク。
2. 薬—判断に影響を与えたり、眠気を催したりする薬を服用しているか？
3. ストレス—仕事からの心理的プレッシャーにさらされているか？ お金、健康、または家族の問題があるか？ ストレスは集中力とパフォーマンス上の問題を引き起こす。規制には飛行禁止が必要な病状が記載されているが、ストレスはその中には含まれていない。パイロットは、ストレスがパフォーマンスに与える影響を考慮する必要がある。
4. アルコール—8時間以内に飲んだか？ 24時間以内に？ わずか1オンスの酒、1本のビール、または4オンスのワインでも、飛行スキルを損なう可能性がある。アルコールはまた、パイロットの見当識障害と低酸素症の影響を受けやすくする。
5. 疲労—疲れていて、十分に休んでいないか？ 疲労は、重大なエラーが発生するまでパイロットにとって明らかではない可能性があるため、飛行の安全性にとって最も潜伏性の高い危険の1つである。
6. 感情—感情的に動揺しているか？

PAVEチェックリスト

リスクを軽減する別の方法は、危険を認識することだ。PAVEチェックリストを飛行前計画に組み込むことにより、パイロットは飛行のリスクを4つのカテゴリに分類する。機長（PIC）、航空機、環境、およびパイロットの意思決定プロセスの一部を形成する外部圧力（PAVE）である。

PAVEチェックリストを使用すると、パイロットは各カテゴリを覚えて、各フライトの前にリスクを調べるといった簡単な方法を使用できる。

パイロットがフライトのリスクを特定したら、リスクまたはリスクの組み合わせを安全かつ正常に管理できるかどうかを判断する必要がある。そうでない場合は、フライトのキャンセルを決定する。パイロットが飛行の続行を決定した場合、パイロットはリスクを軽減するための戦略を策定する必要がある。パイロットがリスクを制御できる1つの方法は、各リスクカテゴリのアイテムに個人の最小値を設定することである。これらは、個々のパイロットの現在の経験と熟練度に固有の制限である。

たとえば、航空機の最大横風成分が航空機飛行マニュアル（AFM）に記載されている15ノットで、パイロットは10ノットの直接横風の経験がある。追加の訓練をせずに10ノットの横風成分を超えることは安全ではない。したがって、10ノットの横風の経験レベルは、認定フライトインストラクター（CFI）による追加の訓練がパイロットに、10ノットを超える横風での飛行に関する追加の経験を提供するまで、パイロットの個人的な制限である。

安全なパイロットが理解している最も重要な概念の1つは、規制に関して「合法」であるものと、パイロットの経験および熟練に関して「機敏」または「安全」であるものとの違いである。

P = 機長 (PIC)

パイロットは、フライトのリスク要因の1つである。パイロットは、経験、最新性、通用期間、身体的、感情的な条件に関して「この旅行の準備ができていますか？」と自問しなければならない。IMSAFEチェックリストが回答を提供している。

A = 航空機

航空機は旅行にどのような制限を課すか？ 次の質問を試みよう：

- これは飛行に適した航空機か？
- 自分はこの航空機に慣れていて、最新情報に精通しているか？ 航空機の性能の数値とAFMは、プロのテストパイロットが飛行した真新しい航空機に基づいている。個人および航空機の性能を評価する際には、そのことに留意すること。
- この航空機は飛行のために装備されているか？ 計器は？ 照明は？ ナビゲーションおよび通信機器は適切か？
- この航空機は、飛行条件の下で十分な安全性の余裕を持って旅行に利用できる滑走路を使用できるか？
- この航空機は計画された重量を運ぶことができるか？
- この航空機は、旅行に必要な高度で運航できるか？

- この航空機には、計画された区間を旅行するのに十分な燃料容量があるか？
- 配送された燃料の量は注文した燃料の量と一致しているか？

V = 環境

気象

気象は環境に関する重要な考慮事項である。以前は、特に気象に関しては、パイロットが独自の最低限度を設定することが推奨されていた。パイロットが特定のフライトの気象を評価するとき、次のことを考慮する必要がある：

- 現在の雲高と視界はどのくらいか？ 山岳地帯では、特に地形に慣れていない場合、雲高と視界の最小値を高くすることを検討する。
- 気象が予報と異なる可能性を考慮する。予期しない変更が発生した場合は、代替計画を用意し、準備を整えて転用する用意をする。
- 使用中の空港の風と横風の強さを考慮する。
- 山岳地帯を飛行する場合は、上空が強風かどうかを考慮する。山岳地帯の強風は、激しい乱気流と下降気流を引き起こし、他の重要な気象がないときでも航空機にとって非常に危険である。
- 雷雨が存在する、または予測されているか？
- 雲がある場合、氷結は現在あるか、または予測されているか？ 気温/露点の広がりや高度での現在の気温はどのくらいか？ ルート全体で安全に降下できるか？
- 着氷状態に遭遇した場合、パイロットは航空機の除氷または防氷装置の操作を経験しているか？ その機器は良好な状態で機能しているか？ もしあれば、どのような氷結条件で航空機は評価されるか？

地形

地形の評価は、飛行環境を分析するもう1つの重要な要素である。

- 特に夜間や視界の悪い場所で地形や障害物を回避するには、飛行前計画時にVFRおよびIFRチャートに示されている高度を使用して、安全な高度を事前に決定する。
- 最大標高図（MEF）およびその他の簡単に取得できるデータを使用して、地形または障害物との空中衝突の可能性を最小限に抑える。

空港

- 目的地と代替空港で利用できる照明は何か？ VASI/PAPIまたはILSグライドスロープガイダンス？ ターミナル空港にはそれらが装備されているか？ 作動しているか？ パイロットは、無線機を使用して空港の照明を作動させる必要があるか？

- 閉鎖された滑走路または空港については、操縦士への通知（NOTAM）を確認する。滑走路や標識灯、近くの塔などを探す。
- 飛行ルート賢く選択する。エンジンの故障の際、近くの空港は非常に重要になる。
- 目的地および/または代替空港に、より短い、または妨害された場所があるか？

空域

- 航行が遠隔地である場合、強制着陸時に適切な衣服、水、およびサバイバル用品が搭載されているか？
- 水上または人が住んでいない地域で、水平線への視覚的参照が失われる可能性がある飛行が含まれる場合、パイロットはIFRで飛行する準備をしなければならない。
- 空域および飛行ルートに沿った一時的な飛行制限（TFR）を確認する。

夜間

夜間飛行には特別な配慮が必要である。

- 水上または人が住んでいない地域で夜間に飛行し、地平線への視覚的参照を失う可能性がある場合、パイロットはIFRで飛行する準備をしなければならない。
- 夜間の安全な緊急着陸が可能な飛行条件か？
- 夜間飛行のために、内部と外部のすべての航空機ライトの飛行前チェックを実行する。少なくとも2つのフラッシュライトを装備する。1つは外部のプリフライト用で、もう1つは淡色表示で近くに保管できる小型のものである。

E = 外圧

外圧とは、飛行を完了するための圧力感を生み出す飛行の外部の影響であり、多くの場合、安全性を犠牲にする。外圧になりうる要因には次のものがある：

- 空港でフライトの到着を待っている人
- パイロットが失望させたくない乗客
- パイロット資格を証明したいという願望
- 誰かを感動させたいという願望（おそらく、航空業界で最も危険な言葉は「これを見てください！」）
- 特定の個人的な目標を達成したいという願望（「家に帰る」、「そこに行く」、「行こう」）
- パイロットの一般的な目標完了の方向性
- パイロットが、望んでいるよりもスキルと経験のレベルが低いことを認めることに関連する感情的なプレッシャー。プライドは強力な外部要因になる可能性がある！

外圧の管理

外圧の管理は、リスク管理の唯一の最も重要な鍵である、なぜなら、パイロットが他のすべてのリスク要因を無視するかもしれないリスク要因の1つのカテゴリだからである。外圧は、パイロットに時間に関連する圧力をかけ、事故の大部分を占める。

個人的な標準操作手順（SOP）の使用は、外圧を管理する1つの方法である。目標は、フライトの外圧に対する解放を提供することである。これらの手順には以下が含まれるが、これらに限定されるわけではない：

- 燃料補給や、気象による予期しない着陸に対応できるように飛行時間に余裕を持つ。
- 到着を遅らす代替プランを用意するか、必須の航行のために航空会社のバックアップを予約する。
- 本当に重要な航行の場合は、必要に応じて目的地まで車で行く時間が残るように、早めに出発することを計画する。
- 目的地で待っている人に到着が遅れる可能性があることを伝える。遅延が発生したときに通知する方法を把握する。
- 乗客の期待を管理する。定刻どおりに到着しない可能性があることを確認し、特定の時間までに到着しなければならない場合は、代替計画を立てる必要があることを乗客に納得させる。

- 処方箋、コンタクトレンズ液、洗面用具、またはその他の必需品が含まれる小さな一晩キットをすべてのフライトに携帯することで、たとえ何気ない昼間のフライトであっても、帰宅するプレッシャーを解消する。

外圧を管理するための鍵は、準備して遅延を受け入れることである。飛行機で旅行したり、車を運転したり、バスに乗ったりする時は、遅れることがあることを忘れない。パイロットの目標はリスクを管理することであり、危険を引き起こすことではない。[図 2-7]

人的要因

なぜ、疲労、自己満足、ストレスなどの人間の状態が航空分野でそれほど重要なのだろうか？ これらの状態は、他の多くの状態とともに、人的要因と呼ばれる。人的要因は、多くの航空事故を直接引き起こすか、または寄与し、航空機事故の70%以上の主な原因として文書化されている。

通常、人的要因のインシデント/事故は飛行操作に関連しているが、最近では航空整備や航空交通管理でも大きな関心事になっている。[図 2-8] 過去数年にわたり、FAAは、オペレーター、維持要員の安全性向上と日常業務の効率化を支援するために、技術者、パイロット、

パイロット

パイロットは、技量、健康状態、精神的および感情的な状態、疲労レベル、およびその他の多くの変数について継続的に決定する必要がある。たとえば、長距離飛行を行うために、パイロットが早朝に呼び出される場合がある。パイロットが数時間しか睡眠をとっておらず、経験している鬱血が風邪の始まりである可能性があることを懸念している場合、飛行を安全に達成できるかどうかを検討するのが賢明だろう。

パイロットは、上司から750マイル離れた都市の会議に飛ぶように頼まれる前に、4時間だけ眠った。報告された気象は最低限度であり、改善は期待されていない。パイロットとしての適否を評価した後、飛行するのは賢明ではないと判断した。上司は最初は不満だったが、後にパイロットが関与するリスクは許容できないと確信した。

環境

これには、パイロットや飛行機に関連しない多くの要素が含まれる。気象、航空管制、航法援助施設（NAVAIDS）、標高、離陸および着陸エリア、および周囲の障害物などの要因も含まれるであろう。気象は、時間と距離によって大きく変化する要素の1つである。

パイロットは、重いジェット機が平行滑走路を出発した直後に、小型飛行機を着陸させていた。パイロットは、同様の状況で着陸したことがあり、後方乱気流は問題にならないと想定していた。卓越風と着陸滑走路を横切るヘビージェット機からの後方乱気流の組み合わせにより、飛行機は不時着した。パイロットは飛行環境を評価するときにミスをした。

航空機

パイロットは、性能、装備、耐空性など、航空機の評価に基づいて決定を頻繁に行う。

飛行前、パイロットはカウリングの底から少量のオイルが垂れていることに気付いた。その時、オイルの量は取るに足りないように見えたが、パイロットは離陸を遅らせ、整備士にオイルの出处をチェックしてもらうことにした。整備士がオイル冷却ホース継手の1つが緩んでいることを見つけ、パイロットの判断が適切であったことが立証された。

外圧

パイロット、飛行機、環境間の相互作用は、各飛行操作の目的によって大きく影響される。パイロットは、前述の3つの領域を評価して、計画どおりにフライトを実施または継続することが望ましいかどうかを判断しなければならない。なぜフライトが行われるのか、スケジュールを維持することはどれほど重要か、そのフライトはリスクに見合う価値があるのか？ 問う価値はある。

工場から飛行機を配達するためのフェリーフライトで、最低限度の気象条件で、パイロットは対地速度を計算し、わずか10分間の残りの燃料で飛行機が目的地に到着すると判断した。パイロットは、燃料を補給するために着陸するのではなく、燃料供給を「引き延ばそう」とすることにより、スケジュールを維持することを決定した。低燃料状態で着陸した後、パイロットは、これが気象条件の悪化で緊急着陸に容易につながる可能性があることに気付いた。これは計画されたスケジュールを維持するためには取る価値のない機会だった。

図 2-7. PAVE チェックリスト

整備士、ATCと緊密に連携して人的要因に関する最新の知識を適用することにより、図 2-7. PAVE チェックリスト人的要因の研究と調査を最優先事項としてきた。

人的要因科学、または人的要因技術は、心理学、工学、工業デザイン、統計、オペレーションズリサーチ、および人体計測からの貢献を取り入れた学際的な分野である。これは、人間の能力の特性を理解する科学、システムおよびサービスの設計、開発、展開へのこの理解の適用、およびパイロット、ATC、および航空整備を含む航空のあらゆる側面への人的要因の原則の成功した適用を保証する技術をカバーする用語である。人的要因は、多くの場合、CRMまたは整備資財管理(MRM)と同義と見なされるが、実際には知識ベースと範囲の両方においてはるかに広義である。人的要因には、人間の能力、制限、およびその他の特性に関する特定の状況(すなわち、飛行、整備、ストレスレベル、知識)に固有の研究を収集し、それをツール設計、機械、システム、タスク、仕事、および環境に適用して、安全で快適で効果的な人間の使用を生み出すことが含まれる。航空コミュニティ全体は、人間が最も安全かつ効率的に仕事を遂行し、対話するツールとシステムを改善する方法をよりよく理解するのに役立つため、人的要因の研究開発から大きな恩恵を受けている。

人間行動

人間の行動の研究は、リスクを冒す個人の素因と、事故への個人の関与のレベルを断定しようとしてきた。1951年、ミネソタ大学のエリザベス・メケム・フラーとヘレン・B・バウネによって、怪我をしやすい子供に関する研究が発表された。この研究は、2年生の2つのグループで構成されていた。55人の生徒は事故を繰り返すと見なされ、48人の生徒は事故を起こしていなかった。両方のグループは同じ学校の600人であり、彼らの家族構成は類似していた。

事故のないグループは、安全性に関する優れた知識を示し、勤勉で他の人と協力的であると見なされたが、運動能力が高いとは見なされなかった。事故を繰り返すグループは、運動能力がより高く、攻撃的で衝動的であると考えられ、ストレス下で反抗的な行動を示し、負けず嫌いで、注目の中心であることが好きだった。事故に対する成人の素因は、子供の頃の行動と環境に由来する、という、このデータの1つの解釈は、パイロットのグループは安全を意識し、勤勉で協力的なパイロットのみで構成されるべきであるという結論に導く。明らかに、これは不正確な推論であるだけでなく、不可能である。パイロットは一般住民から選ばれ、あら



図2-8. 人的要因は、パイロット、航空整備技術者 (AMT)、航空交通管制 (ATC) に影響する。

ゆるタイプの性格特性を示す。したがって、優れた意思決定スキルをすべてのパイロットに教えることが重要である。

歴史的に、「パイロットエラー」という用語は、パイロットがとった行動または決定が事故につながった原因または要因である事故を表すために使用されてきた。この定義には、パイロットが正しい決定を下さないか、適切な行動をとらないことも含まれる。より広い観点から、「人的要因に関連する」という言葉は、これらの事故をより適切に説明している。単一の決定または事象が事故につながることはないが、一連の事象と結果の決定が一緒になって、結末につながる一連の事象を形成する。

パトリック・R・ベイレット博士の記事「事故を起こしやすいパイロット (Accident-Prone Pilots)」では、「キャプテン・エブリマン」を例に挙げ、航空機事故が単一の不適切な選択肢ではなく、一連の不適切な選択肢によってどのように引き起こされるかを示している。キャプテン・エブリマンの場合、胴体着陸事故の後、ビーチ58Pバロンをランプからタキシングしている間に別の事故に巻き込まれた。エブリマンは、運航管理者からの無線コールによって中断されて、離陸前に燃料のクロスフィードチェックを完了しなかった。彼は一人で飛行しており、右燃料セレクターをクロスフィード位置に残した。一旦上空で巡航すると、彼は右ロール傾向に気づき、補助翼トリムで修正した。彼は、両方のエンジンが左翼のタンクから燃料を供給していて翼が軽くなっていることに気付かなかった。

2時間の飛行の後、エブリマンが深い峡谷を飛行していた時に、右のエンジンが停止した。右側のエンジンの故障の原因に対応しようとしていた時に、左側のエンジンが停止した。エブリマンは航空機を川の砂州に着陸させたが、10フィートの水中に沈んだ。

数年後、エブリマンはデ・ハビランド・ツイン・オッター機を飛行させ、遠隔地に物資を届けた。本拠地に戻って着陸する際、航空機は左に鋭く向きを変え、滑走路からそれて、滑走路から375フィートの湿地に突入した。機体とエンジンはかなりの損傷を受けた。事故を調査したところ、事故調査員は前輪ス

テアリングティラーが完全に偏向した位置にあることを発見した。離陸後と着陸前の両方のチェックリストでは、ティラーを中立位置に置く必要がある。誰もがこの項目を見落としていた。

さて、エブリマンの事故はよくあることか、それとも不運だろうか？ チェックリストの詳細を読み飛ばすことは、前述の事故と共通のテーマのようだ。ほとんどのパイロットが同様のミスを行ってきたが、これらの

ミスは、マージンの追加、優れた警告システム、鋭い副操縦士、または幸運により、おそらく事故の前に発見できた。パイロットに事故を起こさにくくするのはなんだろうか？

成功するパイロットは、集中し、仕事量を管理し、複数の同時タスクを監視および実行する機能を備えている。最新の心理的スクリーニングのいくつかは、マルチタスクを行う能力、正確さ、および複数の課題に同時に注意を向ける個人の能力の両方を測定するために、航空試験の申請者に使用されている。FAAは、無事故のパイロットとそうでないパイロットの類似点と相違点に関する広範な調査研究を監督した。このプロジェクトでは4,000人を超えるパイロットを調査し、そのうちの半分は「無事故」で、残りの半分は事故に関与していた。

事故を起こしやすいパイロットで、5つの特性が発見された。このパイロットたちは:

- ルールを軽視している
- 飛行記録の事故と運転記録の安全違反との間に非常に高い相関関係がある
- 「スリルと冒険を求める」人格カテゴリに頻繁に分類される
- 情報収集、および実行する行動の速度と選択の両方において、整然とした規律ではなく衝動的である
- 副操縦士、客室乗務員、フライトサービス担当者、フライトインストラクター、ATCなどの外部情報源を無視するか、十分に活用しない傾向がある

意思決定プロセス

意思決定プロセスを理解することで、パイロットにADMおよびSRMスキルを伸ばす基盤が提供される。エンジンの故障などの一部の状況では、確立された手順を使用してパイロットによる迅速な対応が必要になるが、通常は飛行中に発生する変更を分析し、情報を収集し、決定に至る前にリスクを評価する時間がある。

リスク管理とリスク介入は、用語の単純な定義が示唆する以上のものである。リスク管理とリスク介入は、危険を体系的に特定し、リスクの程度を評価し、最善の行動方針を決定するために設計された意思決

定プロセスである。このプロセスには、危険の特定、リスクの評価、統制の分析、統制の決定、統制の使用、結果の監視が含まれる。

この決定に至るステップが、意思決定プロセスを構成する。問題解決と意思決定のための構造化フレームワークの3つのモデルは、5P、PAVE、CAREおよびTEAMを使用する3P、およびDECIDEモデルである。いずれも決定プロセスの組織化を支援する。これらのモ

デルはすべて、重要な決定を組織する際に単一のパイロットに役立つとされている。

シングル・パイロット・リソース・マネジメント (SRM)

シングル・パイロット・リソース・マネジメント (SRM) は、情報を収集し、分析し、決定を下す方法に関するものである。問題を特定し、情報を分析し、情報に基づいたタイムリーな決定を下す方法を学ぶことは、特定の操作の学習に関連するトレーニングほど簡単ではない。「現実の世界」で飛行時に遭遇する無限のさまざまな状況で、状況を判断する方法と「考える方法」を学ぶことはより困難である。

ADMには正しい答えはなく、むしろ各パイロットは、経験レベル、個人的な最低条件、現在の身体的および精神的な準備レベルに照らして各状況を分析し、自分で決定することが求められる。

5 Pチェック

SRMは理論上では良いように思われるが、パイロットが毎日のフライトでそれを理解して使用方法が必要である。1つの実用的な運用は、「五つのP (5 Ps)」と呼ばれる。[図2-9] 5つのPは、「Plan(計画)、Plane(飛行機)、Pilot(パイロット)、Passengers(乗客)、Programming(プログラミング)」で構成されている。これらの各領域は、すべてのパイロットが遭遇する一連の課題と機会と構成されている。各課題と機会は、パイロットが十分な情報に基づいたタイムリーな意思決定を行う能力に基づいて、フライトを正常に完了するリスクを大幅に増減させる可能性がある。5 Pは、飛行中または緊急事態が発生したときの主要な決定ポイントでパイロットの現在の状況を評価するために使用される。これらの決定ポイントには、飛行前、離陸前、毎時または飛行の中間点、降下前、最終進入修正の直前、または場周経路に入る直前のVFR操作が含まれる。

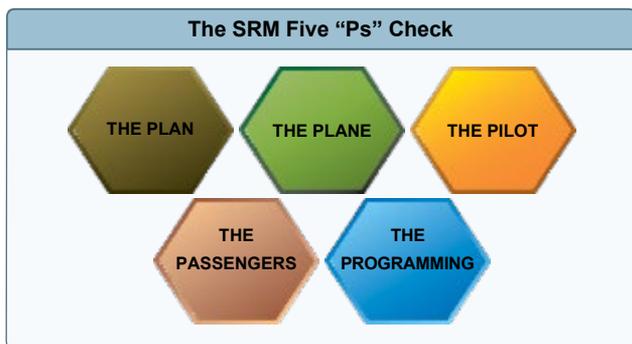


図2-9. 五つのP チェックリスト

5つのPは、パイロットには基本的に5つの変数があり、それらが環境に影響を与え、1つの重要な決定またはいくつかの重要度の低い決定を強制的に行うという考えに基づいている。これらの変数が、計画、飛行機、パ

イロット、乗客、およびプログラミングである。この概念は、現在の意思決定モデルは本質的に保守的な傾向があるという信念から生じている。パイロットによるリスク管理の決定を促すには、変化が発生し、検出されなければならない。たとえば、多くのパイロットは離陸前にリスク管理シートに記入する。これは、その日に遭遇する可能性のあるリスクのカタログを形成する。各リスクには数値が割り当てられる。この数値の合計が所定のレベルを超える場合、フライトは変更またはキャンセルされる。非公式の調査によると、これらは危険因子を教えるのに役立つドキュメントだが、正式なトレーニングプログラム以外ではほとんど使用されない。5Pの概念は、これらのシートおよび他の利用可能なモデルに含まれる情報を取得して使用する試みである。

5Pの概念は、意思決定が有効である可能性が最も高い飛行中のポイントで、重要な変数の「予定した」再考察を採用するパイロットを基本としている。たとえば、悪天候のためにフライトをキャンセルする最も簡単なポイントは、扉を開けてパイロットと乗客を航空機に乗せる前である。そのため、最初の決定ポイントは飛行計画室でのプリフライトである。飛行計画室では、すべての情報をすぐに入手して適切な決定を下し、通信および地上運航支援事業者 (FBO) サービスを利用して代替の飛行計画を立てる。

重要な安全上の決定を下すための、飛行中の2番目に簡単なポイントは離陸の直前である。「緊急離陸」を行う必要のあるパイロットはほとんどいない。5Pチェックのポイントはパイロットの飛行を支援することだが、離陸前の5Pの正しい適用は、利用可能なすべての情報に基づいて合理的な合否判定を支援することである。その決定は、通常、特定の制限と変更を伴う「Go」であるが、「No Go」の場合もある。重要な考え方は、飛行のプロセスにおけるこれらの2つのポイントは、すべてのフライトで重要な合否ポイントであるということだ。

5 Pを確認する3番目の場所は、フライトの中間点である。多くの場合、パイロットは、飛行場情報放送業務 (ATIS) で気象を確認されるまで待機することがあるが、飛行のこの時点で、既に航空機とパイロットは多くの優れたオプションを失っている。さらに、疲労と低高度の低酸素症は、長時間の疲れる飛行日の終わりまでにパイロットのエネルギーの多くを奪う要因となりえる。これにより、パイロットは意思決定モードから受け入れモードに移行する。フライトが2時間を超える場合は、5 Pチェックを1時間ごとに実施するべきである。

最後の2つの決定ポイントは、ターミナルエリアに降下する直前であり、最終進入フィックスの直前、または

VFRの場合、着陸の準備が開始されて場周経路に入る直前である。ほとんどのパイロットは、毎回進入から着陸することを期待して進入を実行する。より健全な進入では、パイロットは条件の変化（再び5 P）により、パイロットがすべての進入で迂回または進入復行を実行すると想定する必要がある。これにより、パイロットは、リスクを増大させて飛行の安全な実施を脅かす可能性のあるあらゆる種類の状況を警告し続ける。巡航高度から迂回することで、燃料を節約し、自動操縦を急いで使用することができ、本質的に反発が少なくなる。最終進入フィックスから迂回することは、より困難だが、パイロットは無駄な進入を実行するのではなく、計画と調整を改善することができる。では5つのPのそれぞれの詳細な議論を見てみよう。

The Plan(計画)

「計画」は、任務またはタスクとも呼ばれる。長距離飛行計画、気象、ルート、燃料、発行通貨などの基本的な要素が含まれている。「計画」は、飛行中に何度も見直され、更新される必要がある。整備、急速に変化する天候、短期間でのTFRによる離陸の遅延は、すべて計画を根本的に変える可能性がある。「計画」とは、飛行計画だけでなく、飛行を取り巻くすべての事象に関するものであり、パイロットが任務を遂行できるようにする。計画は常に更新および変更されており、特に残りの4つのPの変更に対応している。他の理由がない限り、5 Pチェックは、その日の飛行計画が現実のものであり、いつでも変更される可能性があることをパイロットに思い出させる。

明らかに、気象はどんな計画でも大きな部分を占める。先進アビオニクスのパイロットは、データリンクの気象情報を追加することで、悪天候でも真の利点を得ることができるが、状況認識を犠牲にすることなくリアルタイムで気象を取得および評価するよう訓練されている場合に限る。そしてもちろん、たとえその決定が現在の計画を継続することであっても、気象情報は判断材料になるはずである。データリンク気象のない航空機のパイロットは、FSSやFlight Watchを通じて飛行中の最新の気象を取得する必要がある。

The Plane(飛行機)

「計画」と「飛行機」の両方は、ほとんどのパイロットにかなり馴染みがある。「飛行機」は、すべての航空機のパイロット、所有者、またはオペレーターが特定できる、機械的および表面的な問題の通常の配列で構成されている。先進アビオニクスの出現により、「飛行機」は数年前には未知であったデータベース普及、自動化ステータス、緊急バックアップシステムを含むように拡大した。自動操縦の有無にかかわらず、シングルパイロットIFR飛行について多くのことが書かれている。これは個人の決定であるが、ただ決定というだけのことだ。非自動操縦装備の航空機の低IFRは、議論される他のPのい

くつかに依存する場合がある。その中には、パイロットの習熟度、容認、疲労などがある。

The Pilot(パイロット)

特にビジネス輸送が関係している場合、飛行はパイロットを高高度、著しい耐久力を必要とする長距離飛行、厳しい気象などのリスクにさらす可能性がある。先進アビオニクスを導入すると、固有の機能が増えることにより、パイロットに高いストレスがかかる可能性がある。パイロットリスクに対処するときは、常に「IMSAFE」チェックリストを参照するのが最善である（2-6ページを参照）。

深夜、パイロットの疲労、および5,000フィートを超える持続飛行の影響により、パイロットの識別力が低下し、情報に対する批判が少なくなり、決定性が低くなり、従順性が高まり、受け入れやすくなる可能性がある。飛行の最も重要な部分が近づくと（たとえば、風雨にさらされた4時間の飛行の後の夜間の計器進入）、パイロットの気が最も緩くなる。5 Pプロセスは、パイロットが離陸前にフライトの終わりに向かって直面する可能性のある生理学的課題を認識し、フライトの進行に合わせて個人の状態を更新できるようにする。リスクが特定されると、パイロットはこれらの要因の影響を軽減し、より安全な解決策を提供する代替計画を作成するのに適した状態となる。

The Passengers(乗客)

CRMとSRMの主な違いの1つは、乗客がパイロットと対話する方法である。高性能の単発航空機のパイロットは、飛行中ずっと乗客の手の届く範囲内にいるため、乗客とのより個人的な関係を維持する。

乗客が航空会社との連絡や重要なビジネス会議をタイムリーに行う必要性は、このパイロットの意思決定ループの一部である。ダレス国際空港へのフライトを考えてみよう。ここでは、乗客は親しい友人でもビジネスパートナーでもあり、重要な会議のためにワシントンD.C.に行く必要がある。気象はバージニア州南部までずっとVFRだが、パイロットがダレスに近づくと低IFRに変わる。5 Pアプローチを採用しているパイロットは、燃料補給に合わせて、ノースカロライナ北部またはバージニア南部の空港でレンタカーを予約することを検討するかもしれない。したがって、乗客にはワシントンに到着する手段があり、パイロットには、状況が改善されない場合にフライト継続の圧力を受けない手段がある。

乗客はパイロットになることもできる。誰も機長（PIC）として指名されておらず、計画外の状況が発生した場合、自信のあるパイロットの意思決定スタイルが対立する可能性がある。

パイロットは、パイロットでない者が飛行に伴うリスクのレベルを理解できない場合があることも理解する必要がある。すべてのフライトにはリスクの要素がある。これが、SRMがリスク排除ではなくリスク管理と呼ぶ理由である。パイロットは夜間のIFR飛行に存在するリスクを心配していないかもしれないが、乗客はそうとはかぎらない。SRMを採用しているパイロットは、乗客が意思決定に関与していることを確実にし、関与させ続け、無駄な時間を与えないタスクと任務を与えるべきである。リスクが存在するという事実の説明に基づいて、乗客が航空券の購入または車のレンタルを決定していれば、概して適切な決定が下されている。この議論により、パイロットは、乗客が望んでいると思うことから離れ、実際にやりたいことを見つめることができる。これにより、パイロットからの自己誘導圧力が除去される。

The Programming(プログラミング)

先進アビオニクス航空機により、GA航空機の飛行方法にまったく新しい次元が加わる。電子機器ディスプレイ、GPS、および自動操縦により、パイロットの作業負荷が軽減され、パイロットの状況認識が向上する。これらの機器のプログラミングと操作は非常にシンプルで簡単だが、それらが置き換えるアナログ機器とは異なり、パイロットの注意を引き付けて長時間保持する傾向がある。この現象を回避するために、パイロットは、アプローチ、ルート変更、空港情報収集のプログラミングをいつ、どこで行うべきか、また行うべきではない時期を事前に計画する必要がある。パイロットは、自動化がいつ、どこで、どのようにプログラムされ、どのように使用されるかについて、機器、ルート、ローカルATC環境、および自動化に対する個人の能力に精通している。

パイロットは、進入の直前の変更（および必要な再プログラミング）や、航空機の飛行中に大規模な変更（たとえば再ルーティング）を行う能力に対応して、自分の能力を検討する必要もある。形式は標準化されていないため、あるメーカーの機器から別の機器に移行するだけで、パイロットは一時停止し、より保守的な計画と決定を下すことが必要になる。

SRMプロセスは簡単だ。飛行前と飛行中に少なくとも5回、パイロットは「計画、飛行機、パイロット、乗客、およびプログラミング」を検討および考慮し、現在の状況に必要な適切な決定を下す必要がある。多くの場合、決定の失敗は決定であると言われている。SRMと5Pの下では、現在の計画に変更を加えないという決定でさえ、存在するすべてのリスク要因を慎重に検討することによって行われる。

知覚、過程、実行(3P)モデル

ADMのPerceive(知覚)、Process(過程)、Perform(実行)

(3P)モデルは、飛行のすべての段階で使用できるシンプルで実用的で体系的なアプローチを提供する。使用するために、パイロットは次のことを行う：

- フライトの状況の一定の環境を認識する
- 飛行の安全性への影響を評価することで処理する
- 最善の行動方針を実装して実行する

認識、処理、実行、および評価の各方法を、航空に関するあらゆる意思決定の連続モデルとして使用する。人間が間違いを犯すことは避けられないが、安全に対する潜在的な脅威を認識して最小限に抑えるためにできることはすべて、パイロットの技能を高める。

アクティビティの性質と利用可能な時間に応じて、リスク管理処理は3つの時間枠のいずれかで実行できる。
[図 2-10] ほとんどの飛行訓練活動は、リスク管理のための「スピードが重視される」時間枠で行われる。リスク管理の6つのステップを組み合わせ、実用的なリスク管理のための覚えやすい3Pモデルに組み込むことができる：知覚、過程、PAVEで実行、CARE、およびTEAMチェックリスト。パイロット、航空機、環境、および外圧のPAVEチェックリストの使用は、パイロットの危険の認識に役立つ。そのため、代替、現実、外部要因のCAREチェックリストを使用して、危険を処理できる。最後に、パイロットは次のTEAM選択リストを使用してリスク管理を実行できる：転送、排除、承諾、または軽減。

| | 戦略的 | 意図的 | 緊急を要する |
|----------|---|--|---|
| 密 III | 複雑な操作で使用（例：新しい機器の導入）；研究、分析ツールの使用、正式なテスト、またはリスクの長期追跡が含まれる。 | 経験とブレインストーミングを使用して、危険を特定し、リスクを評価し、運用計画、標準的な運用手順または訓練手順のレビューなどの管理を開発する。 | 活動の実行段階で基本的なリスク管理プロセスを使用した「臨機応変に」の精神的または言葉による再検討。 |

図 2-10. リスク管理処理は、3つの時間枠のいずれかで実行できる。

PAVEチェックリスト:

危険と個人の最低限を特定する

最初のステップの目標は、望ましくない将来の事象に寄与する可能性のある現在の事象、物体、または状況である危険を認識することにより、状況認識を高めることである。このステップでは、パイロットはフライトのすべての側面（パイロット、航空機、環境、および外圧）に関連する危険を体系的に識別してリストし、PAVEチェックリストを構成する。[図 2-11] 各要素について、「自分、乗客、または航空機を傷つける可能性があるものは何か？」問う。4つの要素すべてが組み合わせられて相互作用し、あらゆるフライトに固有の状況を作り出す。パイロットと航空機の組み合わせに特別な注意を払い、組み合わせた「パイロットと航空機チーム」が飛行したい任務に対応できるかどうかを検討する。たとえば、非常に経験豊富で熟練したパイロットであったとしても、1970年代モデルの気象回避ギアなしの航空機で飛行している場合、気象飛行能力はまだ制限されている。一方、移動マップGPS、気象データリンク、自動操縦機能を備えた新しい技術的に高度な航空機を使用しているかもしれないが、悪天候の飛行経験があまりない場合、またはこの種の機器の使用を練習していない場合は、飛行機的能力に頼って自分の経験不足を補うことはできない。

CARE チェックリスト:危険の確認とリスクの評価

2番目のステップの目標は、この情報を処理して、識別された危険がリスクを構成しているかどうかを判断することであり、これは、制御または排除されない危険の将来の影響として定義される。特定の危険がもたらすリスクの程度は、暴露（影響を受ける人またはリソースの数）、重大度（損失の可能性の程度）、および確率（危険が損失を引き起こす可能性）の観点から測定できる。目標は、フライトの安全性への影響を評価し、「なぜこれらの状況に注意する必要があるのか」を検討することである。

ステップ1で認識した各危険について、結果、代替案、現実、外部要因のCAREチェックリストを使用して処理する。[図 2-12] たとえば、ビジネス会議に参加するための夜間飛行を評価してみよう:

Consequences(影響)— 終業後の出発は疲労とプレッシャーを生み出す

Alternatives(代替案)— 朝まで遅らせる、会議の日程を変更する、自動車を利用する。

Reality(現実)— 疲労の危険と注意散漫は事故につながる可能性がある

External pressures(外圧)— 目的地でのビジネス会議は私に影響を与えるかもしれない

処理段階の良い経験則: 「おそらく」大丈夫だと自分自身が思ったら、間違いなく確実な現実チェックの時間である。会議を欠席することを心配している場合は、その圧力が最初の合否判定だけでなく、飛行を続けるか迂回するかを決定する機内の決定にもどのように影響するかを現実的に考えなければならない。

TEAM チェックリスト: リスク管理の選択と実装

危険を認識し（ステップ1）、フライトの安全性への影響を処理したら（ステップ2）、次のステップである実行に移る。次のTEAMチェックリストを使用してリスク管理を実行する。: 各要素に対処するための転送、排除、承認、軽減。[図 2-13]

Transfer(転送)— このリスクの決定を他の誰かに転送する必要があるか(たとえば、主任フライトインストラクターに相談する必要があるか?)

Eliminate(排除)— 危険を排除する方法はあるか?

Accept(承認)— リスクを受け入れるメリットはコストを上回るか?

Mitigate(軽減)— リスクを軽減するために何ができるか?

パイロットは、PAVEチェックリストを使用して危険を認識できる:

Pilot

ゲイルは、総飛行時間約300時間の健康で十分に休息した自家用操縦士である。危険には、彼女の全体的および全米横断な経験の不足、および彼女が2か月間全く飛行していないという事実が含まれる。

Aircraft

パネル取り付け型のGPSや気象回避装置はないが、長距離燃料タンクを備えたC182スカイレーン機は、作動不能の機器がなく良好な機械の状態にある。計器盤は標準の「6バック」。

Aircraft

出発地と目的地の空港には長い滑走路がある。主な危険は気象である。VFRだが、中部大西洋地域の典型的な夏の日、つまり、暑く(90° F近く)、もやがかかっており(視界7マイル)、2,500フィートの密度高度で湿度が高い。目的地の空港(山にある)の気象はまだIMCだが、到着前に有視界気象状態(VMC)に改善すると予測されている。飛行中の気象はVMCだが、飛行ルートに沿った山の尾根上のIMCのポケット用のAIRMET Sierraがある

External pressures

ゲイルは、あまり会っていない親族と週末を過ごすために旅行しようとしている。彼女の家族は非常に楽しみにしており、滞在時の計画をたくさん立てている。

図 2-11. 3PモデルがPAVEチェックリストを使用して、全米横断旅行の決定をどのように決定に導くかの事例。

パイロットは、**CARE**チェックリストを使用して危険を認識できる:

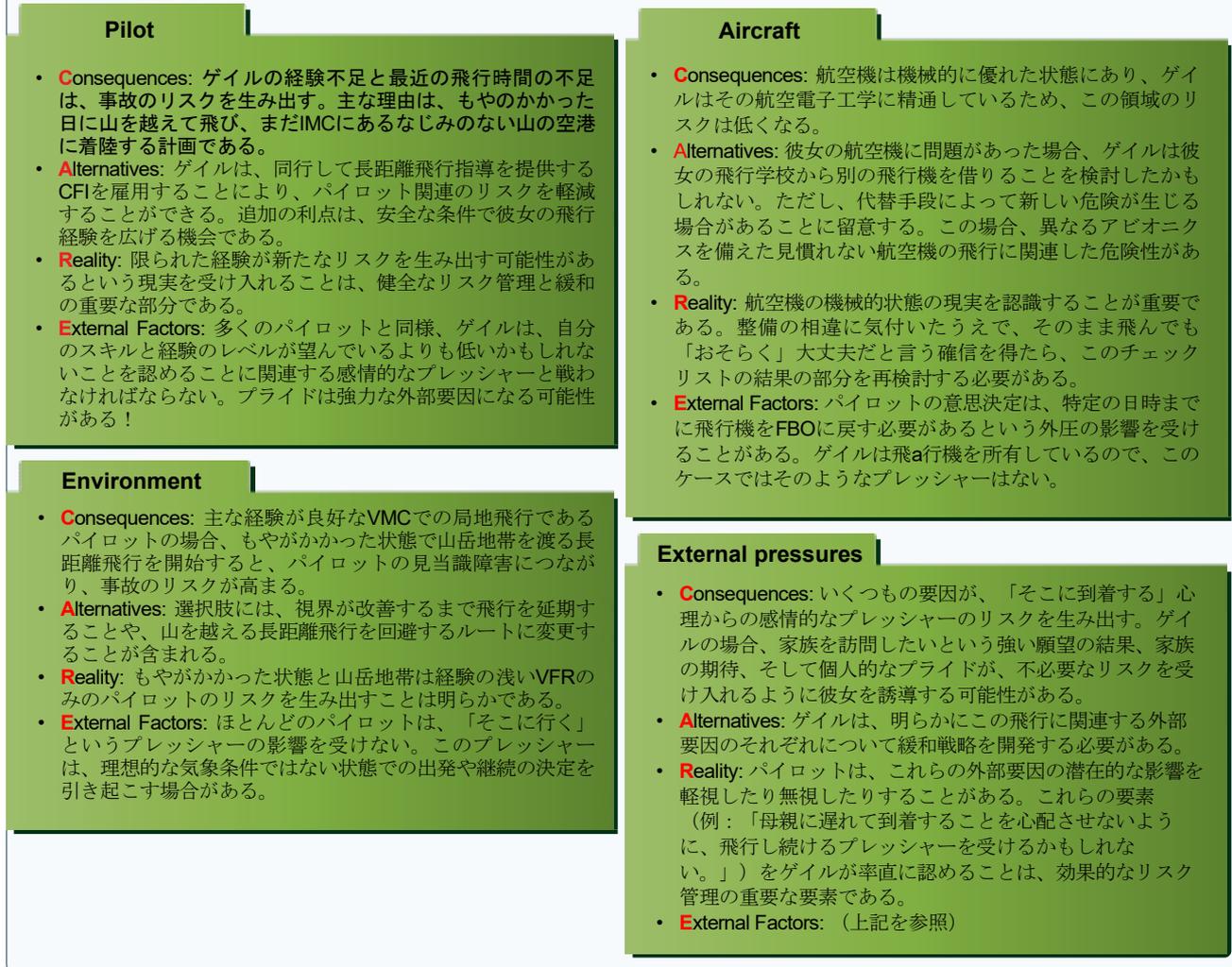


図 2-12. CAREチェックリストを使用して、3Pモデルが全米横断飛行の決定を導く方法の実例。

目標は、危険を排除またはリスクを軽減するための行為を実行して、この行為の結果を継続的に評価することである。たとえば、目的地の上昇限度が低い場合、パイロットは適切な代替手段を選択し、気象の良い場所を見つけて、十分な燃料を運んで適切なADMを実行できる。この一連の行為により、リスクを軽減できる。パイロットには、気象が好転するまで待つことで完全に排除する選択肢もある。

パイロットが3P決定プロセスを完了し、一連の行動を選択すると、行動のコースによってもたらされる一連の状況を分析する必要があるため、新たなプロセスが開始される。意思決定プロセスは、認識、処理、実行の連続ループである。練習と一貫した使用により、3Pサイクルを実行することは、洗練された機器検査と同じくらいスムーズで、継続的かつ自動的な習慣になる。この実用的なリスク管理ツールの基本セットは、リスク管理を改善するために使用できる。

安全的な決定、特に遅延や迂回を必要とする決定については、心理的に進んで行うことが重要である。次のようにして頭脳の筋肉を鍛えることができる:

- フライトの前にいくつかの決定を下すために個人の最小チェックリストを使用する。適切な個人の最小チェックリストを作成するには、特定の飛行に対するプレッシャーがないときに、飛行しない環境で能力と資格を評価する必要がある。作成したら、個人の最小チェックリストは、実行/中止または継続/中止の決定を行うための明確で簡潔な基準点となる。
- 個人的な最低要件に加えて、一部のパイロットは飛行前リスク評価チェックリストを使用してADMおよびリスク管理プロセスを支援することも好む。この種類のフォームでは、特定のリスクと状況に番号を割り当てられる。これにより、特定のフライトでより高いレベルのリスクを伴う場合を簡単に確認できる。

パイロットは、TEAMチェックリストを使用してリスク管理を実行できる：

Pilot

ゲイルは経験不足と最近の飛行時間の不足に関連するリスクを管理するために、次のことができる：

- **Transfer** 機長として別のパイロットを得ることにより、リスクを完全に移転する。
- **Eliminate** 飛行をキャンセルしてリスクを排除する。
- **Accept** リスクを受け入れ、とにかく飛ぶ。
- **Mitigate** 別のパイロットと共に飛行してリスクを軽減する。

ゲイルは、同行して、長距離飛行指導を提供するCFIを雇い、主要なリスクを軽減することを選択する。追加の利点は、彼女の飛行経験を広げる機会である。

Aircraft

ゲイルは航空機の機械的状態に関する疑問に関連するリスクを管理するために、次のことができる。：

- **Transfer** 別の飛行機を使用してリスクを移転する。
- **Eliminate** 飛行をキャンセルしてリスクを排除する。
- **Accept** リスクを受け入れる。
- **Mitigate** 航空機の性能の確認と慎重な飛行前検査を通じて、残りの（残留）リスクを軽減する。

航空機の機械的状態に問題がないことがわかったため、ゲイルは航空機の慎重な飛行前検査を通じて残りのリスクを軽減することを選択する。

Environment

ゲイルは、もやがかかった状態と山岳地帯に関連するリスクを管理するために、次のことができる。：

- **Transfer** 計器資格パイロットにIFRでの飛行を依頼することにより、これらの条件でのVFRのリスクを移転する。
- **Eliminate** 飛行をキャンセルしてリスクを排除する。
- **Accept** リスクを受け入れる。
- **Mitigate** 慎重な飛行前計画、VFR飛行計画の提出、VFR飛行監視の要求、およびFlight Watchなどのリソースの使用により、リスクを軽減する。

詳細な飛行前計画は、ゲイルの気象リスク軽減戦略の重要な部分でなければならない。最も直接的な飛行ルートの大部分は、飛山岳地帯である。山の上のIMCの濃霧とポケットのために、ゲイルは谷の上空を飛行するルートを変更することでリスクを軽減する可能性がある。この変更により、到着予定時刻（ETA）が30分遅れるが、その遅延時間は、山を越えてIMCが発生する可能性を回避するために払うわずかな犠牲である。彼女の目的地の空港は出発時点でIMCであるため、ゲイルは元の目的地から簡単に航行できる距離にある他の空港にVFR条件が存在することを確認する必要がある。さらに、これらの代替空港の基本情報（場周経路の高度、滑走路のレイアウト、頻度など）を確認する必要がある。リスクをさらに軽減し、優れたコクピットリソース管理を実践するには、VFR飛行計画を提出し、VFR飛行監視を使用し、Flight Watchを呼び出して気象情報を途中で取得する必要がある。最後に、彼女の携帯用のGPSの基本機能も練習するべきである。

External pressures

ゲイルは、「そこに到着する」心理を促進する可能性のある家族の期待による感情的なプレッシャーのリスクを軽減するために、次のことができる。：

- **Transfer** 副操縦士を機長として行動させ、継続/迂回の決定を下すことにより、リスクを移転する。
- **Eliminate** 飛行をキャンセルしてリスクを排除する。
- **Accept** リスクを受け入れる。
- **Mitigate** 家族の期待を管理し、別の空港に迂回した場合に代替の手配をすることにより、リスクを軽減する。

ゲイルと副操縦士は、各パイロットが飛行を続けることに拒否権を持ち、どちらかが飛行条件に不快になると迂回することに同意することにより、このリスクに対処することを選択する。目的地の空港は出発時点でもIMCであるため、ゲイルは飛行の特定のポイント（目的地の空港と2つの代替空港の間にある途中のVORTAC）を、「最終」継続/迂回決定の論理的な場所として確立する。ゲイルにスケジュールを満たすようプレッシャーを感じさせる特定のETAを家族に与えるのではなく、到着時に電話すると知らせることで家族の期待を管理する。

図 2-13. TEAMチェックリストを使用して、3Pモデルが全米横断飛行の決定をどのようにガイドするかの実例。

- 自分の処理段階で適切な選択肢のリストを作成する。たとえば、最低限度の気象では、ルート上の25～30海里のセグメントごとに適切な代替空港を特定することで、リスクを軽減できる。
- 遅延と迂回の可能性に備えて乗客に用意させ、乗客を評価プロセスに関与させる。
- 多くのパイロットが見落としているもう1つの重要なツールは、優れた飛行後分析である。飛行機を安全に確保したら、できるだけ客観的にフライトを確認して分析する。間違いや判断の誤りは避けられないが、最も重要なことは、次のフライトの前にそれらを認識し、分析し、そこから学ぶことである。

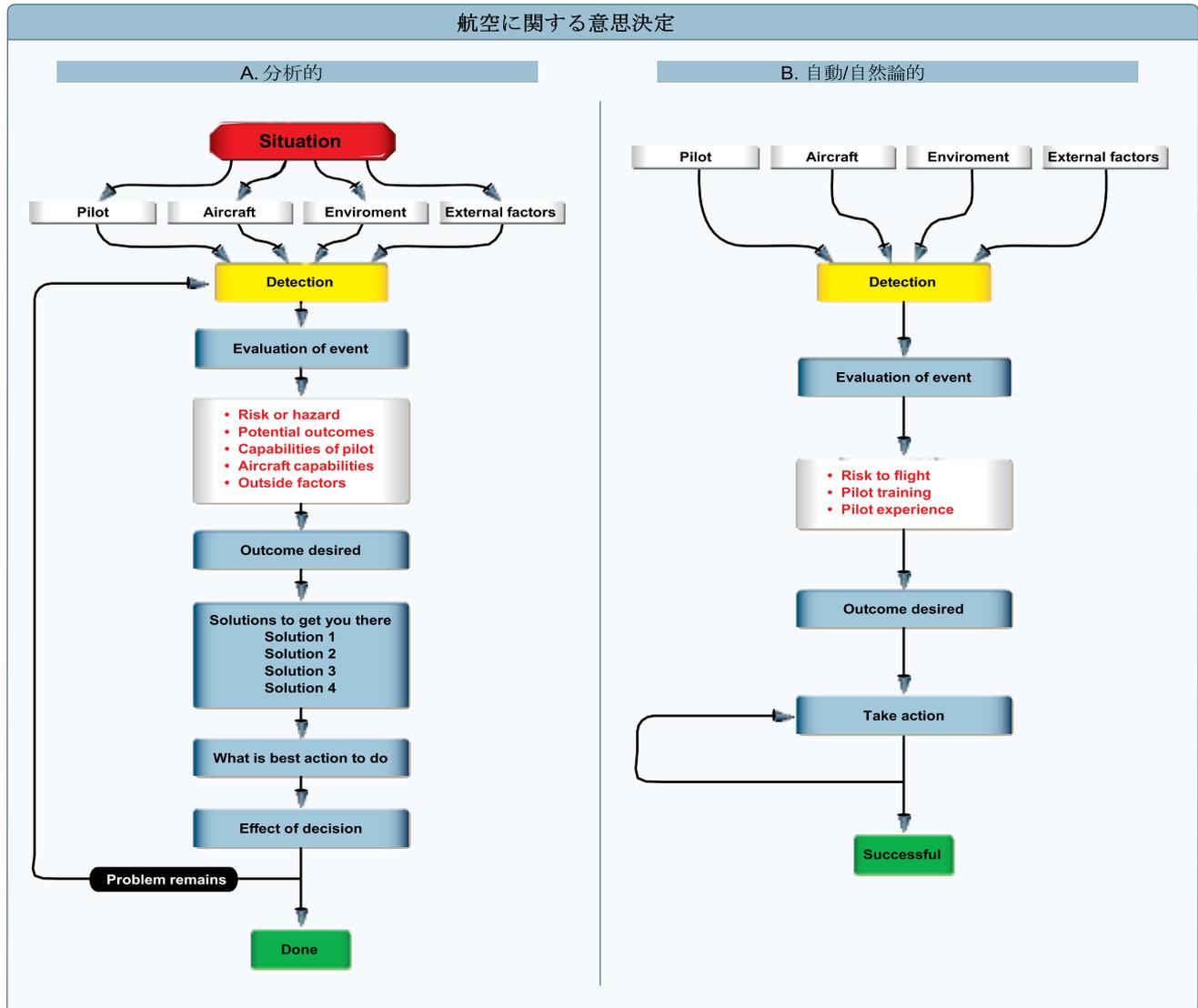
DECIDE モデル

頭字語「DECIDE」を使用した6ステップの過程
DECIDE モデルは、パイロットに論理的な意思決定方法を提供するもう1つの連続ループプロセスである。[図 2-14] DECIDEとは、一連の行動の検出(Detect)、推定(Estimate)、選択(Choose)、解決策の特定(Identify)、必要な行動の実行(Do)、行動の効果の評価(Evaluate)を意味する。

最初に、最近のパイパー・アパッチ機（PA-23）に関する事故について考えてみよう。この航空機は、アラバマ州の地元の空港での山との衝突で実質的に損傷を受けた。認定 定期運送用操縦士（ATP）は軽傷を負い、認定 家用操縦士は負傷しなかった。家用操縦士は、マルチエンジン評価の事業用操縦士免許のATP（指定試験官でも

あった) から実地試験飛行を受けていた。高高度で空中操作を実施した後、彼らは空港に戻り、自家用操縦士が着陸まで片発エンジンのアプローチを実行した。その後、彼は離陸のために地上走行で戻り、短距離離陸を行い、場周経路に入って別の着陸に戻った。2回目の着陸のアプローチ中、ATPは右エンジンの出力をゼロ推力に減らすことにより、右エンジンの故障をシミュレートした。これにより、航空機が右にそれた。

故障したエンジンを特定する手順は、2段階のプロセスである。まず、両方のエンジンで制御可能な最大レベルに出力を調整する。左エンジンが推力を供給する唯一のエンジンであるため、右にそれだすと、追加の左舵アプリケーションの適用が必要になる。



The DECIDE model

1. **Detect.** The decision maker detects the fact that change has occurred.
2. **Estimate.** The decision maker estimates the need to counter or react to the change.
3. **Choose.** The decision maker chooses a desirable outcome (in terms of success) for the flight.
4. **Identify.** The decision maker identifies actions which could successfully control the change.
5. **Do.** The decision maker takes the necessary action.
6. **Evaluate.** The decision maker evaluates the effect(s) of his/her action countering the change.

図 2-14. DECIDE モデルは世界中で認められている。自動/自然論的な意思決定がB列に示されている一方で、そのアプリケーションはA列に示されている。

故障したエンジンは、舵圧を必要としない側、この場合は右のエンジンである。第二に、故障した右のエンジンを特定したら、手順は右のエンジンをフェザリングし、出力を調整して着陸までの降下角度を維持することが手順となる。

しかし、このケースでは、パイロットはエンジンの故障が左エンジンの故障であると想定したため、左エンジンをフェザリングした。双発機のトレーニング中は、ほとんどの軽量双発機の左エンジンが重要なエンジンであるため、左エンジンが右エンジンよりも強調される。これは、単発機と同様に、多発機がP効果の影響を受けるためである。各エンジンの下降プロペラブレードは、飛行機が力と正の迎え角で動作している場合、上昇ブレードよりも大きな推力を生成する。右エンジンの下降プロペラブレードも重心からの距離が大きいため、左エンジンの下降プロペラブレードよりも長いモーメントアームがある。その結果、左側のエンジンが故障すると、右側のエンジンが残りの推力を提供するため、最も非対称な推力（逆ヨー）が発生する。多くの双発機は、逆回転する右エンジンで設計されている。この設計では、非対称推力の程度は、どちらのエンジンが作動していなくても同じである。どちらのエンジンも他方のエンジンほど重要ではない。

パイロットはどのエンジンが故障したかを特定する最初のステップを実行しなかったため、左エンジンをフェザリングし、右エンジンを推力ゼロに設定した。これにより本質的に航空機が制御された滑空に制限された。パイロットが滑走路に降下できないことに気付いたとき、パイロットは両方のエンジンへの出力を増やし、左に巨大なヨーを引き起こし（左プロペラがフェザー）、航空機は左に曲がり始めた。インストラクターは必死になって両方のスロットルを閉じ、航空機は地面に衝突し、実質的に損傷を受けた。

このケースは、2つの特定の問題を浮き彫りにしているため、興味深い。第一に、先見のない行動を取ることは、行動を起こさないことと同じくらい危険である。このケースでは、パイロットの行動は間違っていた。それでも、シミュレートされた緊急事態を分析するために必要な手順を実行するのに十分な時間はあった。2番目のより微妙な問題は、プレッシャーの下で行われる決定が、限られた経験に基づいて実行される場合があり、実行される行動が状況を処理するために不正確、不完全、または不十分である可能性があるということだ。

検出(問題)

問題検出は、意思決定プロセスの最初のステップである。変更が発生したか、予期された変更が発生しなかったことを認識することから始まる。問題は最初に感覚で認識され、次に洞察と経験によって区別される。これらの同じ能力、および利用可能なすべての情報の客観的な分析を使用して、問題の性質と重大度を判断する。意思決定プロセス中に発生する1つの重大なエラーは、問題を誤って検出することである。前述の例

では、発生した変化はヨーイングであった。

推定(反応する必要性)

エンジン停止の例では、航空機は右に向きがそれ、パイロットは最終進入にあり、この問題の迅速な解決策が必要であった。多くの場合、過剰反応と強迫観念によって安全な結果がもたらされない。たとえば、晴れた日に航空機が1,500フィートに上昇した時に、ムーニーのキャビンのドアが飛行中に突然開いた場合はどうなるか？ 突然開くのは驚くべきことだが、開いたドアが示す認識された危険は、迅速かつ効果的に軽微であると評価される。実際、ドアを開けても安全な飛行に影響はなく、ほとんど無視できる。ほとんどの場合、パイロットは着陸後にドアをしっかりと締めるために空港に戻る。

この小さな問題に直面した晴れた日に飛行するパイロットは、開いたキャビンのドアを低リスクとしてランク付けする必要がある。ITCのパイロットは、ATCから修正された許可を受けている雨の中での断続的な乱気流のあるIMC状態で上昇するだろうか？ 開いたキャビンのドアは、より高いリスク要因になる。問題は変わっていないが、進行中の多くのタスクと環境のために、パイロットがそれを割り当てるリスクの認識は変わる。パイロットが問題をランク付けする方法には、経験、訓練、認識、および知識が影響する。

選択(一連の行動)

問題が特定され、その影響が推定された後、パイロットは望ましい結果を決定し、一連の行動を選択しなければならない。シミュレートされた故障したエンジンであった多発機のパイロットの場合、望ましい目標は飛行機を安全に着陸させることである。

特定(解決策)

パイロットは、目標に到達するための計画を策定する。場合によっては、1つのコースしか利用できない場合がある。すでに500フィート以下でエンジンが故障している場合、パイロットは成功する結果につながる1つ以上の解決策を特定することで問題を解決する。パイロットが過程に固執しないようにして、決定を下すことが重要である。

実行(必要な行動)

解決への道筋が特定されると、パイロットは状況に最も適した道筋を選択する。シミュレートされた故障したエンジンであった多発機のパイロットは、航空機を安全に着陸させなければならない。

評価(行動の効果)

最後に、解決策を実行した後、決定が正しいかどうかを確認する。実行した行動で目的の結果が得られない場合、過程を繰り返す必要がある。

動的環境での意思決定

意思決定への確実なアプローチは、5 P、3 P、および DECIDEなどの分析モデルを使用することである。パイロットが利用可能なすべての情報を収集し、再検討し、選択肢を分析し、選択肢を評価し、一連の行動を選択し、その一連の行動が正しいかどうかを評価すると、適切な決定が下される。

状況によっては、分析的な意思決定スキルに基づいて意思決定を行う時間が常にあるとは限らない。良い例は、非常に流動的で変化する状況に基づいて行動するクォーターバックである。計画を実行するつもりでも、状況が変わればその場で意思決定を下す必要がある。このタイプの意思決定は、自動意思決定または自然化された意思決定と呼ばれる。[図2-14B]

自動意思決定

緊急の状況では、パイロットがすべての選択肢を実行するのに十分な時間がないため、行われたすべての決定に厳密に分析モデルを適用すると、パイロットが命を落とす可能性がある。これらの状況下では、あらゆる問題に対する可能な限り最良の解決策を見つけようと試みるべきである。

過去数十年間、人々が実際にどのように意思決定を行うかについての研究により、熟練者は時間に追われた時、不確実性に満ちたタスクに直面し、状況が慣れているかどうかを最初に評価することが明らかになった。さまざまなアプローチの長所と短所を比較するのではなく、そのような状況で1つまたはいくつかの可能な行動方針がどのように展開するかをすぐに想像する。熟練者は、見つけることができる最初の実行可能なオプションを選択する。すべての可能な選択肢の中で最良ではないかもしれないが、しばしば非常に良い結果が得られる。

「自然論的」および「自動意思決定」という用語は、このタイプの意思決定を説明するために作られた。自動意思決定を行う能力については、消防士からチェスプレイヤーまで、さまざまな熟練者に当てはまる。熟練者の能力は、複雑な状況で選択肢を明確にするパターンと一貫性の認識にかかっているようである。熟練者は、経験に基づいた行動を開始して創造的な修正を引き起こすことにより、実際に決定に達することなく、状況を暫定的に理解しているように見える。

これは、訓練と経験に根ざした反射型の意思決定であり、分析的な意思決定を実践する時間がない緊急時に最もよく使用される。自然論的または自動的な意思決定は、訓練と経験によって改善され、パイロットは、個々の経験と訓練と関連する意思決定ツールの組み合わせを使用して自覚する。

運用上の落とし穴

経験豊富なパイロットほど自動意思決定を行う可能性が高くなるが、パイロット経験の発展に伴う傾向や運

用上の落とし穴がある。これらは、パイロットが陥ることが知られている古典的な行動トラップである。経験豊富なパイロットは、原則として、計画どおりにフライトを完了し、乗客を喜ばせ、スケジュールを満たそうとする。これらの目標を達成したいという願望は、安全性に悪影響を及ぼし、操縦技術の非現実的な評価に寄与する可能性がある。すべての経験豊富なパイロットは、飛行キャリアにおけるこれらの傾向の1つまたは複数に陥り、惑わされている。これらの危険な傾向または行動パターンは、特定および排除される必要があり、図2-15に示す運用上の落とし穴を含んでいる。

ストレス管理

誰もがほぼ常にある程度のストレスを受けている。一定のストレスは、人に注意を促し、自己満足を防ぐので良い。ストレスの影響は累積的であり、パイロットが適切な方法でストレスに対処しない場合、最終的には耐えられない負担になる。一般に、性能は、ストレスの発生とともにピークに達し、その後、ストレスレベルが対処能力を超えると急速に低下し始める。フライト中に効果的な意思決定を行う能力は、ストレスによって損なわれる可能性がある。ストレスには、急性と慢性の2つのカテゴリがある。これらは両方とも、第17章「航空医学的要因」で説明されている。

ストレス要因と呼ばれる要因は、操縦室でのパイロットのエラーのリスクを高める可能性がある。[図2-16] 晴れた日に1,500フィートを上昇するムーニーの飛行中に突然開いたキャビンのドアを覚えているだろうか？パイロットを驚かせたかもしれないが、状況が深刻な危険ではないことが明らかになったとき、ストレスは軽減した。それでも、IMC状態でキャビンのドアが開いた場合、ストレスレベルはパイロットが単純なタスクに対処する能力に大きな影響を与える。ストレス管理の鍵は、結論に即時に至る前に、停止し、考え、分析することである。通常、不必要な結論を出す前に考える時間はある。

人生のストレスの蓄積を管理し、ストレスの過負荷を防ぐのに役立ついくつかのテクニックがある。たとえば、ストレスレベルを軽減するには、毎日リラックスする時間を確保するか、体の健康のプログラムを維持する。ストレスの過負荷を防ぐには、時間をより効果的に管理し、スケジュールに遅れて納期を守らないことによるプレッシャーを回避する方法を学ぶことである。

リソースの使用

飛行中に情報に基づいた意思決定を行うには、パイロットは操縦室内外のリソースを認識しなければならない。有用なツールと情報源が常にすぐには限らないため、これらのリソースを認識することを学ぶことは、ADMトレーニングの重要な部分である。リソースを特定するだけでなく、パイロットは特定のリソースを使用する時間があるかどうか、およびその使用が飛行の安全性に与える影響を評価するスキルを開発しなければならない。たとえば、パイロットが行方不明になった場合、ATCの支援は非常に役立つが、緊急の状況では、ATCに連絡する時間がない場合がある。

運用上の落とし穴

仲間からの圧力

不適切な意思決定は、状況を客観的に評価するのではなく、仲間への感情的な反応に基づいている場合がある。

考え方の固定

パイロットは、特定の状況の変化を認識して対処することができないため、固定された考え方を示す。

どうしても行く

この傾向は、元の目標または目的地を決めたことにより、パイロットの判断を損ない、それとは別の行動方針を無視させる。

ダックアンダー症候群

パイロットは、進入中に最小値を下回って空港に到着しようとする場合がある。すべての進入手順に誤差の範囲が組み込まれているという信念があるか、着陸が完了せず、進入復行を開始しなければならないことをパイロットが認めたい場合がある。

超低空飛行

これは、計器気象状態が存在するときに、パイロットが低高度で地形との視覚的接触を維持しようとしたときに発生する。

計器気象状態でも有視界飛行方式（VFR）を継続する

パイロットがVFRを計器気象の状態に継続すると、空間失調症または地面/障害物との衝突が発生する場合がある。これは、パイロットが計器飛行資格を持たないか、または期限内でない場合、さらに危険になる可能性がある。

航空機よりも遅れてしまう

事象や状態がパイロットの操縦を制御してしまうような状態。パイロットが航空機よりも遅れてしまう状態では次々と起こる状況が予測できず、驚きの連続になる。

位置認識または状況認識の喪失

極端な場合、パイロットが航空機より遅れると、位置認識または状況認識が失われる可能性がある。パイロットは航空機の地理的な位置がわからないか、悪化する状況を認識できない場合がある。

不十分な燃料での運行

最小燃料予備要件を無視するのは、通常、自信過剰、飛行計画の欠如、または適用される規制の無視の結果である。

飛行中の最低高度を下回る

上記のようなダックアンダー症候群は、IFRフライトの途中で発生する可能性もある。

許容範囲外の飛行

特定の航空機の想定される高性能能力は、パイロットの過大評価された飛行スキルによって課される要求を満たすことができるという誤った信念を引き起こす可能性がある。

飛行計画、飛行前点検、およびチェックリストの怠慢

パイロットは、確立された手順や公開されたチェックリストの代わりに、短期および長期の記憶、定期的な飛行スキル、おなじみのルートに頼る場合がある。これは、経験豊富なパイロットに特に当てはまる。

図 2-15. パイロットの認識を必要とする典型的な運用上の落とし穴。

ストレス要因

環境

極端な温度と湿度、ノイズ、振動、酸素不足など、環境に関連する条件。

生理的ストレス

疲労、体力不足、睡眠不足、食事不足（血糖値の低下につながる）、病気などの身体的状態。

心理的ストレス

家族の死亡、離婚、病気の子供、職場での降格などの社会的または感情的な要因。この種のストレスは、問題の分析、航空機の操縦、意思決定などの精神的な作業負荷にも関連している場合がある。

図 2-16. システムストレスナー。環境的、生理学的、心理的ストレスは、意思決定スキルに影響を与える要因である。これらのストレス要因は、特に作業負荷が高いときに深刻な影響を及ぼす。

内部リソース

最も利用されていないリソースの1つは、たとえ飛行経験がない場合でも、右の座席にいる乗客である。必要に応じて、PICは乗客に、交通の監視やチェックリスト項目の読み取りなど、特定のタスクの支援を依頼できる。以下は、乗客が支援できる他の方法である：

- 飛行に慣れている場合は特に、不規則な状況で情報を提供する。乗客にとって奇妙な匂いや音が潜在的な問題の警告となる場合がある。
- パイロットの後で、着陸装置が下りていることを確認する。
- 降下中の特定の高度の高度計を見る方法を学ぶ。
- 論理または論理の欠如に耳を傾ける。

また、口頭説明のプロセス（乗客が搭乗しているかどうかにかかわらず発生する可能性がある）は、意思決定プロセスでPICを支援することができる。たとえば、パイロットが、一人の乗客に出発前に予想される着陸気象のブリーフィングを提供すると仮定する。飛行場情報放送業務（ATIS）が選択されると、気象は大きく変わった。この予測の変更に関する議論は、パイロットが自分の活動と意思決定を再検討することにつながる可能性がある。[図 2-17] 他の貴重な内部リソースには、創意工夫、航空知識、および飛行スキルが含まれる。パイロットは、これらの特性を改善することで操縦室のリソースを増やすことができる。

単独で飛行する場合、別の内部リソースは口頭によるコミュニケーションである。言語コミュニケーションが活動を強化することが実証されている。通信しながら対象に触れると、アクティビティが達成される確率がさらに高まる。このため、多くの単独パイロットがチェックリストを大声で読み上げる。重要な項目に到達すると、スイッチまたはコントロールに触れる。たとえば、着陸装置が下りていることを確認するために、パイロットはチェックリストを読むことができる。しかし、プロセス中にギアハンドルに触れると、着陸装置の安全な延長が確認される。

パイロットは、飛行中の航空機のすべての機器とシステムを完全に理解する必要がある。油圧計が直接読み取りであるか、センサーを使用しているかなどの知識の不足は、賢明な決定を下せなければ、悲劇的なミスにつながる不適切な決定を下すことになる。

チェックリストは不可欠な操縦室の内部リソースである。これは、航空機の計器およびシステムが適切にチェック、設定、および動作していることを検証するために使用されるほか、システムの誤動作または機内の緊急事態が発生した場合に適切な手順が実行されることを確認するために使用される。チェックリストを使用したがない訓練生は、あらゆるレベルのパイロットがチェックリストを参照していること、また、



図2-17. 可能な場合、乗客に重要なタスクが完了したことを再確認してもらう。

航空機が高性能になればなるほど、チェックリストがさらに重要になることに気づかされる。さらに、パイロットの操作ハンドブック（POH）は航空機に搭載する必要があり、正確な飛行計画と飛行中の機器の故障の解決に不可欠である。ただし、パイロットが持っている最も貴重なリソースは、単独で、または他の人と作業負荷を管理する能力である。

外部リソース

ATCとフライトサービスの専門家は、飛行中の最高の外部リソースである。空港周辺および飛行ルートに沿った安全で整然とした航空交通の流れを促進するために、ATCはパイロットに交通勧告、レーダー誘導、緊急時の支援を提供する。フライトを可能な限り安全にすることはPICの責任だが、問題のあるパイロットはATCに支援を求めることができる。[図 2-18] たとえば、パイロットが水平飛行する、進路を与えられる、または速度を下げる必要がある場合、ATCは乗組員の一部として支援し、統合される。



図2-18. 管制官は、可能な限り安全に飛行できるように働く。

ATCが提供するサービスは、パイロットの作業負荷を軽減するだけでなく、パイロットが情報に基づいて飛行中の決定を下すのにも役立つ。

飛行情報局（FSS）は、パイロットブリーフィング、飛行中の通信、VFR捜索および救助サービスを提供する航空交通施設であり、失われた航空機および緊急事態の航空機を支援し、ATC許可を中継し、操縦士への通知（NOTAM）を発信し、航空気象および全国空域システム（NAS）の情報を発信し、IFR飛行計画の情報を受信して処理し、航法援助装置（NAVAIDs）を監視する。さらに、選択した場所で、FSSは飛行中の気象情報サービス（Flight Watch）を提供し、空港の情報を発行し、国境を越えたフライトの税関と入国をアドバイスする。アラスカの厳選されたFSSもTWEB記録を提供し、気象観測を行う。

状況認識

状況認識とは、飛行前、飛行中、飛行後の安全性に影響を与える5つの基本的なリスク要素（特定の航空状況を構成する飛行、パイロット、航空機、環境、および操作の種類）内のすべての要因と条件の正確な認識と理解である。トラフィックや、気象に関する考察、ATC通信を求めて無線通信をモニタリングしていれば、起きていることを頭の中に描きやすいため、パイロットは状況認識を強化できる。

状況認識を維持するには、すべてのフライト関連要因の相対的な重要性和、フライトに対する将来の影響を理解する必要がある。パイロットが起きていることを理解し、全体の運用の概要を把握している場合、パイロットは重要な要素の1つに固執することはない。パイロットが航空機の地理的な位置を知ることが重要であるだけでなく、何が起きているのかを理解することも重要である。たとえば、バージニア州リッチモンド上空をダレス空港またはリーズバークに向かって飛行している間、パイロットは、自分が無線誘導されている理由を知り、空間的な位置を予測できなければならない。理由を理解せずに単純に旋回を行っているパイロットは、緊急時の操縦の負担が増すことになる。状況認識を維持するために、ADMに含まれるすべてのスキルが使用される。

状況認識を維持するための障害

疲労、ストレス、および仕事の過負荷により、パイロットは、認識している単一の重要な項目に執着し、フライトの全体的な状況認識を低下させる可能性がある。多くの事故の要因は、パイロットの注意を計器の監視や機外の見張りからそらす注意散漫である。操縦室での多くの注意散漫は、正確に読み取れないゲージなどの小さな問題から始まるが、パイロットが認識された問題から注意をそらし、航空機の適切な制御を怠ると、事故につながる。

作業負荷の管理

効果的な作業負荷の管理をすることで、タスクの計画、重点化、および優先順位付けを行って作業の過負荷を回避し、重要な操作を確実に実行できる。[図 2-19] 経験を積むにつれて、パイロットは将来の作業負荷要件を認識することを学習し、作業負荷が少ない時間帯に作業負荷の高い期間に備えることができる。適切なチャートを確認し、必要なタイミングよりも十分前に無線周波数を設定すると、飛行が空港に近づくにつれて作業負荷を軽減するのに役立つ。さらに、パイロットは、ATIS、自動地上気象観測システム（ASOS）、または自動気象観測システム（AWOS）（利用可能な場合）に耳を傾け、管制塔の周波数や航空管制共用周波数（CTAF）をモニタリングして、予想される交通状況を把握しなければならない。トラフィックとATCの指示に集中する時間を取るために、チェックリストは事前に余裕をもって実行しておくべきである。これらの手順は、クラスB空域などの高密度の交通区域に入る前には特に重要である。

仕事の過負荷状況を認識することも、作業負荷管理の重要な要素である。作業負荷が高い場合の最初の影響は、パイロットが一生懸命働いていても、達成度が低いことである。作業負荷が増加すると、一度に複数のタスクに注意を向けることができなくなり、パイロットは1つの項目に集中し始める可能性がある。パイロットのタスクが飽和状態になると、さまざまなソースからの入力が増え、認識されなくなるため、不完全な情報で決定が下され、ミスを引き起こす可能性が高まる。[図 2-20]

仕事の過負荷状態が存在する場合、パイロットは手を休め、考え、ゆっくりして、優先順位を付ける必要がある。作業負荷を減らす方法を理解することが重要である。たとえば、VFR飛行でキャビンのドアが開いた場合の作業負荷への影響はわずかである。キャビンのドアがIFRの異なった状況下で開くと、作業負荷への影響が変わる。したがって、状況を適切な視点に置き、落ち着いて、合理的に考えることが、ストレスを軽減し、安全に飛行する能力を高めるための重要な要素である。この能力は、経験、規律、および訓練によって左右される。



図 2-19. 作業負担のバランスを取ることは難しいタスクである。

リスク管理

リスクを管理する能力は、準備から始まる。パイロットがリスクを管理するためにできることは次のとおりである：

- 経験に基づいてフライトのリスクを評価する。何らかのリスク評価を使用する。たとえば、気象が最低限で、パイロットがIMCトレーニングをほとんど行っていない場合、フライトをキャンセルすることが望ましい。
- SAFETYリストを使用して乗客に要点を伝える：
 - S** 地上走行、離陸、着陸用にシートベルトを着用する。離陸、着陸用に肩ベルトを着用する。シートの位置を調整して所定の位置に固定する。
 - A** 通気孔（場所と操作）。すべての環境制御（議論）。乗客に不快感が生じた場合の処置。
- F** 消火器（場所と操作）
- E** 出口ドア（確保する方法、開く方法）。緊急避難計画。緊急/サバイバルキット（場所と内容）。
- T** トラフィック（スキャン、スポッティング、パイロットへの通知）。会話、（「ステライル・コックピット」の期待）
- Y** ご質問は？（声を上げて！）

- SAFETYリストに加え、乗客と話し合う内容は、喫煙が許可されているかどうか、飛行ルートの高さ、飛行中の時間、目的地、飛行中の気象、目的地での予想される気象、コントロールとその行動、および航空機の一般的な能力と制限について、である。
- 出発時から最初の間高度までと、現地空域からの許可までは、ステライル・コックピット（乗客と、または乗客からパイロットと通信しない完全に静かな操縦室）を使用する。
- 進入用の最初のレーダー誘導からの到着中または進入に向けた降下中に、ステライル・コックピットを使用する。
- 作業負荷が低い時間帯に乗客に通知する。
- チャートを保持するなどの簡単なタスクのために、右座席の乗客を使用することを検討する。これにより、パイロットのタスクが軽減される。

自動化

GAコミュニティでは、自動化された航空機は一般に、プライマリ・フライト・ディスプレイ（PFD）、交通および地形グラフィックを備えた機器認定の全地球測位システム（GPS）を含む多機能フライトディスプレイ（MFD）、および完全に統合された自動操縦で構成される統合された先進アビオニクスシステムで構成されている。このタイプの航空機は、一般に技術的に高度な航空機（TAA）として知られている。TAA機には、通常、PFD（左ディスプレイ画面）とMFDの2つのディスプレイ（コンピュータ）画面がある。

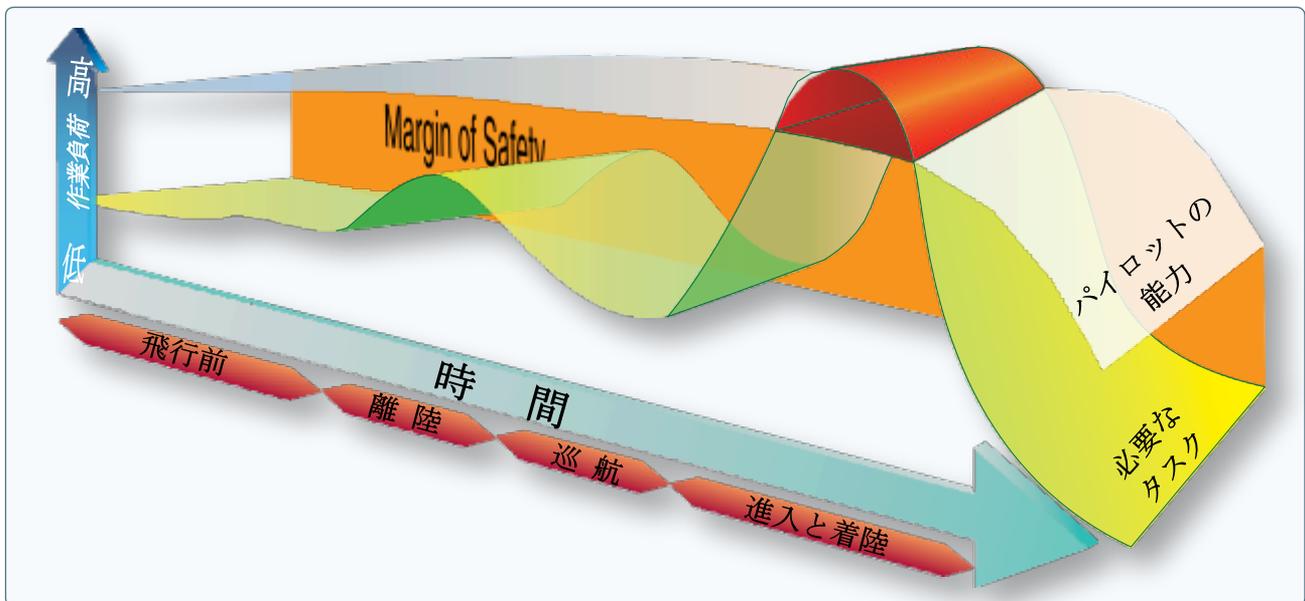


図 2-20. パイロットには、作業を行い、タスクを処理する一定の能力がある。それでも、タスクがパイロットの能力を超える点がある。これが発生すると、正しく実行されないか、あるいはまったく実行されないタスクがある。

自動化は、航空技術における最も重要な進歩である。電子フライトディスプレイ（EFD）は、情報の表示方法とパイロットが利用できる情報を大幅に改善した。パイロットは、従来は複数のハンドブックに含まれていたすべての情報を含む電子データベースにアクセスでき、操縦室の混乱を軽減できる。[図 2-21]

MFDは、断面図を反映した移動地図を表示できる。これらの詳細表示には、一時的な飛行制限（TFR）を含むすべての空域が表示される。MFDは非常に記述的であるため、多くのパイロットは、移動する地図だけに頼ってナビゲーションを行うというトラップに陥る。また、パイロットはデータベースを利用して、出発地と目的地の空港情報を把握する。

現在、より多くのパイロットがフライトを計画するのに電子データベースに頼っており、チャートのレイアウト、コースの描画、ナビゲーションポイントの特定（VFRフライトを想定）、および重量と重心と性能チャートの把握にPOHを使用する従来の方法でフライトを計画するのではなく、自動フライト計画ツールを使用している。パイロットがフライトの計画を選択する方法に関係なく、計算をチェックして確認することを忘れないことが重要である。



図 2-21. 電子飛行計装は多くのシステムに含まれており、無数の情報をパイロットに提供する。

基本的な飛行技能を維持し、それらの技能を頻繁に使用してすべてのタスクの習熟度を維持するのはパイロット次第であることを常に覚えておく。

自動化により飛行はより安全になったが、自動化されたシステムによってエラーがさらに見つけ易くなる場合もあれば、他のエラーを見つけにくくしたり、少なくする場合もある。パイロットに対する自動化の影響については懸念がある。1995年に公開された調査で、英国航空パイロット協会は「航空会社のパイロットは、自動化への依存の結果として『基本的な飛行スキル』がますます不足している」という懸念を公式に表明した。

この自動化への依存は、突然の機械的故障などの機内の緊急事態に対処するパイロットの能力に影響を与える可能性のある基本的な飛行スキルの欠如につながる。MFD操縦室の数が増えると、パイロットが自動システムに依存しすぎて、手動で飛行するように奨励または訓練されていないという懸念が高まっている。

自動操縦が日常的にライン運用されるようになると、インストラクターとチェック操縦士は予期せぬ副作用のいくつかを心配し始めた。人為的ミスが減らせる見込みであったにもかかわらず、フライトマネージャーは、自動化が実際には非常に大きなエラーを時々発生させると報告した。ターミナル環境では、自動化された操縦室の作業負荷は、実際には古いアナログ操縦室よりも高いように見えた。それ以外の場合、自動化は航空機乗組員を安心感に浸らせるように思われた。時間の経過とともに、コンピュータへの過度の依存により、自動化された航空機乗組員の手動飛行スキルが低下するという懸念が浮上した。フライトクルーマネージャーは、航空機の直接制御を手動で再開するためにこれらのスキルが必要な場合、パイロットの「スティック・アンド・ラダー」の習熟度が低下することを心配していると述べた。

パイロットの2つのグループのパフォーマンスを評価するために、重要な研究が行われた。制御グループは、アナログ計装を装備した一般的なツインジェット旅客機の古いバージョンを操縦したパイロットで構成され、実験グループは同じ航空機を操縦したパイロットで構成されていたが、新しいモデルには電子飛行計器システム（EFIS）と飛行管理システム（FMS）が装備されていた。パイロットは、機首、高度、対気速度、グライドスロープ、ローカライザー偏差などの航空機パラメータ、およびパイロット制御入力を維持することで評価された。これらは、4時間のシミュレータセッション中のさまざまな通常、異常、および緊急時の操作中に記録された。

研究の結果

EFISで数年にわたって飛行していたパイロットがさまざまな操縦を手動で飛行する必要がある場合、航空機のパラメータと飛行制御入力において、飛行スキルがいくらか損なわれていることを明らかに示した。飛行指令装置のない方向への旋回など、通常の操縦中に、EFISグループはアナロググループよりもやや大きな逸脱を示した。ほとんどの場合、偏差は実地試験基準(PTS)内だったが、パイロットは間違いなくアナロググループほどスムーズにローカライザーとグライドスロープを維持しなかった。

2つのグループ間の手動飛行スキルの違いは、「スラムダンク」として知られる加速降下プロファイルなどの異常な操縦中に、より顕著になった。近距離で制限を加える場合、アナログの乗組員の方が暗算が上手く、常に制限するために航空機をスムーズに操縦できた。一方、EFISの乗組員は「うなだれ」、FMSの交差制限を解決しようとする傾向があった。[図2-22]

シミュレータ実験で使用された別の状況は、一般的で、短期間で割り当てられるアプローチにおける現実世界の変化を反映していた。この場合もやはり、アナログの乗組員はパラレル滑走路のローカライザーに簡単に移行できたが、EFISの乗組員はパイロットがFMSへの新しいアプローチをプログラムしようとしてうなだれていた時間が相当あり、はるかに長い時間困難な状況を過ごした。

パイロットがEFISに慣れていないことが問題になることがよくあるが、自動化されたシステムを解除し、手動で進入飛行することにより、進入が容易になる。この研究の時点で、業界の一般的なガイドラインは、自動化システムに可能な限り多くの飛行を行わせることだった。その後、その見解は変わり、作業負担と状況認識を考慮してどのレベルの自動化がタスクを最も効率的に実行できるかを選択する際に、パイロットが最善の判断を行うことが勧められている。

緊急時の操作により、2つのグループ間の手動飛行スキルの違いが明らかに拡大した。一般に、アナログのパイロットは未補正のデータで飛行する傾向があるため、エンジンの故障などの緊急事態が発生して、飛行指令装置なしで操縦するよう指示された場合、上手く実行できた。対照的に、その時のEFIS操作のSOPは、飛行指令装置を使用することだった。EFISの乗組員が飛行指令装置を無効にすると、乗組員のサーチパターンは再び不安定になり始め、その後、手動飛行が損なわれた。

データを調査した人々は、自動化をうまく取り扱うEFISパイロットの飛行スキルも優れていることを確認した。データからは、これらのスキルが自動化の前なのか後なのかは分からなかったが、自動化管理を改善する必要があることを示していた。

推奨される「ベストプラクティス」と手順により、自

動化に関する以前の問題のいくつかが改善された。パイロットは、PTSで定められた基準内で、飛行スキルと航空機を手動で操縦する能力を維持しなければならない。自動化された航空機のパイロットは、ときどき自動化を解除し、手動で航空機を操縦してスティック・アンド・ラダーの熟練度を維持することが望ましい。パイロットは、EFDがフライトエクスペリエンスの全体的な品質を高めることを理解する必要があるが、適切に使用しないと大惨事につながる可能性もある。ムービングマップは、VFR断面図または低高度のエンルートチャートの代わりになることを意図したものではない。

機器の使用

自動操縦システム

シングルパイロット環境では、自動操縦システムにより作業負担を大幅に削減できる。[図2-23] その結果、パイロットは他の操縦室の任務に自由に集中できる。これにより、状況認識を改善し、CFIT事故の可能性を減らすことができる。自動操縦装置の追加は確かにリスク管理手段と見なされるだろうが、操作不能なユニットの影響を判断することが実際の課題になってくる。自動操縦装置が発動前に動作しないことがわかっている場合、これは他のリスクの評価に影響するかもしれない。

たとえば、パイロットは、暗い夜に慣れない空港へのVHF全方向性範囲(VOR)進入を最小限に計画しているかもしれない。このような場合、パイロットはカップルドアプローチで飛行できる自動操縦機能に大きく頼っていたかもしれない。これにより、パイロットは航空機の性能を監視できる。機能不全の自動操縦装置は、これを中程度のリスクから深刻なリスクに導くひとつの要因になり得る。この時点で、代替案を検討する必要がある。その一方で、自動操縦装置がこの同じフライトの重要な(作業負担の高い)部分で失敗した場合、パイロットは行動を起こす準備をしなければならない。単に不便なのではなく、これが適切に処理されない場合は、すぐに緊急事態になってしまう。このような事象に備えてパイロットが準備しておくべき最善の方法は、出発前に問題を注意深く調査し、自動操縦装置の失敗の処理方法を事前に決定することである。

精通度

前述のように、安全性と効率の両方を最適化するには、パイロットがすべての機器に精通していることが重要である。パイロットが航空機システムに不慣れな場合、これは作業負担を増加させ、状況認識の喪失に寄与する可能性がある。このレベルの習熟度は非常に重要で、適切な燃料の供給とは異なり、要件として検討すべきである。そのため、パイロットは、航空機とそのシステムに不慣れであることをリスク管理手段としてではなく、リスクの高い潜在的な危険性で見なすべきである。規律は成功の鍵である。



図 2-22. アナログとデジタルの2つの異なる方法で同じ情報を備えた2つの同様の操縦室。これらは何を示しているか？ アナログのパイロットは、下のディスプレイの前に上のディスプレイを確認する可能性がある。逆に、デジタル機器で訓練されたパイロットは、最初に下部の計器パネルを確認する。



図 2-23. 自動操縦システムの例。

搭載システムの尊重

自動化はさまざまな方法でパイロットを支援できるが、使用可能なシステムからメリットを得るためには、それを十分に理解することが不可欠である。理解することは尊重につながるが、これは、規律と機内システムの習熟によって達成される。プライマリ・フライト・ディスプレイ (PFD) からの最小限の情報を使用して航空機を飛行させることが重要である。これには、旋回、上昇、下降、進入が含まれる。

搭載機器セットの強化

EFDは使いやすいとは思われないかもしれないが、理解と実践により能力は向上する。コンピュータベースのソフトウェアと段階的な訓練により、パイロットは搭載機器セットに慣れることができる。その後、パイロットは経験を積むために、学んだことを練習する必要がある。強化は、自動化の使用に利益をもたらすだけでなく、作業負荷を大幅に削減する。

機械的なつくりから抜け出す

自動化を効果的に利用するための鍵は、行動を遂行する順次プロセスから抜け出すことである。パイロットが次に押すキーを分析しなければならない、あるいは他のキーが利用可能でも常に同じキーストロークのシーケンスを使用する場合、パイロットは機械的なプロセスから抜け出せなくなる可能性がある。この機械的なプロセスは、システムの理解が浅いことを示している。やはり、能力を高め、「次のキーストロークは何か」について考えることなく、やるべきことを把握することが望まれる。能力と理解を伴うシステムの操作は、状況がより多様になり、タスクが増えたときにパイロットに利益をもたらす。

プラットフォームを理解する

一般的な考えに反して、さまざまな電子管理機器セットを装備した航空機での飛行には、アナログ機器と従来のアビオニクス一式を装備した航空機と同じ注意を払う必要がある。パイロットは、特定の航空機でEFDが使用されるさまざまな方法を確認し、理解しなければならない。[図 2-24]

以下は、EFDの使用に関する2つの簡単なルールである:

- 航空機をPTSの基準に合わせて飛行できるようにする。これは取るに足らないように思えるかもしれないが、航空機を標準まで飛行させる方法を知っていると、パイロットの飛行技術がスムーズになり、複数のタスクを管理する代わりにシステムに参加する時間が増える。
- 自動操縦装置やその他の搭載電子管理ツールの使用を含めて、導入された電子飛行システムのマニュアルを読んで理解する。

航空機の自動化の管理

パイロットは航空機の自動化を習得する前に、まず航空機の飛行方法を知っていなければならない。すべてのGA事故のほぼ40%が着陸段階で発生するため、操縦訓練は依然として飛行訓練の重要な要素であり、実行するコンピュータのプログラミングにはまだ含まれていない飛行の領域である。すべてのGA事故の15パーセントは、離陸および最初の上昇中に発生している。



図 2-24. さまざまなプラットフォームの例。上から順に、Beechcraft Baron G58, Cirrus SR22, Cirrus Entega。

FAAが特定した先進アビオニクスの安全性の問題はパイロットに関係しており、彼らは明らかに、アビオニクスと航空機に対して、機器がパイロットの欠点を補うという根拠のない過度の信頼を寄せている。クロスカントリー飛行に使用される高性能航空機のGA事故記録でおそらく最も重要な要因となっている過剰な信頼に関わることがADMの役割である。FAAの先進アビオニクス航空機の安全性調査で、不適切な意思決定がGA全体よりも高い割合で新しい先進アビオニクス航空機のパイロットを苦しめているようだ、ということがわかった。この研究で引用された先進アビオニクスの事故のレビューでは、大半は航空機に直接関連するものではなく、パイロットの経験不足と一連の不適切な意思決定が原因であることが示されている。致命的な事故の多くで一貫したテーマの1つは、IMCへのVFR飛行の継続である。

したがって、通常および緊急操作時のパイロットスキルは、操縦桿と方向舵の機械的操作だけでなく、EFDの精神的な熟練も含む。先進アビオニクスで安全に飛行するには、情報、自動化、リスクという3つの主要な飛行管理スキルが必要である。

情報管理

移行したばかりのパイロットには、PFD、MFD、およびGPS/VHFナビゲーター画面は、カラフルなメニューとサブメニューに表示される情報が多すぎるようである。実際、パイロットへの情報が溺れるほどあっても、特定の情報を見つけることができない。これらのシステムは、いくつかのフォルダーをデスクトップに、いくつかを階層内に保存するコンピュータに似ている、ということを覚えておくと役立つかもしれない。

先進アビオニクス航空機で飛行するための最初の重要な情報管理スキルは、概念レベルでシステムを理解することである。システムの編成方法を覚えておくことは、パイロットが利用可能な情報を管理するのに役立つ。ノブとダイヤルの手順を学ぶだけでは十分ではないことを理解することが重要だ。先進アビオニクスシステムがどのように機能するかについてさらに学習することで、手順をさらに記憶でき、パイロットはこれまでに見たことのない問題を解決できる。

理解にも限界がある。一般に、複雑なアビオニクスシステムのすべての動作を理解することは不可能である。予期せぬことが起きることを予想し、新しいことを継続的に学習することを知ることは、ノブの機械的操作を記憶しようとするよりも効果的だ。使用する特定のシステムに関するシミュレーションソフトウェアと書籍は非常に価値がある。

2番目の重要な情報管理スキルは、停止、確認、読み取りである。先進アビオニクスを初めて使用するパイ

ロットは、多くの場合、ノブに固定され、ボタンの押す、引く、回す、の各シーケンスを記憶しようとする。先進アビオニクスコンピュータで利用可能な情報にアクセスして管理するためのはるかに優れた戦略は、停止、確認、および読み取りである。押す、引く、または回す前に読むことで、多くの場合、パイロットのトラブルを軽減できる。

先進アビオニクス航空機のディスプレイ画面を目にした際のパイロットの目標は、特定のタスクを達成するために情報フローを測定、管理、および優先順位付けすることである。これは、認定飛行インストラクター(CFI)、および先進アビオニクスに移行するパイロットが情報の流れを整理するのに役立つ。これは、個人の好みに応じてPFDおよびMFD画面のアスペクトを構成するような戦術を通じて可能である。たとえば、ほとんどのシステムには、「北上」、「トラックアップ」、「DTK」(望ましいトラックアップ)、「ヘッドアップ」などのマップの向きオプションがある。別の戦術は、可能な場合、表示する情報量の多さ(または少なさ)を決定することである。パイロットは、特定のフライトのニーズに合わせて、表示される情報を調整することもできる。

特定の操作の情報フローも管理できる。パイロットは、特定の飛行操作に必要な情報を正確にタイムリーに表示するために、情報に優先順位を付けることができる。特定の操作の情報表示を管理する例には、次のものがある。:

- 飛行中での操作とターミナルエリア操作のプログラムマップスケール設定。
- MFDの地形認識ページを利用して、山の中または近くで夜間またはIMC飛行を行う。
- 夜間または人が住みにくい地形では、PFDに最も近い空港の差し込み図を使用する。
- エコーとMETARステータスフラグを表示するように気象データリンクセットをプログラムする。

状況認識の強化

先進アビオニクス航空機は、状況認識を強化して安全性を高められる。航空機飛行マニュアル(AFM)は、ムービングマップ、地形、地形認識、交通量、および気象データリンクディスプレイを主なデータソースとして使用することを明示的に禁止しているが、それでもこれらのツールはパイロットの状況認識を強化できる前例のない情報を提供する。よく計画された情報管理戦略がなければ、これらのツールによって、不用心なパイロットが次第に独りよがりな指揮する乗客になりやすくなる。

ナビゲーション情報管理戦略が、ムービングマップ上の赤紫色の線をたどるだけで構成されている場合のパイロットについて考えてみよう。直線のGPSコースが

高地や飛行禁止区域を通過する場合、またはムービングマップ表示が失敗する場合、地理的または規制上の大惨事を起こしやすくなる可能性がある。

状況認識情報管理を維持するための優れた戦略には、自動化の使用によって認識が低下するのではなく、強化されることを確実にするのに役立つ演習を含める必要がある。2つの基本的な手順は、システムと音声によるコールアウトを常に再確認することである。少なくとも、プレゼンテーションが意味をなすことを確認すること。正しい目的地がナビゲーションシステムに入力されたか？ シングルパイロット操作であっても、コールアウトは情報を管理するだけでなく、状況認識を維持する優れた方法である。

状況認識を維持する他の方法には、次のものがある：

- すべてのプログラミングの検証チェックを実行する。出発前に、地上でプログラムされているすべての情報を確認する。
- フライトの経路を確認する。出発前に、すべてのルーティングが計画された飛行ルートと一致していることを確認する。計画ログと区間を入力して、方位と区間の長さを紙のログに記入する。このログを使用して、プログラムされたものを評価する。2つが一致しない場合、コンピュータのデータが正しいと仮定しないで、コンピュータの入力を再確認する。
- ウェイポイントを確認する。
- すべての搭載ナビゲーション機器を使用する。たとえば、VORを使用してGPSをバックアップしたり、その逆を行ったりする。
- 自動化システムの使用とパイロットの習熟度を一致させる。個人的な制限内にとどまる。
- 状況認識を維持するために、現実的な飛行ルートを計画する。たとえば、搭載機器によりコロラド州デンバーからフロリダ州デスティンへの直行便が許可されているが、エグリン空軍基地の空域を迂回する可能性は高くなっている。
- コンピュータのデータ入力を確認する準備をする。たとえば、パイロットは作業負荷の高い期間中に行ったミスを確認しない可能性があるため、誤ったキーストロークにより状況認識が失われる可能性がある。

自動化の管理

先進アビオニクスは、厳密な手動飛行から高度に自動化された飛行まで、複数レベルの自動化を提供する。すべての飛行状況に適したレベルの自動化はないが、先進アビオニクス航空機で飛行する場合の潜在的に危険な注意散漫を避けるために、パイロットはコース偏差インジケータ（CDI）、ナビゲーションソース、および自動操縦の管理方法を知っていなければならない。パイロットにとって、使用されている特定の自動

化システムの特徴を知ることが重要である。これにより、パイロットが期待する内容、モニタリング方法または適切な操作を認識し、システムが期待どおりに動作しない場合に適切なアクションを迅速に実行できる。

たとえば、最も基本的なレベルでは、自動操縦を管理することは、どのモードが有効で、どのモードが作動するよう準備されているかを常に把握することを意味する。パイロットは、準備機能（ナビゲーショントラッキングや高度キャプチャなど）が適切なタイミングで機能することを確認する必要がある。特にコースまたは高度を変更するためにシステムを準備した後、自動化管理はコールアウト技術を実践するもう一つの優れたタイミングである。

先進アビオニクス航空機では、適切な自動化管理には、自動操縦が他のシステムとどのように相互作用するかを完全に理解することも必要である。たとえば、一部の自動操縦では、自動操縦がNAV（コーストラッキングモード）にあるときにe-HSIのナビゲーションソースをGPSからLOCまたはVORに変更すると、自動操縦のNAVモードが解除される。自動操縦の横方向制御は、パイロットが目的のナビゲーションソースを追跡するためにNAVモードを再びオンにするアクションを実行するまで、デフォルトでROL（ウィングレベル）になる。

リスク管理

リスク管理は、グラスコックピットの航空機を使いこなすために必要な3つのフライト管理スキルの内の最後のスキルである。グラスコックピットの飛行機が提供する強化された状況認識および自動化機能は、特に人を運ぶための利用の安全性と実用性を大幅に拡大する。同時に、軽い作業負荷は自己満足につながる可能性があるというリスクがある。

自動化されたシステムのモニタリングが不十分になるのは、人間の特徴である。障害、異常、またはその他のまれな事象について自動システムを受動的にモニタリングするように求められた場合、人間のパフォーマンスは低下する。システムの信頼性が高いほど、人間のパフォーマンスは低下する。たとえば、パイロットは、警告システムが保護するように設計されている状況ではなく、バックアップ警告システムのみを監視する。技術的に高度なアビオニクスがパイロットの意識を高めたり、低下させたりすることは、自動化のパラドックスである。

EFDは基本的な飛行の知識とスキルに代わるものではない、と覚えておくことが重要である。これらは飛行の安全性を改善するためのツールである。パイロットが、ガジェットがスキルと知識の不足を補う、と考えるとリスクが高まる。軽量のGA航空機の電子システム

が実行できることには限界があることを認識することが特に重要だ。PICになるには慎重なADMが必要である。これは、フライトに対して「いいえ」と言うことを意味することもある。

パイロットがシステムの監視に失敗すると、リスクも高まる。システムの監視に失敗し、プロセスの結果を確認しないと、パイロットは航空機の操作から切り離され、次第に独りよがりな指揮する乗客になりやすくなる。自己満足は1999年の航空機事故で悲劇をもたらした。

コロンビアで、2人のパイロットが操縦する多発機がアンデス山脈の斜面に衝突した。FMSの検査により、FMSに1度誤ってウェイポイントに入ったため、飛行経路が意図したコースから60 NMの地点に到達していたことが明らかになった。パイロットには適切なチャートが示されており、ルートはチャートに掲載され、各区間の方向を示す紙のナビゲーションログがあった。彼らは飛行を管理および監視するためのすべてのツールを備えていたが、自動操縦で飛行し、それ自体を管理できるようにしていた。システムは、プログラムされたとおりに実行した。プログラムされたコースで山の上空を飛行し、複数の死者を出した。パイロットは単にシステムの管理に失敗し、本質的に自身の危険を生み出した。この危険は自己誘導されたものだが、注目すべきは、パイロットが不注意で生み出したリスクである。自動機器が示す各旋回の方角の評価を怠ったことにより、パイロットはリスクを最小化するのではなく最大化した。このケースでは、単純なパイロットのミスと自己満足によって、完全に回避可能な事故が悲劇的なものになった。

自動システムに移行するGAパイロットの場合、技術的なデバイスを含むすべての人間の活動にはリスクの要素が伴うことに注意が必要である。知識、経験、ミッションの要件は、安全で成功した飛行を支持する確率を失わせる。先進アビオニクス搭載航空機は多くの新しい機能を提供し、基本的な飛行タスクを簡素化するが、パイロットが適切に訓練され、すべての機器が公表どおりに機能している場合のみである。

章のまとめ

この章では、パイロットがADMスキルを向上させ、従来の航空機と自動化された航空機の両方の飛行に関連するリスク要因を軽減することを目的としている。最終的に、議論は航空機そのものではなく、航空機を飛行させる人間に関するものになる。