技能発揮訓練

令和８年　初版

国土交通省航空局

目次

第１章	ヒューマンファクター訓練の重要性	3
第２章	ヒューマンパフォーマンス	20
第３章	CRMスキルと行動指標	53
第４章	スレットアンドエラーマネジメント(TEM)	111
第５章	TEMの実践	132
第６章	事例研究	-
第７章	演習	-

第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性

- 技能発揮訓練とは
- CRM開発の契機となった航空機事故
- スレット＆エラーマネジメント(TEM)

第２章　ヒューマンパフォーマンス
第３章　CRMスキルと行動指標
第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)
第５章　TEMの実践
第６章　事例研究
第７章　演習

技能発揮訓練*とは ＝ヒューマンファクター（Human Factors）訓練

具体的には下記の2点の修得を目指しています。

- **ヒューマンパフォーマンス**に関する学術的知識**。
- **スレット&エラーマネジメント（TEM）**の理論と実践方法。

  - **ヒューマンファクター**の学術的知識と**CRM、TEM、CRMスキル**は、相互に関連しており不可分の関係にあります。
  - ヒューマンファクター訓練に関しては、下図のように理解すると分かりやすいと思われます。



*本教材では「技能発揮訓練」＝「ヒューマンファクター訓練」と読み替えています。
**本教材では、「第2章　ヒューマンパフォーマンス」で学びます

CRMとは何でしょう



- 聞いたことはある。
- Crew Resource Managementのこと。
- CRMは、複数のパイロットで操縦するためのもの。
- だから、CRMは**シングルパイロットには関係ない。**

ちょっと待ってください！

それは大きな誤解です。

CRMは、シングルパイロットの
運航にも、とても役に立ちます。

CRMの定義

国土交通省航空局は、以下のようにCRMを定義しています。

Crew Resource Managementとは、安全で効率的な運航を達成するために、全ての人的リソース 、ハードウェア及び情報等を効果的に活用すること。

- **クルー**とは・・・運航乗務員・客室乗務員（**職種に関わらずキャビンクルー全員**）、運航管理者、整備士、航空交通管制官等
- **リソース**とは・・・安全な運航を実現するために活用できるすべての要素
- **マネジメント**とは・・・効果的に活用すること

ヒューマンファクター訓練に当たり

人は誰でもエラーを起こす可能性があります。



人間は失敗する

長い人間の歴史の中で、得られた大事な教訓

これからの訓練で使用する用語について
・スレット：パイロットのエラーを誘発する可能性のあるもの
・エラー：行動した結果が自分や周りの期待とは異なること
　　間違った行動／無行動

※TEM：スレット＆エラーマネジメント

・スレットやエラーを予期して対策し、インシデントやアクシデントに至らないように管理すること

ヒューマンファクター訓練の目的

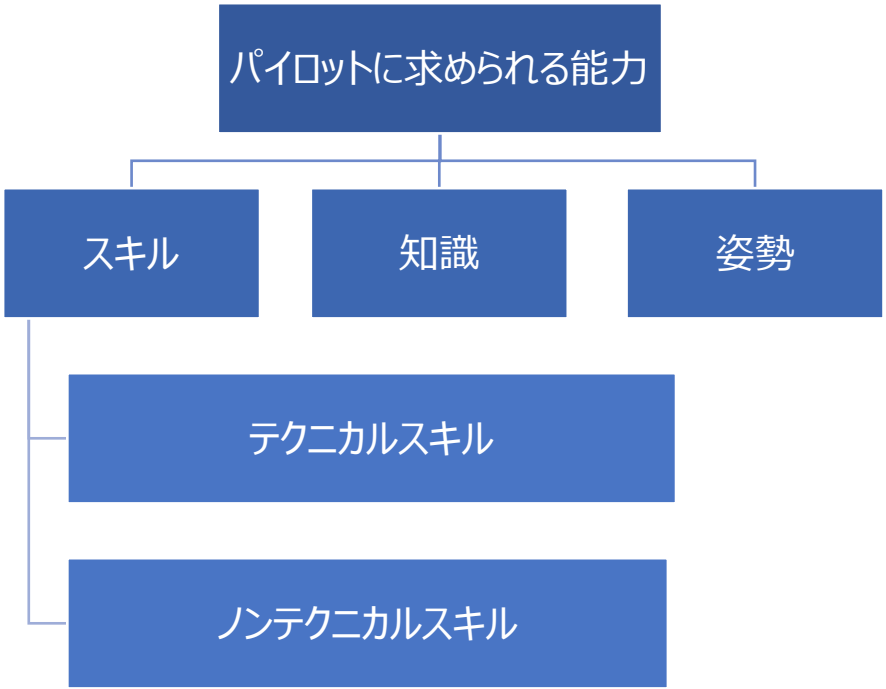
近年の複雑化した運航環境では、危険予知により安全運航を確保するため、ノンテクニカルスキルの重要性が高まっています。

ヒューマンファクター訓練では、皆様がノンテクニカルスキルの重要性を認識し、ヒューマンファクターとCRM・TEMを理解した上で、日常の飛行でリスクマネジメント(TEM)を実践していただくことを目標にしています。

自家用操縦士等、一人で操縦する場合を含む全てのパイロットが、操縦技量以外のスキル（ノンテクニカルスキル）を高め、安全に飛行して頂くことが目的です。

パイロットに求められる能力とノンテクニカルスキル





- パイロットに求められる能力はスキル、知識、取り組み姿勢に分けられる
- スキルのうち、航空機を飛ばす操縦技術はテクニカルスキル
- それ以外の安全に飛ばすための技術がノンテクニカルスキル
- ヒューマンファクター訓練は、パイロットとして必要な能力であるノンテクニカルスキルを高めていただく訓練です。

安全にフライトするためには

Step	行動内容
1	人間は、誰でもエラーを起こす可能性があるということを自覚する。
2	フライトに先立ち、そのフライトで起こりうるスレットやエラーを予測して対策を考える。
3	フライト中は、早い段階でスレットやエラーを発見する様に努め、それに対処することで、更なるエラー、さらにはUAS(望ましくない航空機の状態)が起こらないようにする。
4	スレットやエラーの予測・発見・対処（エラーの制御）に、利用可能な全てのリソースを効果的に活用する。
5	フライト終了後、振り返りを行い次のフライトに備える。

上記の１～５を実施することが、CRMの実践（CRMのスキルを使用したTEMの実施）です。

CRMの実践には、マルチクルーも、シングルパイロットも区別はありません。

CRMの誤解とその本来の目的

誤解の背景:

- CRMは1970年代の航空機事故を契機に開発された。
- 1990年以降、対象者がパイロット以外の整備士や客室乗務員等にも拡大し、**「チームの協働」が目的と誤解**された時期があった。



シングルパイロットもCRMを・・・

CRMの本来の目的:

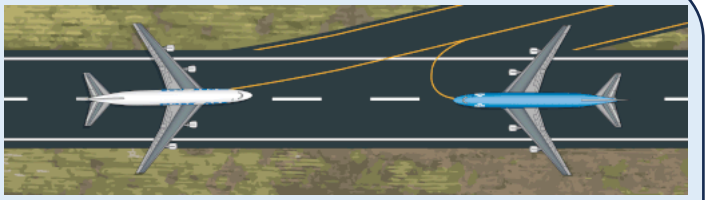
- ヒューマンエラーに起因する事故を防止すること。

CRM訓練の変遷:

- CRMの誕生からCRM訓練の変遷について振り返ってみましょう。

CRM開発の契機となった航空機事故

-1970年代に発生した大事故-



テネリフェ事故
濃い霧の中、滑走路上でジャンボ機同士が衝突した
20世紀最悪の航空機事故

SafetyCard, CC BY-SA 3.0 DE
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>,
via Wikipedia Commons.

- **1972年12月**：L1011がフロリダ州エバーグレーズで墜落し101名が死亡。
- **1977年3月**：スペイン領カナリア諸島のテネリフェ島の滑走路上で、霧の中、2 機の B-747 が衝突し、583 名が死亡。
- **1978年12 月**：DC-8 型機がポートランド空港手前に燃料枯渇で墜落、10名が死亡。

ポートランド事故がCRM開発の直接の契機になりました。

ポートランド事故とNTSBの勧告

(Class II, Priority Action) (X-79-17)

1978 年12月28 日夕刻、ユナイテッド173 便（DC-8）は**燃料切れ**でアメリカのオレゴン州ポートランド空港近くの森に墜落。

- アプローチ中に脚の不具合が発生、低高度でホールドしつつ着陸のための準備をすすめたところ、
- 燃料が枯渇、全エンジンが停止、空港の南東6マイルの地点に墜落し10名が死亡。
- 緊急着陸の準備のために機長は**燃料が無くなってしまったのに気がつかなかった**。
- **「チームワーク」の欠如**によって起った典型的な事故と評価された。

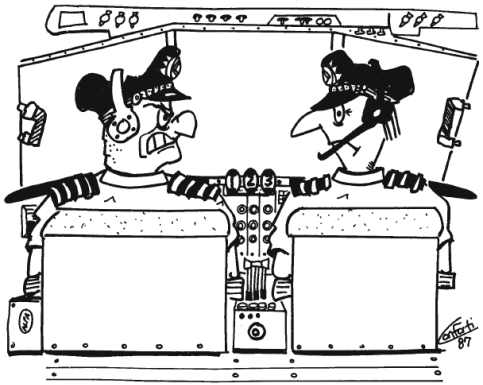
NTSB勧告：全ての乗員がコクピット内におけるリソースマネジメントの原則を理解するための教育を受けること。特に機長に対しては参加型マネジメントの有用性を、他の乗務員に対してはアサーション（安全への主張）の重要性を強調すること。

ユナイテッド航空とNASA（米国航空宇宙局）が共同して**CRMを開発**（1979年）

NTSB:米国国家運輸安全委員会

CRM訓練の進化

CRMはこれまで少しずつ進化してきました。



「ああ、俺は リソースマネジメントは大丈夫だ。
お前はリソースで、俺が管理する！」

- 第１世代(81～) 個人のエラー、権威勾配
- 第２世代(86～) Cockpit RM→Crew RMへ
- 第３世代(90～) **CRMスキル**、客室乗務員や整備士を含む
- 第４世代(00～) 組織的な要素、**SMS**と連携
- 第５世代(10～) **TEM、**ヒューマンパフォーマンス
- 第６世代(現在) **レジリエンス、Surprise、Startle**

日常運航をモニターするプログラム（LOSA）の成果：
人間のエラーを皆無にすることはできないとの結論を得た。
→ **TEMが開発されました。**

ICAO: Human Factors Training Manual
Reprinted from Air Line Pilot. April 1988.

スレット&エラーマネジメント(TEM)

TEMは事故の未然防止策です

正常な運航

脅威
(エラーを誘発するもの)

スレット

エラー

UAS

望ましくない
航空機の状態

予測・検出・回復
Countermeasures
(対抗手段)
ツール、チェックリスト、
訓練、ブリーフィング



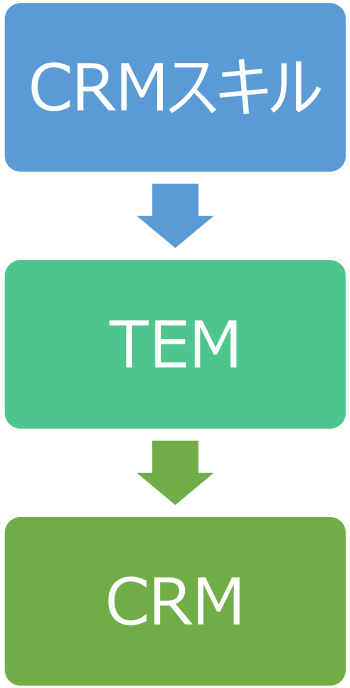
事故
重大インシデント
(事故に発展した可能性がある出来事)

- **エラーを完全になくすことはできない**という前提で、
- **スレット**や**エラー**を予測・検出し、それに対応することで、結果として生じるエラーが**UAS**に発展しないようにするプロセスです。

*UAS: Undesired Aircraft Status

CRM-TEM-CRMスキル

ヒューマンファクター
（ヒューマンパフォーマンス）
の知識
全ての基礎です



実運航で具体的にTEMを実践する能力・技術で、**行動指標**として具体的に示される。**（能力・技術）**

＊是非、身につけて頂きたい技術です。

スレットや**エラー**を予測・検出し対応することで、結果として生じるエラー、さらなるエラー、または**UAS**が起こらないようにするプロセス。**（プロセス/ 手順）**

*UAS: Undesired Aircraft Status

エラーによる航空機事故を未然に防止するために、パイロットが利用できる**全てのリソースを効果的に活用すること。（定義・概念）**

一人で飛行するときに大切なこと

- シングルパイロットの ヒューマンファクターは、
  パイロットにとって重要なスキルであると言えます。
- CRMスキルを適切に適用することで、パイロットが長く
  安全な飛行キャリアを積む可能性が高くなります。

オーストラリア民間航空安全局 AC 61-08v1.1
TEACHING AND ASSESSING NON-TECHNICAL SKILLS
FOR SINGLE-PILOT OPERATIONS 2.3.6

まとめ：
第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性

- ヒューマンエラーに起因する事故への対策として**CRM**が誕生
- ヒューマンファクター訓練＝
  ヒューマンファクターに関する**知識**＋CRM(TEMとCRMスキル)
- CRMとは事故を防止するために全てのリソースを効果的に活用する**概念**。
- TEMとは、スレットやエラーを予測・検出・対応することで、UASに陥らないようにする**手段**。
- UASを防止し、**事故、重大インシデントという結果とならないことが、最も重要**。

第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性

第２章　ヒューマンパフォーマンス

- ヒューマンパフォーマンスとは
- SHEL（L）モデル
- ヒューマンエラー
- 疲労、Surprise、Startle Reflex、レジリエンス等

第３章　CRMスキルと行動指標

第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)

第５章　TEMの実践

第６章　事例研究

第７章　演習

ヒューマンパフォーマンスとは

- 事故を防ぐためには、ヒューマンパフォーマンスとは何か、なぜそれが適切に発揮されなかったのかを知る必要があります。
- ヒューマンパフォーマンスとは、航空機の運航の安全性と効率性に影響を与える**人間の能力と限界**です。(ICAO PANS-Training)
- ヒューマンパフォーマンスが適切に発揮されなかったことは、一般に**ヒューマンエラー**として分類されています。(ICAO Human factors training manual)

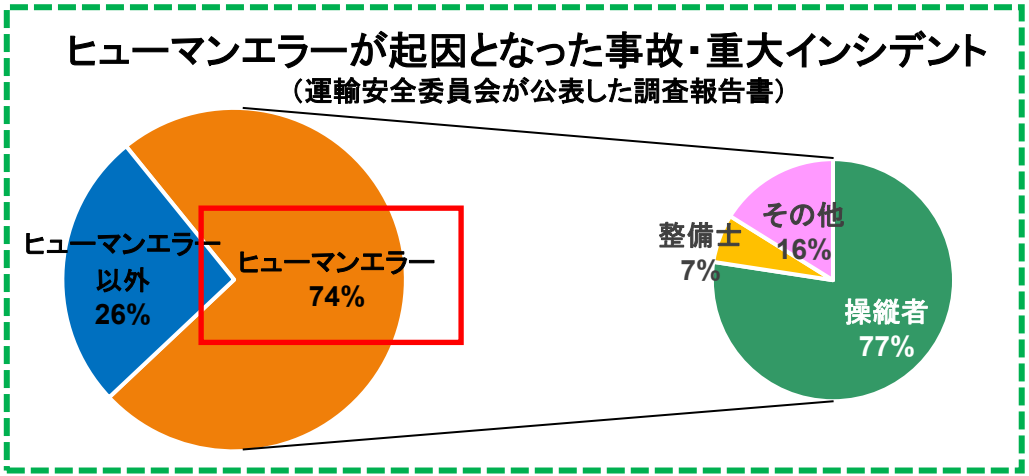


それでは、これから人間の能力と限界、
ヒューマンエラー等について見てまいりましょう。

出典：
ICAO PANS-Training
ICAO Human factors training manual

ヒューマンパフォーマンスの知識の必要性

- 小型航空機事故等の**4分の3**は、ヒューマンパフォーマンスが、 適切に発揮されなかったために発生していると言えます。（図参照）
- 全世界的な統計分析により、航空機事故の**75%**がヒューマンファクターの問題により引き起こされていることが示されています。
- なおFAAによると、エアラインの事故とインシデントの**60 ～80%**にヒューマンエラーが関与していることが判明しました。



出典：
ICAO Human factors training manual
FAA AC120-51E CREW RESOURCE MANAGEMENT TRAINING
UK CAA AC61-08v1.1

人間の能力と限界



人間の能力と限界

- 生理学に基づく限界
- 認知的制約
- 感覚の制限や情報処理の制限
- 人間のパフォーマンスの変化

これらは全て
ヒューマンファクターの知見
で説明できます。

ヒューマンファクター（Human Factors)とは、人間に関する（行動科学、工学、生理学などを網羅する）複数の学問分野にまたがる**実践的な学問**であり、ヒューマンファクター訓練は、ヒューマンパフォーマンスを**最適化**しヒューマンエラーの**低減**を目指します。

人間とは如何なる生き物か

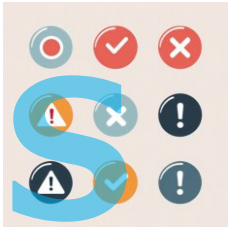
- 人間は一人で生きているのではなく、群れを作り、協力し環境の中でいろいろな要素と接しながら活動して来ました。



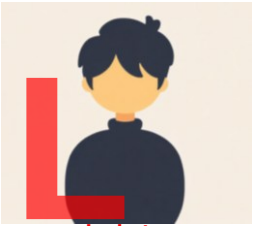
- 人間は、自分の能力や限界を理解し、その知識をもとに環境と調和しながら生きてきました。



ハードウエア



ソフトウエア



わたし



天候・気候への対処
エンバイロンメント（環境）

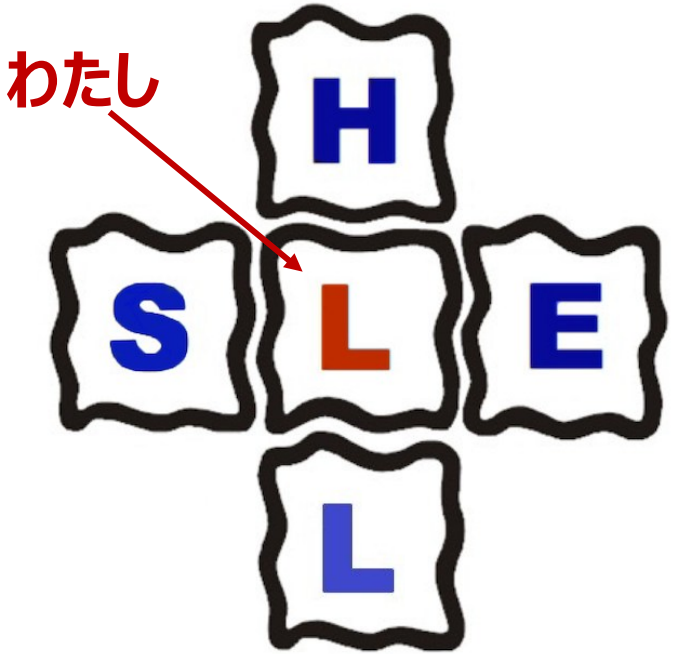
わたし
ライブウエア



仲間とのコミュニケーション
ライブウエア

SHEL(L)モデル

Capt. Hawkinsの SHELモデル



各要素は**波型の正方形**で示される。

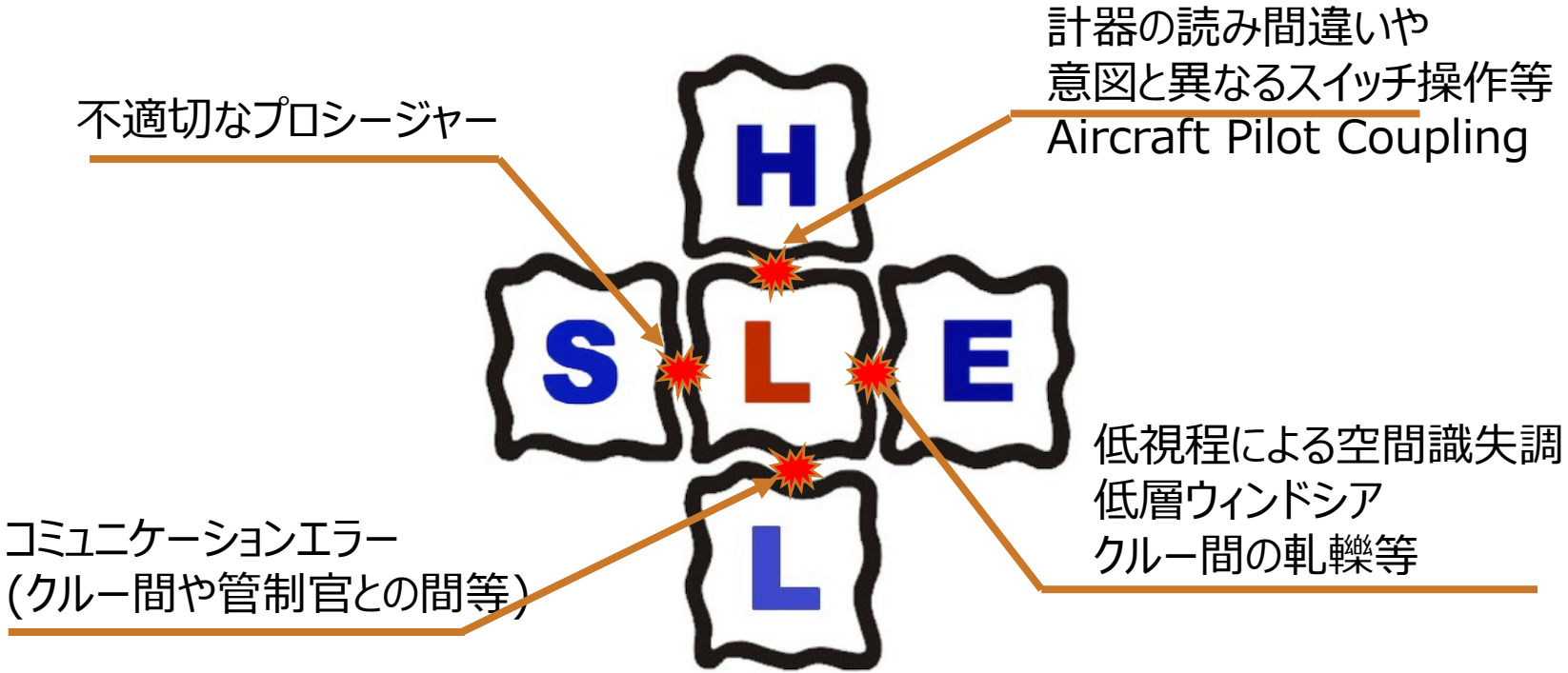
①各要素は刻々変動している。

②他の要素との接点がマッチングしていない状態。

不適合状態から
エラーが生じる！

S＝ソフトウエア
H＝ハードウエア
E＝エンバイロンメント（自然環境）
L＝ライブウエア

SHEL(L)モデル：要素間の不適合から生じるエラー



最高のパフォーマンスを発揮するために

参考



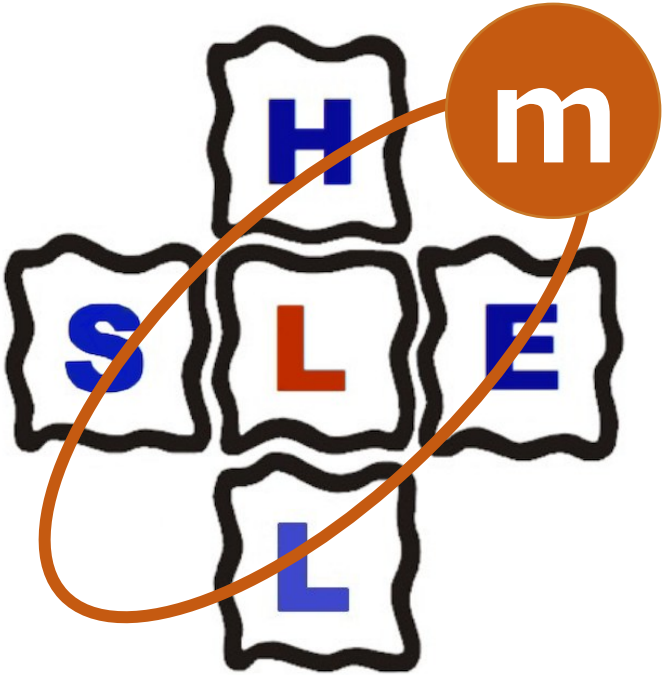
パイロットが優れたパフォーマンスを発揮する能力に、**影響を与える要因**を理解することは、安全な飛行を行う上で非常に重要です。

I'M SAFE Checklist（フライト前に必ず確認しましょう）			
I	Illness	病気	病気ではありませんか。何か症状はありますか？
M	Medication	服薬	処方薬や市販薬を服用していますか？
S	Stress	ストレス	仕事／勉強、お金、健康、家族等の問題を抱えていませんか？
A	Alcohol	飲酒	飲酒に関する規則を守っていますか？
F	Fatigue	疲労	休養が十分に取れず、疲れていませんか？
E	Emotion	感情	感情的に動揺していませんか？
(E)	(Eating)	(食事)	食事はしましたか？

FAA発行「Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge」
https://www.mlit.go.jp/common/001448844.pdf

m-SHELモデル

参考

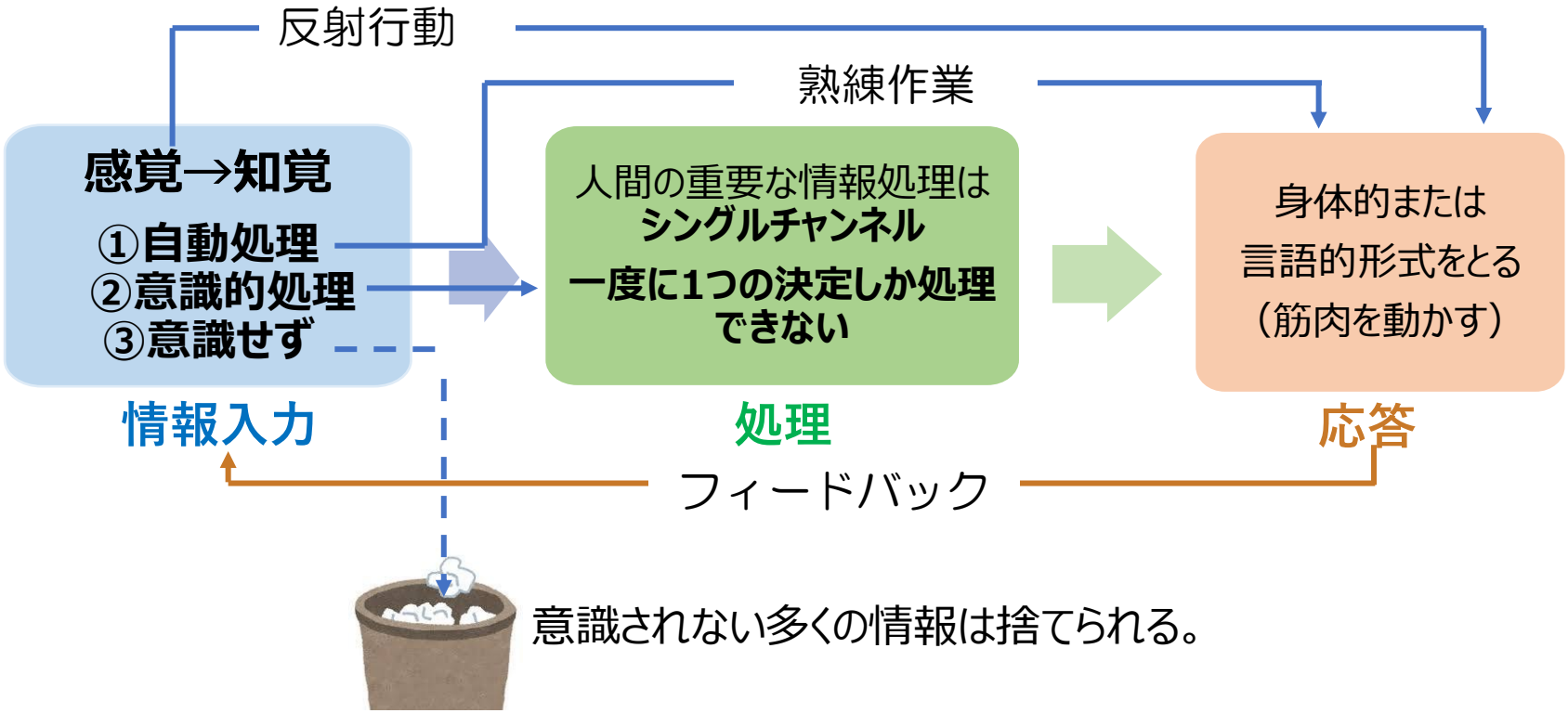


m= マネジメント
組織、職場環境、体制、文化

パイロットの行為だけでなく、
所属する組織の体制、文化、風土
との関係を考慮したモデル

人間の情報処理モデル

「情報入力」「処理」「応答」という 3つの基本的な段階を考えます。



注意(Attention)

注意リソースを振り向ける

注意をふりむけなければ、どんなに強い刺激であっても、気づかないことがあります。

Inattentional Blindness：見える＝気づくとは限らない

「使用中の滑走路上に人がいるはずがない」という思い込みがあると見付けられない。

注意リソースの不足

- 着陸時など操縦に集中している状況下では、強い刺激であっても気がつきません。
  警報に気づかない「脚の下げ忘れ事故」が日本で1年に1件以上発生
- 「注意の欠落」による不安全事象の原因を個人の能力不足に帰するのではなく、なぜリソースが足りなくなったか、なぜリソースが振り向けられなかったか、という観点で分析することが重要です。

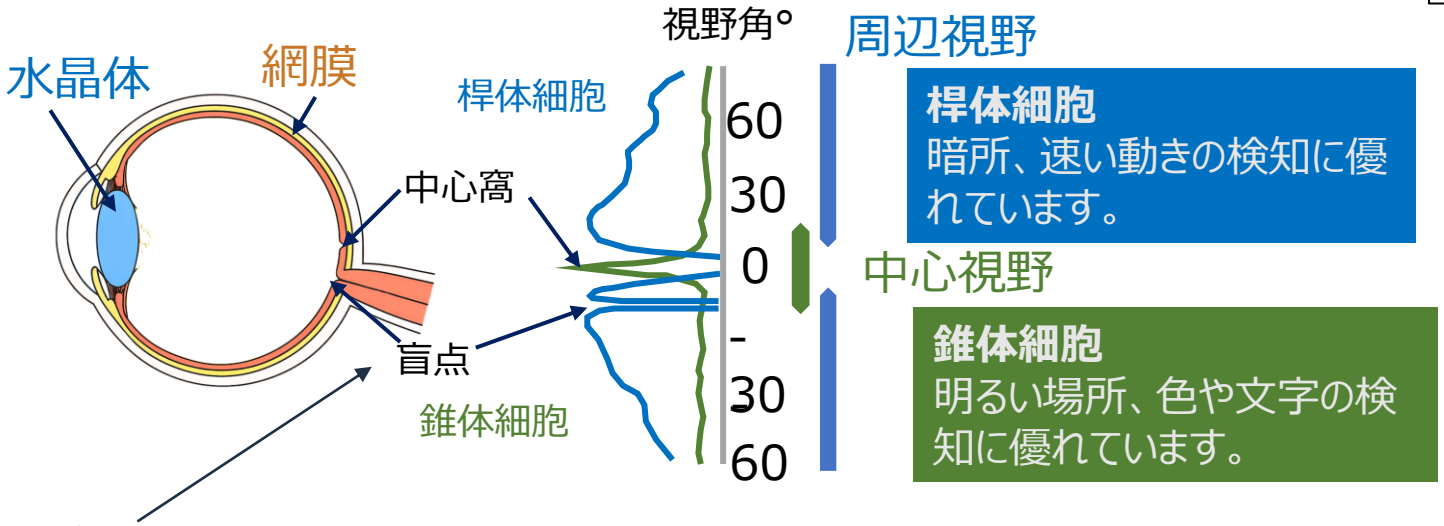


対策

- 「誰でも明白な情報を見落とすことがある」という現実を理解し、クロスチェックやダブルチェックを励行する。
- 関連するCRMスキルは**ワークロードマネジメントと状況認識マネジメント**

眼の構造

参考



中央死角

視神経の出口付近には視細胞がありません（盲点）。片眼の視野が障害物等で制限されていると、もう片眼の中央死角にあるモノは知覚できません。

サッケード運動

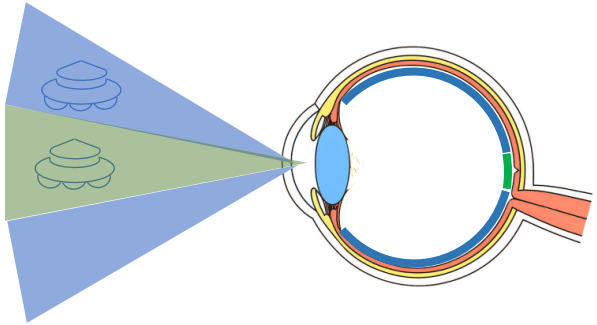
錐体細胞がある領域は2～5 °であり、眼球が高速で無意識に運動（サッケード運動）することで20°程度の中心視野を得ます。

サッケード運動中の刺激は知覚できません。

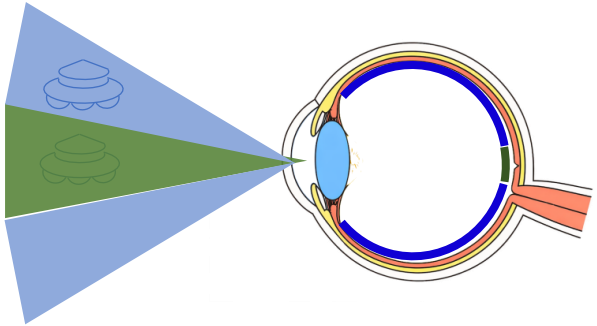
人間の視覚

参考

昼間：錐体細胞が働く



夜間：桿体細胞が働く



夜の死角

夜間は網膜の中心部にある錐体細胞の働きが低下し、周囲にある桿体細胞が光に敏感になるため、中心視野が死角となります。

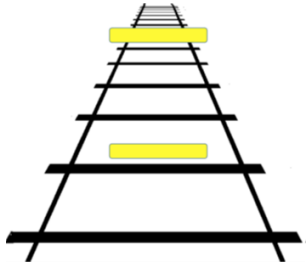
夜間視力

夜間の視力は0.2～0.3程度昼間より低下します。

空視野近視　(Empty field myopia)

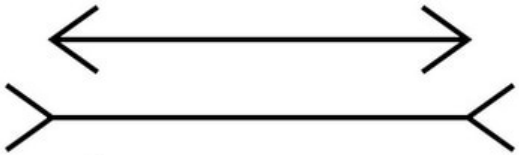
視程が悪い場合等、視覚的な手がかりがないと、比較的近い距離（約50cm)に焦点を合わせてしまう現象が発生します。

錯視について



ポンゾ錯視

- 遠近感を示唆するシーンに同じ大きさの物体を 2つ置くと、一方の物体がもう一方の物体よりも大きく見えます。
- これは、脳が現実世界と同じように遠近感を自然に補正するためです。

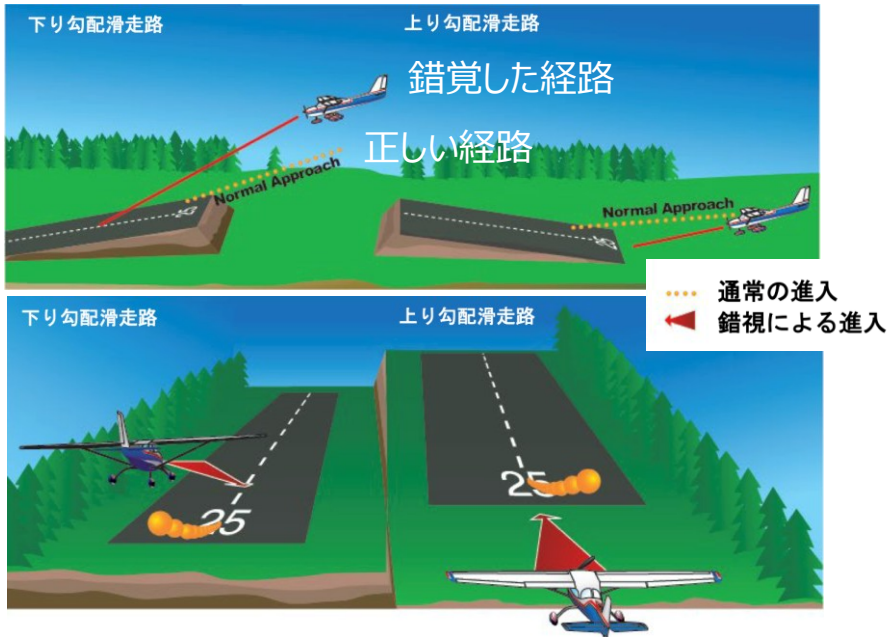


ミュラー・リヤー錯視

- 線の長さが同じだと分かっていても、長さの異なる2本の線が『見えます』。
- 特別に設計されたケースでは、知覚は「現実」と一致しません。
- さらに、どれだけ一生懸命錯覚を見つめても、それに「騙される」しかないのです。

知覚の錯覚に関する重要なポイント：
パイロットは視覚から得られるそのままの感覚よりも、計器の読み取りを優先させるように訓練されます。

滑走路の勾配による錯覚



下り勾配の滑走路
＝低く見える
→高く飛びたくなる

正しい角度で
飛行していても

上り勾配の滑走路
＝高く見える
→低く飛びたくなる

PAPI が必要なのは、**見た目の感覚**だけでは進入角度を正確に判断することが難しいためです。



進入角指示灯(PAPI)

FAA発行「Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge」
https://www.mlit.go.jp/common/001480717.pdf

ヒューマンエラー



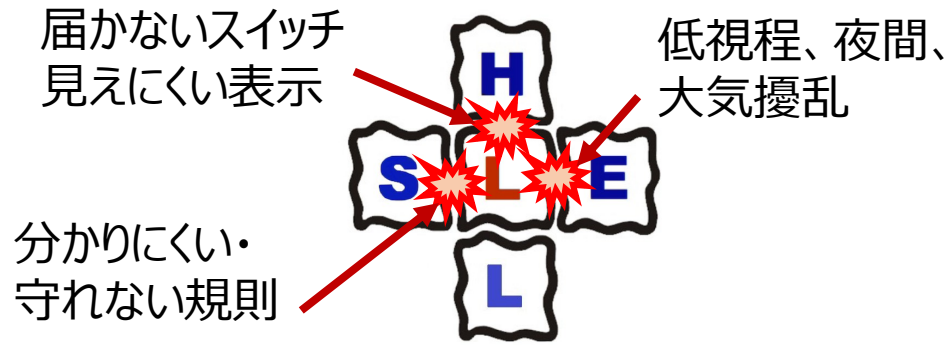
- ヒューマンエラーは「**意図しない結果をもたらす人間の行動**」と定義されます。
- ヒューマンエラーはSHEL(L)モデルの**中心のL**と**各要素**との**不適合**や、**脳の機能の限界**などによって起こります。
- ヒューマンエラーは、人間の正常な行動の一部であり、**完全に防ぐことはできません。**



- ヒューマンエラーは、誰にでも、いつでも、どこでも起こり得ます。
- ヒューマンエラーは避けられませんが、**対処は可能**です。

ヒューマンエラーはなぜ起きるのか

(1) 生態学的に不適切な
インターフェース



(2) 脳の機能の限界

- 受容器の問題
- 疲労の問題
- 中枢処理系の問題

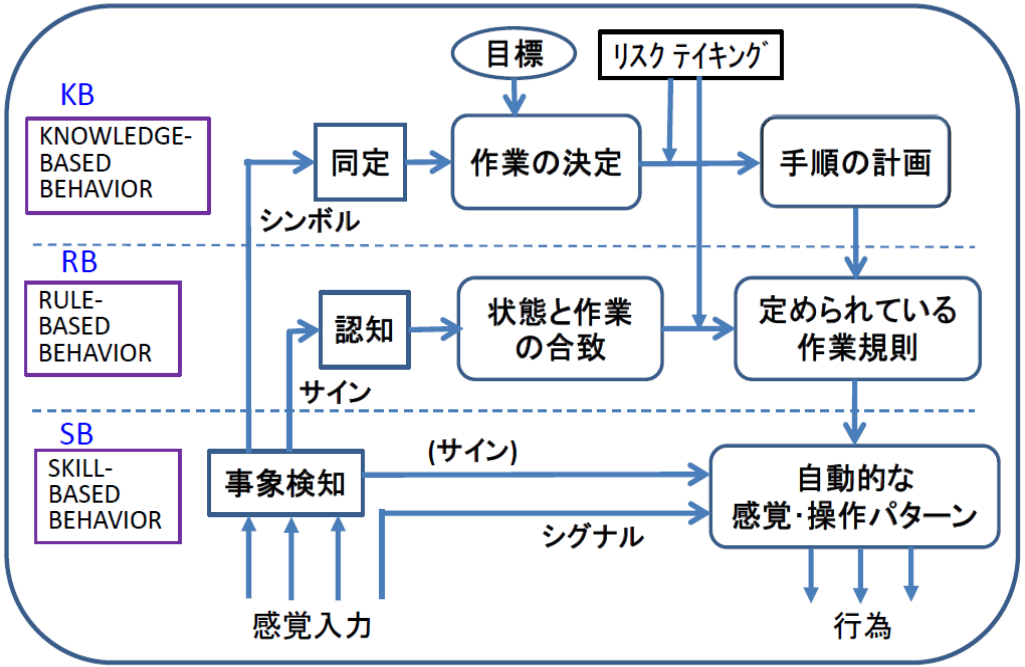
(3) 期待値の過大設定

- 無理を強いられた人間の行動

SRKモデル（人間の3つの行動）

参考

J.RusmussenのSRKモデル



Knowledge-based

経験したことのない事象に対し、情報や知識を集約した判断に基づく行動

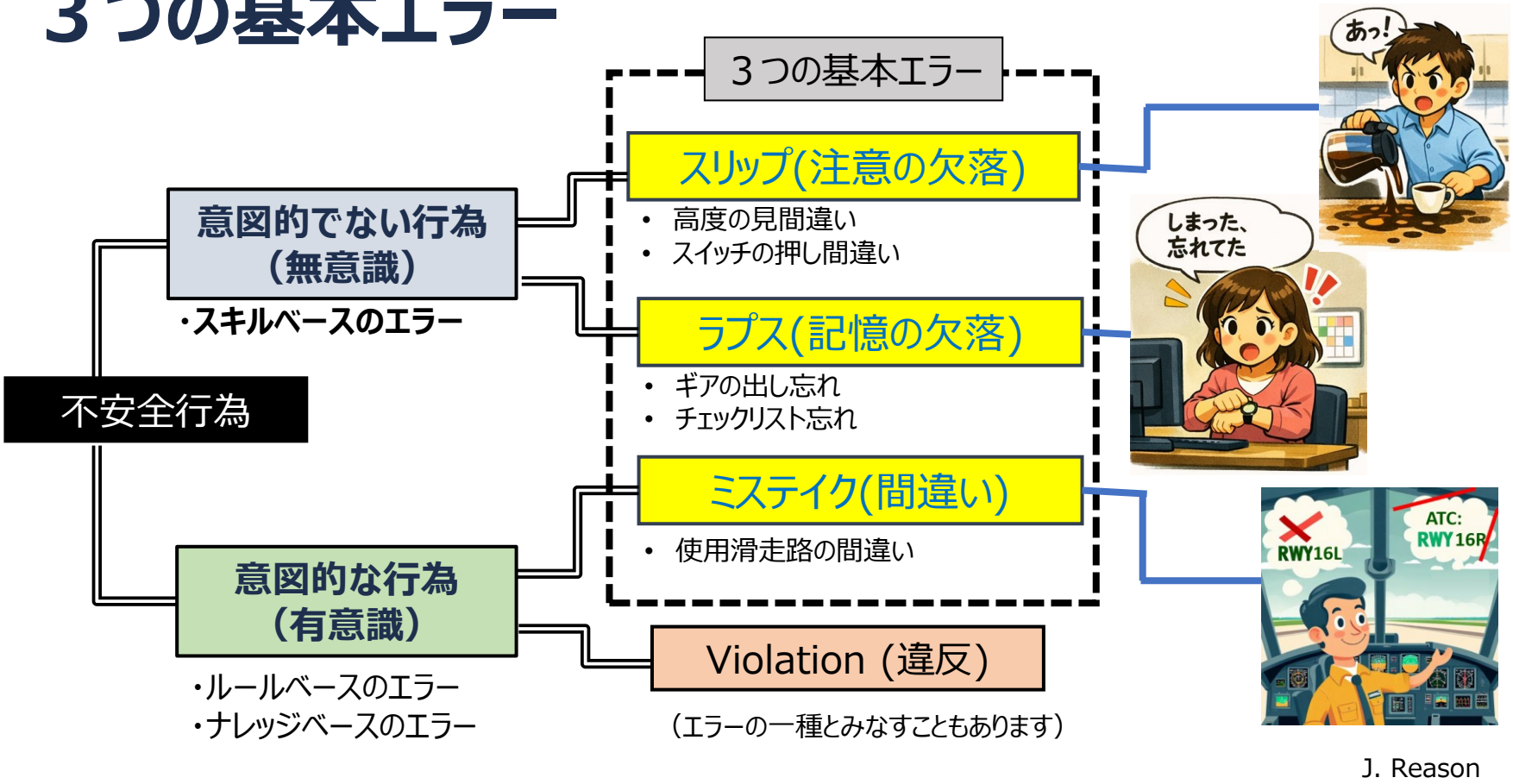
Rule-based

経験や規則や手順に基づき意識的に行われる動作

Skill-based

定型作業において、意識せずに自動的に行われる動作

３つの基本エラー



J. Reason

人間の能力と限界ー疲労ー

生理学的限界：

- 十分な睡眠と栄養がなければ、人間はうまく機能できません。

認知的限界：

- 言われたことを、常に覚えているわけではありません。

知覚や情報処理の制限：

- 注意散漫時には、環境の微妙な変化に気が付かなくなります。

このページは
中心の L つまり
あなたの話です。



パフォーマンスの変動と適応性：

- 常に同じレベルでパフォーマンスを発揮できる人は、いません。
- **病気、退屈、疲労、高ストレス、**のときには、**人のパフォーマンスは低下します。**
- しかし、人間は適応能力が高く、制約下でも新しい状況に対応できます。
- この適応性が航空機の運航を支えています。

疲労とその影響



疲労とは：

- 睡眠不足、長時間の覚醒、サーカディアンリズムの不一致、過度な身体的・精神的負荷、によって引き起こされる、精神的・心理的パフォーマンスの低下。
- 注意力・集中力の低下、協調性の障害、コミュニケーション能力の低下、意思決定能力への深刻な影響。
- 十分な休息のみで軽減可能

疲労の兆候：

- **身体的兆候**: あくび、瞼の重さ、マイクロスリープ、反応の遅延、活力不足、めまいなど。
- **精神的兆候**: 集中困難、情報伝達の困難、作業ミス、物忘れ、思考力の低下等。
- **感情的兆候**: 内向的になる、過敏になる、モラルの低下、感受性の高まりなど。

急性疲労と慢性疲労

参考



疲労の主な原因

1. 睡眠不足・睡眠の質の低下
2. 長時間労働・不規則勤務
3. 精神的ストレス
4. 身体的負荷
5. 健康状態・生活習慣

疲労がもたらす影響

1. エラー率の増加
2. 手順逸脱
3. 状況認識（SA）の低下
4. チームワークの質の低下

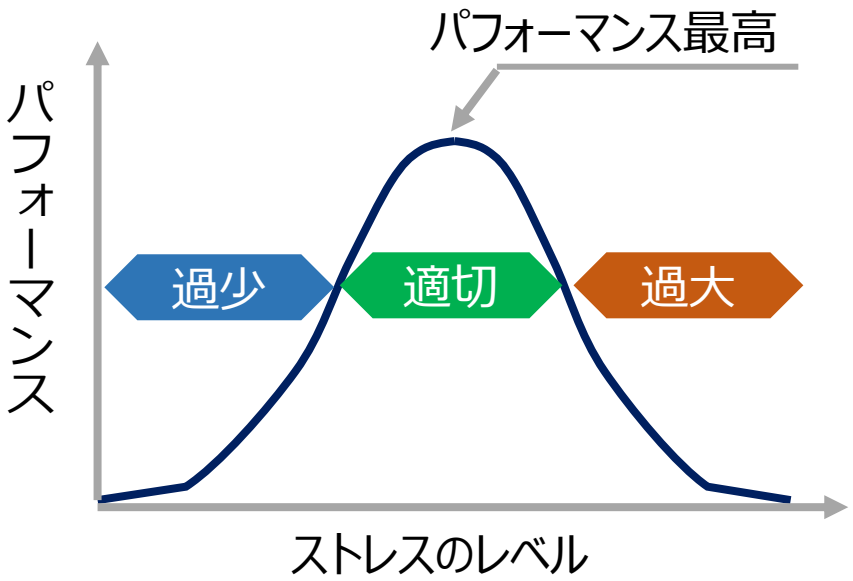
種類	特徴	主な原因	回復
急性疲労	一時的・短期的	睡眠不足、長時間作業、強いストレス	十分な睡眠・休息で回復
慢性疲労	長期間持続、蓄積型	不規則勤務、長期ストレス、生活習慣、健康問題	休息だけでは回復しにくい（生活改善・医療介入が必要）

疲労は「眠い」ではなくパフォーマンス低下状態を意味します。

ストレスとその影響

参考

ストレスとは、外部からの要求（ストレッサー）に対して身体・脳が適応しようとするときに生じる生理的・心理的反応のことです。



良い影響（適度なストレス）
- 集中力の向上
- 注意の焦点化
- 反応速度の向上

悪い影響（過度なストレス）
- 判断力の低下
- 注意散漫・視野狭窄
- 記憶力の低下（特にワーキングメモリ）
- 感情的・衝動的な意思決定

ストレスの種類と対処法

急性ストレス



慢性ストレス



種類	ICAO定義	航空機運航の例	影響
急性ストレス	突発的・短期的な負荷	エンジン故障 他機との接近 天候の急変	• 緊急事態での判断・操作に影響 • 注意が狭まり、反応は速いが視野が狭くなる
慢性ストレス	長期的・蓄積的な負荷	長時間勤務 家庭問題 組織プレッシャー	• 日常の注意力・状況認識・疲労蓄積に影響 • エラーの要因になりやすい • 本人が気づきにくい

- ストレスの影響は累積的であり、適切に対処しないと、耐えがたい負担になる可能性があります。
- 慢性ストレスは状況認識の低下・注意散漫・疲労などと相互に関連します。

低酸素症



- 人間は酸素が無いと生きていけません。（生理的限界）
- 低酸素症とは、「人間の脳および他の機能に障害をきたす程に体内の酸素が不足する状態」を言います。
- 空気の成分（窒素78%, 酸素21%,その他1%)は高度80Kmまでは一定と言われています。
- 酸素の量は気圧に依存しており、高度が上がると酸素分圧も減少し、呼吸によって取り込まれる酸素の量が減少します。
- 500ｈpa（約18,000ft)では酸素量は地上の半分になります。
- 低酸素症の影響を**自ら認識することは困難**です。



酸素の使用

最も適切な酸素の使用方法としては、昼間は10,000ft、夜間は5,000 ftを超えたならばパイロットが補助酸素を使用することである。（AIM-J 962項）

FAA発行「Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge」
https://www.mlit.go.jp/common/001480717.pdf

低酸素症による事故事例

グライダーの空中分解:

- グライダーの機長が低酸素症による意識混濁状態で、急旋回し、失速、きりもみ状態になった。乱気流通過により、機体に空気力学的に過大な曲げ荷重が発生し、空中分解した。

低酸素症に至る例:

- 離陸前に酸素開閉弁を開けるのを忘れ、酸素供給がないまま飛行を開始した。
- 飛行中に酸素供給の確認を怠り、低酸素症の兆候にも気づかず25,000ftまで　上昇を続けた。

高度による低酸素症の兆候（抜粋）

高度(ft)	兆候	兆候が現れるまでの時間	備考
8,000	夜間視力がやや衰える。		
10,000	疲労、緩慢な動作	4 時間	酸素を使用しない
18,000	誤った安楽感、過信、注意力の減少、視力のぼやけ、記憶力の衰退	1/2 時間以内	最高高度
20,000	筋肉制御、判断、推論、記憶及び時間観念の喪失	1/4 時間以内	
22,000	けいれん及び意識喪失	5～10 分	
25,000	意識喪失	2～5分	急減圧では 1～2 分 急減圧では 1 分

航空事故調査報告書 AA2017-5 より

BLACK　SWAN



「あり得ない」
と思っていたことが起きた場合、
人は大きな衝撃を受けます。

驚きへの反応（Surprise and Startle）

Surprise ：**予期せぬ状況の発生に伴う心理的現象**

突然、警報が鳴り、頭が真っ白になってしまった

Startle Reflex：**予期せぬ強い刺激に誘発された反射**

突然、爆発音が聞こえ、持っていたコップを落としてしまった

コルガンエア3407便事故(2009.2.12)

- 失速警報を聞いたパイロットが反射的に操縦桿を引いて失速した可能性がある
- 背景として、予期しない失速警報*、疲労があげられた

＊Anti-ice はoffになっていたが、失速警報の設定スイッチがicing condition のままになっていたため、本来より速い速度で失速警報が発動した。



レジリエンス



- 予期しない出来事に対応する能力 (ICAO PANS TRG)
- 混乱した状態を認識し、緩和し、適応する能力(EASA)

USエアウェイズ1549便不時着水事故

マニュアルにもない、訓練でも経験していない事態に対して、
柔軟に対応したgood事例。

予期しない出来事への考えられる対策（同じ失敗を繰り返さない）

- シミュレータ訓練などで、特殊な状況を多く経験する
  又は、様々な航空事故調査報告書・**VOICES**を参考にする
- 他の搭乗者によるモニタリングや補助(CRM)
- 一呼吸おく(とっさの反応は間違っていることがある)
- 訓練により「正しい反射」を身体に染み込ませる

Just culture（公正な文化）

- 人間はエラーをする。意図しない失敗には寛容に、意図的な不正行為には厳しく、が基本的な考え方。
- 自分でここからはアウトという線を引く。（エアマンとしての自律）

Slip, Lapse, Mistake : 意図しない失敗
Negligence : 過失・不注意

許容される

意図（悪意）があったか？

Gross Negligence : 著しい怠慢or 無謀な行為
Willful misconduct: 故意の不正行為
Criminal activity: 犯罪行為

許容されない

https://safetyp.cab.mlit.go.jp/wp-content/uploads/2022/08/Just-Culture抜粋.pdf

安全文化の醸成

安全に関連した個人及び組織の価値観、姿勢、能力及び行動様式の総体をいう。
安全文化は、ハザードが報告されることを促進し、 報告者を公正に取り扱い、変化する要求に柔軟に対応し、そして明らかにされたハザードに学ぶことを含む。
(国土交通省告示「航空安全プログラム」)

報告する文化（Reporting Culture）
ヒヤリハット等を進んで報告できる環境
公正な文化（Just Culture）
ヒヤリハット等の投稿で不利益を怖れる必要がない環境。
懲罰の対象となる行為との線引きが重要
柔軟な文化（Flexible Culture）
予期せぬできごとへの対処
学習する文化（Learning Culture）
過去の事故やエラー等から積極的に学ぶ姿勢

J. Reason; Managing the risks of organizational accidents.
（邦訳）組織事故：起こるべくして起こる事故からの脱出

経験したヒヤリハットや成功事例などをVOICES(航空安全情報自発報告)に投稿するとともに、VOICESの報告書であるFEEDBACKに目を通したり、航空局や運航者団体等が開催する安全講習会に参加して最新の安全情報に触れることが「安全文化」の醸成につながります。

VOICES: https://jihatsu.jp

まとめ
第２章　ヒューマンパフォーマンス



- ヒューマンファクターの概念を表すSHEL(L)モデル
- 能力には限界がある＝ヒューマンエラーは避けられない
- エラーの3種：スリップ、ラプス、ミステイク
- 予期せぬ事態への反応：Surprise, Startleとレジリエンス
- 安全文化、Just Cultureを意識する

第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性
第２章　ヒューマンパフォーマンス
第３章　CRMスキルと行動指標
- CRMスキルと行動指標
- CRMスキル

第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)
第５章　TEMの実践
第６章　事例研究
第７章　演習

CRMスキルと行動指標

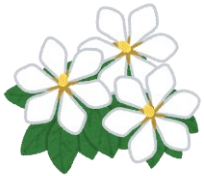
一人で操縦する航空機の運航で特に重要なスキル

- 効果的な見張り
- 先進技術
- 効果的なATC
- 複数人での飛行

- チーム形成・維持 TM
- コミュニケーション CO
- 状況認識マネジメント SA
- ワークロードマネジメント WL
- 意思決定 DM

基本となるCRMスキル

自家用・小型機等の運航における CRMスキルの前提



- 管制空港で離着陸等を行う全てのパイロットは技能発揮訓練を修了する必要がありますが、対象者の多くはVFRで飛行する1人で操縦できる航空機のパイロットであるため、これらのパイロットの方々に必要なスキルをこの資料では強調しています。
- これらのパイロットは、常に単独で飛行しているわけではなく、複数のパイロットで互乗したり、教官と練習生で飛行したり、乗客や搭乗整備士を含むパイロット以外の者が同乗する機会があります。
- また、 管制官や他のパイロットのほか、整備士や給油作業者等、地上でも多くの方々と交流があります。
- CRMでは、全ての人的リソースを活用することが重要ですので、コミュニケーション、チーム形成維持といったスキルは1人で操縦できる航空機のパイロットであっても**身に付けて実践する**必要があります。

CRMスキルと行動指標



一人で操縦する航空機の運航で特に重要なスキル

- 効果的な見張り
- 先進技術
- 効果的なATC
- 複数人での飛行

- チーム形成・維持 TM
- コミュニケーション CO
- 状況認識マネジメント SA
- ワークロードマネジメント WL
- 意思決定 DM



基本となるCRMスキル

有視界飛行方式で飛行する
（効果的な見張りを維持する。）

効果的な見張り | 先進技術 | 効果的なATC | 複数人での飛行

パイロットは衝突の可能性を回避するために、他機の探知と視認に多くの時間を費やす必要がある。

・見張りには、コックピット内の計器や操作装置を監視することも含まれます。

生理的限界：

見張りに影響を与える要因は、エラーや操縦技術の低さではなく、
人間の生理や能力の限界です。

見張りが重要な時

危険な地形（山や谷の近く）

視程が悪化しているとき

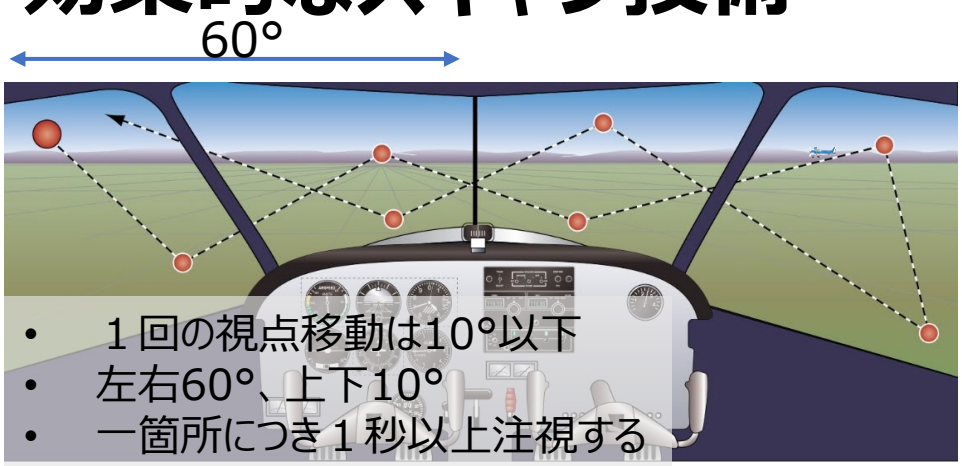
混雑した空域（出発や進入時）で忙しいとき

空中衝突の防止

- 目標を検知してから衝突を回避するのに12.5秒かかります。
- 警戒捜索(Alerted search)とは、航空交通情報が提供され、どこを見るべきかを指示されている状況での目視による捜索です。
- 警戒捜索は、他機を発見する確率が8倍に向上します。
- 以下の機器類で得られる交通情報を活用しましょう。
  - ・トランスポンダー
  - ・レーダー（機上および地上設置）
  - ・航空機衝突防止装置（TCAS/ACAS）等

効果的なスキャン技術

参考





1秒前
3秒前
5秒前
15秒前



衝突の危険性
効果的な回避行動



近く→遠くへの
再焦点合わせに
１～２秒かかります

窓外と計器をモニターし
情報を収集します。

FAA AC 90-48E Pilots' Role in Collision Avoidance

効果的な見張り

参考

効果的な見張りの3つのポイント*

1. 空域の混雑度、視程、地形によって決定される適切な速度、範囲、注視時間でスキャンを実施する。
2. 管制通信を聴取し、周囲の機体の位置と意図を推定する。
3. 操縦操作を開始する前に「空域クリア」手順を実行する。

when turning left, 'clear right, clear ahead, clear left-turning left'

その他のポイント

- より広範囲の視認を可能にする自動操縦装置を活用すべきです。
- 窓枠やその他の障害物の先を見るために頭を動かす必要があります。
- 見張りの強化には同乗者や乗客の協力も有効です。

*CASA AC 61-08v1.1 Teaching and assessing non-technical skills for single-pilot operations

参考

先進技術を備えた航空機

効果的な見張り | 先進技術 | 効果的なATC | 複数人での飛行



Beechcraft G58**

- 統合計器（PFD, MFD）やGPSと連動したオートパイロットを有した航空機

FAAでは先進的航空機(**TAA**: Technically Advanced Aircraft)と呼びます*。

自動化技術のメリットと注意点（3-1-6で詳しく）

① **状況認識の維持**：先進的なアビオニクスを搭載した航空機は、状況認識を高める一方、情報管理を誤るとパイロットが受動的になり、状況認識が低下して危険です。

② **モード管理：**高度なアビオニクスは、多数の自動飛行モードを持っており、これらのモードの機能を理解し、状態を把握することが重要です。

③ **リスク管理：**これらの技術によるワークロードの軽減は安全性向上に繋がる一方、パイロットの監視能力の低下や過信によるリスク増大に繋がることがあります。

*FAA 14 CFR § 61.129(j)
** FAA-H-8083-25C, Chapter 2

自動化に伴う課題への対応

参考

効果的な見張り | 先進技術 | 効果的なATC | 複数人での飛行



①自動化への依存による状況認識力の低下を防ぐ：

- 機器の指示を盲信せず、基本的な手順（二重チェック、口頭でのコールアウト）を怠らないことが重要です。
- コールアウトは、たとえ単独操縦であっても、状況認識を維持し、情報を管理するための優れた方法です。

②オートパイロットの理解:

- どのモードが作動しているか、どのモードがアーム（例：目標高度に到達すると高度保持モードになる）されているかを常に把握する必要があります。
- オートパイロットがどこから情報を得ているかなど、他のシステムとの関係を理解しておくことも重要です。

③監視能力の維持:

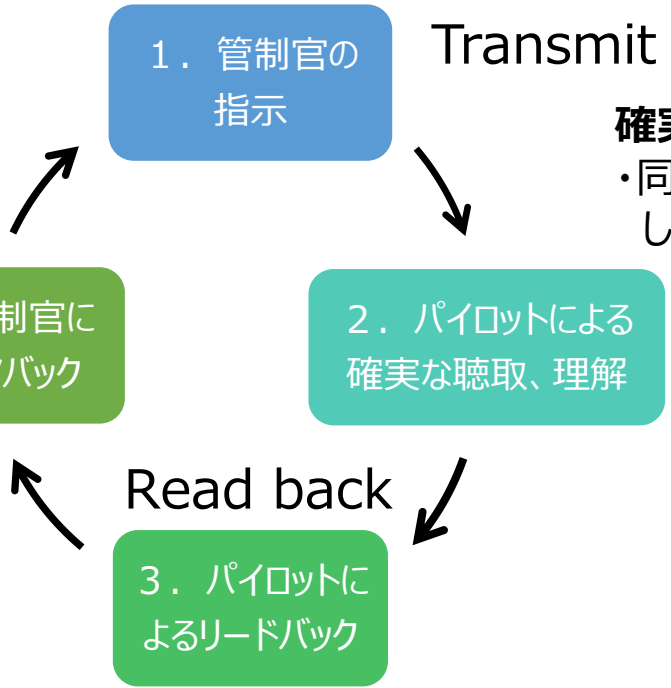
- 人間はめったに起きないシステムの不具合などを感知する事は不得意です。
- 作業負荷が軽いことが油断につながるリスクも存在します。→「ストレスとその影響」
- 機器が技能や知識の不足を補ってくれるとの過信はリスクを増大させます。

FAA-H-8083-25C, Chapter 2

操縦と管制通信を一人で行う

ATCコミュニケーションループ（シングルパイロット）

管制官の意図をパイロットが確実に受け取る手法



確実に聴き取る。
・同乗者に静かにしてもらう。

再送や確認を要求する場合。

・Say again
・Say again after･･･
・Confirm

リードバック
・自機のコールサインを省略してはならない。
・read backを指示された場合を除き要点を簡潔にリードバックする。

AIM-J 277,278,290

効果的なATCコミュニケーション

- パイロットは原則として航空英語を使用することが期待されており、標準化された用語と表現法を適切に使用する必要があります。
- 航空管制においては、パイロットと管制官が**共通の認識**を持つことが、安全を確保する上できわめて重要です。

効果的なコミュニケーションのためのガイドライン	
４つのCharlie	・Clear：明瞭な音声　・Correct：正確な内容 ・Concise：簡潔に話す　・Consistent：一貫性
モニター ：聴取の注意点	・送信する前に必ずその周波数をモニターする。(割込み防止、状況認識) ・効果的に聞く。聴取に専念できるような環境づくり。 (同乗者が**「静かにする」合図**を決めておく)
4つのWhiskey 情報を伝える 順序の一貫性	• Who you are calling　：誰と通話しているか、通話先の局名。 • Who you are　：誰であるか 、自分のコールサイン。 • Where you are　：現在地 、正確な位置情報。 • What you want　：要求内容、または意図。

ステライルコックピット

CAA New Zealand, “Plane Talking”,
https://www.aviation.govt.nz/assets/publications/gaps/caa-gap-plane-talking.pdf

パイロットと同乗する際の注意点

権威勾配：TAG（Trans-cockpit Authority Gradient）



適正　　急すぎ　　平坦すぎ

- **傾斜が急すぎる**と練習生はものを言えなくなります。
- **傾斜がない**お友達フライトは危険です。

- 同乗者あるいは練習生は、機長の立場を尊重しつつ、機長と前向きかつ一貫した姿勢で対話を行います。
- **アサーション（安全への主張）：**同乗者や教官は、安全上必要と思われることは、時期を逸せず、節度をもって指摘します。危険であると感じた時は、自己主張の程度を強めます。

- **同乗者によるモニター：**パイロットは、航空交通管制、気象状況、航空機システムの状態など、様々な刺激に対処しなければなりません。モニタリングで大事なのは、限られた注意資源を、特定の状況において最も重要とみなされる要素に割り当てることです。

望ましい機長(PIC)の意思決定

- 機長は、決定を下す前に他のメンバーに相談する。
- 他のメンバーの意見を聞き、それについて考え、それから決定を下す。
- 決定を下してからは、その決定が他のメンバーの意見と一致するものであってもなくても、忠実に実行することを求める。
- 解決策の最終決定は機長(PIC)権限と責任において行われる。
- しかし、よりよい決定をするには、時間の許す限り全員が情報や意見を出し合い、最良の選択をする必要がある。

PIC：Pilot in Command：飛行中の航空機の運航と安全に関して責任を有するパイロット。
複数の機長資格者が乗務する航空機においても 1 名の機長がPIC として乗務する。

５つのCRMスキルと行動指標

一人で操縦する航空機の運航で特に重要なスキル

効果的な見張り

先進技術

効果的なATC

複数人での飛行

チーム形成・維持 TM

コミュニケーション CO

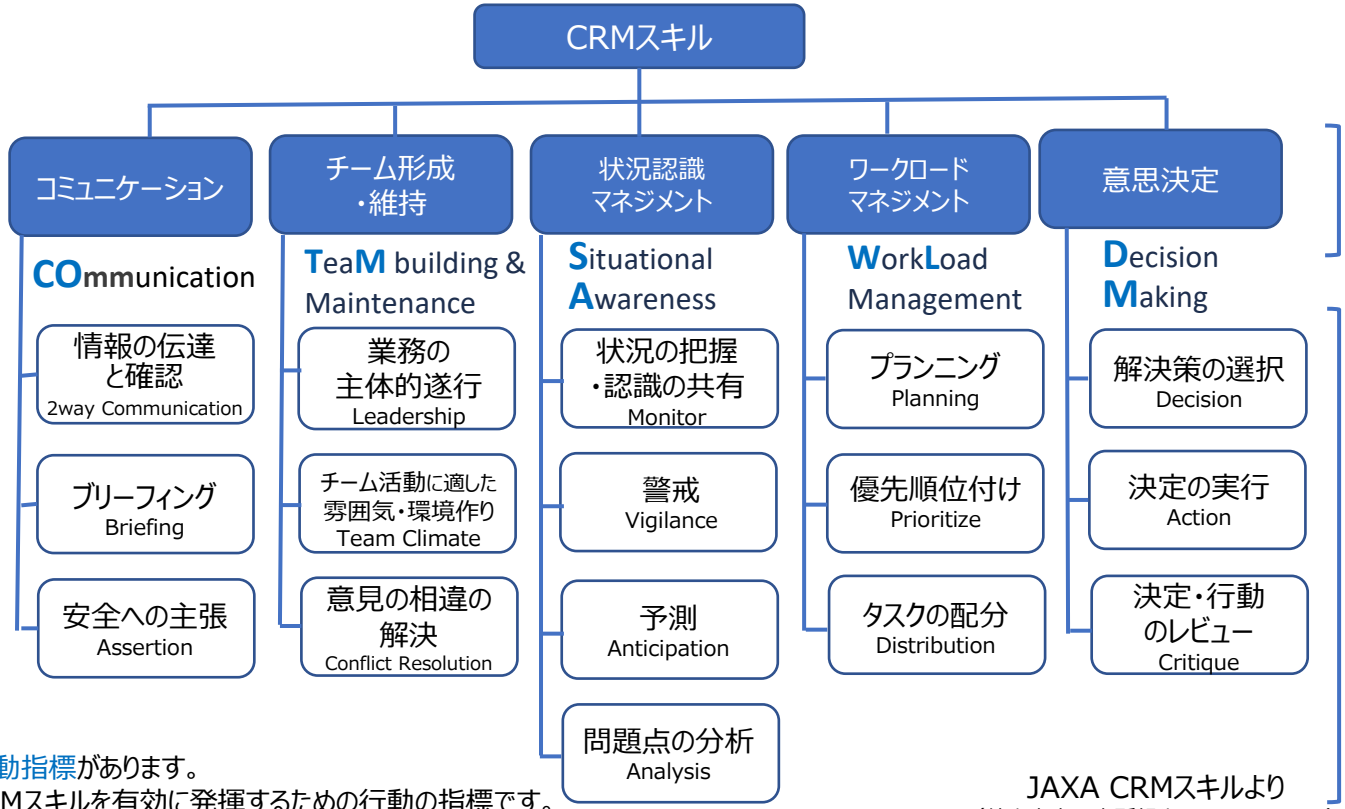
状況認識マネジメント SA

ワークロードマネジメント WL

意思決定 DM

基本となるCRMスキル

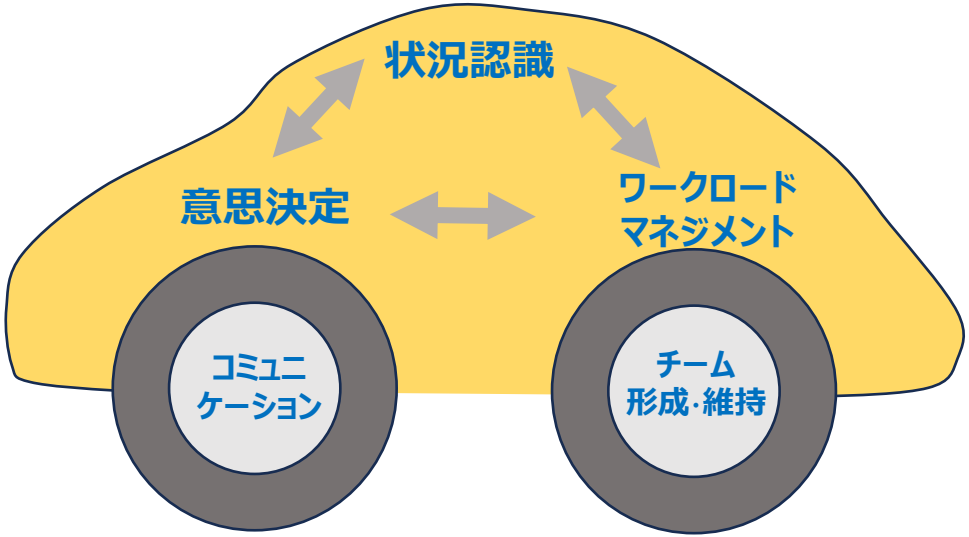
CRMスキルの５つの分類と要素



- 各要素の下に行動指標があります。
- 行動指標は、CRMスキルを有効に発揮するための行動の指標です。

JAXA CRMスキルより
（航空宇宙研究所報告 NAL TR-1465）

５つのCRMスキルの役割



状況認識、意思決定、ワークロードマネジメントのプロセスを
円滑に進めることができる能力が、
コミュニケーション、およびチーム形成・維持のスキルです。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

コミュニケーション　定義と説明



コミュニケーション
の前提は信頼関係

コミュニケーションとは、搭乗者間で意思の疎通を行うために、

① 情報の伝達と確認

情報を正しく伝え、正しく受け取る。

② ブリーフィング

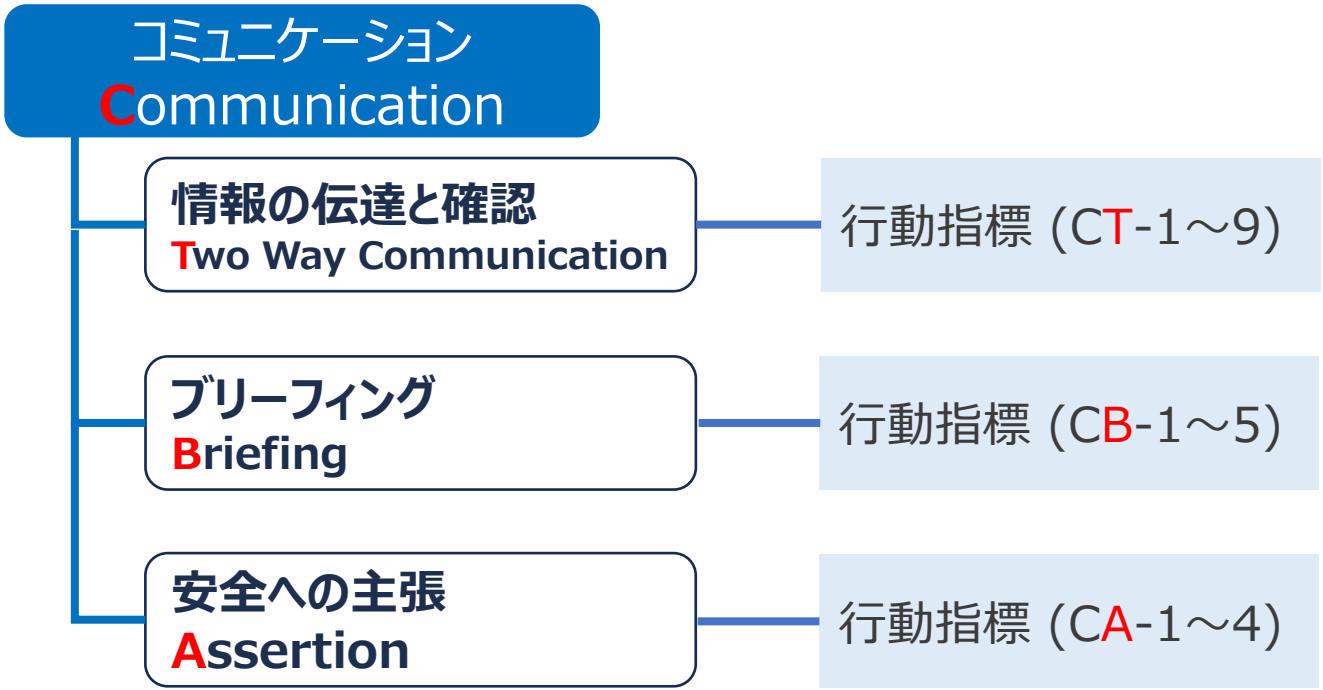
運航上の決定や今後の方針に関する情報交換を行う場を設ける。

③ 安全への主張（アサーション）

安全のために適切な主張と意思の表明を行うスキル。

- 安全に飛行するためには、パイロットは関係者と、常に良好で協力的な関係を築くことが極めて重要です。
- 相手方から肯定的で有益な反応を得られることにより、状況認識と飛行の安全を維持するために不可欠な情報の効果的な伝達が確保されます。

CRMスキル


コミュニケーション
Communication
情報の伝達と確認
Two Way Communication
行動指標 (CT-1～9)
ブリーフィング
Briefing
行動指標 (CB-1～5)
安全への主張
Assertion
行動指標 (CA-1～4)

CRMスキル

コミュニケーション
Communication

情報の伝達と確認
Two Way Communication

ブリーフィング
Briefing

安全への主張
Assertion

情報の伝達と確認を確実に行うこと

CT1：情報は省略せずに正確に伝える。
（曖昧な言い方は避ける。）
CT2：情報が相手に正しく伝わっているか確認する。
CT3：標準的な用語を用いる。
CT4：情報はタイミングよく伝える。
CT5：ボディランゲージは誤解されないように使う。
CT6：相手の話を積極的に聞く。
CT7：相手からの発言には必ず反応する。（反応しないと伝わったか、伝わっていないか、相手に判らない）
CT8：受け取った情報の確認を行う。
CT9：操作前に気づいたことは必ず発言し、情報と状況を共有する。

CRMスキル

コミュニケーション
Communication

情報の伝達と確認
Two Way Communication

ブリーフィング
Briefing

安全への主張
Assertion

適宜「場」を設け、チームメンバー間での情報伝達や意見交換をし、計画と認識を共有すること。

CB1：フライトの様々な場面でタイミングをとらえて頻繁に行う。
CB2：ブリーフィングでは、質問や情報提供の重要性を強調しておく。（リマインドにつながる）
CB3：通常手順等にない操作をする場合には、ブリーフィングの中で説明しておく。
CB4：メンバーの知識を考慮して、作業上特に注意することを説明する。
CB5：ブリーフィングに積極的に参加する。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

参考

SAFETY リストを用いた乗客へのブリーフィング:

S	Seat belts.	シートベルト、ショルダーハーネスと座席のロック
A	Air vents.	通気孔 (場所と操作法)
F	Fire extinguisher	消火器 (場所と操作法)
E	Exit doors.	固定方法、開け方、緊急脱出
	Emergency	サバイバルキット(場所と内容)
T	Talking.	ステライルコックピットへの協力
	Traffic.	気づいたらパイロットに通知
Y	Your questions?	質問は？



FAA-H-8083-25C

CRMスキル

コミュニケーション Communication



安全への主張
Assertion

安全から逸脱する行動や状態の修正を促すため、主張すること。

CA1：疑問に思ったことは躊躇せずに口に出す。（**Inquiry**）
CA2：自分の考え、意見を率直に伝える。（**Advocacy**）
CA3：危険である/異常と感じた時は自己主張の程度を強める。（**Assertion**）
CA4：時期を逸せず、節度を持って指摘する。
CA5：意思の表明を受けた場合には、その疑問・意見・アドバイス・質問に積極的に応える。

Assertionは、
質問→ 信念の表明→ 意見の主張
の順で行うとよい。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

行動指標まとめ

コミュニケーション　要素と行動指標

情報の伝達と確認

・情報が相手に正しく伝わっているか確認すること。

・情報はタイミング良く伝えること。

ブリーフィング

・ブリーフィングの場を設定すること。

・ブリーフィングでは、質問や情報提供の重要性を強調しておくこと。

安全への主張（安全上の問題があると思われるとき：**アサーション**）



・疑問に思ったことは躊躇せずに口に出すこと。

・自分の考え、意見を率直に伝えること。

・危険であると感じた時は自己主張の程度を強めること。

・疑問・意見・アドバイス・質問に積極的に応えること。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

チーム形成・維持 定義と説明

チーム形成・維持とは、安全で効率的な運航を達成するために、より効果的なチームを構成し、それを維持して行くスキル。

- チームは、共通の目的を持つ人々の集まりです。
- 従って、同乗者やフライトの支援者はチームメンバーです。

要素は以下の三項目です。

①業務の主体的遂行（リーダーシップ）：
リーダーシップは、各自が与えられた自分の役割を遂行するために、発揮するものです。

②良好な対人関係に適した雰囲気・環境作り：
チーム活動をスムーズに、そして良好なコミュニケーションが行える雰囲気・環境を形成することです。

③意見の相違の解決：
メンバー間において、意見の相違が生じた時、その理由を明確にし、真の原因を見いだし対処・解決することです。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

チーム形成・維持

- **業務の主体的遂行 Leadership** → 行動指標 (TL-1～4)
- **チーム活動に適した雰囲気・環境作り Team Climate** → 行動指標 (TC-1～4)
- **意見の相違の解決 Conflict Resolution** → 行動指標 (TR-1～3)

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

チーム形成・維持

- **業務の主体的遂行 Leadership**
- チーム活動に適した雰囲気・環境作り Team Climate
- 意見の相違の解決 Conflict Resolution

メンバーが自分の役割と責任に応じてチームの目標達成のために積極的・主体的に行動をとること。

TL1：指揮権を持つ者は、他の者との間に適度な権威勾配を保つ。

TL2：自分のインテンション（意図）を明確に示す。

TL3：**リーダーシップ**のみならず、**フォロワーシップ**の重要性を認識する。

TL4：常に先を考えて業務をサポートする。

- **フォロワーシップ**とは、指示にただ従うことではなく、リーダーの意図を補完して、リーダーをフォローアップする行動を言います。
- **リーダーシップ**は相手から**フォロワーシップ**を引き出して初めて発揮されたと言うことができます。

CRMスキル

チーム形成・維持

- 業務の主体的遂行 Leadership
- **チーム活動に適した雰囲気・環境作り Team Climate**
- 意見の相違の解決 Conflict Resolution

互いの信頼感をベースに、チーム活動をスムーズに行える雰囲気・環境を形成すること

TC1：発言しやすい雰囲気をつくる。

TC2：自分の行動がチームに与える影響を意識して行動する。

TC3：些細な疑問の声も大切に扱う(口に出すように勧める）。

TC4：相互の信頼関係を築くようにする（他のメンバーを信頼していることを示し、信頼を得るようにする)。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

チーム形成・維持



意見の相違の解決
Conflict Resolution

情報の解釈や決定等について意見の対立が生じた場合、感情的な対立に発展させることなく建設的に解消すること。

TR1：感情の対立に発展させないよう、反対意見はチームにとって良いこととポジティブに受け取る。

TR2：誰が正しいのかではなく、何が正しいのかを考える。

TR3：正しいことを目指して信念を貫く「主体性」と、状況によっては受け入れる「柔軟性」を持つ。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

行動指標まとめ

チーム形成・維持 要素と行動指標

業務の主体的遂行（リーダーシップ）

- 自分の意図を明確に示すこと。

良好な対人関係に適した雰囲気・環境作り

- 疑問に思ったことは口に出すようにすること。
- 他の関係者を信頼していることを示し、信頼を得るようにすること。

意見の相違の解決

- 意見の相違を感情の対立に発展させないこと。
- 「誰が正しいか」ではなく「何が正しいか」を念頭に、集めた情報を分析すること。
- 自分の主張を変えるときは客観的に分析した上で行うこと。

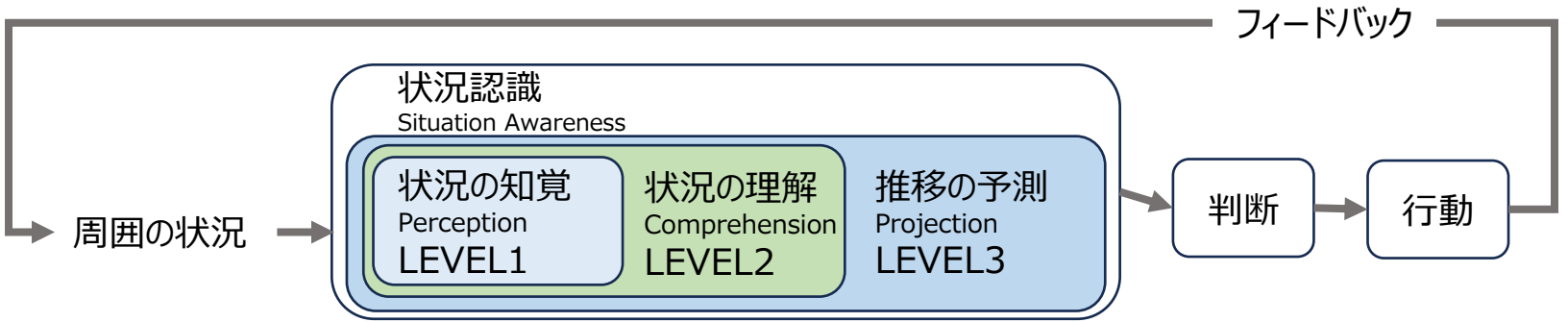
CRMスキル

CO | TM | **SA** | DM | WL

状況認識マネジメント 定義と説明

状況認識マネジメントとは、航空機がどのような状態にあるか、問題がないかを注意力をもって認識し、一点集中や先入観・思いこみ（Complacency）等を避けて状況認識力を維持するスキル。

状況認識には、3つのレベルがあります。



EndsleyのSituation Awarenessモデル

知覚が不完全だと、理解も不完全になり、結果として予測も不正確になります。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

状況認識マネジメント

状況の把握・認識の共有 Monitor	行動指標 (SM-1～2)
警戒 Vigilance	行動指標 (SV-1～6)
予測 Anticipation	行動指標 (SA-1～2)
問題点の分析 Analysis	行動指標 (SL-1～2)

CRMスキル

CO | TM | **SA** | DM | WL

状況認識マネジメント

- **状況の把握・認識の共有 Monitor**
- 警戒 Vigilance
- 予測 Anticipation
- 問題点の分析 Analysis

全体を通して、状況を適切に観察し、その認識をメンバー間で共有すること。

SM1：内外の状況をモニターし、情報を共有化する。

SM2：オートパイロットやFMS への初期の入力とその後の変更について口頭で伝える。



CRMスキル

CO | TM | **SA** | DM | WL

状況認識マネジメント

- 状況の把握・認識の共有 Monitor
- **警戒 Vigilance**
- 予測 Anticipation
- 問題点の分析 Analysis

フライトが現在どの様な状態であるか、問題はないか、注意して認識し、一点集中・先入観・思い込みに陥ることなく、警戒心を維持すること。

SV1：一点集中に陥らないように注意する。

SV2：問題意識を持って、十分に確認する。

SV3：常に警戒心と全体を見回す態度を持ち続ける。

SV4：何かに気づいたら、互いに伝え合う。

SV5：何かおかしいと思ったら、一度オートパイロットを切って状況認識をリセットする。

SV6：不適切な状況やタイミングでFMS のプログラミングに集中しない。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

状況認識マネジメント

- 状況の把握・認識の共有 Monitor
- 警戒 Vigilance
- **予測 Anticipation**
- 問題点の分析 Analysis

フライトの状況が今後どの様に変化しそうか、潜在的な危険が潜んでいないか、遭遇しそうな事態は何か考え、その時の適切な対応方法を予測すること。

SA1：現在の状況から今後の状況がどう変化するか予測する。

SA2：何か起きたら、さらなる潜在的な危険性があるか予測する。（先を予測し、状況の悪化に備えて対応策を予め考えておく。）

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

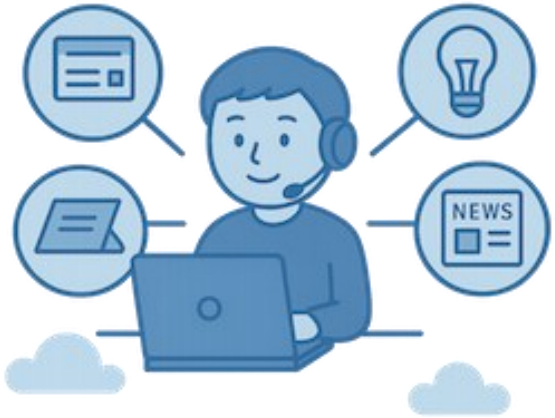
状況認識マネジメント

- 状況の把握・認識の共有 Monitor
- 警戒 Vigilance
- 予測 Anticipation
- **問題点の分析 Analysis**

何か問題がありそうだと認識した時、その問題の本質は何なのかを、分析し、明らかにすること。

SL1：あらゆるリソースを活用して情報を集める。

SL2：得られた情報を基に、客観的に分析する。



CRMスキル
人間は心理的空間に基づいて判断し行動する

CO TM SA DM WL



雪の夜、馬に乗った旅人が一晩だけ宿に泊めてもらいました。宿の主人は旅人が通ってきた道を聞いて、旅人の無謀さに驚きました。

旅人が雪の野原と思って平気で通って来たのは、土地の人は絶対に通らない、湖面に張った**氷の上の雪原**でした。

物理的空間 ≠ 心理的空間

- 私たち人間は環境を知覚認知して心理的空間を作り、自分の理解した世界、つまり心理的空間に基づいて行動を決定しています。
- パイロットは思い込みや強い期待等を排し、環境に関する正確な心理的空間を形成する必要があります。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

行動指標まとめ

状況認識マネジメント 要素と行動指標

状況の把握（モニター）

- コックピット内外の状況をモニターし、情報を収集すること。

警戒

- 一点集中に陥らないように注意すること。
- 問題意識をもって充分に確認すること。

予測

- 現在の状況から今後状況がどう変化するか予測すること。
- 何か起きたら、さらなる潜在的な危険性があるか予測すること。

問題点の分析

- あらゆるリソースを活用して情報を集めること。
- 得られた情報を基に、客観的に分析すること。

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

意思決定　定義と説明

意思決定とは、問題が特定された場合、解決策の決定にチーム全員が参画し、決定された事項を確実に実行し、その行動を振り返り・フィードバックする過程に関するスキル。

- **解決策の選択**：問題が特定された時、瞬時に判断しなければならない場合を除いて、メンバー全員が参加して最善の選択を行うこと。

  ＊許された時間を越える決定は最良ではない。

- **決定の実行**：チームとしての決定に至った後、メンバー全員がその決定を理解し、各自がそれに沿った行動をとること。

- **決定や行動のレビュー**：決定した直後および決定の実行中、その決定や行動が本当に最良のものであるか、不十分な点はないか、他に望ましい選択肢はないか、を振り返り、フィードバックすること。

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

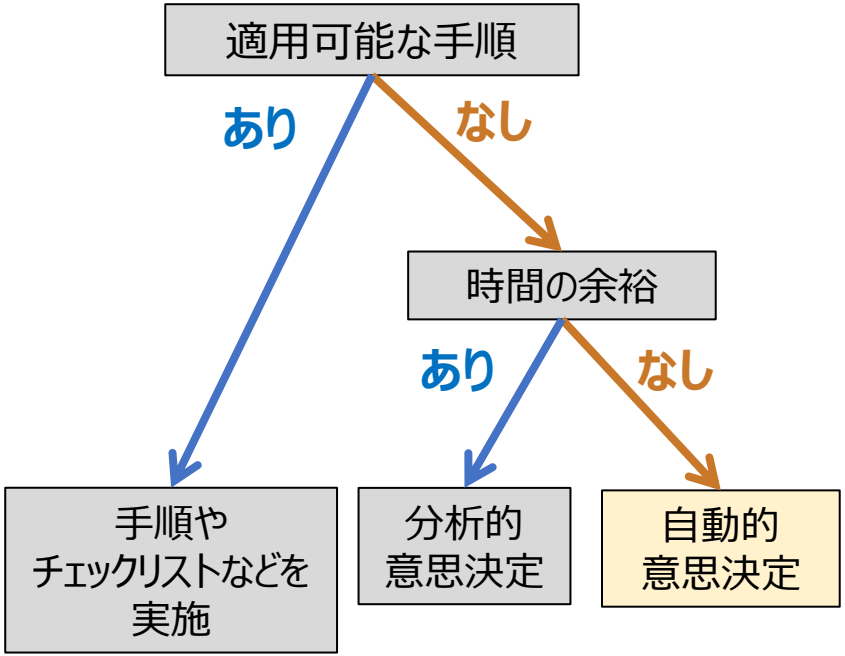
意思決定

- **解決策の選択 Decision** → 行動指標 (DD-1～4)
- **決定の実行 Action** → 行動指標 (DA-1～2)
- **決定･行動のレビュー Critique** → 行動指標 (DC-1～3)

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

意思決定　構造化された意思決定



自動的な意思決定：

- いつも十分時間がある訳ではありません。
- 熟練者は、最初に見つけた実行可能なオプションを採用します。
- 最善ではないかも知れませんが、多くの場合、良い結果が得られます。
- これは、トレーニングと経験に根ざした反射的なタイプの意思決定であり、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ます。（落とし穴もあり）

FAA-H-8083-25B Chapter2

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

意思決定

- **解決策の選択 Decision**
- 決定の実行 Action
- 決定・行動のレビュー Critique

問題が特定された時、瞬時に判断しなければならない場合を除いて、メンバー全員が参加して最善の選択を行うこと。

DD1：安全運航を確保するための譲ることのできない最低線を確立する。

DD2：自分の意見を出し解決案を提案する。

DD3：メンバーの意見やその時得られる多くの情報を活用して、判断する。

DD4：有益な情報と不適切な情報とを見きわめる。

＊許された時間を越える決定は最良ではない。

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

意思決定

- 解決策の選択 Decision
- **決定の実行 Action**
- 決定･行動のレビュー Critique

チームとしての決定に至った後、メンバー全員がその決定を理解し、各自がそれに沿った行動をとること。

DA1：運航上の決定は確実に伝え、同乗者は決定を理解したことを知らせる。

DA2：各自が役割を理解し、実行する。

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

意思決定

- 解決策の選択 Decision
- 決定の実行 Action
- **決定・行動のレビュー Critique**

決定した直後および決定の実行中、その決定や行動が本当に最良のものであるか、不十分な点はないか、他に望ましい選択肢はないか、を振り返り、フィードバックすること。

DC1：判断、決定した直後に、その決定が正しいかどうかを見直す。

DC2：行動しながらも自分たちの行動が最良のものかを振り返る。

DC3：結果は素直に受け入れる。

DC4：失敗だけでなく、うまく行った事も振り返る。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

行動指標まとめ

意意思定 要素と行動指標

解決策の選択

- 安全運航を確保するための譲ることの出来ない最低線を確立すること。

決定の実行

- 運航上の決定は確実に伝え、同乗者は決定を理解したことを知らせること。

決定や行動のレビュー

- 決定直後に、その決定が正しいかどうかを見直すこと。
- 行動しながらも自分たちの行動が最良のものかを振り返ること。
- 結果を素直に受け入れること。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

参考

VNS-DRODAR CHECKLIST：状況認識と意思決定のためのツール

VNS プロセス/ チェックリスト		
V	**警戒心** (Vigilance)	「運航の障害となるものは何だろう」と警戒心を持って先を読み、フライトをモニターする。
N	**気づき** (Notice)	スレットやエラーに気付いたら、気付いたことを口に出し、情報を共有する。一人の場合も口に出して言う。
S	**初期対応** (Stay calm)	まず自分に対して「大丈夫落ち着いて、Fly first！」と言う。 航空機を安定させる。可能なら、自動操縦を適切に使う。 そして重要度、緊急度を判断する。 ・ Procedure が定められているものは、速やかに該当するChecklist を実施する。 ・ Checklist 等が定められておらず、時間的な余裕のない場合は、適切と思われる当面の対処を行う。 ・ 自動操縦の利用をはじめ、全てのリソースを活用する。 ・ 複数のパイロットがいる場合、I have, You have を明確に行い、誰が操縦しているのか確認する。 ・ 使える時間はどの位あるか確認し、必要であればホールディング等を要求して時間を作り出す。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

参考

VNS-DRODAR CHECKLIST：状況認識と意思決定のためのツール

DRODAR プロセス／チェックリスト		
D	**診断** Diagnose	①実際に何が起きているのか確認する。→「～が起きている」 ②必要なら、決断のタイムリミットを確認する。→「○時○分」まで
R	**リスク評価** Risk Assessment	③リスクを特定する。「～する可能性がある／～となる可能性がある」 ④リスクのレベルを評価する。 ○受け入れられる。○緩和すれば受け入れられる。○受け入れられない。
O	**選択** Options	⑤リスク評価を踏まえた今後の方針を選択する。 ○計画通りフライトを続行する。 ○フライトの続行を止め、引き返す。 ○その他（Diversion，計画の変更、援助を求める等） ⑥ Plan，Programming を ○変更するか、 ○変更しないか
D	**決定** Decide	⑦ 機長（PIC）は上記④⑤⑥について決断を下す。
A	**実施** Assign Tasks	⑧対策を実施する。 時間の制限とタスクの量を考慮に入れて優先順位を決める。
R	**振り返り**Review	⑨本当にこの決断で良かったか振り返る。

CRMスキル

CO | TM | SA | **DM** | WL

参考

T-DODAR：意思決定のためのツール

T-DODAR			
T	**時間的余裕の見積もり** Time	**D**	**診断** Diagnose
		O	**選択** Options
		D	**決定** Decide
		A	**実施** Assign Tasks
		R	**振り返り** Review

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | **WL**

ワークロードマネジメント　定義と説明

ワークロードマネジメントスキルとは、たとえ不確定な状況に陥ったとしても、与えられた時間の中で常にワークロード（Workload）を適切に保ち、タスクを確実に実施するためのスキル。

プランニング：ワークロードの高い飛行フェーズ、不確定な状況、非常事態等に備えて、必要とされる行動を予め準備し、計画しておくこと

優先順位付け：非常事態等で、時間が制限され、タスクが重なり、 クルーのワークロードが高まった場合でも、タスクの優先度を適切に決定すること

タスクの分配：チームで仕事をする場合、各メンバーに適切にタスク(作業、業務)を分配し、一人のメンバーに過大なワークロードが生じないようにすること

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | **WL**

ワークロードマネジメント

- **プランニング Planning** → 行動指標 (PL-1～3)
- **優先順位付け Prioritize** → 行動指標 (PR-1～3)
- **タスクの配分 Distribution** → 行動指標 (WD-1～4)

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | WL

ワークロードマネジメント

- プランニング Planning
- 優先順位付け Prioritize
- タスクの配分 Distribution

ワークロードの高い飛行フェーズ、不確定な状況、Non-Normal状況等に備えて、必要とされる行動を予め準備し、計画しておくこと。

PL1：ワークロードが高くなる場合に備えてあらかじめ計画し確認しておく。

PL2：状況の変化に対応して計画する。

PL3：タスクを行うために十分時間を取る。

CRMスキル

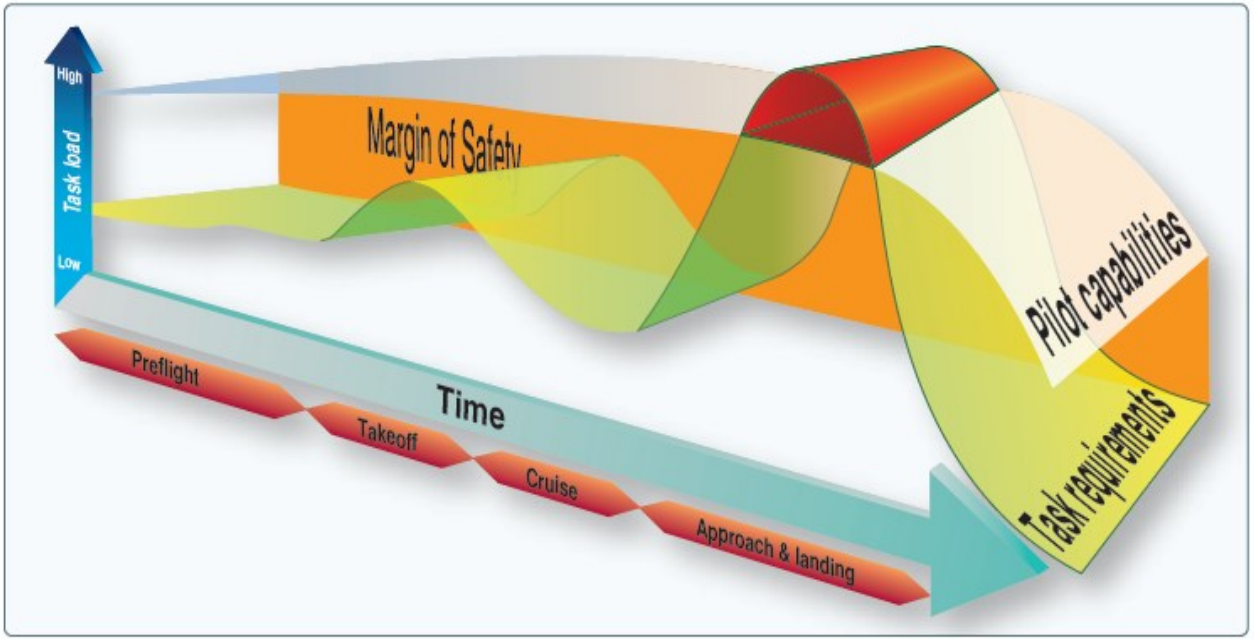
CO | TM | SA | DM | WL

参考

ワークロードマネジメント

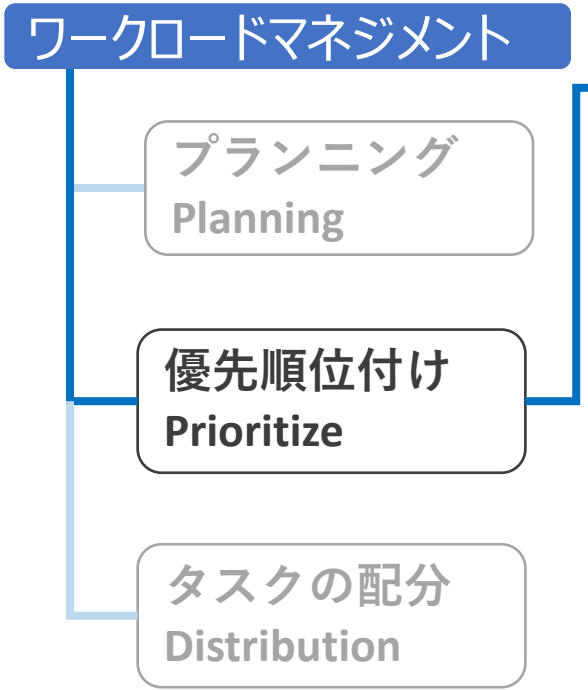
重要性

この図では、Approach, Landingのフェーズでワークロードがパイロットの能力を超えています。



FAA-H-8083-25C

CRMスキル



Non-Normalな状況等で、時間が制限され、タスク（作業、業務）が重なり、ワークロードが高まった場合でも、タスクの優先度を適切に決定すること。

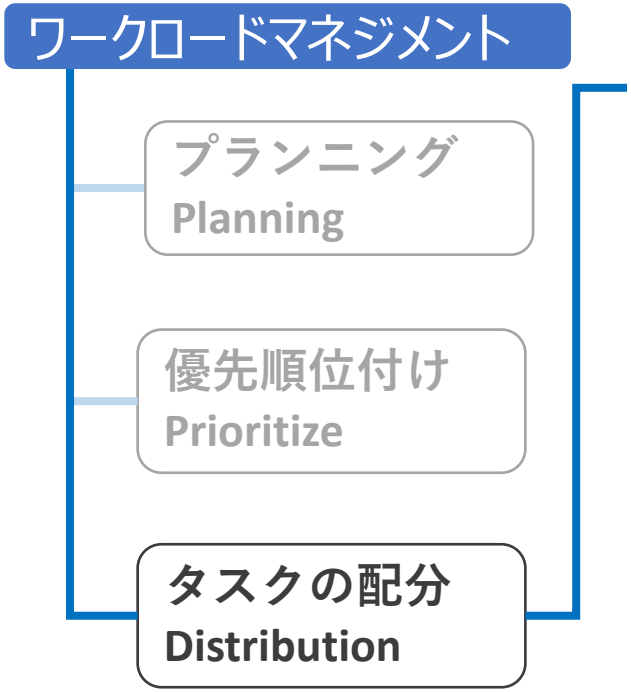
PR1：「Aviate(Control), Navigate, Communicate.」の優先順位を決定する。

PR2：時間の制限とタスクの量を考慮に入れて優先順位を決定する。

PR3：状況の緊急度を考慮に入れてタスクの優先順位を決定する。

ステライル・コックピット：地上走行から離着陸の間は、コックピット内での不要な会話を避け、緊急時を除いてパイロットには話しかけない。

CRMスキル



チームで仕事をする場合、各メンバーに適切にタスク(作業、業務)を分配し、一人のメンバーに過大なワークロードが生じないようにすること

WD1：全員が自分の仕事を確実にこなせるようにタスクを配分する。（一時的に特定の人にすべきことが集中しないように作業配分を常に考える。）

WD2：自分自身や他のメンバーのパフォーマンスをモニターする。（一人で抱え込まずに限界を感じたら他の人にそれを伝える。）

WD3：ワークロードを適切に配分する手段として、自動操縦システムを有効に利用する。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | **WL**

行動指標まとめ

ワークロードマネジメント　要素と行動指標

プランニング

- ワークロードが高くなる場合に備えて、予め計画し確認しておくこと。
- 状況の変化に対応して計画すること。

優先順位

- 「**Aviate(Control), Navigate, Communicate**」の順に優先順位を決定すること。
- 時間の制限とタスクの量、緊急度を考慮に入れて優先順位を決定すること。

タスクの配分

- ワークロードに応じて自動化を有効活用する。

CRMスキル

CO | TM | SA | DM | **WL**

ワークロードマネジメント

ステライル・コックピット*

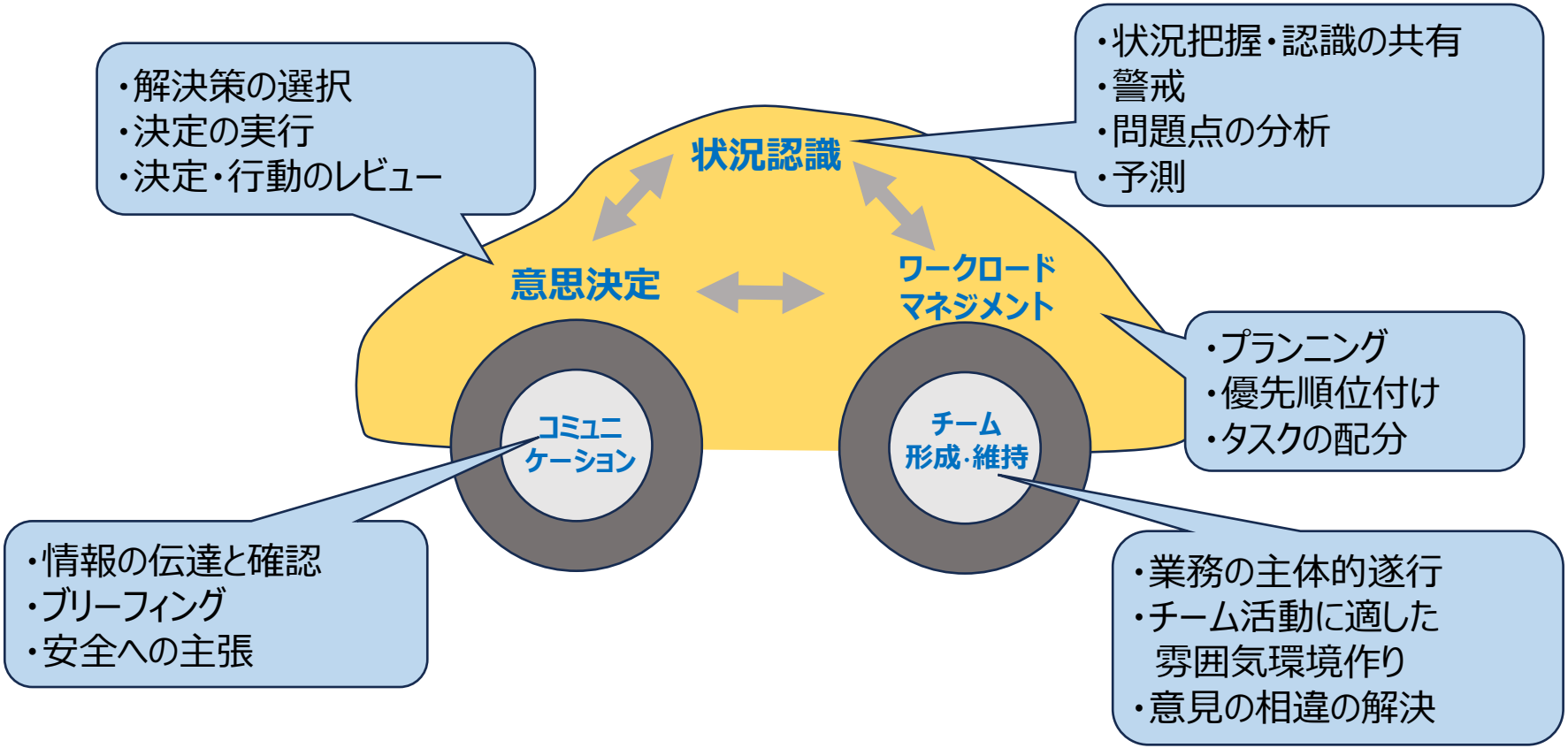


地上走行、離陸及び着陸等の安全上重要な段階（クリティカルフェーズ）において、パイロットの安全に係る業務を妨げないことを他のパイロットや同乗者、運航管理担当者等に措置すること。

- 航空機の離陸後の3分間と着陸前の8分間は、事故の約7割が発生する時間帯（クリティカルイレブンミニッツ）です。
- クリティカルフェーズは、パイロットは操縦に集中する必要があります。
- **不要な会話や注意を逸らす行為は避け**、コックピットを「**ステライル***」に保つことが求められます。
- 同乗者に対して、「今は忙しいから話しかけないで」という合図を決めておくことも有効です。

*Sterile: 無菌状態の意味

CRMスキルとその要素のまとめ



まとめ
第３章　CRMスキルと行動指標

一人で操縦できる航空機に乗務するときに特に重要なスキル

- 効果的な見張り
- TAA自動化技術
- 効果的なATC
- 複数人での飛行

- チーム形成・維持
- コミュニケーション
- 状況認識マネジメント
- ワークロードマネジメント
- 意思決定

基本となるCRMスキル

第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性
第２章　ヒューマンパフォーマンス
第３章　CRMスキルと行動指標
第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)

- スレット＆エラーマネジメントの概要
- スレットマネジメントとは
- エラーマネジメントとは
- UASとは

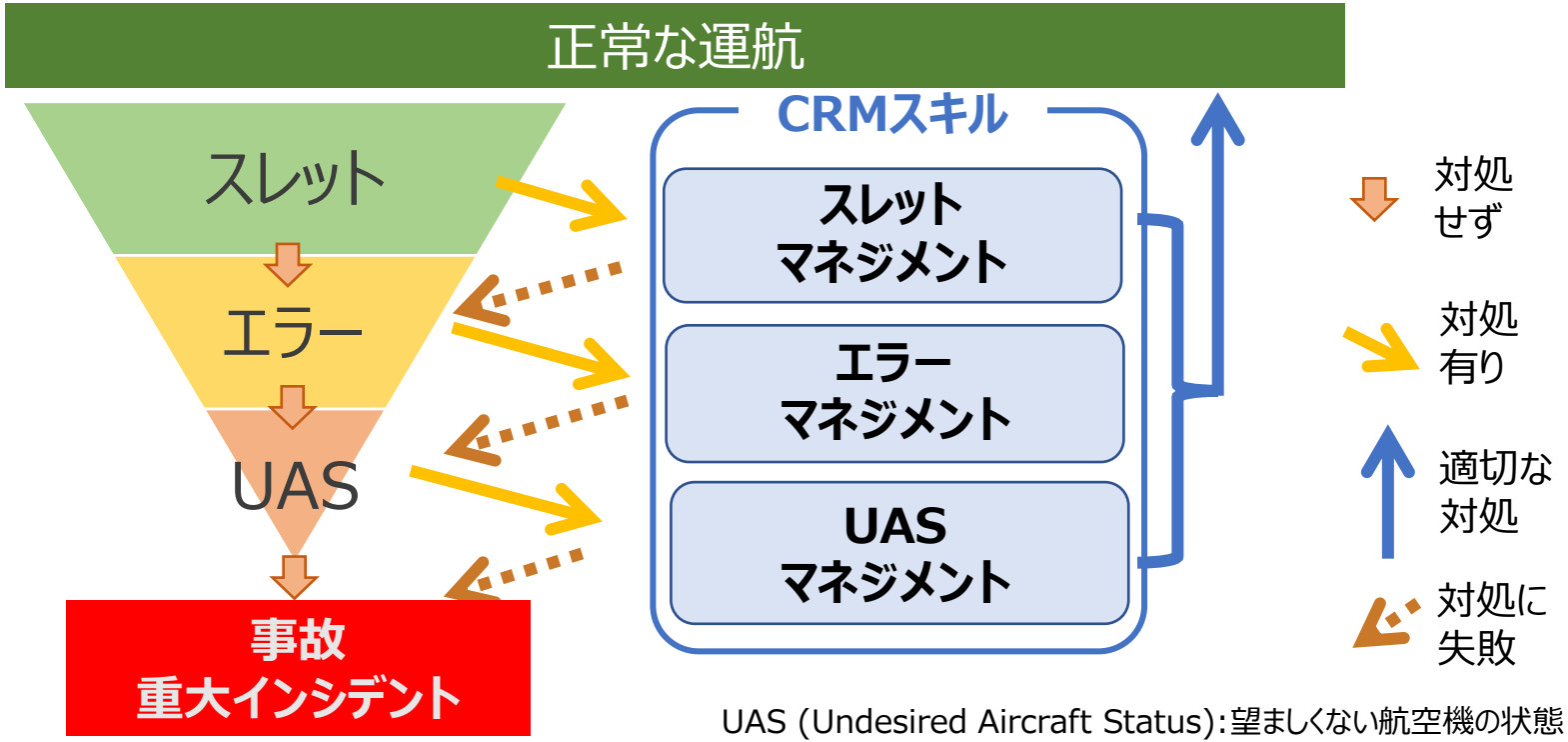
第５章　TEMの実践
第６章　事例研究
第７章　演習

ICAO(国際民間航空機関）は、2006年から全てのパイロットの資格要件に

- TEMの原則を含むヒューマンパフォーマンスの知識 と
- スレット＆エラーマネジメント(TEM)を実施する技能　を求めています。

（ ICAO Annex 1: Personnel Licensing）

スレット＆エラーマネジメントの概要



UAS (Undesired Aircraft Status):望ましくない航空機の状態

日常生活でのTEM具体例



スレット

エラー

UAS

結果

帰宅時の雨
スレットマネジメント：傘を持って出社
対処失敗 ↓ ：傘を持たずに出社。

自宅の最寄り駅に着いたら雨が降っていた。傘が無い。
エラーマネジメント：コンビニで傘を買う。タクシーで帰宅。
対処失敗↓ ：雨の中を自宅まで走って帰る。

雨に濡れて体が冷える。
UASマネジメント：乾いた服に着替える。入浴して体を温める。
対処失敗↓ ：・・・・

対応せず

対処あり

対処に失敗

翌朝、発熱。会社を休む。

日常生活でもスレットやエラーは頻繁に発生します。フライトでも同じです。

小型機・自家用運航等におけるTEM

- TEMの原則は、小型機や自家用運航等にも適用できますが、適用方法は、輸送能力の高い定期航空会社とは異なります。
- 小型機・自家用運航等と定期航空会社では、運航目的、乗員数、運航空域、運航支援体制等が異なります。

- 定期航空会社向けに開発されたプログラムを、一人で操縦できる航空機等の運航にそのまま使用することはできません。
- 相違点は、
  リスク評価の必要性と
  スレットの定義です。





TEMの相違点（リスク評価の必要性）

【航空法 第77条】運航管理者

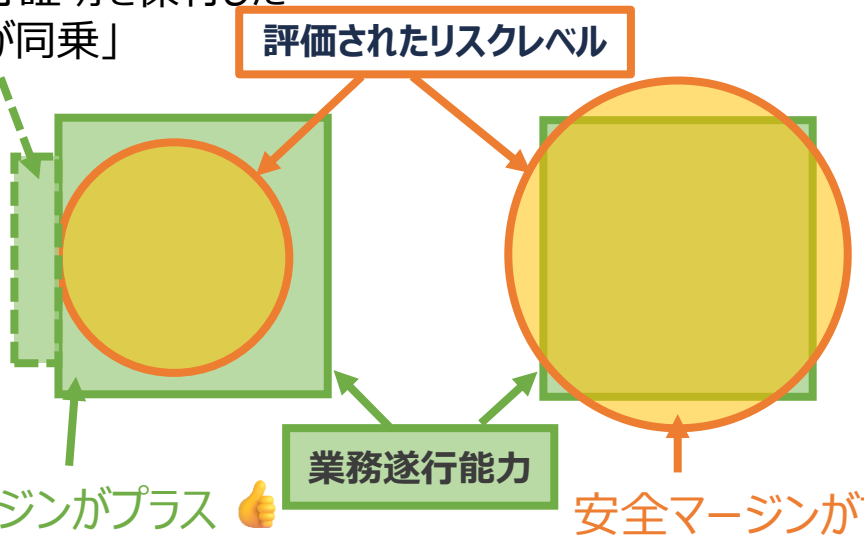
- 航空運送事業の用に供する航空機は、その機長が、本邦航空運送事業者が置く運航管理者の承認を受けなければ、出発し、又はその飛行計画を変更してはならない。

- 小型機等の運航では、パイロットは全て一人で情報を集め、評価し、判断する必要があります。
- 自家用等の運航では、出発の可否、飛行継続の可否、ダイバート（目的地の変更）の判断等に関するリスクの評価が重要なスキルです。
- 自家用操縦士等のTEMにはリスクの評価（Risk Assessment)を加える必要があります。

リスク評価の考え方

安全マージン ＝ **業務遂行能力（パイロットの能力＋航空機の性能）** － **評価されたリスクレベル**

リスクの緩和＝バリアの追加
「計器飛行証明を保有した
パイロットが同乗」



Square Circle モデル

- 安全マージンがプラスであるとは、緑の四角形の方が黄色の丸より大きいことです。
- 業務遂行能力を増やすことでリスクは緩和可能ですが、
- 安全マージンがマイナスとなることは**絶対に受け入れない**ことが重要です。

スレットとは

飛行の安全に負の影響を及ぼしたり、操縦士のエラーを誘発したりする要因となり得る状況または事象*であり、パイロットに注意や対処を要求するもの。

スレットには外部のもの（悪天候など）と、内部のもの、つまりパイロットが運航に持ち込むもの（例：疲労、油断等）があります。

自家用操縦士等の運航におけるTEMのスレットは、内部スレットを含む点で、定期航空会社向けに開発されたプログラムとは異なります。



外部スレット



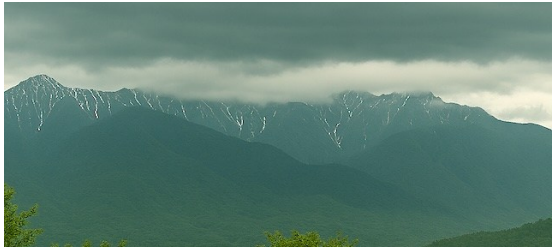
内部スレット

*CASA; Safety behaviours: human factors for pilots 4th edition Resource booklet 8 Threat and error management.

小型機等の運航における典型的なスレット

外部スレット

- 悪天候
- 重量と重心
- 滑走路長や高度
- 他の航空機
- 航空機の状態
- 整備士や管制官のエラー
- 高い地形または障害物



内部スレット

- 自己満足
- 自信過剰または自信不足
- 疲労、油断
- 法令遵守意識の欠如
- 最新性および熟練度の欠如
- 衝動性、虚勢、無敵感、諦め、反権威といった**危険な態度**。



俺には
出来る！

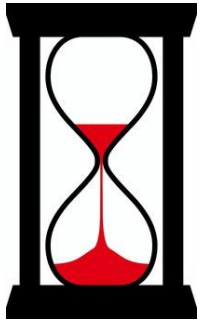
スレットマネジメントとは

スレットマネジメントとは、スレットに誘発されてパイロットがエラーをしたり、航空機がUAS になったりする可能性を低減するために対策を講じ、振り返ること。

スレットには、３つのカテゴリーがあります。

① 予期できるスレット
② 予期できないスレット
③ 潜在的なスレット

これら 3つはすべて安全マージンを低下させる可能性があります。



パイロットは、スレットを時間内に検出し、対処する必要があります。

①予期できるスレット

② 予期できないスレット
③ 潜在的なスレット



- ほとんどの外部スレットは、予期できるスレットです。
- スレットを特定し、そのスレットに対する予防策を考え、対策を実施します。
- パイロットは、予期できるスレットには対応する必要があります。

予期できるスレットの例

- 気象：乱気流、着氷、風、雷雨
- 飛行場：混雑、複雑な地上走行、不十分な標識・標示
- 航空管制：非標準的な表現、複雑な許可
- 地形：山、谷、市街地
- 空域：制限空域、訓練試験空域、飛行場上空および近辺

②予期できないスレット



- 予期できないスレットは、殆どが飛行中に突然発生します。
- 突然、警告なしに発生する可能性のある航空機の故障などは、訓練と運用経験を通じて習得したスキルと知識を適用して対処します。

対処方法

- まず「**大丈夫、落ち着いて、FLY First！**」と自分に言う。
- 「Aviate(Control), Navigate, Communicate」の順に優先順位を決定すること。
- 優先順位付けが大切です。
- 状況の緊急度を考慮に入れてタスクの優先順位を決定する必要があります。

飛行中のスレットマジメント

スレットマネジメントの具体例を、雷雨との遭遇を例に説明します。

参考

VNS-DRODAR→3(2-29) 等のツールを活用しましょう

④雷雨の回避を決断 VNS-DR**OD**AR

時間的・距離的余裕の推定
代替手段の想定、回避経路を選択

VNS-D**R**ODAR ③雷雨のフライトへの影響(リスク)を評価

リスクは許容できない→緩和が必要

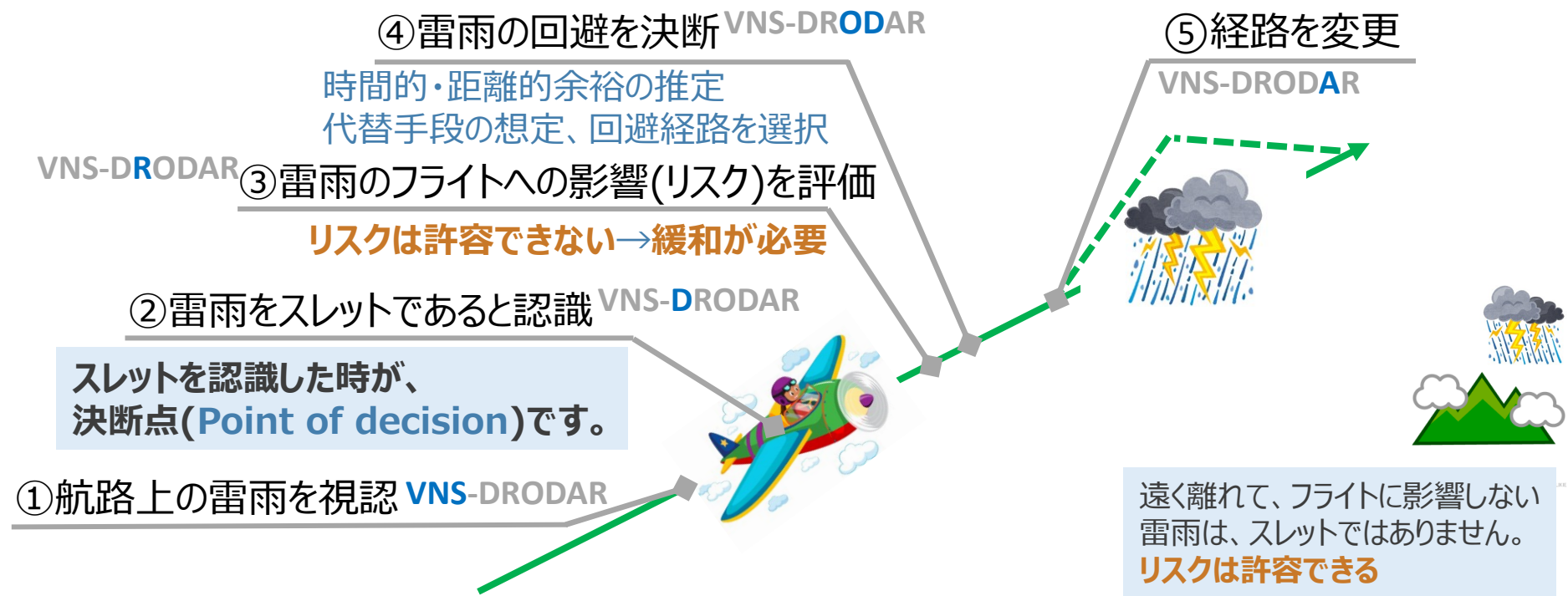
②雷雨をスレットであると認識 VNS-**D**RODAR

スレットを認識した時が、
決断点(Point of decision)です。

①航路上の雷雨を視認 **VNS**-DRODAR

⑤経路を変更

VNS-DRODA**R**



遠く離れて、フライトに影響しない雷雨は、スレットではありません。
リスクは許容できる

③潜在的なスレット



- 潜在的なスレットに気がつかない可能性があります。
  - 錯視（例：傾斜滑走路への進入等）
  - 不十分なマニュアル
  - 飛行実施のための不必要なプレッシャー
  - （自覚のない）危険な態度→次のスライドで説明します
- 組織的なスレットは、多くの場合潜在的です。
- 組織的なスレットは、運航者によって管理することも、軽減することもできます。

組織的なスレットの例：安全文化の欠如、タイトな乗員繰り、不十分な訓練

5つの危険な態度

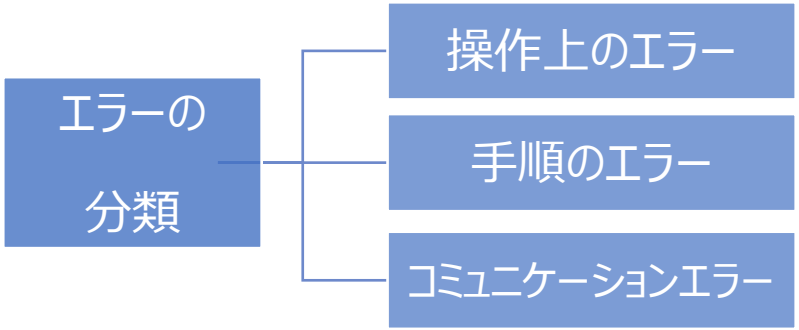
危険な態度	対処方法
1. 反権威 ：俺に口出しするな *Antiauthority*	ルールに従う。規則はたいがい正しい。
2. 衝動的 ：とっととやってしまえ *Impulsivity*	そんなに急ぐな。まずは考えよう。
3. 無敵 ：俺は絶対に事故を起こさない *Invulnerability*	事故は自分にも起こり得る。
4. 虚勢 ：俺には出来る。 *Macho*	わざわざ危険を冒すのは愚かだ。
5. 諦め ：これって何の役に立つ？ *Resignation*	自分は無力じゃない。変えられる。

- 人は、時間のないときやストレスがかかった時、無意識にこの危険な態度が表れてくると言われています。
- 自分に危険な態度が表れたことを認識することが重要で、対処方法を思い出すことです。

FAA AC 60-22 “Aeronautical Decision Making”

TEMにおける「エラー」とは

パイロットの以下のような行動、あるいは行動の抜けをいう。
- 自分あるいは組織の意図や期待から逸脱し、
- 安全マージンを減少させ、
- 運航を悪化させる事態が発生する可能性を高めるもの。



- TEMにおいては「そのエラーが発生した瞬間に、パイロットが何と相互作用していたか」に基づいて分類されます。
- TEMにおいては**顕在化したもの**のみをエラーとして扱います。
- 意図の有無(Slip/Lapse/Mistake)で分類することはありません。

エラーマネジメントとは

エラーマネジメントとは、パイロットのエラーが更なるエラーやUAS に発展しないように対策を講じ、振り返ること。

エラーの発生を低減し、発生したエラーを早期に発見するために、航空規則類、SOP、チェックリストなどの軽減策を遵守することが大切です。（チェックリストは最後の砦！）

分類	典型的なエラー
操作上のエラー	航空機の誤った操縦操作
	システムの誤った操作または管理
手順のエラー	性能計算の誤り
	飛行計画の不正確さ
	チェックリストの誤り
コミュニケーションエラー	指示の誤解、または管制官への誤った復唱

UAS（望ましくない航空機の状態）とは

- UAS とは、パイロットのエラーや行動、あるいは行動の欠落により、
- 安全マージンが低下している航空機の状態（位置、高度、速度、姿勢、形態等）をいう。

UASは、通常状態と事故やインシデントの間の**過渡段階**です。
速やかな対応が必要です。

分類	UASの例
操縦操作	姿勢・高度・速度等の大きな変化、限界事項の逸脱、雲中飛行、不安定な着陸進入、経路や空域の逸脱・侵入
地上走行	誤った滑走路や誘導路へむけた移動・進入
不適切な形態	各種システム、エンジン、オートパイロット、重量重心等の不適切な状態・設定

UASマネジメントとは

UASマネジメントとは、望ましくない航空機の状態から脱出するための行動を実施し、その行動を振り返ること。

- エラーマネジメントからUASマネジメントへの**タイムリーな切り替え**が重要です。

（UASマネジメントへの切り替えができなかった事例）

CAL140便が名古屋空港への着陸進入中、誤操作によりオートパイロットが着陸復行モードに入り、進入経路から逸脱した。乗員は着陸復行モードを着陸モードに戻すことに集中、さらなる誤操作によって操縦困難となり、失速して墜落した。

- UASは事故ではありません。UASの状態からの回復は可能ですが、事故に至ってしまうと回復が難しくなります。

TEMの対策とは　（Countermeasures）



パイロットは、スレット、エラー、望ましくない航空機の状態によって、
飛行中の安全マージンが減少することを防ぐための対策を講じる
必要があります。

２種類の対策があります。

- **システムベースの対策**とは、
  失速警報等各種警報装置、標準操作手順 (SOP)、チェックリスト、
  ブリーフィング、トレーニング等を言います。
- **個人およびチームの対策**とは、
  スレットを予測・管理し、エラーを最小化し、エラーが起きても
  事故に至らせないための行動計画を言います。

3つのカテゴリー

参考

「個人およびチームの対策」には、基本的に次の 3つのカテゴリーがあります。
TEMの対策には「CRMスキル」を活用します。

1. **対策の計画：**

   飛行前・タスク開始前に「スレットを予測し、先手を打つ」ための対策。

   スレットの予測(SA)、ワークロードの予測(WL)等。

2. **対策の実行：**

   飛行中に「エラーを防ぎ、検出し、修正する」ための対策。

   モニタリング(SA)、Readback/ Hear back の徹底(CO)、適切な優先順位付け(WL)等。

3. **対策のレビュー：**

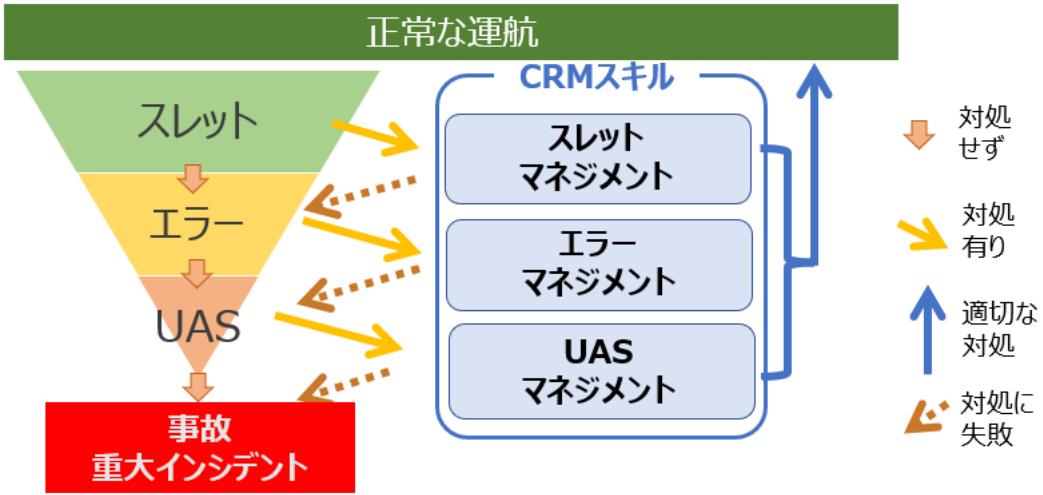
   エラーや脅威が顕在化した後に「事故に至らせない」ための対策。

   エラーの認識 → 修正 → 再確認(SA)、Go-Around / 再実施の決断(DM)等。

（SA:状況認識、WL：ワークロードマネジメント、CO:コミュニケーション、DM：意思決定）

まとめ
第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)

- スレット：①予期できる、②予期できない、③潜在的
- スレットマネジメント：スレットを予測、検出して対処
- エラーマネジメント：規則類の遵守、チェックリスト
- UASマネジメント：速やかに対処



第１章　ヒューマンファクター訓練の重要性
第２章　ヒューマンパフォーマンス
第３章　CRMスキルと行動指標
第４章　スレットアンドエラーマネジメント(TEM)
第５章　TEMの実践
① Pre-Flight
② In-Flight
③ Post-Flight
第６章　事例研究
第７章　演習

日常生活でのTEM具体例



スレット

エラー

UAS

結果

帰宅時の雨
スレットマネジメント：傘を持って出社
対処失敗 ↓ ：傘を持たずに出社。

自宅の最寄り駅に着いたら雨が降っていた。傘が無い。
エラーマネジメント：コンビニで傘を買う。タクシーで帰宅。
対処失敗↓ ：雨の中を自宅まで走って帰る。

雨に濡れて体が冷える。
UASマネジメント：乾いた服に着替える。入浴して体を温める。
対処失敗↓ ：・・・・

翌朝、発熱。会社を休む。

対応せず

対処あり

対処に失敗

日常生活でもスレットやエラーは頻繁に発生します。フライトでも同じです。

TEMの対策の実際

① Pre-flightの段階

- 各飛行に関連する可能性のあるスレットやエラーを予測し、対策を計画・策定する。

② In-Flightの段階

- スレットやエラーの発見に努め、気付いたら、気付いたことを口に出す。
- 具体的にどの様に行動するか選択肢を考え、決断する。
- 対策を実施する。
- 本当にこの判断で良いか振り返る。

③ Post-Flightの段階

- 各飛行終了後に時間を取り、飛行中のTEMおよびCountermeasuresについて振り返りを行う。

TEMの実践：①Pre-flightの段階

各飛行に関連する可能性のあるスレットやエラーを地上で数分（またはそれ以上）**予測**する。

そのスレットやエラーへの**対策**を計画・策定する。

イメージフライトを実施する。



こうしておけば、スレットやエラーに対処する準備が部分的に整うため、機上での作業負荷を軽減することができます。

地上でスレットやエラーを考える

TEMの実践： ①イメージフライトの実施



実際のフライトでは想像とは違う場面に遭遇することも多々ありますが、しっかりと準備し訓練を重ねていれば、常に冷静に対応することができます。

操縦席に座ったつもりになって

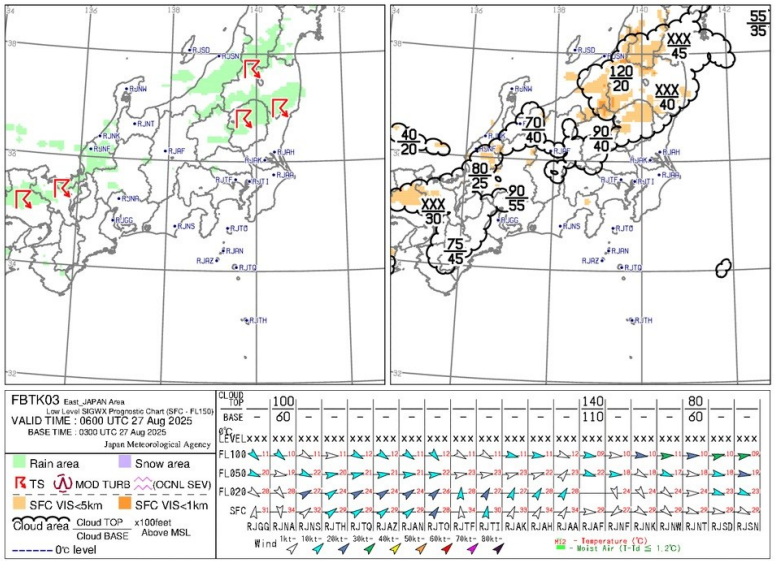
（できれば計器盤のポスターの前に座って）

- プリフライトから、エンジンシャットダウンまで、その日のフライトを全てやってみる。
- 出来れば、その時のPitchやPWRを確認する。
- 決められた手順を全てやってみる。Checklistもすべてやる。
- 常にうまくいっているイメージだけでなく、予想したスレットをイメージし、対応を実施する。
- 例えば、風が強いなどの悪天候や何か不測の事態が発生した状況など。
- 事前に考えた、その時々に応じた対応策を頭に叩き込み、対応できるように繰り返し練習する。

TEMの実践： ②In-Flightの段階

ブリーフィング	• ブリーフィングを、**離陸前**および重要な**各飛行段階を開始する前**に実施する。 • **計画した手順**を自己ブリーフィング、および同乗者に説明する。 • ブリーフィングには、**予期されるスレットと対策**を含める。
状況認識の維持	• 確実に**SOP**（標準操作手順）を実施をする。 • 状況認識を維持するため、機の内外を**継続的にモニター(monitor)**する。 • **警戒心**を持って先を読み、フライトを監視する。
初期対応	• スレットやエラーに気付いたら、**気付いたことを口に出す**。（一人の場合も言う） • まず落ち着いて、**航空機を安定させる**。（FLY First!） • **手順**の定められているものは、それを実施する。
意思決定	• **何が起きているのか確認**し、どのような**リスク**があるか判断する。 • **リスクのレベルを評価**し、自機の位置を考慮して、**今後の方針**を決める。 • 具体的にどのように行動するか**選択肢を考え**、決断する。
作業負荷管理	• 対策を**実施**する。 • 時間の制限とタスクの量を考慮に入れて**優先順位**を決める。 • 本当にこの判断で良いか**振り返る**。対処が適当であれば状況認識の維持に戻る。

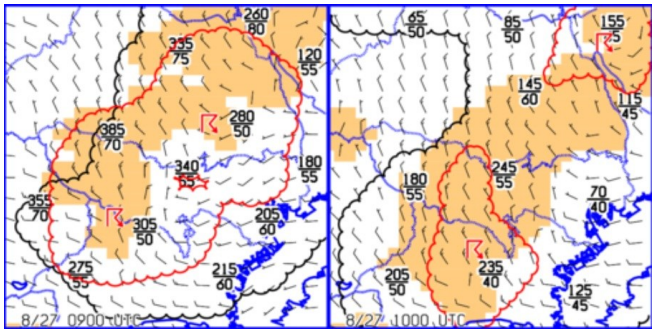
TEMの実践：気象庁のプロダクトを利用しよう



下層悪天予想図(東日本)

詳細版では、雲（雲頂及び雲底高度）
上空5,000ft付近の風向・風速及び 雷、地上の悪視程の予想を見ることができます。

- 気象庁は、航空気象情報として、小型機の運航の役に立つプロダクト（製品）を多数公開しています。
- 気象庁ホームページ＞ 各種データ・資料＞ 航空気象情報で、閲覧できます。



下層悪天予想図（詳細版）

TEMの実践：管制官は強い味方です



- 管制官は大切なリソースです。
- 管制官（管制部、アプローチ、TCA等）からレーダーサービスを遠慮なく受けましょう。
- 交通情報、位置情報を遠慮なくリクエストしましょう。
- 交信は、日本語でもOKです。
- カンパニー無線やその他の通信手段の活用

例：航空機局相互間用（共通周波数）
122.6MHz　等

TEMの実践： ③Post-flightの段階

各飛行終了後に時間を取り、飛行中に遭遇したスレット、エラー、および/またはUASを**記録**し、**振り返り**を行う。

それらのスレットやエラーへの対応を改善するためにどのような改善策を講じるべきかを**自問自答**する。

記録したスレット、エラー、および/またはUASの対処方法を、**CRMスキル行動指標**を参考に、改善方法を検討する。

経験豊富なパイロットと議論することで、**より優れたTEM戦略の策定に役立てる。**



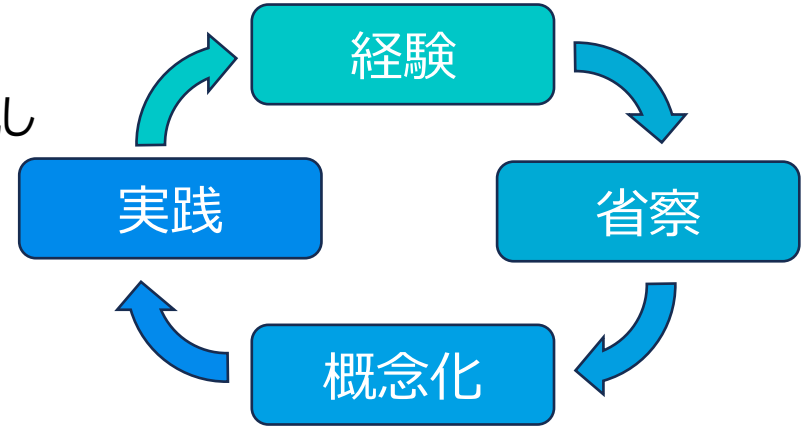
学習者中心の経験学習

CRMは一朝一夕には身に付かない

参考



自分自身で考えて行動し、
経験を得る



経験を振り返り
何故そうなったのか
考察する

考察から得た
気づきをもとに
仮説を立てる

仮説を実際に試し
得た学びを
経験に繋げる

David Kolbの経験学習モデルによる

まとめ
第５章　TEMの実践

① Pre-Flight：スレットの予測、イメージフライト

② In-Flight: ブリーフィング、警戒と予測、リスク評価

③ Post-Flight: 遭遇したスレット、エラー、UASを振り返る

- リソース：管制官、気象庁のプロダクト等