

宇宙航空研究開発機構研究開発報告

JAXA Research and Development Report

パイロットの基礎訓練課程における
ノンテクニカルスキル教育法の開発と提案
—パイロットの新しい Risk Management と
ノンテクニカルスキルの効率的な実践方法、及び評価手法の
開発と提案—

A New Approach for Non-Technical Skills Training with Risk Management
from the Initial Flight Training Stage to Airline Operation

池羽 啓次, 津田 宏果, 杉原 有理花, 船引 浩平

IKEBA Hiroshi, TSUDA Hiroka, SUGIHARA Yurika and FUNABIKI Kohei

2024年2月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

目次

概要	1
1. 背景及び目的	4
1.1 ノンテクニカルスキルの必要性	4
1.2 本邦におけるノンテクニカルスキル訓練の状況	4
1.3 研究目的及び本稿の構成	7
2. ノンテクニカルスキルの現状—実践方法と課題	9
2.1 Crew Resource Management (CRM)	9
2.2 Threat and Error Management (TEM)	11
2.3 Single pilot Resource Management (SRM)	13
2.3.1 SRM を構成するスキル (1) : Aeronautical Decision Making (ADM)	13
2.3.2 SRM を構成するスキル (2) : Risk Management (RM)	14
2.3.3 SRM 実践法の例 (1) : 3P モデル	16
2.3.4 SRM 実践法の例 (2) : 5Ps アプローチ	17
2.3.5 SRM 実践法の例 (3) : DECIDE モデル, DODAR モデル	18
2.4 これまでの考察の整理	19
3. ノンテクニカルスキルの統合	20
3.1 CRM / SRM の比較	20
3.1.1 Risk Management (RM) の必要性	21
3.1.2 CRM と SRM の比較のまとめ	22
3.2 Risk Management と TEM の比較	22
3.2.1 ハザード, スレット, エラーの関係について	22
3.2.2 Risk Management と TEM の類似点と相違点	23
3.3 Unified Risk Management (URM) の提案	23
3.4 ノンテクニカルスキルの統合	24
4. Unified Risk Management の実践手法—VNS/ DRODAR モデル—	26
4.1 開発方針	26
4.2 開発の流れ	26
4.2.1 開発の流れ①② : 3P モデルの具体化 (5K1F モデル)	26
4.2.2 開発の流れ③④ : DODAR モデルの取り込み, Risk Assessment の追加による DRODAR モデルの作成	27
4.2.3 開発の流れ⑤ : Perceive の分解, VNS モデルの作成	29
4.3 開発結果—VNS/DRODAR モデル/ループ	30

5. 基礎訓練課程への適用 —ノンテクニカルスキルを効率的に修得するための実践方法	
Practical Non-Technical Skills (PNTS) の提案—	32
5.1 Practical Non-Technical Skills (PNTS) の概要	32
5.2 飛行前の準備	32
5.2.1 入念な Flight Planning の実施	33
5.2.2 スレット及びエラーの予測	34
5.2.3 イメージフライトの実施と JAXA CRM スキル行動指標・行動例の活用	35
5.3 飛行中のリスクマネジメント	36
5.3.1 確実な SOP の実施	36
5.3.2 VNS/DRODAR (Unified Risk Management (URM)) の実施	36
5.4 飛行後の振り返り (Post Flight Critique)	38
6 基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキルの評価手法の開発	41
6.1 基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキルの評価	41
6.1.1 2 種類の評価票	41
6.1.2 新たな評価の観点：コンピテンシー	41
6.2 コンピテンシーによる日常評価票 (教官用)	42
6.3 定期審査評価票 (審査官用)	43
7 結言	45
参考文献	47
別添資料	50

パイロットの基礎訓練課程における ノンテクニカルスキル教育法の開発と提案

—パイロットの新しい Risk Management と
ノンテクニカルスキルの効率的な実践方法、及び評価手法の
開発と提案—

池羽 啓次^{*1}, 津田 宏果^{*1}, 杉原 有理花^{*1}, 舩引 浩平^{*1}

A New Approach for Non-Technical Skills Training with Risk Management from the Initial Flight Training Stage to Airline Operation

IKEBA Hiroshi^{*1}, TSUDA Hiroka^{*1}, SUGIHARA Yurika^{*1} and FUNABIKI Kohei^{*1}

Abstract

To maintain the safety of the flight operations, not only technical skills but also non-technical skills such as CRM (Crew Resource Management), TEM (Threat and Error Management), and risk management are important for all the pilots.

For the trainees aiming to be airline pilots with large airplanes, however, there is no method of practicing non-technical skills that can be practiced continuously from the first stage of the flight training to the professional pilots. Consequently, nowadays, non-technical skills education for the trainees is rarely conducted in the basic training course.

Therefore, we have developed a new education method that the trainees can practice easily and acquire the non-technical skills efficiently from the basic training course. In Addition, we have developed two types of check sheets. One is for a daily training evaluation and the other for a periodic check to evaluate the trainees' non-technical skills.

Keyword: Non-Technical Skills, Crew Resource Management, Single-pilot Resource Management, Threat and Error Management, Risk Management, Risk Assessment

概 要

航空機の安全運航を維持するためには、パイロットのテクニカルスキルとノンテクニカルスキルが技能の両輪としてバランスよく機能する必要がある。テクニカルスキルとは操縦技術を指し、操縦技術以外のスキル、例えばコミュニケーションや状況認識に関する技術がノンテクニカルスキルである。パイロットにはこれら両方のスキルの修得と実践が求められている。

民間航空業界における大型機のパイロット養成は、今日、CPL (Commercial Pilot License) 養成方式と MPL (Multi-crew Pilot License) 養成方式の 2 つの方法がある。詳しくは本文にて述べるが、本研究は主として CPL 養成方式におけるノンテクニカルスキルの修得と実践を対象としている。

CPL 養成方式では、まず基礎訓練課程として、大学校等の操縦士養成機関に入学し小型機を使用

^{*} 2023 年 11 月 29 日受付 (Received November 29, 2023)

^{*1} 航空技術部門 航空利用拡大イノベーションハブ (Aviation Integration Innovation Hub, Aeronautical Technology Directorate)

した訓練を行い、一人で操縦可能な小型機の操縦士資格（機長資格）を取得する。そのうち航空会社に就職後、操縦に二人を要する大型機の操縦士資格（大型機における副操縦士資格、次いで機長資格）を取得していくという流れが一般的である。ノンテクニカルスキルの観点から言えば、CPL養成方式には、操縦士が1名しかいない状況でのノンテクニカルスキルを修得した後に、操縦士2名で運航する場合のノンテクニカルスキルを修得するという非連続性が存在する。

テクニカルスキルは機体依存性が強いことから、養成機関の基礎訓練課程から航空会社就職後までの各段階において、パイロットが修得・実践すべきスキルは比較的明確である。他方、ノンテクニカルスキルは、基礎訓練課程の段階から修得を始めるべきスキルであるにも関わらず、基礎訓練課程ではそれらノンテクニカルスキル教育は殆ど行われていないのが実情である。その理由は、小型機のパイロットが修得・実践すべきノンテクニカルスキルが明確に定義されておらず、そのために実践法も確立されていないこと、それに加えて先に述べた非連続性にあると考えられる。

そこで、CPL養成方式の基礎訓練課程の練習生を対象としたノンテクニカルスキルの実践法を開発することを目的に研究を行い、ノンテクニカルスキルを整理・統合し、新たに定義するとともに、それらに基づいた具体的な実践法（実施すべき事柄、手順、チェックリスト）の構築及び提案、訓練の効果と修得度合いを確認するための評価票2種（日常評価用、定期審査用）の開発を行ったので、報告する。

略語一覧

ADM	Aeronautical Decision Making
AM	Automation Management
ATC	Air Traffic Control
CBTA	Competency Based Training and Assessment
CFIT	Controlled Flight Into Terrain
CRM	Crew Resource Management
FAA	Federal Aviation Administration
FTD	Flight Training Device
GA	General Aviation
ICAO	International Civil Aviation Organization
LOSA	Line Operation Safety Audit
MPL	Multi-Crew Pilot License
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTS	Non-Technical Skills
NTSB	National Transportation Safety Board
PF	Pilot Flying
PIC	Pilot In command
PM	Pilot Monitoring
PNTS	Practical Non-Technical Skills
RM	Risk Management
SA	Situational Awareness
SOP	Standard Operating Procedure
SRM	Single-pilot Resource Management
TAA	Technically Advanced Aircraft
TEM	Threat and Error Management
TM	Task Management
TS	Technical Skills
UAS	Undesired Aircraft State
URM	Unified Risk Management
VFR	Visual Flight Rules

1. 背景及び目的

1.1 ノンテクニカルスキルの必要性

大型旅客機の運航において 1970 年代に、フロリダ州・エバーグレイスや、スペイン領カナリヤ諸島のテネリフェ空港、オレゴン州・ポートランド空港等で大事故が発生した¹⁻³⁾。調査の結果、それらの事故は機材故障や操縦技術によるものではなく、運航乗務員（パイロットや航空機関士）の状況認識やチームワーク、コミュニケーション能力等、ノンテクニカルスキルの不足によるものであることが明らかとなった。大型旅客機のみならず、一人で操縦する航空機（小型機）の運航数も多い米国では、長年に渡り事故防止の研究が行われ、その結果、航空機の安全運航と事故回避のためには適切な Aeronautical Decision Making（ADM, パイロットの意思決定）が重要であると認識されてきた。

そうした状況を踏まえ、安全運航を確保するために人的資源（他の運航乗務員や管制官など）やハードウェア・情報の有効利用を目的とする、ノンテクニカルスキル訓練である Cockpit Resource Management（CRM）訓練が米国で開発され、1980 年代に運航の現場に導入された（その後「CRM」は、Crew Resource Management と改められた）。わが国においては、1998 年に国土交通省航空局より通達が出され（「航空機乗組員に対する CRM 訓練の設定基準」⁴⁾）、操縦に二人を要する航空機（大型機）に乗務する際には CRM 訓練の実施が義務付けられている（「運航規程審査要領細則」⁵⁾）。

その後 1990 年代に入ると、ヒューマンエラーは避けられないものという認識へ転換され、エラーの管理だけでなく、エラーを誘発する要因であるスレット^{注1)}も管理する Threat and Error Management（TEM）訓練が開発された。国際民間航空機関（ICAO）は、2006 年に国際民間航空条約第 1 付属書（航空従事者の免許）を改定し、全てのパイロットに、Threat and Error Management の原理を含め、人間の能力に関する知識を有することや、スレットやエラーを認識し管理する能力の修得を求めている。

近年は、航空機や運航支援システム等の進歩により、運航環境が大きく変化している。これに伴いパイロットには高度な操縦技術ばかりでなく、高いノンテクニカルスキルも求められるようになってきている。

1.2 本邦におけるノンテクニカルスキル訓練の状況

本邦において、大型旅客機の副操縦士となるためのパイロット資格には大きく分けて 2 種類があり、一つは事業用操縦士（Commercial Pilot License（CPL））、もう一つは准定期運送用操縦士（Multi-Crew Pilot License（MPL））である。CPL も MPL も、操縦に二人を要する航空機のパイロットの資格であるが（正確には、CPL に関しては型式限定を取得する場合）二者の違いは養成課程のカリキュラムにある（図 1）。CPL の養成方式は、まず一人で操縦できる小型の単発機や双発機を使用しての基礎訓練課程（図 1 小型機（1 人操縦機）訓練の期間）が 1 年半弱あり、そのあいだに必要な資格を順次取得していき、その後、操縦に二人の運航乗務員を要する航空機すなわち大型旅客機の訓練へ移行する。CRM や TEM 等といったノンテクニカルスキルの訓練と実践は、チームワークが必要とされる大型機への移行時から開始されるのが一般的である。他方、MPL の養成方式では、早い段階からシミュレータ（操縦に二人の運航乗務員を要する航空機のシミュレータ）を使用して行い、それに合わせてノンテクニカルスキル訓練も初期段階から取り入れている（図 2）。ちなみにこの MPL は本邦において 2012 年に法制度化された新しい資格である。

注1) スレット（Threat）：直訳は“脅威”であるが、航空安全の分野においては“エラーを誘発する要因”“エラーに至る前段階”を指す。エラーに繋がらずに消えていくスレットもある。

今日主流なのは CPL の方であるが、CPL 養成方式には次のような課題点がある。

CPL においては、将来的に身につけるべきは CRM スキルであるが、養成初期における練習生の段階では小型機による 1 人操縦機訓練が行われるために、訓練中に求められるのは Single pilot Resource Management (SRM)⁶⁾ スキルとなり、修得すべきノンテクニカルスキルが不連続なものとなっている。

ここで SRM とは、操縦に二人を要する航空機 (Multi Crew 環境) を操縦するパイロットに焦点を当てて提唱された CRM の原則を、一人で操縦できる航空機 (Single Pilot 環境) の運航に適用する形で開発されたものである。SRM の実践法は各種あるが、それを実際のフライトで使用するにはかなりの習熟が必要なことから、初心者 (操縦練習生や飛び始めて日の浅い自家用パイロット等) にはハードルが高いものと考えられる。米国では小型機による General Aviation ^{注2)} の業界も盛んであり、SRM を必要とし、SRM が適用される素地がもともと存在していることから SRM が受け入れられているが、わが国の場合、小型機のパイロットにはそうした環境もなく、SRM は殆ど普及していないのが実情である。

そういった事情、すなわち SRM の実践方法には諸説あって統合されていないことや難解であること等から、本邦におけるパイロット養成の基礎訓練課程においては、CRM や TEM といったノンテクニカルスキルに関する座学教育は行われても、飛行訓練での実践は殆ど行われていない。基礎訓練課程において練習生が修得すべき能力は「安全に飛行できること」であり、操縦というテクニカルスキルに加えて、(1) 必要な情報を集められること、(2) 情報を分析してリスクを適切に評価できること、(3) 適切なタイミングで適切な決断ができることというノンテクニカルスキルも満たすべきとされているが³⁾、ノンテクニカルスキル訓練が実施されていない場合には、これら 3 つとも練習生が場数を踏んで自身の経験から修得しているのが実情である。

ノンテクニカルスキルを学び修得することは、テクニカルスキル同様、一朝一夕で身に付くものではなく、修得に時間を要するものである。したがって質の高いパイロットを養成するためには、CPL 養成方式においても初期の段階から、テクニカルスキル訓練とノンテクニカルスキル訓練を並行して実施することが望ましい。そうすることで運航の安全性向上にも寄与すると考えられる。そのためにも CPL 養成方式の初期段階 (練習生、小型機のパイロット) から、実際の運航現場 (大型機のパイロット) まで連続して使用可能なノンテクニカルスキルの実践法が存在することが望ましいと考えられる。

注2) 航空機による飛行のうち、軍事目的の飛行及び定期航空路線を除くあらゆる活動を指す (Weblio 辞書による定義)。

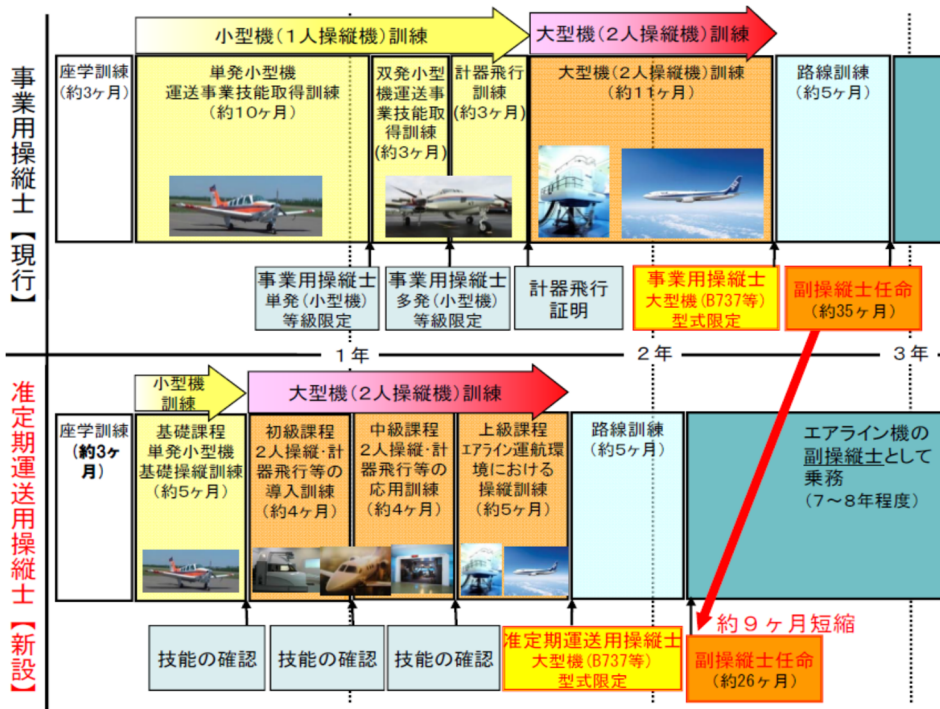


図1 事業用操縦士 (CPL) と准定期運送用操縦士 (MPL) の養成 (訓練) の比較
 (「国土交通省 交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会/技術・安全部会 乗員政策等検討合同小委員会 とりまとめ 参考資料」⁷⁾より抜粋)

MPL 取得のための訓練内容

○ MPLの訓練は4課程から構成され、各課程において必要能力を満足することが確認される。

訓練課程	訓練項目	要件	求められる能力	使用する施設
スレット・アンド・エラー・マネジメント (TEM) 原理の統合	④上級課程 エアライン運航環境での型式限定訓練	PFとして実機による離着陸を12回実施 PF/PNFIにて実施	有視界及び計器気象状況下において、二人操縦機の副操縦士として必要な操縦と情報伝達ができること。	 模擬訓練飛行装置 実用機
	③中級課程 高性能多発タービン飛行機におけるマルチクルー・オペレーションの応用訓練	PF/PNFIにて実施	常に飛行機や位置を制御し、適切な手順や操縦操作を行うこと。	 実用機に特性に近い飛行訓練装置・実機
	②初級課程 マルチクルー・オペレーション及び計器飛行に対応するための導入訓練	PF/PNFIにて実施	常に飛行機や位置を制御し、手順や操縦操作にミスがあった場合に修正行為を行うことができること。	 乗員間連携に対応した飛行訓練装置
	①基礎課程 一定の基礎的なシングルパイロット訓練	PFにて実施	自家用操縦士の飛行経験要件に適合し、異常姿勢からの回復操作、計器飛行に関する手順と操縦操作を円滑かつ正確に行うことができること。	 訓練装置 (一人用) 小型機

(ICAO Procedure for Air Navigation Services - Training, Appendix 1 to Chapter 3.)

図2 MPL 訓練課程における各訓練項目
 (「国土交通省 第2回航空機の操縦士技能証明制度等のあり方検討会 配布資料3 MPL 技能証明制度について」⁸⁾より抜粋)

練習生に対するノンテクニカルスキルの教育に関しては、訓練効率化の観点も重要である。基礎訓練課程では、練習生は通常、翌日の飛行の準備で手一杯となり、どうしてもノンテクニカルスキルの準備や振り返りが後回しとなることが多い。先にも述べたように、ノンテクニカルスキルもテクニカルスキルと並行して訓練していくことが望ましく、そのためにも効率的にノンテクニカルスキルを修得していくための手引きがあると望ましいと考える。フライト（飛行）の最中だけでなく、フライトの準備段階からノンテクニカルスキルの観点を取り込み、フライト終了後にもノンテクニカルスキルの観点から振り返るために、実施すべき事柄と手順をまとめた手引きである。この手引きに加えて、ノンテクニカルスキルの修得の程度（深化の度合い）を評価する指標を設けることで訓練効率化をさらに促進できると考える。日々の訓練における評価や、数ヶ月等の間隔をあげた審査における審査官の評価結果を前回のそれと比較することで、ノンテクニカルスキル修得の深化を確認することを可能にできると考えられるためである。ノンテクニカルスキル修得の効率化は、ひいては運航安全の向上に貢献すると考えられる。

1.3 研究目的及び本稿の構成

以上の背景を踏まえ、CPL 養成方式の練習生を対象として、基礎訓練課程の段階からテクニカルスキルとノンテクニカルスキルの訓練を実施可能とするため、以下の3点を目的として研究を行った。

- (1) 一人で操縦できる航空機のパイロットの段階から、操縦に二人を要する航空機のパイロットまで、共通して使用可能なノンテクニカルスキルの実践法の開発及び提案。
- (2) 基礎訓練課程の練習生が、フライトの準備・飛行中・終了後の振り返りにおいて、ノンテクニカルスキルの理解と実践を通じて、効率的に修得するための手引きの開発及び提案。
- (3) 日々の飛行における、練習生のノンテクニカルスキル実践状況を評価する指標（日常評価票）、及び練習生のノンテクニカルスキル修得の深化を定期的に確認するための定期審査評価票の開発及び提案。

本稿の構成を図3及び以下に示す。

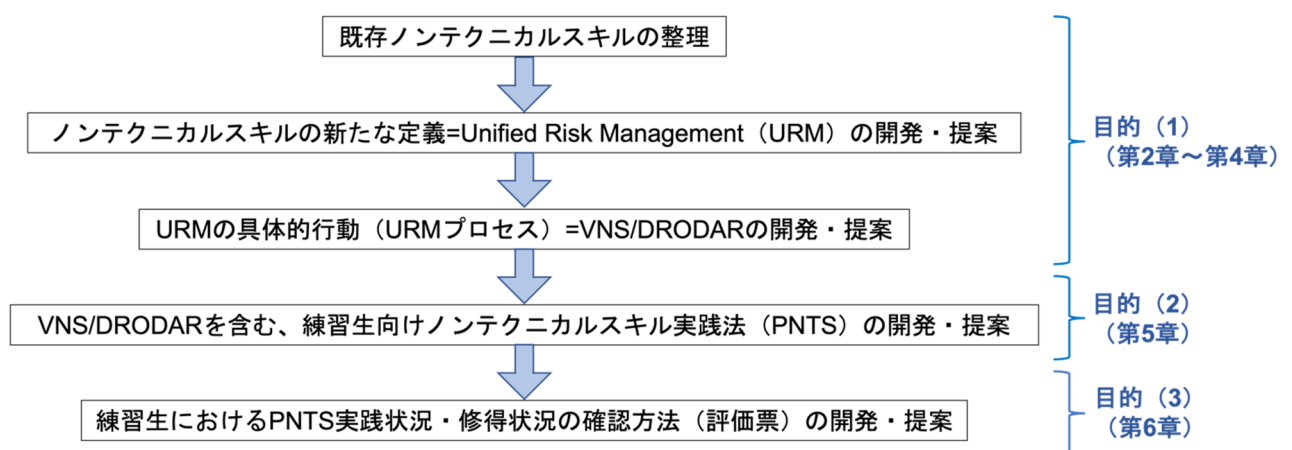


図3 本稿の構成

第2章では、CRM や SRM, TEM といった国際民間航空機関 (ICAO) 並びに米国連邦航空局 (FAA) で承認されている主なノンテクニカルスキルの定義、実施法などの概要を紹介し、実際のフライトで実践する場合の問題点等を考察する。

第3章では、CRM と SRM の相違点や、TEM と FAA 方式の Risk Management の相違点を考察し、それらを CRM と TEM を基本とするものに統合することが可能であるかを検討する。その結果

を踏まえ、TEM と Risk Management の一要素である Risk Assessment を統合して、これをパイロットの新しい Risk Management : Unified Risk Management (URM) と定義することとする。

第4章では、第3章にて定義した Unified Risk Management (URM) を実践するためのプロセスとして、VNS/DRODAR モデルを開発する。その開発経緯及び VNS/DRODAR モデルの使用方法について説明する。

第5章では、練習生が日々の飛行訓練でノンテクニカルスキルを身につけて行くための飛行の準備・飛行の実施 (VNS/DRODAR モデルの使用を含む)・飛行後の振り返りの手順全体を、Practical Non-Technical Skills (PNTS) と定義し、その実践方法を具体的に説明する。

第6章では、日常評価票及び定期審査評価票を作成し、使用法を解説する。Competency Based Training and Assessment (CBTA, 能力目標型教育/訓練・審査) が、これからの操縦士の訓練・審査制度の主流になると考えられることから、本研究におけるノンテクニカルスキル (CRM スキル) の評価項目は、CBTA プログラムの導入に関する国土交通省航空局の通達 (国空航第 11576 号, 平成 29 (2017) 年 3 月 20 日) の内容⁹⁾を参照しながら作成することとする。

第7章は、本研究において開発した手法の特徴をまとめるとともに、今後、検証と改善を行っていく必要性について述べる。

2. ノンテクニカルスキルの現状—実践方法と課題

本章では、国際民間航空機関（ICAO）並びに米国連邦航空局（FAA）で承認されている主なノンテクニカルスキルの定義及び実践法等の概要を紹介するとともに、実際のフライトで実践する場合の問題点等を考察する。

ここで紹介する主なノンテクニカルスキルは、以下の通りである。

- (1) Crew Resource Management (CRM)
- (2) Threat and Error Management (TEM)
- (3) Single pilot Resource Management (SRM)
 - (3-1) SRM を構成するスキルである、Aeronautical Decision Making (ADM), Risk Management (RM).
 - (3-2) SRM の実践法である、3P モデル、5 Ps アプローチ、DECIDE モデル、類似の DODAR モデル。

2.1 Crew Resource Management (CRM)

ノンテクニカルスキルの定義は世界中に多数存在しているが、それらのなかで最も広く知られているものが CRM である。つまり、ノンテクニカルスキルとは狭義では CRM と同じ意味である。

高い安全性が要求される民間航空で、1970 年代にヒューマンエラーが関与した重大事故が多発した。こうした事故を防ぐために、1980 年代の米国において誕生したのが CRM である。1980 年代以降世界の航空会社では、従来の操縦技術（テクニカル）訓練に加え、非技術（ノンテクニカル）な領域である CRM 訓練の導入が進められた。

米国で CRM を誕生させる契機となった大型旅客機事故の一つに、1978 年 12 月 28 日に発生したユナイテッド航空 DC-8 型機ポートランド事故がある³⁾。この事故では、進入中に着陸装置の故障が発生したため、低高度で空中待機しつつ機長の指揮で着陸のための準備がすすめられたが、全ての着陸準備が整った時には燃料が枯渇してしまい、全エンジンが停止して空港の南東 6 マイルの地点に墜落、189 名の乗客乗員のうち 10 名が死亡した。

調査の結果、この事故は、緊急着陸の準備にばかり意識が注がれ、燃料が枯渇することに機長は気がつかず、他の乗組員からのアドバイスも無く、結局全エンジンを止めてしまうに至ったという、「チームワーク」の欠如によって引き起こされた典型的な事故であることが判明した。NTSB（米国国家運輸安全委員会）は 1979 年に公表した報告書のなかで、航空会社に対し「機長以外の乗組員がもっとしっかり発言できるように訓練せよ」という趣旨の勧告を行った^{3, 10)}。NTSB の勧告を受けて、ユナイテッド航空はヒューマンファクターの分野における訓練の必要性を痛感し、1979 年、航空機乗組員に対して実施する訓練について NASA（米国航空宇宙局）と共同研究を行った¹¹⁾。こうして開発されたのが CRM である。CRM 訓練の目的は、ヒューマンエラーに関わる事故を未然に防ぐことである。

初期の CRM は Cockpit Resource Management と呼ばれ、マネジアル・グリッド理論（The Managerial Grid モデル）¹²⁾と 5 つの要素（5 Key Elements）から構成されていたが^{13, 14)}、時代の変化と共に CRM も Cockpit（運航乗務員）から Crew（客室乗務員を含む乗組員全員）へと概念が拡大し、Crew Resource Management と名称が変更され、その後も進化が続いた。

CRM が導入されて年月が経過するにつれ、CRM 訓練の有効性が認められる反面、課題も明らかとなってきた。CRM による目に見える効果が得られない、CRM に対して否定的な意見がある、CRM は必ずしもライン運航（エアラインにおける日常運航）で活用されていない等である。こうした実情を背景に誕生したのが LOSA（Line Operations Safety Audit）¹⁵⁾である。

LOSA とは、パイロットの技倆ではなく、日常運航全体をモニターするプログラムである。教訓

となるエラーの事例は事故からのみならず、安全に飛行を終えた日常運航の中からも見出されるべきであるとして、テキサス大学 Human Factors Research Project が FAA の資金提供を受け、1991年から1995年にかけてデルタ航空 (Delta Air Lines)、トランス・ワールド航空 (Trans World Airlines)、アメリカン航空 (American Airlines) 等と提携して調査研究を行い開発した、操縦室に同乗して乗員の行動を観察する手法である^{15,16,17)}。そしてこの一連の調査研究における最大の成果は、「人間のエラーを皆無にすることはできない」という結論を得たことである。これを契機に航空業界は、「エラーの撲滅」から「エラーとの共存」へと発想を転換し、エラーをマネージ (管理) することで事故の発生を防ぐという方法を模索することとなった。

この結果、1990年代後半に登場したのが第5世代のCRMとしてのError Managementである。この第5世代のCRMとは、ヒューマンエラーに関わる事故を未然に防ぐために①エラーが起こりにくい環境を作る(Avoid Error)、②何らかの結果に至らないうちにエラーを是正する(Trap Error)、③起きてしまったエラーをそれ以上運航に重大な影響が出ないように処理する(Mitigate Error)、という3つの防衛線を持ったエラー対抗手段であるという考え方である。

本邦における動向としては、1998年に国土交通省航空局が通達を出し、運航に二人以上の航空機乗組員を要する飛行機を運航する場合には、航空機乗組員に導入訓練と定期訓練のCRM訓練の実施を義務づけた⁴⁾。その2年後に出された運航規程審査要領細則⁵⁾においてCRM訓練とは、「安全で効率的な運航を達成するために、すべての利用可能な人的リソース (航空機乗組員、客室乗務員、運航管理者、運航管理担当者、整備士、航空管制官等)、ハードウェア及び情報を効果的に活用するための訓練をいう。」と定義されている。

実践面においては、パイロットがより効果的に役割を果たせるよう具体的なスキル (能力) や行動に焦点が当てられるようになり、1980年代後半に『CRMスキル』が開発され導入された。CRMスキルとは、実際の運航の現場において、CRMを実践するためにどのように行動すれば良いのかを具体的に示したものである。このCRMスキルの内容は標準化を指向して定義されており、航空会社により内容に多少の相違はあるが、5つの大分類Cluster (コミュニケーション、チーム形成維持、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) と、それぞれを構成する要素Element、さらにその下に行動指標が存在するのが一般的である。

JAXA (宇宙航空研究開発機構) は本邦航空会社の協力を得て、訓練や実運航で具体的にCRMを実践するための、日本の文化を踏まえたCRMスキル (図4) を開発し、2003年に発表した¹⁸⁾。

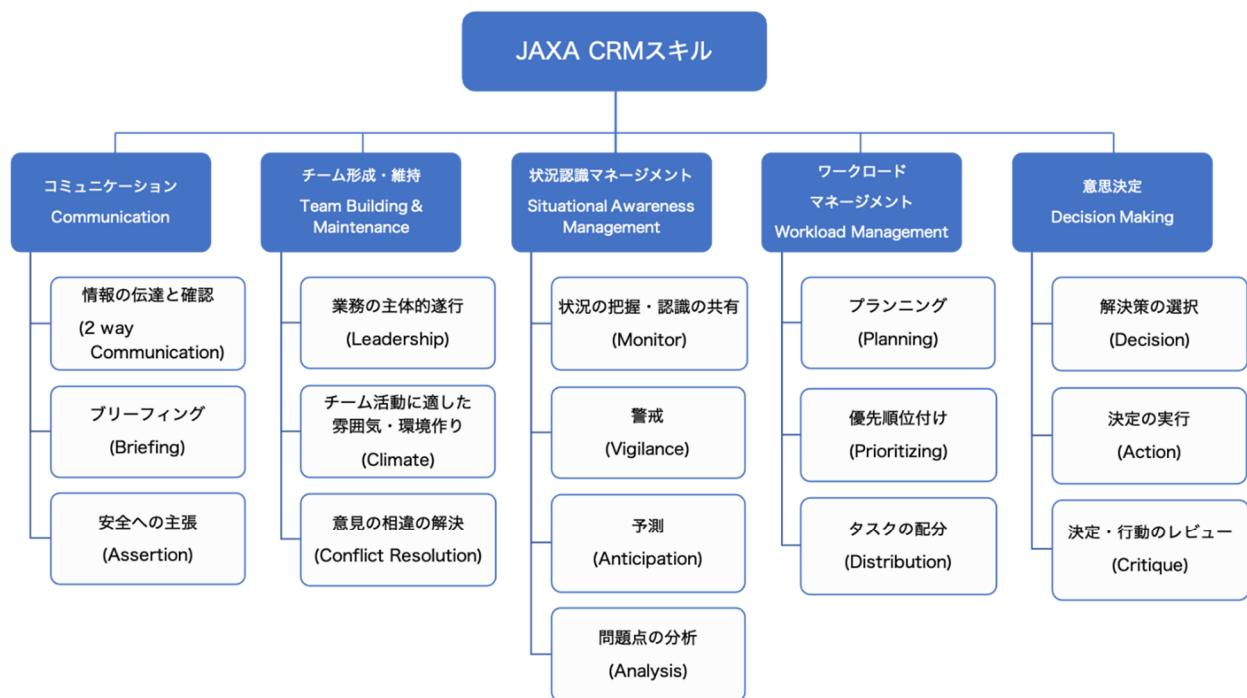


図4 JAXA CRM スキルの5大分類 Cluster と各要素 Element (NAL TR-1465¹⁸⁾)

CRM はチームコンセプトに基づくという考え方から、主として操縦に二人を要する航空機の運航に適用されるものと見なされてきたが、CRM スキルは一人で操縦できる航空機の運航に適用可能な多くの要素をも含んでおり、運航に二人を要する航空機以外にももっと積極的に活用されるべきものである。しかし、そうした認識はわが国では殆ど普及していないのが実情である。

2.2 Threat and Error Management (TEM)

TEM¹⁹⁾ とは、エラーの発生防止や早期発見だけでなく、エラーに至る前段階にも着目し、エラー誘発因子であるスレットも管理しようとするアプローチである。LOSA の成果を踏まえ 1999 年頃に誕生した。

LOSA の成果は、「人間のエラーを皆無にすることはできない」という結論を得たばかりでなく、一般的に、操縦室外から来る“脅威”（のちにこれがスレットと定義される）が存在しないフライトでは運航乗務員のエラーは起こりにくいが、脅威の存在が増すごとにエラーは起きやすくなることが判明したことである。さらに新たな発見として、優秀な運航乗務員はエラーへの対処だけでなくエラーを誘発しそうな要因にも適切に対処していることが分かった。

- ① LOSA の結果判明したことをまとめると、エラーの前段階には、エラーの誘因となる脅威つまりスレットが存在し、スレットを適切に処理すればノーマル（通常状態）を維持できる。
- ② スレットの処理に失敗するとエラーに至る可能性が増す。
- ③ エラーに至った場合でも、そのエラーが影響を及ぼす前に修正行動をとることでノーマルに戻る。
- ④ エラーの処理に失敗しても、すぐにインシデントやアクシデントに結びつくわけではなく、その前の段階として、望ましくない航空機の状態 UAS (Undesired Aircraft State) がある。
- ⑤ UAS の段階で気づき、修正・回復行動を行うとインシデントやアクシデントには至らない。
- ⑥ もし UAS から回復できない場合は、インシデントやアクシデントに至る可能性が高くなる。

という行動モデルの理論が導かれ、これが Threat and Error Management (TEM) の開発のきっかけとなった。

TEM には、スレットとエラー、そして UAS の 3 様の状態が存在する。各状態は以下のように定義されている¹⁵⁾。

- ・ スレットとは「パイロットが関与しないところで発生し、運航をさらに複雑にし、安全マージンを維持するために、パイロットに注意や対処を要求するもの」。
- ・ エラーとは「組織またはパイロットの意図や期待からの逸脱につながる、パイロットによる行為または不作為」。
- ・ 望ましくない航空機の状態 (UAS) とは「安全マージンの減少に関連する、パイロットによって引き起こされた航空機の状態 (位置、高度、速度、姿勢、コンフィギュレーション等)」をいう。

パイロットはスレット、エラー、及び UAS が、フライトの安全マージンを減少させることがないように対策 (Countermeasures) を講じる必要がある、この対策の一連の流れを TEM のフレームワーク^{注3)} という。

TEM は、以下の優れた点があるとされている²⁰⁾。

- ・ パイロットの日常運航における行動の流れに沿った手法である。
- ・ エラーを引き起こす誘因であるスレットを明らかにすることによって、運航に結びついた、より事前予防的 (proactive) な戦略を策定することができる。
- ・ スレットを意識することにより CRM の実践方法が明確になる。

操縦に二人を要する航空機のパイロットの場合、所属先が比較的規模の大きな航空会社であることが多く、そのため定期訓練としてシミュレータを活用してライン運航を模擬した LOFT (Line Oriented Flight Training) が行われていることが多い。LOFT のシナリオにはスレットが組み込まれており、パイロットは CRM を実践することで (=CRM スキルを用いて) スレットに対処する、と認識されていることが多い。“CRM の実践とは、TEM という概念を、CRM スキルを使って実施すること” (図 5)、つまり CRM スキルを活用した TEM のフレームワークの実践が CRM の実践である、という認識が一般的である。

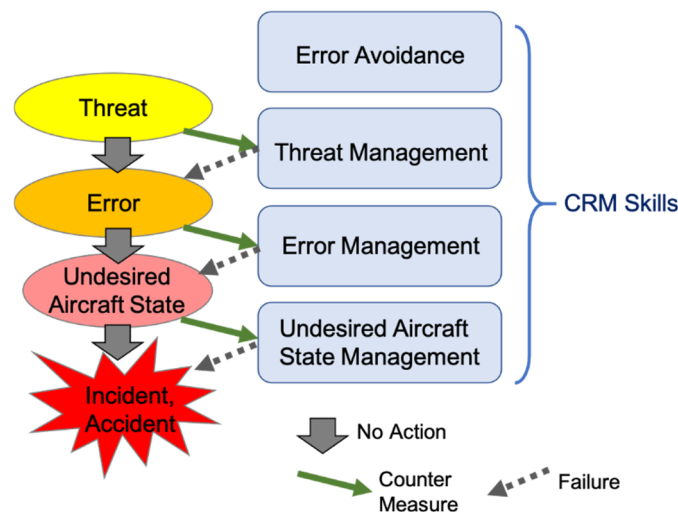


図 5 Threat and Error Management (TEM) のフレームワーク

一方、一人で操縦できる航空機のパイロットの間では、そうした認識はあまり浸透していない。

注3) 本稿における「フレームワーク」とは、問題解決や意思決定を行うための一連の流れを指す。

航空局は、事故防止の観点から自家用パイロット等に向けて「TEM などの考え方を活用し、自らの運航をチェックしましょう！」と題する安全啓発ポスター²¹⁾を作成し、TEM の普及に努めている。しかし上述のように TEM と CRM スキルは不可分の関係にあり、ヒューマンファクターの知識の理解、CRM の目的の理解、取り組み姿勢・モチベーションの確立が揃わなければ CRM スキルは意味を成さないと考えられ、そうした下地が無い状態で TEM の普及は困難であると考えられる。

2.3 Single pilot Resource Management (SRM)

Single pilot Resource Management (SRM) は、米国連邦航空局 (FAA) が、CRM をベースとして一人で操縦する航空機のパイロット (Single pilot) 向けに開発したノンテクニカルスキルの定義である。開発の経緯や、普及の状況は第 1 章で述べた通りである。

SRM は、状況認識 (Situational Awareness (SA)), タスクマネジメント (Task Management (TM)), Aeronautical Decision Making (ADM), Risk Management (RM), 自動化マネジメント (Automation Management (AM)), Controlled Flight Into Terrain (CFIT) 認識、の 6 つのスキルにより構成されており、「フライトの成果を確実にするために、飛行前及び飛行中において、Single pilot が利用できる全てのリソース (航空機内部及び外部のリソース) を管理する技術及び科学」と定義されている⁶⁾。つまり一人で操縦できる航空機の運航環境に焦点を当てており、パイロットが一人で情報を収集し、分析し、意思決定を行うために有効な方法を示したものである。機体のオートパイロット機能や航空管制 (Air Traffic Control (ATC)) といったリソースの使用は、CRM の原則に則っており、CRM と SRM とで共通なものとなっている。

SRM の実践法としては FAA の航空安全プログラムが開発した 3P モデル^{22,23)}や 5Ps アプローチ^{24,25)}、DECIDE モデル²⁶⁾と呼ばれる手法がある。第 1 章にて述べたことの繰り返しになるが、これらを実際のフライトで使用するには十分な習熟が必要なことから、いきなり実践するにはハードルが高いと考えられる。こうしたことから、我が国の一人で操縦する航空機 (小型機) のパイロットには、SRM は殆ど普及していないのが実情である。

2.3.1 SRM を構成するスキル (1) : Aeronautical Decision Making (ADM)²⁷⁾

パイロットにとって、与えられた状況に対し自分が持っている最新の情報に基づいて最良の行動方針を決定するスキル、つまり ADM が重要であると認識されている。ADM は SRM に含まれるスキルの一つであり、「パイロットが特定の状況に応じて、一貫して最善の行動方針を決定する精神的なプロセスへの、体系的なアプローチ」と定義されている。

ADM には、飛行安全に危険を及ぼす属人的な姿勢 (Hazardous Attitude) を特定することや、そうした姿勢に基づいた行動を修正する技術を学ぶこと、また、ストレスを認識してそれに対処する方法を学ぶこと、そして、次項に述べる Risk Management の活用などが含まれている。危険な属人的姿勢 (Hazardous Attitude) やストレスについては、その基本を理解しておけば、実際のフライトではスレットとして捉え、対応することが可能と考えられる。

それら以外で ADM に関わる重要なポイントとして、意思決定をすべき適切なタイミングが挙げられる。パイロットはフライト中に様々なイベントに遭遇する。一つの判断は次の判断につながり、注意を怠ると、結果的に自分を逃げ場の無いところへ追いやることになる。

人間は、プレッシャーがかかり、視野が狭くなった状態では、自分が Point of Decision²⁸⁾ (図 6) つまり岐路 (Cross Road) に立っていることに気付かず、実際には他に選択肢があったとしても、機械的に反応したり、いつもと同じ行動を繰り返したりしてしまうことがある。適切でない判断が連続した場合、優れたパイロットであっても重大なミスを犯す可能性が生じる。つまり Point of Decision のタイミングで適切な判断を行うことが適切な ADM へと繋がる。一人で操縦できる航空機であっても操縦に二人を要する航空機であっても、Point of Decision における Go/No Go (飛行の継続の可否) の判断の重要性に相違はない。従来、Point of Decision を認識することの重要性

は指摘されてきたものの、いつどのように認識すれば良いのかが明示されたものは、これまで著者等が調査した限りでは存在していない。

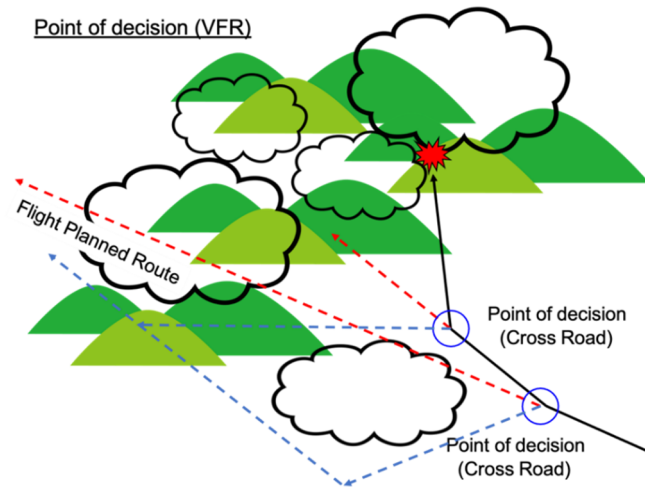


図6 Point of Decision (Cross Road) のイメージ

2.3.2 SRM を構成するスキル (2) : Risk Management (RM)

Risk Management は、SRM に含まれるスキルの1つであるが、同時に ADM の重要な構成要素でもある (こういった複雑な絡み合いが SRM を難解なものとしている一因であると考えられる)。FAA は Risk Management を「各々のフライトに関連するリスクを軽減するために、状況認識、問題認識、及び適切な判断に依存する意思決定プロセスの一部」と定義し、Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (PHAK) において「Risk Management の目標は、予防的に安全に関わるハザードを特定し、関連するリスクを軽減することである」と説明している²⁹⁾。

FAA の Risk Management は図7に示した6つのステップから構成されている。

- Step.1 ハザードを識別する。
- Step.2 リスクを評価する。
- Step.3 リスクをコントロールする方法を検討する。
- Step.4 リスクをコントロールする方法を決定する。
- Step.5 リスクコントロールを実施する。
- Step.6 結果を監視する。



図7 FAA Risk Management (FAA-H-8083-25B²⁹⁾)

つまり Risk Management とは、ハザードを認識してリスクを特定し、評価して、以下の 3 項目を実施することである。

- ① リスクが現実とならないように、事前 (Proactive) に対策を取ること。
- ② リスクが現実となった場合に、被害を最小に抑える対策を講じること。
- ③ 許容できる水準で運航を実施できるかを決定すること。

全てのフライトにおいてある程度のリスクが伴うが、パイロットはリスクのレベルを評価して、許容できる (飛行の実施が可能) か、何らかの対策が必要か、または飛行を取りやめるかを判断する必要がある。こうしたパイロットの判断に資するために FAA は、Flight Risk Assessment Tools (FRAT) を開発し公開している³⁰⁾。

ここでハザードとリスクについて、FAA と本邦における各定義を紹介する。

FAA は、ハザードとは「事故などの予期しない、または望ましくない事象に至る可能性のある現状、事象、物体、または状況。この世の中に存在している危険の源」、リスクとは「排除または管理されていないハザードの将来の影響」と定義している^{31,32)}。一方、本邦の航空安全プログラム (State's civil aviation Safety Program (SSP)) においては、ハザードとは「航空事故、その他の航空の安全運航に影響を及ぼす事態を引き起こす可能性のある要因」、リスクとは「ハザードが引き起こす事態について、予測される発生確率及び重大度の組合せ」と定義されている³³⁾。

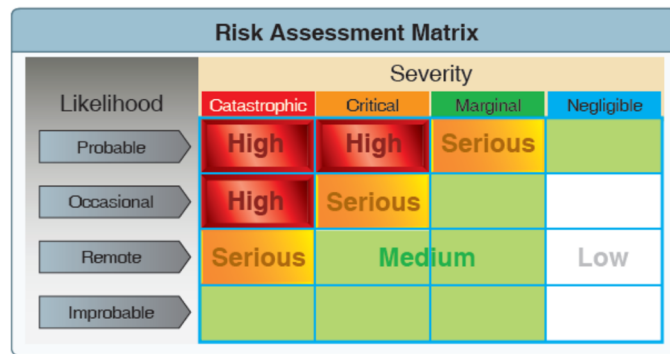
リスクは、一般には危険と訳されることが多いが、航空安全においては事前に想定される危険性を表す言葉であり、まだ起きていない不確実なもの (未来の出来事) を意味している。ハザードが存在したからといって常にリスクがあるわけではない。人 (Man) がハザードに曝されない限りリスクは生じないからである。そうしたことからリスクは、ハザードと曝露 (Expose) の関数と考えることができる。

Risk Management においてリスクレベルを評価すること、つまり Risk Assessment (=図 7 中、Assess Risks) は重要なプロセスの一つである。このリスクレベルに関し、ICAO が提唱する安全管理制度 (Safety Management System (SMS))³⁴⁾における Risk Management の説明では、*Safety risk. :The predicted probability and severity of the consequences or outcomes of a hazard.* (安全上のリスク：ハザードの結果または結果の予測される確率と重大度) と記されている。この説明を踏まえ、リスクレベルは一般的に以下の式によって算出されるとされている。

$$\text{リスク Risk} = \text{発生確率 Probability} \times \text{重大性 Severity} \quad (1)$$

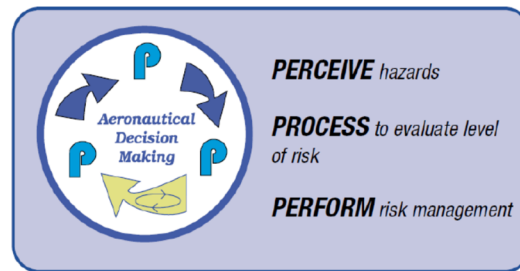
縦軸に発生確率 Probability “P” (図中では“Likelihood”に該当。Improbable, Remote, Occasional, Probable の 4 段階) を、横軸に重大性 Severity “S” (Negligible, Marginal, Critical, Catastrophic の 4 段階) をとった Risk Assessment Matrix を使用して評価されることが一般的である (図 8)。

Risk Assessment Matrix は論理的であり、これに基づいてリスクレベルを評価することは大変有効ではあるが、時間に余裕のある準備段階は別として、飛行中といった時間の制限のある環境においてはそのような余裕は無く、実際的でないという短所がある。

図8 Risk Management Matrix (FAA-H-8083-25B²⁷⁾)

2.3.3 SRM 実践法の例 (1)：3P モデル

3P モデル^{22,23)}は FAA の航空安全プログラムによって開発されたものであり、SRM のうち特に Risk Management を実践する手法として位置付けられている。PERCEIVE (知覚)、PROCESS (評価)、PERFORM (実行) の3つのステップで構成される (図9)。

図9 3P モデル (FAA Aviation News 2005²⁴⁾)

Perceive：ハザードを知覚する，Process：リスクのレベルを評価する，Perform：リスクを軽減する，の一連の行為を実行するためにそれぞれ PAVE³⁵⁾，CARE³⁶⁾，TEAM³⁷⁾と呼ばれる Checklist を使用する (表1)。“PAVE”や“CARE”といった名称は，Perceive や Process に関与する要素や行動の頭文字をとって命名されている。

表1 3P モデルの3つのPと実行方法

PERCEIVE	ハザードを知覚する.	PAVE Checklist (Pilot, Aircraft, enVironment, External pressures)
PROCESS	リスクの Level を評価する.	CARE Checklist (Consequences, Alternatives, Reality, External factors)
PERFORM	リスクを軽減する.	TEAM Checklist (Transfer, Eliminate, Accept, Mitigate)

パイロットはまず、①PAVE (Pilot, Aircraft, enVironment, External pressures) Checklist を用いてハザードを知覚し、次いで②CARE (Consequences, Alternatives, Reality, External factors) Checklist を使用してハザードを調査し、リスクレベルを評価する。最後に③TEAM (Transfer, Eliminate, Accept, Mitigate) Checklist を使用してリスクを軽減する。このようにして Perceive, Process, Perform の3つを無限ループのように繰り返すことで、Risk Management を実行することができるため、FAA の航空安全プログラムにおいても 3P モデル＝

Risk Management を実践する手法と位置付けられ、Risk Management の 6 つのステップは覚えやすい 3P モデルに統合することができるとされている。

3P モデルは、航空機の操縦における標準的な計器スキャンの、クロスチェック (Scan)、解釈 (Interpretation)、航空機の制御 (Control) の 3 要素とよく似ており、練習生にとっては理解しやすいであろうと言われている。そのため FAA は、訓練現場に Aeronautical Decision Making (ADM) や Risk Management の概念を導入するに際して 3P モデルの使用を推奨しており、FAA の定める操縦士資格取得試験のうち、口述試験でも 3P モデルが出題されている。その一方、3 つの P の概念を理解したとしても、実施手順が具体性に欠ける部分があり、Checklist でカバーする範囲も広く、初心者にとっては取りつき難いという意見も存在する。

2.3.4 SRM 実践法の例 (2) : 5Ps アプローチ

5Ps アプローチとは FAA が提唱する SRM の実践方法の一つである^{24,25)}。5Ps とはフライトに影響を与える 5 つの要素かつ変数である、

- ・ Plan ; 計画
- ・ Plane ; 飛行機
- ・ Pilot ; パイロット
- ・ Passenger ; 乗客
- ・ Programing ; プログラミング

の 5 つの P のことである。パイロットは飛行中の主要な決断ポイント (Key Decision Points)²¹⁾ や、緊急事態が発生した際に 5Ps を評価し、発生した変化を検知して状況判断を行っていく。ここで言う主要な決断ポイントとは、フライトのフェーズの大きな切り替わりのポイントであり、2.3.1 にて述べた何らかの問題が発生した場合の判断の岐路 (Cross Road) を表す Point of Decision とは異なるものである点に注意が必要である。

主要な決断ポイント (Key Decision Points) には、

- ① プリフライト
- ② 離陸直前
- ③ 巡航の 1 時間毎または飛行の中間点
- ④ 降下開始前
- ⑤ 最終進入フィックスの直前または VFR ではトラフィックパターンに入る直前

が含まれる (図 10)。

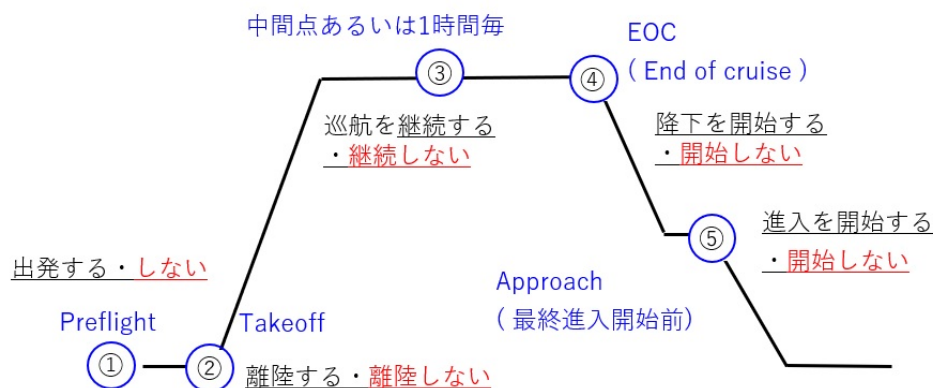


図 10 主要な決断ポイント (Key Decision Points)

この主要な決断ポイントごとに 5 つの要素 (5Ps) を評価する考え方は、フライトの次の段階

(フェーズ)に進むために、計画通り進んで良いのか、飛行計画を変更する必要があるのか、変更する場合には Programing (航法装置の設定等)をどうすれば良いのかを考えることが重要であるとし、必要性を指摘するものである。

5Ps アプローチをフライトの流れのなかで自然に実施できるようになるためには習熟が必要である。例えば、トラフィックパターンに入る直前である⑤のポイントでは、衝突防止の観点から Outside Watch (窓外監視)や管制通信が重要となってくるタイミングでもあり、5Ps を考える余裕を持つことは難しい。実際のフライトの中では時間的に困難であっても、フライトの準備段階のイメージフライト (“イメージフライト”については 5.2 を参照)であれば実施可能と考えられる。

2.3.5 SRM 実践法の例 (3) : DECIDE モデル, DODAR モデル

前項の 5Ps アプローチと同様、SRM を実践するためのツールの一つに DECIDE モデル²⁶⁾がある。DECIDE は、構成要素の各行動を表す頭文字をとった名称であり、以下の 6 つのステップから成る。

- ① Detect : 事実を検出する
- ② Estimate : 対応する必要性を見積もる
- ③ Choose : 望ましい結果を選択する
- ④ Identify : 解決策を特定する
- ⑤ Do : 必要な措置を実行する
- ⑥ Evaluate : 行動の効果を評価する

DECIDE はパイロットに意思決定を行うための論理的な方法を提供する連続的な Loop Process である。

DECIDE モデルによく似たもので、欧州の航空会社等で Multi Crew 環境において使用されているのが DODAR モデル^{38,39,40)}である。DODAR もまたそれぞれの頭文字からなる頭字語 (Acronym) であり、

- ① Diagnose : 診断
- ② Options : 選択肢
- ③ Decide : 意思決定
- ④ Assign tasks : 役割分担
- ⑤ Review : 振り返り

の 5 つのステップから成る。

DECIDE モデルも DODAR モデルも、パイロットが機材故障などの Non-Normal Condition を発見した後に行うべき行動を示しているが、意思決定をするためには選択肢を絞りこむことが重要であることから、行うべき行動内容の分かりやすさとしては、DODAR モデルの方が DECIDE モデルよりも具体的で優れていると考えられる。

Non-Normal Condition が発生した場合、Procedure の定められているものは速やかに該当する Checklist を実施する。その後 DODAR を、記憶を助けるもの (Mnemonic) として、もしくは Checklist として利用して意思決定を行う。Procedure の定められていないもので対処に時間的な余裕がある場合は、DODAR Checklist を行い、対処策を含めた意思決定を行う。いずれの場合でも Non-Normal Condition の発生等、プレッシャーのかかった状況下で適切な意思決定をすることは大変難しい。そういった状況下で、DODAR を Checklist として活用し、論理的な順番に従って考察を進めれば、より適切な意思決定に至る可能性が高まると考えられる。

また DODAR Checklist を声に出して行えば、機長 (PIC) の考えていることが他のクルーにも共有され、Single Pilot であれば自分の考えを明確にすることができる。

ただし Risk Management の観点から考えると、DECIDE モデルにも DODAR モデルにも、Risk Assessment を示す語が含まれていない点が、問題点として指摘されている。

2.4 これまでの考察の整理

操縦に二人を要する航空機（大型機）の運航においては、ノンテクニカルスキルの重要性はよく理解されており、導入訓練や定期訓練も確実に実施され、CRM や TEM は現場に浸透していると考えられる。一方、航空機使用事業や自家用で飛行するような一人で操縦できる航空機（小型機）のパイロットには、SRM や TEM は殆ど普及していない。

これは航空機使用事業や自家用のパイロットは、ヒューマンファクターや SRM の知識教育を受ける機会も少なく、シミュレータや Flight Training Device (FTD) を使用した LOFT のような訓練を受ける機会は殆どないためと考えられる。また、独学にて SRM を学ぼうとしても、本章で考察したように、定義が絡み合っていたり、様々な実践法があるうえ、それぞれが一長一短であり、これといった実践法が確立されていないために、SRM や TEM の理解や実践が困難となっていることも原因の一つと考えられる。

国土交通省航空局による運航規程審査要領細則には「運航に二人以上の航空機乗組員を要する飛行機を運航する場合に限る」と記載されていることもあり、一般的に、一人で操縦できる航空機（小型機）のパイロットに必要なノンテクニカルスキルは CRM ではなく、SRM であるという思い込みがある。しかしながら、先に述べたように SRM は FAA が CRM をベースとして一人で操縦する航空機のパイロット向けに開発したノンテクニカルスキルであり、英国航空局発行 Flight Crew Human Factors Handbook (CAP737, 日本語訳版では『CRM 訓練』の名称で知られる)³⁸⁾には「CRM は、マルチ・パイロット及びシングル・パイロットの両方の運航に適用が可能な多くの要素を含んでいることを忘れてはならない。」と記載されている。CRM スキルは一人で操縦できる航空機の運航においても、より積極的に活用されてよいものと考えられる。

以上の理由から、CRM と TEM を基本とし、そこに CRM では考慮されていない一人で操縦できる航空機（小型機）の運航環境に対応した要素を追加することで、一人で操縦できる航空機（小型機）から操縦に二人を要する航空機（大型機）まで連続して共通に使用できるノンテクニカルスキルの実践法を開発することができ、それにより CPL 養成方式における課題を解消できると考えられる。

3. ノンテクニカルスキルの統合

前章において、CRM と TEM を基本としたものに、一人で操縦できる航空機（小型機）の運航環境に対応したスキルを追加することにより、一人で操縦できる航空機（小型機）から操縦に二人を要する航空機（大型機）まで連続して共通で使用可能なノンテクニカルスキル実践法が開発可能と考えられることを述べた。

それらを踏まえ、本章では、Crew Resource Management (CRM) と Single pilot Resource Management (SRM) の比較検討、及び FAA 方式の Risk Management と TEM の比較検討を行い、それらを統合し、新たなノンテクニカルスキルとして提案する。

3.1 CRM/SRM の比較

CRM と SRM のスキルを比較し、両者は同じものであるか、異なるものを整理し、統合の可能性を検証する。基本的に CRM は操縦に二人を要する航空機の運航いわゆる Multi Crew 環境を、SRM は一人で操縦できる航空機の運航いわゆる Single Pilot 環境を対象としている（表 2）。

表 2 CRM/SRM スキルの比較

	対象	共通するスキル	Multi Crew 向けスキル	Single Pilot 向けスキル
CRM	Multi Crew 環境 (大型機)	<ul style="list-style-type: none"> Situational Awareness Workload Management (Task Management) Decision Making (Aeronautical Decision Making) 	<ul style="list-style-type: none"> Communication Team Building 	
SRM	Single Pilot 環境 (小型機)			<ul style="list-style-type: none"> Risk Management Automation Management CFIT Awareness

表 2 に示すように、CRM (Multi Crew 環境) と SRM (Single Pilot 環境) に共通して必要なスキルは、Situational Awareness, Workload Management, Decision Making の 3 つである。相違するものは CRM のうち Communication 及び Team Building, SRM のうち Risk Management, Automation Management 及び CFIT Awareness である。

まず CRM の Communication スキルと Team Building スキルに関して検討する。Single Pilot 環境ではコックピットに同乗するパイロットはいないかもしれない。しかし、だからといってこれらのスキルは不要とはならない。なぜなら航空機の運航にはパイロット以外にも多くの職種のスタッフが関与しており、パイロットは運航を実施するために管制官、整備士、運航情報提供者等のリソースを活用しなければならず、そのための Communication と Team Building のスキルは不可欠だからである。

次に SRM の Risk Management, Automation Management 及び CFIT Awareness について検討する。これら 3 つは Single Pilot 環境において特に必要なスキルであるとされている⁴¹⁾。3 つのうち Automation Management スキルとは、最近では TAA (Technically Advanced Aircraft, 高度な電子機器を搭載した小型航空機) が増加しており、それら自動システムを理解・熟知して使いこなすスキルを指す。また、低高度を飛行する機会の多い小型機の事故防止の観点からは CFIT Awareness スキルが求められる。これら Automation Management や CFIT Awareness は、CRM では明示的に定義されていないものの、大型機や TAA の運航においては標準操作手順 SOP (Standard Operating Procedure) に組み込まれており、日常運航に取り込まれて実施されている。従って、Communication や Team Building スキル, Automation Management や CFIT Awareness スキルは、大型機にも小型機の運航においても共通して必要なスキルであると言える。

以上の CRM と SRM の比較の結果、相違点として残るのは Multi Crew 環境における Risk

Management の位置付けである。Risk Management が大型機や小型機の運航においてどのような意味を持つのか、共通項とみなすことができるのかという点を次項で検討する。

3.1.1 Risk Management (RM) の必要性

まず運航現場における Risk Management の必要性について考えてみる。

実際に Risk Management が行われる場は航空機の運航現場となることから、操縦に二人を要する航空機の運航、つまり航空会社（エアライン）における大型機の運航と、一人で操縦できる航空機の運航つまり訓練施設等における小型機の運航とを比較してみた（表 3）。

表 3 大型機と小型機の運航における相違点

	機材 ^{注4)}	パイロット	運航者	運航管理	運航支援	事故の形態 ^{注5)}
大型機	T 類	複数	組織	運航管理者と 機長の合意	手厚い	組織事故
小型機	N 類	一人	個人 あるいは組織	機長の判断	それほどではない	個人事故

小型機（Single Pilot）の運航、つまり原則として個人の運航では、航空会社のように組織的な運航支援が得られず、パイロットは全て一人で情報を集め、評価し、判断する必要がある。また一般的に機体に気象用機上レーダー等は装備されておらず、装備品も簡素なものが多い。FAA は「協議のための他の乗組員を持たない Single Pilot は、危険な立場に陥る無形の要素と取り組まなければならない。従って Single Pilot は複数の乗組員による運航よりも大きな脆弱性（もろさ）を持っている。」と指摘している⁴²⁾。こうしたことから、Single Pilot による運航においては、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 Risk Management が重要なスキルとなる。つまり Risk Management は Go/No Go（飛行の継続の可否）の判断において特に重要であると言える。

一方、大型機（Multi Crew）による運航、つまりエアラインの運航では、原則的には Go/No Go を一人で判断することはない。エアラインでは安全性、定時性、快適性、効率性を確保する取り組みが組織的に行われ、乗員はスケジュールを管理されており、定期技能審査や路線審査、航空身体検査などに合格し、リカレント訓練の受講及び最近の飛行経験を満たしていることが前提となっている。航空機は整備規程により保守・整備されている。出発の可否等の判断に当たっては、機長は運航管理者と協議し、両者の合意の下に決定し、意見が分かれた場合には安全度の高い意見を採用するオペレーショナル・コントロール⁴⁴⁾の考え方が用いられている。飛行中は常にフライトウォッチ（飛行監視）されており、必要な場合に備えて地上の支援体制も整えられている。つまり大型機（Multi Crew）による運航では組織的な Risk Management の体制が構築されているわけだが、だからと言ってパイロット自身の Risk Management が不要ということにはならない。Risk Management は実情、Decision Making や Situation Awareness の一部分として実施されているが、運航の最終責任者である機長（PIC）にとって必要なスキルという観点で整理すると、Risk Management も必要であると整理することができる。

注4) 航空機の耐空類別を指す。飛行機の場合は普通 N、輸送 T の 2 種類があり、T 類は航空運送事業の用に適する飛行機、N 類は最大離陸重量が 8,618kg 以下の飛行機であって客席数が 19 席以下の飛行機が該当する。

注5) 組織事故；その影響が組織全体やそれを取り巻く社会にまで及ぶもの。個人事故；その影響が個人レベルで収まるもの⁴³⁾。

3.1.2 CRM と SRM の比較のまとめ

CRM と SRM スキルは共通の部分があり、目的は同じ「リソースを最大限に活用して、ヒューマンエラーに関わる事故を未然に防ぐこと」である。これまでの整理を通じて、一人で操縦できる航空機（小型機）の運航と操縦に二人を要する航空機（大型機）の運航では、その運航環境や支援体制に大きな差があるが、Single Pilot 環境のパイロットにも Communication や Team Building スキルは必要であり、Multi Crew 環境のパイロットにも Risk Management のスキルは必要であるということができた。

以上のことから、既存の CRM に、一人で操縦できる航空機（小型機）の運航に不可欠な Risk Management の要素を加えることで CRM と SRM を統合し、全ての運航形態に適用可能なスキルを作ることが可能と考えられる。

3.2 Risk Management と TEM の比較

前節までの考察により、既存の CRM スキルに必要な Risk Management の要素を加えることで CRM と SRM を統合し、全ての運航形態に適用可能なスキルを作ることが可能と考えられるとの結論を得た。

Risk Management は SRM に含まれるスキルの 1 つであるが、実際には、図 7 に示したように 6 つのステップで構成されており、予防的に安全に関わるハザードを特定し、関連するリスクを軽減することを目的としたフレームワークである。

一方、TEM はスレット及びエラーを検知し対処することによって結果が安全になるよう処置するフレームワークである。両者の目的及び機能は近いと考えられるが、CRM の実践とは「TEM という概念を、CRM スキルを使用して実施すること」であることから、CRM と TEM は不可分な関係にある。

そこで両者は同じ機能を持つフレームワークなのか、両者に差異があるとすればどの点なのかを比較・検証する。

3.2.1 ハザード、スレット、エラーの関係について

表 4 は Four Common Aviation Hazards として FAA の Risk Management Handbook²⁹⁾ に紹介されているハザードとリスクの例である。この表を見るとハザードとは「スレットやエラー」と同義であり、リスクとは「UAS や事故へ至る可能性」であることが分かる。

例えば表 4 の 1 番目の事例、プロペラ・ブレードのニック（傷）は、機材の不具合であり、スレットである。プロペラ・ブレードのニックが適切に評価されない場合、リスクとはプロペラが破損する可能性であり、これはいずれ UAS、あるいは事故に至るかもしれない。

2 番目の事例、航空機の不適切な給油は、給油担当者のエラーである場合にはパイロットにとってはスレットとなり、パイロットが自身で給油したのであればそれはパイロットのエラーとなる。このとき航空機が適切にグランド（接地）されていない場合には静電気が蓄積し、静電気放電が燃料蒸気に点火して爆発する可能性があるということがリスクであり、これは UAS あるいは事故へ至る可能性である。

残り 2 つの例も同様に解釈することができる。

表 4 主な 4 つのハザードとリスク (FAA-H-8083-2²⁹⁾) を訳したものの、【 】内は筆者による注釈)

Hazard	Risk (未来の出来事)
プロペラ・ブレードのニック (傷) 【機材の不具合=スレット】	プロペラ・ブレードのニックが適切に評価されない場合、プロペラは破損するかもしれない。 【→UAS あるいは事故】

航空機の不適切な給油 【給油担当者のエラー=スレット, パイロット自身が給油すればエラー】	航空機が適切にグラウンド（接地）されていないと、静電気が蓄積する。静電気放電が燃料蒸気に引火すると、爆発する可能性がある。 【→UAS あるいは事故】
パイロットの疲労 【インターナルスレット】	疲れたパイロットは、ミッションの要件に見合ったレベルでのパフォーマンスを発揮できないだろう。 【→エラー発生→UAS あるいは事故】
承認されていないハードウェアの航空機への使用 【不適切な部品=スレット】	自家製航空機の所有者が、推奨ハードウェアよりも安価なローカルハードウェア店のボルトを使用すると、外からは同じように見え、航空機に取り付けて翼を固定するために完璧にマッチしているように見えるが、飛行中に翼が外れる可能性がある。 【→UAS あるいは事故】

以上の例から、Risk Management におけるハザードとは TEM における「スレットやエラー」と同義であり、リスクとはパイロットがスレットやエラーに曝されたときに想定される危険性（～する可能性、～となる可能性）のことであり、TEM で言うところの「UAS や事故」へ至る可能性であると整理することができる。

3.2.2 Risk Management と TEM の類似点と相違点

2.2 においてノンテクニカルスキルとは、狭義では CRM と同じ意味であり、CRM の実践とは「TEM という概念を、CRM スキルを使って実施すること」であり、TEM とはスレット及びエラーを検知し対処することによって結果が安全になるようにするフレームワークであると述べた。

一方、Risk Management とは、具体的には 2.3.2 項で述べたように、ハザードを認識し、リスクを特定し評価して、次の 3 項目を実施することである。

- (1) リスクが現実とならないように、事前 (Proactive) に対策をとること。
- (2) リスクが現実となった場合に、被害を最小に抑える対策を講じること。
- (3) 許容できる水準で運航を実施できるかを決定すること。

Risk Management の 3 項目のうち、(1) の「リスクが現実とならないように、事前 (Proactive) に対策をとること」は TEM の Threat Management や Error Management と同じであり、(2) の「Risk が現実となった場合に、被害を最小に抑える対策を講じること」は UAS Management と同じことを意味している。ここまでは TEM と Risk Management は同じことを目指していると考えられる。

Risk Management の (3) 「運航が許容できる水準で実施できるかを決定すること」は Risk Assessment であり、リスクのレベルを評価して、①リスクを受け入れられるか、②緩和すれば受け入れられるか、③受け入れることができないかを判断することを指しているが、この Risk Assessment は TEM には含まれていない。

3.3 Unified Risk Management (URM) の提案

前項で述べたように、TEM と Risk Management は共通する部分が多く、用いられている用語も同義であると整理することができた。ただし現在の TEM には小型機の運航で特に重要と思われる Risk Assessment が含まれていない。そこで一人で操縦できる航空機と、操縦に二人を要する航空機の両方の運航環境にも対応できる新たな Risk Management とするために、TEM に Risk Assessment を取り入れて、これを Unified Risk Management (URM) と定義することとした。

つまり URM とは、「CRM スキルを用いて TEM を実践し、発見したスレットやエラーから予想されるリスクのレベルを評価し、飛行の継続 (実施)、引き返し (中止)、その他 (代替手段) を判断し処置する段階を加えたもの」であり、簡潔に表現すれば「Unified Risk Management (URM) とは、TEM + Risk Assessment」であると定義する。

これまで述べてきたことを概念図として、図 11 及び図 12 にまとめた。

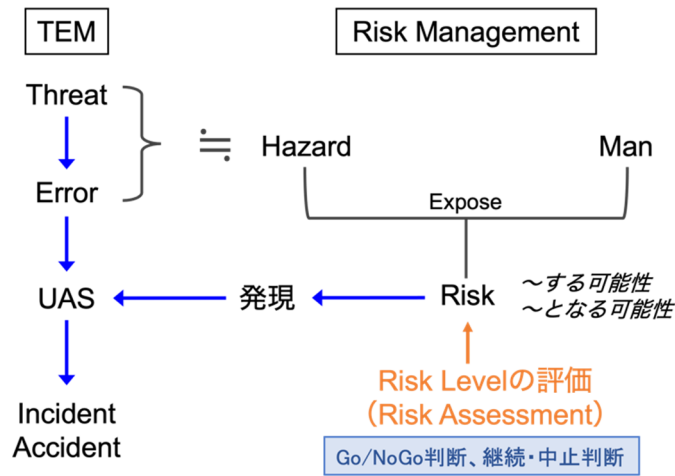


図 11 TEM と Risk Management の関係

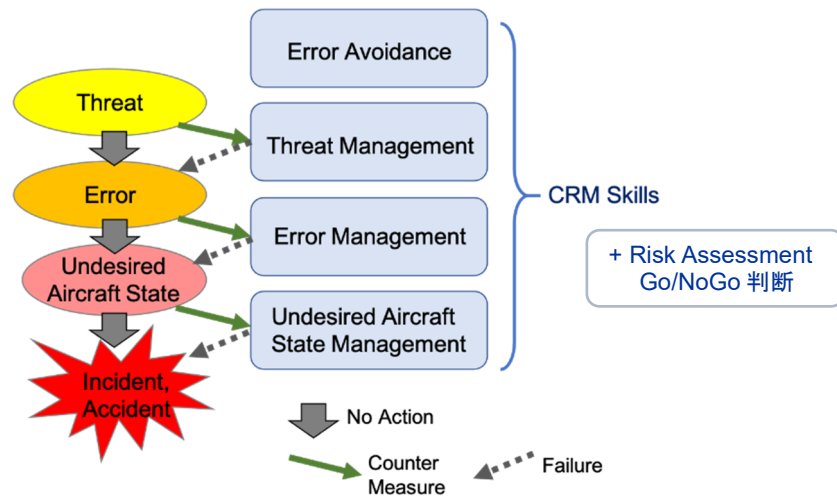


図 12 Unified Risk Management (URM)

3.4 ノンテクニカルスキルの統合

本章における結論を以下にまとめる。

- (1) Risk Management でいうところのハザードは、TEM のスレットやエラーに該当すると考えられる。
- (2) リスクとはパイロットがスレットやエラーに曝されたときに、想定される危険性（～する可能性、～となる可能性）のことである。
- (3) そのリスクのレベルを適切に評価することにより、安全運航の維持に重要な Go/No Go の判断が適確に実施可能となる。リスクが適切に管理されず、現実のものとなってしまった結果が、UAS あるいはインシデント、アクシデントであると考えられる。
- (4) TEM の考え方で発見したスレットやエラーからリスクを予測し、リスクレベルを評価して、Go/No Go を判断し、スレットやエラー、UAS への対策（Countermeasures）を実施する手法が、本研究において提唱する Unified Risk Management (URM) である。すなわち、

$$\text{Unified Risk Management (URM)} = \text{TEM} + \text{Risk Assessment} \tag{2}$$

である。

- (5) 従って、練習生に Unified Risk Management (URM) を指導するために必要な学科教育は、ヒューマンファクター教育は必須として、CRM (CRM の重要性と CRM スキル) と TEM, そして Risk Assessment の 3 種類で良く、SRM を別個に教育する必要はなくなる。

次章では、この Unified Risk Management (URM) を実践するためのプロセスについて述べる。

4. Unified Risk Management の実践手法 —VNS/ DRODAR モデル—

前章において新たに Unified Risk Management (URM) を定義した。本章では、その URM のプロセス^{注6)} (URM の実践手法) の開発方針及び開発の流れを説明し、最後に開発の結果として“VNS/DRODAR モデル”及びその使用方法を示す。

4.1 開発方針

URM とは筆者が提案するパイロットの新しい Risk Management の定義であり、TEM に Risk Assessment を取り入れたものである。言い換えれば、TEM は Risk Management とほぼ同義であるが、Risk Assessment が欠けている。この URM のプロセスを開発するに際し、既存のノンテクニカルスキルの実践手法のうちいずれかをベースとすることが適切であるかを検討した。

本研究は、小型機を用いた基礎訓練課程の練習生を対象としていることから、米国において FAA が Risk Management を実践する手法として推奨している 3P モデル (2.3.3) をベースとし、そこへ Multi Crew 環境において使用されている DODAR モデル、及び Risk Assessment を取り込み、練習生にとって修得が容易な手法を検討・開発する方針とした。

4.2 開発の流れ

以下の流れに沿って開発を行うこととした。

- ① 開発のベースは 3P モデルを用いることとする。
- ② 3P モデルの具体化、つまり具体的行動への分解 (5K1F モデルの作成) を行う。
- ③ 分解した 3P モデルへ、DODAR モデルを取り込む。
- ④ Risk Assessment を追加し、筆者オリジナルである DRODAR モデルを作成する。
- ⑤ 3P モデルのうち、DODAR モデルと DRODAR モデルではカバーされない Perceive の部分を、パイロットの具体的行動へ落とし込み、VNS モデルを作成する。

4.2.1 開発の流れ①②：3P モデルの具体化 (5K1F モデル)

2.3.3 において述べたように、3P モデルは Risk Management を実践するツールとして推奨されているものの、具体的な実践法が示されていないため、初心者 (操縦練習生や飛び始めて日の浅い自家用パイロット等) にとっては取りつき難いという意見がある。そこで 3P モデルの Perceive (知覚)、Process (評価)、Perform (実行) の内容を、具体的にどのような行動に該当するのかを分解し、日本語を用いて簡潔に明文化し、覚えやすい方法を考えてみた。その結果が 5K1F モデルである (表 5)。

- ① Perceive (知覚)；[K]警戒心をもって先を読み、スレットやエラーに[K]気付く。
- ② Process (評価)；[K]解析 (=何が起きているかを知り、リスクを特定し、リスクレベルを評価して Go/No Go を検討し、選択肢を考える) し、そして[K]決断する。
- ③ Perform (実行)；[K]行動し、[F]振り返る。

ちなみにこれら 5 つの“K”と 1 つの“F”は、既存の CRM スキルでいうところの Situational Awareness, Decision Making, Workload Management の一部に該当する。

注6) 本稿における「プロセス」とは、ある概念を実践するための具体的手法のことを指す。

表5 3Pモデル-5K1Fモデル-CRMスキルの対応

3Pモデル	5K1Fモデル（筆者作成）		CRMスキル
Perceive： ハザードを知覚する。	K	警戒心をもって先を読む。	Situational Awareness Management ・警戒：Vigilance ・予測：Anticipation ・状況の把握・認識の共有：Monitor ・問題点の分析：Analysis 注：ただし「リスクレベルの評価」は含まれていない。
	K	気付く。	
Process： リスクのレベルを評価する。	K	解析する。 ・リスクの特定。 ・リスクレベルの評価。 ・選択肢を考える。	Decision Making ・解決策の選択：Decision
	K	決断する。	
Perform： リスクを軽減する。	K	行動する。	Workload Management ・プランニング：Planning ・優先順位付け：Prioritizing ・タスクの分配：Distribution
			Decision Making ・決定の実行：Action
	F	振り返る。	Decision Making ・決定・行動のレビュー：Critique

4.2.2 開発の流れ③④：DODARモデルの取り込み，Risk Assessmentの追加によるDRODARモデルの作成

5K1Fモデルに置き換えることで3Pモデルの内容を具体化し，理解しやすくしたが，同じKが5つ続くと内容の理解に混乱が生じる可能性がある。そこでDODARモデルを活用することとした。DODARモデルとは，2.3.5において述べたように，語群の頭文字からなる頭字語（Acronym）から成っており，記憶を助けるもの（Mnemonic）としてパイロットがとるべき行動を思い出させてくれる利点があるためである。

しかしDODARモデルは機材故障発生等のNon-Normal Conditionが発生して以降，つまりパイロットがNon-Normal Condition等に気付いてから後の行動しか示しておらず，かつRisk Assessmentに相当する部分が含まれていない。そこでDODARモデルのうちのDiagnoseのDの次に，Risk AssessmentのRを加え，DRODARモデルを作成することとした。

DRODARモデルとは，

- ・D；Diagnose. 何が起きているかを診断する。
- ・R；Risk Assessment. Riskを特定し，Risk Levelを評価し，Go/No Goを検討する。
- ・O；Options. 選択肢を検討する。
- ・D；Decide. 機長（PIC）が決断する。
- ・A；Assign tasks. 優先順位や役割分担を決め，対策を実施する。
- ・R；Review. 振り返る。

である。

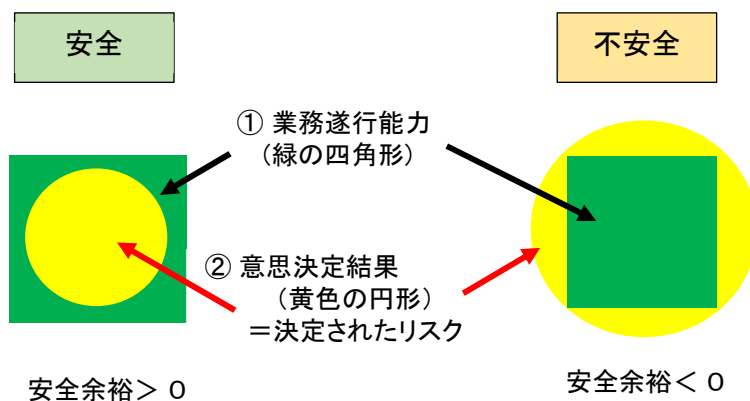
このように，DiagnoseのDの次にRisk AssessmentのRを加えることにより，表6に示すように3PモデルのうちProcess（評価），Perform（実行）をDRODARモデルでカバーすることができるようになった。

表6 DRODAR モデル

3P モデル, 5K1F モデルの頭字語 (Acronym) 化							
3P モデル	5K1F モデル (筆者作成)		DODAR モデル		DRODAR モデル (筆者作成) ※Unified Risk Management のプロセス		
Perceive : ハザードを 知覚する	K	警戒心をもって先を 読む.					
	K	気付く.					
Process : リスクの レベルを 評価する	K	解析する. ・リスクの特定. ・リスクレベルの 評価. ・選択肢を考える.	D	Diagnose	D	Diagnose	何が問題で, これからどう なるのか.
					R	Risk Assessment	Risk を特定する. Risk Level を評価する.
	K	決断する.	O	Options	O	Options	選択肢を検討する.
Perform : リスクを 軽減する	K	行動する.	D	Decide	D	Decide	PIC が決断する.
	F	振り返る.	A	Assign Tasks	A	Assign Tasks	優先順位付けし. 対策を実 施する.
			R	Review	R	Review	本当にこの判断で良いか振 り返る.

ここで DRODAR モデルにおいて新たに追加した Risk Assessment に関し, その考え方について考察する. Risk Assessment とはつまりリスクレベル評価である. リスクレベル評価の目的は, (a) リスクを受け入れられるか, (b) 緩和すれば受け入れられるか, (c) 受け入れることができないかを判断することである. 航空機の運航において, パイロットと飛行機の能力を超えるリスク (安全余裕 < 0) は絶対に受け入れてはならない.

2.3.2 において, 飛行中の時間制限のある状況下では, Risk Assessment Matrix (図 8) を考える余裕はなく, 実際的ではないと述べた. 飛行中のリスクレベルの評価は, 図 13 に示した Square - Circle モデル⁴⁶⁾ を用いて行くと直観的で分かりやすいと考えられる.



- ① 緑の四角形 (Square) ;
業務遂行能力 (パイロットと飛行機の総合能力).
- ② 黄色の円 (Circle) ;
フライト中の機長の意思決定の結果 (Risks of the decision).
- ③ Circle が Square の中に収まっているとき, 周囲の緑の部分の大きさが
安全余裕 Safety Margin の大きさを表す.

図 13 Square-Circle モデル (62nd IASS, FSF-JAPAN 抄訳⁴⁵⁾による図に基づき筆者作成)

Square – Circle モデルにおいて Safety Margin は次式で表される。

$$\text{安全余裕} = \text{業務遂行能力} - \text{意思決定結果} \tag{3}$$

安全に飛行するために安全余裕は常に正でなければならないが、一方で、緑の部分があまりに大きくなるものも効率的な判断とは言えない。

4.2.3 開発の流れ⑤：Perceive の分解、VNS モデルの作成

前述のように、Diagnose の D の次に Risk Assessment の R を加えることにより、3P モデルのうち Process（評価）、Perform（実行）を DRODAR モデルでカバーすることができるようになった。残るは Perceive（知覚）である。Perceive とは、警戒心をもって先を読む＝CRM スキルの Vigilance と、スレットやエラーに気付くこと＝Notice に該当するが、Perceive を Vigilance + Notice であると置き換えることで十分であるかを検討する。

一般に緊急事態が発生した場合、パイロットは間髪を入れず対処する必要があると思われるかもしれないが、即座の対処が必要となるケースは、対地接近警報等の緊急警報の作動時を除き、小型機では離陸時のエンジン故障、大型機では離陸時の決心速度付近におけるエンジン故障等、ごく限られた事象のみであり、パイロットはそうした場合の意思決定について Takeoff Briefing の段階で対処方法を確認している。

それ以外の状況では急いではならない。機材故障発生といった Non-Normal Condition（＝スレット）等に気が付いたとき、パイロットはまずは飛行機を安定させ、落ち着いて状況を判断し、Procedure が設定されているものは記憶により Procedure を行い、その後に Checklist を実施して確認する。急ぐ必要は全くなく、逆に急いで事は仕損じる⁴⁶⁾、そうした意味合いを含めて、Vigilance と Notice に加えて「S；Stay calm」を設定した。これはパイロットである自分自身に対する戒めの意味も含んでおり、「大丈夫落ち着いて、Fly First!」を意味する。

以上のことから 3P モデルのうち Perceive（知覚）は、次式の VNS に整理することとした。これまでの整理の結果を表 7 に示す。

$$\text{Perceive (知覚)} = V (\text{Vigilance}) + N (\text{Notice}) + S (\text{Stay calm}) \tag{4}$$

表 7 3P モデルー5K1F モデルーDODAR モデルーVNS/DRODAR モデル

3P モデル, 5K1F モデルの頭字語 (Acronym) 化						
3P モデル	5K1F モデル (筆者作成)		DODAR モデル		VNS/DRODAR モデル (筆者作成)	
Perceive : ハザードを 知覚する	K	警戒心をもって先を読む。			V	Vigilance 警戒心をもって先を読む。
	K	気付く。			N	Notice 気付く。
					S	Stay calm 大丈夫,落ち着いて。 Fly First!
Process : リスクの レベルを 評価する	K	解析する。 ・リスクの特定。 ・リスクレベルの評価。 ・選択肢を考える。	D	Diagnose	D	Diagnose 何が問題で、これからどうなるのか。
					R	Risk Assessment Risk を特定する。 Risk Level を評価する。
			O	Options	O	Options 選択肢を検討する。
Perform : リスクを 軽減する	K	行動する。	D	Decide	D	Decide PIC が決断する。
	F	振り返る。	R	Review	R	Review 本当にこの判断で良いか振り返る。

4.3 開発結果—VNS/DRODAR モデル／ループ

TEM に Risk Assessment を加えたものを Unified Risk Management (URM) と定義し、そのプロセスを VNS/DRODAR モデルとして提唱する (表 8)。図 14 のフローチャートに示すように、この VNS/DRODAR モデルは、飛行中は常に Vigilance と Notice を繰り返しているが、一度 Threat や Error に気が付くと Stay Calm へ進む。Fly First を維持しつつ緊急度・重要度を判断し、発生した事態に対する Procedure が定められている場合はそれを実行し、定められた Procedure が存在しない場合も含めて、Diagnose へ進む。Diagnose で実際に何が起きているかを確認したのち、Risk Assessment を実行し、その結果を踏まえて Option, Decide, Assign Tasks において対策を実施し、最後に Review を行なって最初の Vigilance へ戻る。この VNS/DRODAR は、飛行中は常に繰り返されるものであることから、ループであるとも言える。

VNS/DRODAR は Vigilance, Notice, Stay calm, Diagnose, Risk Assessment, Options, Decide, Assign tasks, Review の頭字語であり、Mnemonic (記憶を助けるもの) として利用可能であるほか、DRODAR の部分は Checklist (別添資料 1) としても使用可能である。Checklist としての活用については 5 章にて述べる。VNS/DRODAR の順番を記憶しやすく且つ思い出しやすくする一案として、頭文字の音をとった「ヴィーナス泥だぁ! (ヴィーナス泥棒だ)」など、語呂合わせでの記憶法を提案する。

表 8 VNS/DRODAR モデル

VNS/DRODAR モデル (筆者作成) ※Unified Risk Management のプロセス		
V	Vigilance	警戒心をもって先を読む。
N	Notice	気付く。
S	Stay calm	大丈夫, 落ち着いて。 Fly First!
D	Diagnose	何が問題で、これからどうなるのか。
R	Risk Assessment	Risk を特定する。 Risk Level を評価する。
O	Options	選択肢を検討する。
D	Decide	PIC が決断する。
A	Assign Tasks	優先順位付けし、対策を実施する。
R	Review	本当にこの判断で良いか振り返る。

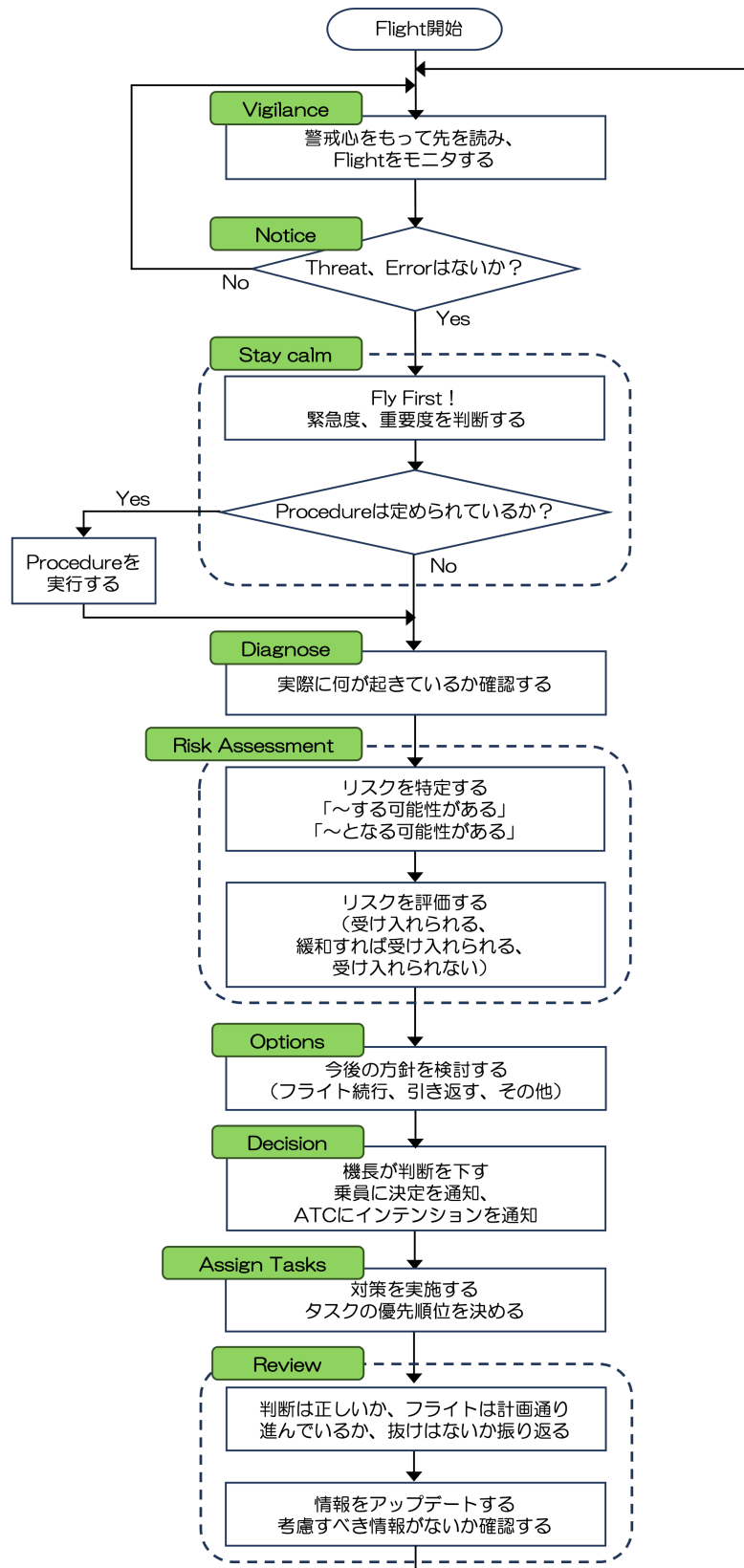


図 14 VNS/DRODAR モデル／ループのフローチャート

5. 基礎訓練課程への適用

—ノンテクニカルスキルを効率的に修得するための実践方法 Practical Non-Technical Skills (PNTS) の提案—

第3章において TEM に Risk Assessment を加えたものを Unified Risk Management (URM) と定義し、第4章においては URM のプロセスを VNS/DRODAR モデルとして提唱した。それらに続く本章では、VNS/DRODAR モデルを含む、ノンテクニカルスキルを効率的に修得するための実践方法について提案する。

基礎訓練課程においては、練習生は通常翌日の飛行の準備だけで手一杯の状態であり、ノンテクニカルスキルの準備や振り返りまで手が回らないことが多い。しかし、適切な方法で飛行の準備・飛行の実施・飛行後の振り返りを実施することができれば、効率的にノンテクニカルスキルを身につけることが可能になると考えられる。

本章においては、特に基礎訓練課程の練習生を対象として、日々の飛行訓練でノンテクニカルスキルを効率的に身につけて行くための実践方法、具体的には飛行の準備・飛行の実施 (VNS/DRODAR モデルの使用を含む)・飛行後の振り返りの手順全体を、Practical Non-Technical Skills (PNTS) と定義し、提案する。

5.1 Practical Non-Technical Skills (PNTS) の概要

ノンテクニカルスキルを身につけるために重要と考えられる項目をフェーズごとに整理して6項目の手順にまとめ、これを Practical Non-Technical Skills (PNTS) と定義した (図15)。第4章で定義した URM の実践法 VNS/DRODAR も PNTS の一部として含まれる。

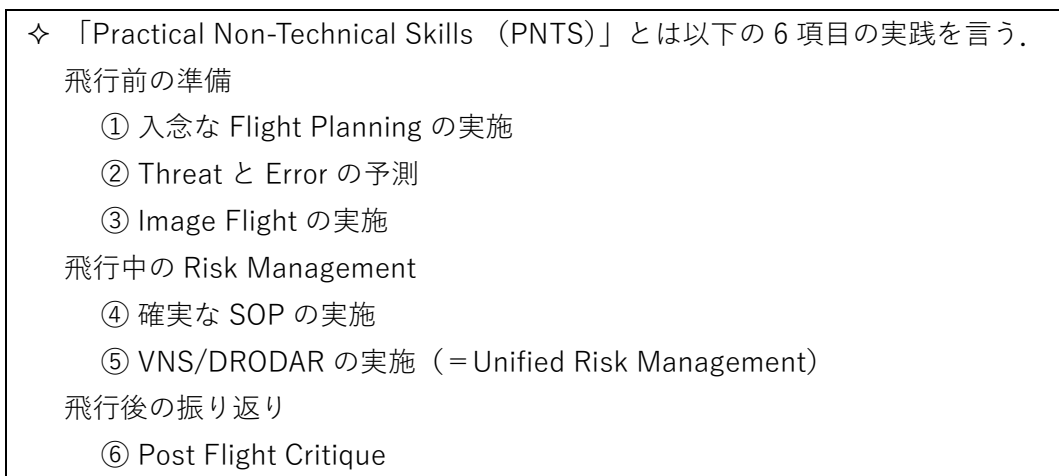


図15 提案する Practical Non-Technical Skills (PNTS)

5.2 飛行前の準備

航空安全の分野や航空業界において従来、飛行機を安全にかつ余裕を持って飛ばす最大の秘訣は、豊かな知識に裏付けられた的確な予測と判断力であると言われてきた⁴⁷⁾。種々のデータを確認し Pre-Flight Briefing が終了した段階で、パイロットはそのフライトで注意すべきポイントと共に、出発から到着までの具体的なプロファイルが頭の中でできあがっていなければならない。そして出発後は新しい情報に基づいた、新たな予測・判断により飛行計画の見直しを行っていく必要がある。

そのため乗員養成の場においては、「フライトを完遂するには、その事前の準備が80%で、残りの20%が実際のオペレーションである」と言われ、事前の準備の重要性が強調されてきた⁴⁷⁾。

5.2.1 入念な Flight Planning の実施

フライト前の入念な Flight Planning の実施はパイロットとして当然の務めである。訓練シラバスの内容を確認し、一通りの準備を終えたらイメージフライト^{注7)}を行い、当該フライトで予測されるスレットやエラー及びそれらへの対応を考える。準備の抜け（忘れもの）をなくすため、Flight Planning Checklist を作成した（図 16）。フライト当日、Dispatch Room を出るまでにこの Flight Planning Checklist を実施し、準備に抜けのないことを確認する。

Flight Planning Checklist (Before leaving dispatch room)	
<input type="checkbox"/>	Physical condition/ <i>I'M SAFE Checklist</i> *.....done
<input type="checkbox"/>	Licenseschecked
<input type="checkbox"/>	Currencychecked
<input type="checkbox"/>	Aircraft conditions.....checked
<input type="checkbox"/>	Weight & Balancechecked
<input type="checkbox"/>	NOTAM.....checked
<input type="checkbox"/>	Weatherchecked
<input type="checkbox"/>	Fuelchecked & ordered
<input type="checkbox"/>	Security of cargochecked
<input type="checkbox"/>	Threat and Errorconsidered
<input type="checkbox"/>	Decision.....Go/ No Go/ STBY
<input type="checkbox"/>	Personal belongings.....checked
<input type="checkbox"/>	Flight Planning Checklist.....completed

*FAA による *I'M SAFE Checklist*⁴⁸⁾（筆者が訳したもの）

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すか？
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，疲れていますか？
E	Emotion	感情	感情的に動揺していますか？

図 16 提案する Flight Planning Checklist

^{注7)} 飛行前の準備を行うために最も効果的と考えられる方法がイメージフライトである。イメージフライトとは、頭の中でフライトを想像（イメージ）して飛行機を飛ばすことで、Procedure や諸元を確認し、状況に応じて起こり得る事柄や場面を予測し、対処方法などを考え準備することを目標に、多くのパイロットが実践している方法である。

5.2.2 スレット及びエラーの予測

フライト中に遭遇する可能性のあるスレットやエラーを予測する場合、漠然とフライト全体を考えるのではなく、フライトを図 17 のように節目ごとに分け、①から⑧の各 Leg をイメージしながら当該 Leg における問題点を考えると、スレットやエラーの予測が容易になる。

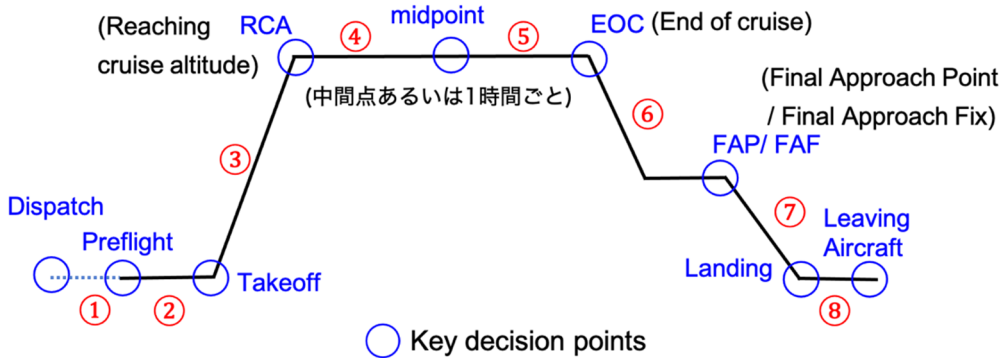


図 17 フライトの節目と Key Decision Points

スレットやエラーの可能性を予測する際、FAA の PAVE Checklist³⁵⁾の項目に基づいて予測することを提案する。FAA の PAVE Checklist は、パイロットの意思決定に影響を及ぼす 4 つのカテゴリー (Pilot, Aircraft, Environment, External Pressure) からハザードを見つけ出し、飛行のリスクを軽減するために使用するものだが、先に述べたように TEM との関係においてハザードはスレットやエラーと考えてよい。PAVE という言葉で 4 つのカテゴリーを覚えて、そのカテゴリーの中から表 9 に示した例を参考に、当該 Leg における具体的な事例を予測すれば、スレットやエラーの可能性を抽出することが容易になる。

またスレットに関しては、PAVE Checklist の P を Pilot だけでなく Person であると考えことで、対象に同乗者 (Observer や、Passengers)まで含めることができ、範囲を広げてスレット等を抽出することが可能となる。

表 9 FAA PAVE Checklist³⁵⁾ に対応するスレットの例
(注：Area の内容は筆者による訳、スレットの例は筆者作成)

Category	Area	スレットの例
Pilot, PIC (Person)	経験, 最近の飛行経験, 有効期間, 身体的/感情的状態, (乗客, 乗員, 関係者)	疲労, 焦り, 不安, ストレス, コミュニケーション不足, 権威勾配, チームワーク不良, 管制官のエラー, 同乗者のエラー, 急病人, Complacency.
Aircraft	予備燃料量, その型式における経験, 航空機の性能, 航空機器 (航空電子機器など)	機材の故障, 分かりにくいマニュアル, 複雑な手順, 扱いにくい機器, 一部機器の不作動, 類似コールサイン
enVironment	空港の状態, 天候 (VFR と IFR の要件), 滑走路, 照明, 地形	強風・突風, 横風・背風, ウィンドシア, タービュランス, 山岳波, 低シーリング, 経路上の雲, 飛行エリア内の雲, 積乱雲, 視程の不良, 天候の急変 (悪化), 複雑な地形, 空域・空港の混雑, 短い滑走路, 紛らわしい又は不鮮明な標識・マーキング
External pressures	遅延とダイバーションに対する (時間的な) 許容量	Delay, 滑走路の閉鎖, Go Around, Holding, Divert, Curfew, Time Pressure, 従うのが困難な ATC 指示

表 10 TEM Error Category¹⁹⁾ (注：エラーの例は筆者による訳)

Category	Error の例
Aircraft-handling error	自動や手動での操縦・操作, システム・無線・計器類の操作, 地上走行・操作
Procedural error	SOP, チェックリスト, コールアウト, ブリーフィング, 書類
Communication error	クルーから外部へ, パイロットからパイロットへ

表 11 に示すように、スレットやエラーに気が付いたとき、それらから予測されるリスク (Risk) を考え、各リスクレベル (Risk Level) を評価し、スレットやエラーへの対応策 (Countermeasures) を考える。気付いた点を簡単にメモしておき、イメージフライトに活用する。

例えば、表 11 に例示した“目的空港の強い横風”というスレットを予測した場合、そのリスクは「横風が制限値をオーバーする可能性がある。」となる。そのリスクレベルを評価し、(a) 受け入れられる、(b) 緩和すれば受け入れられる、(c) 受け入れられない、のいずれであるかを考える。

(a) の例：フライトの状況をよく考えて、「風は強いが制限値を超えることはないだろう」と思われるときは、リスクレベルの評価は (a) 受け入れられる、として対応策は①横風着陸、ゴーアラウンド (着陸復行) 判断基準のレビューを行う。

(b) の例：「制限値を超えることもあるが、着陸のチャンスもあるようなとき」は、(b) 緩和すれば受け入れられる、として①の対策に加え、チャンスを待つために②ホールディングする必要性を踏まえ、場所、待機方式、追加燃料量等を考えておく。

(c) の例：「チャンスはあるかもしれないが、継続的に制限値を超える可能性が高いとき」は、①と②の対策に加え、(c) 受け入れることができない場合を想定し、③ダイバートの可能性、計画の変更を考えておく。状況によっては最初から出発しないという選択もある。

可能であれば一つ上のリスクレベルへの対応、つまり (a) であると考えられても (b) であった場合に備え、②の対策まで考えておくと、実際に制限値を一時的に超える強い横風に遭遇した場合にも、余裕を持って対処することができる。

表 11 スレットとエラーの予測・リスクレベル評価・対応策の検討の例

Threat/Error	Risk	Risk Level 評価	Countermeasures
目的空港の強い横風	横風制限値をオーバーする可能性がある。	(a)	① 横風着陸, Go Around 判断基準の Review
		(b)	② Holding の可能性, 場所, 方式, 燃料
		(c)	③ Divert, 計画変更, 出発の中止

(a) 受け入れられる、(b) 緩和すれば受け入れられる、(c) 受け入れることができない。

5.2.3 イメージフライトの実施と JAXA CRM スキル行動指標・行動例の活用

イメージフライトは、5.2.1 脚注 8 において触れたように、飛行計画に基づいて出発から着陸までのフライト全体を通して、Procedure 及び諸元の確認、各 Leg で予測したスレット及びエラー、ならびにリスクとリスクレベルの評価を行い、対策を準備しておくものである。

その際、飛行中の主要な決断ポイント (Key Decision Points) で一寸立ち止まり、実施するチェックリストとして、PP Checklist (図 18) を提案する。PP Checklist とは“Plan”と“Program” Check の意で、筆者が考案したものであるが、フライトの主要な決断ポイント (Key Decision Points, 図 17 参照) においてその時点で予測されるスレットやエラーを考え、次の Leg に進む前に Plan (飛行計画) や Program (FMS や NAV Aids 等のセット) 変更の必要性の有無を確認し、変更の必要があるならばどのように変更するかを考えるためのチェックリストである。

PP Checklist	
(1) Threat & Error	reviewed
(2) Decision	continue / return / others
(3) Planning	continue / re-plan*
(4) Program	continue / reprogram*
* Briefing	perform (If necessary)

図 18 PP Checklist (筆者作成)

例えば、EOC (End of Cruise) の手前で、目的空港に雷雨 (スレット) がかかって来たことを想定する。どのようにして最新の情報を入手し、Go/No Go を判断し、対応を考え、Plan と Program をどのように変更するかを予め考えておく (Planning の Countermeasures)。そうすることで実際にそのような状況になった時も余裕をもって対処ができる。そして Plan, Program を変更する場合には、変更点に関して必ず Briefing を実施すること (たとえ一人乗務の場合であっても) が重要である。

5.3 飛行中のリスクマネジメント

5.3.1 確実な SOP の実施

SOP (Standard Operating Procedure) とは、日常の飛行のフェーズや Non-Normal 発生時において必ず実施しなければならない操作や確認行為であり、パイロットがパイロットとしての任務を達成するにあたり、判断と行動の基準とする大切なものである。そのためフライトにおいては、SOP とは守らなければならないものであると理解され、受け入れられた状態 (Discipline) が保たれていなければならない。

SOP は、標準的な条件設定のもとで守るべき基準として設定されている。「飛ぶために Procedure があるのであって、Procedure で飛ぶのではない」と言われるように、Procedure をただ実施すれば良いというものではない。パイロットは、Procedure の実施時期やコンフィギュレーション及びスピードの選定を、時々の状況や条件に応じて適切に判断する必要がある。

SOP は文字通り、Procedure つまり How (何をどのように行うかを示した具体的な手順) を定めたマニュアルであるが、なぜこの手順が必要なのか、Why を理解することが大切である。そして、すべての飛行環境に対応する SOP の設定は不可能であるため、標準的でない状況においては、設定理念の正確かつ十分な理解に基づいた SOP の弾力的な運用が期待されている。

一般的に、SOP を定めたマニュアルには、機長が安全かつ効率的な運航をするために他の有効な手段を講ずることを制約するものではない、といった主旨のことが記載されているが、安全運航を確保するためにどうしても逸脱が必要な場合でない限り、SOP に従うのが大原則である。

さらに近年では、SOP で定められた Takeoff Briefing, Landing Briefing の実施において、最新の情報に基づき予測されるスレットとその対処法をブリーフィング内容に含めることが重要であると認識されている。SOP 実施の大前提として、こうしたコンセプトをしっかりと理解しておくことが重要である。

5.3.2 VNS/DRODAR (Unified Risk Management (URM)) の実施

VNS/DRODAR プロセス (ループ) は通常、記憶により実施することを原則とする。ただし機材故障等の Non-Normal Condition 発生時といった、プレッシャーがかかった状態では適切な意思決定をすることが難しいため、そうした場合には DRODAR モデルを Checklist (別添資料 1) として活用し、論理的な順番に従って考察を進める。そうすることでより適切な意思決定に至る可能性を

高めることができる。表 12 は Vigilance, Notice, Stay calm のプロセスであり、通常時はこの VNS のうち V と N を繰り返すことになる。N の結果、スレットやエラーに気付いた場合は S へ進み、続いて表 13 に示す DRODAR プロセスへ進む。

- ・ VNS の実施 (表 12) : 飛行中に継続的に実施するプロセスである。飛行中は常に Vigilance & Monitor, つまり警戒心を持って先を読み、状況を監視することが重要である。N の結果、スレットやエラーに気付いた場合は S を経て、DRODAR プロセスへ進む。
- ・ DRODAR の実施 (表 13) : S (Stay calm) から先へ進んだ場合に実施するプロセスである。DRODAR プロセスを実施するときは、今が Point of Decision (岐路に立っており、決断が必要な時) であることを認識しながら、各項目を実施することが重要である。

表 12 VNS プロセス

V	Vigilance	「私または乗客・航空機を傷つける可能性のあるもの、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	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	Stay calm	まず自分に対して「大丈夫落ち着いて。Fly first!」と言う。飛行機を安定させる。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。 <ul style="list-style-type: none"> ・ Procedure の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。 ・ 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。

表 13 DRODAR プロセス/Checklist

D	Diagnose	①具体的な徴候、計器指示、目視確認等により、実際に何が起きているのか確認する。→「～が起きている」。 ②必要なら残存燃料の確認等により、決断のタイムリミットを確認する。→「〇〇時〇〇分までに決断する」。
R	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。 <u>このリスクは下記の (a) ~ (c) のいずれであるか検討する。</u> (a) 受け入れられる。 (b) 緩和すれば受け入れられる。 (c) 受け入れられない。
O	Options	⑤リスク評価を踏まえた今後の方針をどうするか、下記の (d) ~ (f) のいずれであるか、それぞれの選択肢のメリット及びデメリットを検討する。 (d) 計画通りフライトを続行する。 (e) フライトの続行を止め、引き返す。 (f) その他 (Diversion, 計画の変更, 援助を求める等) ⑥ <u>Plan, Programming を (g) 変更するか, (h) 変更しないか, 具体的にどうするかを検討する。</u> → [Planning Countermeasures] (g) Plan, Program を変更する場合 ☆ Plan をどのように変更するか。

		<p>☆ Program をどのように変更するか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目的地を変更する場合は、出発前の6項目^{注8)}の確認事項（整重情気燃積）の再確認が必要になる。
D	Decide	<p>⑦ 機長（PIC）は上記④⑤⑥について決断を下す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・決断を下すのは機長だが、それまでは全ての乗員が関与する。 ・PIC は決定を全員に周知し、Crew は了解した旨を伝える。 ・必要な場合 ATC 等に PIC の Intention を通知する。
A	Assign Tasks	<p>⑧ 対策を実施する → [Execution Countermeasures]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Workload の軽減のために自動操縦を有効に活用する。 ・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。 ・Multi Crew では、PF^{注9)} が操縦と Radio を担当する「My Radio, Your QRH^{注10)}」手法が効果的とされている。 ・Single Pilot では作業の優先順位を決めることが重要である。 <p>* 航空機と Pilot が Ready になるまでは、進入を開始しないことが重要。</p>
R	Review	<p>⑨ 本当にこの判断で良いか振り返る。 → [Review Countermeasures]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フライトは計画通りに進んでいるか、SOP に抜けはないか。 ・考慮すべき新しい情報はなにか、情報を Update する。 ・他にやるべきことがないか確認する。

DRODAR プロセス/Checklist が終了したときは Vigilance に戻る。

5.4 飛行後の振り返り（Post Flight Critique）

① De-Briefing：日常評価票の記入（教官）

フライト終了後、教官は日常評価票（別添資料 2）を作成し De-Briefing を行う。練習生はフライトにおいて自分で気が付いたことを積極的に述べ、教官より必要な情報の収集、リスク評価や意思決定の適切さ、ノンテクニカルスキルの定着度等について、評価とアドバイスを受ける。

② Post Flight Critique Memo の記入と JAXA CRM スキル行動指標・行動例の活用（練習生）

- ・練習生は当日のフライトを振り返り、どのようなイベントがあったのか、短文にして Post Flight Critique Memo（別添資料 3）に記入する。そこから遭遇したスレットや発生したエラー、UAS を抽出し、それらがもたらすリスクとリスクレベルの評価、どのように対処したのか等を記入する（図 19-A、表 14）。
- ・スレットやエラー、UAS を認識することができたか、それらから生じるリスクの特定や評価ができていたか、Point of decision を認識することができたかについても振り返って記入する（図 19-B、表 15）。フライトにおいて Point of decision を意識することは重要なことであり、この Memo で Point of decision を認識することができる。
- ・自分のとった行動について「不足していたと思われる CRM スキル」及び「うまく発揮できたと思う CRM スキル」を JAXA CRM スキル行動指標¹⁸⁾から抽出し転記しておく、具体的な行動が明らかになる。この一連の流れはノンテクニカルスキルを身に付ける上で大変重要なことである。

注8) 整重情気燃積; 航空機の整備状況、離陸重量・着陸重量・重心位置、航空情報（NOTAM）、気象情報、搭載燃料量、積載物の安全性の6項目。

注9) PF; Pilot Flying. 操縦を担当するパイロットを指す。

注10) QRH; Quick Reference Handbook. 運航乗務員飛行規程のうち、通常操作及び異常時/緊急時に行うべき操作をチェックリストの形でまとめた冊子。「My Radio, Your QRH」とは PF が操縦と無線通信（ATC 管制通信）を担当し、もう一名のパイロット（PM; Pilot Monitoring）に QRH に従った操作や確認を行わせる手法のこと。通常、無線通信は PM が担当する作業である。

表 14 Post Flight Critique Memo A (上半分) の記入例

日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路:		飛行時間: +	
(Event) 訓練空域への飛行に先立ち、大気の状態が不安定であることは認識していたが、先に離陸した航空機からの気象報告で予定訓練空域での訓練は可能であると思われた。しかしながら天候は急激に悪化しており、雲を回避しながらの訓練空域への進出となった。VMC を何とか維持できる状態であったが、訓練を中止し、空港が IMC となったので Special VFR で帰投した。			
Threat・Error・UAS 遭遇したもの	Risk ～する/～となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
Threat (1) : 悪天候 (雷雨)	VMC を維持できなくなる可能性	(VMC を維持可能) 受容可能と判断	自分の気象解析、先行機から情報を基に訓練可能と判断
UAS (1) : VMC を維持できない(航空機の安全マージンが低下)	障害物と安全間隔を維持できなくなる可能性	受容できない	訓練を中止 Special VFR により帰投

表 15 Post Flight Critique Memo B (下半分) の記入例

	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Error・UAS を認識できたか.	✓	□
2	Threat・Error・UAS から生じる Risk を特定できたか.	✓	□
3	Risk Level を適切に評価できたか.	□	✓
4	Threat (1) に適切に対処できたか. UAS (1) に適切に対処できたか.	□ ✓	✓ □
5	Point of decision を認識できたか.	□	✓
6	Point of decision での判断は適切だったか.	□	✓
Point of decision は認識できたか、どこだったか。 POD ; 雲を回避するために、巡航高度を維持できないと分かった時 [Memo] 訓練空域まで行かずに早く引き返しを判断すべきだった。			
不足していたと思われる CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記)			
SVI②: 問題意識を持って、十分に確認する。 SVI③: 常に警戒心と全体を見回す態度を持ち続ける。 SAT①: 現在の状況から今後の状況がどう変化するか予測する。 SAA①: あらゆるリソースを活用して情報を集める。 WPL①: 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。			
うまく発揮できたと思う CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記)			
WPL②: 状況の変化に対応して計画する。 SAT②: 何か起きたら、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。)			
教訓: 離陸前に、本当に離陸してよいか再確認する。 状況の変化に注意し早め早めの判断を心掛ける。			

6. 基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキルの評価手法の開発

Practical Nontechnical Skills (PNTS) に従い、飛行の準備、飛行の実施、飛行後の振り返りを実践することにより、練習生のノンテクニカルスキルのレベルは向上すると期待される。訓練の高度化と効率化のためにも、練習生にとって何が身に付き、何が足りないかを評価してフィードバックすることが重要である。そこで、ノンテクニカルスキルのレベルの評価手法について検討開発し、提案する。

6.1 基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキルの評価

6.1.1 2種類の評価票

操縦の基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキル評価は、2種類に分けて実施することが適切であると考え、1つ目は日々の操縦訓練におけるノンテクニカルスキルの確認と評価、2つ目は次の訓練段階へ進む前の確認と評価である。

この2種類の評価のため、日々の飛行訓練におけるノンテクニカルスキル実践状況を評価するための「日常評価票」と、時間的間隔をあけて練習生のノンテクニカルスキル修得の度合いを評価するための「定期審査評価票」とを開発することとした。内容の詳細は後述するが、評価者（教官）に負担の大きい評価制度は現場に定着し難いことから、いずれも評価者の負担を少なくすることを考慮し、簡潔な構成とした。「日常評価票」を用いることで練習生は、その日の飛行訓練におけるノンテクニカルスキルに関する教官の評価を元に、振り返りを行うことで改善点が明確となり、ノンテクニカルスキルの向上につながるものと期待される。定期審査評価票は、上級の Stage（段階）に進級する前に実施される Stage check（技能審査）時に併用されることを想定しており、比較的長時間間隔を空けての評価となるため、前回の評価結果と比較することで、ノンテクニカルスキル修得の度合いを確認することも可能となる。

これら2種類の評価票の開発経緯を、6.2以降において説明する。

6.1.2 新たな評価の観点：コンピテンシー

航空機乗組員の訓練・審査は、運航環境の変化と共に、ヒューマンエラーを含む運航の諸課題に対応したものであることが望ましいことから、本邦航空局は2017年に航空法施行規則を改正し、従来の基準に基づく訓練・審査に代わり、指定本邦航空運送事業者^{注11)}がCBTA (Competency Based Training and Assessment)を導入することを承認した⁴⁹⁾。

CBTAとは、タスクの分析に基づいて航空機乗組員に求められるコンピテンシー^{注12)}を予め特定し、必要なレベルのコンピテンシーの修得を訓練の目標に設定して行う訓練・審査方式のことである。

従来の訓練・審査では、個人の能力はタスクの出来不出来で評価されていたが、CBTAではコンピテンシーのレベルにより評価されるようになる。コンピテンシーそのものは直接観察することはできないため、観察可能な行動指標 (Behavior) により評価する。

CBTAを実施するために、FAAはAQP (Advanced Qualification Program)⁵⁰⁾を、ICAOはEBT (Evidence based Training)⁵¹⁾をそれぞれ制定した。指定本邦航空運送事業者はAQPまたはEBT

注11) 指定本邦航空運送事業者：機長候補者の訓練方法等に関し、自社の機長のみを対象として、自ら認定・審査し、国の認定・審査を省略することを認められた一定の基準を満たす航空会社。

注12) コンピテンシーとは、業務において期待される成果を得るために求められる人間の行動指標（所定の基準に従ってタスクを実施するために求められる「スキル (Skills Technical Skills と Non-technical Skills の両方を含む)」、及び「知識 (Knowledge)」ならびに「姿勢 (Attitude)」の組合せ)と定義されている。

のいずれかにより、CBTA の考え方を取り入れた訓練・審査を導入することが可能となっている。

海外動向を見渡しても、これからの操縦士の訓練・審査制度は CBTA が主流になると考えられる。そのため本研究におけるノンテクニカルスキル（CRM スキル）等の評価については、CBTA プログラム導入に関する審査要領細則⁹⁾を参考とすることとした。

CBTA では、予防安全の観点から、TEM の実践に重点が置かれている。従来、CRM はテクニカルな側面とは分離して考えられていたが、TEM ではそうした区別をしていない。FAA の AC120 54A においては、AQP の主な目的の 1 つは CRM と Technical training のシームレスな統合であると記載されている。

一方、ICAO における Skills とは、8 個の Core competencies (①Application of procedures, ②Communication, ③Aircraft Flight Path Management -Automation, ④Aircraft Flight Path Management -Manual Control, ⑤Leadership and teamwork, ⑥Problem solving and decision making, ⑦Situational Awareness, ⑧Workload management) から構成されている。FAA による AQP が、CRM と Technical training のシームレスな統合を目指したものであると同様に、ICAO による 8 個のコンピテンシーにはテクニカルスキルとノンテクニカルスキルの両方が含まれている。そして従来の CRM スキルは Core competencies のノンテクニカルスキルに該当するとしている。

6.2 コンピテンシーによる日常評価票（教官用）

教官は訓練飛行終了後、練習生の日常評価票（別添資料 2）に評価を記入した上で、練習生に Debriefing を行う。この評価票は、上述のように CBTA の考え方を参考に、評価項目を(1) Attitude, (2) Knowledge, (3a) Technical Skills, (3b) Procedural Skills, (3c) Non-technical Skills の 5 分類とした。評価項目を必要最小限とすることで、練習生が大局的に見て自分に何が足りなかったかを客観的に知ることができるようにした。評点の細かさは、基礎訓練課程であることを考慮し、例えば“Not Ready”（未だ審査を受けられるレベルではない）と一言と言っても実際には幅があるため、“要努力”から“優”までの 6 段階としたが、訓練機関における他の訓練科目の日常評価基準の段階に一致させることが望ましい。

表 16 は別添資料 2 より抜粋した (3c) ノンテクニカルスキル評価票部分である。練習生が基礎訓練課程において修得すべき能力は「安全に飛行できること」であり、CRM スキルを活用して (1) 必要な情報を集められること、(2) 情報を分析し、リスクを適切に評価できること、(3) 適切なタイミングで適切な決断ができることである。それらが適切に実施できなかった場合は、不足していたと思われる CRM スキルにチェックを入れ、CRM スキルの定着度を評価する。そうした評価と教官のコメントを元に、練習生は Post Flight Critique Memo に振り返りを記入すれば、JAXA CRM スキル行動指標により、不足していたと思われる CRM スキルや、反対にうまく発揮できたと思う CRM スキルを明確にすることができる。

ICAO の Competency モデルに組み込まれている CRM スキルは、Communication, Leadership and teamwork, Problem solving and decision making, Situational Awareness, Workload management の 5 項目だが、名称は少し変化しているが、その内容は 2.1 Crew Resource Management (CRM) の項において紹介した JAXA CRM スキルと同一であることから、本研究では JAXA CRM スキル行動指標を活用するために、JAXA CRM スキルの名称 Communication, Team Building and Maintenance, Decision Making, Situational Awareness Management, Workload Management を使用することとした。

表 16 日常評価票のうちノンテクニカルスキル評価の部分

Non-Technical Skills	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
CRM Skills の定着度*	○	○	○	□	□	□
必要な情報の収集	○	○	○	□	□	□
Risk の適切な評価	○	○	○	□	□	□
意思決定の適切さ	○	○	○	□	□	□
*不十分と思われる CRM Skills に✓；○ Communication, ○ Team Building and Maintenance, ○ Situational Awareness Management, ○ Workload Management, ○ Decision Making.						

6.3 定期審査評価票（審査官用）

上級の Stage に進級する前に実施される Stage check（技能審査）時に、テクニカルスキルの評価と併用することを想定し、ノンテクニカルスキルの定期審査評価票を開発した（別添資料 5 参照）。定期審査評価票におけるノンテクニカルスキルの評価項目は、6.2 において提案した日常評価票のうちノンテクニカルスキルの評価部分を細分化したものである。

評点の細かさは CBTA プログラム導入に関する通達⁹⁾ に示された 4 段階とした。通達においてはコンピテンシーの評価を 5 段階で行うとしているが、CRM スキルに関しては実質 4 段階の評価となっているためである（表 17、評価 1：not effective, 評価 2：not completely effective, 評価 3 及び 4：clearly effective, 評価 5 は exemplary）。CRM スキルに関する得点と Risk Management の得点を合計して総評価点とする（表 18）。個人の過去の定期的審査の評価点と比較することで、ノンテクニカルスキルの進捗状況を把握することができると考えられる。

表 17 評価の等級と各定義

（『CBTA プログラムとして AQP を参考にした場合の評価手法』, 国土交通省航空局「Competency Based Training and Assessment Program の審査要領細則」より抜粋⁹⁾）

等級	定義
1	Unsatisfactory Major deviations from the prescribed qualification standards occur that are not recognized or corrected. Individual or crew performance could result in hull loss or loss of life. CRM skills are not effective.
2	Below Standard Deviations from the prescribed qualification standards occur that are not recognized or corrected. Individual or crew performance is safe but would be unsatisfactory if diminished by any amount. CRM skills are not completely effective.
3	Standard with Debrief Deviations occur from the prescribed qualification standards that are recognized and most corrected. Individual or crew performance meets expectations. CRM skills are clearly effective.
4	Standard Minor deviations occur from the prescribed qualification standards that are recognized and corrected in a timely manner. Individual or crew performance meets expectations. CRM skills are clearly effective.
5	Excellent Performance remains well within the prescribed qualification standards. Individual or crew performance, management and CRM skills are exemplary.

表 18 定期審査における評価項目と総評価点 (別添資料 5 より抜粋)

		下記評点 1 点から 4 点のうちいずれか	
(A) CRM Skills (20 点満点)	Communication	点	(A) の 合計 点
	Team Building and Maintenance	点	
	Situational Awareness Management	点	
	Workload Management	点	
	Decision Making	点	
(B) Risk Management (12 点満点)	必要な情報を集められること	点	(B) の 合計 点
	Risk を適切に評価できること	点	
	適切なタイミングで適切な意思決定ができること	点	
総評価点 ; (A) と (B) の合計 (32 点満点)			点

※評点 ; 4 (優れている), 3 (標準), 2 (やや劣る), 1 (成績不良).

7. 結言

航空機の安全運航を維持するために、パイロットには操縦技術（テクニカルスキル）だけでなく、ノンテクニカルスキルも重要である。民間航空の大型機のパイロット養成は、CPL 養成方式の基礎訓練課程は一人で操縦できる小型機（単発機や双発機）を使用して行い、その後、実用機課程で操縦に二人を要する大型機に移行する方法が実施されているが、現在、基礎訓練課程では実践的なノンテクニカルスキルの教育は行われていない。

CPL 養成方式の練習生を対象とした、小型機と大型機の両者に共通して使える連続性のあるノンテクニカルスキルの実践法を開発することができれば、テクニカルスキル訓練とノンテクニカルスキル訓練を、基礎訓練課程の初期の段階から並行して指導することが可能になると考えられることから、これを開発することを目的に研究を行った。

まず第2章において、CRM、TEM、SRM等のノンテクニカルスキルの定義及び実施法などの概要を紹介し、実際のフライトにおいて実践する場合の問題点を考察した。

第3章では、運航環境や運航支援体制に着目し、CRMとSRMの相違点、及びTEMとFAA提唱のRisk Managementの相違点を抽出し、それらCRM、SRM、TEM、Risk Managementを統合することが可能であるか検討を行った。その結果、TEMと、Risk Managementの一要素であるRisk Assessmentとを統合することで、一人で操縦できる航空機（小型機）から操縦に二人を要する航空機（大型機）まで連続して共通に使用できるノンテクニカルスキルとすることが可能であると分かった。これをパイロットの新しいRisk Management: Unified Risk Management (URM)と定義することとした。

第4章では、URMを実践するためのプロセスとしてVNS/DRODARモデルを開発し、その経緯と使用方法を説明した。

第5章においては、練習生が日々の飛行訓練でノンテクニカルスキルを身につけて行くための、飛行の準備・飛行の実施（VNS/DRODARモデルの使用を含む）・飛行後の振り返りの手順を、6項目に整理し、Practical Non-Technical Skills (PNTS)と定義するとともに、その実践方法を具体的に説明した。パイロットとして必要な技能を効率的に身に付けるためには、特に事前の準備が重要であることを強調した。

第6章では、CRMスキルの定着度及びRisk Managementに焦点を当てて練習生の行動を評価する、日常評価票及び定期審査評価票を作成し、提案した。ノンテクニカルスキルの評価項目に関しては、操縦士の今後の訓練及び審査制度の主流となると考えられるCompetency Based Training and Assessment (CBTA)の考え方を盛り込んで作成した。

本研究は、主としてCPL養成方式における基礎訓練課程の練習生を対象として実施したものであるが、Unified Risk Management (URM)は、様々な運航環境に対応できるものであり、且つ、練習生だけでなく、大型機や小型機の運航に従事するパイロットのノンテクニカルスキルの実践法としても活用可能と考えられる。

また、練習生が効率的にノンテクニカルスキルを身につける実践方法をPractical Non-Technical Skills (PNTS)としてまとめ、練習生のノンテクニカルスキルを評価する日常評価票・定期審査評価票を作成・提案した。ノンテクニカルスキルとは、従来は“エアマンシップ”として実際のフライトを介して先輩から後輩へと伝えられてきた暗黙知を明文化したものと考えられる。適切なノンテクニカルスキル教育が実施されれば、伝承される技能の平準化が図られ、飛行の安全性の向上及び運航乗務員養成の効率化の達成が期待される。

今後はこれらURM、VNS/DRODAR、PNTS、各評価票を実際の訓練現場や運航現場において試

用し、ユーザによる評価や要改良点をフィードバックすることで、改善してゆく必要があると考える。改善を重ねていくことで、テクニカルスキルとノンテクニカルスキルを並行して教育する体制が徐々に整って行き、質の高いパイロットの養成や訓練時間の短縮につながっていくことが期待される。

参考文献

- 1) National Transportation Safety Board (NTSB); Aircraft Accident Report: Eastern Air Lines, Inc., L-1011, N310EA, Miami, Florida, December 29, 1972, NTSB-AAR-73-14(1973-06-14).
- 2) Raad voor de Luchtvaart: Definitief rapport van de Raad voor de Luchtvaart (Final Report and Comments of the Netherlands Aviation Safety Board of the investigation into the accident with the collision of KLM Flight 4805, Boeing 747-206B, PH-BUF and Pan American Flight 1736, Boeing 747-121, N736PA at Tenerife airport, SPAIN on 27 March 1977).
- 3) National Transportation Safety Board (NTSB); Aircraft Accident Report: UNITED AIRLINES, Inc., DC-8-61, N8082U, Portland, Oregon, December 28, 1978, NTSB-AAR-79-7(1979-06-07).
- 4) 国土交通省航空局; 航空機乗組員に対する CRM 訓練の設定基準, 空航第 410 号, 航空局技術部 運航課長通達, 平成 10 (1998) 年 6 月 22 日.
- 5) 国土交通省航空局; 運航規程審査要領細則, 空航第 78 号, 航空局安全部運航安全課長通達, 平成 12 (2000) 年 1 月 28 日.
- 6) Federal Aviation Administration (FAA); 'Crew Resource Management (CRM) and Single-Pilot Resource Management,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-4.
- 7) 国土交通省交通政策審議会 航空分科会 基本政策部会/技術・安全部会 乗員政策等検討合同小委員会 とりまとめ参考資料, 平成 26 (2014) 年 7 月, pp.12, <https://www.mlit.go.jp/common/001047347.pdf> (2022-1-13 参照)
- 8) 国土交通省航空局; 配布資料 3 MPL 技能証明制度について, 第 2 回航空機の操縦士技能証明制度等のあり方検討会, 平成 21 (2009) 年 7 月 29 日, pp.6, <https://www.mlit.go.jp/common/000046562.pdf> (2022-1-13 参照)
- 9) 国土交通省航空局; Competency Based Training and Assessment Program の審査要領細則, 国空航第 11576 号, 安全部運航安全課長通達, 平成 29 (2017) 年 3 月 30 日.
- 10) 日本航空株式会社; 「UAL DC-8 型機 燃料切れで墜落」, JAL Flight Safety 誌 11 号 (1980 年 4 月号) , pp.15.
- 11) Cooper, G. E., White, M. D. and Lauber, J. K.; 'Resource management on the flight deck,' Proceeding of a NASA/Industry Workshop (Held at San Francisco, California, June 26-28, 1979), NASA-CP-2120, 1980.
- 12) Blake, R., & Mouton, J.; 'The Managerial Grid: The Key to Leadership Excellence.' Houston, TX: Gulf Publishing Company, 1964.
- 13) Helmreich, Robert L., Merritt, Ashleigh C. and Wilhelm, John A; 'The evolution of crew resource management training in commercial aviation', The international journal of aviation psychology (Taylor & Francis) , Volume 9 Issue 1, 1999, pp.19-32.
- 14) 日本航空株式会社; 「A Fully integrated Approach to Cockpit Resource Management」, JAL Flight Safety 誌 36 号 (1984 年 8 月号) , pp.16-17.
- 15) ICAO Doc 9803, Line Operations Safety Audit (LOSA), First edition 2002.
- 16) 日本航空株式会社; 「Line Safety Audit」, JAL Flight Safety 誌 No.133 (2000 年 12 月号) , pp.17.
- 17) 日本航空株式会社; 「Line Safety Audit」, JAL Flight Safety 誌 No.006 (2006 年 2 月号) , pp.10.
- 18) 飯島朋子, 野田文夫, 須藤桂司, 村岡浩治, 船引浩平; 「CRM スキル行動指標の開発」, 航空宇宙技術研究所報告 NAL TR-1465, 2003.
- 19) ICAO Doc 9868, PANS Training, Chapter 1, Attachment C to Chapter 1 (TEM), Second Edition 2015.

- 20) 羽原敬二; 「空の安全—技術, 政策, そして法」, ノモス, 関西大学法学研究所編, 2006年, pp.1-55.
- 21) 国土交通省航空局運航安全課; 「自家用 Pilot のみなさまへ 自らの運航をチェック!」, <https://www.mlit.go.jp/common/001180079.pdf>. (2020-11-02 参照)
- 22) Federal Aviation Administration (FAA); 'Perceive, Process, Perform (3P) Model,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-15.
- 23) Federal Aviation Administration (FAA); 'Practical Risk Management in Flight Training,' FAA Aviation News Vol.44, No.3, MAY/ JUNE 2005, pp.1, <https://www.faasafety.gov/files/gslac/library/documents/2006/Oct/6107/Teaching%20Risk%20Management.pdf>. (2020-11-02 参照)
- 24) Federal Aviation Administration (FAA); 'The 5Ps Check,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-13.
- 25) Federal Aviation Administration (FAA); 'All Hands-on Deck! Managing the Mission with a Crew of Just You.,' FAA Safety BRIEFING, March/ April 2014, pp.21, https://www.faa.gov/news/safety_briefing/2014/media/MarApr2014.pdf. (2020-11-02 参照)
- 26) Federal Aviation Administration (FAA); 'The Decision-Making Process,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-19.
- 27) Federal Aviation Administration (FAA); Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-1.
- 28) Paul A. Craig; 'BE A BETTER PILOT Making the Right Decisions,' Tab Books, 1997, pp.107.
- 29) Federal Aviation Administration (FAA); 'Risk Management,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-3, pp.2-4, pp.2-6.
- 30) Federal Aviation Administration; Flight Risk Assessment Tools (FAAST FRAT), https://www.faasafety.gov/gslac/ALC/lib_categoryview.aspx?categoryId=31. (2022-2-7 参照)
- 31) Federal Aviation Administration; 'Defining Hazard,' Risk Management Handbook (FAA-H-8083-2) Change 1, 2016, pp.1-2, https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/risk_management_hb_change_1.pdf. (2020-11-02 参照)
- 32) Federal Aviation Administration (FAA); 'Hazard and Risk,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-4.
- 33) 国土交通省航空局; 「航空安全プログラム」, 2013, pp.3, https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk2_000005.html. (2020-11-02 参照)
- 34) ICAO; A systematic approach to managing safety, including the necessary organizational structures, accountability, responsibilities, policies and procedures. , ICAO Doc 9859, Safety Management Manual Fourth Edition, 2018.
- 35) Federal Aviation Administration (FAA); 'PAVE Checklist: Identify Hazards and Personal Minimums,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-15.
- 36) Federal Aviation Administration (FAA); 'CARE Checklist: Review Hazards and Evaluate Risks,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-16.

- 37) Federal Aviation Administration (FAA); 'TEAM Checklist: Choose and Implement Risk Controls,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-16.
- 38) Civil Aviation Authority (CAA); 'Rational (classical) decision making,' Flight-crew human factors handbook (CAP 737), 2016, pp.83.
- 39) European Helicopter Safety Team; 'EMERGENCY PROCEDURES,' Helicopter Flight Instructor Manual, 2015, pp.86.
- 40) 航空輸送技術研究センター (ATEC) ; 'MCC 調査報告_JAL,' 及び'MCC 訓練手法調査報告書_ANA,' Multi-Crew Pilot License に関する調査研究報告書, ATEC-08-008, 2009, 添付資料 3 及び 4.
- 41) 国土交通省航空局; 'その時、あなたならどうする? ~小型航空機の安全な運航のために~ (第3部: CFIT [操縦士が気が付かないうちに地表に衝突] への対処),' YouTube MLIT Channel, <https://www.youtube.com/watch?v=oHF692-4Qkk>. (2020-11-02 参照)
- 42) Federal Aviation Administration (FAA); 'Assessing Risk,' Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge (FAA-H-8083-25B), Chapter 2 Aeronautical Decision-Making, 2016, pp.2-6.
- 43) James Reason 著, 塩見弘, 佐相邦英, 高野研一翻訳; 「組織事故一起こるべくして起こる事故からの脱出」, 日科技連出版社, 1999.
- 44) 日本航空株式会社; 「Operational Control とは 航空会社の運航についての基本コンセプトを考える」, JAL Flight Safety 誌 60 号 (1988 年 10 月号), pp.1.
- 45) Zhou Yizhi; 'The Relationship Analysis Among Risk Assessment, Decision Making and Executive Ability of the Flight Crew,' Joint meeting of the Flight Safety Foundation 62nd annual International Air Safety Seminar IASS, FSF-JAPAN 抄訳, 2009, pp.60, https://bird-yellow-911d6fa3457cab96.znnc.jp/wordpress/wp-content/uploads/2017/08/FSF_2009_PEK.pdf. (2020-11-02 参照)
- 46) James Albright; Don't Get Busy 'Being A Better Pilot, Part 1 'Aviation Week Network, June 30 2021.
- 47) 日本航空株式会社; B777 機長養成指導要領, 01.JUN.98 Rev.1, 1998, pp.II-2
- 48) Federal Aviation Administration (FAA); 'Single-Pilot Crew Resource Management,' General Aviation Joint Steering Committee Safety Enhancement Topic, March 2015, https://www.faa.gov/news/safety_briefing/2015/media/se_topic_15_03.pdf. (2023-01-25 参照)
- 49) 国土交通省航空局; 'Competency Based Training and Assessment の導入,' 最近の運航基準の改正状況等, 2017, pp.6, <https://www.mlit.go.jp/common/001180156.pdf>. (2020-11-02 参照)
- 50) Federal Aviation Administration(FAA); 'Advanced Qualification Program', AC120-54, 1991.
- 51) ICAO; Manual of Evidence-based Training, ICAO Doc 9995, First Edition 2013.
- 52) 津田宏果, 飯島朋子, 野田文夫; 「行動指標を用いた CRM スキル計測手法の開発」, 宇宙航空研究開発機構研究開発報告 JAXA-RR-09-001, 2009.

DRODAR Checklist

- * 今が Point of decision (岐路に立っており、決断が必要な時)であることを認識する。
- * 自動操縦の利用をはじめ、全てのリソースを活用する。
- * 必要であれば Holding をして時間を作り出す。

* 誰が操縦しているか確認する。(FLY First!) →「I (You) have control !」	
D	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 Time limit を確認する。 →「〇〇時〇〇分までに決断する。」
R	3 リスクを特定する。 →「～する/～となる可能性がある。」
	4 リスクのレベルを評価する。 ★「リスクレベルは下記の()である。」 (a) 受け入れられる。 (b) 緩和すれば受け入れられる。 (c) 受け入れられない。
O	5 リスク評価を踏まえた今後の方針(選択肢のメリット・デメリット)を検討する。 ★「今後の方針は()とする。」 (d) 計画通り FLT を継続する。 (e) FLT の継続をやめて引き返す。 (f) その他(ダイバジョン、計画の変更、援助を求める等)。
	6 具体的にどうするか検討する。 ★「Plan, Program を変更()。」 →Plan, Program を変更(g)する。 (h)しない。 ・(g) Plan, Program を変更する場合は、 →★Plan をどの様に変更するか。 →★Program をどの様に変更するか。 ・目的地を変更する場合は、→出発前の確認事項(6項目)を再度 Check する。
D	7. * 機長(PIC)は、上記 4,5,6 の★について決断を下す。 ・Decision/決断するのは機長だが、それまでは全ての乗員が関与する。 ・機長(PIC)は、決定を全員に周知する。 ・Crew は了解した旨を PIC に伝える。ATC 等に PIC の Intention を通知する。
A	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。 ・Multi Crew 環境では「My radio, Your QRH」手法が効果的。 * 航空機と Pilot が Ready となるまでは進入を開始しないこと。
R	9. 本当にこの判断でよいか振り返る。 ・計画通りに進んでいるか。・SOP に抜けはないか。・情報を Up date する。 ・考慮すべき新しい情報はるか。・他にやるべきことはないか。

DRODAR Checklist Completed. → VNS・DRODAR Loop に戻る。

別添資料 2

Competency による日常評価票 (教官用)

日付		訓練生		教官		機番	
課目						飛行時間	+

	Ready			Not Ready		
(1) Attitude	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
意欲・向上心	○	○	○	□	□	□
自己管理	○	○	○	□	□	□
安全意識	○	○	○	□	□	□

(2) Knowledge	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
Accuracy & Depth	○	○	○	□	□	□
Applicability	○	○	○	□	□	□

(3a) Technical Skills	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
Cross check	○	○	○	□	□	□
Attitude Control	○	○	○	□	□	□
Power Control	○	○	○	□	□	□
Accuracy, Smoothness	○	○	○	□	□	□
ATC	○	○	○	□	□	□

(3b) Procedural Skills	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
正確性	○	○	○	□	□	□
円滑性	○	○	○	□	□	□
System Management	○	○	○	□	□	□

(3c) Non-Technical Skills	優	良	可	あと一歩	まだまだ	要努力
CRM Skills の定着度*	○	○	○	□	□	□
必要な情報の収集	○	○	○	□	□	□
Risk の適切な評価	○	○	○	□	□	□
意思決定の適切さ	○	○	○	□	□	□

* 不十分と思われる CRM Skills に√; □ Communication, □ Team Building & Maintenance
□ Situational Awareness Management, □ Workload Management, □ Decision Making.

コメント;

別添資料 3-1

Post Flight Critique Memo			
日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路; (Event)		飛行時間;	+
Threat・Error・UAS 遭遇したもの*	Risk ~する/~となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
* 遭遇した Threat, Error, UAS に番号を付けて下の欄に記入する。(例:Threat #1・・等.)			
	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Error を認識できたか.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Threat・Error から生じる Risk を特定できたか.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Risk Level を適切に評価できたか.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Threat () に適切に対処できたか. Error () に適切に対処できたか. UAS () に適切に対処できたか.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	Point of decision を認識できたか.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Point of decision での判断は適切だったか.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Point of decision は認識できたか, どこだったか. POD : [Memo]			
不足していたと思われる CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記)			
うまく発揮できたと思う CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記)			
教訓:			

別添資料 3-2

Post Flight Critique Memo			
日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路:		飛行時間: +	
<p>(Event) 単独飛行で、着陸後に管制からエプロン地区への Taxi の指示があった。今回はいつもより速いタクシースピード、遅いタイミングで After Landing Checklist を実施した。その後前方の景色に違和感を覚え、左右を確認したところ、小型機エプロンへの TWY を通過したことに気付いた。カンパニーラジオで教官に報告し、180° ターンの指示を受けランプに戻った。</p>			
Threat・Error・UAS 遭遇したもの	Risk ~する/~となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
Error 1: 指示されていた誘導路に入れず通過	目的のエプロンに到達できない	回避行動が必要	状況を報告し、教官から 180° ターンの指示を得た
Error 2: 適切でない(速い)Taxi 速度	速やかにかつ安全に停止できない可能性	緩和することが必要	対応できず
	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Error を認識できたか.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Threat・Error から生じる Risk を特定できたか.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Risk Level を適切に評価できたか.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Error (1) に適切に対処できたか. Error (2) に適切に対処できたか.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
5	Point of decision を認識できたか.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Point of decision での判断は適切だったか.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Point of decision は認識できたか、どこだったか。 POD :エプロンへの TWY に接近した時 [Memo] 通常は RWY を離脱した後、速やかに After Landing Procedure を実施するが、今回は遅れて実施したので、通常なら曲がるべき TWY の手前で終了している Checklist が終了していなかった。</p>			
<p>不足していたと思われる CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記) SVI①: 一点集中に陥らないように注意する。 SVI②: 問題意識を持って、十分に確認する。 SVI③: 常に警戒心と全体を見回す態度を維持する。 WPR②: 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。</p>			
<p>うまく発揮できたと思う CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記) SAA①: あらゆるリソースを活用して情報を集める。</p>			
<p>教訓: 優先順位を明確に意識する。Taxi も Flight の一部、常に FLY First と心得る。 適切な速度で Taxi する。180° ターンをする場合は、許可を得て交差点等広めの場所で行う。</p>			

別添資料 3-3

Post Flight Critique Memo			
日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路:		飛行時間: +	
<p>(Event) 訓練において、レディオ空港から出発する際、離陸準備が完了した時点での「Ready」の通報を失念した。離陸滑走を始めようとした時にレディオより“Runway is Clear”の通報を受けた。PMFは「Ready」通報を実施したか記憶が曖昧であったがPFに対して確認を求めなかった。また離陸時の「Landing Lightsは離陸許可等を受けてから作動させる」という手順が適切に実行されていなかった。</p> <p style="text-align: right;">PMF: Pilot Monitoring Forward</p>			
Threat・Error・UAS 遭遇したもの	Risk ～する/～となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
Error 1: “Ready”の 通報忘れ	レディオ・オペレーターと共通の認識なしに離陸を開始する可能性	回避する必要あり	対応できず
Error 2: PMFは、 通報を確認せず。			
Error 3: リマインダー を確認せず			
UAS 1: 無断で離陸 を開始しようとした	障害物と衝突する可能性	回避する必要がある	レディオから“Runway is Clear”の通報あり。(レディオはReadyだろうと認識していた)
	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Errorを認識できたか。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Threat・Errorから生じるRiskを特定できたか。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Risk Levelを適切に評価できたか。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Error (1,2,3)に適切に対処できたか。 UAS (1)に適切に対処できたか。	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
5	Point of decisionを認識できたか。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Point of decisionでの判断は適切だったか。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Point of decisionは認識できたか、どこだったか。 POD: Error 1,2: ENG Run up checkが終了した時。Error 3, UAS 1: 離陸を開始する時 [Memo] Readyの通報を忘れた。RWY ClearもリマインダーのLDG LTも確認しなかった。</p>			
<p>不足していたと思われるCRMスキル(JAXA CRMスキルCODEと行動指標を転記) CAS①: 疑問に思ったことは躊躇せずに口に出す(Inquiry) CAS②: 自分の考え、意見を率直に伝える(Advocacy) SVI②: 問題意識を持って、十分に確認する。 SVI④: 何かに気づいたら、互いに伝え合う。 ・SOPを守る。(Proceduralスキル)</p>			
<p>うまく発揮できたと思うCRMスキル(JAXA CRMスキルCODEと行動指標を転記) ・特になし</p>			
<p>教訓: 手順の適切な実施とCrew相互のコミュニケーションの重要性を再認識した。Procedureは何のために設定されているのか認識して必ず守る。「迷ったときは確認」を徹底する。 エラーに気がついて、その後は落ち着いてFlightに専念する。</p>			

別添資料 3-4

Post Flight Critique Memo			
日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路:		飛行時間: +	
<p>(Event) 単独飛行から帰投中、(A point)上空でイニシャルコンタクトをしたが、タワーの混雑により管制官から「スタンバイ」の指示を受けた。エントリーできないため、(A point)上空高度 2,000ft で Hold することとし、タワーに通報した。その後、しばらくしてもタワーからのコンタクトが無かったが、Hold 中に他機に対して“Break to(A point)Approved”との指示が入ったことを聴取し、さらに自機よりも後にイニシャルコンタクトを行った別の航空機に対してスタンバイをかけず、通常の Entry 指示を出していたことから、タワーが自機の存在を認識していない、もしくは失念していると判断し、再度イニシャルコンタクトを試みた。</p> <p>タワーからは“Go Ahead”と返答があったので着陸要求を行ったところ“Report Downwind”との指示があった。このままでは現在の Holding 位置 (A point) → Break してくる機体と接近する可能性があると考え、日本語で「先ほど (A point) に Break する機体があるとの情報を得ていますが、そのまま Entry して大丈夫でしょうか」と確認を求めたところ“その機体は別のポイントに向かわせませす”との返答があったため Entry を開始した。Entry 中も Inset Map で周囲を継続的にチェックしていると他機は Clear になったため安全が確保できたと判断した。</p>			
Threat・Error・UAS 遭遇したもの	Risk ～する/～となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
Threat 1:管制官のエラー 管制官は自機を失念し、他機に自機が待機している場所に向かう様に指示した	他機との異常接近が発生する可能性	他機との接近回避が必要(状況を緩和する)	日本語で状況を説明、管制官は他機を別の場所に向かわせた
	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Error を認識できたか.	✓	□
2	Threat・Error から生じる Risk を特定できたか.	✓	□
3	Risk Level を適切に評価できたか.	✓	□
4	Threat (1) に適切に対処できたか.	✓	□
5	Point of decision を認識できたか.	✓	□
6	Point of decision での判断は適切だったか.	✓	□
Point of decision は認識できたか、どこだったか. POD : (A point) → Break してくる機体と接近する可能性があるとして認識した時 [Memo] ATC の聴取からタワーは自機の存在を認識していないもしくは失念していると判断した.			
不足していたと思われる CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記): 特になし			
うまく発揮できたと思う CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記) C2W②: 情報が相手に正しく伝わっているか確認する。 CAS①: 疑問に思ったことは躊躇せずに口に出す(Inquiry) CAS②: 自分の考え、意見を率直に伝える (Advocacy) SMO①: 状況をモニターし、情報を共有化する。 DCR①: 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。			
教訓:危険を感じたら、ためらわずに確認等の行動を起こす。			

別添資料 3-5

Post Flight Critique Memo			
日付	練習生氏名	教官氏名	
飛行経路;		飛行時間; +	
<p>(Event) PF(PIC)と PM の搭乗する双発練習機で、A 空港から B 空港に向けて IFR (計器飛行方式) で飛行中、巡航高度の 11,000ft に到達直後、左 ENG の OIL TEMP HI の Message が表示された。この時飛行中の経路の最低経路高度 (MEA) は 10,000ft, Single ENG Service Ceiling は 9,600ft である。"OIL TEMP HI" Checklist を実施したところ、Actual Trouble であることが判明した。PF (PIC) は、片発の Power を出せず巡航高度を維持できない状態なので、ATC にエンジントラブルによる緊急事態を通報して、レーダー誘導による A 空港への引き返し、並びに降下を要求した。Landing Briefing では Single ENG Landing/ Go around の注意点を確認した。</p>			
Threat・Error・UAS 遭遇したもの	Risk ~する/~となる可能性	Risk Level 評価 受容・緩和・回避	Countermeasure どのように対応したか
Threat 1: 左 ENG の OIL Temp Hi	Single ENG で巡航高度を維持できなくなる	受容できない	ATC に緊急事態を通報、レーダー誘導で低高度への降下を要求
UAS 1: 最低経路高度を維持できない	失速する可能性		
	項目(該当するものに✓)	YES	NO
1	Threat・Error を認識できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
2	Threat・Error から生じる Risk を特定できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
3	Risk Level を適切に評価できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
4	Threat (1) に適切に対処できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
	UAS (1) に適切に対処できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
5	Point of decision を認識できたか.	✓	<input type="checkbox"/>
6	Point of decision での判断は適切だったか.	✓	<input type="checkbox"/>
<p>Point of decision は認識できたか、どこだったか。 POD : "OIL TEMP HI" が Actual Trouble であり、Power を出せないことが判明した時 [Memo] 上昇中 7000ft 以上は In Cloud だった。イメージフライトで、経路の中で最も高い MEA を飛行中に ENG 故障が発生した場合の対応を考えていたので適切に対処できた。</p>			
<p>不足していたと思われる CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記) ・特になし</p>			
<p>うまく発揮できたと思う CRM スキル(JAXA CRM スキル CODE と行動指標を転記) SVI③ : 常に警戒心と全体を見回す態度を持ち続ける。 SVI④ : 何か気づいたら、互いに伝え合う。 SAT② : 何か起きたら、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。) CAS② : 自分の考え、意見を率直に伝える (Advocacy) WPL① : 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。 DCR② : 行動した結果は、常に振り返る。</p>			
<p>教訓: 今後も、最も Critical な場面での ENG 故障をイメージして対応を考えておく。</p>			

別添資料 4

JAXA CRM スキル CODE 及び行動指標

スキル要素	INDEX：行動指標
コミュニケーション(Communication)	
情報の伝達と確認 (2 Way Communication) C2W	<p>C2W①：情報は省略せずに正確に伝える。(曖昧な言い方は避ける。)</p> <p>C2W②：情報が相手に正しく伝わっているか確認する。</p> <p>C2W③：標準的な用語を用いる。</p> <p>C2W④：情報はタイミングよく伝える。</p> <p>C2W⑤：ボディラングエッジは誤解されないように使う。</p> <p>C2W⑥：相手の話を積極的に聞く。</p> <p>C2W⑦：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)</p> <p>C2W⑧：情報の確認を行う。</p> <p>C2W⑨：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。</p>
ブリーフィング (Briefing) CBR	<p>CBR①：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。</p> <p>CBR②：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。</p> <p>CBR③：SOP 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。</p> <p>CBR④：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。</p> <p>CBR⑤：ブリーフィングに積極的に参加する。</p>
安全への主張 (Assertion) CAS	<p>CAS①：疑問に思ったことは躊躇せずに口に出す(Inquiry)</p> <p>CAS②：自分の考え、意見を率直に伝える (Advocacy)</p> <p>CAS③：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)</p> <p>CAS④：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。</p>
チーム形成・維持(Team Building & Maintenance)	
業務の主体的遂行 (Leadership) TLE	<p>TLE①：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。</p> <p>TLE②：自分のインテションを明確に示す。</p> <p>TLE③：リーダーシップのみならず、フォロアーシップの重要性を認識する</p> <p>TLE④：常に先を考えて業務をサポートすること。</p>
チーム活動に適した雰囲気・環境作り (Climate) TCL	<p>TCL①：発言しやすい雰囲気をつくる。</p> <p>TCL②：自分の行動がチームに与える影響を意識して行動する。</p> <p>TCL③：些細な疑問の声も大切に扱う(口に出すように勧める)。</p> <p>TCL④：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)。</p>
意見の相違の解決 (Conflict Resolution) TCO	<p>TCO①：意見の相違を感情の対立に発展させない。 (反対意見は自分への敵対ではなく、チームの利益と建設的に受け止める。)</p> <p>TCO②：「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。</p> <p>TCO③：自分の主張を変えるときは客観的に分析したうえで行う。</p>

状況認識マネジメント (Situational Awareness Management)	
状況の把握 ・認識の共有 (Monitor) SMO	SMO①：状況をモニターし、情報を共有化する。 SMO②：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。
警戒 (Vigilance) SVI	SVI①：一点集中に陥らないように注意する。 SVI②：問題意識を持って、十分に確認する。 SVI③：常に警戒心と全体を見回す態度を維持する。 SVI④：何か気づいたら、互いに伝え合う。 SVI⑤：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。 SVI⑥：不適切な所でFMSのプログラミングに集中しない。
予測 (Anticipation) SAT	SAT①：現在の状況から今後の状況がどう変化するか予測する。 SAT②：何か起きたら、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。)
問題点の分析 (Analysis) SAA	SAA①：あらゆるリソースを活用して情報を集める。 SAA②：得られた情報を基に、客観的に分析する。
ワークロードマネジメント (Workload Management)	
プランニング (Planning) WPL	WPL①：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。 WPL②：状況の変化に対応して計画する。 WPL③：タスクを行うために十分時間を取る。
優先順位付け (Prioritizing) WPR	WPR①：「Aviate(Control), Navigate, Communicate.」の順に優先順位を決定する。 WPR②：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。 WPR③：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。
タスクの配分 (Distribution) WDI	WDI①：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、ある人に、すべきことが集中しない様に作業配分を常に考える。) WDI②：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。) WDI③：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。
意思決定 (Decision Making)	
解決策の選択 (Decision) DDE	DDE①：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。 DDE②：自分の意見を出し解決案を提案する。 DDE③：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。 DDE④：有益な情報と不適切な情報とを見きわめる。
決定の実行 (Action) DAC	DAC①：運航上の決定は確実に伝え、各乗務員は決定を理解したことを知らせる。 DAC②：各自が役割を理解し、実行する。
決定・行動のレビュー (Critique) DCR	DCR①：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。 DCR②：行動した結果は、常に振り返る。 DCR③：結果は素直に受け入れる。

JAXA CRM スキル CODE

Communication					
C2W	2 Way Communication	CBR	Briefing	CAS	Assertion
Team Building & Maintenance					
TLE	Leadership	TCL	Climate	TCO	Conflict Resolution
Situational Awareness Management					
SMO	Monitor	SVI	Vigilance	SAT	Anticipation
SAA	Analysis	—	—	—	—
Workload Management					
WPL	Planning	WPR	Prioritizing	WDI	Distribution
Decision Making					
DDE	Decision	DAC	Action	DCR	Critique

別添資料 5

Non-Technical Skills (CRM・Risk Management) 実践状況の評価(定期審査用)

年月日		受験者氏名		審査官氏名	
-----	--	-------	--	-------	--

(A) CRM Skills; 各スキルの評点を付け、実践状況が不十分なスキル要素に✓を付けてください。

評点		4	3	2	1
(1) Communication		○	○	○	○
運航に関する情報や意思、意見等を誤解のないように明確に伝えあうスキル	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 情報の伝達と確認 <input type="checkbox"/> ブリーフィング (Briefing) <input type="checkbox"/> 安全への主張 (Assertion)			
評点		4	3	2	1
(2) Team Building & Maintenance		○	○	○	○
乗員が効果的に機能するチームを形成・維持するスキル	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 業務の主体的遂行 <input type="checkbox"/> チーム活動に適した雰囲気・環境作り <input type="checkbox"/> 意見の相違の解決			
評点		4	3	2	1
(3) Situational Awareness Management		○	○	○	○
航空機内外で起こっている事象を認識するだけでなく、それを分析し、これからどのように変化するかを予測するスキル	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 状況の把握・認識の共有 (Monitor) <input type="checkbox"/> 警戒 (Vigilance) <input type="checkbox"/> 予測 (Anticipation) <input type="checkbox"/> 問題点の分析 (Analysis)			
評点		4	3	2	1
(4) Workload Management		○	○	○	○
様々な場面で発生するタスクを適切に取り扱い、各乗員のパフォーマンスレベルを一定以上に維持するスキル	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> プランニング (Planning) <input type="checkbox"/> 優先順位付け (Prioritizing) <input type="checkbox"/> タスクの配分 (Distribution)			
評点		4	3	2	1
(5) Decision Making		○	○	○	○
意思決定のプロセスに必要な問題を特定し、それに対する解決案を考え、決定後の行動を振り返るスキル	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 解決策の選択 (Decision) <input type="checkbox"/> 決定の実行 (Action) <input type="checkbox"/> 決定・行動のレビュー (Critique)			

(B) Risk Management

評点		4	3	2	1
① 必要な情報を集められること		○	○	○	○
② Risk を適切に評価できること		○	○	○	○
③ 適切なタイミングで適切な意思決定ができること		○	○	○	○

コメント;

総評価点: CRM _____ 点 + Risk Management _____ 点 = _____ 点

※ 評点: 4(優れている), 3(標準), 2(やや劣る), 1(成績不良)

宇宙航空研究開発機構研究開発報告 JAXA-RR-23-004
JAXA Research and Development Report

パイロットの基礎訓練課程におけるノンテクニカルスキル教育法の開発と提案
—パイロットの新しい Risk Management とノンテクニカルスキルの効率的な
実践方法, 及び評価手法の開発と提案—

A New Approach for Non-Technical Skills Training with Risk Management from the Initial
Flight Training Stage to Airline Operation

発行 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1
URL: <https://www.jaxa.jp/>

発行日 2024年2月14日
電子出版制作 松枝印刷株式会社

※本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体等に加工することを禁じます。
Unauthorized copying, replication and storage digital media of the contents of this publication, text and images are
strictly prohibited. All Rights Reserved.

