第２４回

航 空 輸 送 技 術 講 演 会

要 約 集

2018 年 1 月 26 日（金）

公益財団法人 航空輸送技術研究センター

第２４回 航空輸送技術講演会

－　航空輸送が直面する課題とその対応　－

公益財団法人 航空輸送技術研究センターでは、航空輸送における運航・整備技術の調査・研究や安全思想の普及啓発を通じて、安全かつ効率的な航空輸送の発展を図るための活動を行っています。

東京オリンピック開催や訪日外国人の受け入れ拡大に対応するため、交通インフラとして、航空輸送の重要性は益々高まっており、同時に、航空安全に関する社会的関心も高まりを見せております。

我が国の航空輸送の安全性は、安全基準の継続的な見直しや安全性管理システムの導入など様々な安全対策により、世界的に見ても極めて高いレベルを維持しておりますが、一方、世界的には、飛行中に航空機が「異常姿勢」に入り事故に至る事案、最新大型航空機が突然「行方不明」となる事案、国際的な「紛争地域」を飛行中に撃墜される事案や、乗務員の「疲労管理」の取組み、「乗務員・整備士不足」への対応など、様々な課題に直面しております。

今回は、これらの課題の解決を図るため、積極的な取組みが進められる航空輸送界の動きについて、航空の各分野でご活躍されている方々を講師としてお招きし、下記のとおり講演会を開催いたします。皆様のご参加をお待ちしております。

日　時：　平成 30 年 1 月 26 日（金）　13:30～17:10 （開場 13:00）

会　場：　ソラシティ カンファレンスセンター
東京都千代田区神田駿河台 4-6（JR 御茶ノ水駅、東京メトロ新御茶ノ水駅そば）

主　催：　公益財団法人 航空輸送技術研究センター

後　援：　国土交通省航空局

定　員：　300 名様（参加費無料）ホームページ http://www.atec.or.jp からお申し込み下さい。

プ　ロ　グ　ラ　ム

13：30　開会の辞

13：35　来賓挨拶　国土交通省航空局安全部長　髙野 滋 氏

13：45　講演　**『航空輸送が直面する技術的課題について』**
国土交通省 航空局　安全部　運航安全課長　甲田 俊博 氏

14：30　講演　**『JALEC の取り組み ～ 航空機の信頼性に寄せる期待の高まりに応えるために』**
㈱ JAL エンジニアリング 技術部長　中川 由起夫　氏

（休　　憩）

15：30　講演　**『フライト・オペレーションの安全性向上に向けた取組み』**
全日本空輸㈱ 執行役員 総合安全推進室長 兼 安全推進センター長
黒木 英昭　氏

16：15　講演　**『航空安全を支える ATEC の取り組み』**
㈶)航空輸送技術研究センター 技術部部長　浅田 勉

17：00　閉会の辞

＜お問い合わせ先＞ 公益財団法人 航空輸送技術研究センター
東京都港区三田 1-3-39
TEL03-5476-5461　　FAX03-5476-8578
ホームページ http://www.atec.or.jp

講演者略歴

甲田　俊博（こうだ　としひろ）氏　国土交通省 航空局 安全部 運航安全課長

1985 年　運輸省入省（航空局技術部検査課）（当時）
2006 年　航空局 技術部 航空機安全課 首席整備審査官
2008 年　東京航空局 保安部長
2011 年　国際民間航空機関（ICAO）理事会 日本国代表
2014 年　航空局 交通管制部 運用課長
2016 年　航空局 安全部 運航安全課長（現職）

中川　由起夫（なかがわ　ゆきお）氏　（株）ＪＡＬエンジニアリング　技術部 部長

1990 年　日本航空株式会社入社 羽田整備工場
1995 年　羽田整備工場 整備技術グループ
1997 年　技術部 システム技術室 機装技術グループ
2001 年　米国ボーイング社（出向）
2003 年　技術部 成田技術室 機装技術グループ
2006 年　成田整備事業部 整備技術グループ
2009 年　㈱JAL 航空機整備成田 整備技術グループ グループ長（出向）
2010 年　㈱JAL エンジニアリング 技術部 システム技術室 室長（出向）
2015 年　ジェットスター・ジャパン 品質保証部 部長（出向）
2017 年　㈱JAL エンジニアリング 技術部 部長（出向：現職）

黒木 英昭（くろき　ひであき）氏　全日本空輸（株）執行役員 総合安全推進室長
兼　安全推進センター長

1981 年　全日本空輸株式会社入社　整備本部配属
1987 年　整備本部 技術部 機体技術課
1992 年　整備本部 成田メンテナンスセンター 生産技術課
1995 年　成田空港支店 空港業務部 広報課
1998 年　整備本部 技術部 技術企画チーム
2003 年　整備本部 技術部 構造技術チーム リーダー
2004 年　整備本部 技術部 技術企画チーム リーダー
2007 年　整備本部 技術部 副部長
2009 年　整備本部 ラインメンテナンスセンター TEAM MOC 室長
2012 年　ANA ラインメンテナンステクニクス㈱出向（取締役）
　　兼 ラインメンテナンスセンター 副センター長
2013 年　整備センター 品質保証部長
2014 年　整備センター 品質保証室長 兼 品質企画部長
2017 年　執行役員 総合安全推進室長 兼 安全推進センター長（現職）

浅田 勉（あさだ　つとむ）（公財）航空輸送技術研究センター 技術部 部長

1987 年　日本航空株式会社入社、原動機工場
1990 年　羽田整備工場 整備技術グループ
1994 年　技術部 システム技術室 エンジン技術グループ
1998 年　運航技術部 運用技術室 ボーイング第一グループ 課長補佐
2002 年　エンジン事業部 エンジン技術グループ 課長補佐
2006 年　技術部 システム技術室 エンジン技術グループ グループ長
2008 年　技術部 業務グループ グループ長
2011 年　運航技術部 運用技術グループ グループ長
2013 年　運航技術部 企画基準グループ グループ長
2014 年　（公財）航空輸送技術研究センター技術部　部長（現職）

平成 30 年 1 月 26日
第 24 回　航空輸送技術講演会

航空輸送が直面する技術的課題について

国土交通省 航空局
運 航 安 全 課
平成 30 年 1 月

航空を取り巻く環境の変化と主な課題

国土交通省

環境の変化		主な課題
航空需要の増加 インバウンド拡大やLCC増加など、我が国の旅客需要は更なる増加が見込まれる状況	→	**課題 1：更なる安全対策の推進** ・航空事故は依然として発生し、世界的な航空事故率は横ばい傾向 ・事故を教訓に更なる安全対策を推進
人口減少・急激な高齢化 生産年齢人口の減少当により、現場業務を中心とした人手不足など、供給面に不安	→	**課題 2：人材の育成** ・航空業界全体的に人材が不足 ・特に操縦士不足は大きな課題
技術の進歩 ・ITの進展、リチウム電池の普及 ・ドローンの登場　等	→	**課題 3：新技術への対応** ・新技術を活用し安全性・運航効率を向上 ・新技術に伴う新たな安全リスクへの対応も必要

目　次

課題１：更なる安全対策

１－１　航空を取り巻く環境の変化

１－２　最近実施した主な安全対策（重大事故への対策事例）

（１）　疲労管理の導入

（２）　異常姿勢対応訓練

（３）　操縦士の健康管理

（４）　航跡監視の厳格化

（５）　紛争地域上空通過安全対策

１－３　小型航空機の安全対策

課題２：人材の育成

２－１　操縦士・整備士・製造技術者を取り巻く状況

２－２　操縦士・整備士・製造技術者の養成・確保

２－３　航空大学校

２－４　民間養成機関の学生向け奨学金事業

２－５　操縦士の戦略的な養成・確保対策（30年度）

課題３：新技術への対応

３－１　新技術を活用した安全対策の事例

３－２　リチウムイオン電池への対応

３－３　無人航空機への対応

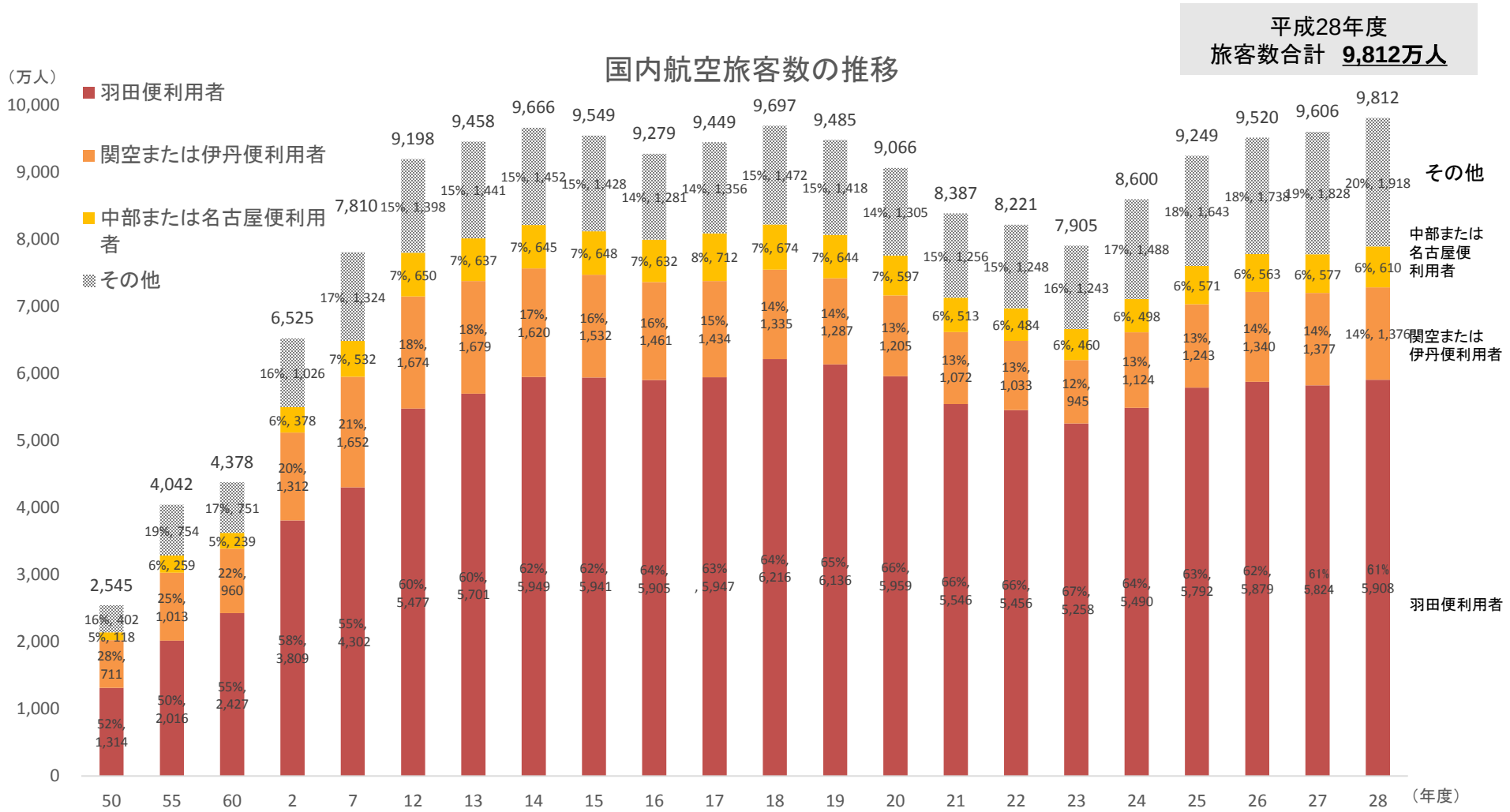
課題１：更なる安全対策の推進

１－１　航空を取り巻く環境の変化

1－1 環境の変化① 国内航空旅客輸送の動向

国土交通省

○我が国の国内航空旅客需要は、燃油価格高騰の影響により平成19年度より減少に転じ、20年のリーマンショック以降の世界的な景気後退、23年の東日本大震災の影響を受け減少傾向であったが、24年度からLCC参入による需要増等により増加。利用者の約6割は羽田空港の利用者。

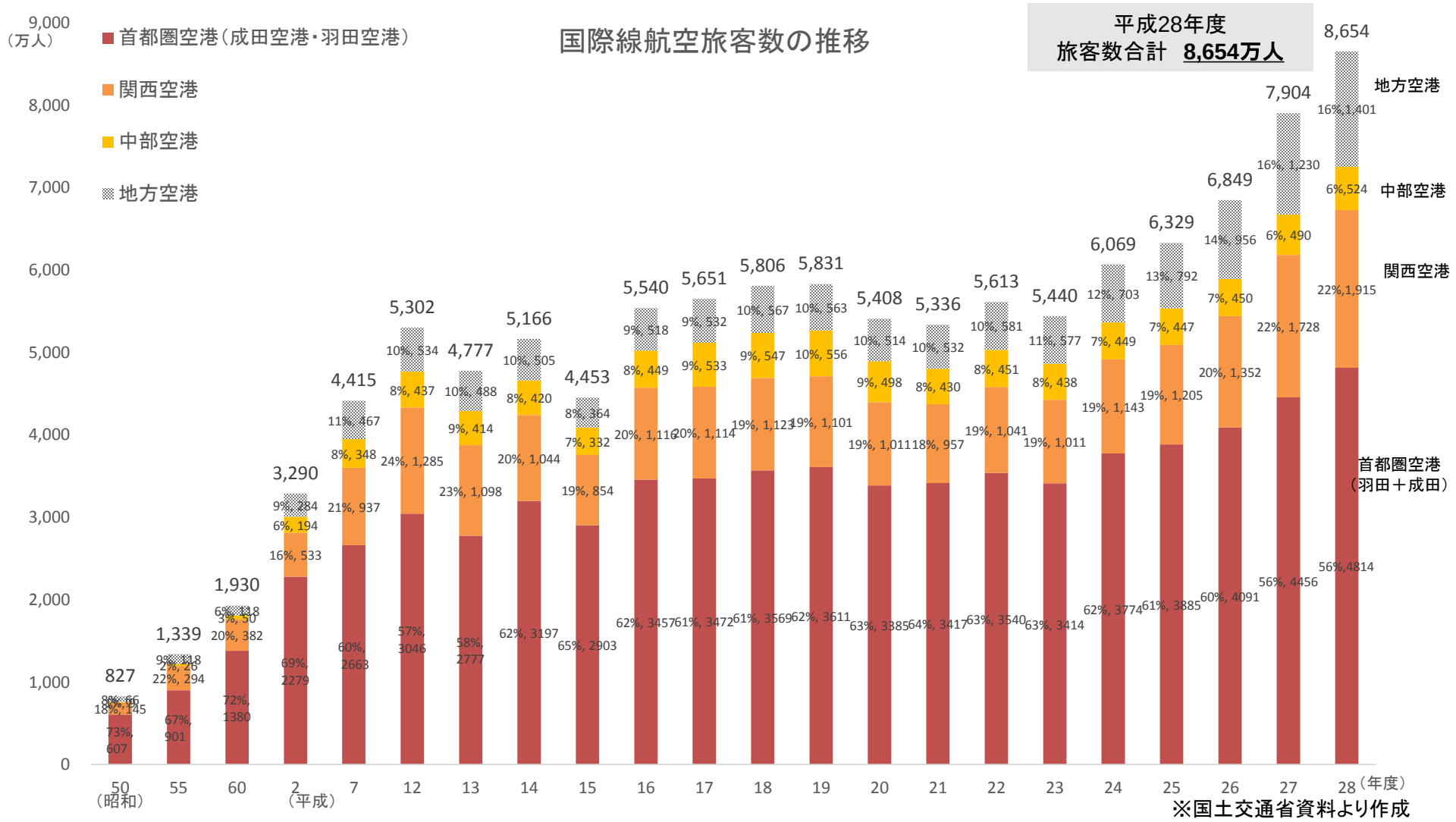


※航空輸送統計年報より航空局作成

1－1 環境の変化② 国際航空旅客輸送の動向

国土交通省

○我が国の国際航空旅客需要は、平成13年以降、米同時多発テロ、リーマン・ショック、東日本大震災の発生ごとに一時的な落ち込みが見られるが、平成28年度に過去最高を記録



※国土交通省資料より作成

1－1 環境の変化③　訪日外国人旅行者の動向

国土交通省

安倍内閣３年間の成果

戦略的なビザ緩和、免税制度の拡充、出入国管理体制の充実、航空ネットワーク拡大など**大胆な「改革」**を断行。

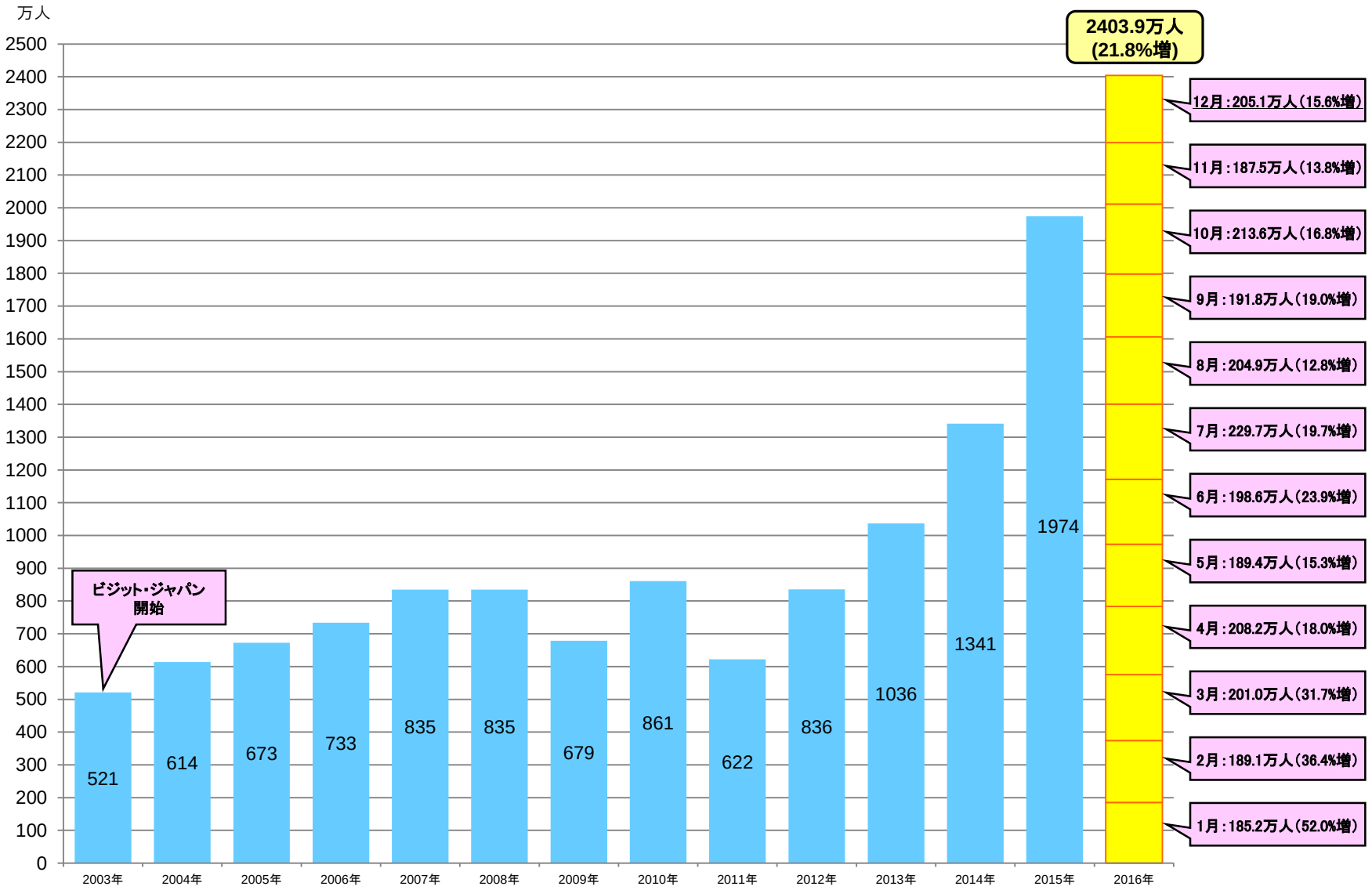
	（2012年）	（2015年）
・**訪日外国人旅行者数**は、**２倍増**の**約2000万人**に	836万人	⇒ 1974万人
・**訪日外国人旅行消費額**は、**３倍増**の**約３．５兆円**に	１兆846億円	⇒ ３兆4771億円

新たな目標への挑戦！

訪日外国人旅行者数	2020年：**4,000万人**（2015年の約2倍）	2030年：**6,000万人**（2015年の約3倍）
訪日外国人旅行消費額	2020年：**8兆円**（2015年の2倍超）	2030年：**15兆円**（2015年の4倍超）
地方部での外国人延べ宿泊者数	2020年：**7,000万人泊**（2015年の3倍弱）	2030年：**1億3,000万人泊**（2015年の5倍超）
外国人リピーター数	2020年：**2,400万人**（2015年の約2倍）	2030年：**3,600万人**（2015年の約3倍）
日本人国内旅行消費額	2020年：**21兆円**（最近5年間の平均から約5%増）	2030年：**22兆円**（最近5年間の平均から約10%増）

1－1 環境の変化③　訪日外国人旅行者の動向（参考）

国土交通省



注）2015年以前の値は確定値、2016年1～10月の値は暫定値、2016年11月～12月の値は推計値、%は対前年(2015年)同月比

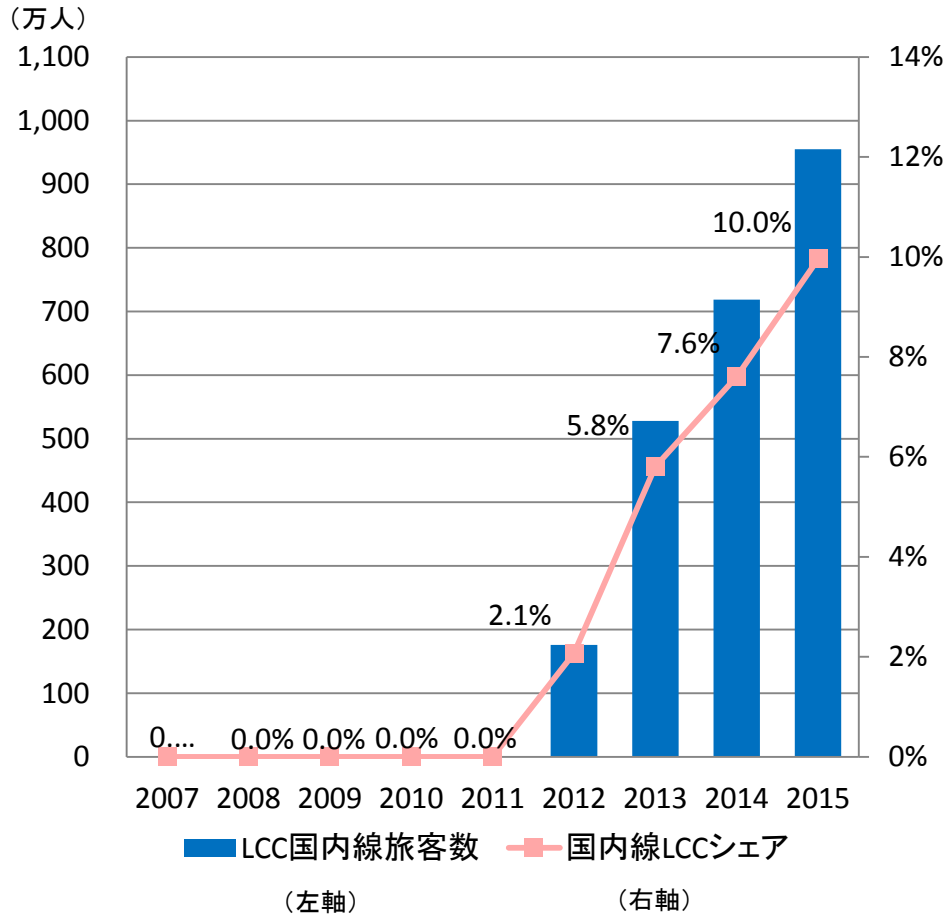
（出典）JNTO（日本政府観光局）

1－1 環境の変化④ LCCの台頭

国土交通省

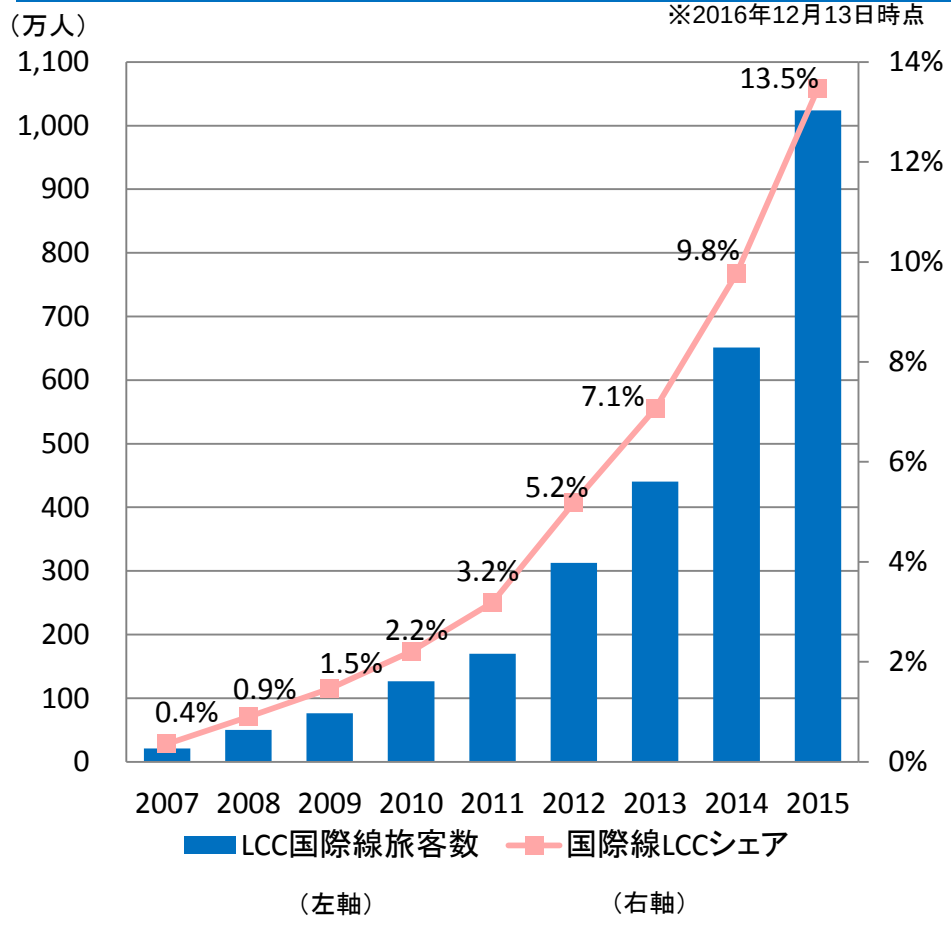
2015年のLCC旅客数シェアは、国内線で10．0%、国際線は13．5%

国内線LCC旅客数推移



国際線LCC旅客数推移

※2016年12月13日時点



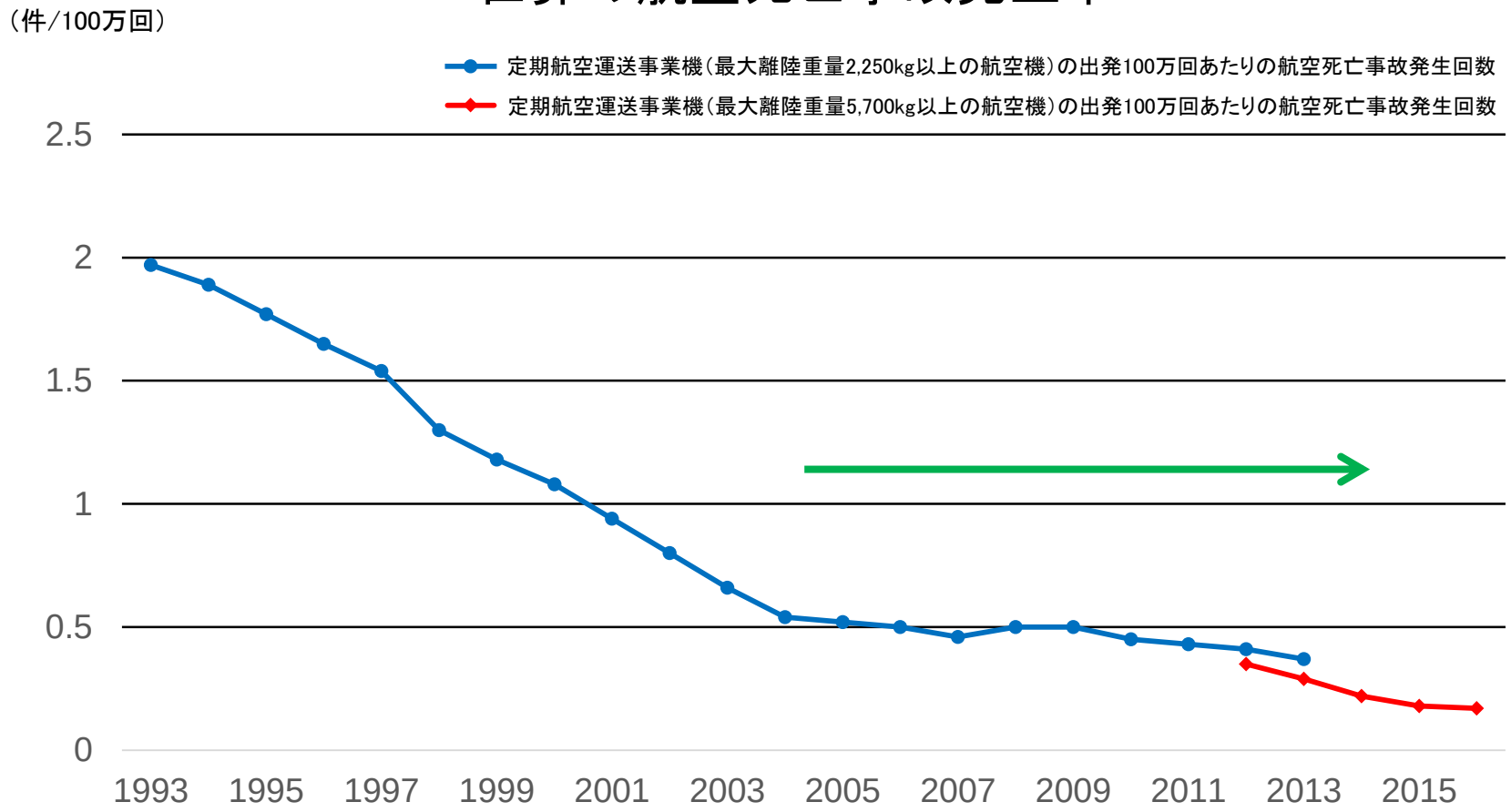
出典：国土交通省航空局作成

1－1 環境の変化⑤　世界の航空事故の状況

国土交通省

○ 全世界における航空死亡事故発生率は、長期的に見て減少傾向
○ ただし、近年は下げ止まり傾向

世界の航空死亡事故発生率

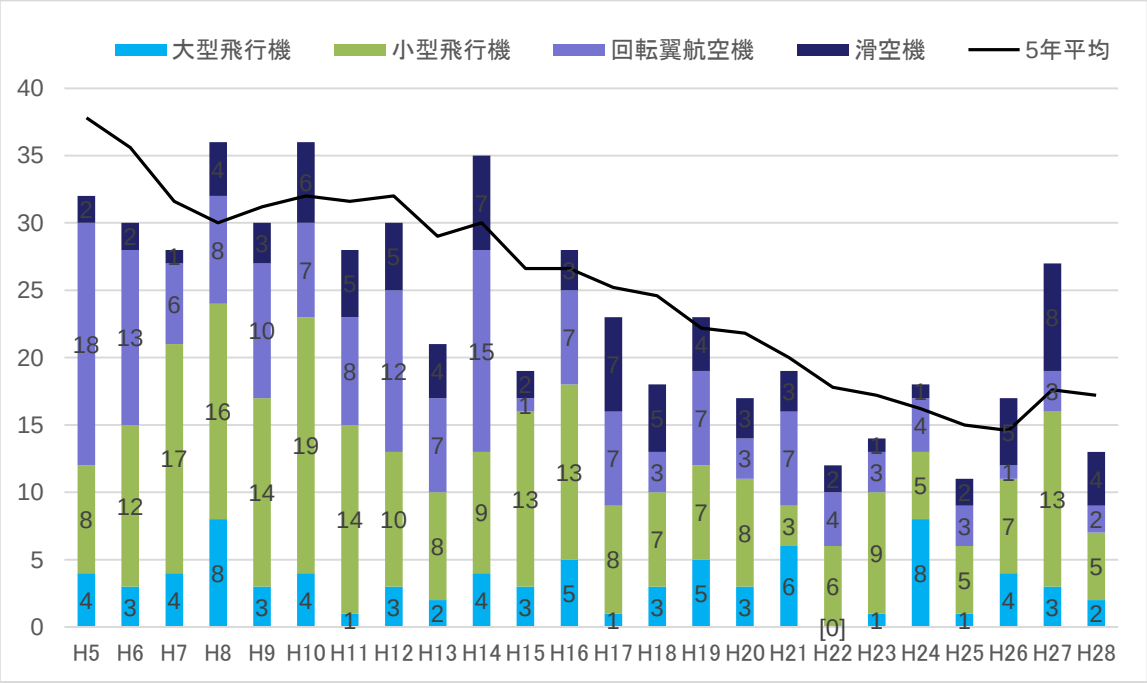


出典：ICAO, Annual Report of the Council（2008年まで）
ICAO, The Accident/Incident Data Reporting (ADREP) system（2009年から2013年）
ICAO, Safety Report(2014,2016)

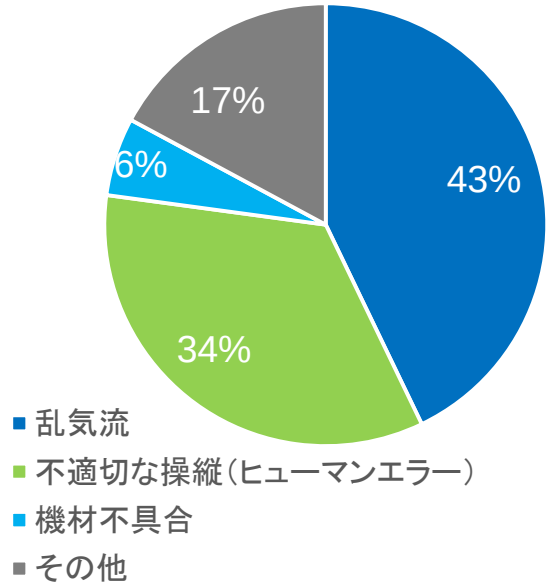
1－1 環境の変化⑥　我が国の航空事故の状況

○ JAL御巣鷹山事故(昭和60年)以降、わが国のエアラインによる乗客死亡事故は発生していない
○ 全体の航空事故件数は各年毎に変動はあるものの減少傾向
○ 大型飛行機による航空事故は乱気流によるものを中心に年数件程度

航空事故件数の推移



H17～H27における大型飛行機による航空事故（35件）の要因



課題 1：更なる安全対策の推進

1－2　最近の主な安全対策

～重大事故等を受けた安全対策例～

（1）疲労管理の導入
（2）異常姿勢対応訓練
（3）操縦士の健康管理
（4）航跡監視の厳格化
（5）紛争地域上空通過安全対策

１－２（１）疲労管理の導入①　関連事故の概要

－コルガンエア墜落事故－

1．発生日時／場所

平成21年2月12日（現地時間）

2．運航者/航空機

コルガン・エア（コンチネンタル航空とコードシェア運航）　／　DHC8－400

3．出発地及び目的地

ニューアーク・リバティー国際空港（アメリカ）→バッファロー・ナイアガラ空港（アメリカ）

4．搭乗者

49名（乗員4名、乗客45名）

5．事故の概要

・バッファロー・ナイアガラ国際空港にILSアプローチ中、突然機首が上がり失速。空港手前10kmのバッファロー郊外の住宅地に墜落。

・乗客乗員全員死亡したほか、墜落現場となった民家で住人が1名死亡、2名が負傷。

・国家運輸安全委員会は、失速警報の設定ミス及び失速時の対処ミスが直接の原因としたが、その**操縦桿を引くミスを起こした背景には、CVR（コックピットボイスレコーダー）に何度もあくびをするのが記録されているほか、乗務前にソファで仮眠していた等十分に睡眠が確保できていなかったことから、疲労があった**と指摘。

1－2（1）疲労管理の導入②　現行の予定

平成28年に作成されたICAOの疲労管理ガイダンス等を参考に、日本にも疲労管理制度を段階的に導入

年度	H29	H30
第1弾：疲労リスク管理の導入 ・航空会社における疲労教育の実施、 ・疲労情報収集分析制度の構築 	**導入準備** 疲労教材の作成や情報収集分析体制の構築	**第1弾　運用開始** 経営者を含む関係職員に対する疲労教育、疲労情報の収集分析による更なる安全対策
第2弾：疲労管理基準の検討 人間の疲労を科学的に考慮した連続乗務・勤務制限時間や必要な休養時間等の基準を検討		**第2弾導入に向けた検討** 第1弾により収集された疲労情報や、欧米等の関係基準・検討に至った経緯、疲労が操縦士に与える影響についての実験等について、有識者検討会で審議し、新疲労管理基準を検証

1－2（1）疲労管理の導入③　基準検討イメージ

国土交通省

現在の日本の基準

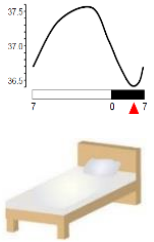
疲労を考慮し、乗務に影響が内容、適切な乗務割を行うこと

・乗務制限：国内8時間、国際12時間/日（2人乗務）

・必要な休養：7日間で1日以上　など

国際標準

航空当局は、操縦士の疲労について、**科学的知見に基づいた、乗務・勤務時間制限や必要な休息時間**を定める必要（時差、体内リズム（勤務・休養する時間帯）、飛行回数等を考慮）　など



航空業界

諸外国

日本の疲労管理基準の検討

脳疲労学の専門家等からなる有識者検討会において、欧米での詳細な検討経緯・方法や我が国の地理的特徴を踏まえつつ、**人間の疲労について科学的見地から検証し**、我が国において安全運航を実現するために**真に適切な基準を見極めるよう検討を進める**

1－2（2）異常姿勢対応訓練（UPRT）① 関連事故

（UPRT：Upset Prevention and Recovery Training）

国土交通省

〇2009年、コルガンエアに続き、トルコ航空やエールフランス航空等の**姿勢異常による墜落事故が立て続けに発生**

〇欧米を中心に、パイロットのUpset（航空機の異常姿勢）に対する訓練を見直す動きが活発化

トルコ航空1951便

B737-800

発生日時：2009年2月25日

発生地点：1,5 km N of Amsterdam-SchipholInternational Airport (AMS)

発生状況：

着陸進入降下中、**機長席側の電波高度計に不具合が生じた**。自動推力調整は、機長席側の電波高度計から情報を得るシステムであったため、低高度で作動するモードへ移行。一方、自動操縦装置は、飛行経路を維持しようと、機首上げし続け、減速。**操縦士はこれらの姿勢・速度変化に気づかず**、失速防止装置（Stick Shaker）が作動したことで気づき、回復操作を行ったが低高度であったため墜落事故に至った。

エールフランス航空447便

A330-200

発生日時：2009年6月1日

発生地点：160 km NNW off Sao Pedro and Sao Paulo Archipelago (Atlantic Ocean)

発生状況：

ピトー管（速度検出器）に氷塊が詰まり、速度の信頼性が失われたため、自動操縦飛行制御モードがNormal modeからAlternate modeに移行した（飛行包囲線図内の飛行を確保できないモード）。その後、手動操縦に切り替えられ、乱気流中の副操縦士の**不適切な機首上げ操作**により、失速警報が作動したものの、完全な失速状態となり、墜落に至った。

FSF Aviation Safety Network (http://aviation-safety.net/)を参照。画像は引用。

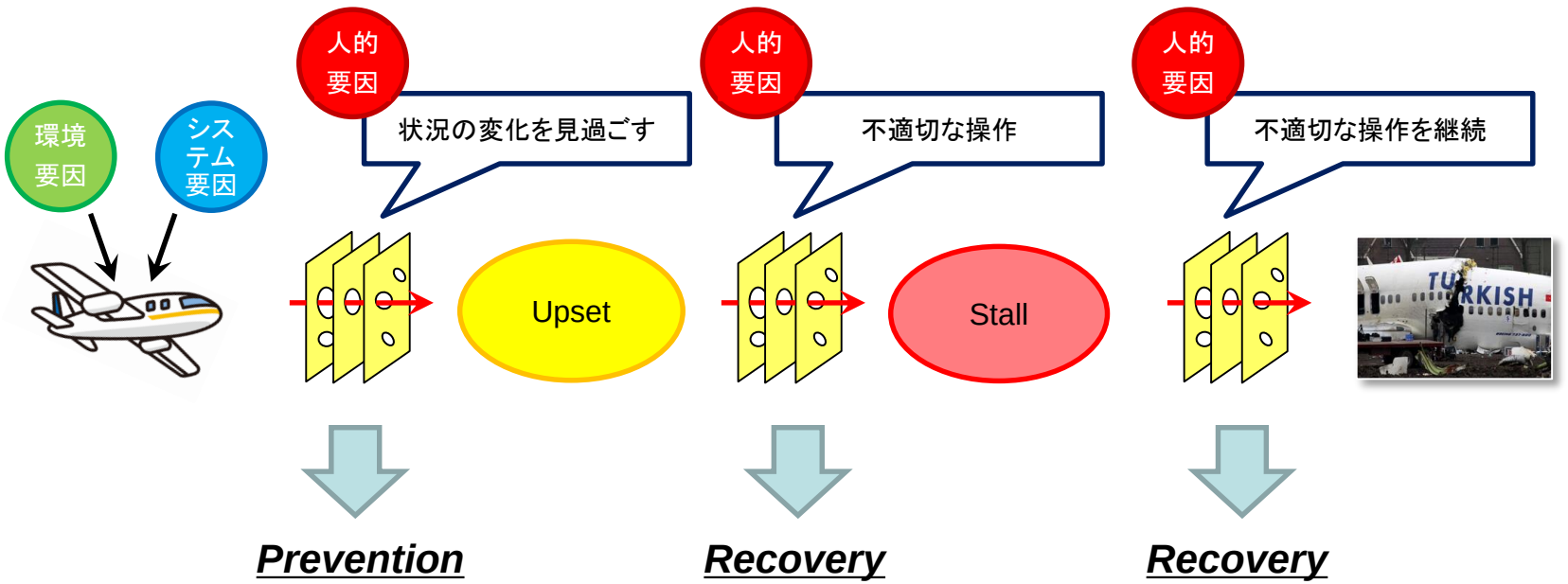
1－2（2）異常姿勢対応訓練（UPRT）② 考え方

（UPRT：Upset Prevention and Recovery Training）

国土交通省

LOC-I（飛行中に制御不能となる状態）は、主に、乱気流や表示器の故障等の**環境要因やシステム要因による機体の姿勢変化に対し**、操縦士が適切な対応をとれないといった**人的要因が重なり発生**

人的要因	環境要因	システム要因
・モニター不足・誤認識 ・Distraction ・空間識失調 等	・乱気流 ・マイクロバースト ・山岳波 等	・表示器の故障 ・Autoflightシステムの不具合 ・フライトコントロールの不具合 等



これらの人的要因に対する対策に焦点を当てた訓練がUPRT

1－2 （2）異常姿勢対応訓練（UPRT）③ 現行の予定

（UPRT：Upset Prevention and Recovery Training）

国土交通省

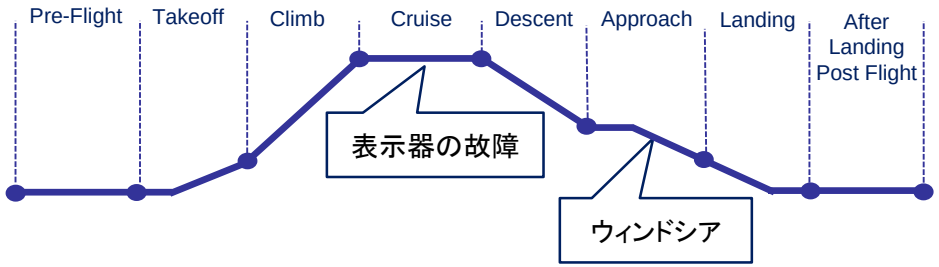
〇ICAOは、UPRTを義務化する**附属書1（ライセンス）及び附属書6（運航）の改正案を2014年11月に採択**。
〇締約国は、**2019年11月まで**に各国内で制度化・適用する必要があるため、我が国においても検討中。

Academic訓練

- **Upsetの予防及び回復に関する知識を習得**。
  - 効果的なモニタリング方法
  - Upsetの要因（環境要因・システム要因・人的要因の具体的な説明）
  - 飛行に関する基礎知識
  - Upsetからの回復操作

Prevention訓練

- **起こり得る脅威（Threat）を**運航状況等から**予測**しつつ、**適切な措置を講じる方法を習得**。
- 受訓者は、シナリオ中に設定されたLOC-Iの事故要因である環境要因やシステム要因への対応を行う。教官は、受訓者の操作方法に加え、**TEM（Threat and Error Management）やCRM（Crew Resource Management）も評価**する。



Recovery訓練

- **Upsetからの回復操作**を習得。

－ジャーマンウィングス9525便墜落事故－

1．発生日時／場所

平成27年3月24日　11時頃（現地時間）　フランス南部アルプス山脈付近

2．運航者／航空機

ジャーマンウィングス・エアバス式A320－211型（1990年製造）

3．出発地及び最初の着陸地

バルセロナ・エル・ブラット国際空港（スペイン）→デュッセルドルフ空港（ドイツ）

4．搭乗者

150名（乗員6名、乗客144名（うち、2名日本人））

5．事故概要

・副操縦士が、機長がトイレで操縦室を離れた後、操縦室のドアを開けることを拒否し、意図的に降下ボタンを作動させたこと。

・当該操縦士は医療機関により受けた精神疾患の診断結果を、会社に報告しておらず、結果として会社は精神障害のあった副操縦士の操縦資格を停止できなかった。

6．当初の我が国の対応

・同年3月31日に乗員の健康管理について再度徹底することの周知。

・その後、　本邦航空会社等と連携しリスク検証を行った上で、4月28日に本邦航空会社に対し、操縦室に常時2名配置することを指示。

1－2（3）操縦士の健康管理強化②　制度の内容

〇我が国の航空身体検査証明制度は、精神障害を過去に患った場合も原則として不合格とするなど厳格に運用

〇また、昭和57年に発生した日本航空機の羽田沖事故も踏まえ、日常的にパイロットの心身の健康状態に異常がないことを飛行前に確認するなど、乗員の健康管理を厳格に実施。

〇一方で、ジャーマンウィングス事故をきっかけとし、一層の乗員の健康管理の充実のため、以下の通り制度を改正

健康管理制度の改正概要（H29．1より適用）

（1）**乗員健康管理医・健康管理担当者の配置**

・航空医学に関する知識を習得した医師（乗員健康管理医）を配置すること。（常勤・非常勤は問わない）

・乗員健康管理医は、航空身体検査証明について国土交通省が行う講習会を3年ごとに受講していること。

（2）**航空会社の適切な乗員の健康管理**

・航空会社は、操縦士の採用時及び航空身体検査証明が行われた際には、既往歴や通院歴、服薬状況及び過去の航空身体検査状況等を十分に把握すること。

・航空会社は、操縦士が外部の医療機関を受診し航空身体検査証明に影響を与える可能性があるときは、会社はその内容を報告するよう操縦士を指導し、必要に応じて診断書等を遅滞なく提出させること。

（3）**操縦士に関する健康相談・カウンセリング環境の整備**

操縦士が医薬品等を使用する場合には、医薬品の作用・副作用による使用の可否等を相談しやすい環境や、操縦士が抱える心身の問題を含め安心して健康診断やカウンセリングを受けられるような環境を整備すること。

－マレーシア航空370便の消息不明事案－

1．発生日時／場所

平成26年3月8日　3時40分頃（日本時間）　マレーシア北部のコタバルの東約220km

2．運航者／航空機

マレーシア航空／ボーイング式777-200型

3．出発地及び最初の着陸地

クアラルンプール　→　北京

4．搭乗者

239人（乗務員：12人、乗客：227人）

地図データ©2017 Google,ZENRIN

5．概要

・当該機は、3月8日1時41分クアラルンプールを離陸し、飛行中、3時40分頃、管制機関と連絡を絶った。

・レーダーから機影が消えた地点は、北緯6度55分15秒、東経103度34分43秒の地点であり、当該機からの非常信号、遭難信号は受信されていない。

6．備考

本事故を契機として、航空機の位置を適格に追跡できる仕組みの検討が世界的に進められているところ。

1－2（4） 航跡監視の厳格化② 国際標準の内容

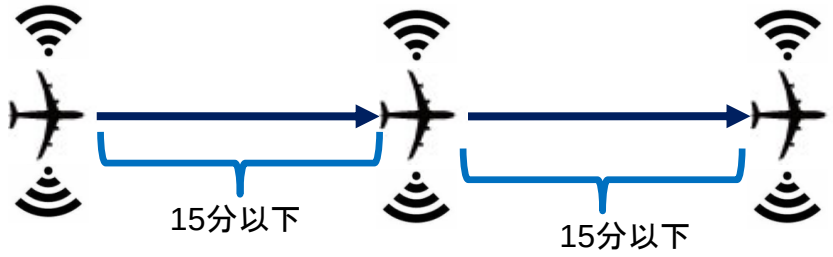
〇平成28年3月、航空機の消息不明事案を防ぐために、航空会社に対し航空機の厳格な航跡把握を義務化する国際標準が発行（詳細の内容は以下の通り）。

〇我が国でも国際標準の適用にあわせ同様の基準を導入するよう検討中

国際標準（ANNEX6）の内容

通常時の航跡監視（H30.11適用）

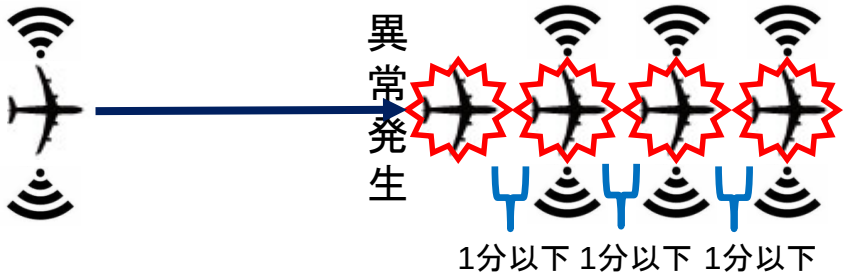
最大離陸重量45t超かつ座席数19席超の航空機を運航する運航者に対し、洋上を飛行する場合に15分以下の間隔で航跡把握を義務化 （管制機関が15分以下の間隔で航空機監視している地域を除く）



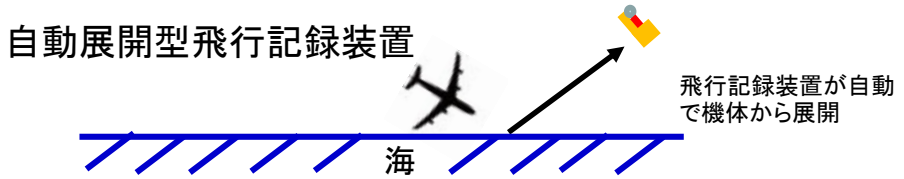
異常時の航跡監視（H33.1適用）

〇初回耐空証明が2021年1月1日以後の、最大離陸重量27t超の航空機を運航する運航者に対し、当該航空機から異常時に1分以下の間隔で航跡情報の発信を義務化

〇初回耐空証明が2021年1月1日以後の、最大離陸重量27t超かつ客席数19席超の航空機を運航する運航者に対し、海上で事故になった場合でも、飛行記録装置等を回収できるための装備等の義務化



（飛行記録装置等の回収装置の例）



－マレーシア航空17便の撃墜事案－

1．発生日時／場所

平成26年7月17日　13時15分頃（UTC）　ウクライナ・ドネツク州グラボヴォ村

2．運航者／航空機

マレーシア航空／ボーイング式777-200ER型

3．出発地及び最初の着陸地

アムステルダム　→　クアラルンプール

4．搭乗者

298人（乗務員：15人、乗客：283人）

出発　10:14（UTC）
オランダ・スキポール空港

最後の通信　13:15（UTC）
ウクライナ・ドネツク近郊

地図データ©2018 Google

5．概要

・当該機は、7月17日にオランダのアムステルダム・スキポール空港を離陸し、マレーシアのクアラルンプール国際空港に向かって巡航飛行中の13時15分頃（UTC）、何者かの発射した地対空ミサイルによって撃墜され、ウクライナのドネツク州グラボヴォ村に墜落した。

・当該機はウクライナ空域に進入後、ウクライナの航空交通管制（ATC）より指示された高度33,000フィート（10,058メートル）を航行していたとみられている。

6．備考

本事案を契機として、紛争地域を飛行する際の安全対策に係る基準導入の検討が世界的に進められている。

1－2（5）紛争地域上空通過安全対策② 検討中の国際標準の内容

〇平成26年7月に発生したマレーシア航空17便の撃墜事案を契機に、紛争地域の上空通過に係る安全対策について関連附属書等の改正案が、協議が継続されているところ（詳細は以下の通り）

国際標準案（ANNEX, Document）の内容

Annex11(航空管制。平成32年11月適用予定)

・管制機関に、航空機に対し潜在的に危険となる活動のリスク評価と軽減策を求める　等

Annex15(航空情報。平成32年11月適用予定)

・可能な場合、NOTAMに紛争地域の情報を含める

Annex6（航空機の運航。適用日未定）

・運航者に、飛行空域で安全運航可能と確かめられなければ飛行を開始してはならないこと、及び紛争地域上空・近辺を飛行する場合、リスク評価と軽減策を求める

Annex17（セキュリティ。適用日未定）

・紛争地域に係る情報の、関係者間の共有について協議中

Annexに加え、リスク評価の具体的な手法について、ガイダンス文書が平成30年Q1発行を目指して検討中

課題 1：更なる安全対策の推進

1－3　小型航空機の安全対策

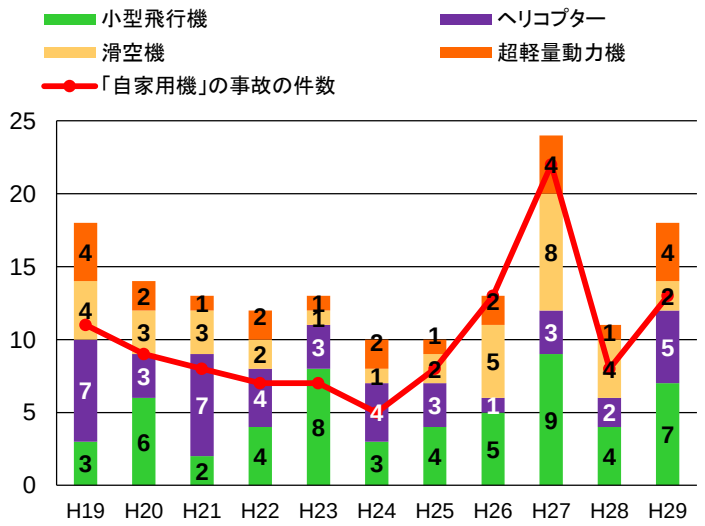
1－3 小型機安全対策①　小型航空機の事故状況

国土交通省

○ 平成27年から自家用等の小型航空機の事故が頻発し、空港周辺で小型航空機が墜落し死者を含む被害も発生

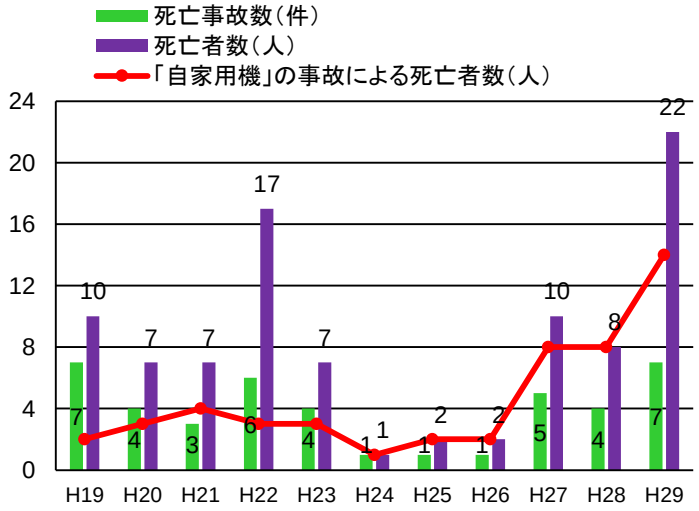
○ 国民の安全・安心を確保するべく、小型航空機の更なる安全確保に向けた抜本的な対策が必要

近年の小型航空機による航空事故件数



※　H29は12月25日現在

近年の小型航空機による死亡事故等



※　H29は12月25日現在

個人に係る航空事故発生率の日米比較

	日本	米国
H24	6.62	7.05
H25	16.23	6.26
H26	16.77	6.23
H27	31.10	5.85

※10万運航時間あたりの航空事故発生件数。統計方法が異なる可能性があるため、参考値。

1－3 小型機安全対策② 最近の航空事故

国土交通省

■ 平成29年1月1日から平成29年12月25日までの間、小型航空機*の航空事故が18件発生

■ 主な事故については、以下のとおり。

小型航空機* ＝ 小型飛行機、回転翼航空機、滑空機、超軽量動力機

○ 平成29年3月5日、長野県消防防災航空センター所属の回転翼航空機が松本空港を離陸し、飛行中、長野県の鉢伏山付近に墜落し、搭乗者9名が死亡

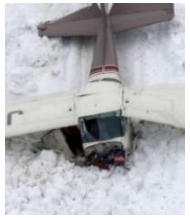
（インターネット記事より）

○ 平成29年5月3日、個人所属の超軽量動力機が山形県内の場外離着陸場を離陸し、場周経路を飛行中、墜落し、搭乗者1名が死亡

（機体メーカーのカタログより）

○ 平成29年5月14日、山梨県警航空隊所属の回転翼航空機が山梨県の丹波山村付近で救助活動中、樹木等が救助対象者に接触し、当該救助対象者が死亡

○ 平成29年6月3日、事業者所属の小型飛行機が富山空港を離陸し、飛行中、富山県の山中に墜落し、搭乗者4名が死亡



（インターネット記事より）

○ 平成29年8月14日、個人所属の小型飛行機が八尾空港を離陸し、飛行中、奈良県の山中に墜落し、搭乗者2名が死亡

（インターネット記事より）

○ 平成29年8月27日、個人所属の滑空機が福島県内の場外離着陸場を離陸し、飛行中、福島県の山中に墜落し、搭乗者1名が死亡

（インターネット記事より）

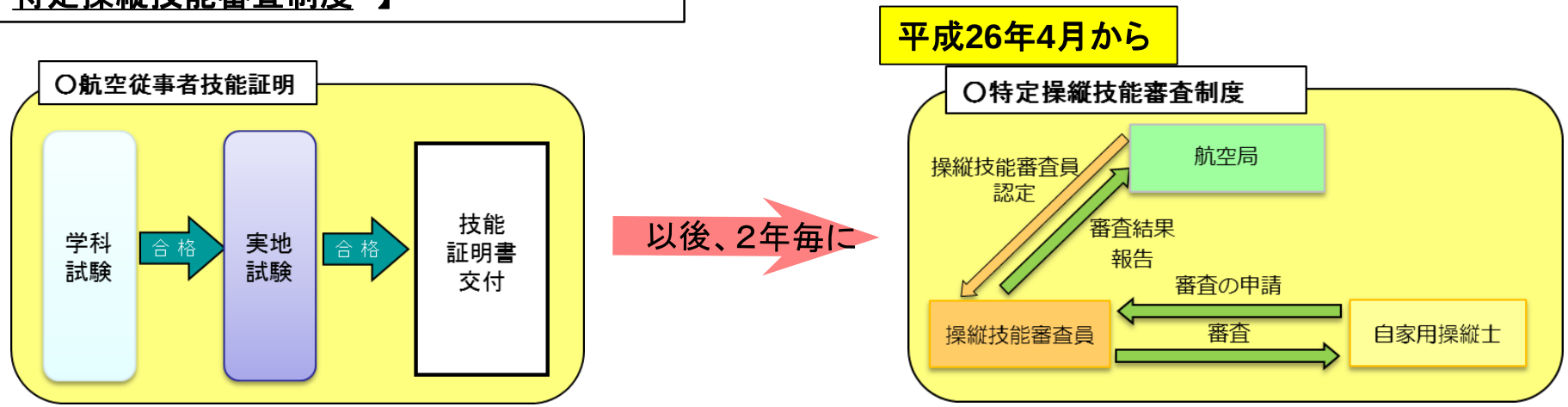
○ 平成29年11月8日、事業者所属の回転翼航空機が山梨県内の場外離着陸場を離陸し、飛行中、群馬県の上野村に墜落し、搭乗者4名が死亡

（インターネット記事より）

1－3　小型機安全対策③　これまでの安全対策

国土交通省

操縦者に対する定期的な技能審査の義務づけ
【　特定操縦技能審査制度　】



これまでの主な追加対策（平成27年より幅広い対策を推進）

1．小型航空機の操縦士に対する安全確保を徹底

・全国8空港：FSC（航空局主催）における安全運航セミナーや、各地区（関係団体等主催）における航空安全講習会などの安全講習会を開催

・定期的な技能審査を受ける際に操縦技能審査員から指導（パンフレットを作成・配布）

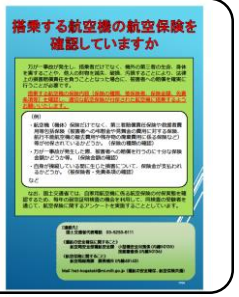
2．小型航空機の整備士に対する確実な整備の実施を徹底

小型航空機を整備する整備士等を対象とした講習会を新たに開催
（平成28年度実績　5回開催）

3．自家用機の航空保険加入を促進

・小型航空機の操縦士に適切な保険加入を奨励・指導　（パンフレットを作成・配布）

・自家用機が国管理空港等を使用する場合には、保険加入を条件とし、国以外が管理する空港等にも同様の措置を講じるよう指導



4．事業許可の適切な取得の徹底

事業許可取得に関する啓発ペーパーにより、事業許可取得の必要性や無許可事業の通報窓口を自家用操縦士等に周知

1－3　小型機安全対策④　小型航空機安全推進委員会

国土交通省

背景

○　小型航空機等の事故は、近年、年間10件程度の発生件数であったが、平成27年は20件を越える事故が発生しており、自家用機を含む小型航空機の更なる安全対策の構築及び推進が急務。
○　今後の小型航空機の安全対策を構築して行く上では、海外事例の収集を含む調査・検討を行い、その結果得られた成果を、有識者や関係団体等の意見も踏まえながら、安全対策に活用していくことが必要。
○　法令遵守の徹底のため立入検査の強化、安全啓発のため講習会や情報発信機能を強化することも必要であるが、その実施にあたっても同じく関係団体等と連携することが重要。

「小型航空機等に係る安全推進委員会」を定期的に開催し、今後の小型航空機の安全対策の構築に係る調査・検討を行うとともに、新たな安全対策や安全啓発活動等の取組を推進。

委員等構成

○委員（敬称略）　有識者（大学教授、 航空評論家、 研究機関など）
○オブザーバ　　小型航空機の操縦者関係団体、小型航空機の運送事業者団体、
　小型航空機に係る製造者団体、小型航空機に係る装備品／整備関連事業者、関係省庁
○事務局　　国土交通省航空局安全部運航安全課

検討事項

○近年の事故・重大インシデント発生の背景の分析
○海外における小型航空機の安全対策の状況
○安全性向上のために活用可能な技術に係る検討
○安全啓発活動のあり方　等
※　上記の他、今後の小型航空機の安全対策を構築のため必要と考えられる事項を適宜検討事項に追加するものとする。

スケジュール

○平成28年12月13日：　第1回委員会
○平成29年3月28日　：　第2回委員会
○平成29年9月25日　：　第3回委員会
○その後も定期的に開催（年2回程度）

議事概要等のWEB公開

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000006.html

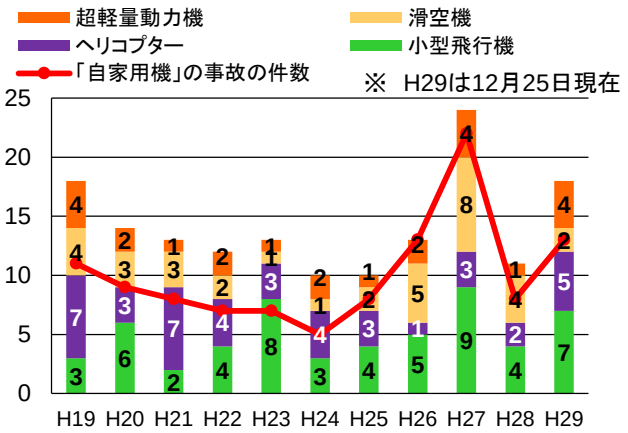
1－3 小型機安全対策⑤　安全対策（全体）

国土交通省

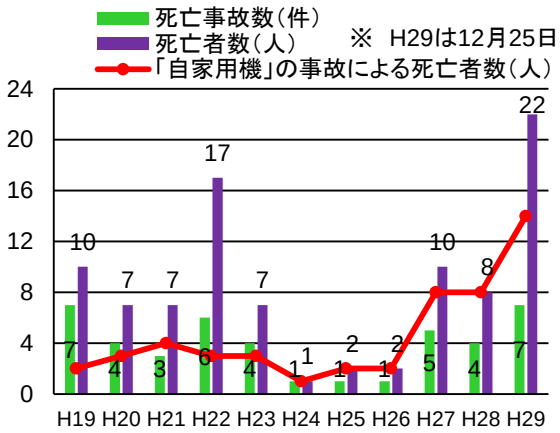
現　状

平成27年から自家用等の小型航空機の事故が頻発

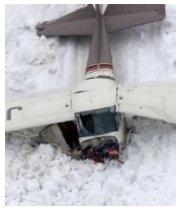
近年の小型航空機による航空事故件数



近年の小型航空機による死亡事故等



最近の小型航空機による主な航空事故



平成29年6月3日、富山県立山町の山中に小型航空機が墜落し、搭乗者4名が死亡

平成29年8月14日、奈良県山辺郡の山中に小型航空機が墜落し、搭乗者2名が死亡

対　策

国民の安全・安心を確保するべく、小型航空機の更なる安全確保に向けた抜本的な対策が必要

小型航空機等に係る安全推進委員会

有識者等の意見を踏まえながら、今後の小型航空機の安全対策の検討を実施　（H28.12～）

〈主な検討事項〉

- ○近年の事故・重大インシデント発生の背景の分析
- ○海外における小型航空機の安全対策の状況
- ○安全性向上のために活用可能な技術に係る検討
- ○安全啓発活動のあり方 等

総合的な安全対策の推進

従来より、操縦士に対する定期的な技能審査（特定操縦技能審査）制度の構築、安全講習会の開催、安全啓発リーフレットの作成・配布などの対策を実施してきたが、事故の頻発を受け、小型航空機等に係る安全推進委員会における議論等を踏まえ、総合的な安全対策を推進

〈主な追加対策〉
（平成28年～）

- ○全国主要空港における安全講習会を開催
- ○小型航空機の整備士を対象とした講習会を新たに開催
- ○自家用機の航空保険加入の促進及び国管理空港等使用時の保険加入の確認

〈操縦士の理解促進〉
（平成29年10月～）

- ○調布墜落事故の調査報告書の勧告内容を踏まえたリーフレットを作成・配布し、定期的な技能審査で操縦士の理解を確認
- ○特定操縦技能審査の実態調査を実施

〈安全対策の検討・推進〉

- ○平成30年度には、小型航空機向けに開発された簡易的な飛行記録装置の活用について検討するための実証実験等を実施予定
- ○事故発生状況や諸外国の対策等を踏まえ、取組を引き続き検討・推進

課題 2：人材の育成

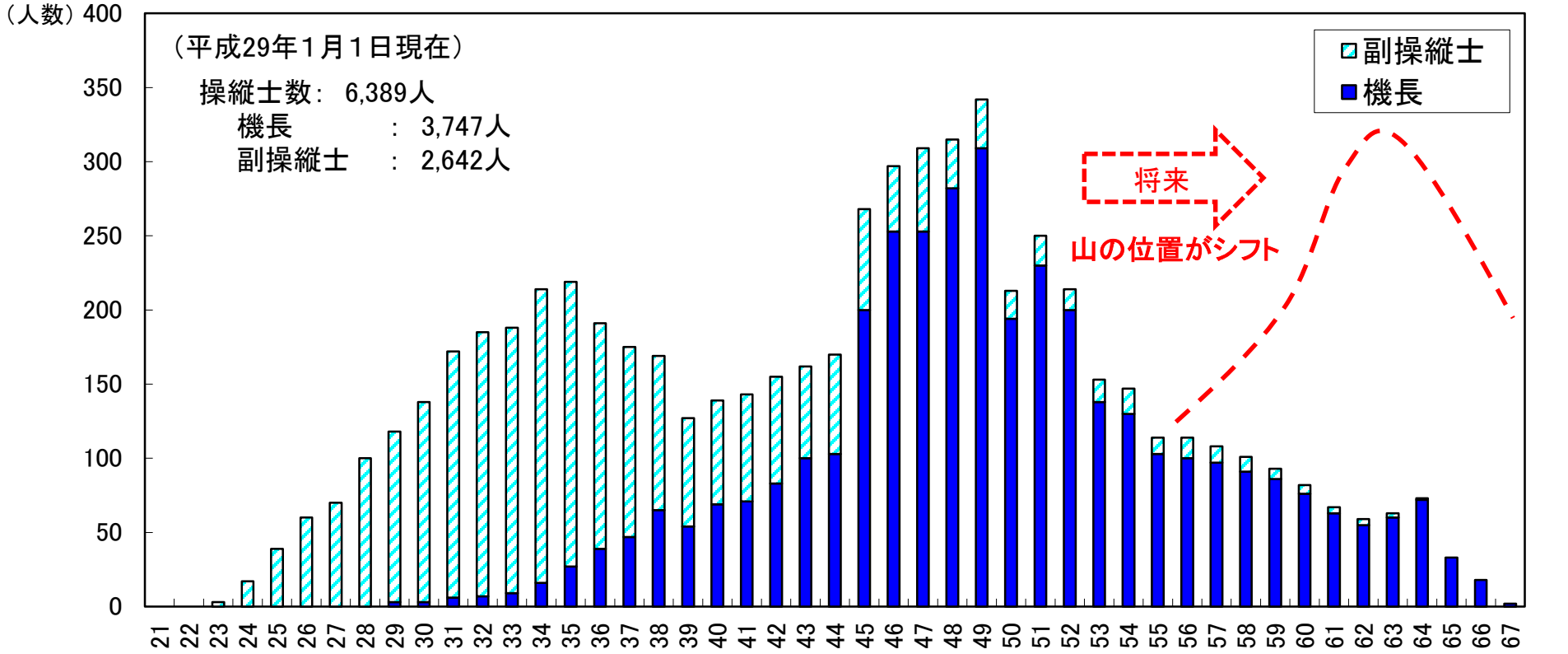
2－1　操縦士・整備士・製造技術者を取り巻く状況 ①

操縦士数と年齢構成　－主要航空会社－

○主要航空会社操縦士の年齢構成は、40代後半に偏っている。

○2030年頃から操縦士の大量退職時代に入っていくことになるため、現役操縦士の有効活用を図るとともに、今後の計画的な操縦士の養成・確保が重要。

○「明日の日本を支える観光ビジョン」において訪日外国人旅行者数の目標が2020年に4，000万人とされている等、航空需要の増加に対応した操縦士の養成・確保がより一層重要となっている。



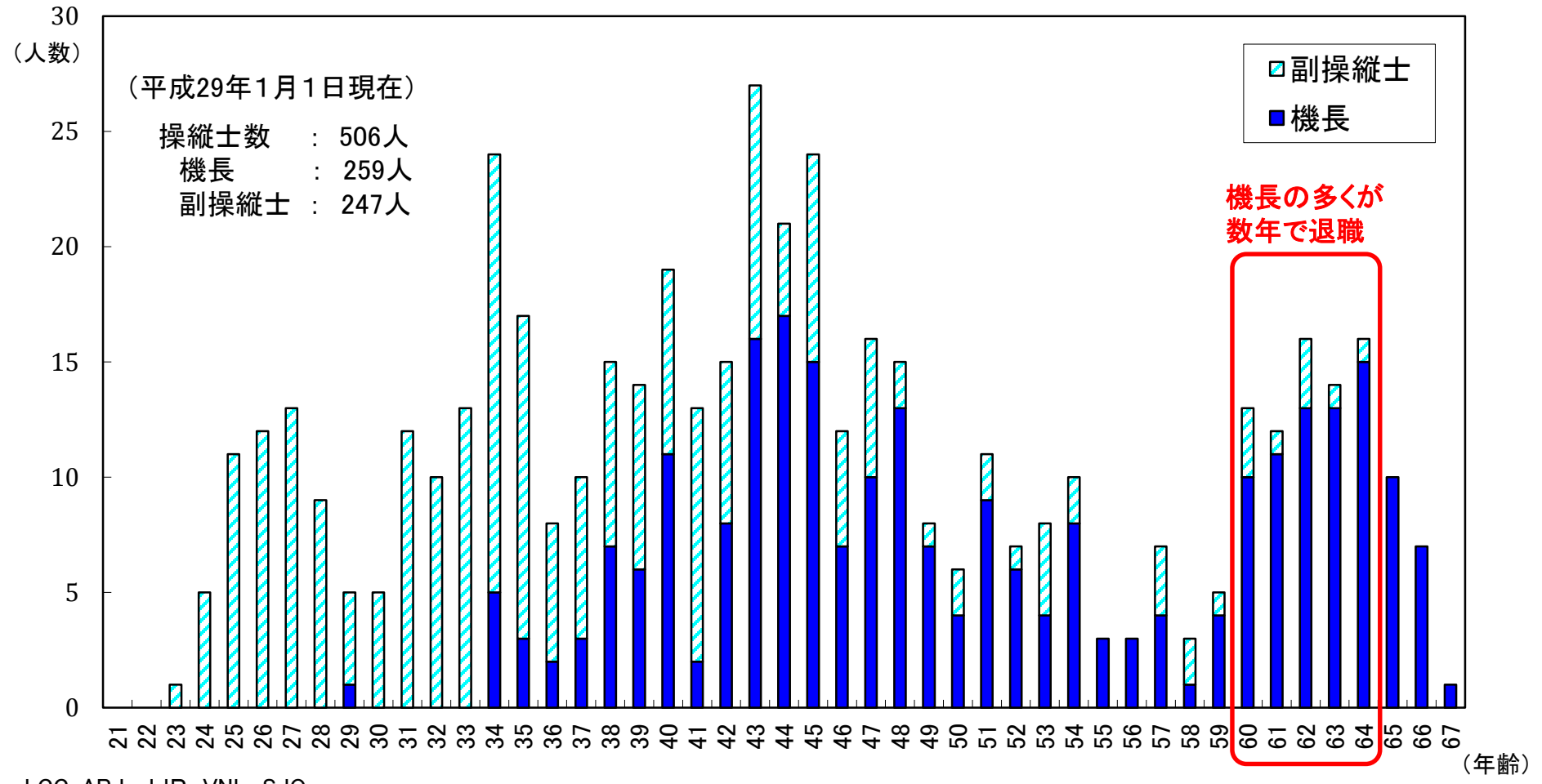
主要航空会社：JAL、JTA、JEX、JAC、ANA、AKX、AJX、NCA、SKY、ADO、SFJ、SNA、APJ、JJP、VNL、SJO、JAIR、HAC

（出典：国土交通省航空局　就労実態調査による）

2－1　操縦士・整備士・製造技術者を取り巻く状況 ②

操縦士数と年齢構成　－LCC－

○我が国LCC等は、急速な事業拡大等により、深刻な操縦士不足に直面している。
○平成26年には複数のLCCで想定外の病欠者及び退職者により、合計2,000便を超える大幅な減便が発生した。



LCC：APJ、JJP、VNL、SJO

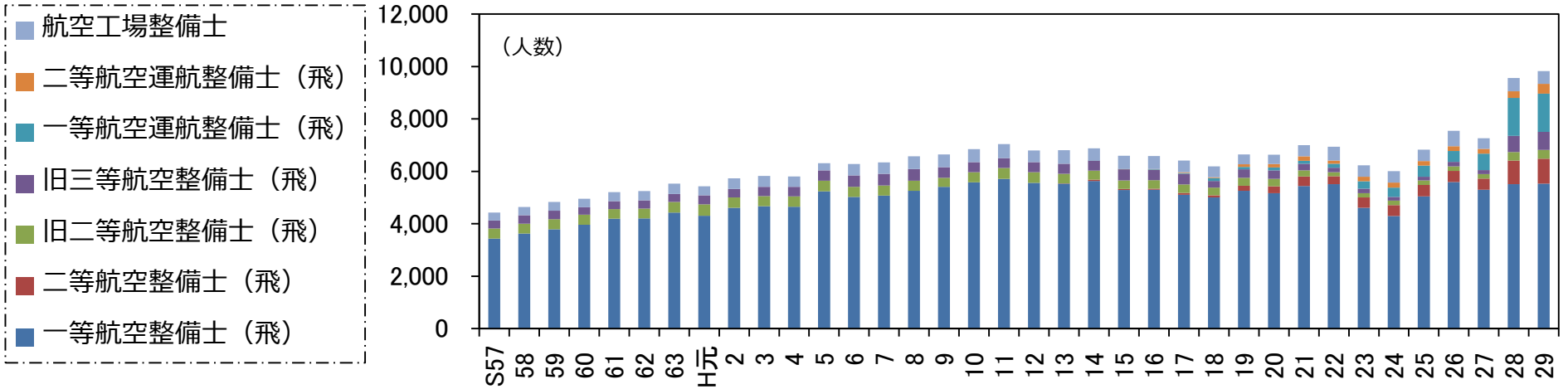
（出典：国土交通省航空局　就労実態調査による）

2－1　操縦士・整備士・製造技術者を取り巻く状況 ③

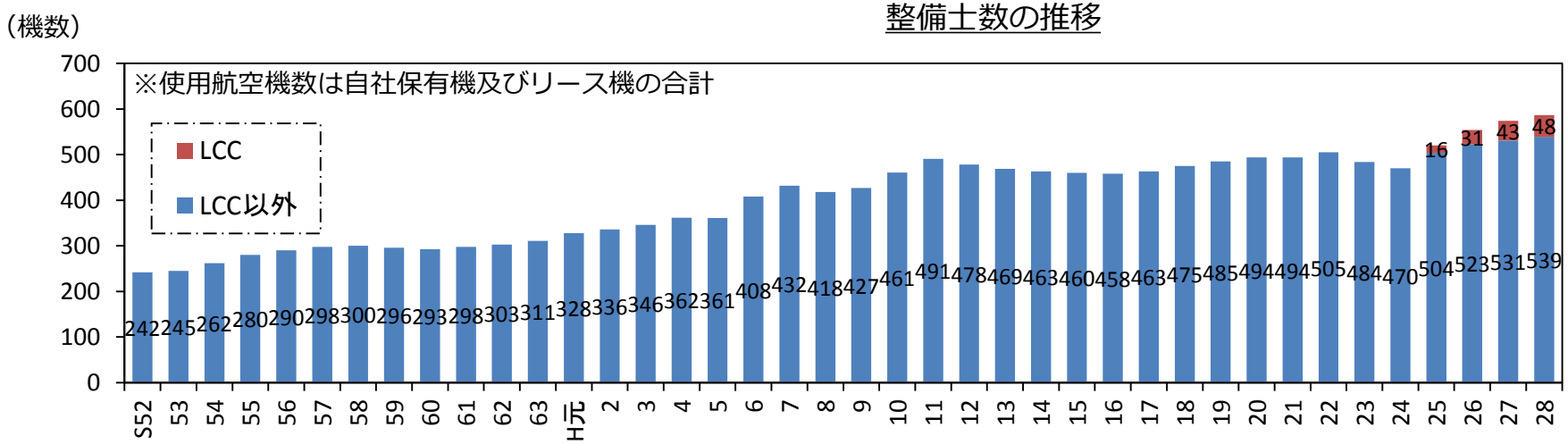
整備士数及び使用航空機数の推移

○使用航空機数は航空需要の拡大と共に増加しており、概ね航空機使用数の増大に対応して整備士数も推移。

○今後、航空需要の増大に伴って使用航空機数が増加し、整備士需要も増大することが見込まれる。



整備士数の推移



使用航空機数の推移

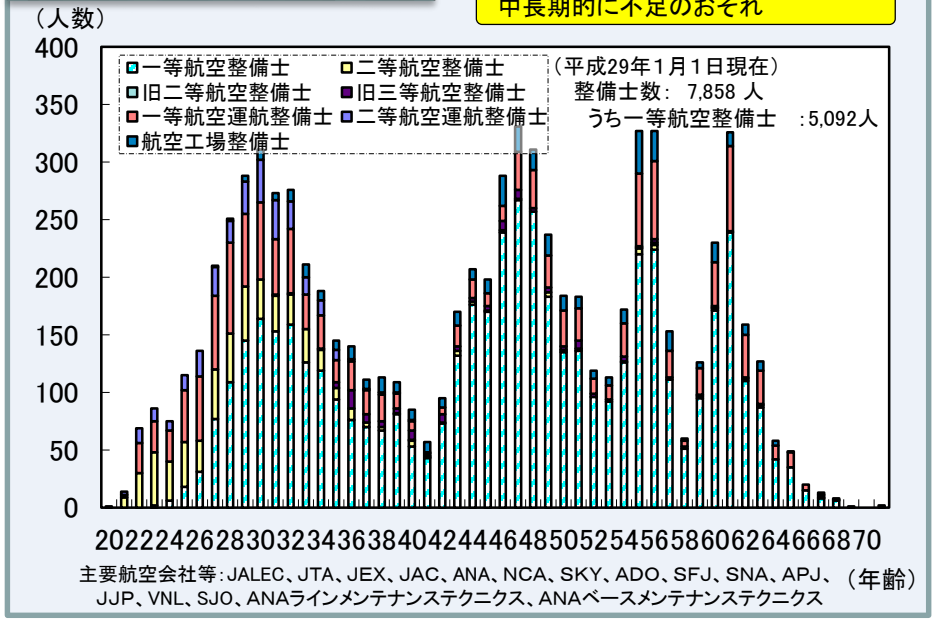
（出典： 数字で見る航空により作成）

2－1　操縦士・整備士・製造技術者を取り巻く状況 ④

整備士・製造技術者の現状と課題

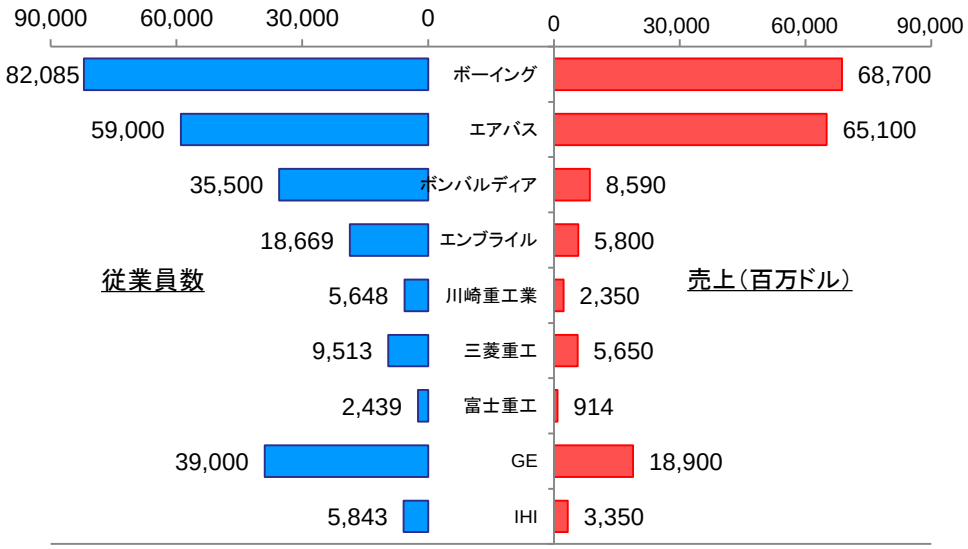
我が国主要航空会社等の整備士

整備士も航空需要増大等に伴い、中長期的に不足のおそれ



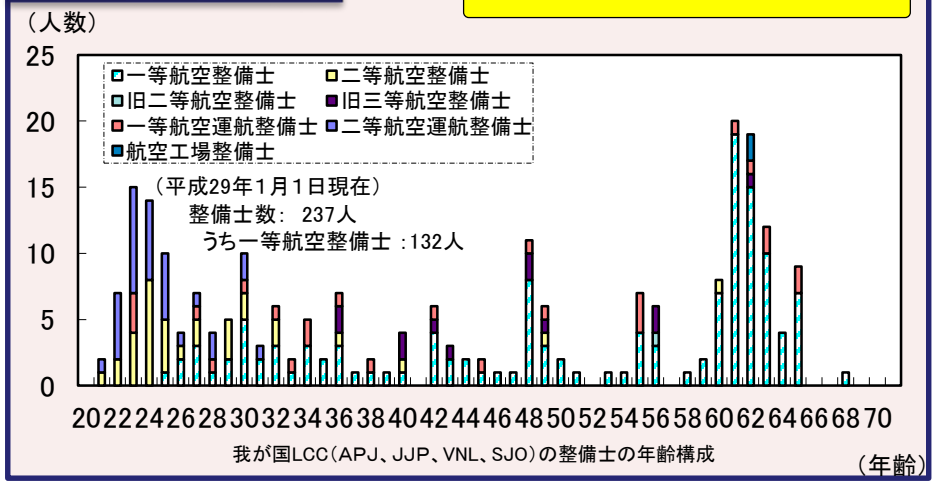
主要航空会社等：JALEC、JTA、JEX、JAC、ANA、NCA、SKY、ADO、SFJ、SNA、APJ、JJP、VNL、SJO、ANAラインメンテナンステクニクス、ANAベースメンテナンステクニクス

今後、MRJの生産本格化等に伴い、我が国航空産業の規模を拡大するため、優れた航空機の製造技術者を増加させることが必要である。

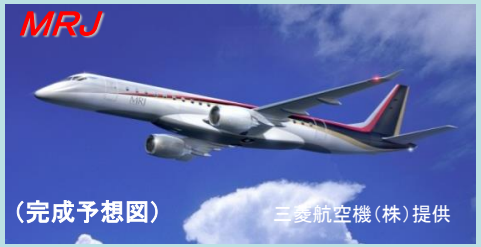


我が国LCCの整備士

LCCは短期的にも整備士不足に直面



我が国LCC（APJ、JJP、VNL、SJO）の整備士の年齢構成



※平成20年3月に事業化決定

【三菱航空機（株）】
- 出資者：三菱重工（64%）
  三菱商事（10%）
  トヨタ自動車（10%）
  他
- 資本金：1，000億円

- 我が国で初めての国産ジェット旅客機（70～90席クラス）
- 今後20年、世界で5000機以上の需要が見込まれる70～90席クラス（リージョナルジェット機）の市場に投入

2－2　操縦士・整備士・製造技術者の養成・確保①

国土交通省

操縦士等の不足に係る検討

○操縦士等の不足を踏まえ、国土交通省では、交通政策審議会　航空分科会　基本政策部会及び技術・安全部会の下に「乗員政策等検討合同小委員会」を設置し、操縦士、整備士・製造技術者の養成・確保のための対策に関して検討を実施。

○平成25年12月以降、小委員会を合計6回開催し、平成26年7月に取りまとめを実施。

○当該とりまとめを踏まえ、短期的な課題については概ね措置済であり、中長期的な課題については産官学からなる協議会を立ち上げ、検討及び実施を進めている。

乗員政策等検討合同小委員会　委員

委員長	鈴木　真二	東京大学大学院工学系研究科　教授
委　員	加藤　一誠	日本大学経済学部　教授
	小林　宏之	航空評論家
	酒井　正子	帝京大学経済学部　教授
	花岡　伸也	東京工業大学大学院理工学研究科　准教授
	松尾　亜紀子	慶應義塾大学理工学部　教授
	李家　賢一	東京大学大学院工学系研究科　教授

（五十音順、敬称略）

乗員政策等検討合同小委員会とりまとめ　概要

操縦士

短期的課題　即戦力となる操縦士の確保（自衛隊操縦士、外国人操縦士、現役操縦士）

- ○自衛隊操縦士の活用
- ○外国人操縦士の活用
- ○健康管理向上等による現役操縦士の有効活用

中・長期的課題　若手操縦士の供給拡大（自社養成、私立大学、航空大学校）

- ○自社養成の促進
- ○私立大学等の民間養成機関の供給能力拡充
- ○航空大学校のさらなる活用

整備士・製造技術者

短期的課題　即戦力となる整備士の確保

- ○整備士資格の制度・運用の見直し

中・長期的課題　若手整備士・製造技術者の供給拡大

- ○整備士・製造技術者の供給拡大のための制度・養成のあり方の検討

共通項目

中・長期的課題　産学官の連携強化

- ○関係者間で連携して諸課題の検討を行うための協議会の設置等

2－2　操縦士・整備士・製造技術者の養成・確保②

国土交通省

黒字は、乗員政策等検討合同小委員会とりまとめ（H26.7）を踏まえた取組み
青字は、観光ビジョン（H28.3）を踏まえた追加的な取組み

短期的課題

即戦力となる操縦士の確保

（自衛隊操縦士／外国人操縦士／現役操縦士）

自衛隊操縦士の活用

○民間における活用（割愛）を再開　（H26.3）
○計器飛行証明の取得のための訓練の合理化を実施　（H26.12）

外国人操縦士の活用

○ライセンスの書換手続において、一定の経験を有する者について試験科目の一部を免除　（H26.12）
○在留資格要件のうち、1000時間以上の飛行経歴を250時間に緩和　（H27.12）

健康管理向上等による現役操縦士の活用

○使用可能な医薬品の範囲を拡大　（H26.10）
○操縦士の年齢上限（65歳未満）について、一定の条件を付した上で68歳未満に引き上げ　（H27.3）
○航空機乗組員の健康管理に関する基準及びガイドラインを策定　（H28.6）　併せて、航空会社健康管理部門に対する指導体制を強化
○安全性向上のため、疲労リスク管理制度の導入（H29.10）

その他

○航空会社の訓練実態に応じて、機長昇格に係る訓練時間を低減　（H26.12）

中・長期的課題

若手操縦士の供給拡大

（自社養成／私立大学／航空大学校）

自社養成の促進

○航空会社が柔軟に訓練・審査プログラムを策定することができる新たな制度の導入（H29.4）

私立大学等の民間養成機関の供給能力拡充

○高額な学費負担を軽減するため、無利子貸与型奨学金の創設
○民間養成機関と航空会社の間で訓練内容の共有や就職後学生の操縦技量に関するフィードバックを行うため、両者をつなぐ会議を開始（H28.10）
○操縦士志望者のエアライン操縦士としての適性判定を入学前に効果的に行う手法の検討

航空大学校のさらなる活用

○供給能力の拡大（72人→108人）（H30年度入学生から）
○民間養成機関の教官の教育レベル向上を図るため、航空大学校の訓練にオブザーブさせる取組を開始　（H27.9）

その他

○共通ウェブサイトskyworksを創設（H27.12）、霞が関ツアーでのPR、女性向け講演会等を実施
○訓練空港・訓練空域の充実を検討　等

2－2　操縦士・整備士・製造技術者の養成・確保③

整備士・製造技術者

短期的課題

即戦力となる整備士の確保

整備士資格の制度・運用の見直し

○欧州の資格を有する者が日本の資格を取得する際の試験科目を明確化（H26.7）

○航空専門学校等の養成機関における履修状況に応じて、上級資格の試験を受験する際の試験内容を簡素化（H26.7）

○航空会社における効率的な整備士養成が可能となるよう指定養成施設の活用を促進（H27.6）

○保守及び軽微な修理を担当する整備士資格の更なる活用のため、整備士の実際の業務内容を踏まえ、実施可能な業務内容の明確化に向けて作業中。

中・長期的課題

若手整備士・製造技術者の供給拡大

整備士・製造技術者の供給拡大のための制度・養成のあり方の検討

○航空機製造技術者の技能認定制度について、実現に向けた各種課題を業界にて検討中

○整備士の英語能力向上に資するマニュアルの作成（H28.3）

○整備管理従事者の養成のための講習会を開始（H28.3）

○整備士の技量・技能の維持・伝承のため、個社が有する知見を航空会社間で共有するための発表会を開始（H28.3）

その他

○共通ウェブサイトskyworksを創設（H27.12）、霞が関ツアーでのPR、女性向け講演会等を実施

2－3　独立行政法人航空大学校 ①

国土交通省

概要

主な業務　航空機の操縦に関する学科及び技能を教授することによる操縦従事者の養成
所在地　（宮崎本校）宮崎県宮崎市大字赤江字飛江田652番地2
（仙台分校）宮城県岩沼市下野郷字新拓1番地7
（帯広分校）北海道帯広市泉町西9線中8番地12
理事長　台木　一成

沿革

昭和29年7月　運輸省の附属機関として宮崎市に設置
昭和44年4月　仙台分校を設置
昭和47年5月　帯広分校を設置
平成13年4月　独立行政法人化
平成18年4月　非公務員化

学生定員

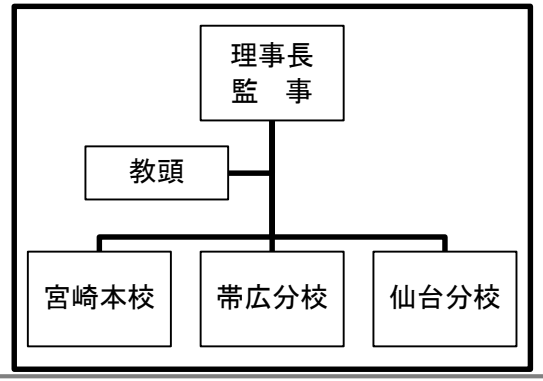
72名（18名×4期）
（平成30年度入学生から108名（27名×4期））

平成29年度予算(百万円)

収入	運営費交付金	2，316
	施設整備補助金	81
	自己収入	
	（航空会社）	795
	（授業料等）	221
	合計	3，413
支出	業務経費	1，952
	人件費	1，130
	施設整備費	81
	一般管理費	250
	合計	3，413

人員・組織

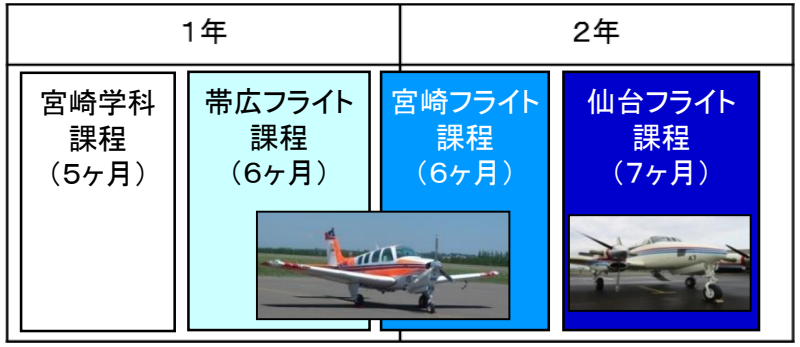
役員数：3名　職員数：102名
（平成29年4月1日現在）



業務の概要

航空機の操縦に関する学科及び技能を教授し、航空機の操縦に従事する者を養成する（事業用操縦士資格、双発機技能証明、計器飛行証明を取得させる）ことにより、安定的な航空輸送の確保を図る。

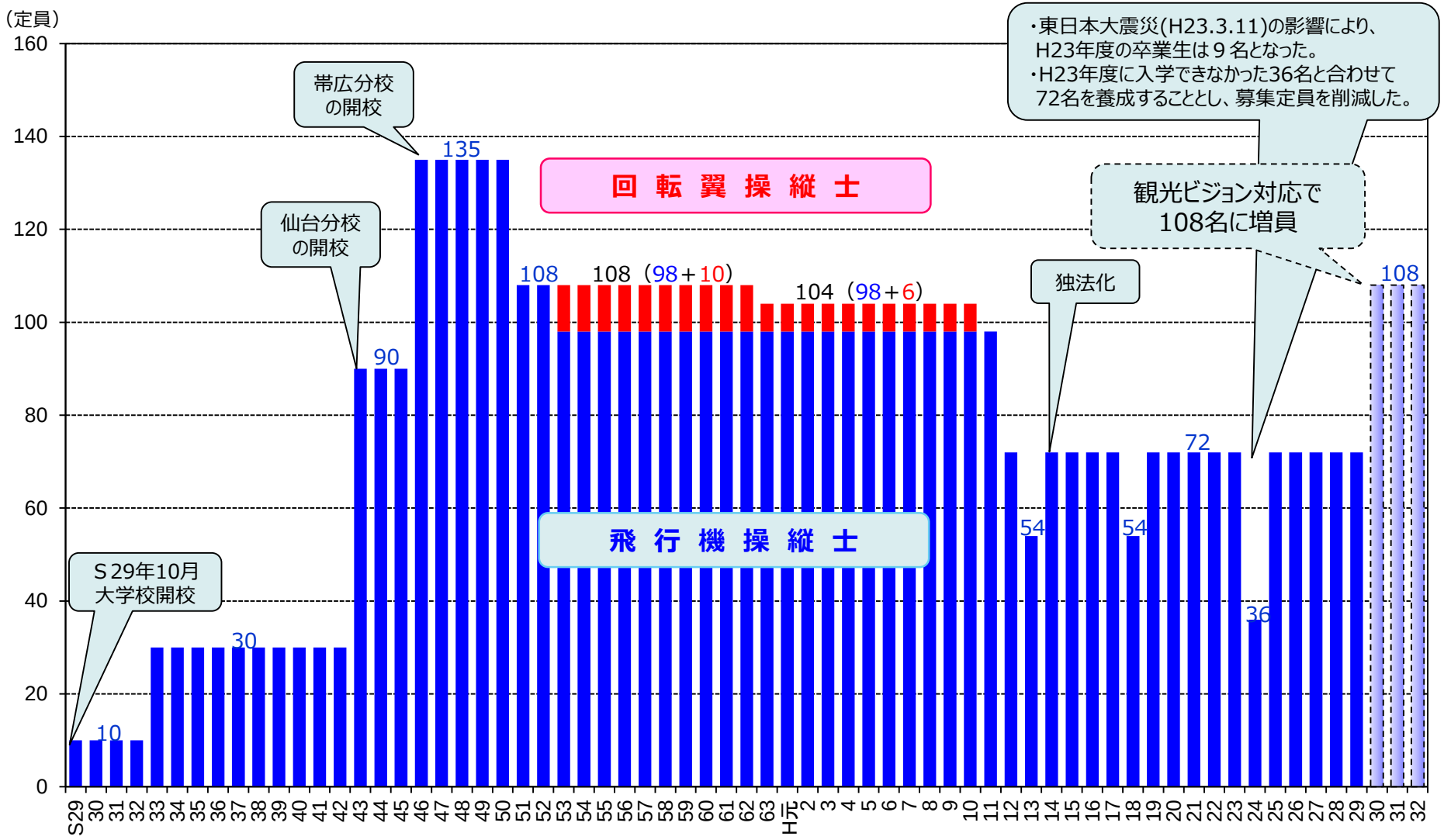
＜教育訓練課程＞　（入学から卒業まで2年間）
①宮崎学科課程　－　基礎知識の習得
②帯広フライト課程　－　自家用操縦士（単発）レベルの能力の習得
③宮崎フライト課程　－　事業用操縦士（単発）の技能証明の取得
④仙台フライト課程　－　事業用操縦士（多発）の技能証明及び計器飛行証明資格の取得



2－3　独立行政法人航空大学校 ②

国土交通省

○現在の定員は72名。なお、平成30年度から108名化の予定。



（出典：航空大学校のホームページ等の各種資料による）

2－3　独立行政法人航空大学校 ③

○　LCCの急速な事業拡大や操縦士の大量退職等が見込まれる中、「明日の日本を支える観光ビジョン」による訪日外国人旅行者数の増加等に対応した操縦士の養成・確保が益々重要。

○　このため、平成30年度から（独）航空大学校の養成規模を大幅に拡大（72人→108人）する予定としており、現在、学生寮等の施設整備、訓練機や教官の増強等を進めている。

平成28年度

➢　先行的に対応が必要な学生寮及び格納庫の整備（宮崎・帯広）

格納庫

学生寮

平成29年度

➢　先行的に対応が必要な帯広分校の教官、訓練機の増加等

教官

訓練機（帯広）

平成30年度

➢　宮崎本校、仙台分校の教官、訓練機、飛行訓練装置の増加等

教官

訓練機（仙台）

飛行訓練装置

訓練機（宮崎（現行機種））

2－4　民間養成機関の学生向け奨学金事業 ①

国土交通省

1. 奨学金運営主体
（一社）航空機操縦士育英会（新設）が奨学金事業を運営
構成員は2. の民間養成機関（私立大学等）

2. 参加民間養成機関
私立大学：桜美林大学、東海大学、崇城大学、
千葉科学大学
専門学校：日本航空大学校
訓練事業者：新日本航空（株）

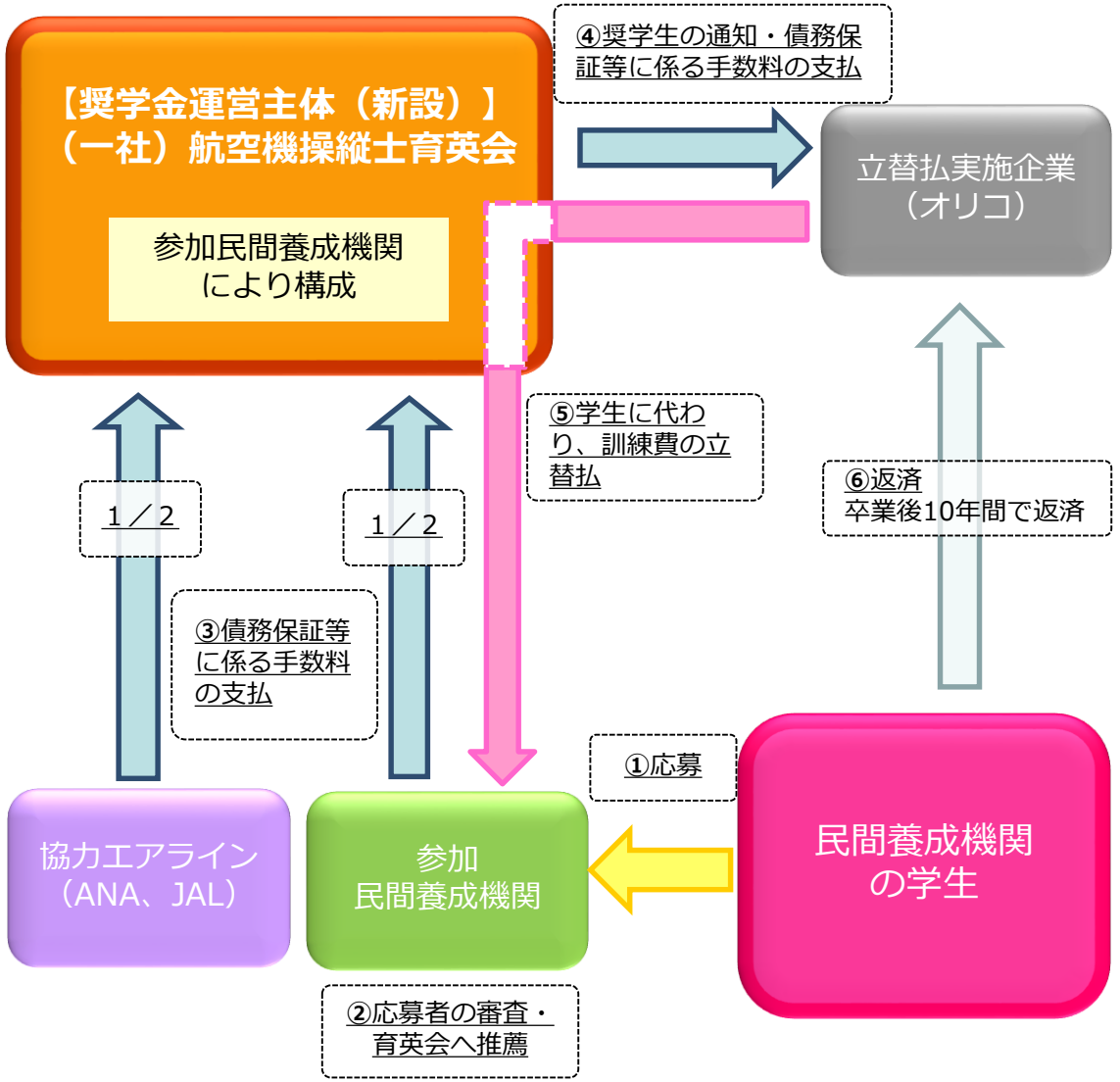
3. 協力エアライン
ANAホールディングス(株)
日本航空（株）

4. 貸与人数
当面、1学年あたり25名程度
（1民間養成機関あたり3～5名程度）

5. 貸与額等
1人当たり500万円を1～3回に分けて貸与
返済期間は卒業後10年

6. 債務保証等に係る手数料
1人当たり約60万円
これを参加民間養成機関と協力エアラインで折半

7. 運用開始時期
平成30年度



2－4　民間養成機関の学生向け奨学金事業 ②

国土交通省

大学名等	定員	学費等	養成場所	取得資格
東海大学 【指定養成施設】 （平成18年４月～）	50名	約 1,569万円 【約720万円（学費、入学金）＋約83,900 US＄（米国における訓練費用等）】	・米国ノースダコタ大学（州立） （留学期間：約15ヶ月） ・湘南キャンパス （神奈川県平塚市）	FAA自家用操縦士（単発） FAA事業用操縦士（単発・多発） FAA計器飛行証明 事業用操縦士（多発） 計器飛行証明
桜美林大学 （平成20年４月～）	30名	約 1,856万円 【約976万円（学費）＋約880万円（米国における訓練費用等）】	・米国L3エアラインアカデミー ・多摩キャンパス （東京都多摩市）	FAA自家用操縦士（単発） FAA事業用操縦士（多発） FAA計器飛行証明 事業用操縦士（多発） 計器飛行証明
崇城（そうじょう）大学 （平成20年４月～）	20名	約 1,958万円 【約438万円（学費）＋約1,520万円（訓練費用等）】	・熊本空港	自家用操縦士（単発） 事業用操縦士（単発・多発） 計器飛行証明
千葉科学大学 （平成26年４月～）	10名	約1,845万円 【約585万円（４年間）＋約126,000US＄（米国における訓練費用等）】	・米国ヒルズボロー・アビエーション ・神戸空港 （学校法人 ヒラタ学園に訓練を委託）	FAA自家用操縦士（単発） 自家用操縦士（単発） 事業用操縦士（単発・多発） 計器飛行証明
日本航空大学校 （平成18年４月～ （能登空港キャンパス））	10名	約1,751万円 【約221万円（学費）＋約1,530万円（米国における訓練費を含む）】	・米国ヒルズボロー・アビエーション ・岡南飛行場（岡山県岡山市） （岡山航空（株）に訓練を委託）	FAA自家用操縦士（単発・多発） ・自家用操縦士（単発） ・事業用操縦士（単発・多発） ・計器飛行証明
新日本航空 （昭和44年～）	随時	約1,235万円 【約43,000US$（米国訓練費）＋約805万円（国内訓練費）】	・米国ヒルズボロー・エアロ・アカデミー ・鹿児島空港	FAA自家用操縦士（単発・多発） FAA計器飛行証明（単発） ・自家用操縦士（単発・多発） ・事業用操縦士（単発・多発） ・計器飛行証明

（出典：各大学ホームページ等により作成）

2－5　操縦士の戦略的な養成・確保対策（30年度）①

国土交通省

平成30年度の取組み

○ LCCの急速な事業拡大や操縦士の大量退職等が見込まれる中、「明日の日本を支える観光ビジョン」では、訪日外国人旅行者数の目標が2020年に4，000万人とされている等、航空需要の増加に対応した操縦士の養成・確保が益々重要となっている。

○ これらを踏まえ、平成30年度からの航空大学校の養成規模拡大（72人→108人）に対応して、宮崎本校及び仙台分校の教官や訓練機の増強等を図るとともに、民間と連携したエアライン操縦士の効率的な養成・確保を図るため、類似形式航空機における効率的な訓練体系・乗務体系の確立に関する調査等を行う。

航空大学校の養成規模拡大

30年度予算額　2，466（2，397）百万円
※（　）内は前年度予算

➢ **宮崎本校、仙台分校の教官、訓練機、飛行訓練装置の増強等**

教官

訓練機（仙台）

飛行訓練装置

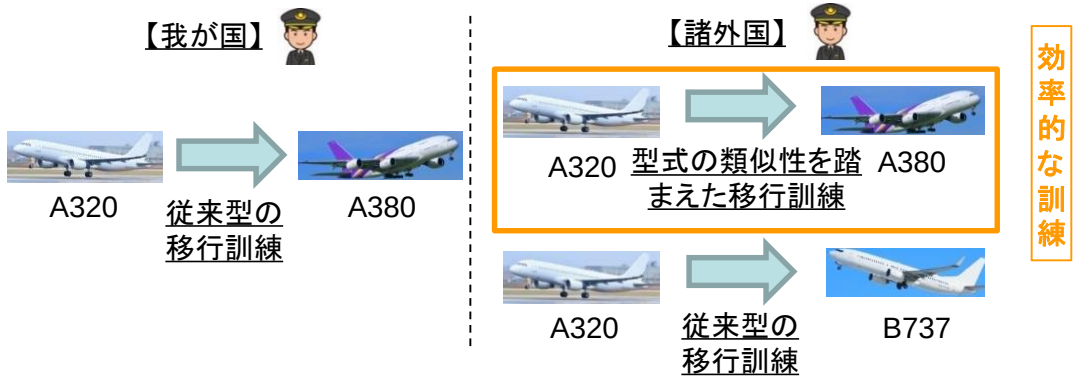
訓練機（宮崎（現行機種））

民間と連携した操縦士の養成・確保

30年度予算額　92（115）百万円
※（　）内は前年度予算

➢ **類似型式航空機における効率的な訓練体系・乗務体系の確立に関する調査**

我が国と諸外国のエアラインにおける訓練体系の比較



➢ **防衛省出身操縦士の民間航空分野における活躍促進に関する調査**

➢ **航空機操縦士の医薬品の使用に関する調査**　等

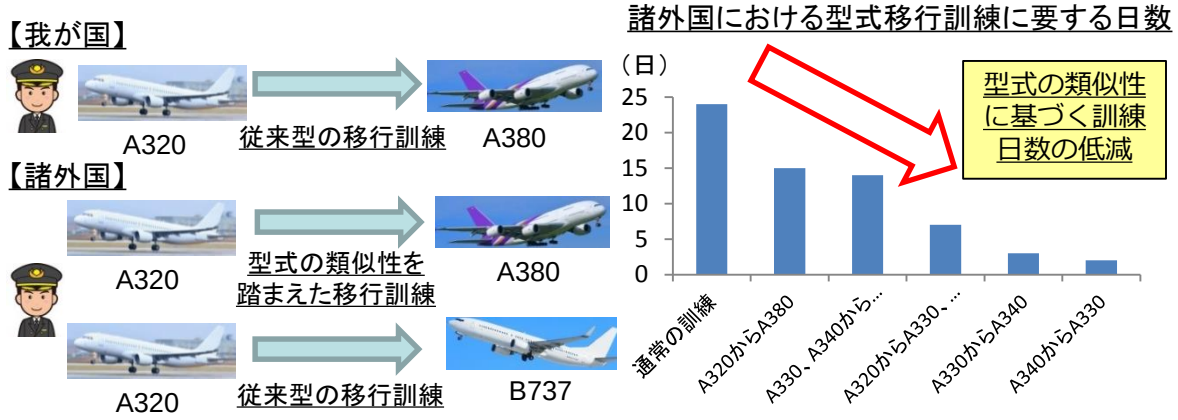
2－5　操縦士の戦略的な養成・確保対策（30年度）②

国土交通省

予算額：20百万円

我が国と諸外国のエアラインにおける訓練体系

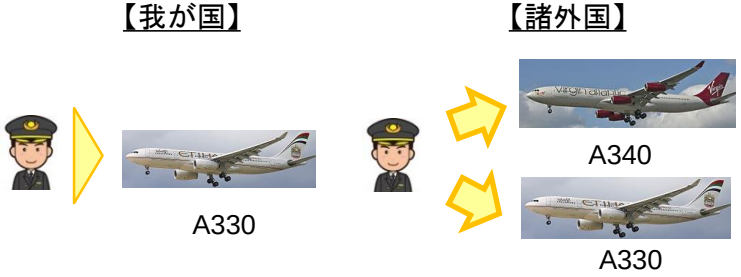
○現在、我が国エアラインの操縦士が、既に乗務している型式とは別の型式の航空機に乗務する場合、型式の操縦特性や操作手順等の類似性等にかかわらず、一定の訓練を行うことが必要。
○一方、諸外国では型式の類似性を当局が評価し、その評価に基づいた訓練制度（CCQ（Cross Crew Qualification））が導入されている。



諸外国における型式移行訓練に要する日数

我が国と諸外国のエアラインにおける乗務体系

○現在、我が国ではエアライン操縦士が複数の型式の航空機に乗務する制度が導入されていない。
○一方、諸外国では複数の型式に乗務可能な制度（MFF（Mixed Fleet Flying））が導入されている。



1つの型式のみに乗務可能

複数の型式に乗務可能

事業概要

観光ビジョンにおける訪日外国人旅行者数目標の達成に向けた操縦士リソースの更なる活用のため、諸外国におけるCCQやMFF制度、当該制度導入にあたっての航空機の型式の類似性の評価方法、また、諸外国のエアラインにおける訓練体系や乗務体系等を調査する。

諸外国の制度調査

・諸外国における操縦士の訓練体系や乗務体系に係る制度
・CCQやMFF制度を導入している諸外国における、航空機の型式の類似性（操縦特性や操縦手順）の評価方法　等

諸外国のエアラインにおける訓練実態等の調査

・諸外国のエアラインにおけるCCQ等の導入実態
・CCQやMFF制度を導入しているエアラインにおける、訓練体系や審査体系の実態　等

我が国エアラインにおける効率的な訓練や柔軟な乗員配置を可能とする制度を導入

課題 3：新技術への対応

3．1　新技術に対応した運航基準①　最近改正した事例

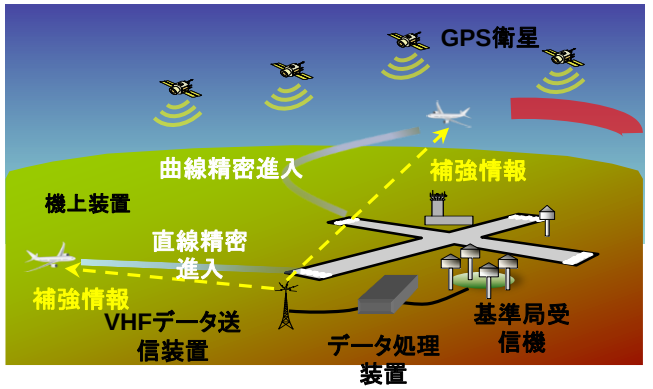
国土交通省

1．GBAS制度の開始（H29.7より開始）

背景

○ GBASとは、地上からGPSの補強信号や航空機の進入降下経路情報を送信し、航空機を安全に滑走路へ誘導するためのシステム。

○ これにより、ILSのように大規模地上施設を要せず精密進入が可能。また、今後は曲線進入など柔軟な運用も期待。ドイツ、米国、スペイン等の一部の国では運用が既に開始。(日本はH31年度から羽田で試験運用)



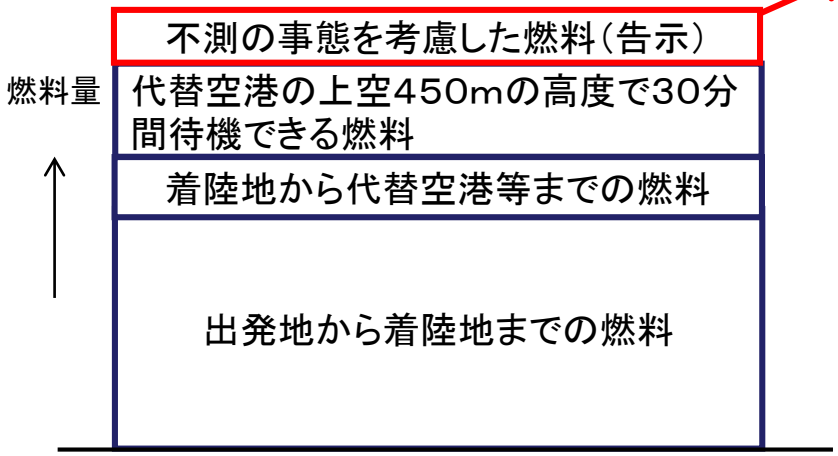
基準の改正

国内空港のGBAS運用はまだ先ではあるものの、欧米では既に運用が開始されている空港も一部あることを踏まえ、本邦航空会社がGBASを使用して運航するための装備・運航要件を制定。H29年7月より適用。

2．搭載燃料の効率化（H29.4より開始）

気象予測などの運航管理技術の高度化等を踏まえ、航空会社の最低搭載燃料の量を緩和するなど、航空法施行規則第153条を改正（H29．4施行）

(最低搭載燃料の構成)



ターボジェット発動機＆計器飛行方式の航空運送事業の場合

改正①：不測の事態を考慮した燃料量の削減

（これまで）
着陸地までの時間の**10%**相当の燃料(長距離)
又は
着陸地上空で**15分間**待機できる燃料（短距離）

→

（変更後）
着陸地までに要する燃料の**5%**相当の燃料
又は
着陸地上空で**5分間※**待機できる燃料

※機体毎の燃料消費性能のモニタリング・路線毎の評価等により補正する場合は3%まで削減可能

改正②：新たな評価方法の導入

飛行計画作成時に、発動機や与圧機能が損なわれた場合でも、安全に代替空港等に着陸できる燃料かの評価が必要

国土交通省

3．PBCSの導入（H30．3月から適用予定）

概要

洋上運航において管制間隔を短縮する運用を行う場合、一定の通信監視性能を満たすこと、定期的なモニタリングを行うことを義務化。

管制間隔短縮運用

通常の管制間隔

縦：15分(大体120NM)
横：100NM

管制間隔の短縮

縦：50NM※
横：50NM※
又は
縦：30NM※
横：30NM※

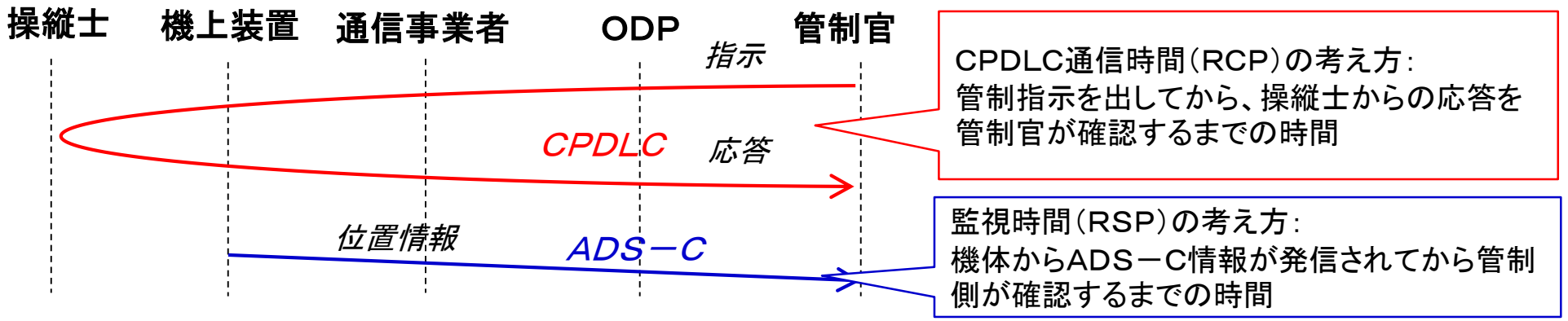
※他に高精度の航法装置も必要

必要な通信監視性能

以下の管制官とパイロット間の通信（CPDLC）性能、機体の監視性能等が必要

・通信時間（RCP）が240秒以内、ADS－C（自動位置情報伝送・監視機能）の情報取得時間（RSP）が180秒以内
・空域監視機関が性能をモニタリングし、性能を満たしていない場合には必要な改善を指示。

－時間計測のイメージ－



3．1　新技術に対応した運航基準③　研究・調査中の事例

4．空港低層風情報を活用した安全対策

○羽田、成田空港では、平成29年4月より、空港気象ドップラーレーダー・ライダーなどの観測データを用いて、1，000ft以下の着陸経路上の詳細なリアルタイムの風速・風向きのデータの提供を開始し、データはACARSにより機上で取得・確認が可能。

（JAXAと気象庁の共同開発）

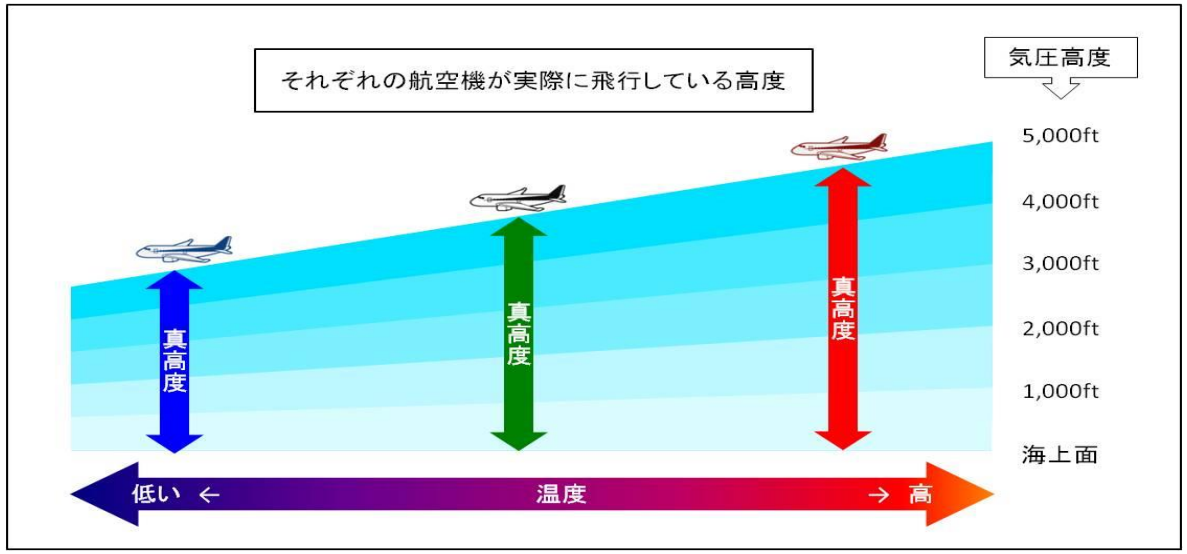
5．極低温地域での高度補正について

○低温地域において気圧高度計を利用する場合、実際の対地高度は高度計が示す値よりも低くなり、着陸進入時には障害物の影響等をうけやすい状況。

○米国では空港ごとにパイロットによる高度補正のルールを定め運用。

○欧州では進入方式を設計する際に、高度補正の必要がないよう、運用温度等を考慮。

○現在、ATECと連携し調査研究中



3．2 リチウムイオン電池への対応①　普及状況

リチウムイオン電池は、携帯などの情報通信分野から電池自動車などの輸送機器まで、幅広く活用

分野	機器
情報通信機器分野	スマートフォン、携帯電話、ノートPC、タブレットPC、ﾃﾞｼﾞﾀﾙｶﾒﾗ、 ｺｰﾄﾞﾚｽ電話、ﾜｲﾔﾚｽﾏｳｽ、ﾜｲﾔﾚｽｷｰﾎﾞｰﾄﾞ、ﾎﾟｰﾀﾌﾞﾙﾅﾋﾞｹﾞｰｼｮﾝ、 ハンディースキャナー、モバイルバッテリー、電子辞書、GPS、 トランシーバー、腕時計、デジタルペン、
ポータブルAV機器分野	ﾋﾞﾃﾞｵｶﾒﾗ、ﾃﾞｼﾞﾀﾙｵｰﾃﾞｨｵﾌﾟﾚｰﾔｰ、ﾎﾟｰﾀﾌﾞﾙCD/MD/DVDﾌﾟﾚｰﾔｰ、 携帯ゲーム、リモコン、ヘッドセット、ハンディーターミナル、 フォトビューア、液晶TV/ワンセグTV、ポータブルプリンター、 ポータブルプロジェクター、置き型ゲーム
ヘルスケア分野	電動ｼｪｰﾊﾞｰ、電動歯ブラシ、医療機器（内蔵バックアップ）、 電動車いす、補聴器
業務用機器分野	電動工具、携帯計測器、UPS、非常用電源、電力貯蔵、 衛星、航空機、海洋調査機器、業務用無線機、課金用携帯機器、 業務用カメラ、業務用VTR　業務用カムコーダ、
輸送機器分野	電動アシスト自転車、ハイブリッド自動車、電動スクーター、EV、電動(ゴルフ)カート、自動車起動用、電車
その他	ドローン、ラジコン、携帯用電灯、電動リール、電子楽器、ファン、ヒーター、 カメラ、ロボット、電動刈払機

国土交通省

－UPS航空6便墜落事故－

1．発生日時／場所

平成22年9月3日（現地時間）

2．運航者／航空機

UPS航空 ／ ボーイング747-44AF

3．出発地及び目的地

香港国際空港→（経由）ドバイ国際空港→ケルン・ボン空港（ドイツ）

地図データ©2017 Google, ORION-ME

4．搭乗者

2名（乗員2名）

5．概要

・貨物室でリチウムバッテリーが発火し、煙が発生。減圧及び消火装置を作動させるも火災は鎮火せず、貨物室で発生した煙がコックピットに充満。

・手動操縦用のケーブル及び他のシステムも焼損により破壊され、自動操縦で着陸を試みるも墜落

6．備考

翌年アシアナ航空においてもリチウム電池を原因とする発火事故が発生したことにより、リチウム電池の空輸は旅客機では禁止となった。

3．2 リチウムイオン電池への対応③　最近のトピック

〇最近、国内でもリチウム電池関連の不安全事象が立て続けに発生。
〇ICAOでも、29年7月に緊急的な技術指針の改正を行い、我が国も同時に適用

最近の不安全事象

〇H28．8　運航中のモバイルバッテリー発火

スカイマーク新千歳発羽田着便において、離陸上昇中の機内で、持込手荷物内のモバイルバッテリーから煙が発生したため、新千歳空港に引き返した。当該バッテリーは客室乗務員の消火活動により鎮火。

〇H28．10　ギャラクシーノート7の機内持ち込み禁止

サムスン電子社製ギャラクシーノート7について、発火等の事案が継続発生していることから、同製品の航空機への持ち込みを全面的に禁止

〇この他にも、モバイルバッテリー（預け入れ禁止）を受託手荷物として持ち込む事例が大幅に増加

成田空港でモバイルバッテリーを預け入れようとして見つかる事案が、平成27年4月から28年8月で3倍に増加

H29．7．1 携帯型電子機器の輸送ルールを変更

リチウム電池を内蔵した携帯型電子機器が貨物室内で発火するリスクに対処するため、ICAOにおいて、当該機器を預け入れる場合の技術指針の緊急的な改正が採択。（7月1日適用）→我が国も同時に適用

①電源完全オフ（スリープモード不可）

②偶発的な作動や損傷を防止するための措置
（強固なスーツケースへの梱包、衣類等による保護等）

現在もICAOにおいて、携帯型電子機器の持ち込み制限(原則機内持ち込み)やモバイルバッテリーの使用禁止等といった新たなルールを検討中

3．3　無人航空機への対応①　航空法改正

国土交通省

航空法改正の背景

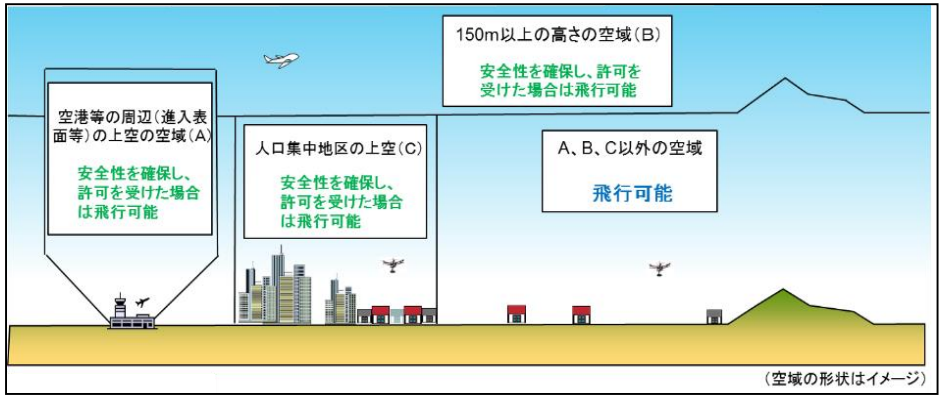
■ 昨今、無人航空機が急速に普及しており、撮影や農薬散布、インフラ点検などの分野で利用が拡大。
■ 今後、様々な分野で活用されることで、新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便や質の向上に資することが期待
■ 一方、落下事案が発生するなど、安全面における課題に直面。

国際的な状況も踏まえ、緊急的な措置として、無人航空機を飛行させる空域及び飛行の方法等について、基本的なルールを定めることが必要

概要

（１）無人航空機※の飛行にあたり許可を必要とする空域

○ 空港周辺など、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがある空域【図Ａ、Ｂ】
○ 人又は家屋の密集している地域の上空【図Ｃ】



（２）無人航空機の飛行の方法

○ 日中において飛行させること
○ 周囲の状況を目視により常時監視すること
○ 人又は物件との間に距離（３０ｍ）を保って飛行させること　等

※飛行機、回転翼航空機等であって人が乗ることができないもののうち、
遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの（超軽量のものなどを除く）

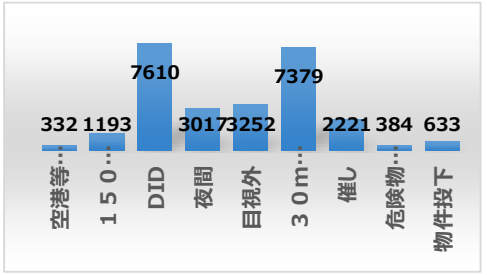
運用状況

○ 改正航空法施行後(H27.12.10～H29.11.30)、国土交通省に対し合計３万件を超える申請があった。

○ 許可等に当たっては、許可・承認審査要領に基づき機体・操縦者・運航管理体制等について審査し、地上の人及び物件等の安全が損なわれるおそれがないことを確認している。

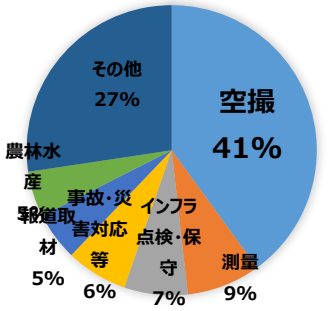
○ 許可等を行ったものは、人口集中地区（ＤＩＤ）上空での飛行等に係るものや空撮等を目的とするものが多数を占めている。

項目別
許可承認状況



※平成28年度許可・承認分

目的別
許可承認状況



※平成28年度許可・承認分

※ただし、許可等に当たっては、原則として第三者上空を飛行させることを求めており、現在までのところ、第三者上空の飛行の許可等を行った事例はない。

3．3　無人航空機への対応②　制度設計

国土交通省

官民協議会

○ ドローンを使った荷物配送を可能とするため、関係府省庁、メーカー、利用者等の団体等をメンバーとする官民協議会を設立。
○ 本官民協議会において、平成28年7月に更なる安全確保に向けた制度設計の方向性を取りまとめた。

制度設計の方向性

検討会を早期に立ち上げ、2016年度目途に有人機と無人機、無人機同士の衝突回避ルール等を整備する。

民間団体等による講習会について、一定の基準に適合しているものを国交省ＨＰに掲載し、これを利用する場合、審査を一部簡素化する。

離島、山間部等における荷物配送を2018年頃に本格化させる仕組みを導入する。

検討及び具体化

制度設計の方向性に基づく整備

航空機、無人航空機相互間の安全確保と調和に向けた検討（H29.3.30中間とりまとめ）

・航空機の航行の安全性を確保するため、無人航空機側が回避する。
・無人航空機の飛行情報を、関係者と共有できるシステムを新たに構築する。　等

講習会活用制度
（H29.4開始）

・操縦技能に係る講習を行う団体等を航空局ＨＰに掲載し、受講を奨励する。
・当該技能認証を飛行許可審査にも活用し、手続きを簡素化する。

目視外飛行等の要件に関する検討
（H29.9 検討会開始）

経済産業省との合同検討会において、目視外飛行に求められる機体の性能、飛行させる者に求められる要件等について関係省庁と連携し検討を行う。

3．3　無人航空機への対応③　事故状況

国土交通省

○平成28年度には、合計55件の事故等(人の死傷、第三者の物件の損傷、飛行時における機体の紛失、航空機との衝突又は接近事案)の報告（許可・承認を行っていない飛行の事故等も含む。）があった。また、平成29年度では11月末時点で48件の報告があり、平成29年11月には、第三者が負傷した事案が発生。

○なお、米国連邦航空局（FAA）によると、米国では平成28年度に約1,800件に上るドローンの飛行ルール違反や事故に関する情報が報告されている。

（主な事案）

操縦者が負傷した事案

- 日 時：平成28年9月11日
- 場 所：岡山県津山市
  （航空法の許可不要の空域）

個人が趣味のため、無人航空機を飛行させていたところ、制御不能となり、操縦者自身に衝突。本事故により、操縦者は右肘を骨折した。

関係者が負傷した事案①

- 日 時：平成29年2月18日
- 場 所：神奈川県藤沢市の建築現場
  （航空法の許可（DID地区上空）を取得）

工事現場撮影のために飛行していた無人航空機が電波障害により操縦不能となった。自動帰還機能が作動したが、クレーンにぶつかり落下。現場の作業員1名が顔に切り傷を負った。

関係者が負傷した事案②

- 日 時：平成29年9月8日
- 場 所：埼玉県本庄市
  （航空法の許可（30m未満の飛行）を取得）

橋梁点検の飛行実証試験飛行中の無人航空機が制御不能となり、当該実証試験に従事していた関係者に接触し、当該関係者は右手親指を負傷した。

第三者が負傷した事案

- 日 時：平成29年11月4日
- 場 所：岐阜県大垣市
  （航空法の許可等（DID地区上空等）を取得）

岐阜県大垣市で開催されたイベント「ドローン菓子撒き」において飛行中の無人航空機がバランスを崩して落下し観客を負傷させた。
本事案により6名が救急搬送され、3名が軽傷を負った。

3．3　無人航空機への対応④　大垣事故の概要

国土交通省

1．事故概要

1．**発生日時／場所**　平成29年11月4日（土）14時5分頃／岐阜県大垣市の大垣公園内

2．**事故機**　自作機

3．**運航者**　（無人航空機の製作・運航会社）（改正航空法施行後、15回の飛行許可・承認の実績あり）

4．**概要**　岐阜県大垣市の大垣公園内で開催中のイベント（ロボフェスおおがき2017）の一環として行われたドローン菓子撒きにおいて、飛行中の無人航空機がバランスを崩して落下し観客3名を負傷させた。

5．**被害**　観客3名

6．**航空局の対応**

○当該事故機の運航者に対し、今回のイベント飛行に際しての安全対策の実施状況、事故に至った経過や原因等についての詳細を報告するよう指示　（事故発生当日（11月4日（土））

○ 国土交通省ホームページや関係団体等を通じて、無人航空機の運航者に対し、特に人又は物件の近くで無人航空機を飛行させる場合の安全対策の十分な検証と確実な実施の徹底を注意喚起するとともに、地方航空局に対し無人航空機の飛行の許可・承認の審査における安全対策の確認徹底を指示　（11月6日（月））

○ これまでの確認の結果、同社において、航空法に違反する行為や飛行にあたって十分な安全上の確認が行われていなかったことが判明したことから、大阪航空局は同社に対し厳重注意（12月6日（水））

－事故の様子－

（※いずれもインターネット記事より）

3．3　無人航空機への対応⑤　大垣事故を受けた課題

国土交通省

1．当日の事象の整理

○当日の飛行は、特定地点から上下方向の飛行を行い、高度10mで静止し1kgの菓子まきを行うもの。（風速は5m/s想定）

○安全対策としては、運航者は上下方向のみの動きのため機体は真下にしか落下しないと思い込み、飛行地点下に立入禁止区画を半径3mと設定し、観客を当該区画の東側によせるとともに、その間に補助者を4名配置し、当該者に観客への区画立入りへの注意や操縦者への気象状況や機体の作動状況の情報提供等をおこなわせることとしていた。

○実際は、風速は1～2m程度、水平方向の速度はほとんどない状態で高度10mから菓子まきを行っている際に、何らかの理由でプロペラが制御不能となり機体がバランスを崩し、駆動しているプロペラが水平方向と上方向への推力となったため、立入禁止区画外の12m先まで落下したことが想定される。

○機体の審査基準上、遠隔操作の機体に対し「緊急時に機体が暴走しないよう、操縦装置の主電源の切断又は同等な手段により、モーター又は発動機を停止できること」としているが、運航者によると今回使用した機体も同様の機能を有していたものの、その操作が間に合わなかったとしている（制御不能になってから落下までは2秒程度）。

2．事象毎の課題

①機体が制御不能となったこと

原因については引き続き調査中。

②制御不能になったにも関わらずプロペラが駆動し立入禁止区画外に落下し観客に衝突したこと

○無人航空機の落下する範囲は、暴走を止める機能が適切に作動すれば、そのときの機体の速度、風速、高度及び操縦者が異常に気づき停止するまでの時間、空気の抵抗力でおおよそ限定できる。

○今回の飛行では、風速5m/sまでの運用を想定しており、その場合、水平方向の速度がゼロであってプロペラが瞬時に静止した場合を仮定しても、理論上、高度10mの場合には3ｍを大幅に超す地点まで落下することが想定されるため、当初の立入り禁止区画3mとした安全対策では不十分。

③観客3名に軽傷を負わせたこと。

プロペラガード等の物件に接触した際の危害を軽減する措置を講じていなかった（補助者を配置する等の適切な安全対策を講じることを条件に許可・承認がなされた）。

3．3　無人航空機への対応⑥　催し場所上空飛行の安全対策

国土交通省

1．催し場所上空の飛行において講じるべき安全対策

機体要件

○ホームページ掲載無人航空機以外の場合には次の要件を追加

⇒申請時と同じ機体の条件下で十分な飛行実績（飛行時間：3時間以上、飛行回数：10回以上目安）を有し、安全に飛行できることを確認していること。（飛行時間と飛行回数を新たに申請書に記載）

○プロペラガード等の接触時の被害を軽減させる措置を義務化。

風速制限

風速は5m/s以下であること

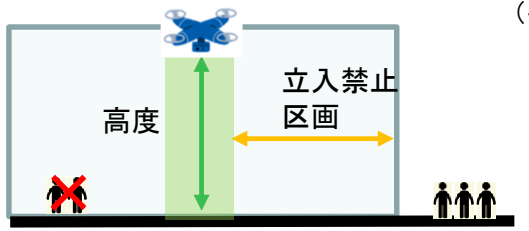
速度制限

実測の風速に応じ、風速と速度の和が 7m/s以下とすること

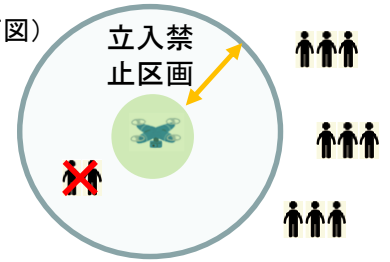
立入禁止区画の設定

（飛行高度に応じた立入禁止区画の設定）

（断面図）



（平面図）



（飛行高度に応じた立入禁止区画の設定）

飛行高度	立入禁止区画範囲
0～20m	30m
20～50m	40m
50～100m	60m
100～150m	70m

※150m以上を飛行する場合の立入り禁止区画は、150m以下と同様の条件のもと、機体質量、形状等を踏まえた空気抵抗の影響を考慮して算出した落下地点までの距離。

2．例外措置

以下の場合には、1．を満たさない場合でも飛行を許可する

・観客等への被害を防ぐため機体に係留装置の装着又はネットの設置等を活用した安全対策を講じていること

・機体メーカーが自社の機体の性能にあわせ落下範囲を保証している等、その技術的根拠について問題ないと判断できる場合

航空機の信頼性に寄せる
期待の高まりに応えるために

株式会社JALエンジニアリング
技術部　中川 由起夫

JAPAN AIRLINES

本日の内容

- JALエンジニアリング 会社紹介
- 航空機の信頼性の向上トレンド
- 課題ならびに弊社での取り組み

A) 故障への対応力・技量を磨く

① 整備専用モバイルアプリ

② 整備訓練へのITの活用

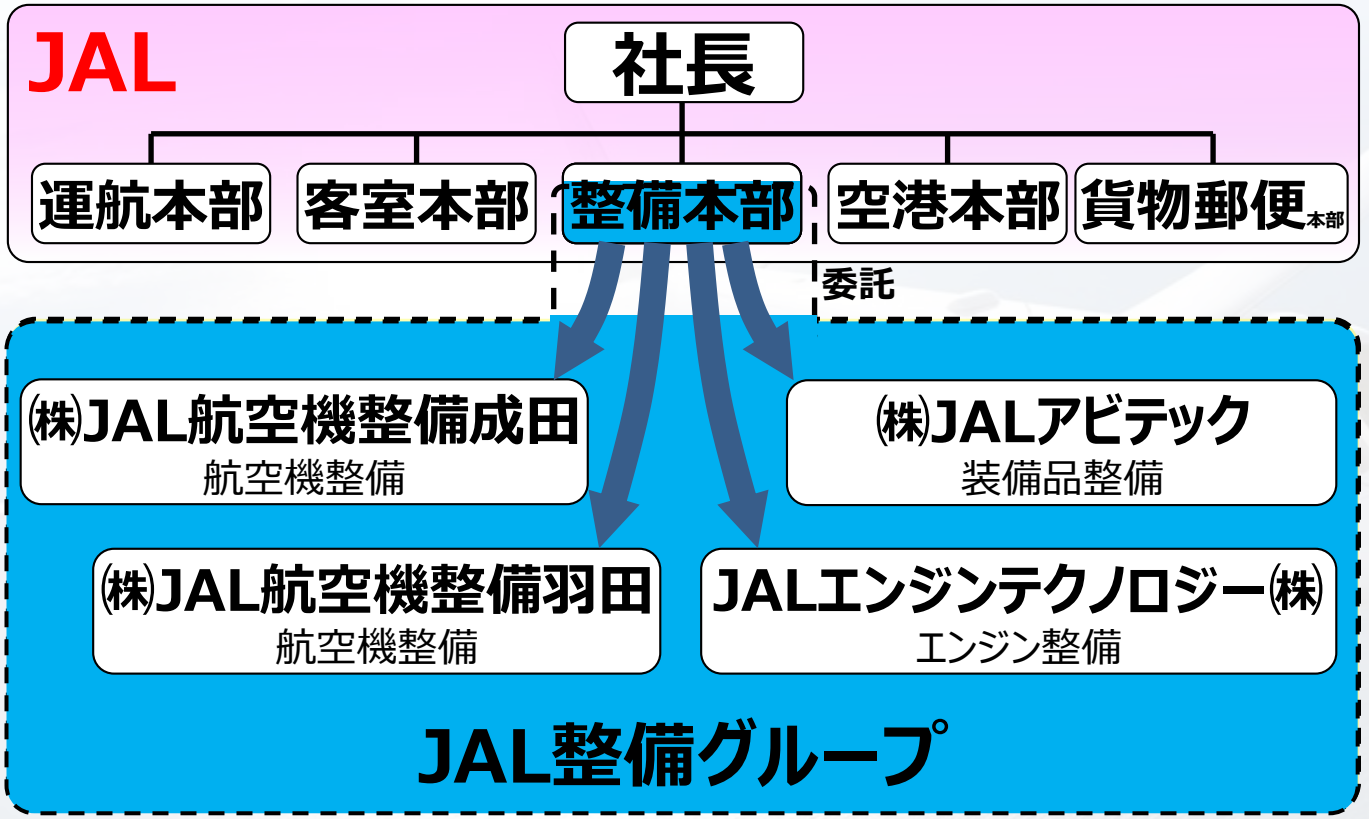
B) 故障を未然に防止する

③ ビッグデータ分析による予防整備

株式会社JALエンジニアリング

JALエンジニアリング

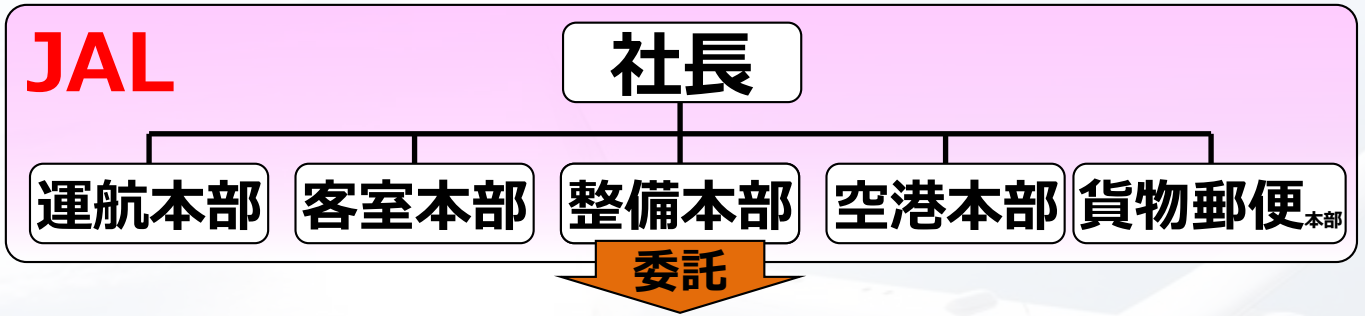
2009年10月



Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

JALエンジニアリング

2009年10月



JALエンジニアリング

JAL整備グループの4社を統合するとともに、(株)日本航空インターナショナル(当時) 整備本部より羽田空港を含む国内空港の整備現業部門および間接機能(一部除く)を移管し設立

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

JALエンジニアリング

商号：　株式会社JALエンジニアリング
所在地：　東京都大田区羽田空港3-5-1 日本航空M1ビル
設立：　2009年10月1日
資本金：　8,000万円
株主：　日本航空(株)　（100%）
従業員：　約4,000名

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

航空機の信頼性

向上トレンド

1. 飛行中の故障発生率の推移

2. 定時出発率の推移

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

課題への取り組み

課題への取り組み

航空機の信頼性向上にともない

- 故障が減少し、また、故障による遅延件数も減少

  ⇒ 実際の修理作業を通じて対応力(技量)を磨く機会が減少

  ① 対応力(個人・チーム)の強化 **【整備用モバイルアプリ】**
  ② 機会減少を補完 **【整備訓練へのIT活用】**

- さらなる定時出発率の改善に対する、期待の高まり

  ⇒ 上記に加えて、新たな取り組みも必要

  ③ 故障を予測する **【ビッグデータ分析】**

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

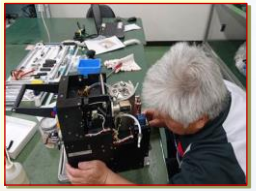
① 整備専用モバイルアプリ

SMART

航空機の整備について

運航整備

- 各空港で実施する飛行前点検
- 航空機の発着に合わせて整備



装備品整備

- 電子部品、油圧部品等の整備
- 機体から取り外して整備

航空機整備

機体重整備

- 機体を格納庫に入れて行う機体整備
- 一定期間飛行機を駐機させ整備

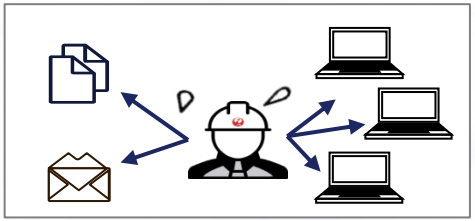
エンジン整備

- エンジンの分解整備
- 機体から取り外して整備

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

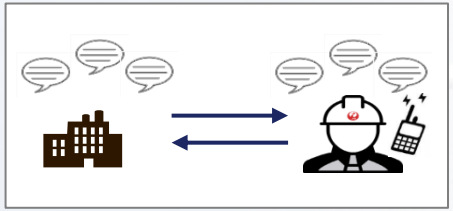
今までの運航整備

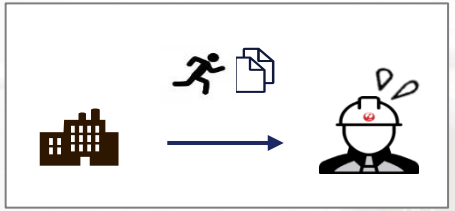
作業の準備時（情報収集）



- 飛行機の整備履歴やフライトに関する情報の確認、各空港間の情報共有などはPCでしか確認できず
- オフィスでの事務作業に時間を要す

故障への対応時





- 整備中にマニュアルを参照したい場合などはオフィスに連絡し、印刷して持ってきてもらうことも
- 連絡手段は電話もしくは無線

整備士が、整備作業に集中できる環境を整えたい

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

モバイルアプリ開発

2017年４月運用を開始

Smart **M**aintenance **A**ccessible
and **R**esponsive **T**erminals

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

3つのキーワード

1	***Smart***	今までオフィスで行っていた事務作業のほとんどを、 場所を選ばずにスマートに行えるように
2	***Simple***	取扱説明書のいらないシンプルさと、ログインなどの 手間を最小限にし、誰でも使える簡便さを実現して、 時間のロスを省く
3	***Standard***	航空機整備に必要な情報は世界共通と考え、 世界中のエアラインの整備士たちが使えるように スタンダードな仕様のアプリを目指す

整備士、そしてチームの新しい働き方が可能に

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

さらなる機能の充実を目指して

- Phase1、2、3と段階的に導入中
- 2017年4月にPhase1を、国内・海外の全拠点で開始
- 本年4月予定のPhase2で、機能を追加しさらなる発展へ

Phase1 2017年4月

- 動画によるコミュニケーションの高度化
- フライト情報と作業スポット確認
- PDFファイル共有
- 要員アサイン、作業進捗の確認

Phase2 2018年4月

- 故障情報の整備システムへの入力
- 部品在庫確認機能の追加
- 部品払い出し機能の追加
- バックオフィスからのイベント情報共有

etc.

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

② 整備訓練へのITの活用

整備訓練に関わる環境の変化

- ✓ 航空機のシステム信頼性が向上し、故障が減り、故障修理の機会が減少
- ✓ 部品装備数が減少し、保守点検間隔が伸びたことで、定期点検作業の機会も減少
- ✓ 機材の高稼働化により訓練機材の確保が困難

実際の飛行機を見て、触れて、作業をすることを通じ、より知識を血肉化するための機会が減少

訓練機会を増やす手段として、IT技術を導入

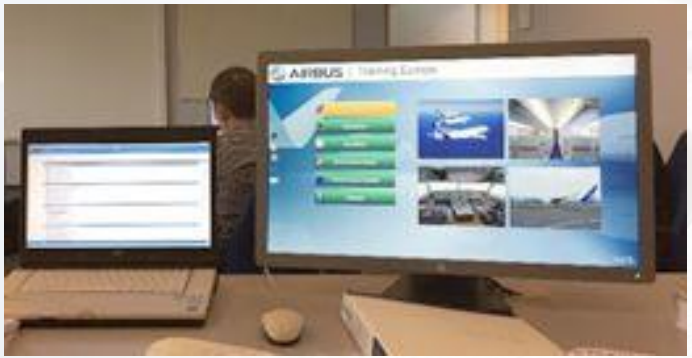
Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

ACT
Airbus Competence Training

ACTとは

Airbus **C**ompetence **T**raining

- IT技術を活用した総合訓練パッケージ
- ソフトウェアとして提供され、汎用PCにインストールして使用



ACTを使用した訓練風景

映像はエアバス社

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

ACTの効果

訓練品質の向上

- ✓ 基本的な整備作業・操作を繰り返し習得可能
- ✓ 実機では模擬することが難しい故障や場所に対する訓練も可能

計画的な訓練の履行

- ✓ 機材計画に左右されない計画的な訓練履行により、資格者養成期間の短縮が可能

機上ITの操作技量向上

- ✓ 現代の航空機整備に必須の機上ITの操作技量の強化

経済効果

- ✓ 実機使用に伴う費用の削減

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

Microsoft HoloLens
ウェアラブルコンピューター

HoloLens(ホロレンズ)とは

マイクロソフト社が開発したヘッドマウント型の
ウェアラブルコンピューター

映像はマイクロソフト社

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

実物写真から立体映像を作成する

- ✓ あらゆる方向、距離から無数の写真を撮影
- ✓ それを立体に貼り付けてエンジンモデルを作成

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

Microsoft Worldwide Partner Conference 2016における弊社訓練教材紹介の様子

映像はマイクロソフト社

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

実用化への課題

3Dデータ

リアルな仮想航空機を創り、多くの訓練シナリオを作成するには航空機の3Dデジタルデータが不可欠

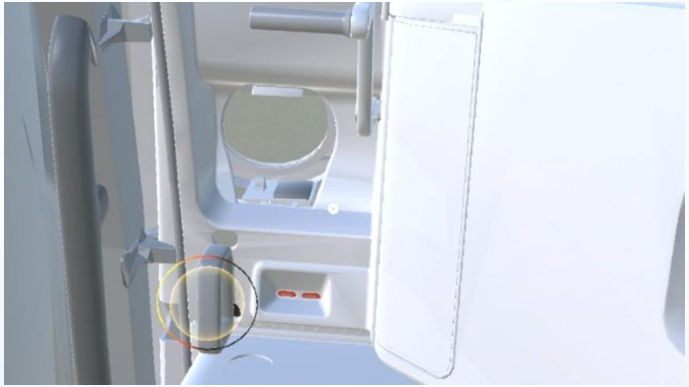
IT技術者

目覚しいITデバイスの進化に対応できるIT技術者を社内に独自に抱えることには限界

エアバス社の訓練アプリケーションのプロトタイプ開発に参画

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

プロトタイプ ～ ドア操作



Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

期待される効果

現実感

✓ 実機がそこにあるかのような感覚

訓練効果

✓ いつでも、どこでも、何度でも、安全に

✓ 実機ではできない訓練

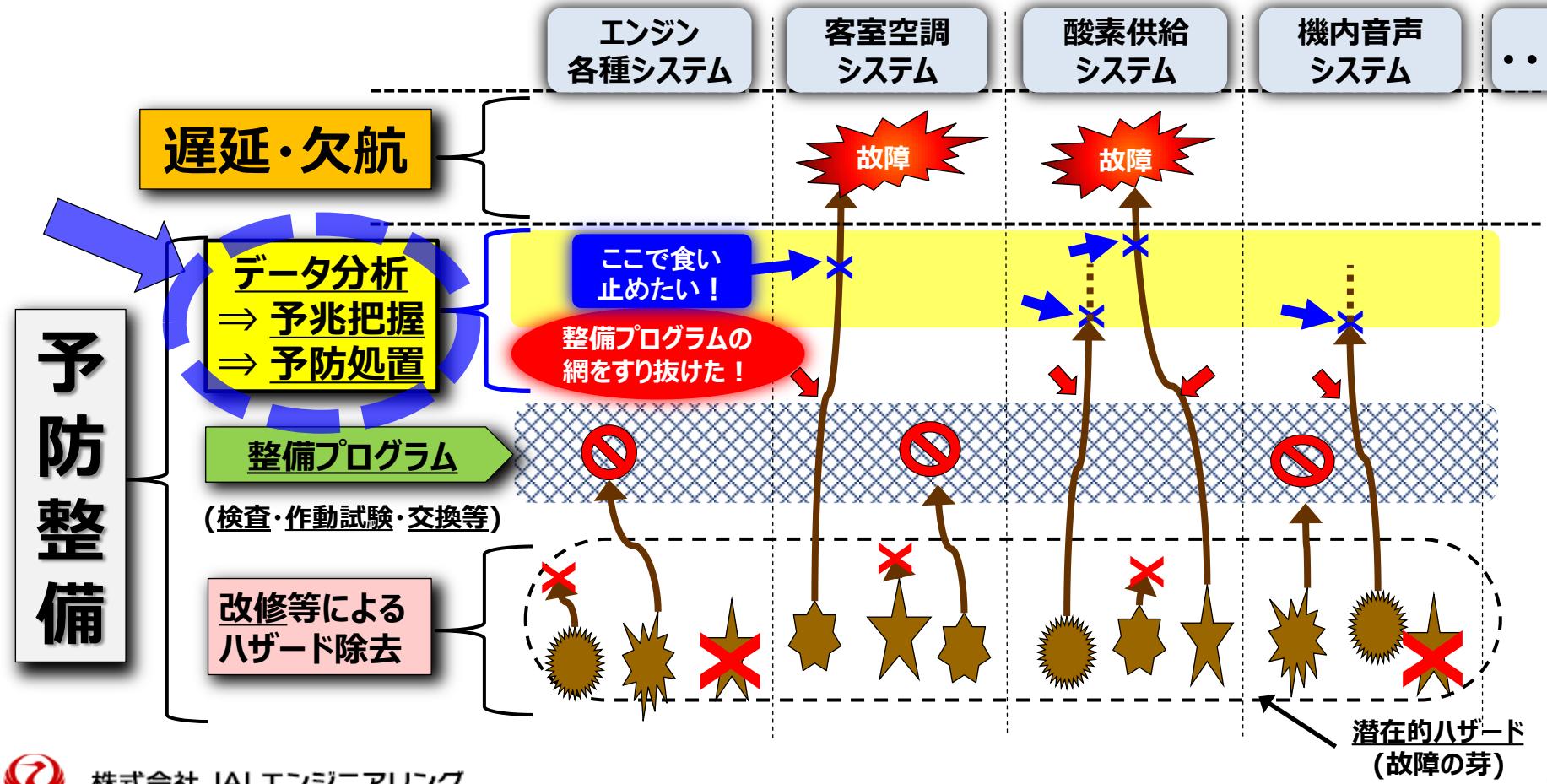
経済効果

✓ 実機使用に伴う費用削減

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

③ ビッグデータ分析による故障予測

故障を未然に防ぐ　～予防整備～



Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

ビッグデータ分析による故障予測プロジェクト

・航空機の故障履歴
・整備の実施履歴

ビッグデータ
JALエンジニアリング
整備情報
データベース

運航時に取得される
センサーデータ
（温度、圧力、
回転数、etc…）

機材故障による欠航や
遅延を未然に防止

故障予測の結果に基づき
予防整備を実施

ビッグデータ
データベース
(JAL保有センサーデータ)

故障予測分析

IBM SPSS Modeler

IBM技術者

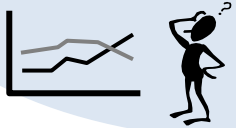
JALエンジニアリング
技術者

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

プロジェクト概要 【2015年11月～】

従来の分析

エクセルによる、
少量かつシンプルなデータ分析
⇒ビッグデータ分析には不向き



- 分析パラメータ数：
  10弱
- 分析対象範囲：
  数日分程度のフライト

SPSSを用いたビッグデータ分析

大量のデータを高速に分析

- 不整合データ除去
- 大量データ集約化
- 時系列変化の見える化
- 統計的分析

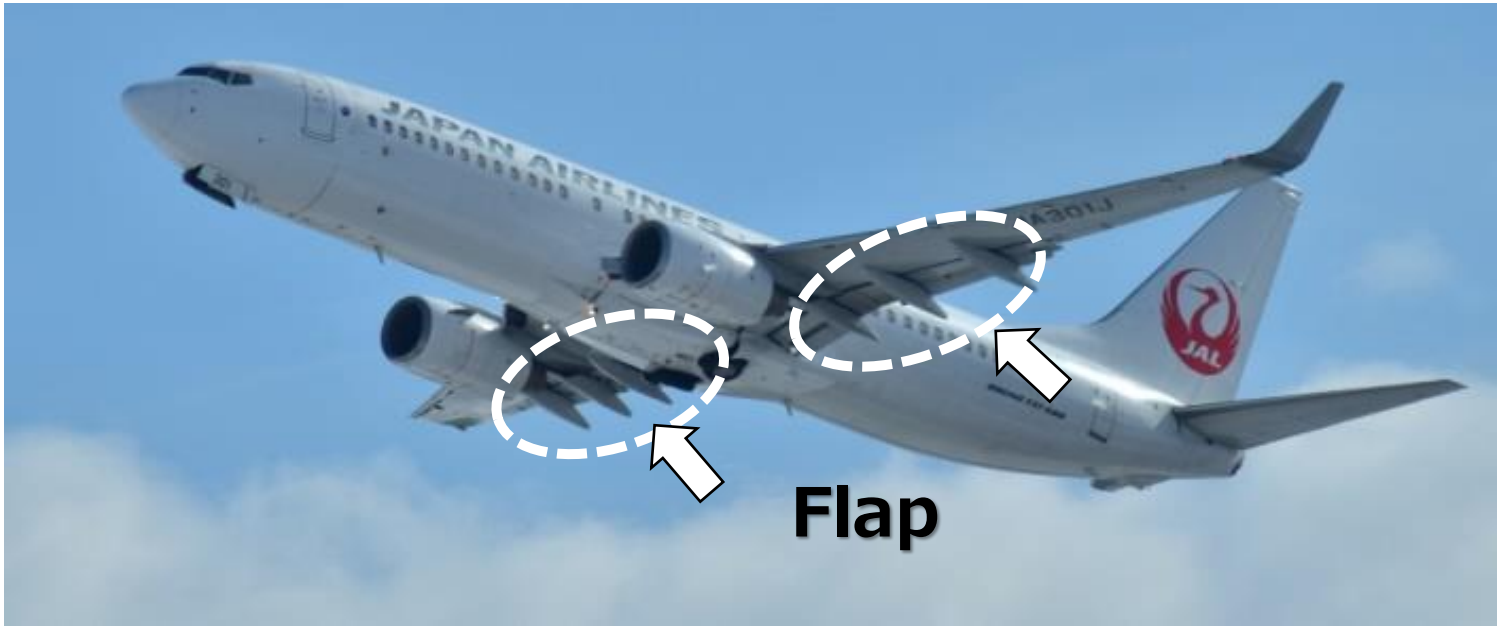
- 分析パラメータ数：
  100以上でも可能
- 分析対象範囲：
  数年分のフライト

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

プロジェクトの成果の一例

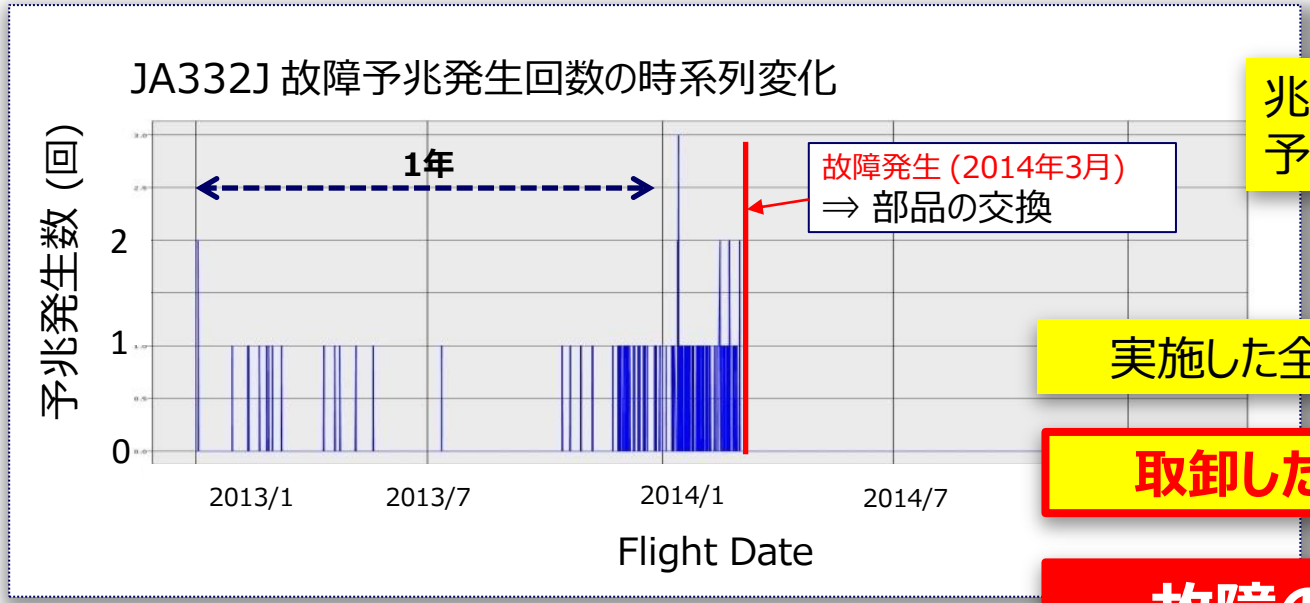
737-800 Flap Position Indication System

左右それぞれのFlapの位置を計測して、Cockpitの計器に表示させる。
左右の計測値に差異があると、フラップの作動が停止。出発空港へ引き返しになることも。



Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

737-800 Flap Pos Ind System



この現象の発生頻度が予兆？

兆候が出ている機体に対して
予防整備を実施

実施した全ての機体で予兆が消えた

取卸した全品で不具合を検出

故障の未然防止を実現

Copyright © 2017 JAPAN AIRLINES Co., Ltd. & JAL Engineering Co., Ltd. All rights reserved.

ビッグデータ分析と故障予測

整備履歴
- 故障内容/処置内容
- 部品の使用時間
- 定例整備の実施記録
- etc.

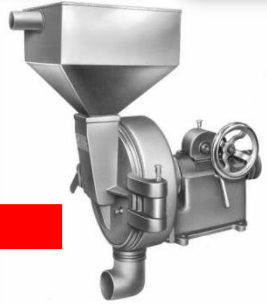
データの山

センサーデータ
- エンジン回転数
- 各種バルブ開度
- 各種圧力・温度
- 動翼の位置
- etc.

大量すぎて
手掘りでは無理！

Big Data

現場の知見/経験
航空機の知識
統計分析スキル



分析！
SPSS
IBM

故障予測モデル
(ロジック)

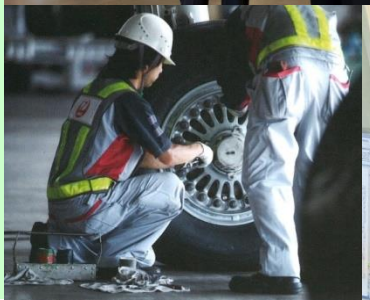
分析の概要（極めて地道で泥臭い作業）
- 大量データを集計/可視化し、徹底的に観察/分析
- 着目するパラメータを特定
- 故障発生前に現れるデータ変化の特徴(予兆)を抽出
- 特徴の大きさを定量化する方法の考案
- 予防整備を発動すべき閾値を統計的に決定

Big Data → (自動的に分析) 魔法の箱 → 結果

株式会社 JALエンジニアリング

Copyright © 2017 J rights reserved.

ありがとうございました



JAPAN AIRLINES

ATEC 航空輸送技術講演会

フライト・オペレーションの安全性向上に向けた取組み

～ レジリエントな安全マネジメントの実現に向けて ～

平成30年　1月 26日
全日本空輸株式会社
執行役員 総合安全推進室長 兼
安全推進センター長 黒木英昭

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

ANAグループの安全マネジメント　安全リスクマネジメントの4本柱

私たちが安全をつくる。
お客様のあんしんを生み出す。

運 航

事故・重大インシデント防止を目的に、飛行実施のための準備業務開始から飛行終了後に行われる業務の完了までの不安全事象を対象とした活動。

社 員（作業者）

ANAグループ社員ならびにNH便の運航にかかわる仲間の不安全事象を対象とした活動。

お客様

ANAグループ利用旅客の身体生命への危害予防を目的に、発地空港から着地空港ANA管轄エリアを出るまでの不安全事象を対象とした活動。

保 安

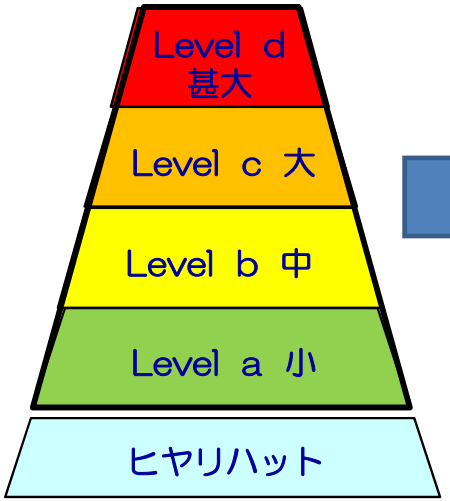
不法妨害行為に対する事前リスク発見・予防対策として、脅威情報処理を除く管理可能な航空保安事象を対象とした活動。

ANAグループの安全マネジメント　安全リスク評価と安全指標

私たちが安全をつくる。
お客様のあんしんを生み出す。

【事象インパクトレベル】

事象により生じた影響



【安全リスクレベル】：影響度(*1)×発生頻度　（安全サイドで判定）

*1: ハザードから最大想定リスク(トップイベント)を考慮した安全リスクレベル（＝対策水準）

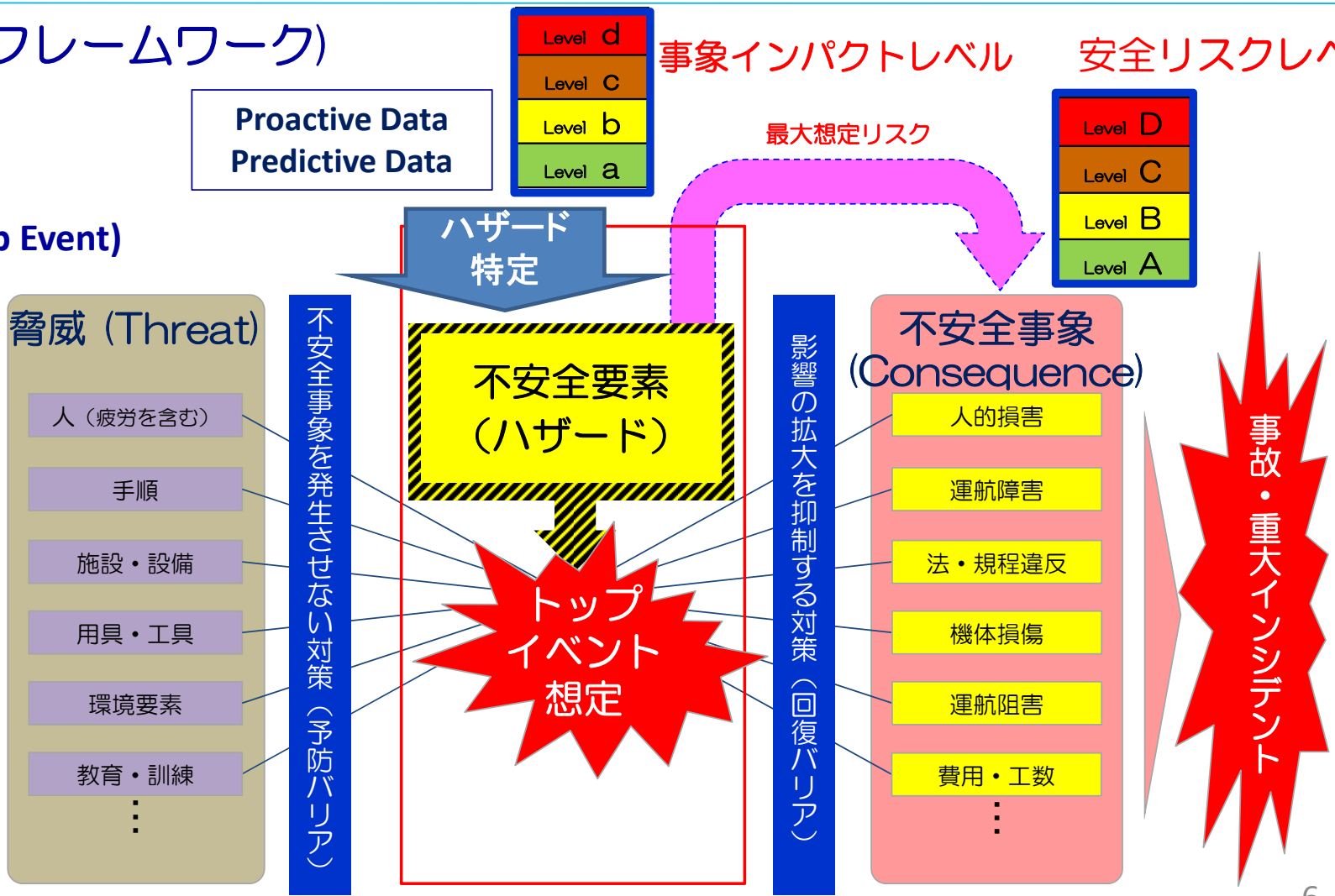
Level D	甚大なリスクがあり、直ちに経営判断を伴う対策を講じる必要がある安全リスクレベル
Level C	大きなリスクがあり、可及的速やかに経営判断を伴う対策を講じる必要がある安全リスクレベル
Level B	管理指標によるモニターを伴う管理可能なリスクはあるが、直ちに経営判断を伴う対策を講じる必要性が低い安全リスクレベル
Level A	日常業務上において管理可能な安全リスクレベル

2017年度 安全リスクマネジメント 指標・目標

	運航リスクマネジメント	お客様リスクマネジメント	社員（作業者）リスクマネジメント	保安リスクマネジメント
重大指標	事故・重大ｲﾝｼﾃﾞﾝﾄ 発生件数：0件	死亡・重傷事故 発生件数：0件	死亡・重傷事故 発生件数：0件	テロ・ハイジャック 発生件数：0件
前兆指標 ＝事象発生率	【ﾚﾍﾞﾙ c, d】 23件以下（36.4万便）	【ﾚﾍﾞﾙ c, d】 4件以下（5600万旅客）	ﾚﾍﾞﾙ b, c, d】 26件以下（2.2万作業工数）	【ﾚﾍﾞﾙ b, c, d】 16件以下（5600万旅客 3.5万従業員数）
監視指標 ＝対策実施率	対策実施率（ﾗｰｼﾞ C&D発生後1年間のB以下への低減率）≧ 50%			
	・ハザード特定、分析に基づくリスクマネジメントの徹底			

BOW-TIE モデル（フレームワーク）

- ハザード (Hazard)
- トップ・イベント (Top Event)
- 脅威(Threat)
- 結果(不安全事象)
  (Consequence)
- 予防バリア
  (Preventive Barrier)
- 回復バリア
  (Recovery Barrier)



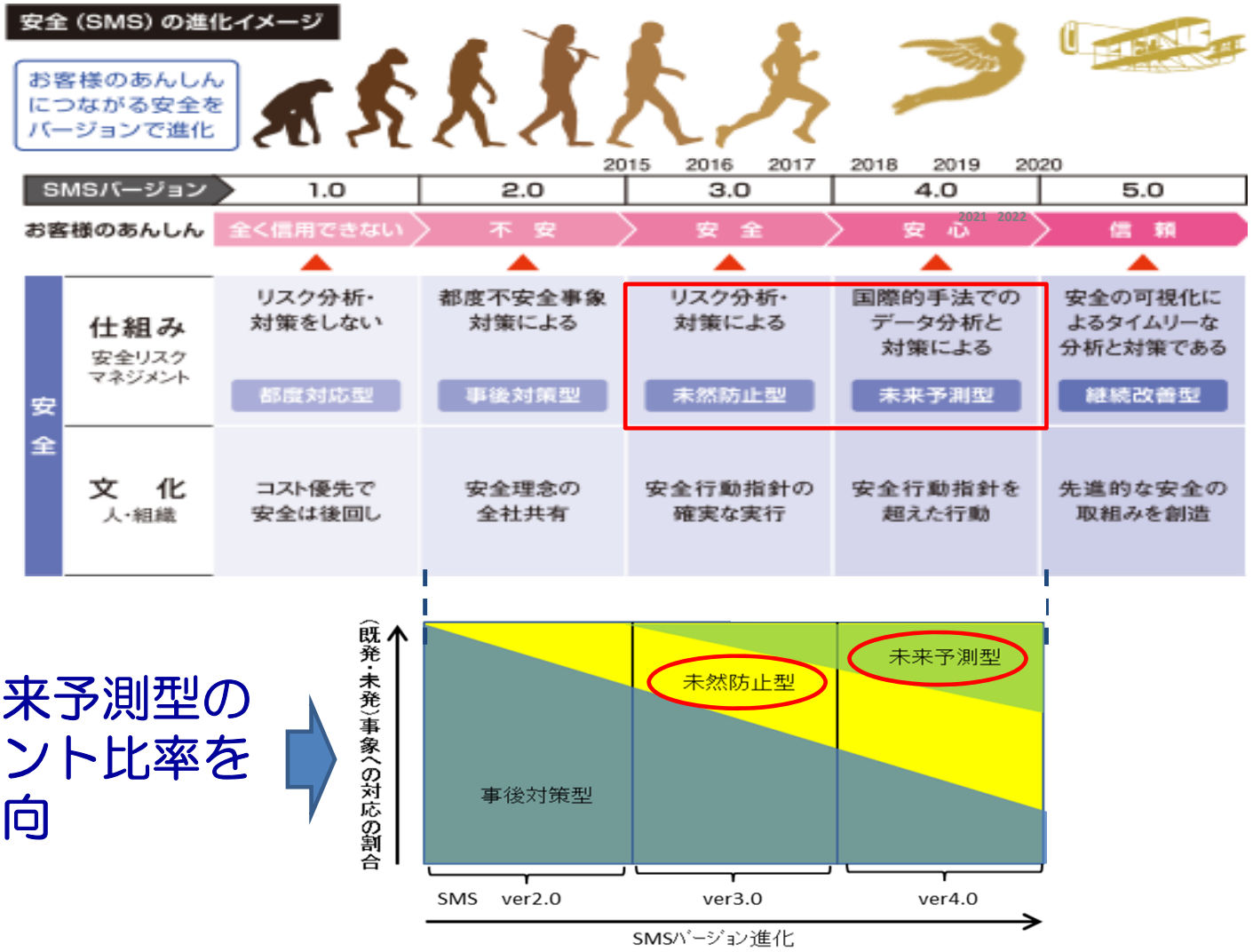
起こった「事象（現象）への対策」に留まらず、
① 起こった事象の原因となった「ハザード（危険因子）の特定・対応」を志向。
② 重大指標、前兆指標「未満の不安全事象情報や通常運航のデータ分析からも Proactive/Predictiveにハザードを把握する」ことを志向。

	情報入手	ハザード特定	リスク評価	対策実施	有効性モニタ	ナレッジ化
再発防止型 Reactive	事故 重大インシデント情報	ハザード特定 スレット特定	Top Event 最大想定リスク Risk Matrix 影響度X頻度	再発防止対策 水平展開 未然防止対策 Preventive/ Recovery Barrier 変更管理	有効性評価 社内監査 SPI Monitor (safety performance Index)	実績蓄積 （アーカイブ） 教育資料
未然防止型 Proactive	不安全事象、報告制度 ヒヤリハット情報 監査･訓練･他社情報等					
未来予測型 Predictive	FDA (Flt Data Analysis) AHM (Apl Hlth Mon) ECM(Eng Cond Mon)					

*3つのハザード特定方法：ICAO SAFETY MANAGEMENT MANUAL (SMM) Doc 9859 3rd Ed. 2013

ANAグループの安全マネジメント　ANAの目指す安全マネジメント

私たちが安全をつくる。
お客様のあんしんを生み出す。



未然防止型、未来予測型の
リスクマネジメント比率を
高めることを志向

課題１）現行の安全指標は、事後対策型中心

- 現行の安全指標は、Reactive（事後対応型）が中心で、現在・近い将来の安全レベルを測ることとの関係付けはできていない。(未然防止/未来予測型の指標が少ない)
- よりProactive/Predictiveなデータからハザード把握以降のプロセスを廻し、将来の安全レベル評価やリソース投入を行うことで、未然防止の実効性を高めたい。

課題２）安全実績が高水準にあり、事後対策型では学習機会が少ない

- 年間37万回の運航のうち、重大指標と前兆指標の件数比率は、約１万分の１（安全運航した99.999%の運航からの学びは？　ヒヤリハットを含めても数千件）
- 「事態の多くは、先行指標が殆どないままに、急速に予想外に進展する」（ホルナゲル, Safety-Ⅰ & Safety-Ⅱ, p.159）
- Proactive/Predictiveなリスクマネジメント比率を高めて、リスクマネジメントの学習機会を増やすことで、未然防止力を高めたい。

1．Proactive/Predictiveなデータに基づく、リスクマネジメント比率を高め、より効果的・効率的に安全性・運航品質を確保する。

2．Safety-Ⅱの考え方を導入し、不安全事象のリスクマネジメント（Safety-Ⅰ）に加えて、通常のオペレーション・データから、レジリエントな調整機能のパフォーマンスやベストプラクティスを学ぶ。また、AIやICT技術を活用したビッグデータから学習する。

3．安全レベルを、更に、体系的、網羅的、定量的に「見える化」するために、安全指標（前兆指標の更に前兆を示すSPI）を充実する。（ハインリッヒの1:29:300の300以下の層の監視指標）

4．これらを通じて、安全レベルの未来予測、安全に関する経営資源投入の意思決定をサポートする経営情報の充実を図る。

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

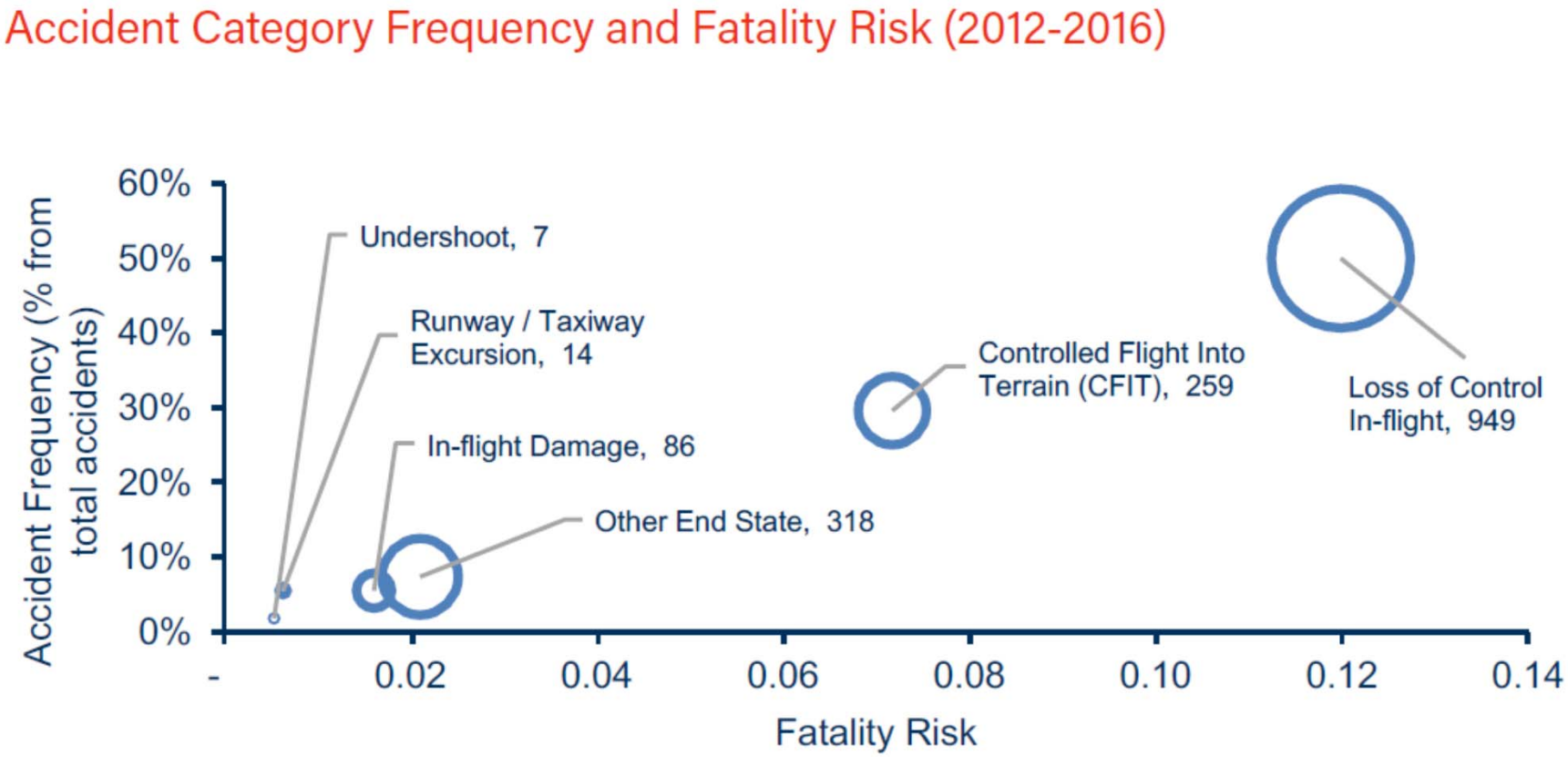
2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

過去５年間の死亡事故における主要な事故原因は、LOC-I, CFIT, REなどが上位を占める傾向は変わっていない。



出典：IATA SAFETY REPORT 2016

近年の事故原因につながる事象のリスクを測るフライトオペレーションのSPI 例

事故の分類	SPI: Safety Performance Indicator
LOC-I: Loss of Control - Inflight	①Stick Shaker, ②Increased Roll Attitude or Rate, ③High Pitch Angle ④Over speed (vertical or configuration), ⑤Failure of Primary Flight Instrument
CFIT: Controlled Flight into or toward Terrain	① EGPWS hard warning, ②Descent below MSA, ③Navigation Error
RE: Runway Excursion	①Abnormal Runway Contact, ②Loss of Control on Ground, ③Long or Fast Landings, ④Occurrences with Crosswind Conditions, ⑤High Speed Rejected Take Off, ⑥ATA32 Related Occurrences
MAC: Mid Air Collision Airprox/ ACAS Alert / Loss of Separation	①Loss of Separation, ②Inadequate Separation, ③Level Busts, ④Airspace Infringement
RI-VAP: Runway Incursion – Vehicle, Aircraft or Person	①Runway Incursion
GCOL: Ground Collision and Ramp: Ground Handling	①Taxiway Incursion, ②Avoiding Manuevers during Taxi, ③Aircraft Collisions and Collisions with Aircraft
System Component Failure	①Engine Failure, ②Flight Control Problem

出典：EASA 2008

各SPIは、FOQA(Flight Operation Quality Analysis)でモニターしているが、現在・将来の安全レベルを見える化にするには、警報レベルの設定が必要。

警報レベル (ICAO SMS MANUAL Doc 9859)

ALERT レベル

① 3SDを超えた場合
② 2つの連続する点が、2SDを超えた場合
③ 3つの連続する点が、1SDを超えた場合

CAUTION レベル

① 2SDを超えた場合
②2つの連続する点が、1SDを超えた場合

*SD: Standard Deviation（標準偏差：σ）
3SD（3σ）で99.74%　（0.26%の発生確率しかない事象）
2σで、95.44%　（4.56%の発生確率）
1σで、68.26%　（31.64%の発生確率）

課題：標準偏差の限界(急変は感知するが緩やかに低下することの感知力）

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

3．SMSの進化に向けた視点 ② Safety-Ⅱの概念導入

Safety－Ⅰ

安全上、望ましくない状態を対象に、許容可能なレベルまで、これを低減させるアプローチ。
不安全事象を発見し取り除くか、リスク低減バリアを築く(find and fix)のアプローチ。
安全上、何も起こっていないと対象にならない。

Safety－Ⅱ

安全か不安全かの二元論ではなく、人間のパフォーマンスは常に変化していること、人間による調整能力が安全を維持していることを前提に「どのように安全を維持しているのか」を明らかにするアプローチ。

何も「不安全事象が起こらなかったことの原因」に着目する。

3. SMSの進化に向けた視点 ② Safety-Ⅱの概念導入

Safety－Ⅰの考え方

人が、マニュアルに従い、事前にイメージされた通りに作業を行っているので上手くいく。従って、そこから外れることに着目する。

Safety－Ⅱの考え方

人は、現在・将来にわたって発生する状況からの要求に対し、必要な「調整」を常に思慮深く行っていることで上手くいっている。
従って、この「調整がどのように行われているのか」を知り学ぶことに着目する。

ここで、調整とは、よい作業環境を整える、足りないものを手当てする、元々の問題を避ける手立てを持つ、学習する、高信頼性組織化することなどを指す。

Safety－Ⅰと Safety－Ⅱの射程（1）

出典：ホルナゲル(2015) 図8.1に一部加筆

Safety－ⅠとSafety－Ⅱの射程 (2)

ホルナゲル(2015)図8.2を一部加筆

Safety －Ⅰ
（安全にフォーカス）

避けたい事象(*1)を対象とする

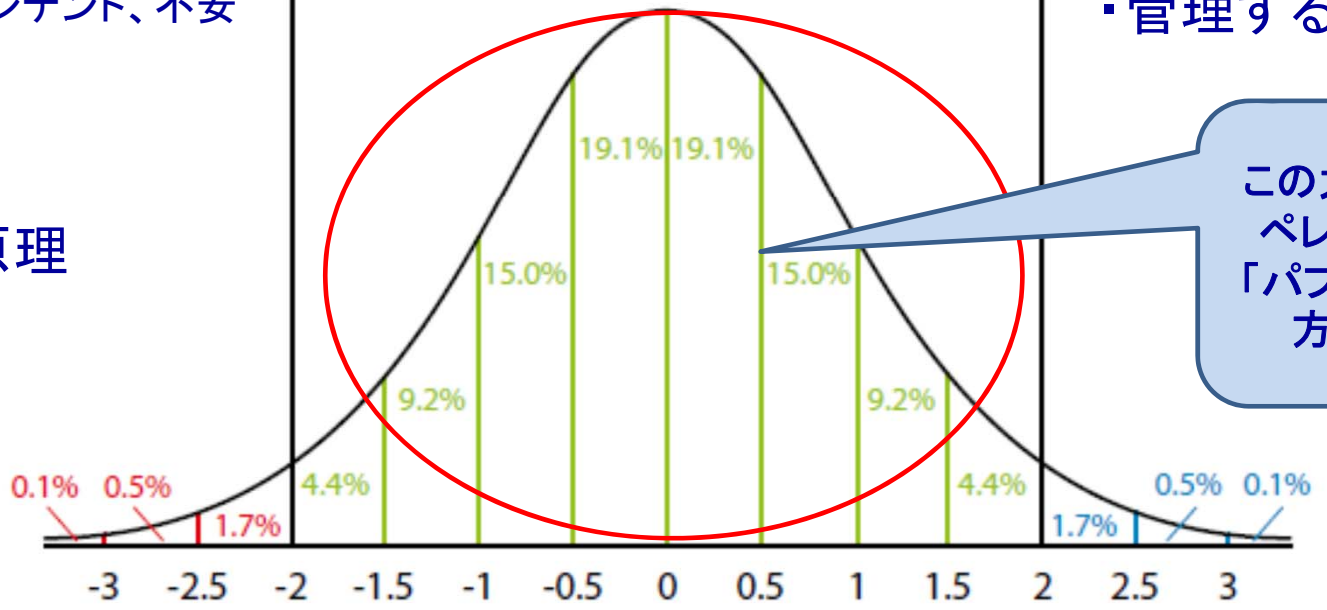
*1: 事故、重大インシデント、不安全事象

・気づきやすい
・複雑な発生原理
・管理が困難

Safety - Ⅱ (日々のオペレーションにフォーカス)

日常の普通のオペレーション
・気づきにくい
・単純な発生原理
・変更・管理が容易

抜群のパフォーマンス
・気づきやすい
・複雑な発生原理
・管理することは困難



この大多数の安全なオペレーションにおける「パフォーマンスの調整方法」から学ぶ！

3．SMSの進化に向けた視点 ② Safety-Ⅱの概念導入

ホルナゲル(E. Hollnagel, Safety-Ⅰ & Safety-Ⅱ, 2015)

Safety -Ⅰと、Safety-Ⅱは、対立関係にある概念ではなく、相互補完関係にあるとしている。(p.160)

これまでのSafety-Ⅰアプローチも、発生した事故や不安全事象に対し、適切な初動対応と同様事象の再発防止の観点で重要な能力。

これまで培ったSafety-Ⅰの解決能力に加えて、Safety-Ⅱアプローチで日常のオペレーション（安全に運航できたビッグデータ）から、その要因を探し出して、ベスト・プラクティス（AIの教師データ）として教育訓練や注意喚起、運航標準などへ反映する可能性を探りたい。

3．SMSの進化に向けた視点 ② Safety-Ⅱの概念導入

レジリエントなシステムの４つの能力(*1)獲得に向けたProactive/Predictable SPI

１．変動に対処する能力

*1:ホルナゲル, et.al: 2014, 2017, pp.173-174に加筆

Knowing what to *do*, or being able to *respond* to regular and irregular variability, disturbances, and opportunities either by adjusting the way things are done or by activating ready-made responses. This is the capability to address the *actual*.

２．変動を監視する能力

Knowing what to *look for*, or being able to *monitor* that which changes, or may change, so much in the near term that it will require responses. The monitoring must cover the system's own performance as well as changes in the environment. This is the capability to address the *critical*.

３．変動を予見する能力

Knowing what to *expect*, or being able to *anticipate* developments, threats, and opportunities further into the future, such as potential disruptions or changing operating conditions. This is the capability to address the *potential*.

４．学習する能力

what *has happened*, or being able to *learn* from experience, in particular to learn the right lessons from the right experience. This is the capability to address the *factual*.

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

LOC-I 発生のメカニズムとバリア

Threat

- 不適切な手順
- 空間識失調
- 注意力低下
- 不適切な訓練
- 設計不良
- 計器故障

- 気象
- 氷結
- 後方乱気流

Unusual Attitude
異常姿勢

Upset (Stall)
失速

LOC-I

RWY Excursion

Hull Loss /Fatal Accident

全損事故 /死亡事故

予防バリア
Prevention Barrier

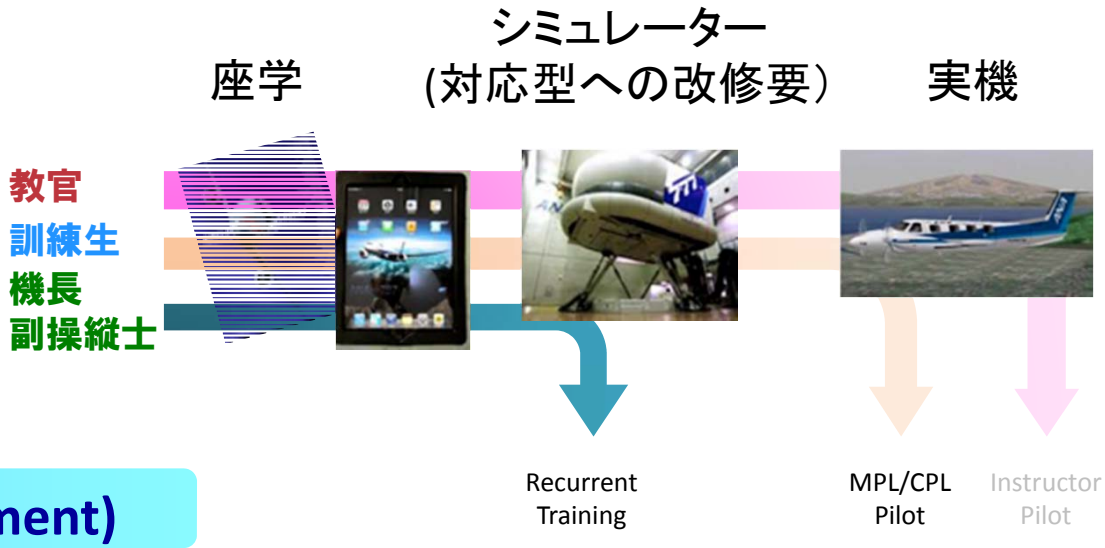
回復バリア
Recovery　Barrier

LOC-I対策の枠組み

訓練への反映

異常姿勢予防訓練

異常姿勢からの回復訓練



持続的改善(Sustainable Improvement)

ANAの普段の運航を通じて、UPRTで提供される回避・回復技量Competencyが定着する仕組み

Sustainable Improvement

FURIKAERI（日常のフライトや訓練での振り返り動画活用）
Manual Flying Skill(マニュアルフライト FAA推奨）

パフォーマンスモニター SPI

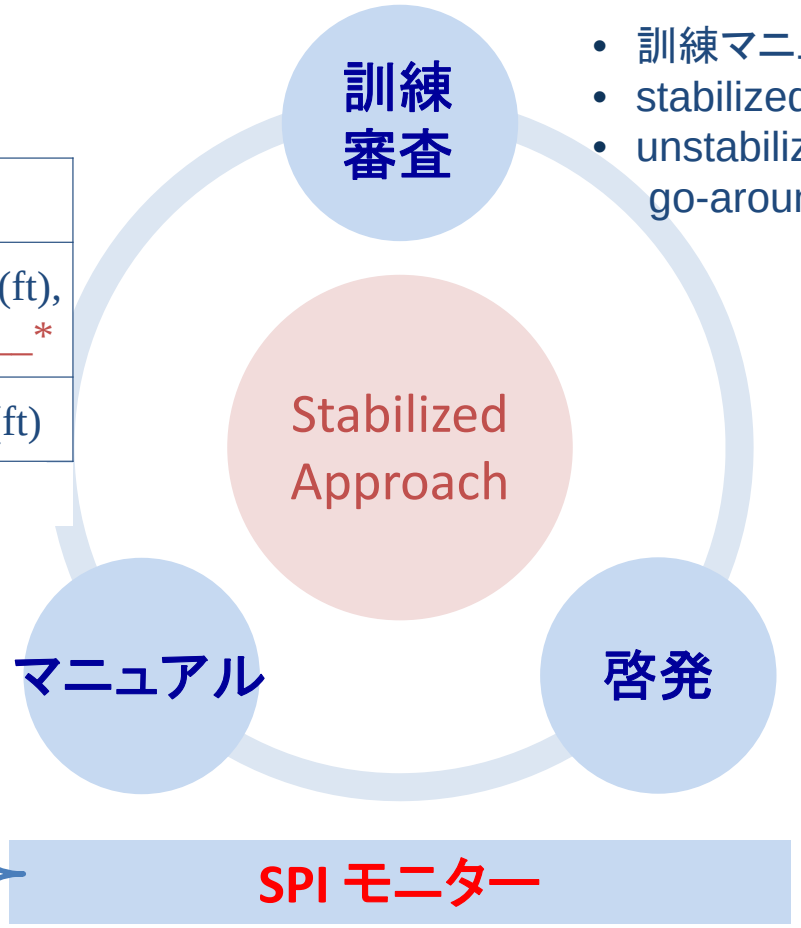
①Stick Shaker, ②Excessive Roll Attitude or Rate, ③High Pitch Angle などのSafety Performance Indexをモニター

RE: Runway Excursion対策 – USA: Unstabilized Approachの削減

New (Nov.15, 2017 ~)

Location	PF	PM
1,000 ft AFE	Stable / Unstable	One thousand (ft), configured / ___*
500 ft AFE	Checked	Five hundred (ft)

*: “gear”, “flap”, “speedbrake”, “not configured” or “checklist”

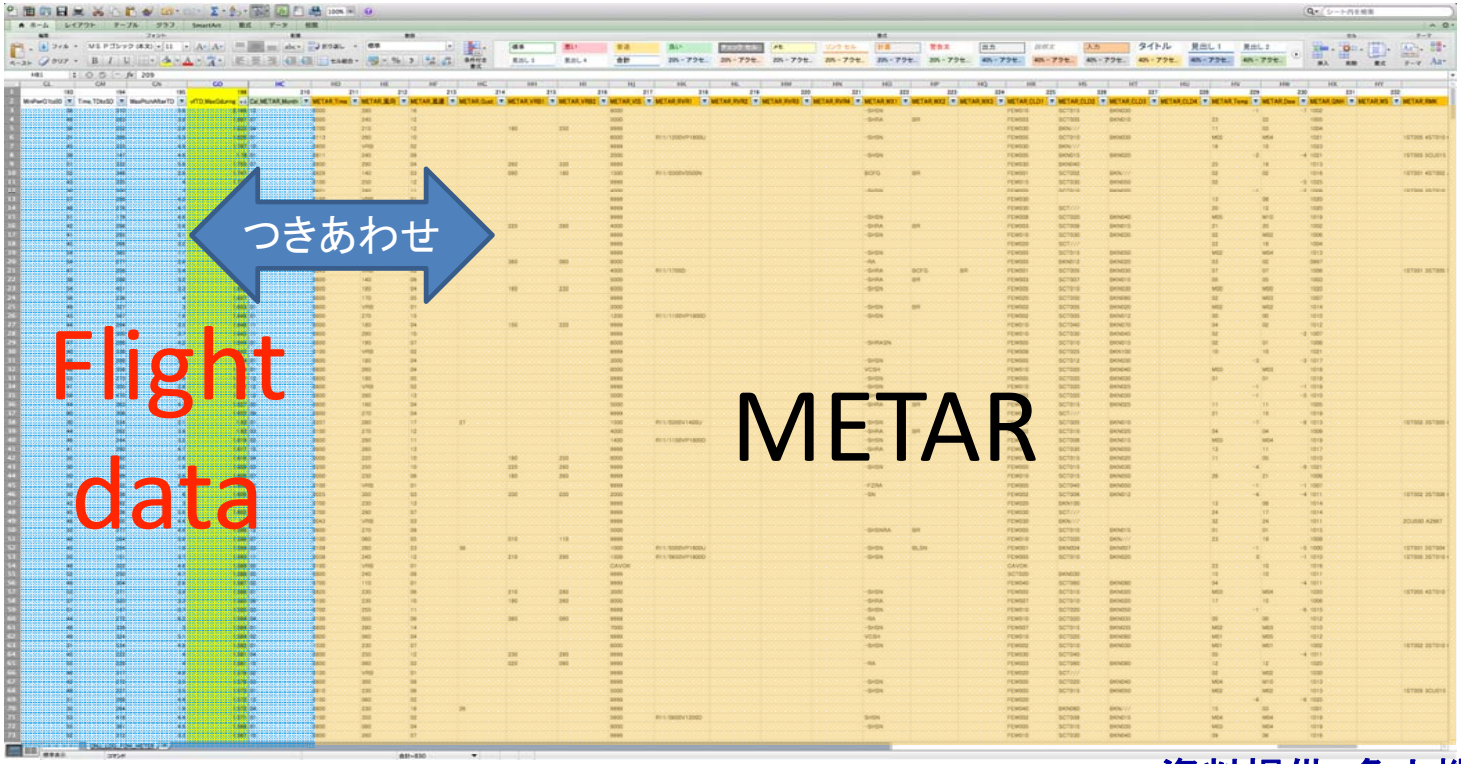


- 訓練マニュアルの改訂
- stabilized approach訓練内容の変更
- unstabilized approach 訓練への go-aroundの導入など

①Abnormal Runway Contact
②Loss of Control on Ground
③Long or Fast Landings
④Occurrences with Crosswind Conditions
⑤High Speed Rejected Take Off
⑥ATA32 Related Occurrences

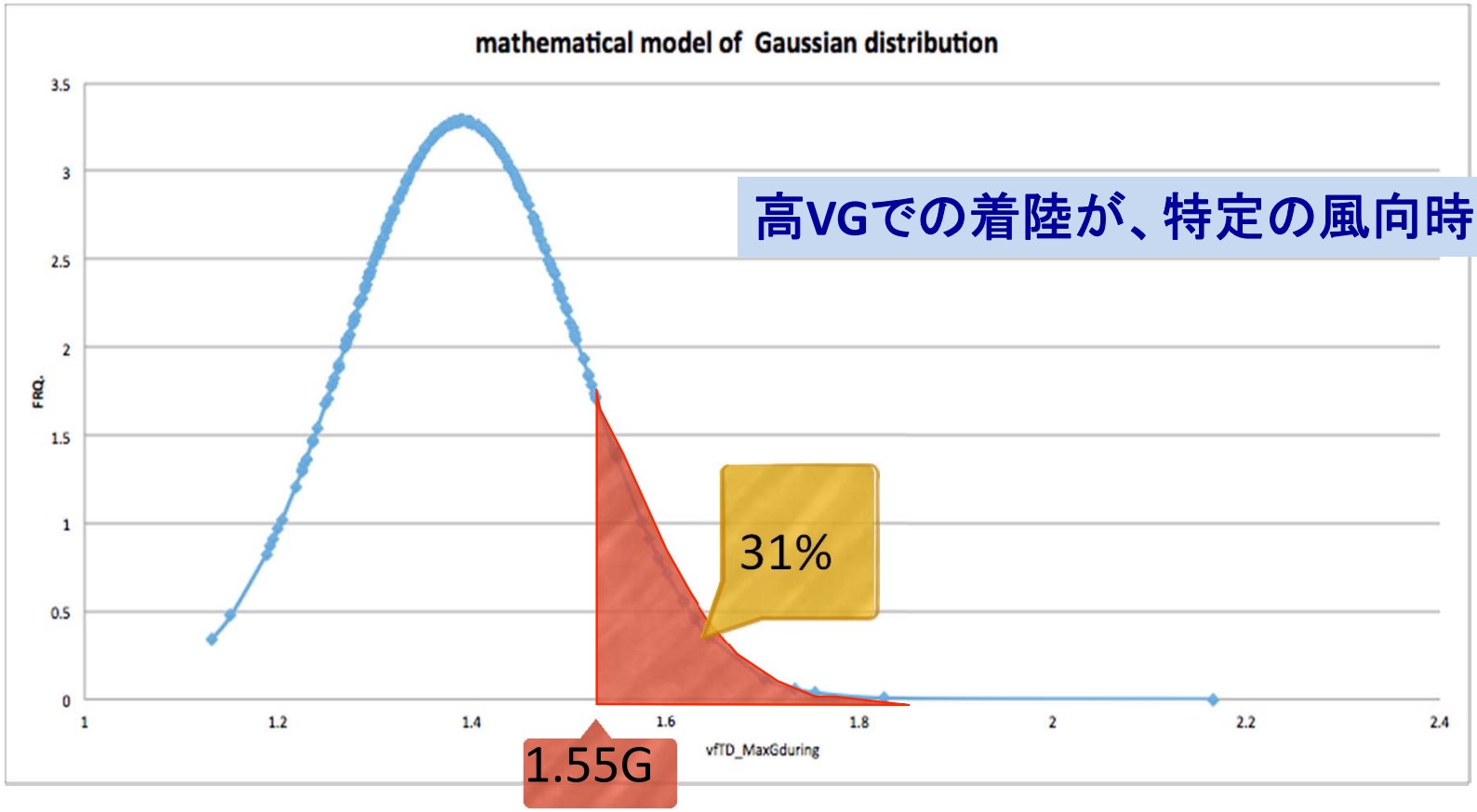
RE: Runway Excursion対策 – 高垂直加速度での着陸の削減

高垂直加速度での接地と風向・風速との相関関係をデータから探索



資料提供：粂内機長

RE: Runway Excursion対策 – 高垂直加速度での着陸の削減



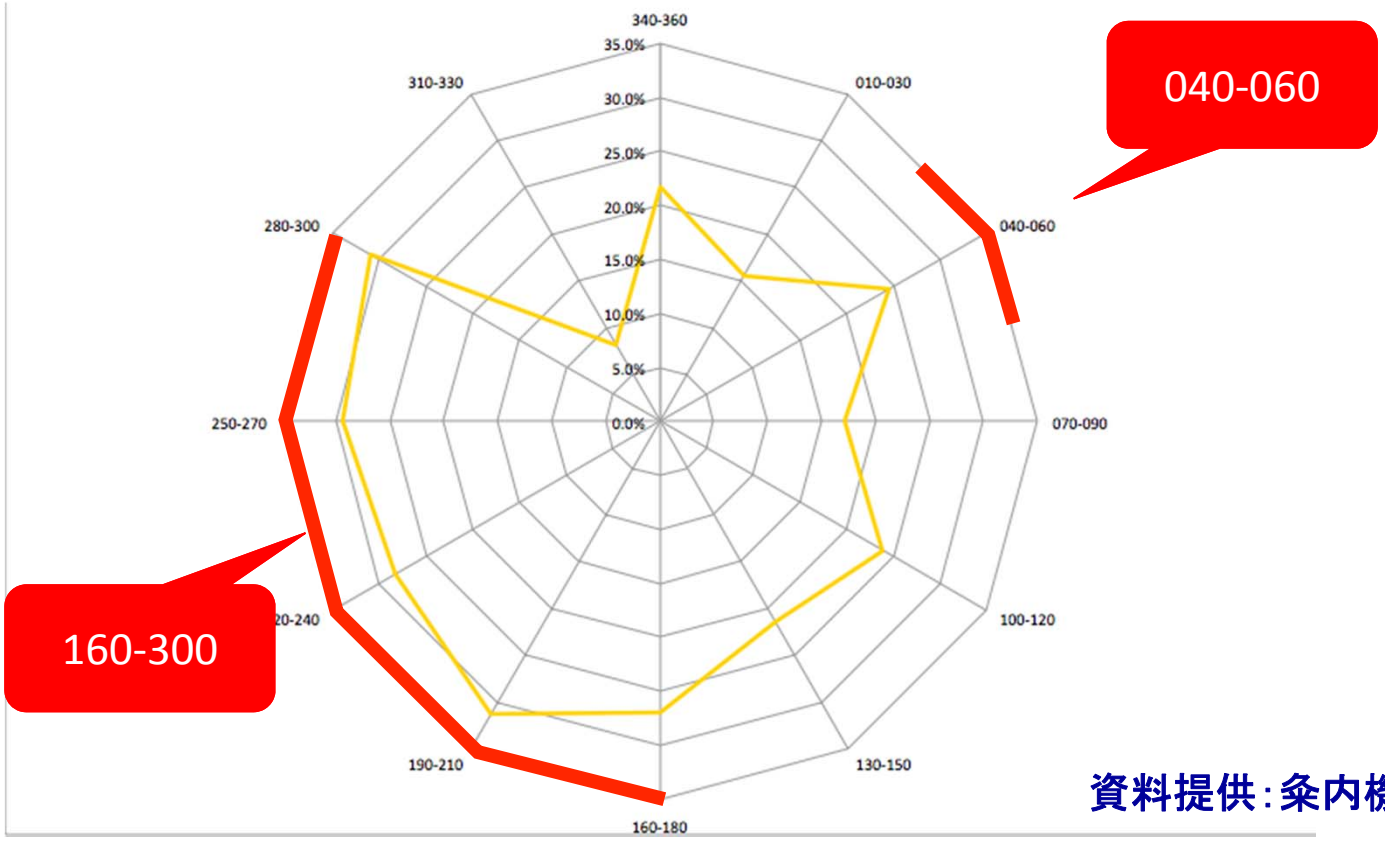
高VGでの着陸が、特定の風向時に集中

ex. wind direction from 280-300

資料提供：粂内機長

RE: Runway Excursion対策 – 高垂直加速度での着陸の削減

着陸時の垂直加速度が1.55Gの確率分布（大館能代空港）



資料提供：粂内機長

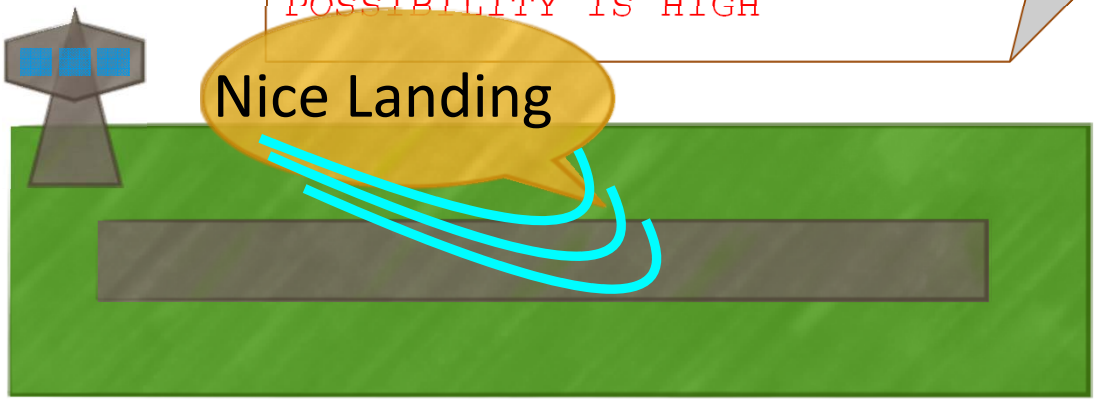
RE: Runway Excursion対策 – 高垂直加速度での着陸の削減

高ＶＧ着陸の多い風向・風速時に、METERに注意喚起を追加

METAR:
0000 RJXX 26018KT 9999 FEW030
BKN/// 27/20 Q1010 A2984

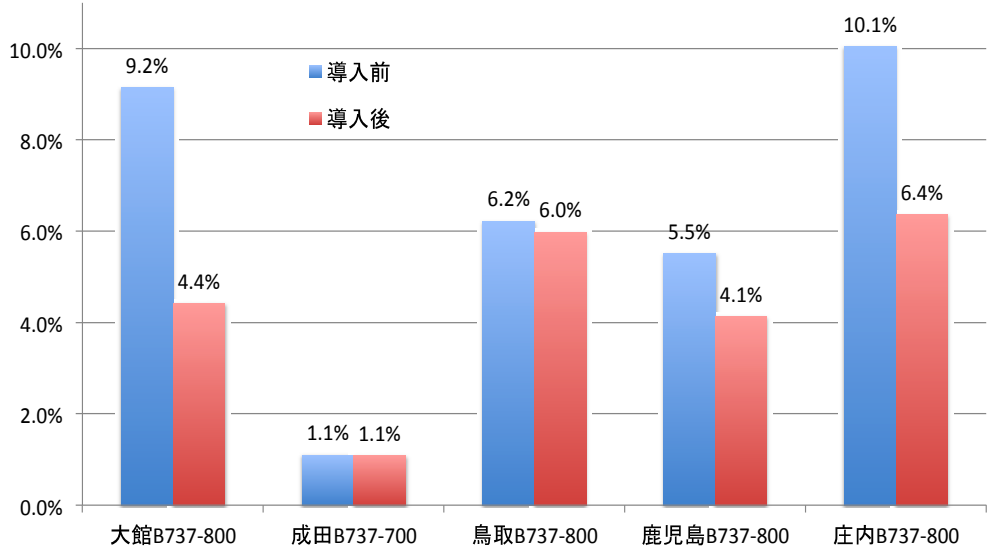
COMPANY AIRPORT REPORT
FINAL: ROUGH AIR

PRE-CAUTION:HI VERT LAND
POSSIBILITY IS HIGH



高VG発生事象を大幅に削減

PCS効果比較（D-Level 1.55G以上の発生率）



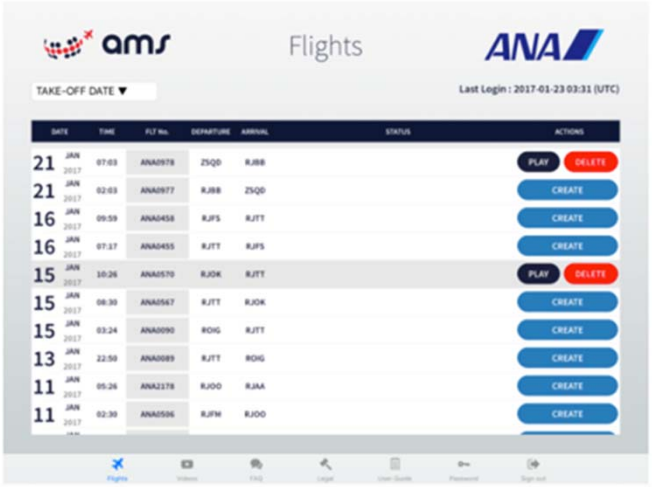
資料提供：粂内機長

ふりかえり動画 – タイムリーに & 一人ひとりに

1. サインイン

2.遵守事項の確認

3. リクエスト



4. 視聴・ふりかえり

＜主な仕様＞

- 到着後、Door Openから30分以内に、直前に着陸した自身の動画を視聴可能
- 当該便の乗員に限定し、ストリーミング配信
- ふりかえり動画データは1ヶ月で削除

4. 安全性向上に向けた具体的な取組み　振り返り動画の導入

私たちが安全をつくる。
お客様のあんしんを生み出す。

デモ映像

本日のお話し

1．ＡＮＡの安全マネジメントの現状と目指すところ

2．ＳＭＳの進化に向けた視点①　安全レベルの見える化/SPIの充実

3．ＳＭＳの進化に向けた視点②　Safety-Ⅱの概念導入

4．フライトオペレーションの安全性向上に向けた具体的な取組み

5．今後の展望

5. 今後の展望

1．SPIの充実(*1)を通じた「安全レベルの見える化」と「SMSの実効性向上」　*1:（前兆指標未満の網羅化、体系化、定量化、警報レベル設定）

2．Safety-Ⅱアプローチによる通常のフライトオペレーションのビッグデータ解析を通じた、Proactive/Predictiveなリスクマネジメントの比率拡大・充実

3．Safety-Ⅰで検知された不安全事象の解決策として、Safety-Ⅱアプローチでベストプラクティス探索(教師有り/無し機械学習）も

不確実性が高く突発的な不安全イベントの減少

不安全事象の減少、オペレーションの安定、顧客価値創造

不安全事象の発生コスト・回復コストの削減、突発対応の削減

参考文献

EASA： *Summary of Safety Performance Indicator Survey of the Network of Analysis, 2008*

Hollnagel, E. et.al：「実践レジリアンスエンジニアリング」（北村正晴・小松原明哲監訳，日科技連出版社，2015 / *”Resilience Engineering in Practice”, 2010, Ashgate*）

Hollnagel, E：「Safety－Ⅰ & Safety－Ⅱ 安全マネジメントの過去と未来」（北村正晴・小松原明哲監訳，海文堂出版，2015 / *”Safety－Ⅰ and Safety－Ⅱ”, 2014, Ashgate*）

Nemeth, C.: Hollnagel, E. et.al ：「レジリエンスエンジニアリング応用への指針」（北村正晴監訳，日科技連出版社，2017 / *“Becoming Resilient”, 2014, CRC Press*）

IATA： *Safety Management Manual（Doc 9859 3rd Ed.）2013*

Safety Report 2016

『航空安全を支えるATECの取り組み』

（公財）航空輸送技術研究センター
技術部　部長　浅田　勉

目　次

ATEC事業

➢更なる安全対策
- ・諸外国における航空機追跡に係る対応状況調査
- ・航空安全プログラムの下での自発的報告制度（VOICES）の運営

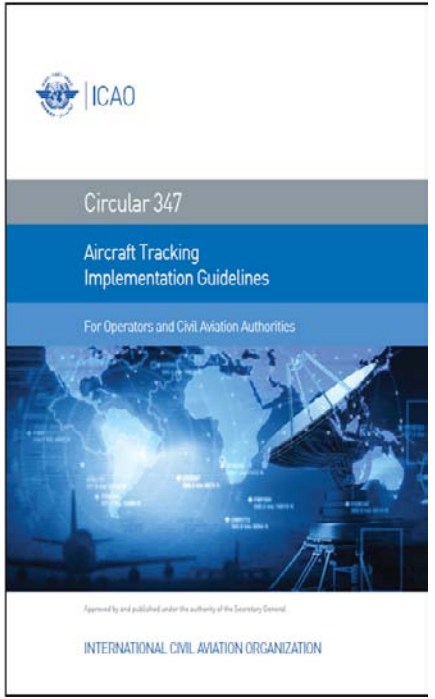
➢人材育成
- ・Flight Operational Commonality に関する調査研究

➢新技術への対応
- ・国内空港への低層風情報提供システムの整備に関する調査
- ・オペレーション・プロセスのデジタル化（IT技術の活用）
  - ポータブルEFB
  - 電子署名・電子記録の活用
  - RFIDの活用
  - 画像認識技術の活用

➢疲労リスク管理

事業テーマ：諸外国における航空機追跡に係る対応状況調査

- マレーシア航空機の行方不明事案を踏まえ、H27年11月およびH28年春、航空機追跡に係るICAO Annex6 第1部の改正が行われた。
  - 通常時の航空機追跡(＝Normal Tracking)に係る改正が行われ、航空運送事業者に対し、2018年11月8日を適用日として、交通管制機関が15分を超える管制間隔で航空機を管制している空域では、自らの運航機について、原則として15分毎に位置把握を行うことが義務付けられた。
  - 遭難時の航空機追跡(＝Distress Tracking)に係る改正が行われ、航空運送事業者の運航機のうち、2021年1月1日以降の特定の新造機については、遭難時には原則として1分毎の位置把握が必要となった。
  - ICAOは通常時の航空機追跡については既存技術で対応可能、遭難時の航空機追跡には性能準拠型の新しい技術をもって対応していくことを説明している。



事業テーマ：諸外国における航空機追跡に係る対応状況調査

- 現時点での実施/確認事項
  - ICAO Annexで示す航空機追跡の具体的な運用を示すガイドラインDocの調査。
  - 既に、中国、マレーシア、シンガポールにおいては自国の航空会社を対象に通常時の航空機追跡の要件化を実施している。（現在、シンガポールの状況調査を実施中）
  - 本邦の航空機追跡の対象となる航空機が運航する空域では、管制機関による監視間隔が15分を超えないものと想定されることから、通常時の航空機追跡のために航空会社で新たなシステム導入は不要と見られる。一方、航空機追跡に関わるシステムに不具合が発生する等、15分以内の監視が出来なくなった場合の関連機関間との情報共有方法/体制の構築が必要。

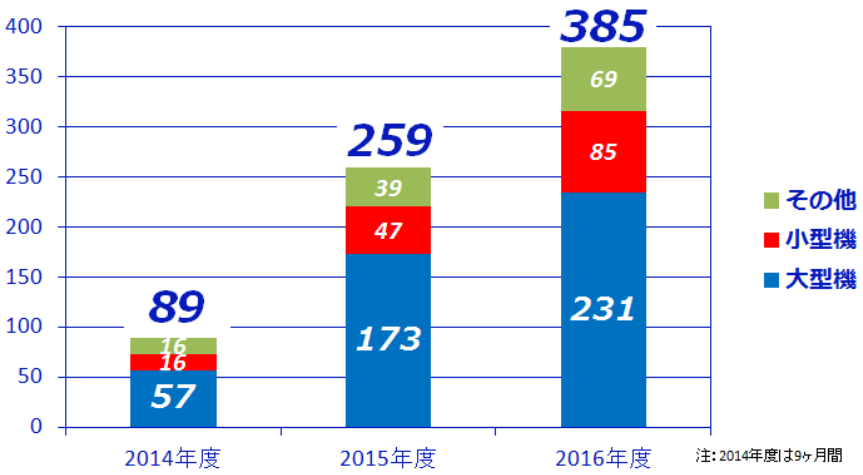
- 今後の検討事項
  - 引き続き、既に要件化を実施している当該国のRegulatorおよび航空会社に対し、具体的な運用方法/方法を確認する。
  - 洋上エリアを含め、将来のDistress Tracking対応についての調査必要性についての検討を行う。

事業テーマ：航空安全プログラムの下での自発的報告制度（VOICES）の運営

- VOICESとは
  - ヒヤリハット情報をみんなで共有し、事故の未然防止を図る報告制度
  - 安全情報（ヒヤリハット情報）の報告が重要
    - 安全情報の保護（報告者や特定情報の秘匿化）や非懲罰環境が整備
  - 関係者（全ての航空関係者）による情報共有も重要
    - 年3回「FEEDBACK誌」を発行し共有
  - 航空界として改善が必要な事項の改善
    - 必要に応じ航空局に改善を提言
- 周知広報活動
  - 航空安全講習会（14回/年）
  - 東京航空局　安全推進連絡会議
  - 空港運用管理研修

事業テーマ：航空安全プログラムの下での自発的報告制度（VOICES）の運営

報告件数の推移



VOICES報告内容（小型機の事例紹介）

簡易型衝突警報装置で難を避けた

- 飛行中、ZAON（小型機掲載用の簡易な衝突警報装置） から、トラフィック接近の警報が発せられた。よく見ると、回転翼機がほぼ真正面同高度で接近を認めた。飛行安全と思われる機器を搭載する事は大いに意義ある。

「FEEDBACK」より

事業テーマ：Flight Operational Commonality(1/2)

エアバス

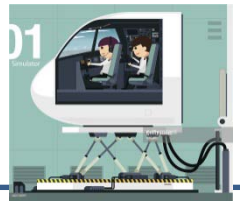
同一メーカー内でコモナリティを意識して設計

コモナリティを持たせるとは：異なる機種間で同じような操作手順、飛行特性等を持たせて設計することにより乗員の機種移行等を容易にすること

ボーイング

787

本邦での機種移行訓練と乗務機種数



移行訓練にコモナリティの配慮が不十分なために負担は大きい。乗務機種は基本的に一機種のみ。

事業テーマ：Flight Operational Commonality(2/2)

事業テーマ：国内空港への低層風情報提供システムの整備に関する調査

- 着陸時の風向・風速情報は、安定した進入着陸のために重要であるが、提供される情報は空港の地上面で観測された情報に限られている。一方、特定の空港では空港面と進入中の高度における風（低層風）が異なる場合があり、空港面の情報だけでは、安全を確保するため着陸復行せざるを得ない状況が生じ、定時性や就航率の観点から、改善が求められている。

➢ 着陸復行は、当該空港における交通流にみだれを生じさせ、結果的に空港の処理容量の低下が懸念されることから、混雑している成田国際空港及び羽田空港では、空港低層風情報ALWIN (Airport Low-level Wind Information)により、詳細な風情報を任意のタイミングで提供。

- 観測装置（空港気象ドップラーレーダー、ライダー）のコストが高い（1台数億円）ため、地方空港への展開は進んでいない。

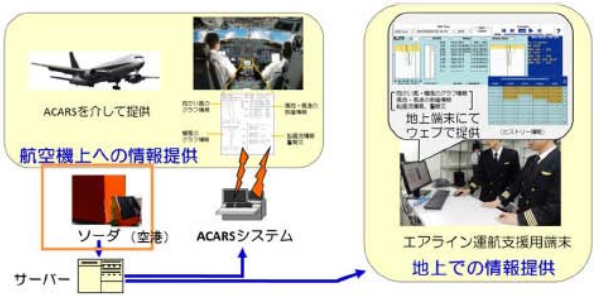
➢ 小型レーダー・ライダーを用いた低コストシステム（LOTAS :Low-level Turbulence Advisory System）が開発されたが、便益分析の結果、導入が見送られている。

- 課題解決のため更に、低コストシステム開発の取り組みを進める。

事業テーマ：国内空港への低層風情報提供システムの整備に関する調査

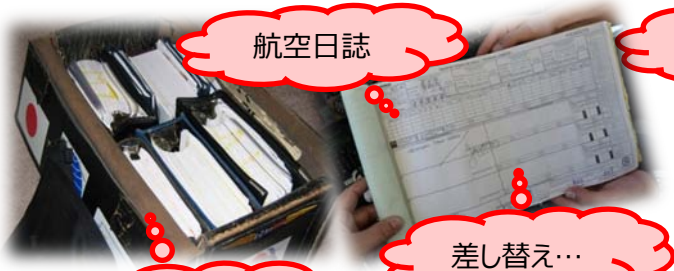
- **SOLWIN （Sodar-based Low-level Wind Information）**
  - 低コストの全天候センサー（ドップラーソーダー）を採用し、ALWIN・LOTASのようにWeb、テキストの両形式で風情報を提供。
  - メリット： 低コスト。LOTASの1/3～1/4程度。
  - メリット： 鉛直風を観測可能。
  - デメリット： 観測範囲に制限。装置直上300ft程度まで。
- JAXAと（株）ソニックの共同研究（オープンラボ制度）により開発中（平成27～29年度）。
- 平成29年度に大分空港に設置し、ATECは、運用評価に協力。

（株）ソニックが開発したドップラーソーダー
（音波により装置直上の風（鉛直流含む）を計測）



運用評価のイメージ

オペレーション・プロセスのデジタル化

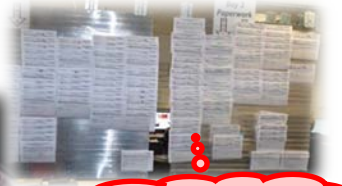


航空日誌

署名、押印

差し替え…

大量の
紙マニュアル



進捗管理…

保管、検索

入力作業

紙のプロセス

モバイル

EFB

電子タスク・カード

RFID

ヘルス・モニタリング

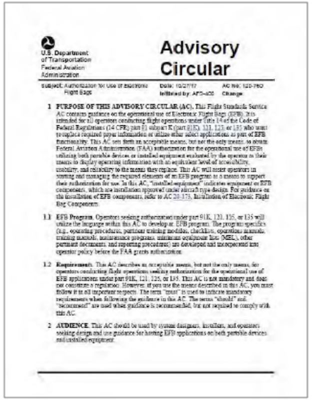
データ・ベース

集約されたデータのさらなる活用が可能に！

デジタルプロセス

オペレーション・プロセスのデジタル化（IT技術の活用）

ポータブルEFB


U.S. Department of Transportation
Federal Aviation Administration

Advisory Circular

Subject: Authorization for Use of Electronic Flight Bags | Date: 10/27/17 | AC No: 120-76D
Initiated by: AFS-400 | Change:

1 **PURPOSE OF THIS ADVISORY CIRCULAR (AC).** This Flight Standards Service AC contains guidance on the operational use of Electronic Flight Bags (EFB). It is intended for all operators conducting flight operations under Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR) part 91 subpart K (part 91K), 121, 125, or 135 who want to replace required paper information or utilize other select applications as part of EFB functionality. This AC sets forth an acceptable means, but not the only means, to obtain Federal Aviation Administration (FAA) authorization for the operational use of EFBs utilizing both portable devices or installed equipment evaluated by the operator as their means to display operating information with an equivalent level of accessibility, usability, and reliability to the means they replace. This AC will assist operators in starting and managing the required elements of an EFB program as a means to support their authorization for use. In this AC, "installed equipment" indicates equipment or EFB components, which are installation approved under aircraft type design. For guidance on the installation of EFB components, refer to AC 20-173, Installation of Electronic Flight Bag Components.

1.1 **EFB Program.** Operators seeking authorization under part 91K, 121, 125, or 135 will utilize the language within this AC to develop an EFB program. The program specifics (e.g., operating procedures, pertinent training modules, checklists, operations manuals, training manuals, maintenance programs, minimum equipment lists (MEL), other pertinent documents, and reporting procedures) are developed and incorporated into operator policy before the FAA grants authorization.

1.2 **Requirements.** This AC describes an acceptable means, but not the only means, for operators conducting flight operations seeking authorization for the operational use of EFB applications under part 91K, 121, 125, or 135. This AC is not mandatory and does not constitute a regulation. However, if you use the means described in this AC, you must follow it in all important respects. The term "must" is used to indicate mandatory requirements when following the guidance in this AC. The terms "should" and "recommend" are used when guidance is recommended, but not required to comply with this AC.

2 **AUDIENCE.** This AC should be used by system designers, installers, and operators seeking design and use guidance for hosting EFB applications on both portable devices and installed equipment.

電子署名・電子記録の活用

紙のプロセス ≦ **デジタルプロセス**

以下の要件が**紙プロセスの場合と同等もしくはそれ以上**の性質であること

<u>＜署名・押印の要件＞</u>
- **本人性**
- **真正性**

<u>＜記録保管の要件＞</u>
- **見読性**
- **完全性**
- **機密性**

- FAA AC120-78A
- EASA NPA 2014-04他
- CASA AC11c03

- 「電子署名法」
- 「e-文書法」
- 「e-文書法に係る国土交通省令」

基準（ATEC WG案）

- AC120-78Aに対応した内容(基本要件のみ)
- 本邦内の関連基準・ガイダンスの要素を加味
- 省令改正、通達化のための基本資料の位置づけ

＋

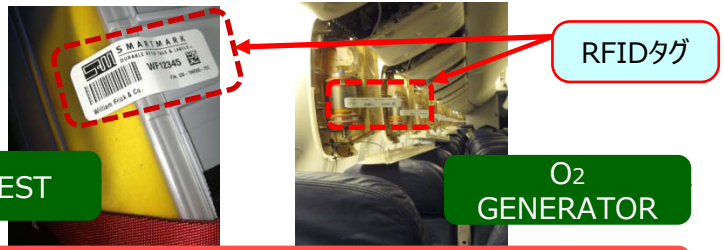
電子化のためのガイダンス

- 基準案各項目の補足説明
- 電子化のための具体的手段(システム・運用例など)
- 外国他社事例の紹介

3月末 報告書発行(予定)

オペレーション・プロセスのデジタル化（IT技術の活用）

RFIDの活用



現物確認による員数および有効期限の点検には、膨大な工数を要している

RFID関連基準の調査

- FAA AC 20-162A (Airworthiness)
- FAA AC 119-2 (Operation)

外航における運用の調査

外国他社での RFIDを用いた LIFE VEST等の点検に係る運用要領、航空当局の承認事項

- 例えば、LIFE VESTの点検では
  目視点検：**数時間**　⇒ RFIDタグを用いた点検：**数十秒** で完了！
  更に、**有効期限切れ**や**誤部品装着の防止も可能**
- 航空機装備品に対し RFIDの運用が可能となるように基準をガイドラインとして報告書にまとめる。

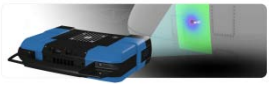
画像認識技術の活用

＜画像認識技術を活用したプロセスの例＞

映すだけ
- 画像(解像度・ｺﾝﾄﾗｽﾄ)
- 撮影環境(明るさ…)
- 機材(安全・安定・低ｺｽﾄ)

自動検知・計測
- 画像処理・認識技術
- 計測(3Dｽｷｬﾝ等)

自動判断
- ビッグデータ
- マシンラーニング
- AI



目視検査との同等性

＜必要となるプロセス＞
- 検出するダメージ対象ごとに技術開発
- 最適の機材と画像処理プログラムを採用
- 実証実験による同等性証明

メーカー/国による承認を得て実用化へ

※開発・実証の初期段階から当局と蜜に連携を図り、適合性を共に証明していくことが必要となってきます。

疲労リスク管理

ICAO Annex6への疲労リスク管理について規定が設定(2009年）されたのを契機に、航空会社（JAL,ANA,NCA）と航空局とともに以下を調査（2010年～2017年）

- ICAO Annex6改正背景および内容調査
- FRMS制度および申請・承認プロセス調査
- 疲労関連FAA ACおよびICAO Docの翻訳
- 疲労ソフト開発訪問調査とソフトウエアー調査（QuinetiQ, InterDynamics, Jeppesen）
- 海外Regulator時間管理体制の調査
- 海外航空会社での疲労管理体制現地訪問調査(7社、9回)

  Air New Zealand, American Airlines, easyJet, Express Freighter Australia, Germanwings, Qantas, United Airlines, Vergin Australia
- FRMS Forumへ参加
- 疲労教育資料作成

疲労リスク管理

調査結果

- 疲労を安全に対するハザードとみなす
- 疲労管理　≠　健康管理
  ⇒　組織的な管理
- 国、会社、個人それぞれに責任があり、相互協力の重要性
- 疲労管理の２つの方法（FRMと FRMS)
- 科学的知見 (睡眠と覚醒などの科学的原理など）に基づく必要性
- 教育の重要性（トップを含め関連する全員）
- 報告の文化・公正な文化（Just　Culture)が不可欠
- SMSの仕組みを利用してPDCAを回す
- その他

2018年1月26日

疲労リスク管理について

（公財）航空輸送技術研究センター
技術部　浅田　勉

日本国における運航乗務員の疲労リスク管理

◆安全管理システムの構築に係る一般指針

- 安全情報の収集に運航乗務員の疲労を含む
- 収集した安全情報のリスク分析に、ハザードとして運航乗務員の疲労を追加
- 運航乗務員のみならず、関連する全ての職員に対して疲労教育の定期的な実施

◆運航規程審査要領

- 航空機乗務員の疲労を状態を考慮し、乗務に支障を及ぼすと認められる場合は、当該乗務員を乗務させない
- 航空機乗務員は自らの疲労状態を適切に管理し、疲労により乗務に支障があると自覚した場合は、乗務してはならない

（H29年4月1日改正、同年10月1日施行）

航空業界での疲労とは

- 「安全管理システムの構築に係る一般指針」

疲労とは、航空機の安全運航に係る業務を遂行するにあたり航空機乗組員の注意力や能力の低下を招く、***睡眠不足、長時間の覚醒、サーカディアン周期***（生体リズム）又は***ワークロード***（精神的又は肉体的な活動）に起因して、精神的又は身体的なパフォーマンスが低下した生理学的状態をいう。

- 疲労リスク管理は睡眠管理

米国宇宙航空医学学会(AsMA: Aerospace Medical Association):
「疲労」に関するワーキング・グループによるポジションペーパー

疲労の管理、回復には様々な方法があるが、結論としては、『疲労（脳の疲労）を回復させるものは、睡眠であり、疲労リスク管理とは、睡眠管理であると言うこと。

疲労関連　事故の一例

疲労が要因とされる主な航空事故・重大インシデント一覧（NTSB）

- 1993年8月　　アメリカンインターナショナル808便
- 1997年8月　　大韓航空801便
- 1999年6月　　アメリカン航空1420便
- 2002年7月　　FedEx1478便
- 2007年2月　　シャトルアメリカ6448便
- 2009年2月　　コンチネンタル（コルガン・エア）3407便

疲労(リスク)管理の主な世界の動き

- 2006年：ICAO 疲労リスク管理に関する検討会立ち上げ
- 2009年：米国 コルガン・エア墜落事故
  ICAO Annex6 に疲労を考慮した基準を規定（Amendment）
- 2010年：米国 疲労リスク管理が義務化・施行(P.L111-216)
- 2011年：ICAO Annex6 改正（本文に反映、FRMS Option追加）
- 2012年：ICAO疲労に関するガイダンス発行(Doc.9966 1st)
- 2014年：米国 FAR117発効（FTL,FDP新ルール、FRMS制度化）
- 2016年：欧州 疲労リスク管理が義務化・施行（時間制限新ルール）
  ICAO疲労リスク管理に関するガイダンス改訂(Doc.9966 2nd)
- 2017年：日本 疲労リスク管理が義務化・施行

コルガン・エア事故

2009年2月12日、コンチネンタルコネンクション3407便（コルガン・エア運航)が、ニューアーク空港を離陸後、バッファロー空港到直前に墜落(乗員乗客49名、住人1名　死亡）

失速警報が作動した際、パイロットは機首を下げて速度を上げるべきだったが、逆に機首を上げてしまい、失速して墜落。

＜NTSB：国家運輸安全委員会＞
失速時の操作ミスが原因、前日の睡眠の質に関連した疲労が関連すると判断

- 音声記録装置（CVR）にはあくびが何度も記録されていた
- 機長が前夜フロリダから、副操縦士はシアトルからメンフィス経由でニューアーク空港に早朝到着（貨物機のJumpseat）
- 乗務前まで、会社のソファーで仮眠しており、睡眠が不十分

コルガン航空のEWRベース運航乗務員居住地図（当時）

NTSB資料

疲労をハザードとみなす

NTSB

NTSBの全米の公共交通事故のMajor Investigation
(2001年～2012年の182件)の結果、**約20%**が疲労に関連

(出典:NTSB 2016 MOST WANTED TRANSPORTATION SAFETY IMPROVEMENTS)

NASA

ASRS*インシデント報告の**約21%**が疲労に関連

(出典: Roske-Hofstrand (1995))

*:ASRS(Aviation Safety Reporting System):安全に関する自発報告

疲労の兆候と影響

◆兆候

身体的兆候	精神的兆候	感情的兆候
・あくびを繰り返す ・瞼が重くなる、もしくは マイクロスリープ ・目をこする ・うなずく、頭がガクッとなる ・頭痛、吐き気、 胃のむかつき ・反応が遅くなる ・活力不足、弱々しくなる、軽いめまい	・業務への集中が難しくなる ・注意力の喪失 ・重要な情報のコミュニケーション が難しくなる ・予期された状況や動作を失敗す る ・習熟したタスクでさえ失敗する ・忘れやすくなる ・思考の明確さの低下 ・決断力低下	・普段より静かになる、 または内気になる ・上手にタスクをこなそうとしなくなる ・同僚や家族、友人に過敏な反応や 不快感を示す ・モラルの低下 ・感受性が高まる

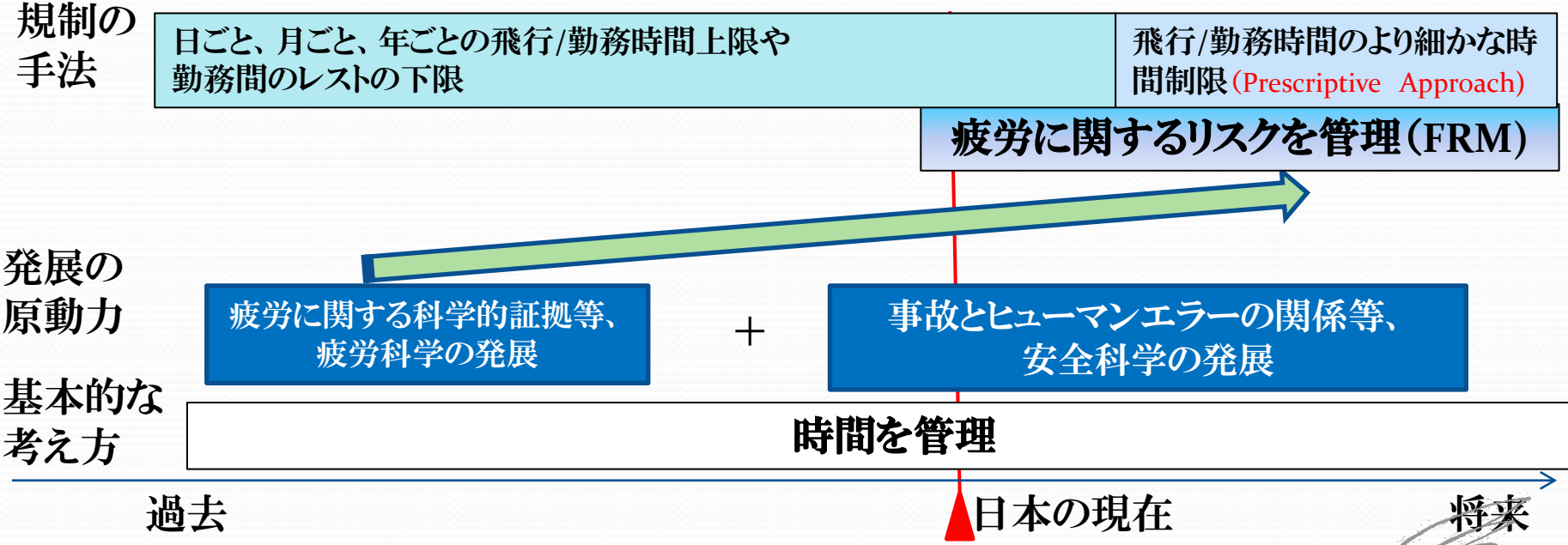
注意：上記の兆候が必ずしも疲労を示すものではない場合もある。

◆影響

・視野が狭くなる　・受動的姿勢の増大・　パフォーマンス低下の自己判断能力低下
・タイムプレッシャー下の作為過失増（誤操作）　・反応速度の低下　・会話の減少
・記憶力の低下　・作業効率の低下　など

時間制限のみによる疲労管理から科学的知見に基づいた疲労(リスク)管理へ

運航者が策定した時間制限等を国が承認(FRMS)：



ICAO Doc 9966 2012 Editionを参考に作成

飛行/勤務時間のより細かな時間制限とは

- 勤務開始(出頭)時刻
- Flight　Leg数
- 機内休養施設のクラス(1，2，3)
- 時差順応状況
- 上記各条件の組合せによる制限
- 待機状態(スタンバイ)の長さや場所による制限
- その他

疲労リスク管理の2つの方法

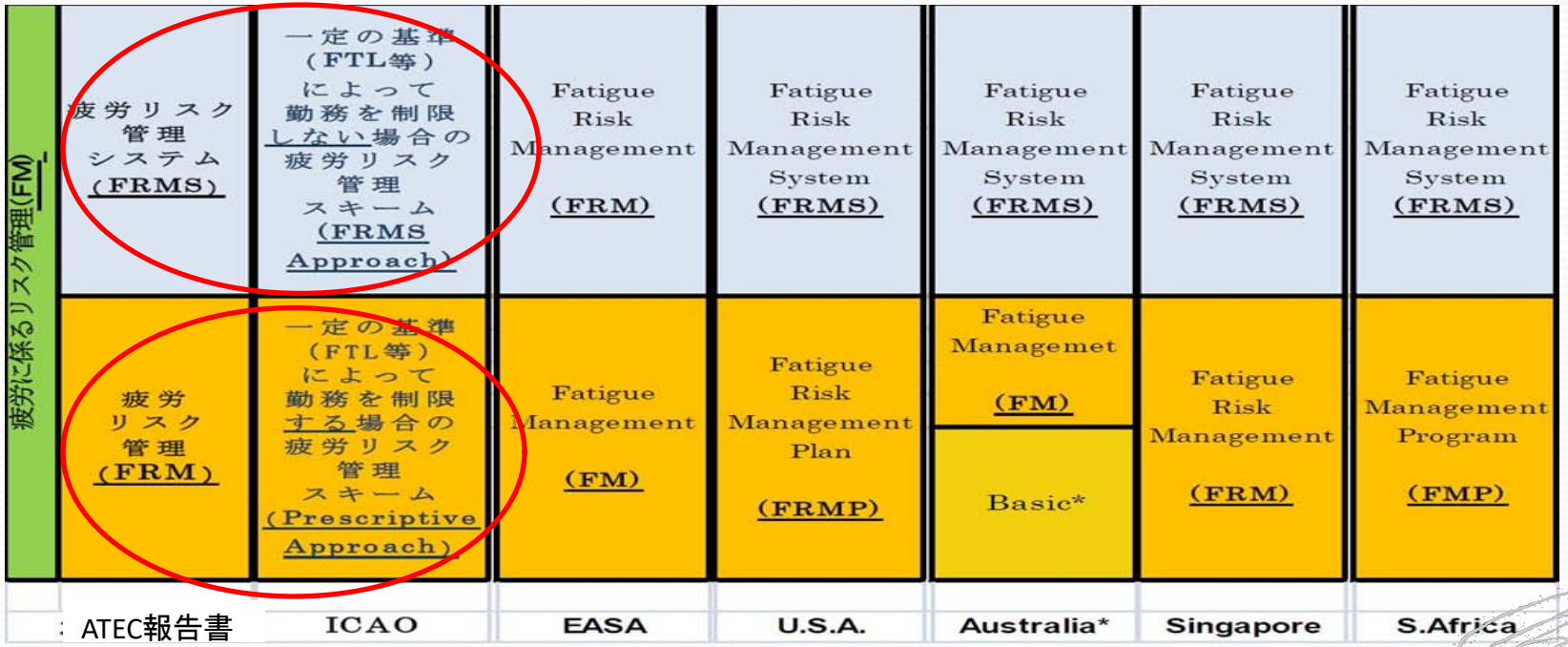
- FRM（Prescriptive Approach)と FRMSの2つの方法

	FRM	FRMS
時間基準	国が定めた時間基準（FTLやFDP)の範囲内で疲労リスクを評価し運用　(Prescriptive Approach)	路線ごとに疲労リスクを評価し、その路線毎に自ら時間基準を定め、国に承認を受けて運用
リスク評価プロセス	SMSを活用した再発防止（Reactive）	Reactiveな再発防止策に加え、未然防止、予知的プロセス（Reactive,Proactive,Predictive）

注：　FRMS(Fatigue　Risk　Management　System)

適切な覚醒レベルで関係者が業務を遂行できるように、科学的知見および運航経験を基にして、疲労に起因する安全リスクを継続的にモニタリングし管理するデータ駆動型の手法　（ICAO定義）

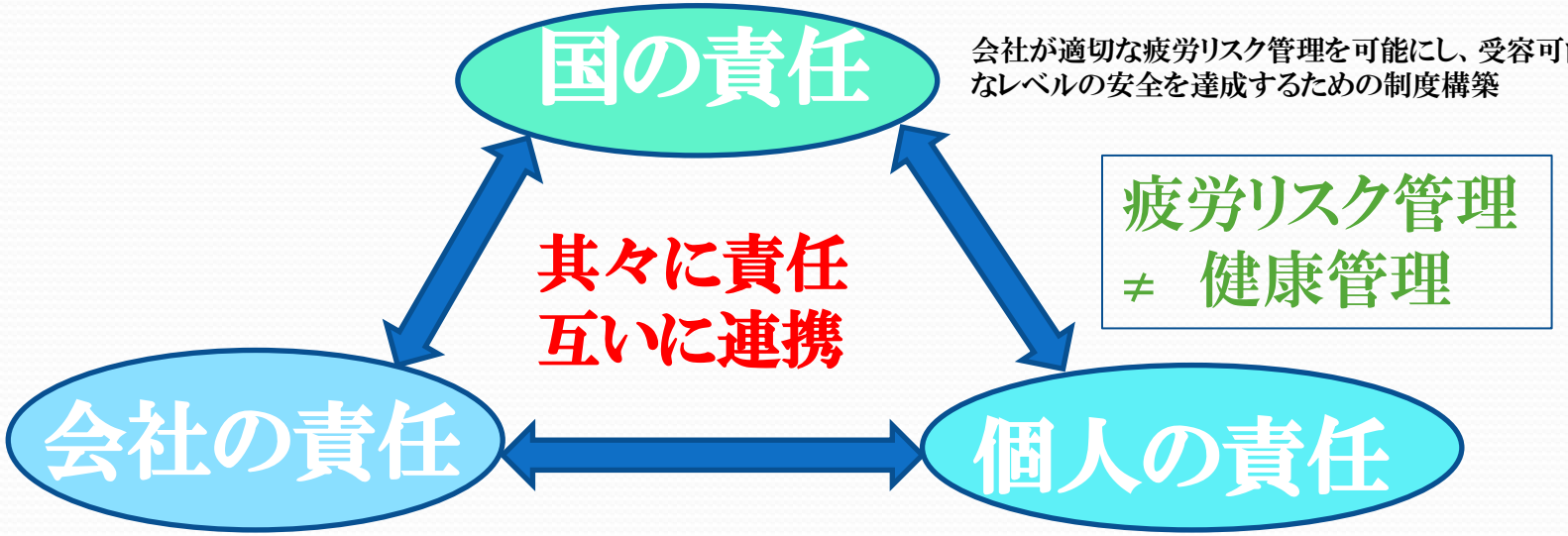
各国で異なる疲労リスク管理の定義



疲労に係るリスク管理(FM)	ICAO	EASA	U.S.A.	Australia*	Singapore	S.Africa
疲労リスク管理システム（FRMS）	一定の基準（FTL等）によって勤務を制限しない場合の疲労リスク管理スキーム（FRMS Approach）	Fatigue Risk Management （FRM）	Fatigue Risk Management System （FRMS）	Fatigue Risk Management System （FRMS）	Fatigue Risk Management System （FRMS）	Fatigue Risk Management System （FRMS）
疲労リスク管理（FRM）	一定の基準（FTL等）によって勤務を制限する場合の疲労リスク管理スキーム（Prescriptive Approach）	Fatigue Management （FM）	Fatigue Risk Management Plan （FRMP）	Fatigue Managemet （FM） Basic*	Fatigue Risk Management （FRM）	Fatigue Management Program （FMP）

出典：ATEC報告書

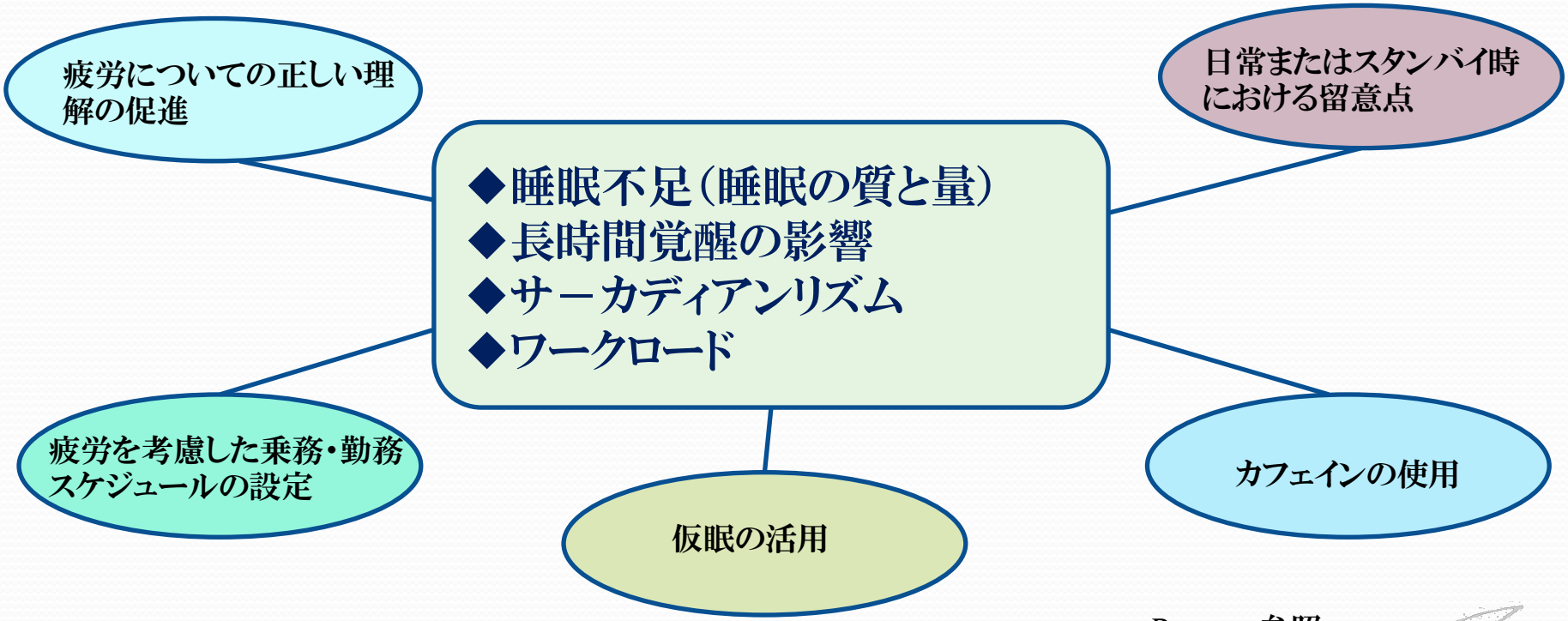
疲労リスク管理の責任



- 疲労リスク管理を実施するリソース確保
- 疲労関連リスクの管理/低減を十分に考慮した職場環境の提供
- 疲労報告制度の推進
- 疲労報告制度に対する適切な対応
- 社内関係者への疲労教育

- 適切な睡眠を取るため、休息時間の最適な活用
- 職務に適した状態での出社
- 自身の疲労レベルの管理
- 疲労問題の報告
- 職責に応じた対応(例:不測の事態における機長の判断)

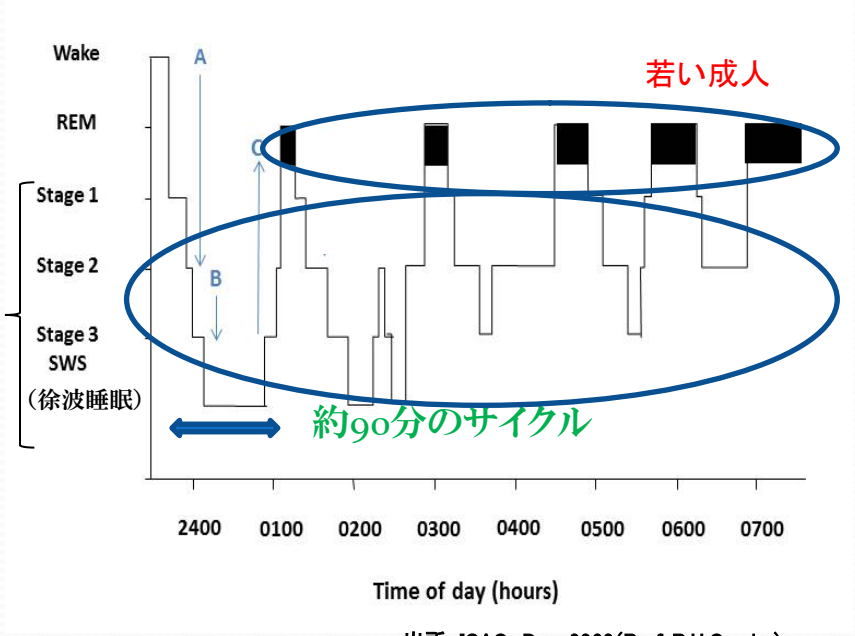
疲労の原因と対策



Page 3　参照

睡眠の種類

（Non-REM/ REM　Cycle）



出所　ICAO　Doc. 9966（Prof. P.H.Gander）

◆ Non-REM睡眠

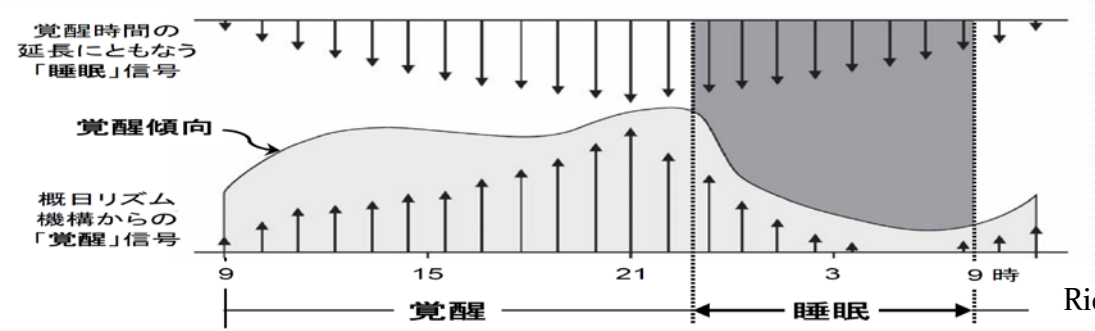
- 脳代謝量低下
- 脳温も下がって休息状態
- 入眠後の深い睡眠時に成長ホルモンが分泌され，組織の増殖や損傷に対する修復

◆ REM睡眠

- 必要な記憶の定着や記憶を引き出すための索引作り
- レム睡眠中は脳内で大量の情報を処理しているため、反射的に体が動かないように全身の筋肉は弛緩状態（体が動かない状態）
- 交感神経の活動が活発になるため心拍数や呼吸数が不規則に変化

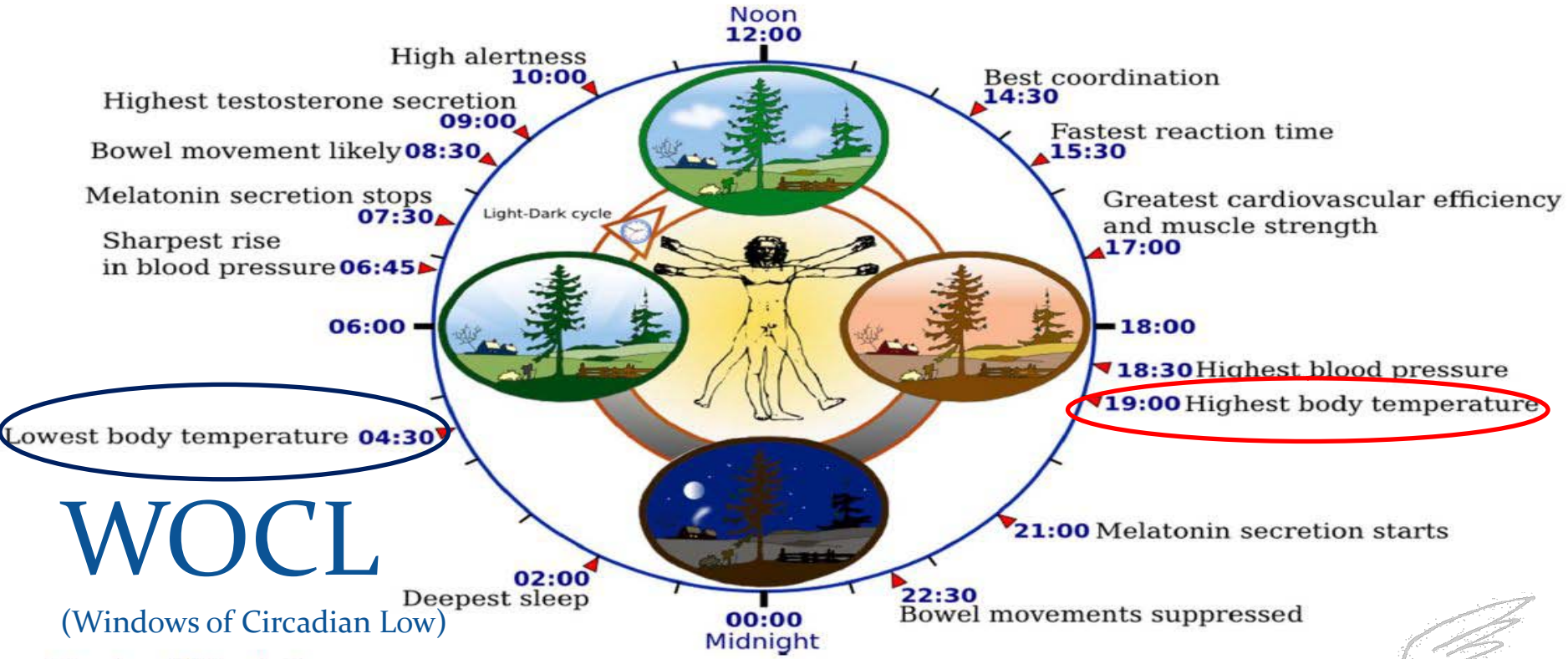
睡眠へ誘う２つの要因

- 疲れたら眠たくなる（長時間覚醒など）
  - ✓ **睡眠恒常性維持機構**　（ホメオスタシス）
- 夜になると眠たくなる
  - ✓ **サーカデイアン（概日性）リズム**　（生体体内時計）



Richardson, *J Clin Psychiatry* 2005

サーカディアンリズム



WOCL

(Windows of Circadian Low)

- Taken from Wikimedia Commons

睡眠不足(質と量)と疲労1/2

◆睡眠が不足すると

- パフォーマンスへの影響
- 業務(判断やコミュニケーション)への影響
- 自覚(パフォーマンス)
- マイクロスリープへ
- 睡眠負債蓄積

◆睡眠の質と量に影響するもの

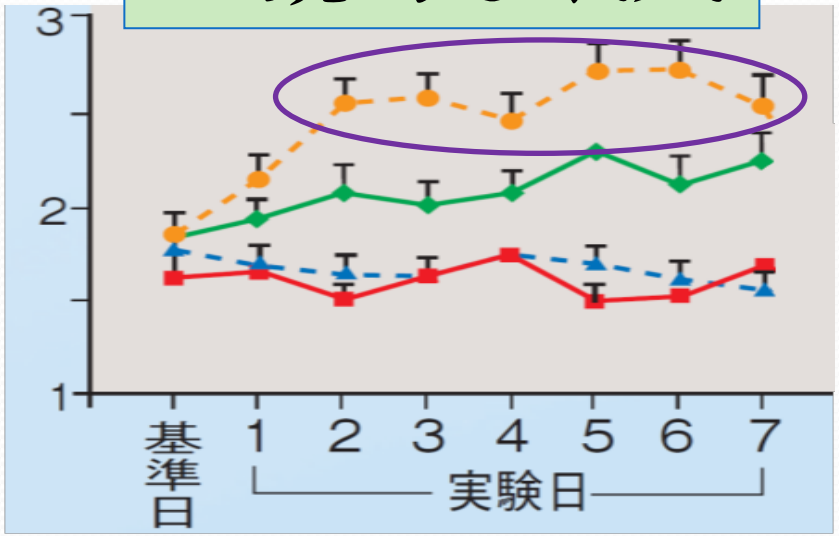
- 睡眠の中断
- 睡眠障害(医学的な障害)
- 嗜好品
- (カフェイン、ニコチン、アルコール)
- 環境要因
  (光、音、睡眠場所)
- 加齢

睡眠不足(質と量)と疲労　2/2

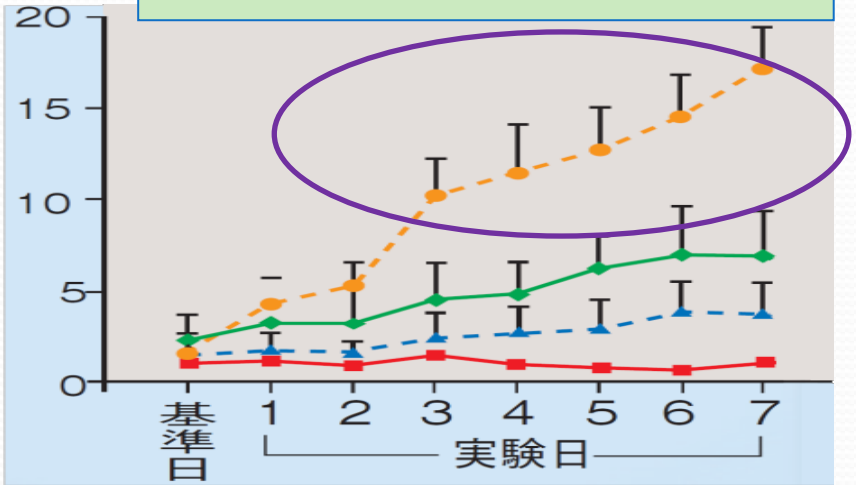
実際のパフォーマンスと自覚しているパフォーマンスの違い

睡眠時間 ●3 時間 ◆5 時間 ▲7 時間 ■9 時間

主観的な眠気



客観的見落とし



Belenky et al, *J Sleep Res* 2003

長時間の覚醒 と疲労

◆睡眠恒常性維持機構

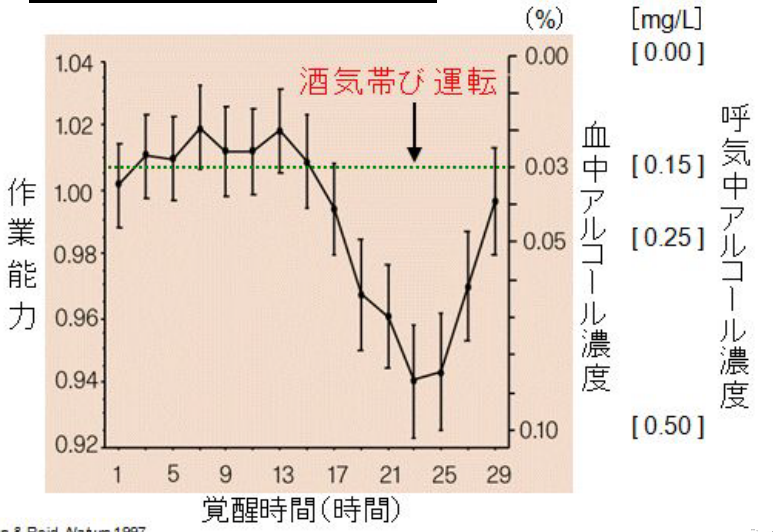
睡眠欲求が覚醒時間に応じて強くなる

⇩

注意力と作業能力の低下

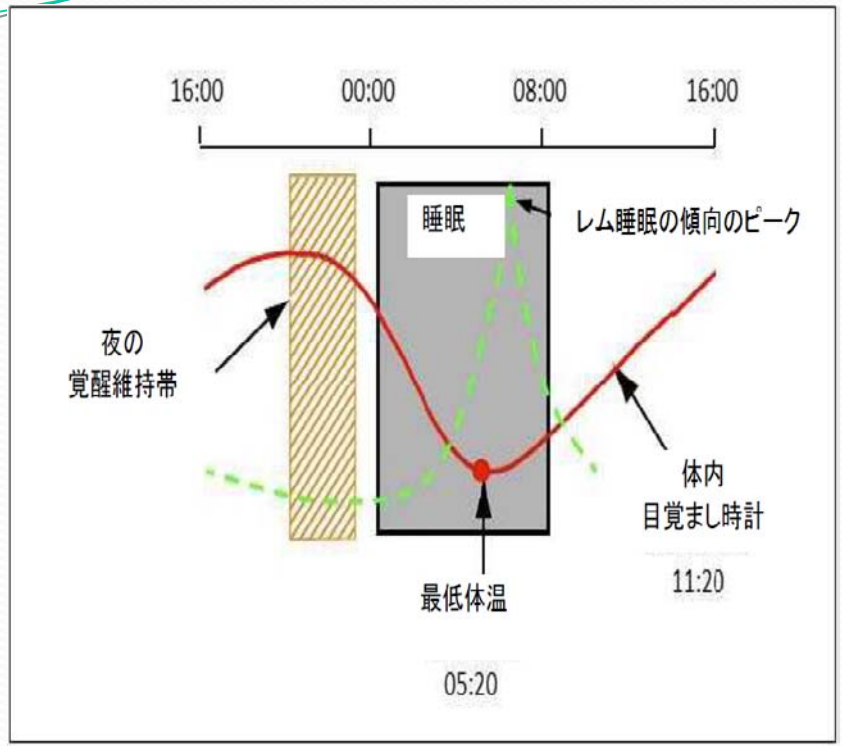
- 睡眠欲求を解消するには睡眠しかない
- 短時間でも仮眠は有効

長時間の覚醒は酒気帯び運転と同じ



Dawson & Reid, *Nature* 1997

サーカデイアンリズムと疲労



原図：Figure provided by Prof. P. H. Gander, adapted from Gander PH et al (1998) Gregory, K.B., Connell, L.J., Graeber, R.C., Miller, D.L., and Rosekind, M.A. Flight crew fatigue IV: overnight cargo operations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine 69*:B26–B36.

- **睡眠との関係**
  - 入眠の促進と妨げ
  - レム、ノンレム睡眠のタイミングと量への影響
  - WOCL(Window of Circadian Low:身体的な低調期：通常午前3時～5時)
- **光との関係**
  - 光にさらされるタイミングによって体内時計の周期変化

- **影響を受ける業務**
  - シフト勤務（早番、遅番）
    - 睡眠をとるべき時間帯の勤務
    - 通常覚醒している時間帯での睡眠
  - 時差を伴う運航
    - 移動するタイムゾーン数
    - 移動方向（西、東）
    - 器官ごとの時差適応のズレ

ワークロードと疲労

◆<u>パフォーマンス低下が起きにくい</u>

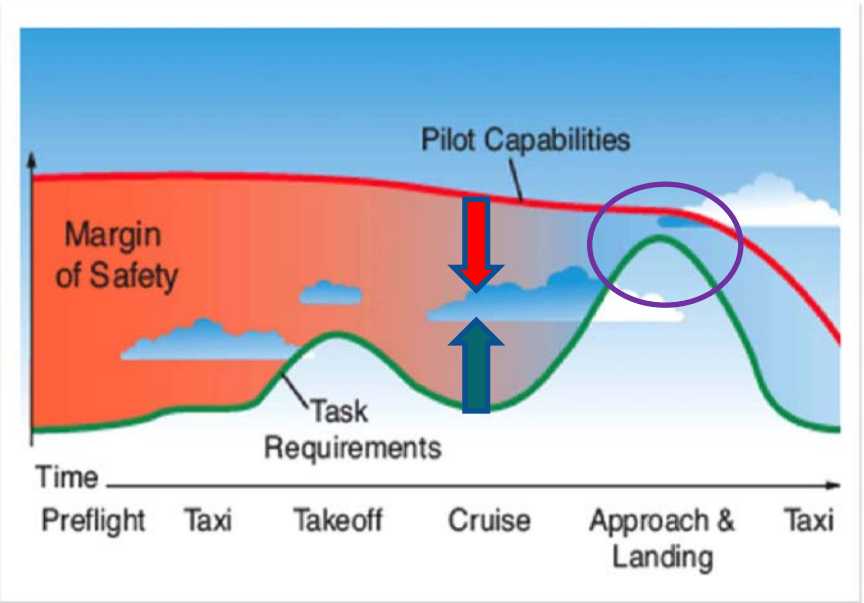
- 中ワークロード
  - ✓ 最もパフォーマンス低下が起きにくいということは広く認識されている。

◆<u>パフォーマンス低下が起きやすい</u>

- 低ワークロード
  - ✓ 生理的眠気が表面化
- 高ワークロード
  - ✓ 人の許容力を超える（疲労している人は特に許容力が低下）
  - ✓ 激務の後にリラックスする時間が必要

⇒ 睡眠時間阻害要因となる可能性

⇒疲労



EASA資料より抜粋

ワークロードについて運用上の明らかな定義や測定方法はない

具体的な疲労対策と留意点

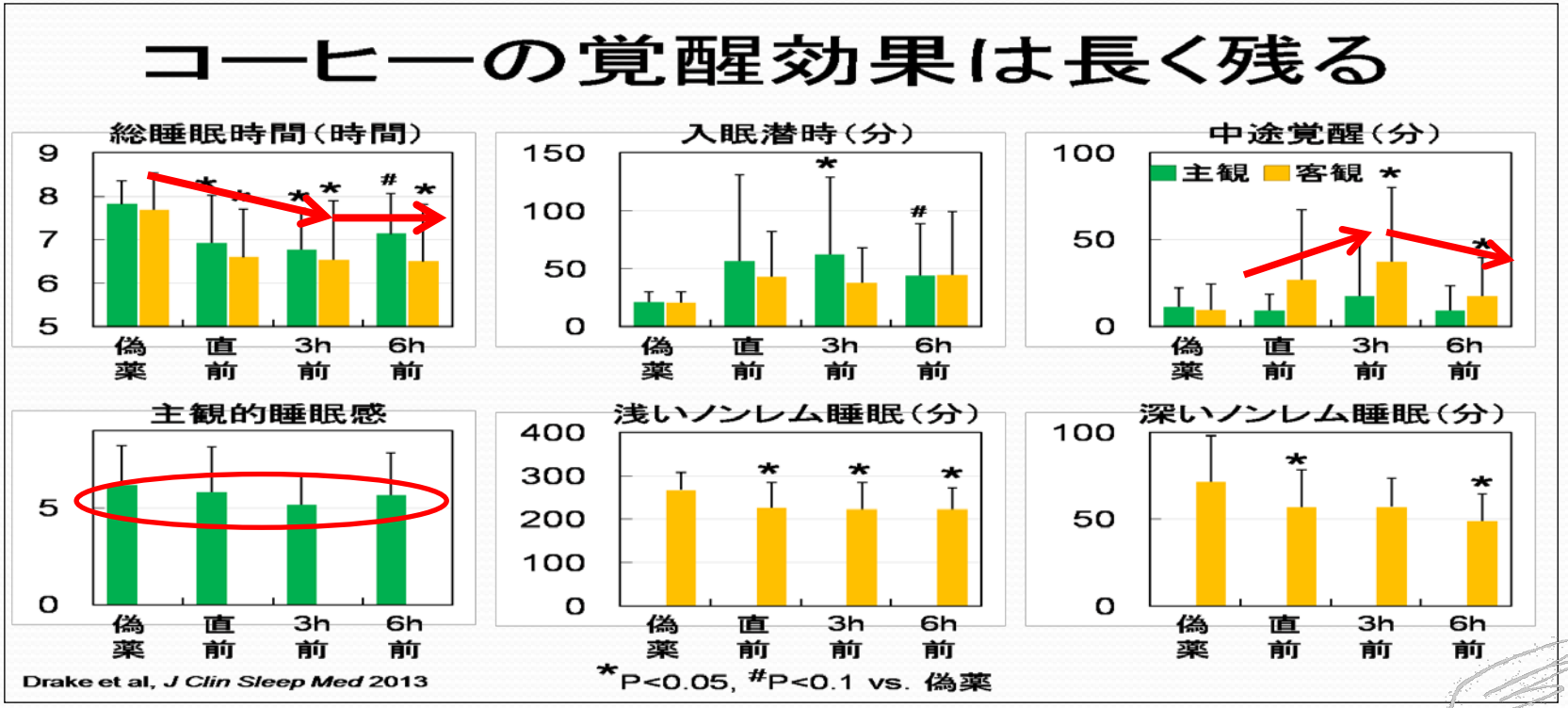
個人的にできる疲労軽減策例

乗務/勤務割	乗務/勤務前の予防的軽減策	乗務中やパターン中の軽減策
早番	・二夜前の十分な睡眠	・積極的な会話 ・身体を動かす （アクティビティ・ブレイク） ・カフェイン（コーヒー・お茶・コーラなど）を計画的に摂取 ・夜間フライトではできるだけ多くの照明を点灯。 ただし、安全上の留意点として、外部監視等への影響も含めてその時々の状況に応じての判断が必要。
早番の連続	・勤務後の午後の仮眠は推奨できない。 仮眠を取る場合も20～30分程度の短い仮眠 ・勤務後の夜の早めの睡眠	
早番から遅番への切り替え	・勤務後の午後の長めの仮眠 ・遅番当日の起床をできるだけ遅く ・遅番勤務前の午後の仮眠	
遅番	・遅番当日の起床をできるだけ遅く ・勤務前の午後の仮眠	
夜間	・夜勤当日の起床をできるだけ遅く ・勤務前の午後の長めの仮眠 入眠できない場合は部屋を暗くし安静	
夜間の連続	・勤務後の睡眠 早めに覚醒してしまった場合は再び横になる ・勤務前の午後の長めの仮眠 入眠できない場合は部屋を暗くし安静	
待機	・勤務開始時間に応じた上記予防策	

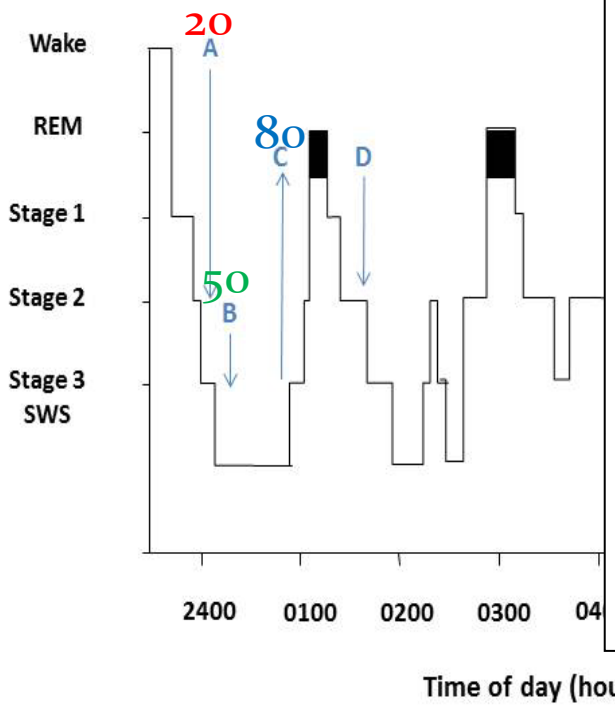
本内容は、過去の航空輸送技術研究センターによる調査内容を基にまとめたものである。会社の運航形態や乗務割りの仕方、乗務の前日の過ごし方等によっては表中の軽減策が必ずしも適合するものではないことを留意すること。

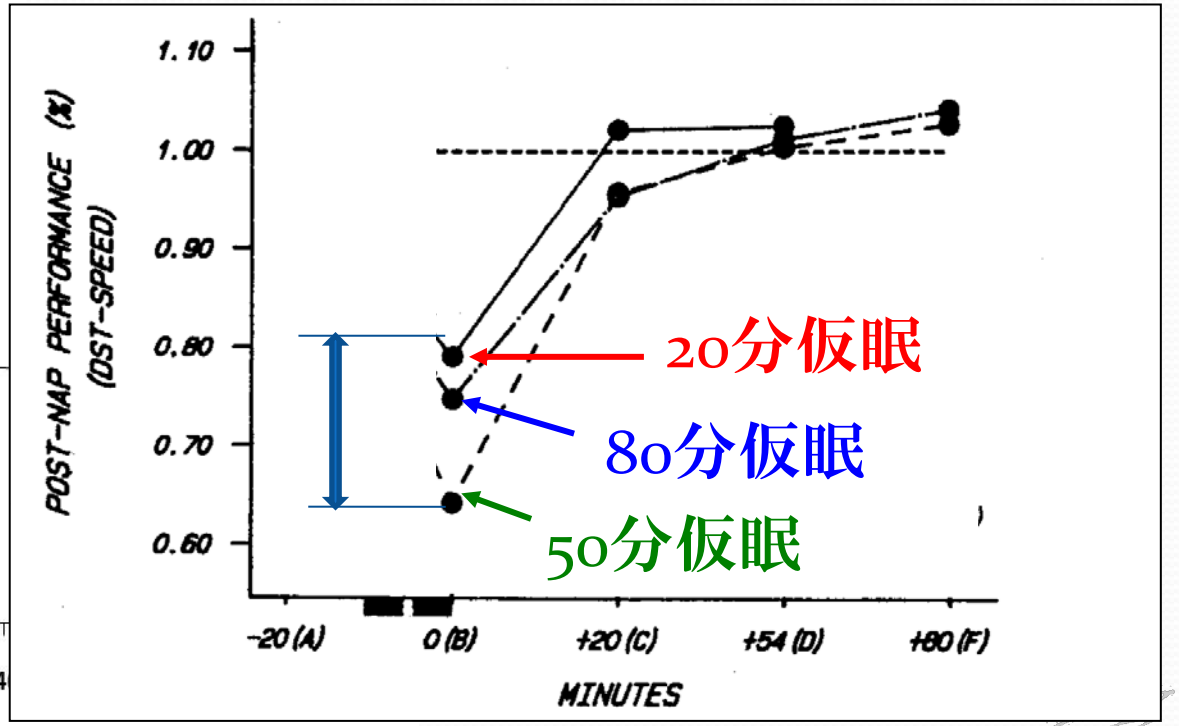
*1　午後の仮眠は、夜の覚醒時間帯前が望ましい。

カフェインの効果的活用と注意点



仮眠時の注意点（睡眠慣性）





Stampi, *Why We Nap* 1992

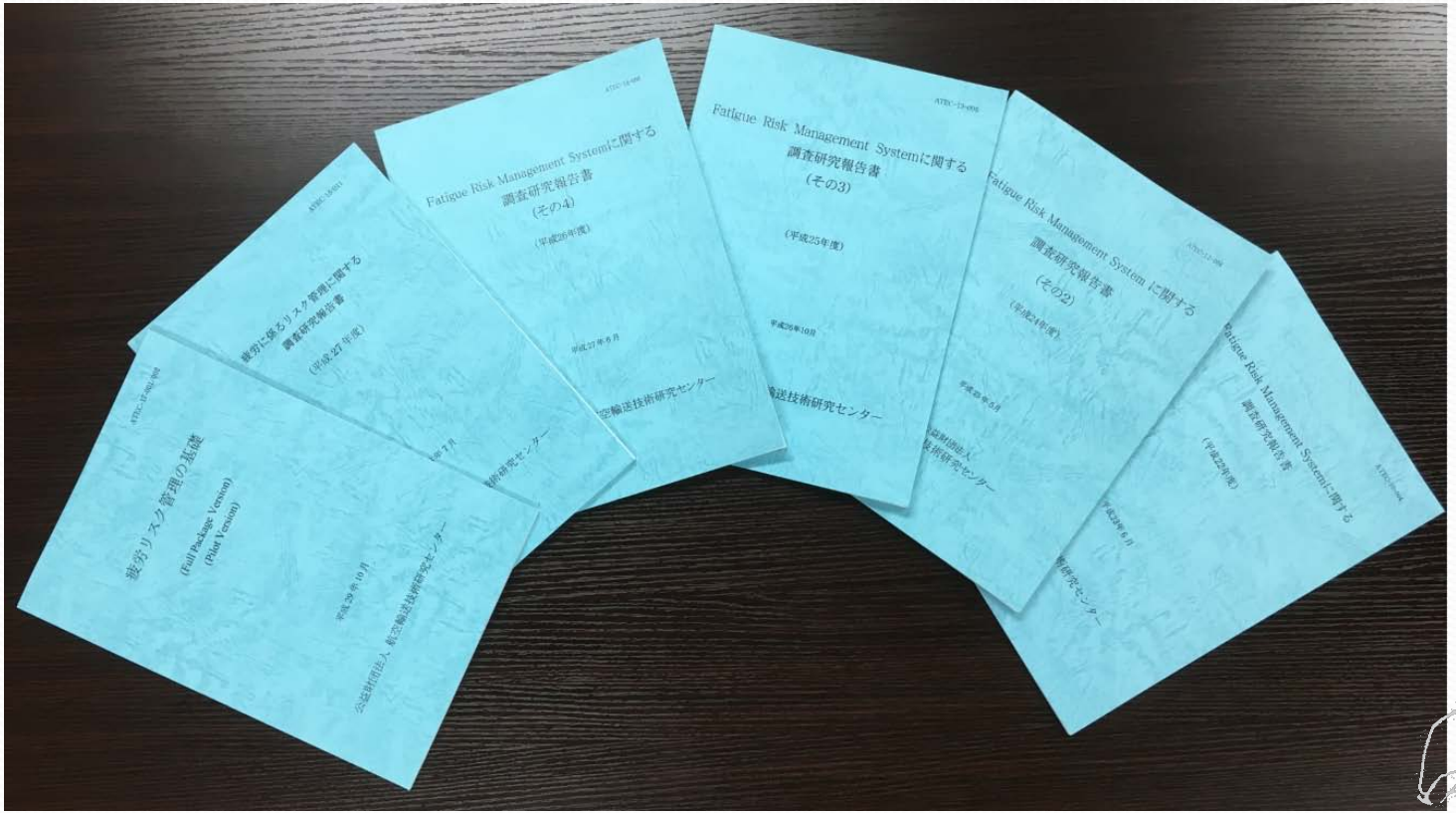
運航乗務員以外の疲労リスク管理について

- 客室乗務員
  - EASAでは、客室乗務員へも導入。また、ICAOAnnex6では、客室乗務員の疲労リスク対策に関しても言及。
- 整備士
  - FAA　AC120-115 Maintainer Fatigue Risk Management （2016）
  - ICAO Guidance Manualに関しては検討中
- ATC関係者向け（ICAO Guidance Manual）
  - Fatigue Management Guide for Air Traffic Service Providers（2016）
- General Aviation（ICAO Guidance Manual）
  - Fatigue Management Guide for General Aviation Operators of Large and Turbojet Aeroplanes（2016）
- ヘリ事業者
  - ICAO Annex6 Part3およびGuidance　Manual 2018年発行予定

まとめ

- 疲労は安全上のリスク
- 時間制限のみでの管理から
  疲労に関する情報に基づいたリスクの管理へ
- 国、会社、個人の其々に責任がある
- 睡眠に関する関係者への知識付与と理解が重要
- 疲労に関する報告がリスク管理には重要
- 疲労リスク管理は運航に携わる様々な職種へ展開

疲労に関するATEC報告書



ご清聴ありがとうございました

航空輸送が直面する課題への官民協調した対応

甲田氏の講演

- 疲労管理
- UPRT
- 乗員健康管理
- Global Tracking
- 紛争地域上空通過対策
- 小型機安全対策
- 人材育成
  - 養成拡大
  - 効率的配置
- 新技術
  - 新技術活用
  - リチウム電池
  - 無人機

黒木氏の講演

- LOC-I対策
- 滑走路逸脱対策

進化したSMS

中川氏の講演

- 人材育成
  - 訓練
  - 効率化
- 新技術
  - IT技術活用
    ビックデータ

浅田氏の講演

- 疲労管理
- Global Tracking
- VOICES
- Flight Operational Commonality
- 低層風情報提供
- IT技術活用
  EFB　電子署名
  RFID　画像認識

航空当局　航空会社　ATEC