

海外事例調査報告

国土交通省 航空局
令和6年4月

1. 調査目的

滑走路路上における航空機等の衝突防止のための、さらなる安全・安心対策をハード・ソフト両面から検討するための参考情報として、諸外国における取組事例を把握する。

2. 調査方法

以下の国際機関、航空当局、管制機関等の取組事例について、文献調査、アンケート調査及びヒアリング調査を行った。

- 国際機関: ICAO
- 航空当局: 欧州 (EASA)、アメリカ (FAA)、フランス (DGCA)、シンガポール (CAAS)、韓国 (KOCA)、UAE (GCCA)
- 管制機関: 欧州 (EUROCONTROL)、イギリス (NATS)、フランス (DSNA)、ドイツ (DFS)、オランダ (LVNL)、オーストラリア (ASA)、タイ (AEROTHAI)、中国 (ATMB)
- メーカー: エアバス等

※回答があった中で、一部を抜粋・整理して本資料に掲載

3. 調査項目

調査項目	調査対象
(1) 管制官とパイロットに対する注意喚起システム	<ul style="list-style-type: none"> ①滑走路占有監視支援機能 ②空港面監視 ③車両への位置情報等送信機の搭載 ④滑走路状態表示灯(RWSL: Runway Status Lights) ⑤停止線灯(STBL: Stop Bar Lights)
(2) 先端技術の研究開発・導入	<ul style="list-style-type: none"> ①先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS) ②滑走路進入機の検知・警報システム(SURF-A)
(3) 管制官とパイロットの交信のあり方	<ul style="list-style-type: none"> ①パイロットに対する離陸順位の情報提供
(4) 管制業務の実施体制	<ul style="list-style-type: none"> ①管制官の業務分担 ②管制官の疲労管理 ③管制官のメンタルサポート
(5) パイロットに対する教育訓練	<ul style="list-style-type: none"> ①パイロットに対する教育訓練(CRM) ②パイロットに対する周知啓発
(6) 滑走路の安全確保のための計画・推進体制	<ul style="list-style-type: none"> ①滑走路の安全確保のための計画・推進体制

①滑走路占有監視支援機能

○滑走路誤進入等の危険が発生した場合、モニターの画面表示や音によって管制官に知らせるシステムを導入している事例が多い。

○イギリス、フランス、韓国等では、システムが2段階(注意喚起・警報)で発動する仕組みとなっている。

国	注意喚起 (第1段階)	警報 (第2段階)	管制官の対応
日本	黄色等で画面表示	—	注意喚起が発動した場合、状況確認の上、必要に応じて着陸復行等を指示
アメリカ	—	赤色・点滅で画面表示 ボイスメッセージが流れる	警報が発動した場合、直ちに着陸復行等を指示
イギリス	オレンジ色で画面表示	赤色で画面表示 ボイスメッセージが流れる	注意喚起・警報が発動した場合、状況確認の上、必要に応じて着陸復行等を指示
フランス	黄色で画面表示	赤色で画面表示 ボイスメッセージが流れる	注意喚起・警報が発動した場合、状況確認の上、必要に応じて着陸復行等を指示
韓国	黄色で画面表示 注意喚起音が鳴る	赤色で画面表示 警報音が鳴る	注意喚起が発動した場合、状況確認の上、必要に応じて着陸復行等を指示 警報が発動した場合、直ちに着陸復行等を指示
中国	—	赤色で画面表示 警報音が鳴る	警報が発動した場合、直ちに着陸復行等を指示

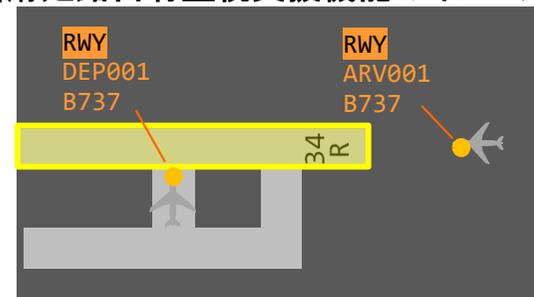
【管制塔の表示装置】



注意喚起表示



【滑走路占有監視支援機能のイメージ】 ※具体的な発動条件は引き続き調査中



②空港面監視

- 多くの国では、空港面探知レーダー及びマルチラレーションで空港面上の航空機等の位置情報を取得し、空港面の監視を行っている。
- アメリカの空港では、監視範囲の広さ、建物による遮蔽等の地形的課題やコスト的課題に対応するため、ADS-B (GPS)を活用しているが、なりすまし等の脆弱性に対応するため、空港面探知レーダー及びマルチラレーションと併用している。

国・地域	空港例	位置情報取得方法
日本	羽田空港、成田空港等主要空港	空港面探知レーダー マルチラレーション
アメリカ	シカゴ・オヘア空港、アトランタ空港 等	空港面探知レーダー マルチラレーション ADS-B(GPS)
欧州	フランクフルト空港、シャルル・ド・ゴール空港 等	空港面探知レーダー マルチラレーション

【空港面監視システムのイメージ】



【表示のイメージ】



③ 車両への位置情報等送信機の搭載

○多くの国では、滑走路・誘導路に立ち入る車両に対して、位置情報等送信機の搭載を義務づけることで、空港面での車両の位置や動きを監視しており、滑走路誤進入対策にも活かされている。

国	義務化の有無	義務化の対象車両
日本	×	—
イギリス	×	—
フランス	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両 (なお、非搭載車両でも搭載車両が同行している場合は滑走路等への立ち入りが可能)
ドイツ	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両
タイ	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両
シンガポール	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両 (なお、非搭載車両でも搭載車両が同行している場合は滑走路等への立ち入りが可能)
オーストラリア	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両
韓国	×	— (仁川空港では、滑走路等に定期的に立ち入る全ての車両が搭載している)
中国	○	滑走路・誘導路に立ち入る車両

位置情報等送信機・・・車両に搭載する送信機であり、発信した電波をマルチラレーション装置 (MLAT) で取得することで、車両の位置把握を可能にする。



新千歳空港、羽田空港、伊丹空港、福岡空港、那覇空港では、以下の車両に搭載済み。

- 滑走路点検車両
- 無線施設保守車両
- 航空灯火保守車両

④滑走路状態表示灯(RWSL: Runway Status Lights)

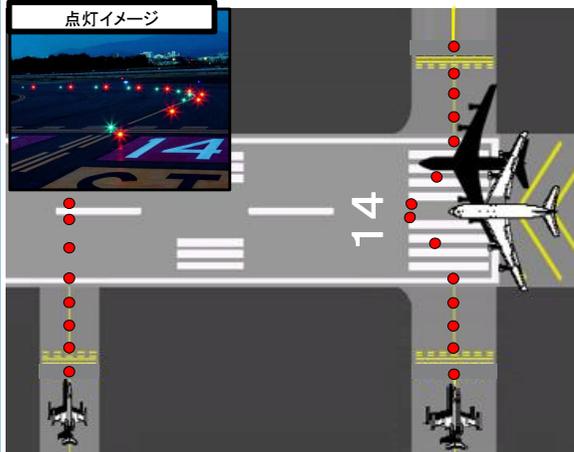
○滑走路状態表示灯(RWSL)は、アメリカのジョン・F・ケネディ、ロサンゼルス、サンフランシスコ空港やフランスのシャルル・ド・ゴール空港で導入されており、滑走路誤進入・誤出発の防止に活かされている。

○アメリカではワシントン・ダレス空港等で滑走路横断箇所以外の滑走路取付誘導路にもRWSLを導入している。

国	RWSLの導入空港
日本	東京国際空港(注)、新千歳空港、大阪国際空港、福岡空港、那覇空港 注)東京国際空港はRELに代わり、RELと同等の機能を有する「可変表示型誘導案内灯(VMS)」を設置している。
アメリカ	ジョン・F・ケネディ空港、ロサンゼルス空港、サンフランシスコ空港、ワシントン・ダレス空港等(計20空港)
フランス	シャルル・ド・ゴール空港

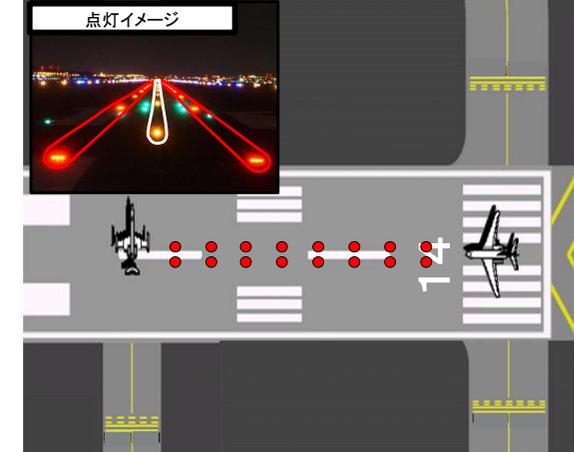
【滑走路状態表示灯(RWSL: Runway Status Lights)】

航空機接近警告灯
(REL: Runway Entrance Lights)
滑走路誤進入の防止



離着陸する航空機がある場合に、滑走路に進入しようとする航空機のパイロットに進入が危険であることを警告するために点灯する。

離陸待機警告灯
(THL: Takeoff Hold Lights)
誤出発の防止



滑走路を横断する航空機がある場合に、離陸しようとする航空機のパイロットに進行が危険であることを警告するために点灯する。

<概要>

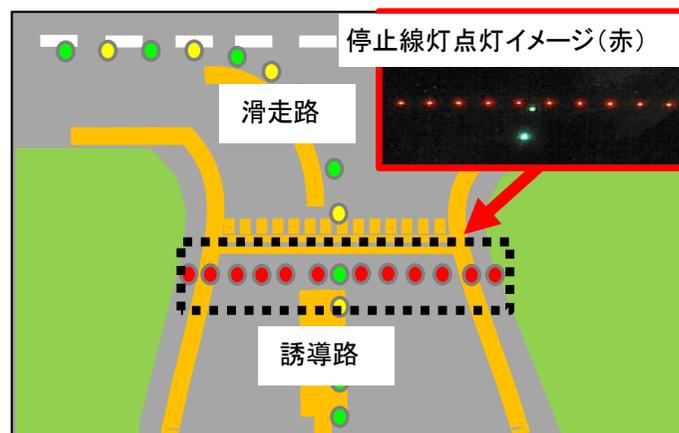
- 滑走路状態表示灯は、航空機等が滑走路を使用している場合に他の離陸しようとする航空機や滑走路を横断しようとする航空機等に対して、警告する灯火である。
- ICAO国際基準では、全天候下における滑走路誤進入及び誤出発対策の一つであるものの、設置は義務となっておらず要件も規定されていないため、各国で導入を判断している。我が国では、滑走路横断が日常的に発生する滑走路に整備。
- 空港面監視システムで取得した航空機等の位置情報を基に、管制指示と独立して自動で点消灯することにより、管制官による操作が不要となる。

⑤停止線灯(STBL: Stop Bar Lights)

- アメリカ、フランスにおいては、滑走路誤進入対策として主要空港にRWSLを導入しているが、低視程時における高カテゴリー運用を確保するため、低視程時にSTBLを併用している。
- 滑走路誤進入対策としてRWSLを導入していないイギリス、ドイツ等の主要空港では、STBLを常時運用する傾向が見られる。
- STBLは、管制官が手動で消灯操作を行う必要がある。

国	STBLの運用条件
日本	・低視程時に運用
アメリカ	・低視程時に運用
フランス	・低視程時に運用
イギリス	・常時運用を行っている空港あり(ヒースロー空港等)
ドイツ	・滑走路横断が多い箇所等で常時運用を行っている空港あり(フランクフルト空港)
シンガポール	・常時運用(チャンギ空港等)
韓国	・低視程時に運用(金浦空港)、常時運用(仁川空港)

【停止線灯(STBL: Stop Bar Lights)】



<概要>

- 停止線灯は、視界が悪い場合に、地上走行中の航空機に一時停止の要否及び一時停止すべき位置を示す。
- ICAO国際基準では、低視程時(視程550m未満)における誤進入対策の一つであり、我が国では、ICAO国際基準に準拠し、カテゴリーⅡ、Ⅲ精密進入に使用される滑走路に整備。
- 我が国では、安全サイドに立って、視程600m以下となった場合に点灯。
- 管制官が滑走路進入許可の発出にあわせて手動で消灯操作する必要がある。

①先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS)

○A-SMGCS(Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems)は、全天候下において、安全性を確保しつつ、空港の処理能力を確保することを目的として、以下の機能により構成されるシステムである。

- ① 空港面における航空機等の位置を特定する監視機能
- ② 駐機場から滑走路等まで航空機が走行する経路の作成機能
- ③ 航空機の走行を航空灯火の自動点消灯による誘導機能(フォローグリーン)

○シャルル・ド・ゴール、ヒースロー、仁川空港等において、A-SMGCSが導入されている。

ヒースロー空港では、管制官の補助員が経路設定を行うことで、管制官の業務負荷を軽減している。

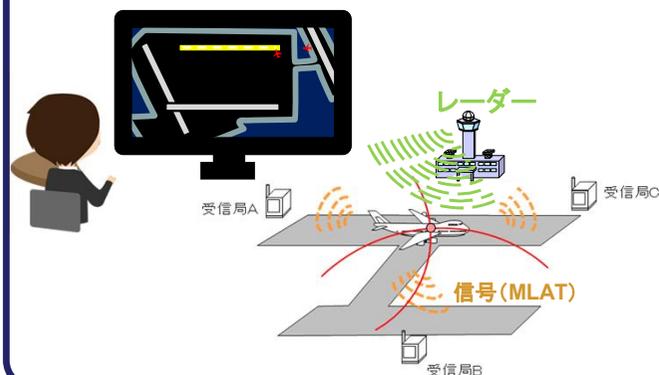
諸外国におけるA-SMGCSの導入例

国	空港	監視	経路設定	誘導	レベル
フランス	シャルル・ド・ゴール	システム	管制官	無し	2
イギリス	ヒースロー	システム	管制官	手動	2
シンガポール	チャンギ	システム	システム	自動	4
韓国	仁川	システム	システム	自動	4
中国	北京大興	システム	システム	自動	4

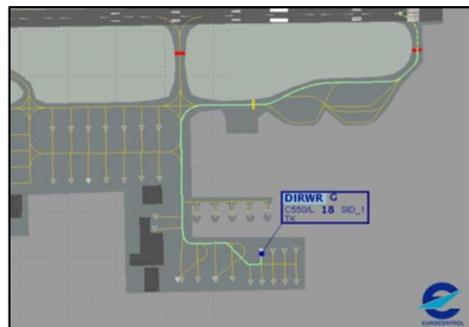
※上記の表は各国のA-SMGCSのレベルを聴取した情報を基に、ICAO Doc9830" Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS) Manual"の定義より監視・経路設定・誘導の主体や手法について記載

A-SMGCSを構成する機能(イメージ)

① 監視機能

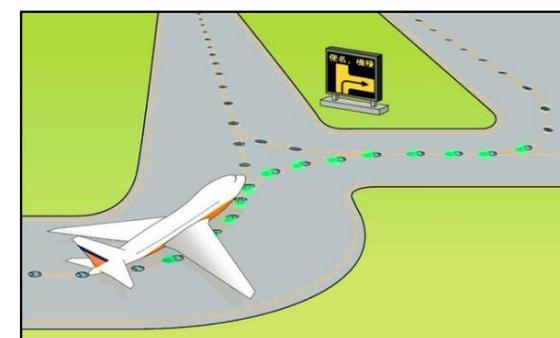


② 経路作成機能



出典元: 欧州航空航法安全機構 (Eurocontrol)

③ 誘導機能

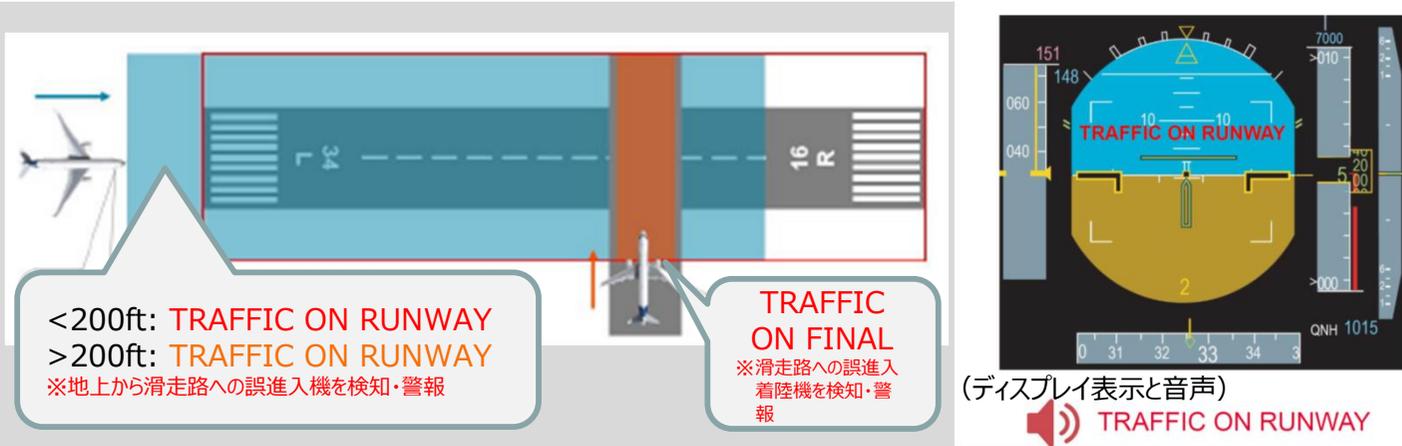


②滑走路進入機の検知・警報システム(SURF-A)

- エアバス社及びハネウェル社は、ADS-B Out/Inを用いた滑走路進入機の検知・警報システム(SURF-A: Surface Alerting)を開発中。
- 進入機を検知した場合、コックピットのディスプレイに警報を表示するとともに、音声でも警報。

イメージ図(着陸時)

- 滑走路に誤って進入しようとする又は進入した機体を検知
- 表示及び音声で警報
 - ✓ "TRAFFIC ON RUNWAY(例)"をコックピットのディスプレイに表示
 - ✓ 音声で警報



課題

(技術的課題)

- GPSの位置誤差による滑走路進入の誤検知の可能性
- 滑走路外(誘導路やターミナルエリア等)の航空機からの干渉
(検知範囲を滑走路端まで広げると、誘導路やターミナルエリアの航空機の信号も受信するため高度なフィルタリング等の処理が必要)

(導入に向けた課題)

- システムの対象となる機体にADS-B Out/Inの搭載が受信・発信側の双方で必要
- 本システムの導入に係るコストの負担が必要

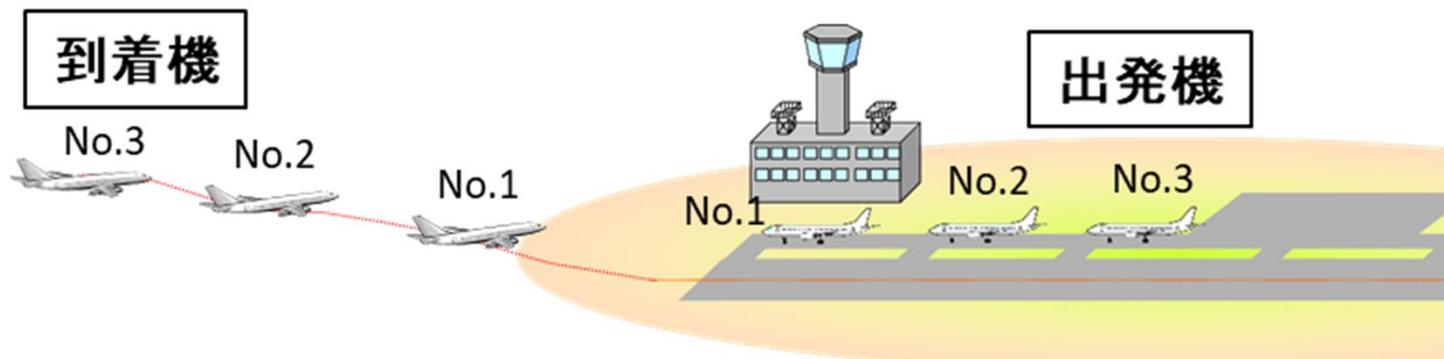
今後の実装に向けた見通し

- エアバス社によると、システムは未だ開発中
- ハネウェル社によると、システムの開発には認証取得も含め、相応の年数を要する見込み

①パイロットに対する離陸順位の情報提供

○多くの国では、管制官はパイロットに対して、状況に応じて離陸順位(No.1, No.2等)の情報提供を行っている。

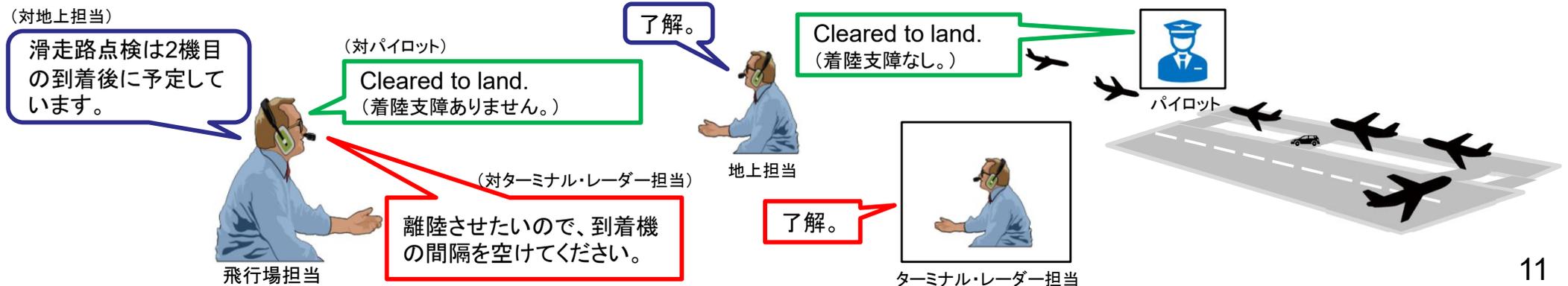
国	離陸順位の情報提供	離陸順位の情報提供を行う状況
日本	○ (緊急対策として、離陸順位の情報提供を停止中)	・管制官が必要と判断した場合 等
オランダ	○ (状況に応じて提供)	・先行機が異なる誘導路から滑走路に進入した場合 等
タイ	○ (状況に応じて提供)	・離陸順位を変更した場合 等
シンガポール	○ (状況に応じて提供)	・管制官が必要と判断した場合 ・パイロットから情報提供の要求があった場合 等
オーストラリア	○ (状況に応じて提供)	・滑走路上で待機が必要な場合 等
韓国	○ (状況に応じて提供)	・離陸順位を変更した場合 等
イギリス	△ (状況に応じて提供)	・ヒースロー空港では、離陸予定時刻を情報提供



①管制官の業務分担

○飛行場管制において、飛行場担当、地上担当、管制承認伝達担当は、世界的に共通して配置されている。
 ○多くの国・空港では、他の管制官や隣接管制機関との調整を専属で行う「調整担当」も配置されている。

国	飛行場担当 (滑走路を離着陸する航空機に許可・指示を発出)	地上担当 (地上を走行する航空機等に許可・指示を発出)	管制承認伝達担当 (出発する航空機に目的地への経路、高度等を伝達)	調整担当 (関係者・機関との調整) ※具体的な調整内容は引き続き調査中
日本	○	○	○	× 飛行場担当が自ら調整
イギリス	○	○	○	○ 隣接する管制機関に飛行情報等を伝達
フランス	○	○	○	×
オランダ	○	○	○	○ 飛行場担当や地上担当と調整して 車両等の通行を処理
タイ	○	○	○	○ 飛行場担当の支援、 ターミナル・レーダー担当等との調整
シンガポール	○	○	○	○ 飛行場担当の支援、 ターミナル・レーダー担当等との調整
韓国	○	○	○	×



②管制官の疲労管理

- 欧州等では、管制官の勤務スケジュールを作成・管理するソフトウェアを導入し、交通量や疲労レベルに応じた疲労管理を行っている。
- ICAOの国際標準を踏まえ、日本においても管制官の疲労管理基準を設定し、令和2年度からこの基準に基づく勤務態勢を構築している。

諸外国における管制官の疲労管理の取組例

主 体	取 組
EUROCONTROL (航空路)	管制官の勤務スケジュール管理ソフトを用いて、リアルタイムに交通量に見合った適切な管制卓構成及び要員配置を可能としている
オーストラリア (航空路、空港)	疲労が業務に与えるリスクを最小化した勤務スケジュールを作成するソフトウェアを導入し、各管制官の疲労レベルをリアルタイムに把握するとともに、疲労が一定水準以上に達した場合、勤務管理者に対して警告を発する

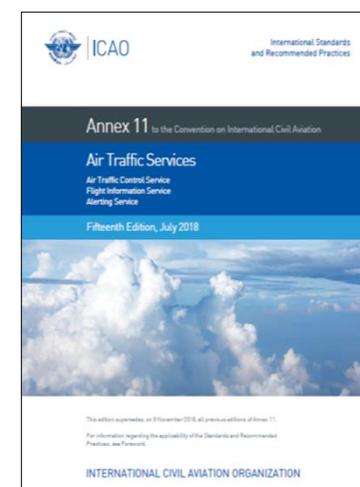
日本における管制官の疲労管理の取組

(1) 勤務時間、連続勤務日数等に係る規制値(一部抜粋)

- ① 連続勤務は7日間まで
- ② 勤務間インターバルは11時間以上
- ③ 夜勤後からその翌々日の午前6時より前には勤務時間を割り振らない
- ④ 1回の勤務時間は原則として11時間を超えない
(※7日以内の連続勤務のうち1回の勤務は16時間まで延長可)

(2) 管制官の業務着席に係る規制値(一部抜粋)

- ① 対空通信を行う管制席の着席時間は2時間まで
- ② 管制席の連続する着席時間は4時間まで
- ③ 2時間を超える着席時間後に離席した直後の着席時間は2時間まで



ICAO Annex11に基づき実施

③ 管制官のメンタルサポート

○日本及び諸外国では、惨事ストレスマネジメント※¹の知見を有するカウンセラーによるカウンセリングを実施するとともに、航空当局や労働組合によるピアサポート※²も実施。

※¹惨事ストレスマネジメント: 緊急的な事態、災害によって被るストレスを管理する手法

※²ピアサポート: 支援を受ける者と年齢や社会的な条件が似通っている者による社会的支援であり、教育を受けた同僚がインシデント等に遭遇した者の話を聞き、必要に応じて専門家への橋渡しを実施

諸外国におけるピアサポートの取組例

国	実施主体	対象	概要
日本	労働組合	管制官 等	労働組合が主催するセミナーの修了者がピアサポートボランティアとして活動。
イギリス	NATS	管制官 等	管制官を含む全職員に対してピアサポートを提供。ピアは全体で160人程度でボランティアとして活動。
シンガポール	CAAS シンガポール航空 労働組合	管制官 等 (パイロット含む)	CAAS、シンガポール航空、労働組合の間で、ピアサポート活動を含むメンタルヘルスに係る覚書を2023年に締結。
カナダ	NAV CANADA (福利厚生の一環)	管制官 等	研修生向け、インシデントに巻き込まれた者向け、メンタルヘルスに悩む者向け、化学物質依存に悩む者向けといった複数のプログラムを準備。

※他にも南アフリカ等で管制官へのピアサポートの導入事例あり

ピアサポート活動の流れ

Prevention

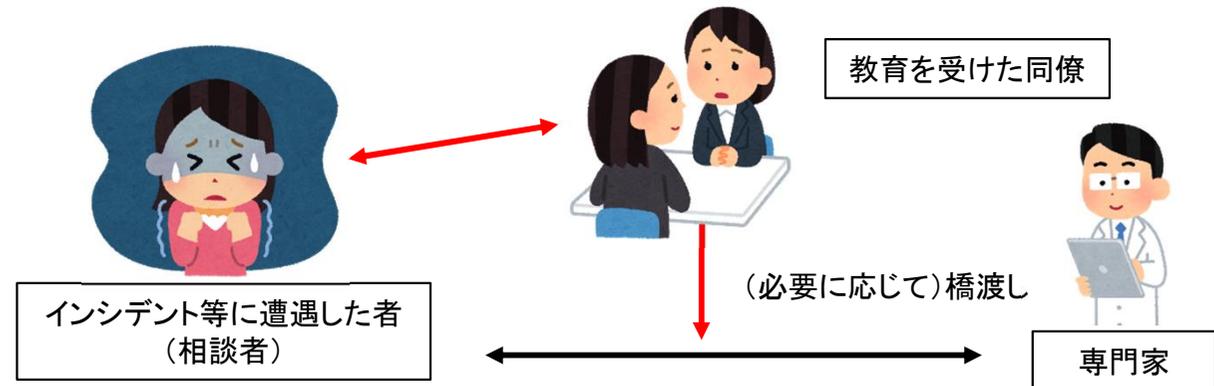
- ・教育を受ける

Intervention

- ・相談者の気持ちにしっかりと耳を傾ける(傾聴)
- ・見立てをする
- ・必要なら専門家に橋渡し

Follow up

- ・一度きりのサポートで終わらない



①パイロットに対する教育訓練(CRM)

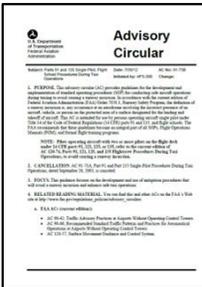
- CRM(Crew Resource Management)とは、安全で効率的な運航を達成するため、全ての利用可能な人的リソース、ハードウェア及び情報を効果的に活用することをいう。
- ICAOは、締約国に対し、自家用機等(航空運送事業者以外)を含めた全てのパイロットを対象としたCRMに関する初期訓練等の実施を求めている。
- 諸外国では、自家用機等(航空運送事業者以外)のパイロットに対しても、CRMに関する初期・定期訓練が一部義務付けられている。

		日本	アメリカ(FAA)	欧州(EASA)
航空運送事業者	初期訓練	○	○	○
	ライセンス試験	○	○	○
	定期訓練	○	○	○
	定期審査/試験	○ (事業者に対し、定期審査の実施を求めている)	○ (事業者に対し、定期審査の実施を求めている)	○ (ライセンス更新のための試験に加え、事業者に対し定期審査の実施を求めている)
自家用機等(航空運送事業者以外)	初期訓練	×	△ (一部ライセンスに限りCRMに関する訓練の受講を求めている)	○ (CRMに関する訓練の受講を求めている)
	ライセンス試験	○ (学科試験の中でCRMに関する知識を確認)	△ (一部ライセンスに限り試験の中でCRMに関する知識を確認)	○ (試験の中でCRMに関する知識を確認)
	定期訓練	×	×	△ (大型機等を運航する場合に限りCRMに関する訓練の受講を求めている)
	定期審査/試験	△ (2年に一度、2人以上で操縦するパイロットに対し、審査の中でCRMに関するスキルを確認)	×	○ (原則として1年に一度、ライセンス更新のための試験の中でCRMに関するスキルを確認)

※CRMは、当初、複数人編成の運航におけるヒューマンエラーに起因する事故を未然に防止するために必要なスキルとして提唱されたが、近年、諸外国では、1人乗り機のパイロットに対してもCRMスキルの付与が推奨されている。

②パイロットに対する周知啓発

○日本及び諸外国では、滑走路誤進入防止のため、パイロット等が取り組むべき事項をまとめたガイドライン等を作成し、パイロットに対する周知啓発を行っている。

国・地域	周知啓発策	記載例	
日本	<p>航空局等は、滑走路誤進入を防止するため、パイロットと管制官の共通認識の構築を目的として、「ATCコミュニケーションハンドブック」を策定・周知</p>	<ul style="list-style-type: none"> パイロットは、滑走路進入時・横断時に使用される管制用語を十分認識しておき、指示内容を声に出して確認し合う 管制官とパイロットのコミュニケーション齟齬に起因するインシデント事例 	
	<p>航空局は、自家用機等のパイロットに向けて、メールマガジンやSNSにより安全情報・安全啓発動画を定期的に配信</p>	<ul style="list-style-type: none"> パイロットは、管制用語の正しい理解に努め、管制指示の復唱を確実にを行うことにより、管制機関等との適切な意思疎通を行う 滑走路誤進入が発生しやすい空港で地上走行する際の注意点 運航の安全確保のために推奨される取組例(離陸手順の再確認、情報収集の重要性の再認識等) 	
アメリカ	<p>FAAは、滑走路誤進入を防止するため、地上走行等に関する手順をまとめたガイドラインを作成し、訓練プログラム等への活用を推奨</p>	<ul style="list-style-type: none"> パイロットは、空港の標示や照明の意味を十分理解しておく 地上走行ルート上の危険なポイントをあらかじめ特定しておく パイロットは、管制官から離陸許可を受けた時や滑走路に進入する前に、管制官の指示内容を乗務員間で口頭確認する パイロットは、地上走行の開始前に、可能な限り多くの確認作業を完了しておく 	
欧州	<p>EUROCONTROLは、滑走路誤進入を防止するため、パイロット等が取り組むべき事項を取りまとめたEAPPRI(滑走路誤進入防止アクションプラン)を策定・周知</p>	<ul style="list-style-type: none"> パイロットは、双方で周波数をモニターし、誤解や意見の相違があった場合、直ちに管制官に連絡する パイロットは、他の航空機に対する管制許可に耳を傾けておく パイロットは、ホットスポット(過去に滑走路誤進入が発生した場所、管制塔から見えない場所等)に注意を払う 	

①滑走路の安全確保のための計画・推進体制

○ICAOは、滑走路誤進入等の世界的な発生率を低減することを目的として、2017年に世界滑走路安全行動計画（GRSAP: Global Runway Safety Action Plan）を策定（2024年2月に第2版を発行）。

○同計画では、航空当局、空港管理者、管制機関、運送事業者等のステークホルダーごとに、滑走路の安全確保に寄与する取組を提示するとともに、加盟各国における行動計画の策定を推奨。

○ICAOは、滑走路の安全に関わる者が組織・職種を超えて、各空港の特色等に応じた諸課題を議論し、安全性の維持・向上に取り組むことができるよう、空港ごとに滑走路安全チーム（RST: Runway Safety Team）の設置を推奨。

<イメージ>



<諸外国における取組例>

	Runway Safety Action Plan (RSAP)	Runway Safety Team(RST)
アメリカ	・国及び地域レベル(9ブロック)で行動計画を作成	・空港単位だけでなく、地域レベルでもRSTを設置
欧州	・滑走路誤進入等を防止するための行動計画(EAPPRI等)を策定 ・EU加盟国等は、これらの行動計画をもとに自国の計画を策定・実施	・各国において空港単位でRSTを設置
韓国	・SSP実施計画の航空交通分野の内容にRSAPが含まれる ・国レベルと地域レベル(3ブロック)で滑走路安全委員会を設置	・空港単位でRSTを設置 ・滑走路のリスク要因の分析と対策に重点を置いて活動