

滑走路端安全区域(RESA)の概要 及び RESAの対策について

滑走路端安全区域 (RESA) について

- 滑走路端安全区域 (RESA ※) とは、航空機が離着陸する際に滑走路を超えて走行し停止する「オーバーラン」または航空機が着陸時に滑走路手前に着地してしまう「アンダーシュート」を起こした場合に航空機の損傷を軽減させるため、着陸帯の両端に設けられる区域
- 国内の多くの既存空港は、旧基準であるRESA長40mで整備されてきたが、平成22年のICAO USOAP (安全監視監査プログラム) の勧告を受け、平成25年に基準を改正し、既存空港も含む全ての空港に同基準を適用することとした。
- なお、RESAの長さおよび幅がRESAの最小値を満たしていない場合は、RESAの現状評価及び対策の実施により、RESAの性能を満足するための対策を順次実施することとしている。

※ Runway End Safety Areaの略称

● RESA に関する国際基準と国内基準

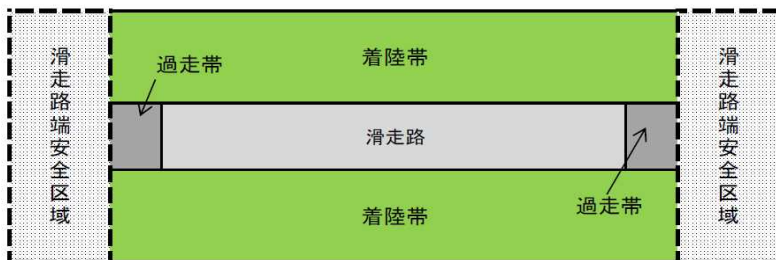
・計器用滑走路1,200m以上の場合

項目	国際基準 (ICAO Annex14)		国内基準 (空港土木施設の設置基準)		
	平成11年※1	昭和57年	平成13年※2	平成25年	平成28年
長さ	原則 90m以上 標準 240m以上	40m (可能な場合240m以上)	90m以上 240m以上	90m以上 240m以上	90m以上最大限の長さ 240m以上
幅員	原則 滑走路幅の2倍		着陸帯幅 着陸帯より40m以遠の区域は 滑走路幅の2倍まで縮小可能	着陸帯幅 着陸帯より40m以遠の区域 は滑走路幅の2倍まで縮小 可能	着陸帯幅 着陸帯より40m以遠の区域は 滑走路幅の2倍(最小)以上で 最大限の幅
	標準 着陸帯幅	着陸帯幅	着陸帯幅	着陸帯幅	着陸帯幅

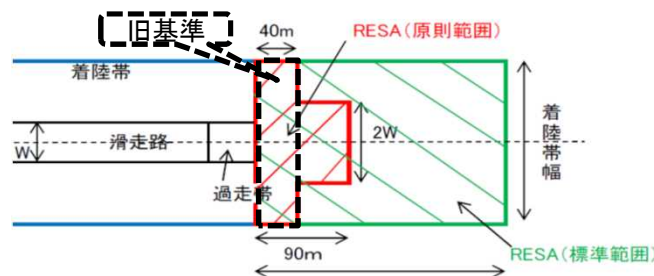
※1 ICAOでは、昭和51年にRESAの概念を導入した後、その基準値について何度か改定を行い、徐々にその大きさを拡大。

※2 当該規定は、平成15年4月1日以降に公示される滑走路の新設及び延長の変更に係るものに限る旨補足。

< RESAの位置 >



< 国内基準のRESA範囲 >



< オーバーラン事故 >



空港におけるRESA用地確保の状況について

- 最小範囲(長さ90m)未満のRESAは現在97箇所(44%)。
- 国管理空港については、用地確保が容易な空港より順次整備を実施している。地方管理空港については、RESAの現状評価及び対策の実施により、RESAの性能を満足するための対策を順次実施することとしている。

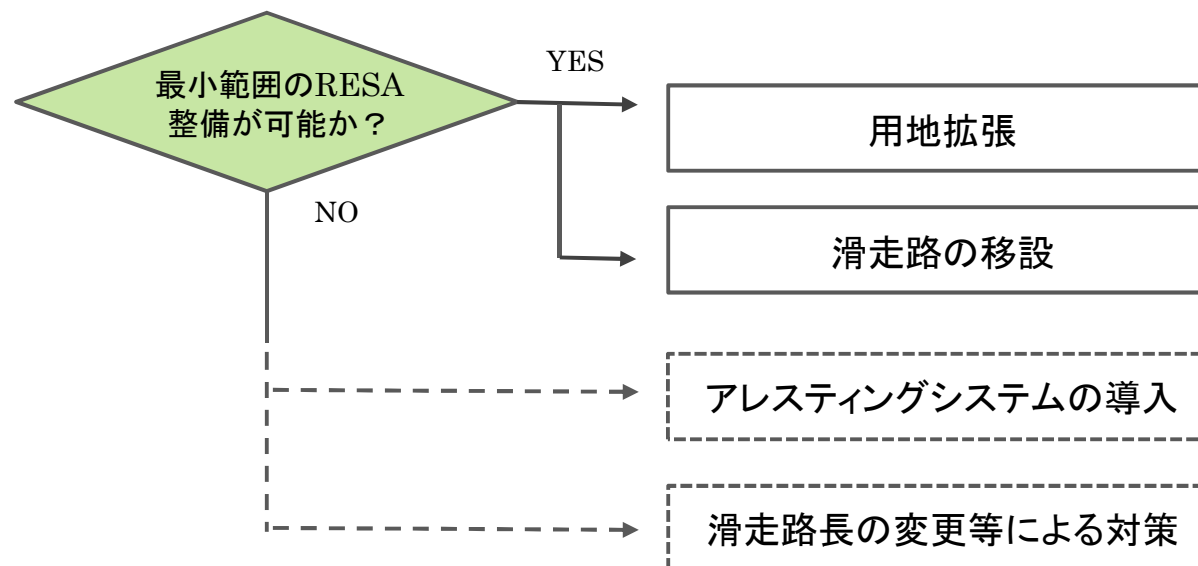
平成28年12月時点

	RESAの総数 (滑走路数×2)	最小範囲(90m)未満 のRESAの数	空港名
会社管理空港	14	1	成田B
国管理空港	50	16	稚内 釧路 函館 新潟A 新潟B 羽田A 広島 高松 松山 高知 北九州 長崎 熊本 大分 宮崎 鹿児島 ※稚内、函館、高知、熊本、鹿児島は整備中
特定地方管理空港	10	5	旭川 帯広 秋田 山形 山口宇部
地方管理空港	108	60	利尻 奥尻 中標津 紋別 女満別 青森 花巻 大館能代 庄内 福島 大島 新島 神津島 三宅島 八丈島 富山 能登 福井 松本 静岡 神戸 南紀白浜 鳥取 隠岐 出 雲 石見 岡山 佐賀 対馬 福江 壱岐 種子島 屋久島 奄美 喜界 徳之島 沖永良部 与論 久米島 南大東 北 大東 伊江島 宮古 多良間
共用空港	20	4	丘珠2 美保 徳島
その他の空港	16	11	調布 岡南 天草 但馬 八尾A 八尾B
合計	218	97	

最小範囲のRESAを確保する場合の対策について

- 滑走路端安全区域（RESA）は、航空機の安全な運航のために、出来るだけ広く平坦な面が確保されることが望ましいことから、240mの確保が望ましいが、地形等の条件により用地確保困難な場合は、「最小の値（90m）」以上（以下、最小範囲という。）で、実行可能な範囲で最大限の用地を確保することとしている。
- 「最小範囲」の確保が困難であることが想定される場合は、用地拡張、滑走路の移設といった用地確保策の他に、アレスティングシステムの導入及び滑走路長の変更等が対策として考えられる。

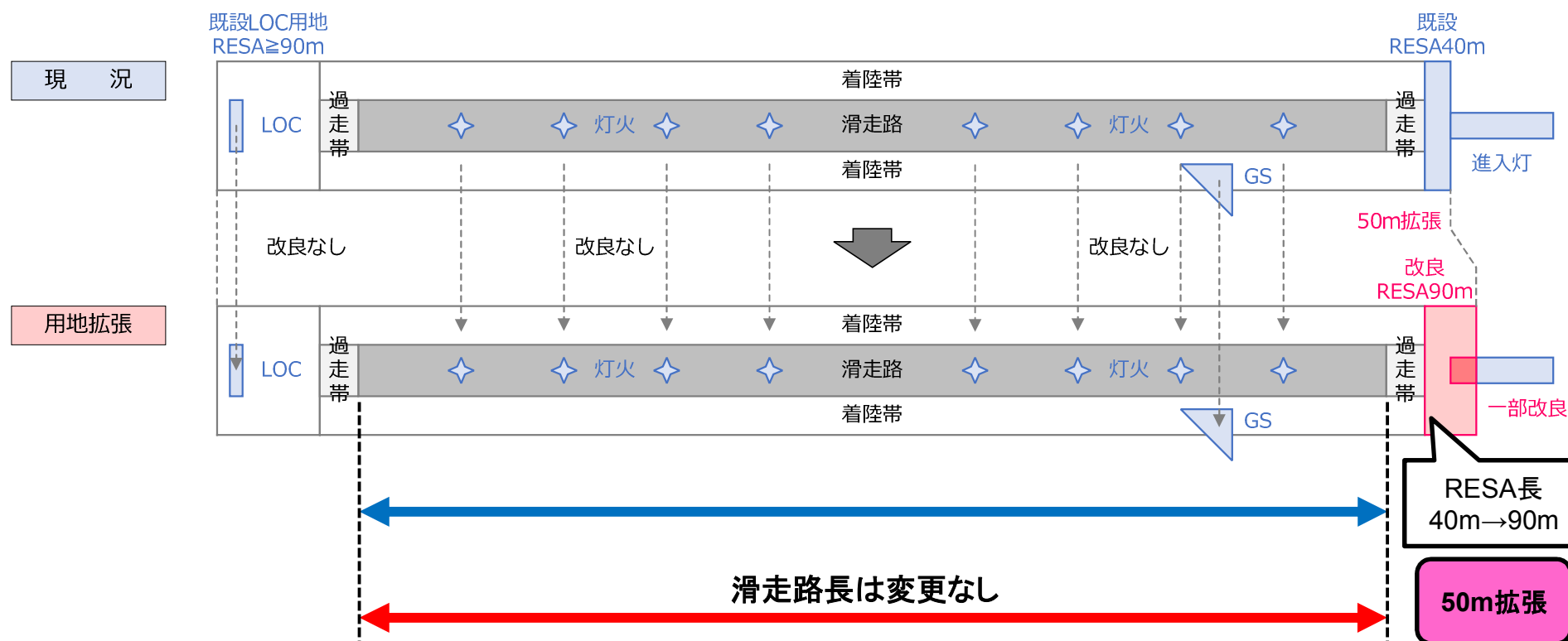
最小範囲のRESAの確保が困難であることが想定される場合の対策



【確保策①】用地拡張について

- 用地拡張とは、用地造成または栈橋(人工地盤)等により、RESA用地を確保する対策。
- 一部の航空保安施設(進入灯)を除き、空港施設を改良する必要がない。
- 制限表面の変更等の告示手続きの必要がない。

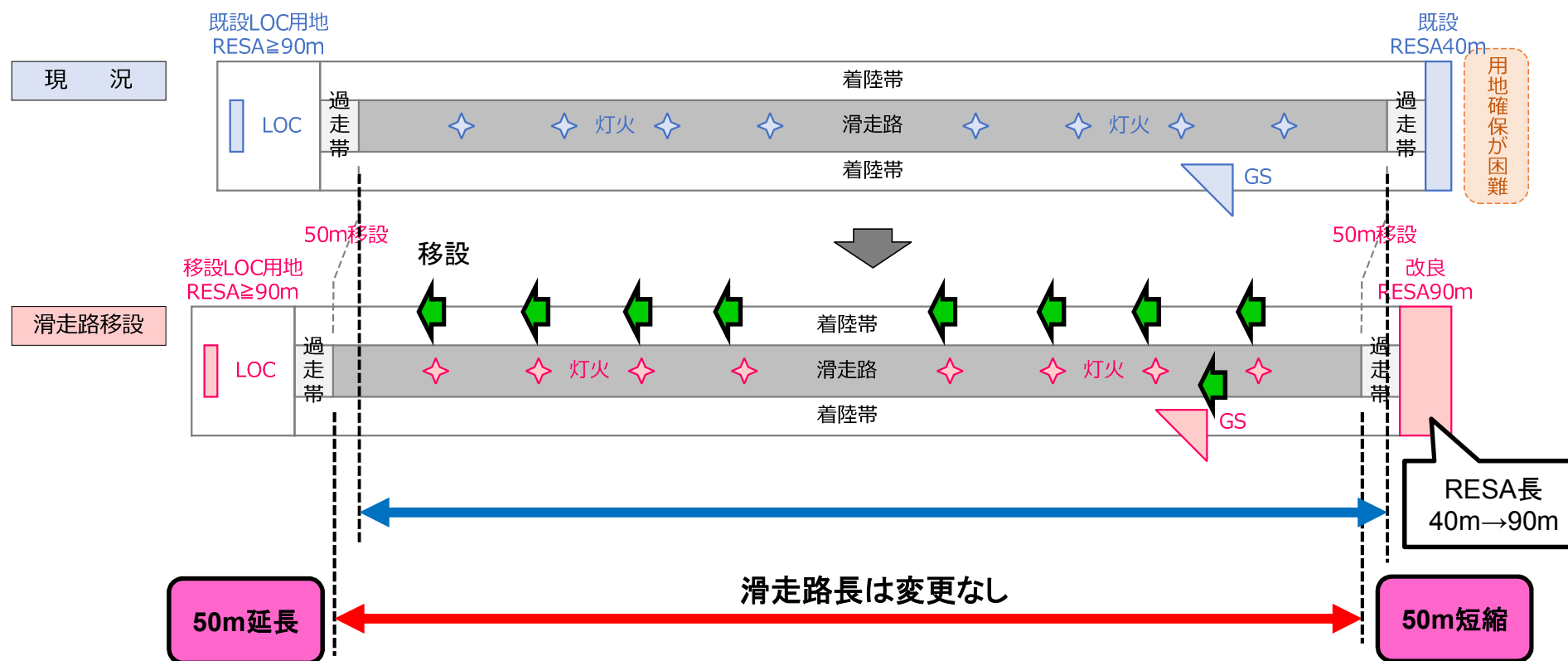
【概念図】 用地拡張する場合



【確保策②】滑走路の移設について

- 滑走路の移設とは、RESA用地を確保するため、改良するRESAの反対側に滑走路を移設（平行移動）する対策。
- 滑走路に連動して、灯火、無線（LOC・GS等）、標識を移設する必要がある。
- 空港施設の移設及び制限表面等の変更に係る告示手続きが必要である。
- 空港の範囲や進入表面の変更が生じるため、航空法第39条第2項に基づく公聴会を開く必要がある。

【概念図】 滑走路を移設する場合

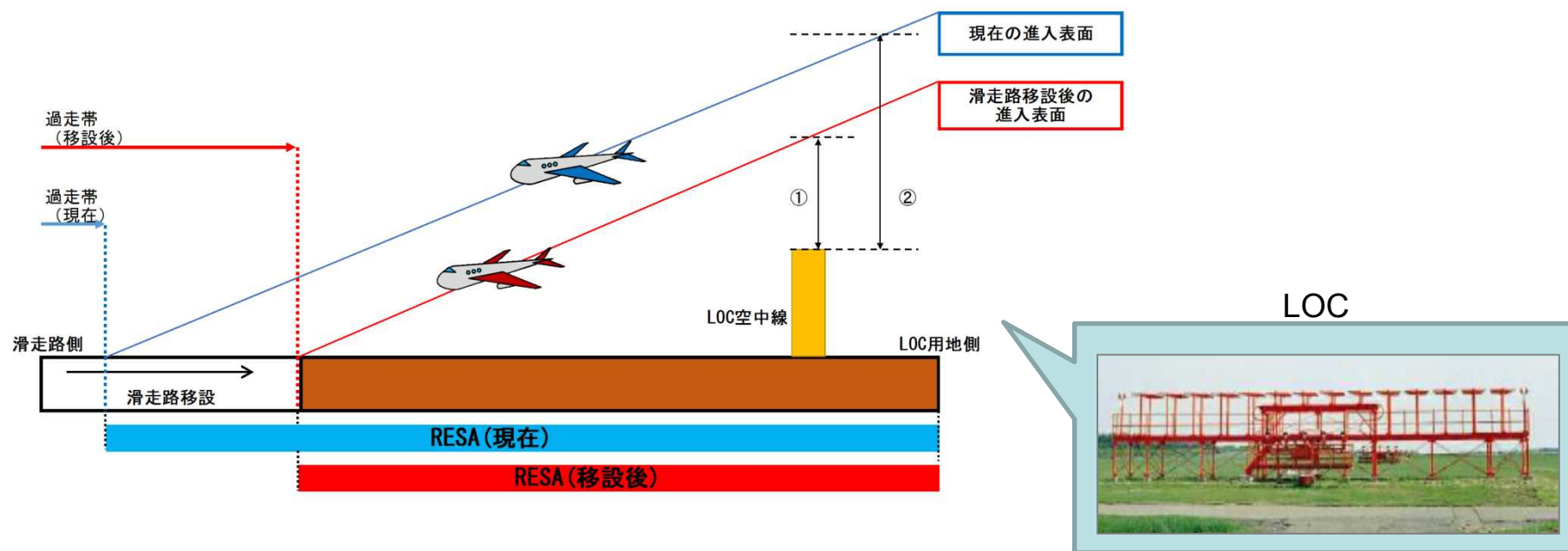


※ 滑走路の移設量を最小となる50mとしているが、灯火の配置間隔（30m間隔）を勘案し、移設量を60mとすることで移設対象の航空灯火を軽減できる。

【確保策②】滑走路の移設について(ローライザー(LOC)用地の短縮)

- 滑走路を移設するRESA対策のうち、改良するRESAの反対側のローライザー(LOC)用地に余裕がある場合、LOC用地を短縮することにより、RESA用地を確保できる。
- この場合、LOC空中線が進入表面に抵触しないこと、及び、LOC空中線の見通しが確保できることが必要である。
- グライドスロープ(GS)が設置されている場合、GSの移設が必要である。(GSの停波期間が長期となる場合がある。)

【LOC空中線と進入表面とのクリアランス】







※ 滑走路の移設量を最小となる50mとしているが、灯火の配置間隔(30m間隔)を勘案し、移設量を60mとすることで移設対象の航空灯火を軽減できる。

【代替策】アレスティングシステムについて

○アレスティングシステムは、滑走路をオーバーランする航空機を確実に減速させ、航空機の損傷を軽減させるシステムで、滑走路安全区域 (RESA) の長さ及び幅が確保できない場合の代替措置とされている。
 ○ただし、アレスティングシステムはオーバーラン対策であり、アンダーシュート対策にはならない。

■現在世界で導入されているアレスティングシステム

	EMAS Max	Green EMAS
開発社	ZODIAC AEROSPACE社 (米国) ※FAA、NY州及びNJ州の空港当局との共同開発	RUNWAY SAFE社 (スウェーデン)
導入実績	概要: 62空港114箇所 (1996年～) 内訳: 米国58、中国1、スペイン1、台湾1、ルウェイ1	概要: 2空港4箇所 (2014年～) 内訳: 米国1、スイス1
概要	<p>○発泡コンクリートブロックを使用 ※フィラデルフィア工場で製造したブロックを輸送</p> <p>○耐用年数: 約20年</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ボストン・ローガン空港22R</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>発泡コンクリートブロック</p> </div> </div>	<p>○発泡ガラス (リサイクル材) を使用 ※主材料はノルウェーの会社が製造している。技術的には日本の会社による現地調達可能 (特許料等の費用負担あり)</p> <p>○耐用年数: 約20年。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>発泡ガラス</p> </div> </div>

【代替策】アレステイングシステムによる航空機拘束事例



米国テターボロ空港（2010年10月）



米国チャールストン・イエーガー空港(2010年1月)



※ 写真は全てZODIAC AEROSPACE社より

○FAAは、RESAの整備基準を「標準」範囲(240m)と規定していることから、これに代わるアレスティングシステムの要求性能は、「標準」RESA範囲を整備する場合と総体的に同等の安全水準に定めている(「標準EMAS」)。

○このため、要求性能として、滑走路末端を70ノットで通過する設計対象航空機を減速できるように設計することを求めている。(なお、非標準EMASの場合、滑走路端逸脱速度は40ノット以上としている。)

FAAにおけるEMASの要求性能の設定根拠

【要求性能】

標準RESAの性能(240m)

|| 同等の性能

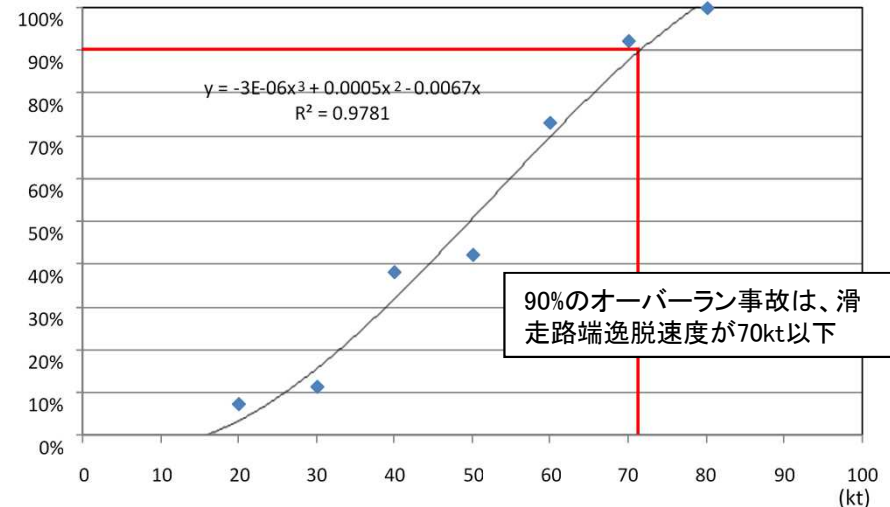
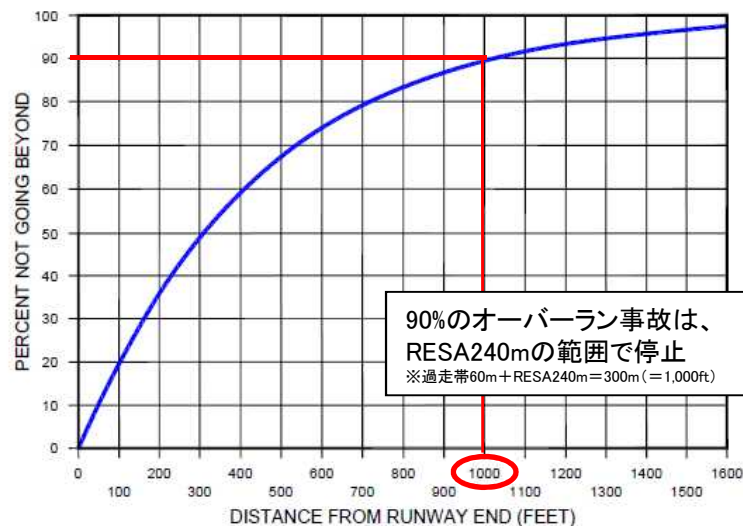
逸脱速度70ktを拘束できる性能

【設定根拠】

オーバーラン事故において、RESA標準範囲内(240m)で停止する割合: **約90%**

オーバーラン事故において、滑走路逸脱速度が約70kt以内である割合: **約90%**

アレスティングシステムの要求性能を定める根拠



オーバーラン事故における航空機の逸脱距離¹

出典: 1) FAA通達 (AC150/5300-13A)、2) FAALレポート (Dot/FAA/CT-93/80)

オーバーラン事故における滑走路逸脱速度²

アメリカ連邦航空局 (FAA) によるアレスティングシステムの要求性能 ② 国土交通省

機密性2情報

航空機のオーバーランに対応するための航空機拘束システム【抜粋】

AC150/5220-22B

項目	要求性能
a) 概念	<ul style="list-style-type: none"> ・その設計は、航空機の構造上の破損の可能性を軽減できるように設計されなければならない。 ・20年の耐久寿命を持つよう設計されなければならない。
b) 設置位置	<ul style="list-style-type: none"> ・アレスティングシステムの設置位置は、ジェットブラスト及びアンダーシュートによる損傷を避けるため、滑走路末端からある距離を置いた位置に前端を設置しなければならない。(標準位置は滑走路末端から22.8m離れた位置)
c) 設計	<ul style="list-style-type: none"> ・EMASの設計は、システムの性能を予想できる、実証済みの設計法に基づいて行われなければならない。 ・設計対象航空機は、対象とする滑走路を使用する航空機で、EMASに最大限の要求を課す航空機とする。 ・設計では、着陸装置の許容荷重、着陸装置の構造、タイヤ接地圧、航空機の重心、航空機の減速等を考慮。 ・設計モデルは、航空機着陸装置にかけられる荷重、航空乗客にかかる重力、減速率、アレスティングシステム内の停止距離を計算しなければならない。
e) 幅	<ul style="list-style-type: none"> ・最小幅は、滑走路の幅としなければならない。
f) 基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・偶発的に通過し得る設計対象限界航空機及び満載の救急消火用車両に耐えられる舗装基面でなければならない。 ・現地の天候、温度、土壌状況に満足した機能を果たすように設計されなければならない。
g) 進入速度	<ul style="list-style-type: none"> ・標準型EMASは、滑走路末端を70ノットで通過する設計対象航空機を減速できるように設計されなければならない。 ・用地が不足し標準型EMASを設置できない場合は、利用可能な滑走路安全区域の範囲内で設計対象航空機が最大限の減速を達成できるように設計されなければならない。 ・非標準型のEMASは、滑走路末端を40ノット以上の速度で設計しなければならない。
h) 航空機からの撤退	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時に運用される救急消火用車両が前面及び側面から安全に進入できるように設計されなければならない。
i) 保全の為の立入	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の歩行者を支える能力を持たなければならない。
j) アンダーシュート	<ul style="list-style-type: none"> ・アレスティングシステム内に接地する航空機の制動に問題を起こさせないように設計されなければならない。

【代替策】アレステイングシステムの設置位置及び拘束性能

- アレステイングシステムを導入する区域は、ジェットブラストを考慮し、滑走路終端から約10mセットバックした位置からRESA区域末端までとなる。日本の空港の場合、旧基準の用地（過走帯とRESAを合わせた長さ100m）は概ね確保されていることから、アレステイングシステムの長さは約90mとなる。
- アレステイングシステムは、RESAのオーバーラン対策に係る代替措置であり、その性能は、RESAの最小基準範囲（90m）と同等以上の拘束力を有することが求められる。
- RESA240mと同等の拘束性能は、FAAにおいて、滑走路終端の逸脱速度が70ktの場合とされている。

<日本におけるアレステイングシステム導入区域>



【代替策】アレスティングシステムの課題

システム設置時の課題

- ① 設置及び維持管理費用が高額。（50年間のライフサイクルコスト：30～45億円程度）（事業費ベース）注
- ② 耐用年数が20年であるため、20年程度で更新を見込む必要がある。

※海外において20年を経過した実績がなく、所定の性能を何年維持できるか不明。

注) メーカーからのヒアリングに基づき、航空局が試算

システム維持管理時の課題

- ① システムを過走帯に設置することから、滑走路の除雪作業に支障をきたす可能性が高い。
（通常、過走帯は車両の旋回用地として使用される）
- ② 地震時の作用は考慮されていない。沈下には追従するがブロックの並べ直し（EMAS Max）やひび割れの補修（Green EMAS）が必要。

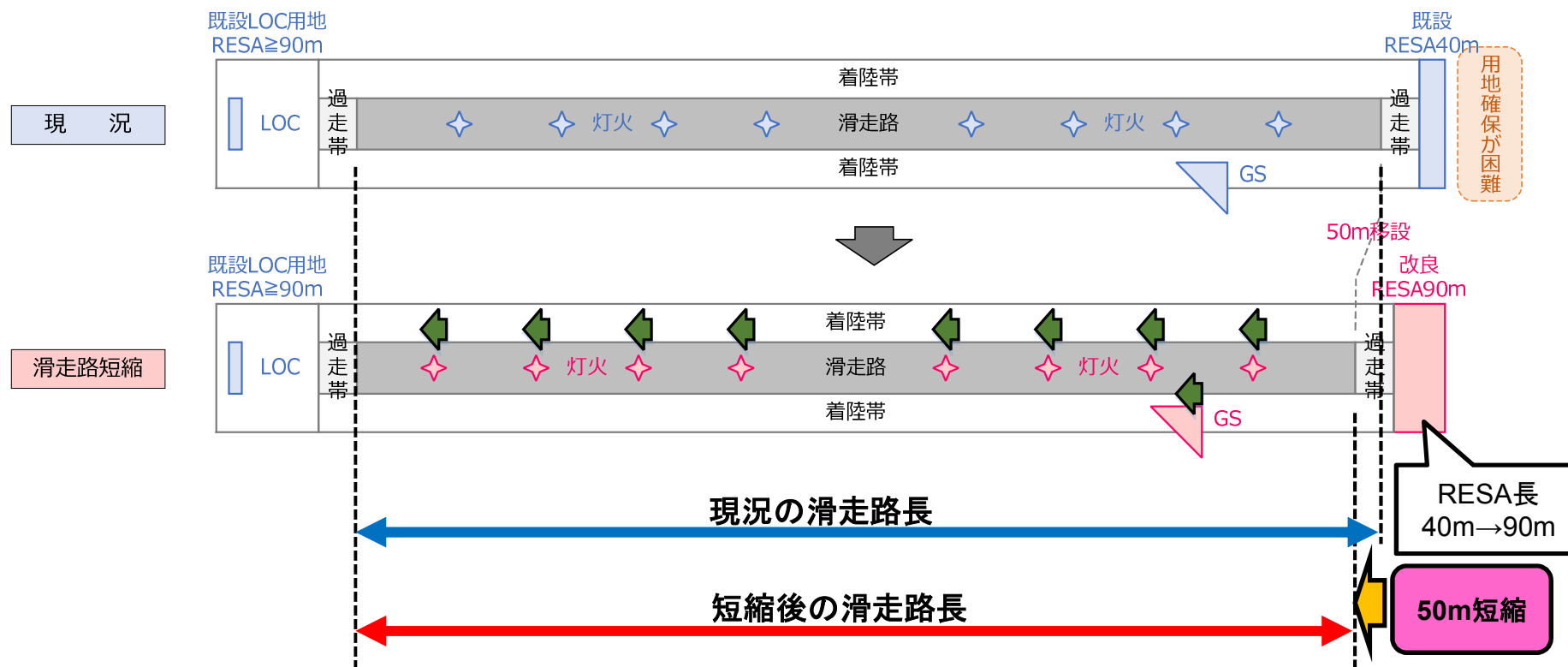
緊急時対応の課題

- ① 海外の製品であるため、事故が発生した場合、製品の搬送に時間がかかり、復旧に時間を要する。（概ね3ヶ月） その間、RESAの機能が減少。
- ② メーカーが海外であり、緊急時に現地職員がメーカーから支援を受ける必要がある場合に、言葉や文化の障壁等により、迅速かつ適切なサポートを受けられる体制を構築できるか課題。

【次善策】滑走路長の変更について(短縮)

- 滑走路長の短縮とは、告示上における実際の滑走路長を短縮し、必要なRESA用地を確保する対策。
- 離陸・着陸ともに有効長が短縮することから、航空機の運航において重量制限等が生じることが想定される。
- 精密進入側の灯火、無線(GS等)、標識を移設する必要がある。
- また、空港施設の移設及び制限表面等の変更に係る告示手続きが必要である。

【概念図】 滑走路長を短縮する場合

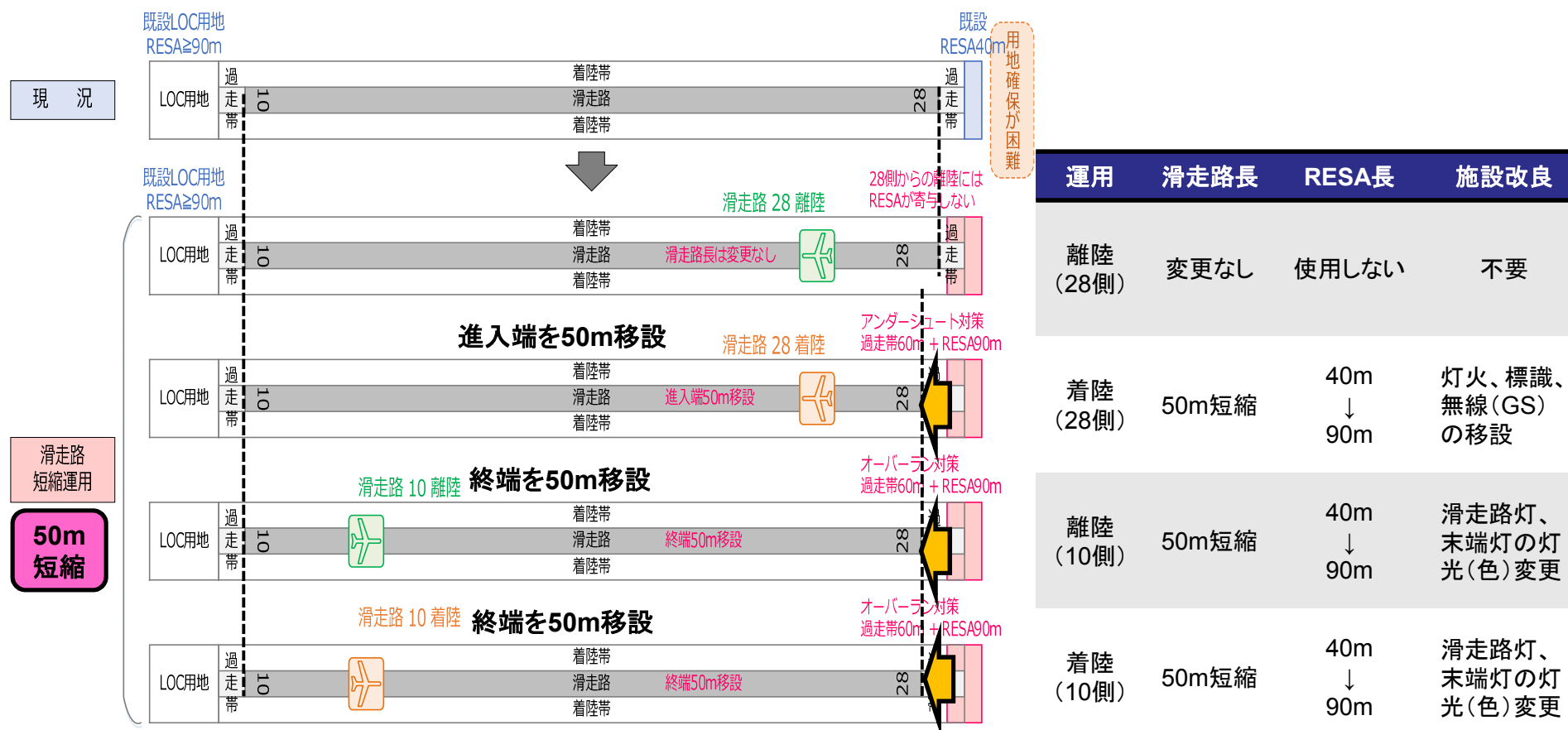


※灯火の配置間隔(30m間隔)を勘案し、移設量を60mとすることで移設対象の航空灯火を軽減できる。

【次善策】滑走路長の変更について(短縮運用)

- 滑走路長の短縮運用とは、告示上の滑走路長は変えず運用上での滑走路長の短縮(公示距離の変更)により、必要なRESA用地を確保する対策。
- 離陸・着陸の向きによって有効長が短縮することから、航空機の運航において重量制限等が生じることが想定される。
- 精密進入側の灯火、無線(GS等)、標識を移設する必要がある。
- 告示上の滑走路長は変わらないことから、制限表面の変更は不要である。

【概念図】 滑走路長を短縮運用する場合



※灯火の配置間隔(30m間隔)を勘案し、移設量を60mとすることで移設対象の航空灯火を軽減できる。