

The logo is a large circular emblem with a purple outer ring containing the text 'FUKUSHIMA ROBOT TEST FIELD' in white. Inside the ring, there are various icons: a Japanese flag on the left, a gear, a propeller, a tank, and a yellow robot. The background is a light blue and green gradient.

安全確保措置検討のための
無人航空機の運航リスク評価ガイドライン
付録4 地上リスク軽減策に対する安全性の水準
と保証の水準

RTF-GL-0006-4

Edition 1.2 2023/3

公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構

(福島ロボットテストフィールド)

※ 本資料の営利目的での無断使用を禁止します

改定履歴

Edition No.	変更頁	変更内容	発行日
1.0	-	初版 JARUS SORA Annex B Integrity and assurance levels for the mitigations used to reduce the intrinsic Ground Risk Class Edition 1.0 を参考に 作成。	令和 4 年 12 月 2 日
1.1	表紙、3、4、5、6、7、 8、9、10	<ul style="list-style-type: none"> ・注記の追記 ・誤記修正 ・用語の統一 ・文章表現の見直し 	令和 4 年 12 月 16 日
1.2	5、7	<ul style="list-style-type: none"> ・文章表現の見直し(運航管理 WG におけるコメント対応) ・誤記訂正 	令和 5 年 3 月 31 日

1. 付録概要

本付録は、本文 11-2. Step#2 地上リスクの把握の(2)で必要とされる地上リスク軽減に対するロバスト性を達成するための「安全性の水準」と「保証の水準」を示します。

2. 地上リスクに対する「安全性の水準」と「保証の水準」

(1) M1: 制御不能な状態となった際に無人航空機との衝突のリスクにさらされる人の数を減らす対策

本対策は、地上でリスクに曝されている人を減らすことを意図した対策です。本対策の安全性の水準を評価するためには以下を考慮する必要があります。

- 地上リスク緩衝地域と着陸予定地域
- リスクに曝されている人々の評価

なお、リスクに曝される人数を、管理地域における人数よりも少なくすることはできないため、M1 のリスク低減措置によって、地上リスククラス判定表の該当列の最低値よりも低い値にすることはできません。以下はリスクに曝される人を減らす手段の「安全性の水準」と「保証の水準」を示します。

表1. M1 対策に対する安全性の水準

	安全性の水準		
	低	中	高
基準 #1 (地上リスク緩衝地域の定義)	少なくとも 1 対 1 ルール※ ¹ を持つ地上リスク緩衝地域であること。	地上リスク緩衝地域は以下の考慮事項を含むこと。 ・オペレーション空間外への逸脱に繋がる、起こりそうもない(improbable)※ ² 単一不具合または故障(ローターやプロペラ等の高エネルギー部品の突出を含む)。 ・気象条件(風等) ・無人航空機システムの遅延(無人航空機のタイムリーな操作性に影響を与えるような遅延)) ・技術的な逸脱防止手段を有効にする際の無人航空機の動作 ・無人航空機の性能	「中」と同じ※ ³
備考	※1 無人航空機が高度 150m で飛行するように計画されている場合、	※2 この評価の目的上、“起こりそうもない(improbable)”という用語は性質上“それぞれの無人航空機システムの総寿命中では起こりそうもないが、この型式における多数の無人	

	地上リスク緩衝地域は最低 150m 必要。	航空機システムの総運用寿命を考慮すると数回発生する可能性がある”のように解釈される。 ※3 この基準に対する「中」レベルのロバスト性と「高」レベルのロバスト性の区別は、「保証の水準」によって実現される。	
基準 #2 (リスクに曝されている人々の評価)	運航者は、リスクに曝されている人々の密度を低減できることの妥当性を示すために、現地での調査によって運用エリアを評価すること。	「低」と同じであるが、運航者は提案したエリアと運用時間に関する信頼できる密度データ(UTM データサービスプロバイダーからのデータ等)を使用してリスクに曝される人々の密度が低いことを証明すること。または隔離された運用環境によって人口密度の低減を主張する場合、運航者は次のことを行うこと。 ・25kg 未満のドローンを使用し、174knot を超えて飛行しない。 ・運航は人口密集地で行われているが、飛行に関係しない者 (non-active participants) は屋内※4 にいると考えることが妥当であることの証明。	「中」と同じ
備考		※4 この対策の考慮事項は地域の状況によって異なる場合がある。	

表2. M1 対策に対する保証の水準

	保証の水準		
	低	中	高
基準 #1 (地上リスク緩衝地域の定義)	運航者は必要とされる「安全性の水準」を達成していることを宣言すること※1。	運航者は必要とされる「安全性の水準」が達成できていることを示す裏付けとなるエビデンスを示すこと。これは通常、試験、解	運航者が主張する「安全性の水準」は適切な第三者によって検証されていること。

		析、シミュレーション※2、検査、設計のレビューまたは運用経験によるものである。	
備考	※1 サポートするエビデンスがある場合とない場合がある。	※2 シミュレーションを用いる場合は、シミュレーションで使用されるターゲット環境の妥当性を示す必要がある。	なし
基準 #2 (リスクに曝されている人々の評価)	運航者は必要とされる完全性レベルが達成されていることを宣言すること。※3	リスクの低減を示すために使用される人口密度データは、静的な(信頼できる)情報源からの運用の日にち/時間の平均密度マップである。(たとえば夜間運用時の国勢調査のデータ等)さらに、ローカルな運用(都市内配送やインフラ点検等)の場合、運航者は入手している人口密度データが実際の人口密度に対して適切であることを示すため、飛行するルート/運用エリアを管轄する官庁や所有者等(例えば警察や、インフラ所有者等)からの協力や情報を基に、リスクに曝される人数を低減できることを証明すること。	「中」と同じであるが、リスクの低減を示すために使用する人口密度データは、運航する日時に適用できる動的な情報源(携帯電話の位置情報など)からのほぼリアルタイムな密度マップであること。
備考	※3 サポートするエビデンスがある場合とない場合がある。	なし	なし

(2)M2: 無人航空機との衝突時のエネルギーを減らす手段

M2の軽減策は、運用中の制御が喪失した場合における地上衝突の影響を減少させることを意図しています。これは、無人航空機の衝突力学(衝撃、伝達エネルギー等)の影響を減少することによって行われます(一例としてパラシュートがあります。)

表3 M2 対策に対する安全性の水準

	安全性の水準		
	低	中	高
基準 #1 (技術的な 設計)	「中」の基準を満たしていない。	<ul style="list-style-type: none"> ・死亡する可能性は想定されるが、衝突ダイナミクスや衝突後のハザード^{※1}の影響が大幅に減少されていること。 ・該当する場合、衝突に繋がる可能性のある不具合、故障またはそれらの組み合わせの場合、無人航空機システムには軽減対策のアクティブ化に必要な全ての要素が含まれること。 ・該当する場合、提案する軽減対策自体の不具合(不注意によるアクティブ化など)または故障により運用の安全性に悪影響を与えてはならない。 	「中」に加えて、 <ul style="list-style-type: none"> ・軽減策のアクティブ化は自動化されていること^{※2}。 ・衝突ダイナミクスや衝突後のハザードの影響は、死亡する可能性がないことを合理的に想定されるレベルまで減少されていること。^{※3}
備考		※1 衝突後の危険性の例として、火災や高エネルギー部品の飛散等がある。	※2 運航者は、追加で手動でのアクティベーション機能を実装することができる。 ※3 新興的な研究と今後の業界標準は、運航者がこの安全性の水準の基準への適合性を実証するのに役立つ。
基準 #2 (手順を適用する場合)	無人航空機の衝突ダイナミクスの影響を減少させるために使用する全ての機器類は、製造者の指示に基づき装備及び維持されること。 ^{※4}		
備考	※4この基準のロバスト性に対する「低」、「中」、「高」の区別は「保証の水準」によって決定される。(表4参照)		

基準 #3 (訓練を適用する場合)	無人航空機の衝突ダイナミクスの影響を減少させるために提案する対策の装備と整備を行う責任者は、運航者によって特定され訓練されなければならない。 ^{※5}
備考	※5この基準のロバスト性に対する「低」、「中」、「高」の区別は「保証の水準」によって決定される。(表4参照のこと。)

表4. M2 対策に対する保証の水準

	保証の水準		
	低	中	高
基準 #1 (技術的な設計)	運航者は、必要な「安全性の水準」が達成されたことを宣言すること ^{※1} 。	運航者は、必要な「安全性の水準」が達成されたことを示すためのエビデンスを所持していること。これは通常 ^{※2} 、試験、解析、シミュレーション、検査、設計レビューまたは運用経験によって行われる。	「安全性の水準」は、航空局によって適切であると見なされている基準またはその当局が受け入れられる準拠手段に従って、適切な第三者によって検証されること。
備考	※1 サポートするエビデンスがある場合とない場合がある。	※2 地上衝突に対する影響を減少させるために軽減対策を開発する場合は、業界標準を用いることを推奨する。 ※3 シミュレーションを用いる場合、シミュレーションで使用するターゲット環境の妥当性を示さなければならない。	なし
基準 #2 (手順を適用する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 手順は、航空局によって適切であると判断した基準または準拠手段に対する評価を必要としない。 手順及びチェックリストの適切性を宣言すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 手順は、航空局が適切と判断した基準または航空局が認めた準拠手段に従って検証されること。 手順の妥当性は以下を通じて証明されること。 専用の飛行試験、または、シミュレーション。シミュレーションは意図する目的に対して有効で 	<ul style="list-style-type: none"> 「中」に加えて、 手順を検証するために実施する飛行試験は、フライトエンベロープの全てをカバーするか、より厳しい条件であることが示されていること。 手順、飛行試験、シミュレーションは適切な第

		あることが証明されており、適切な結果が得られた場合に限る。	三者によって検証されていること。
備考	なし	なし	なし
基準 #3 (訓練を適用する場合)	訓練されていることを宣言すること。(エビデンスを提供可能。)	・訓練シラバスを提供すること。 ・運航者は技量に基づいた (competency-based) 理論的及び実践的な訓練を提供すること。	・訓練シラバスは適切な第三者によって妥当性が検証されていること。 ・リモートクルーの能力は、適切な第三者によって妥当性が検証されていること。

(3) M3: 制御不能な状態になった際に被害の拡大を抑制するための緊急時対応計画の設定

緊急時対応計画は、運用中に制御喪失が発生した際に備えて、運航者が定める必要があります。この計画には回復不能な状態であり以下のような緊急事態を含みます。

- 運を天に任さざるを得ない状況の場合
- 不測の事態に対応できなかった場合
- 重大かつ差し迫った死亡の危険がある場合

また、運航者が作成する緊急時対応計画は、非常操作手順とは異なり、以下を含むことが期待されます。

- 墜落時の影響の拡大を抑制する計画(例えば、消防、警察、救助隊等の初期対応者への連絡方法等)
- 有人航空機に対する影響のため航空管制に警告しなければならない状況における対応手段

表5. M3の対策に対する安全性の水準

	安全性の水準		
	低	中	高
基準	緊急時対応計画を設定していない。または、「中」または「高」の安全性の水準を満すための要素を含んでいない。	緊急時対応計画は ・想定する事態に適している ・拡大する影響を抑制することができる ・実際に役立つ ・リモートクルーの職務を明確に示している	「中」の基準に加えて、 運航中に制御喪失が発生した場合、緊急時対応計画には、死亡者が発生する可能性はあるものの、リスクに曝される人数を大幅に減少させ

			ることが示されていること。
備考	なし	なし	なし

表6. M3の対策に対する保証の水準

	保証の水準		
	低	中	高
基準 #1 (手順)	<ul style="list-style-type: none"> 手順は、航空局が適切として示す標準または準拠手段に対するの妥当性評価を必要としない。 手順及びチェックリストの適切性を宣言すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対応計画は、航空局が適切と判断した標準及び／または航空局が認めた準拠手段に従って検証されること。 緊急時対応計画は、当該計画に基づく訓練シラバスに沿った代表的な机上演習を通じて妥当性が検証されること。 	<p>「中」の基準に加えて、</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対応計画及びリスクに曝される人数を抑制することに関する計画の有効性は、適切な第三者により妥当性の検証がされること。 運航者は計画で特定される全ての第三者と緊急時対応計画に関して調整し合意を得ること。 代表的な机上演習は、適切な第三者によって妥当性が検証されていること。
備考	なし	なし	なし
基準 #2 (訓練)	「中」の基準を満たしていない。	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対応計画の訓練シラバスが用意されていること。 緊急時対応計画の訓練記録は適切な人員により作成され、最新の状態に保たれていること。 	「中」の基準に加えて、関係する人員の能力は、適切な第三者により検証されていること。
備考	なし	なし	なし