

R1C-001 Rev.1.0

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO)

次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト
(ReAMo プロジェクト)



無人航空機第一種型式認証

安全基準の解説と提案

第 1.0 版

無人航空機の認証に対応した証明手法の事例検討 WG

2025 年 7 月

目次

1. 目的	3
2. 適用航空局サーキュラー/ガイドライン	3
3. 対象安全基準	3
4. 検討結果	4
4.1. セクション 001 設計概念書 (CONPOS)	5
4.2. セクション 005 定義	6
4.3. セクション 100 無人航空機に係る信号の監視と送信	8
4.4. セクション 105 無人航空機の安全な運用に必要な関連システム	9
4.5. セクション 110 ソフトウェア	11
4.6. セクション 115 サイバーセキュリティ	12
4.7. セクション 120 緊急時の対応計画	13
4.8. セクション 125 雷	14
4.9. セクション 130 悪天候	15
4.10. セクション 135 重要な部品 (フライトエッセンシャルパーツ)	16
4.11. セクション 140-1 構造	17
4.12. セクション 140-2 灯火、表示等	20
4.13. セクション 140-3 自動操縦系統、カメラ等	23
4.14. セクション 140-4 危険物輸送	25
4.15. セクション 140-5 飛行諸元の記録	26
4.16. セクション 140-6 ピストン発動機及び燃料系統	27
4.17. セクション 200 無人航空機飛行規程	28
4.18. セクション 205 ICA	29
4.19. セクション 300 耐久性及び信頼性	30
4.20. セクション 305 起こり得る故障	32
4.21. セクション 310 能力及び機能	33
4.22. セクション 315 疲労試験	34
4.23. セクション 320 制限の検証	35
変更履歴	36

1. 目的

NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト（通称、ReAMo プロジェクト）において、「無人航空機の認証に対応した証明手法の事例検討委員会」、「無人航空機の認証に対応した証明手法の事例検討 WG」（以下「事例検討 WG」という。）および、事例検討 WG 内に「適合性検討 TF」を設置し、第一種型式認証/機体認証（以下「第一種認証」という。）に適用される安全基準に関して、各基準における要求の意図について検討した。本文書では、その検討結果を記載する。一部の安全基準に対しては、各提案を含んでいる。また他の一部の安全基準に対しては、今後の検討としている。なお、本文書の検討結果については継続的に検討を実施するとともに、適合性証明手法案についても今後検討を実施する予定である。

本文書の内容については、国土交通省航空局（以下「航空局」という。）の合意は得ておらず、各型式認証/機体認証プロジェクトにおいて航空局と認識を合わせる必要がある。

2. 適用航空局サーキュラー/ガイドライン

- サーキュラー No.8-001 “無人航空機の型式認証等における安全基準及び均一性基準に対する検査要領”（令和 4 年 9 月 7 日制定（国空機第 456 号）、令和 6 年 3 月 27 日一部改正（国空機第 724 号））※
本資料では「サーキュラー No.8-001」という。
※当該サーキュラーは令和 7 年 3 月 24 日に一部改正し、発行されているが、本改正版サーキュラーに対応した航空局ガイドラインが未発行であるため、本資料では、令和 6 年 3 月 27 日一部改正版のサーキュラー No.8-001 を適用させる。
- 無人航空機の型式認証等の取得のためのガイドライン（国土交通省航空局作成（令和 6 年 3 月 29 日版））
本資料では「航空局ガイドライン」という。

3. 対象安全基準

- サーキュラー No.8-001 第 II 部 安全基準 第 2 章 安全基準
（第一種機体認証を受けようとする無人航空機又は第一種型式認証を受けようとする型式の無人航空機であって特定空域を含まない空域を飛行するもの）
【安全基準の適用条件】
 - 無人航空機が C2 リンクを有し、操縦者が緊急時の対応を取ることができるもの
 - 着氷気象状態での運用を行わないもの
 - 操縦者と無人航空機の数比率が 1:20 以下のもの
 - ピストン発動機又は電動推進の無人航空機であること（燃料電池を除く）

4. 検討結果

適合性検討 TF において、サーキュラーNo.8-001 及び航空局ガイドラインを確認した上、サーキュラーNo.8-001 で定められている第一種型式認証に対して適用される安全基準に関して、航空局ガイドラインに記載されている内容で十分に要求内容を理解できる項目とそうでない項目を明確化した。その上で、航空局ガイドラインの記載では要求が明確でない項目に対して、本資料では要求の意図を明確化している。また、一部の安全基準に対しては、意図の明確化に加えて、今後の提案も含んでいる。

以下に適合性検討 TF で要求の意図の明確化の必要性を検討した結果を表 4-1 に示す。なお、一部の項目に関しては、日本の業界の状況を考慮した上で議論を先送りしている。

表 4-1 適用安全基準に対する意図明確化の必要有無

Sec. No	タイトル	意図明確化の必要有無
001	設計概念書 (CONOPS)	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
005	定義	本資料で意図を記載及び提案を記載
100	無人航空機に係る 信号の監視と送信	本資料で意図を記載
105	無人航空機の安全な運用に 必要な関連システム	本資料で意図を記載
110	ソフトウェア	本資料で意図を記載
115	サイバーセキュリティ	本資料で意図を記載
120	緊急時の対応計画	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
125	雷	議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り
130	悪天候	議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り
135	重要な部品	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
140-1	構造	(a) 必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分 (b) 必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分 (c) 議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り (d) 本資料で意図及び提案を記載
140-2	灯火、表示等	本資料で意図及び提案を記載
140-3	自動操縦系統、カメラ等	本資料で意図及び提案を記載
140-4	危険物輸送	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
140-5	飛行諸元の記録	議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り
140-6	ピストン発動機及び燃料系統	議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り
200	無人航空機飛行規程	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
205	ICA	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
300	耐空性及び信頼性	(e)以外必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分 (e)- 議論保留：現状の日本の業界動向から議論先送り
305	起こり得る故障	本資料で意図を記載
310	能力及び機能	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
315	疲労試験	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分
320	制限の検証	必要なし：航空局ガイドラインの内容で十分

4.1. セクション 001 設計概念書 (CONPOS)

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
001	設計概念書 (CONOPS)	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	申請者は、型式認証を希望する無人航空機の我が国の空域における想定される運用 (Concept of Operations: CONOPS) を定義し、航空局に提出すること。CONOPS には、試験及び運用限界の値と範囲を決定するために十分に詳細な以下の説明を少なくとも記載しなければならない。	[空白]
(a)	意図する運用のタイプ	[空白]
(b)	無人航空機の仕様	[空白]
(c)	気象状態	[空白]
(d)	使用者、無人航空機を飛行させる者及び関係者の責任	[空白]
(e)	安全基準に適合するために必要な関連システム (Associated Elements: AE) (コントロールステーション (Control Station: CS)、補助機器その他の必要なシステムを含む。) の仕様	[空白]
(f)	無人航空機の運用のために使用される無線通信機能 (コマンド、コントロール及びコミュニケーション)	[空白]
(g)	人口密度、運用 (地理的) の境界、空域、離着陸エリア、運用エリアの混雑度、航空交通管制との連絡、目視内飛行又は目視外飛行の種別 (目視内の場合は最大通信距離、目視外の場合は利用する無線システムの種類及び最大通信距離)、航空機との間隔等の運用パラメータ	[空白]
(h)	認証に必要な場合、衝突回避装置の仕様	[空白]

4.2. セクション 005 定義

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
005	定義	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
(a)	制御不能：制御不能とは、無人航空機の制御された飛行状態からの意図しない逸脱を意味する。これには、逆効き又は縦、横若しくは方向の安定性及び操縦性の過度な喪失が含まれる。また、地表面への制御不可能な衝突の可能性が高い計画外又は指令外の姿勢変化が含まれる。制御不能とは、きりもみ、制御権限の喪失、空力安定性の喪失、飛行特性の発散又は同様な事象を意味し、一般的に墜落につながる状態である。	第一種認証を取得している機体はカテゴリーⅢ飛行まで可能になり、立入管理措置を講じないため、運用者による飛行中断は、あらかじめ指定された非常又は緊急着陸/回収場所（以下「リカバリーゾーン」という。）において安全かつ確実に予防的な着陸/回収を実施しなければならない。「制御不能」状態では、そのような着陸／回収は保証されない。
(b)	計画外飛行：計画外飛行とは、無人航空機が当初計画された着陸地点まで、計画どおりに飛行を完了できないことを意味する。これには、無人航空機の制御下における地表面、障害物等への衝突又は深刻若しくは回復不可能な高度の喪失が含まれる。計画外飛行には、パラシュート等の回収システムの展開による運用者が指定したリカバリーゾーン外の計画外の着陸も含まれる。	定義に記載されている「当初計画された着陸地点」に関しては各機体の CONOPS に大きく依存するが、立入管理措置等が講じられたリカバリーゾーンを着陸場所として（複数）設定する運用／運航は許容される。 ここで定義している計画外飛行に関しては、安全基準の各要求に対する判定基準を示している。基本的には、飛行前に計画している通常状態で予定している飛行範囲（計画飛行範囲）から外れることを計画外飛行として扱っている。計画飛行範囲の考え方について図 4-1 に概念図を示す。また本概念図には飛行想定範囲の概念についても示す。 【議論の必要性の提案】 型式認証/機体認証において、各安全基準で要求されている条件において計画飛行範囲及び想定飛行範囲内を飛行できる機体であることを示すことが必要である。一方で、これらの示された各飛行範囲と運航時に実際に設定する各飛行範囲や運航ルールとの関連が不明確であり、この点については運航ルールと共に議論し、関係性を明確化する必要があると考えている。

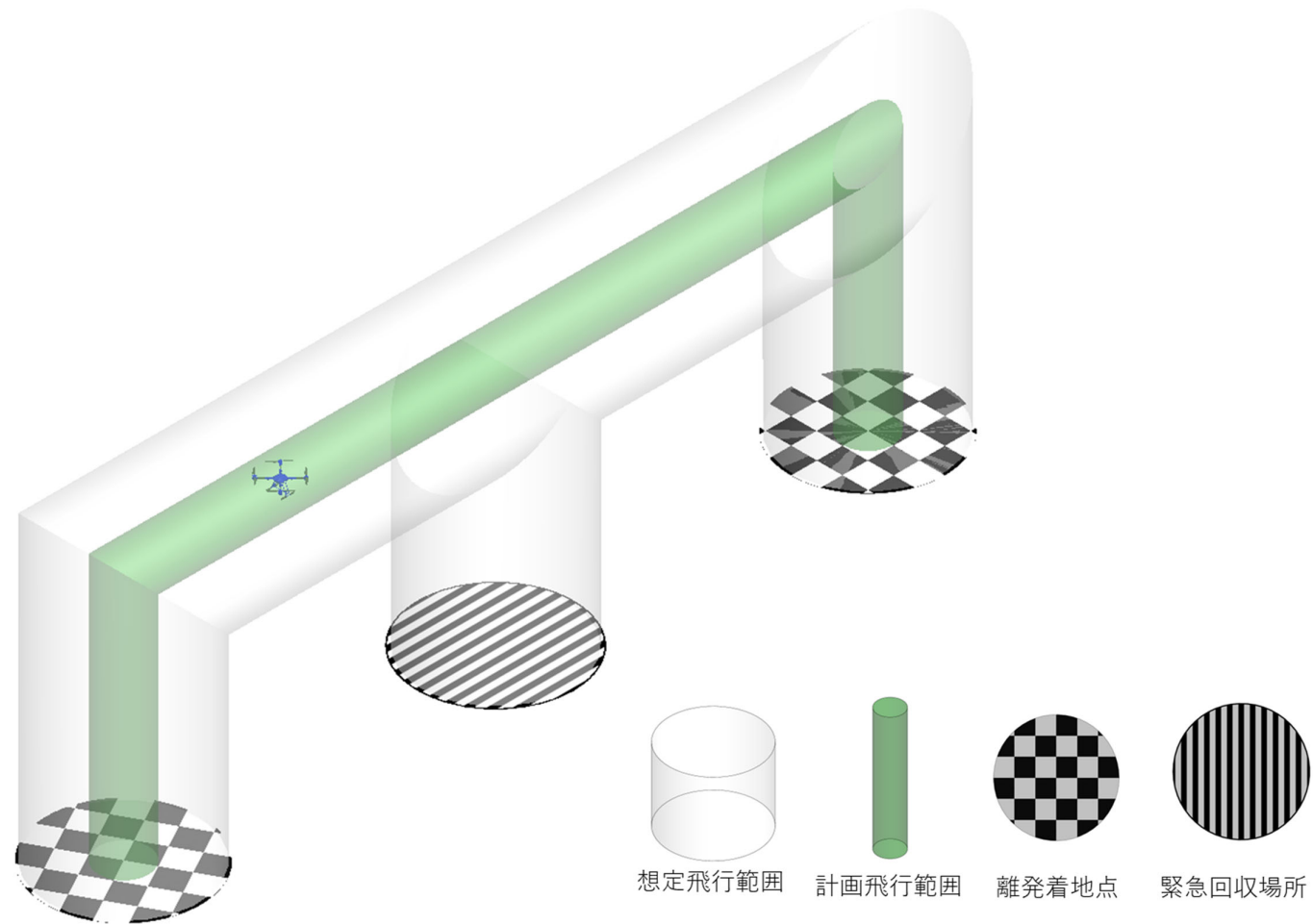


図 4-1 安全基準における計画飛行範囲と想定飛行範囲に関する概念図

※ 図 4-1 は概念図であり、具体的な範囲などの定義については各申請者で設定する必要がある、その設定された条件において認証活動を実施する必要がある。また証明した内容を CONPOS 及び無人航空機飛行規程に記載する必要がある。

4.3. セクション 100 無人航空機に係る信号の監視と送信

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
100	無人航空機に係る信号の監視と送信	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
	無人航空機は、安全な飛行と運用の継続に必要なすべての情報を監視し、関連システムに送信するように設計されなければならない。その情報には、少なくとも以下を含むこと。	「安全な飛行と運用の継続に必要な情報」とは以下のいずれも生じないために操縦者が確認しなければならない情報を意味している。なお、(a)-(d)項に記載の情報以外にも追加で必要な情報があれば考慮しなければならない。 ● 計画外飛行 ● 制御不能
(a)	すべてのエネルギー貯蔵システムのすべてのクリティカルパラメータの状態	[空白]
(b)	すべての推進システムのすべてのクリティカルパラメータの状態	[空白]
(c)	飛行及び航法の情報（例えば、速度、針路、高度、位置等）	[空白]
(d)	緊急時の情報や状態を含む通信及び航法信号の強度並びに品質	[空白]

4.4. セクション 105 無人航空機の安全な運用に必要な関連システム

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
105	無人航空機の安全な運用に必要な関連システム	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
(a)	申請者は、無人航空機の安全性に影響を与え、又は無人航空機が安全基準を満たすために必要な無人航空機システムのすべての関連システム及びインターフェース条件を特定し、航空局に提出しなければならない。この要件の一部として、以下のものが含まれる。 (1) 申請者は、特定の関連システム又は関連システムの最低限の仕様のいずれかを特定すること。 (i) 最低限の仕様が特定されている場合、性能、互換性、機能、信頼性、インターフェース、パイロットアラート、環境要件等、関連システムの重要な項目を含める必要がある。 (ii) 重要な項目とは、それが満足できない場合に、無人航空機を安全かつ円滑に運用する能力に影響を与えるものを指す。 (2) 申請者は、無人航空機とのインターフェースとなる関連システムとして明確に指定された旨が表示されたインターフェース管理図面、要求文書、その他文書を使用することができる。	無人航空機の安全性に影響を与える無人航空機システムのすべての関連システム及びインターフェース条件を特定するためには、第一種認証においては、飛行の際の安全に対するリスクが高くなるため、安全性解析（例えば、FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) など）を追加実施すること。 なお、「無人航空機の安全性に影響を与え」とは、以下のことを意味している。故障またはエラーによって無人航空機が以下のいずれかにつながる可能性がある。 ● 計画外飛行 ● 制御不能
(b)	申請者は、上記(a)項で特定された関連システム又は最低限の仕様が以下を満足することを示さなければならない。 (1) 関連システムは、関連システム以外の設計と組み合わせて無人航空機の安全性を保証するための機能、性能、信頼性及び情報を提供すること。 (2) 関連システムは、無人航空機的能力及びインターフェースと互換性があること。 (3) 関連システムは、安全な飛行と運用に必要なすべての情報（セクション 100 で特定されたものを含むが、これに限定されない。）を監視し、無	[空白]

	人航空機を飛行させる者に送信する必要がある。 (4) 最低限の仕様が特定されている場合、それらは無人航空機の安全性を保証するために、正しく、完全で、一貫性があり、検証可能であること。	
(c)	申請者が運用限界として設定し、航空局が承認した関連システムの最低限の仕様を、無人航空機飛行規程に記載しなければならない。	[空白]
(d)	申請者は、無人航空機の安全性に対する関連システムからの影響に対処するために必要な整備手順を作成しなければならない。これらの手順を、セクション 205 として要求される、無人航空機等に対する点検及び整備を行うための手順書（以下この章において「ICA」という。）に記載しなければならない。	[空白]

4.5. セクション 110 ソフトウェア

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
110	ソフトウェア	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
	残存するソフトウェアエラーを最小化するために、申請者は以下を行わなければならない。	本項目は無人航空機システムに搭載されているソフトウェアに対して適用される。対象となるソフトウェアは機体に搭載されているソフトウェアに限らず、関連システムに搭載されているソフトウェアも含まれていることに留意すべき。 また、Airborne Electronic Hardware (AEH)を含む Electronic Hardware*は航空局ガイドラインにも以下の記載があり、本基準では必須対象でない。 “また、エアボーン・エレクトロニクス・ハードウェア (AEH) にもソフトウェアと同様の活動が期待されます。(参照：航空局ガイドライン 第3部 セクション 110 基準の概要(20/122)) ” *Electronic Hardware とは、無人航空機の機体に搭載されている電子ハードウェア及び関連システムに搭載されている電子ハードウェアの両方を指す。
(a)	無人航空機の安全な運用に影響を与えるすべてのソフトウェアに対して試験による検証	「安全な運用に影響を与える」とは以下のことを意味している。 ソフトウェアエラーによって無人航空機が以下のいずれかにつながる可能性がある。 ● 計画外飛行 ● 制御不能
(b)	ソフトウェアの全ライフサイクルを通じた変更に対する追跡、管理及び保存を行うための形態管理システムの使用	[空白]
(c)	ソフトウェアの修正及び欠陥を捕捉し記録するための PR(Problem Report)システムの導入及び活用	[空白]

4.6. セクション 115 サイバーセキュリティ

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
115	サイバーセキュリティ	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。 また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
(a)	別のシステムと連携する無人航空機の機器、システム及びネットワークは、無人航空機の安全性に悪影響を及ぼす意図的で許可されていない電子的な干渉から守られなくてはならない。セキュリティ対策は、セキュリティリスクが特定され、評価され、かつ、必要により緩和されていることを示すことによって確実になされなければならない。	無人航空機の機器、システム、ネットワークが外部のシステムと接続されている場合（保管時、地上待機時、飛行時、飛行後含む）において、無人航空機の安全性に悪影響を及ぼす意図的で許可されていない電子的な干渉（Intentional Unauthorized Electronic Interaction: IUEI）から保護されていることを示すことを要求している。また適切にリスクが許容できるレベルまで低減されていることを示すために、セキュリティリスクアセスメントを実施することを要求している。 なお、「無人航空機の安全性に悪影響を及ぼす」とは以下のことを意味している。 意図的で許可されていない電子的な干渉によって無人航空機が以下のいずれかにつながる可能性がある。 ● 計画外飛行 ● 制御不能
(b)	上記(a)項により必要とされる場合、申請者はセキュリティ対策が維持されるような手順及び指示を ICA に記載しなければならない。	[空白]

4.7. セクション 120 緊急時の対応計画

No.	項目	要求の意図又は悪提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
120	緊急時の対応計画	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
(a)	無人航空機は、コマンド&コントロールリンク（以下この章において「C2リンク」という。）の喪失時に自動的かつ瞬時に予め定められた安全な飛行、ロイター飛行、着陸又は飛行中止を行うように設計されなければならない。	[空白]
(b)	申請者は、C2リンクの喪失時に行うべき対応を設定し、それを無人航空機飛行規程に記載しなければならない。	[空白]
(c)	申請者は、性能低下により遠隔操作が保証できなくなる C2 リンクの最低性能要件を無人航空機飛行規程に記載しなければならない。C2 リンクの性能低下により最低性能要件を満たさない場合の離陸は、設計により防止されるか、無人航空機飛行規程に指定する運用限界により禁止しなければならない。	[空白]

4.8. セクション 125 雷

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
125	雷	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。 なお、(a)項に対しては航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための追加の意図が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(a)	下記(b)項の場合を除き、無人航空機は雷撃による計画外飛行又は制御不能がないような設計特性を有していなければならない。	要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(b)	無人航空機の雷撃による耐性が示されていない場合、無人航空機飛行規程において運用限界として落雷の可能性がある天候での運用を禁止しなければならない。	[空白]

4.9. セクション 130 悪天候

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
130	悪天候	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。 なお、(b)項に対しては航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(a)	このセクションにおいて「悪天候」とは、雨、雪及び着氷気象状態をいう。	[空白]
(b)	下記(c)項の場合を除き、無人航空機は CONOPS で定義した悪天候の範囲内において計画外飛行又は制御不能を生じることなしに運用できるような設計特性を有されなければならない。	要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(c)	無人航空機の運用が認められていない悪天候について、既知の悪天候への飛行を防ぐため、申請者は以下の運用限界又は能力のいずれかを設定しなければならない。 (1)悪天候への不意の飛行を防ぐための運用限界 (2)無人航空機の運用が認められていないあらゆる悪天候を検出する手段の提供及びそのような状態を避け、又は離脱できる能力	[空白]

4.10. セクション 135 重要な部品（フライトエッセンシャルパーツ）

No.	項目	要求の意図又は意図提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
135	重要な部品（フライトエッセンシャルパーツ）	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
(a)	フライトエッセンシャルパーツとは、その不具合により計画外飛行又は回復できない制御不能につながる部品である。	[空白]
(b)	もし型式設計がフライトエッセンシャルパーツを含む場合、申請者はフライトエッセンシャルパーツリストを作成しなければならない。申請者はフライトエッセンシャルパーツの不具合を防ぐために必須となる整備手順若しくは制限寿命又はその両方を設定し、定義しなければならない。また、その必須となる処置を、ICA の無人航空機等の安全性を確保するために必須となる点検及び整備の章に記載しなければならない。	[空白]

4.11. セクション 140-1 構造

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140 -1	構造	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。加えて、本基準及び要求内容に対する提案も示す。
(a)	無人航空機に使用される材料及び手順を適切に定義しなければならない。	本基準で示されている「手順」とは「材料から無人航空機の組み立て、機能検査・完成検査を完了させるまでの製造の手順」のことである。
(b)	無人航空機は、構造上、必要なものを除き、鋭利な突起物のない構造でなければならない。	「鋭利な突起物」とは「人に対して危害を及ぼす可能性のある突起物」のことである。
(c)	最大離陸重量が 25kg 以上の無人航空機にあっては、発動機、モーター又はプロペラ若しくはローターが故障した後、これらの破損した部品が飛散するおそれができる限り少ない構造でなければならない。	航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(d)	第三者の上空における飛行、人若しくは家屋の密集している地域の上空における飛行、地上若しくは水上の人若しくは物件との間に 30m の距離を保てない飛行又は多数の者の集合する催し場所の上空における飛行を行う無人航空機にあっては、第三者又は物件に接触した際の危害を軽減する以下に例示するシステムによる機能を有するものでなければならない。 (1) プロペラガード (2) 衝突した際の衝撃を緩和する素材 (3) 衝突した際の衝撃を緩和するカバー (4) 衝突した際の衝撃を緩和するパラシュート	本基準では、第三者又は物件に無人航空機が接触した際に生じる危害を十分に軽減することを求めている。十分に軽減しているという具体的な意味は、「人への影響の軽減として AIS (Abbreviated Injury Scale) レベル 3 以上の傷害発生確率 30%以下にすること」であり、これが本基準で要求していることである。これを運動エネルギーの値で表現すると「運動エネルギー200J 以下」である。つまり、危害軽減をする機能を有することによって、人に接触する際の運動エネルギーが 200 J 以下になることを示すことも本基準への適合性を示す方法として許容される。ただし、重量が非常に軽く、最大速度や飛行可能な風速が遅い場合においては、危害軽減をする機能がない場合でも、人に接触する際の運動エネルギーが非常に小さくなることもある。この場合には既に人に接触した際の運動エネルギーが非常に小さいため危害軽減する機能を求めている本基準を適用除外することができる可能性がある。 【同等安全性の提案】 重量がある程度ある無人航空機に関しては、危害軽減のための機能を追加で装

		備した場合においても、人への影響の軽減として AIS (Abbreviated Injury Scale) レベル 3 以上の傷害発生確率 30%以下 (例えば、運動エネルギーを 200J 以下) にすることは非常に難しい。そのため、本基準に対する同等安全性の証明手法として以下に各案を示す。なお、既存の他の安全基準に適合していることも前提としている。また、同等安全性を適用することによって、本基準で要求されている危害軽減機能の証明は不要となる。 ● 案 1 - 以下の A 及び B を実施する。 A) 安全性評価：起こり得る単一又は組み合わせ故障（単一故障に限らない）を評価し、起こり得る組み合わせ故障状態においては、制御不能又は想定飛行範囲からの逸脱がないことを示す。ただし、想定飛行範囲からの逸脱がある場合においては、微速垂直降下*ができることを示すことでも許容される。また、起こり得えない組み合わせ故障に対しては、定性的に起こり得ないことを示す。【※セクション 305 では起こり得る単一故障しか対象にしていないことに対して、本提案では組み合わせ故障も評価対象である。】 B) エネルギー低減：起こり得る組み合わせ故障状態であって、その故障状態の結果が想定飛行範囲からの逸脱につながる故障状態に対して、微速垂直降下*できるシステムを装備しており、適切に機能することを示す。 *微速垂直降下とは、リカバリーゾーン外に着陸することもあるが、その場に垂直に降下することを意味しており、無人航空機の運動エネルギーは 200J 以下を達成している（ローターなどの外部の回転体部分を除く）着陸手法である。 ● 案 2 - 以下の A を実施する。 A) 起こり得る単一又は組み合わせ故障（単一故障に限らない）を評価し、全ての起こり得る組み合わせ故障が発生した場合でも、制御不能又は想定飛行範囲からの逸脱を生じないことを示す。また、起こり得えな
--	--	---

		い組み合わせ故障に対しては、定性的に起こり得ないことを示す。【※セクション305では起こり得る単一故障しか対象にしていないことに対して、本提案では組み合わせ故障も評価対象である。】
--	--	--

4.12. セクション 140-2 灯火、表示等

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140 -2	灯火、表示等	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。加えて、本基準及び要求内容に対する提案も示す。 【今後の議論の進め方に関する提案】 現行の航空機の運航者とも認識を共有する必要がある、関係者での議論と認識を一致させること及び運航ルールとして設定すべきである。本議論の結果に従うように本要求（解釈含む）を変えるべき。
(a)	無人航空機の位置及び向きが正確に視認できる灯火、表示等を有していなければならない。	本基準では図 4-2 に示す各目的を満たすために灯火の装備を要求している。この要求を満たすためには各灯火に関して以下の具体的な事項を満たす必要がある。ただし、小型の無人航空機に関しては、航空灯の装備は必須ではない。 ● 衝突防止灯 無人航空機の位置を把握するために衝突防止灯を装備する。3 マイル（4.828km）離れた場所から視認可能であること。 【要求内容変更の提案】 ● 航空灯 無人航空機の位置及び向きを把握するために航空灯を装備する。目視内飛行を実施する際の最大離れた場所から視認可能であること。また、左側（左灯）が赤色、右側（右灯）が緑色、後側（尾灯）が白色の航空灯を装備すること。 【安全基準改定の提案】 航空局ガイドラインでは「航行中の航空機」も対象とあるが、「航行中の航空機」に関しては、(b)項で対応していると考えられ、本基準では対象とすべきでない。

		(※(b)項の提案と共に考慮) なお、無人航空機の飛行時の灯火の必要性に関しても運航ルールとして新たに基準を設ける必要があると考える。
(b)	空港周辺等若しくは 150m 以上の高さの空域の飛行又は目視外飛行を行う無人航空機にあっては、航空機からの視認をできるだけ容易にするため、灯火を装備し、又は飛行時に当該無人航空機を認識しやすい塗色を行わなければならない。	本基準では図 4-2 に示す各目的を満たすために灯火の装備を要求している。 ● 衝突防止灯 3 マイル (4.828km) 離れた場所から視認可能であること ● 航空灯 3 マイル (4.828km) 離れた場所から視認可能であること。また、左側（左灯）が赤色、右側（右灯）が緑色、後側（尾灯）が白色の航空灯を装備すること。 【安全基準改定の提案】 「空港周辺等若しくは 150m 以上の高さの空域の飛行又は目視外飛行を行う無人航空機にあっては、」という条件が本基準では明記されているが、航空機の操縦者から検知できるようにするという本基準の目的から考えると本記載は不要であると考え。なお、第二種機体認証/型式認証で適用される同様の安全基準に対しても同じ考え方の適用が必要であると考え。
(c)	夜間飛行を行う無人航空機にあっては、無人航空機の姿勢及び方向が正確に視認できるよう灯火を有していなければならない。	本基準は、(a)及び(b)で要求されていることに対して、夜間飛行の場合でも同様に対応することを要求している。 ● 衝突防止灯 3 マイル (4.828km) 離れた場所から視認可能であること 【要求内容変更の提案】 ● 航空灯 目視内飛行を実施する際の最大離れた場所から視認可能であること。また、左側（左灯）が赤色、右側（右灯）が緑色、後側（尾灯）が白色の航空灯を装備すること。

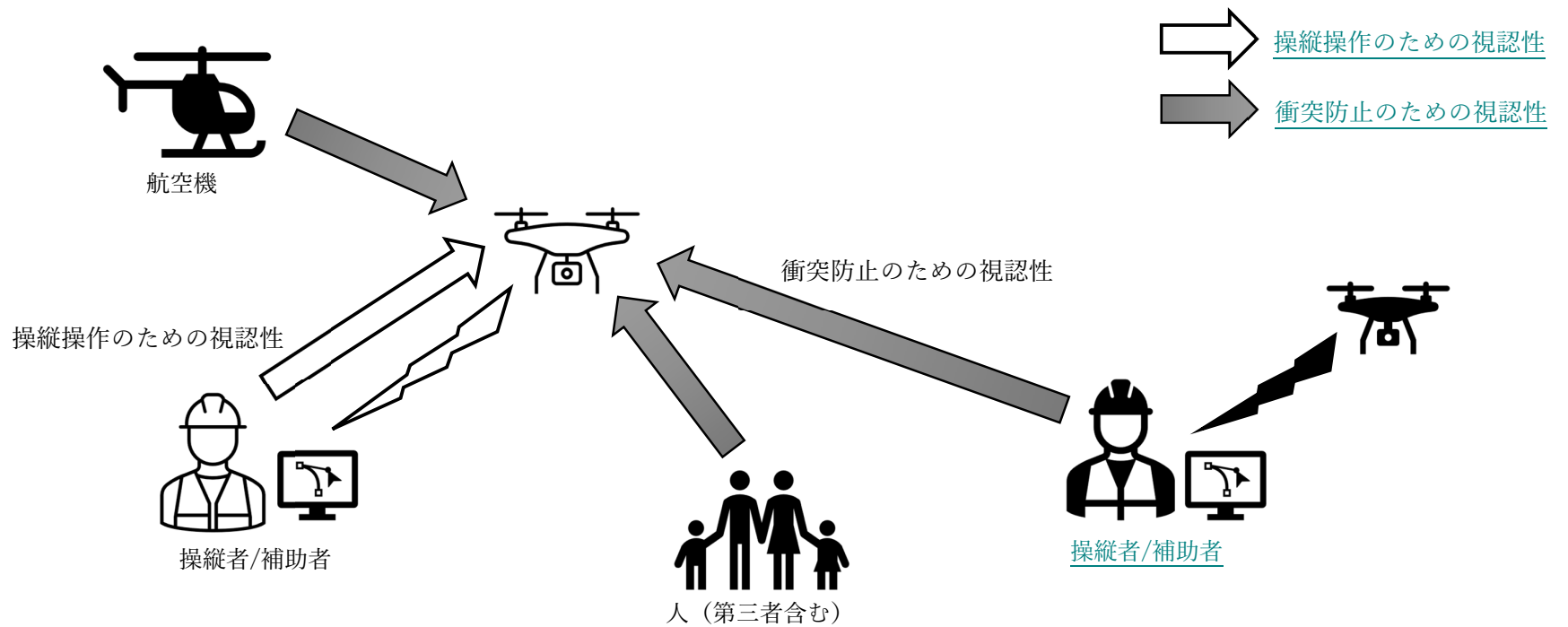


図 4-2 セクション 140-2 で求められている視認性要求

4.13. セクション 140-3 自動操縦系統、カメラ等

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140-3	自動操縦系統、カメラ等	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。加えて、本基準及び要求内容に対する提案も示す。
(a)	目視外飛行を行う無人航空機にあっては、自動操縦系統を装備し、機体に設置されたカメラ等により機体の外の様子を監視できるものでなければならない。	【追加での考慮事項】 機体に設置されたカメラ等には、機外に設置されたシステムも含む。また、機体内外に装備されたシステムで機体の外の様子を監視するだけでなく、補助者などの運用関係者による監視で本要求に対する適合性を示すことも可能である。しかし、この場合は本運用方法を無人航空機飛行規程に定める必要がある。
(b)	目視外飛行を行う無人航空機にあっては、地上において、機体に設置されたカメラ等により飛行経路周辺の他の航空機及び無人航空機の状態を継続して確認できるものでなければならない。本要件を満たさない場合、無人航空機飛行規程には運用限界として飛行経路周辺の他の航空機及び無人航空機の状態を継続して確認する方法を記載しなければならない。	本基準で監視の対象は以下のとおりである。 A) 離発着地点（リカバリーゾーン含む）周辺の状況 運用するに当たり、無人航空機飛行規程で求められている飛行条件を満足していることを確認 B) 飛行経路周辺の状況 i. 有人航空機が存在 ii. 無人航空機が存在 【基準改定の提案】 B)飛行経路周辺の状況について、有人航空機や無人航空機を無人航空機の機体に装備されたシステムで監視することは非常に困難である。特に無人航空機の監視については、既存の技術では不可能である。これらを確実に監視するためには、運航ルールを明確に定めた上で、機上システム以外の監視システムを活用するしか方法がない。有人航空機及び無人航空機が同一空域を飛行することを前提とした運航ルールを設定した上で、本基準を見直すべきである。 事前の飛行計画時に他の運用者の無人航空機の飛行計画を考慮して飛行計画を

		立て、実際に飛行させることにより、他の無人航空機とは飛行空域を分けていることから、本事項を無人航空機飛行規程に定めることで本基準に適用していると考えべき。また、航空局ガイドラインでは人の有無の確認も要求されているが、本基準から「人の監視」は明確に要求されていない。離発着地点周辺の状況確認として、人の有無の監視は必要であるが、飛行中における人の有無の確認は必要ないとする。
--	--	---

4.14. セクション 140-4 危険物輸送

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140 -4	危険物輸送	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	危険物の輸送を行う無人航空機にあっては、危険物の輸送に適した装備が備えられていなければならない。	[空白]

4.15. セクション 140-5 飛行諸元の記録

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140 -5	飛行諸元の記録	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。 また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
	最大離陸重量が 25kg 以上の無人航空機にあっては、型式認証等保有者が当該型式の性能向上、不具合等の原因分析に資するため、また事故発生時において原因究明に活用されるため、飛行諸元（飛行経路（機体の位置、高度、速度、時刻）、機体姿勢、電源電圧、バッテリー残量及び全球測位衛星システム（以下この章において「GNSS」という。）測位状態）を記録できる機能を有するものでなければならない。	[空白]

4.16. セクション 140-6 ピストン発動機及び燃料系統

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
140 -6	ピストン発動機及び燃料系統	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインでも TBD (To Be Determined：未確定) になっており、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
	ピストン発動機及び燃料系統は、次の規定に適合していなければならない。	[空白]
(a)	高温にさらされる可燃性流体を含み、又はこれを輸送するラインは、耐火性を有していなければならない。	[空白]
(b)	構成部品は、漏れた可燃性流体が発火するのを防止するように、保護され、又は配置されていなければならない。	[空白]
(c)	可燃性の液体又は蒸気が存在する可能性がある燃料タンクを含む区画には、十分かつ効果的な排出口及び通気口を設けなければならない。	[空白]
(d)	ピストン発動機及び燃料系統の装備は、発動機に供給される燃料の危険な量の汚染を防止するように設計されなければならない。	[空白]
(e)	燃料系統は、CONOPS に記載された運用環境下において発生が合理的に予見できる事故が発生した場合にも、火災を発生させる量の燃料漏れを引き起こす損傷を受けないように設計されなければならない。	[空白]

4.17. セクション 200 無人航空機飛行規程

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
200	無人航空機飛行規程	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	申請者は、無人航空機飛行規程を無人航空機一機毎に提供しなければならない。	[空白]
(a)	無人航空機飛行規程には、以下の情報を含むこと。 (1) 無人航空機運用限界 (2) 無人航空機の運用手順 (3) 性能情報 (4) 搭載情報 (5) 設計、運用又は取扱いによる安全な運用に必要なその他の情報	[空白]
(b)	無人航空機飛行規程の上記(a)項(1)に関する箇所については、航空局の承認を受ける必要がある。	[空白]

4.18. セクション 205 ICA

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
205	ICA	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	申請者は、航空局が受入れ可能な ICA を作成しなければならない。ここでいう ICA とは、使用者が無人航空機並びに装備品、部品及びパラシュート等並びに関連システムに対して、適切に点検及び整備を行うための手順書であり、当該手順書の作成に当たり、耐空性審査要領第Ⅱ部 附録 A（耐空性を継続するための指示書）が参考となる。 ICA の「無人航空機等の安全性を確保するために必須となる点検及び整備手順の章」については、航空局の承認を受ける必要がある。	[空白]

4.19. セクション 300 耐久性及び信頼性

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
300	耐久性及び信頼性	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。 なお、(e)項の基準に関しては、航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
	無人航空機は、CONOPS に記載され、また無人航空機飛行規程に無人航空機運用限界として含まれる運用環境の制限下で運用された場合に耐久性及び信頼性を持つように設計されなければならない。その耐久性及び信頼性はここに記載する要件に従い、飛行試験により実証されなければならない。試験は、計画外飛行、制御不能、想定飛行範囲からの逸脱又はリカバリーエリア外での非常着陸につながる不具合なく完了しなければならない。	[空白]
(a)	このセクションへの適合を証明するために試験を開始した後は、その機体の全ての飛行を飛行試験報告書に記載しなければならない。	[空白]
(b)	試験には運用のすべてのフェーズにおけるすべての飛行エンベロープの評価を含まなければならない。さらに、少なくとも以下を考慮すること。 (1) 飛行距離 (2) 飛行時間 (3) ルートの複雑性 (4) 重量 (5) 重心 (6) 密度高度 (7) 外気温度 (8) 対気速度又は対地速度 (9) 風速 (10)天候	[空白]

	(11)夜間運用（夜間運用を行う場合） (12)エネルギー貯蔵系統の容量 (13)操縦者に対する機体の数(1 対 1, 1 対複数等)	
(c)	試験には上記(b)項の条件及び形態のうち最も厳しい組合せを含まなければならない。	[空白]
(d)	試験では CONOPS で指定される運用タイプに応じた別々の飛行プロファイル及びルートを示さなければならない。	[空白]
(e)	試験は、CONOPS で指定される想定環境下で行わなければならない。これには、電磁干渉（EMI）と高強度放射電界（HIRF）環境を含む。	航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするために追加で意図の検討が必要であるが、これに関しては今後対応する予定である。
(f)	試験においては、特別な操縦者のスキルや注意力を要求してはならない。	[空白]
(g)	試験に使用する無人航空機は、運用中に想定される地上での機体取扱時（貨物の積み込みを含む。）及び輸送時における取扱いによる負荷の最悪値を考慮したものでなければならない。	[空白]
(h)	試験に使用する無人航空機は、セクション 105 で特定された最低限の仕様を満足するが、それを超えない関連システムを使用しなければならない。複数の関連システムが特定された場合、申請者は各形態を実証しなければならない。	[空白]
(i)	試験に使用する無人航空機は、ICA 及び無人航空機飛行規程に基づいた運用及び維持がされなければならない。このセクションへの適合性を示すに当たり、ICA に設定された整備間隔よりも短い間隔で整備を行うことは許容されない。	[空白]
(j)	機体の内部に搭載し、又は外部に固定すること等によって貨物を輸送する運用を行う場合、重量・重心の組合せが最も厳しい貨物の搭載状態における飛行エンベロープに対して以下の試験を行わなければならない。 (1) 機体が安全に制御・操縦できること。 (2) 機体の内部に搭載し、又は外部に固定すること等によって貨物を輸送できること。	[空白]

4.20. セクション 305 起こり得る故障

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
305	起こり得る故障	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。また航空局ガイドラインに加えて、要求内容を明確にするための意図を以下に示す。
	無人航空機は、単一の起こり得る故障 によって機体の制御不能又は想定飛行範囲からの逸脱を生じないように設計されなければならない。これは、試験により実証されなければならない。	「起こり得る故障」は、「一機の無人航空機の寿命において 1 回以上起こる故障」のことである*。「起こり得ない故障」であることを示す場合は、その故障が、無人航空機の寿命中に 1 回も起こることがないということを示す必要がある。 ※EASA は“probable (起こり得る)”を以下のように理解することを求めている。 EASA SC Light-UAS.2510 Note “1 The term ‘probable’ needs to be understood in its qualitative interpretation, i.e. ‘Anticipated to occur one or more times during the entire system/operational life of an item.’”
(a)	起こり得る故障については、機体の設計に応じ、少なくとも以下の機器に関係するものを考慮しなければならない。 (1) 推進系統 (2) C2 リンク (3) 全球測位衛星システム (GNSS) (4) 単一障害点がある操縦系統の機器 (5) コントロールステーション (6) 申請者によって指定されるその他の関連システム	(a)(1)-(6)項の記載は例であり、それらを含む全てのシステムを対象に単一の起こり得る故障を考慮する必要がある。
(b)	試験に使用する無人航空機は、無人航空機飛行規程に従って運用されること。	[空白]
(c)	個々の試験は、飛行におけるクリティカルフェーズ及びモードに対し、最も厳しい操縦者と無人航空機数の比率で実施しなければならない。	[空白]

4.21. セクション 310 能力及び機能

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
310	能力及び機能	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
(a)	無人航空機に求められる以下のすべての能力及び機能は、試験により実証されなければならない。 (1) C2 リンク喪失後のコマンド&コントロール機能の復旧能力 (2) 電源系統によるすべての無人航空機システム及びペイロードへの電源供給能力 (3) 操縦者による安全な飛行中断能力 (4) 操縦者による動的な機体の経路変更 (5) 安全な離陸中断能力 (6) 安全な着陸中断能力及び着陸復行能力	[空白]
(b)	以下の能力及び機能の認証を得ようとする場合は、試験により実証されなければならない。 (1) 推進系統の性能低下後の飛行継続 (2) すべての運用条件において機体を指定されたエリア内に留めるジオ・フェンス機能 (3) 一度に一台のコントロールステーションだけが機体を制御できることを確認するコントロールステーション間の能動的な操縦切換 (4) 機体の制御不能を防ぐための貨物のリリース能力 (5) 他の航空機及び障害物を検知し、回避する能力	[空白]
(c)	無人航空機は、意図しない飛行の中断及び意図しない機体内外の貨物のリリースがないような予防手段が設けられていなければならない。	[空白]

4.22. セクション 315 疲労試験

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
315	疲労試験	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	機体の構造は、無人航空機の使用寿命の間、繰り返し荷重に対し耐え、不具合が生じないことが証明されなければならない。 申請者は、機体構造の制限寿命を設定し、試験により実証し、それを ICA に記載しなければならない。	[空白]

4.23. セクション 320 制限の検証

No.	項目	要求の意図又は各提案 *[空白]：記載事項が無いことを指す
320	制限の検証	本基準で要求されている内容については、航空局ガイドラインを参照すること。
	無人航空機飛行規程に指定される飛行エンベロープにおける機体の性能、操縦性、安定性及び制御について、最大総重量を少なくとも 5%超える状態で計画外飛行又は制御不能が生じないことが実証されなければならない。	[空白]

変更履歴

Rev. No	発行日	変更概要	備考
1.0	2025 年 7 月 7 日	初版（第 1.0 版）発行	

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託業務（JPNP22002）の結果得られたものです。