

**AERONAUTICAL
SYSTEMS
RESEARCH
DIVISION**

無人機特定作業風險評估 (Specific Operations Risk Assessment, SORA)

中科院航空所工程師 林昱甫

2024.10.17 嘉義太保無人機園區



目錄



- SORA2.0 簡介
- 物流作業手冊應用
- 新版SORA2.5差異

SORA 2.0



簡介



- 無人機除了廣泛的運用於商業攝影、地理測繪、農噴、物流、工業檢測等範圍，逐漸往載具自動駕駛、城市運輸等領域擴展，載具的數量也不斷增加，可能對於公眾利益造成威脅，需要一套妥善的風險管理機制

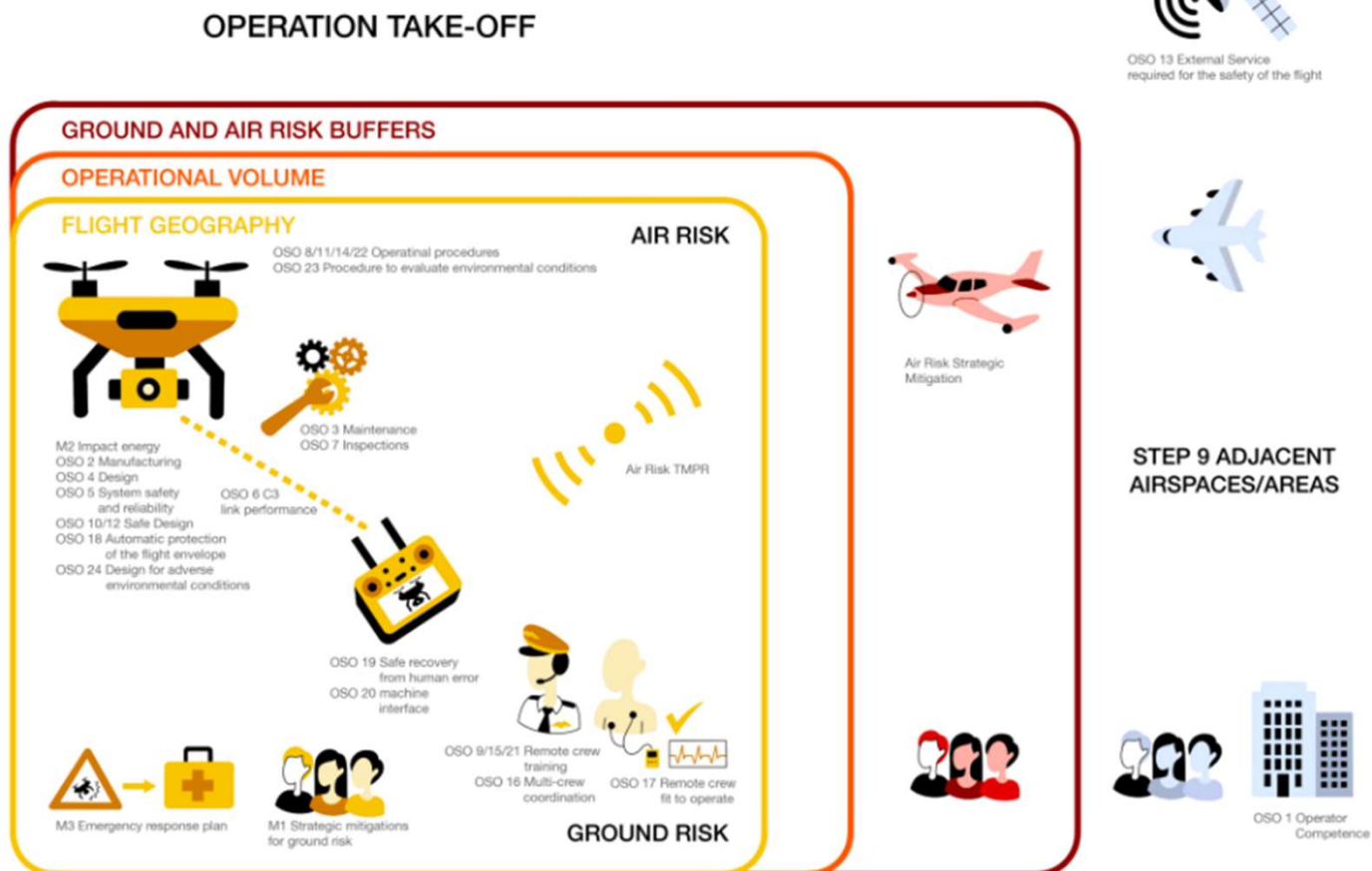




簡介



- 歐盟航空安全總署(EASA)下轄的JARUS組織於2017年開始制定一套無人機風險評估方法-- Specific Operations Risk Assessment (SORA)





歐盟制度發展



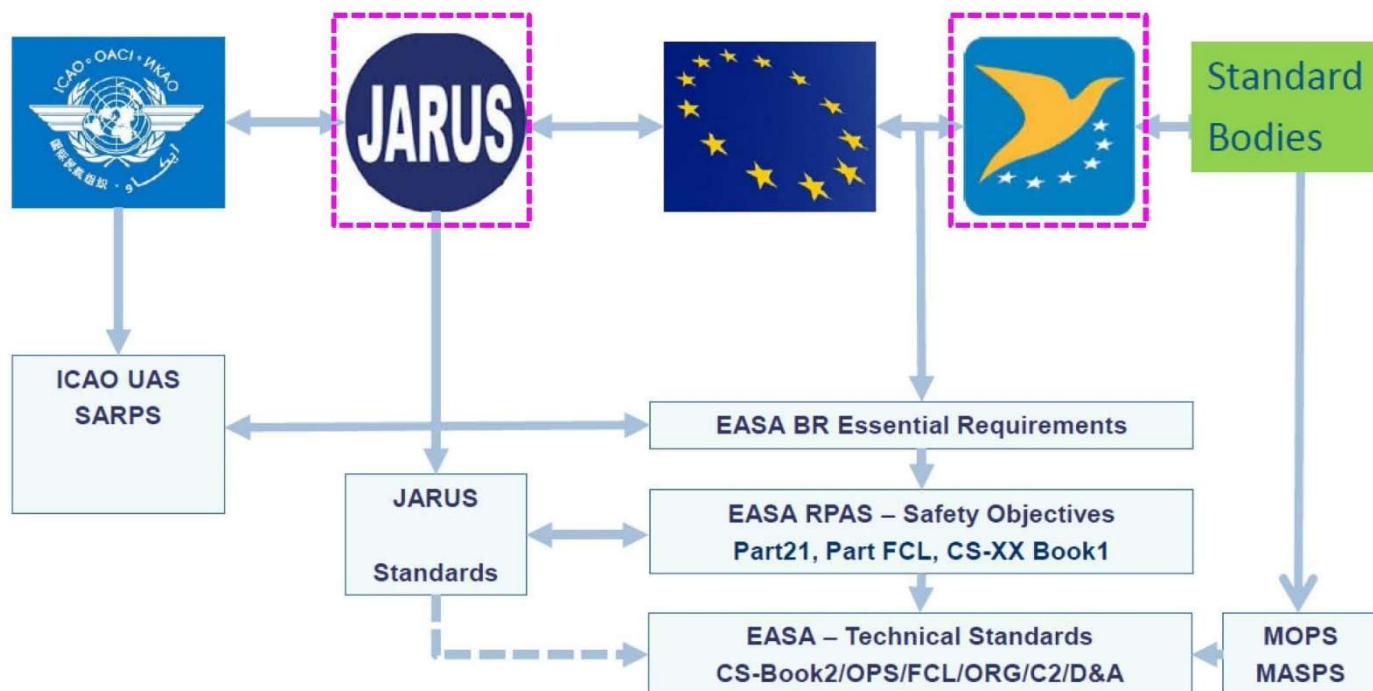
- 歐盟的JARUS提供了一套**流程**和**分析方法**,讓我們可以作為**風險評估**的方法
- JARUS: Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems **歐洲無人機系統聯合立法機構**

JARUS: 無人系統聯合立法機構

EASA: 歐洲航空安全局

ICAO: 國際民航組織

EC: 歐洲聯盟委員會



草擬
單位

WG-6: Safety & Risk Management 第六工作小組(安全與風險管理)
WG-4: Detect & Avoid 第四工作小組(偵測與安全避讓)

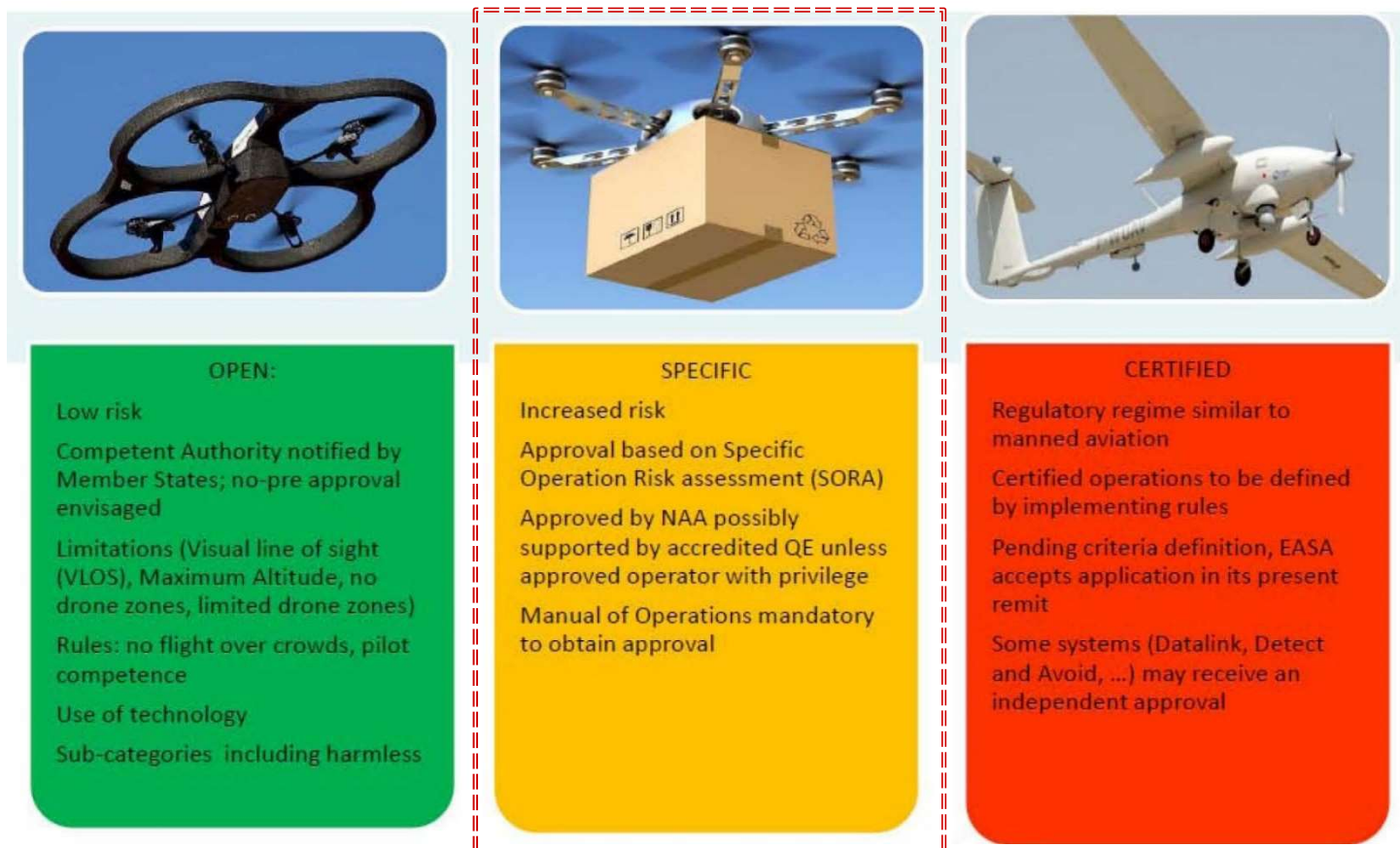


歐盟制度發展



EASA把無人機分成三大類:

- **Open**(開放級別): 風險性最低, 無須太多管制
- **Specific**(特定級別): 風險中等, 屬於商務或公務用途的無人機
- **Certified**(認證級別): 風險最高, 要準用適航認證的相關規定





歐盟制度發展



- ◆Open類別作業的無人機：不需取得任何的授權，即可在定義的區域範圍內飛航。（視距內500公尺、重量<250g、允許的範圍及高度、無人機綠區內）
- ◆Specific類別作業的無人機：需要作安全風險評估分析，以取得所適用操作限制的作業授權。（SORA）
- ◆Certified類別作業的無人機：需要考量更多相關的作業風險，也許被要求藉由系統主動式航管設備（例如遙控駕駛或配備感測與避讓系統），更多驗證分析資料。
。（適航認證）

SORA例外排除操作風險評估針對Specific特定類別作業
但是也可以擴充運用到Certified級別無人機



歐盟制度發展



- 一般市售的無人機因為**生命週期短**、大量使用**商用零件**，所以設備**可靠度較低**，因此需要一套風險評估方法
- JARUS特定級別作業風險評估，簡稱為**SORA**
- 目前最新版本為**V2.5**（2024年發佈）
- 該風險評估適用於**特定級別 (Specific)**的無人機
- 目前亞太地區跟進速度最快的地方是中國大陸，2019中國民航局發佈了<**特定類無人機試運行管理規程(暫行)**>，主要依據**SORA V1.0**，但之後中國並未依據新版SORA更新此規程

JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA)

DOCUMENT IDENTIFIER : JAR-DEL-WG6-D.04

Edition Number	:	2.0
Edition Date	:	30.01.2019
Status	:	Final / Public Release
Intended for	:	Publication
Category	:	Guidelines
WG	:	6

© NO COPYING WITHOUT JARUS PERMISSION

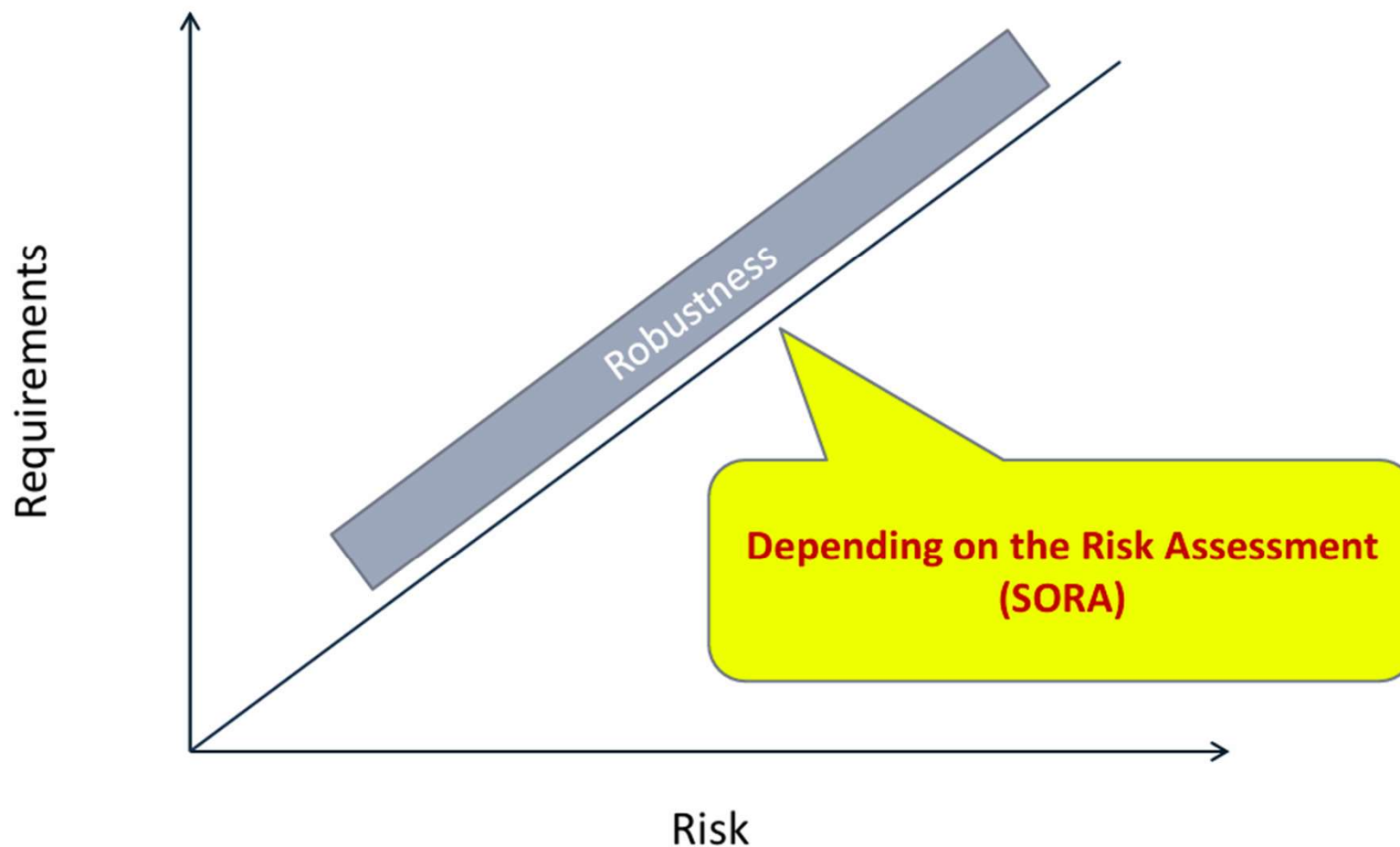
All rights reserved. Unless otherwise specific, the information in this document may be used but no copy-paste is allowed without JARUS's permission.



風險評估的精神

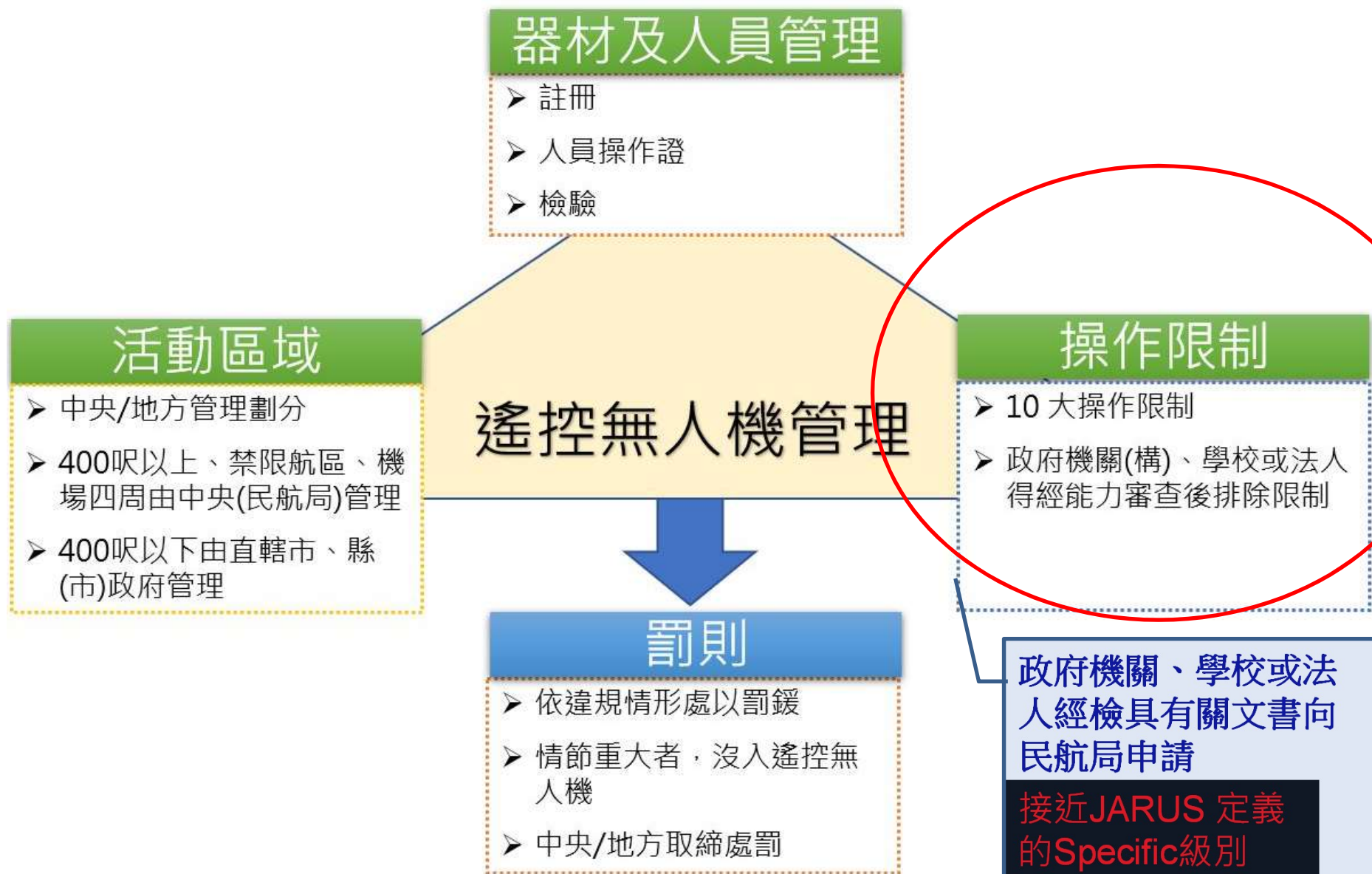


- 風險評估主體: 操作者 / 製造商
- 風險評估基本概念: 風險越高, 安全設備的可靠度要越高





我國法規制度





我國法規制度



- 要執行這些操作限制需要特別申請, SORA可提供很好的風險評估方法

遙控無人機管理規則

操作限制 5要與5不要

五要

- 1 要在白天飛行
- 2 要在視距範圍內進行操作
- 3 要低於400呎（英尺）活動
- 4 要隨時監視遙控無人機之飛航及其周遭狀況
- 5 要遵守管理規則之操作限制

五不要

- 1 不要與其他航空器、建築物或障礙物接近或碰撞
- 2 不要投擲或噴灑物件
- 3 不要裝載危險物品
- 4 不要於人群聚集或室外集會進行上空活動
- 5 不要同一操作人同一時間控制二架以上遙控無人機

✓ 自然人須遵守操作限制項目。
✓ 法人通過能力審查，經申請許可後可執行操作限制排除。

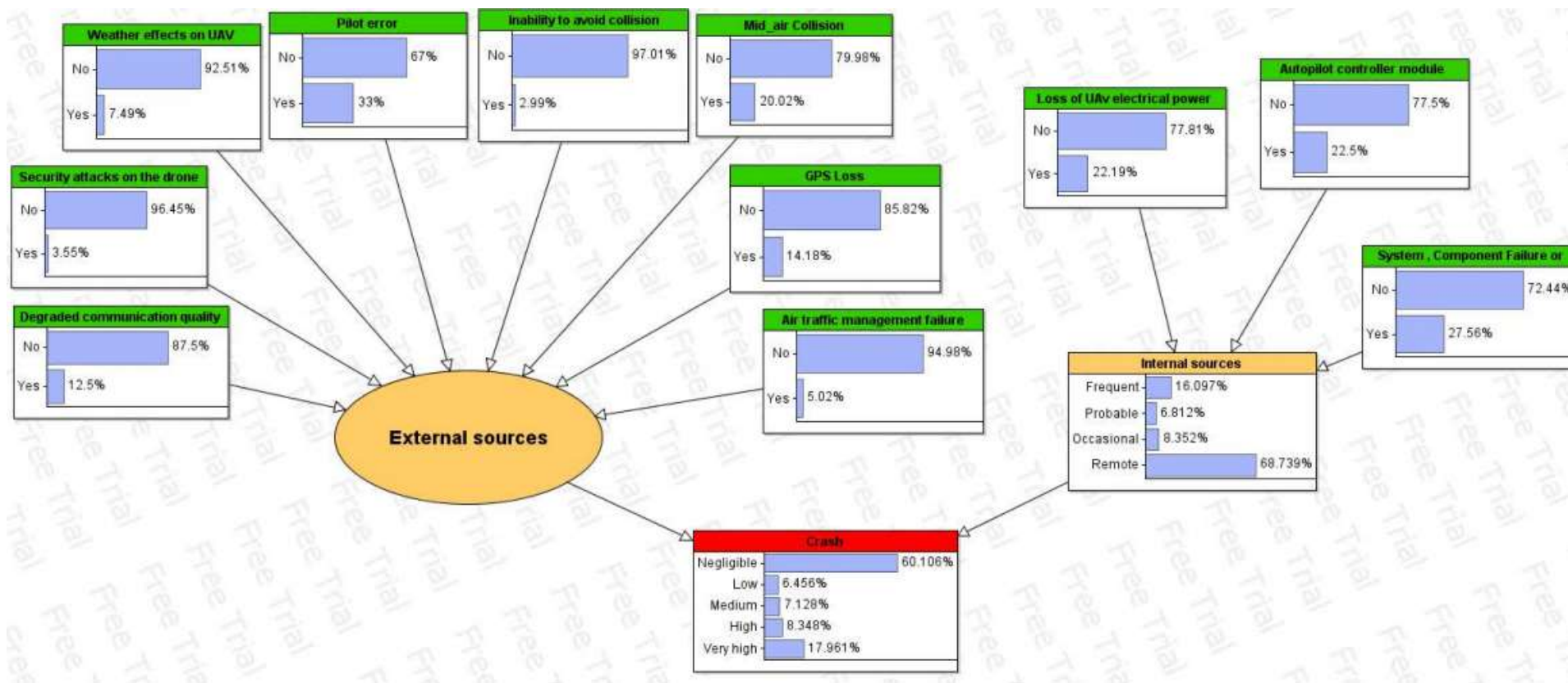
交通部民用航空局
Civil Aeronautics Administration, MOTC



SORA分析方法(V1.0)



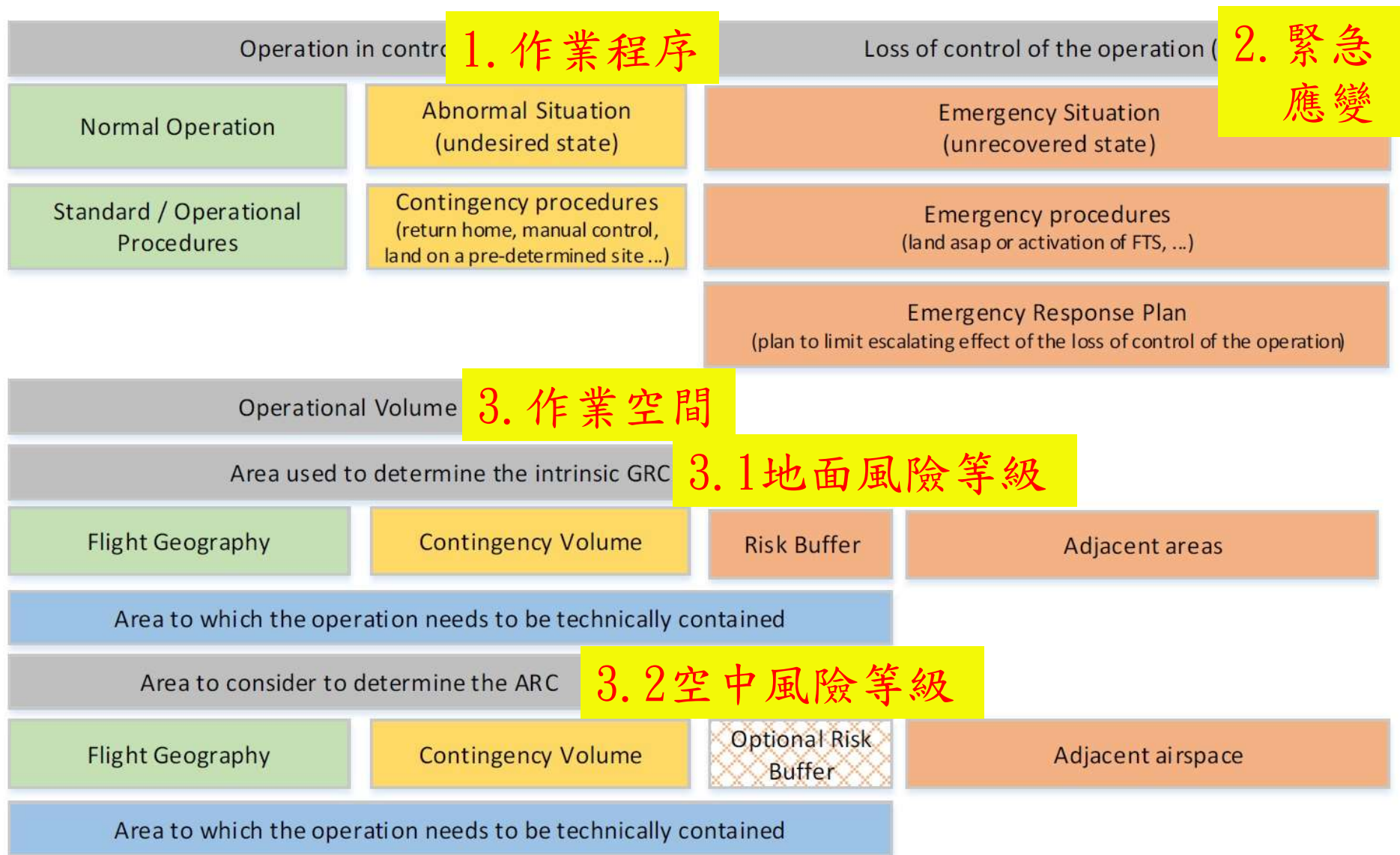
➤ 無人機聯合頻率分布(Joint frequency distribution of risk of crash)



➤ 定量分析複雜且耗時, 因此需要有簡化的分析→ SORA (偏向定性分析)



SORA分析方法(V2.0)



1. 作業程序

2. 緊急
應變

3. 作業空間

3.1 地面風險等級

3.2 空中風險等級



SORA分析方法



- SORA將威脅/危害的程度分成4-10級別, 最終的安全目標則分成高/中/低可靠度要求, 大量簡化風險評估的過程。

無人機可能的故障

造成的影響

機械/動力故障

Technical issue

支援裝備故障

Deterioration of
external systems

人為操作錯誤

Human error

空中相撞

Aircraft on collision course

惡劣操作環境

Adverse operating conditions

雷擊
訊號干擾
...



UAS Operation
out of control

無人機失控

損害地面人/裝

Fatal injuries
on the ground

損害空中載具

Fatal injuries
in the air

損害基礎設備

Damage to critical
infrastructure

Source: IARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA), IARUS, Jun. 2017

OSO: Operation Safety Object (安全操作目標)就是要避免或者降低危安事件的影響

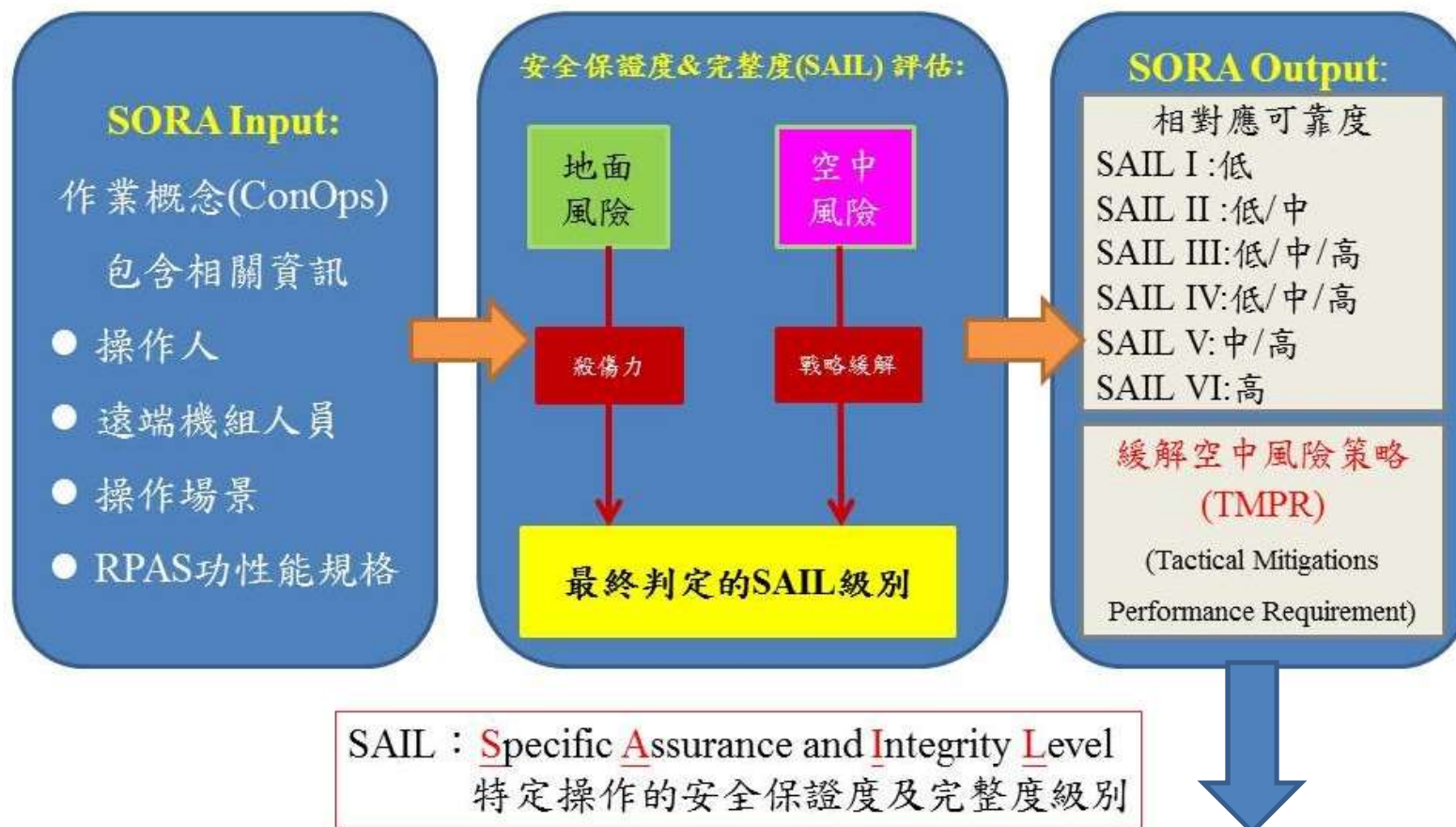
Safety Portfolio:



SORA分析方法



SORA概念圖



SAIL: Specific Assurance Integrity Level
特定操作的安全保證度及完整級別

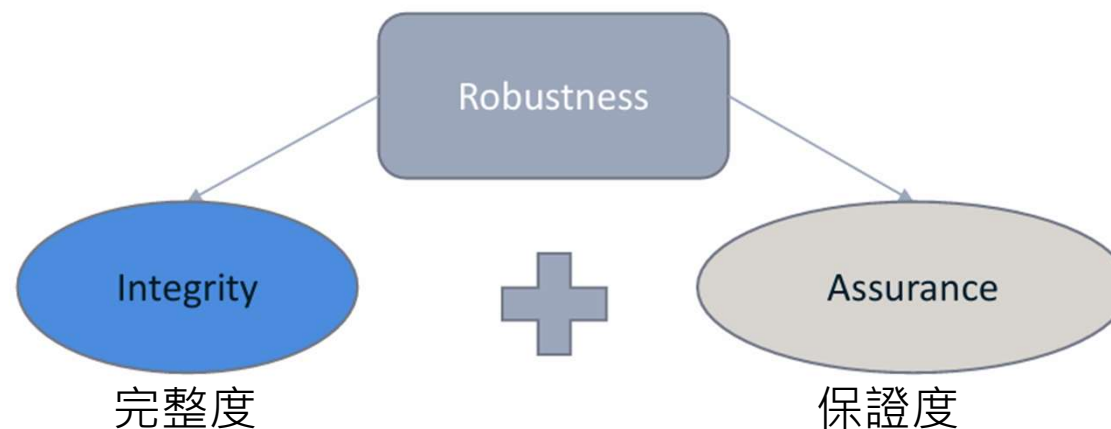
OSO: Operation Safety Object
安全操作目標

Safety Portfolio:
遙控飛機安全履歷



SORA 分析方法

SAIL: Specific Assurance Integrity Level
特定操作的安全保證度及完整級別



- Integrity: the actual **safety gain** provided by each mitigation
- Assurance: the level of **evidence** that the claimed safety gain has been achieved



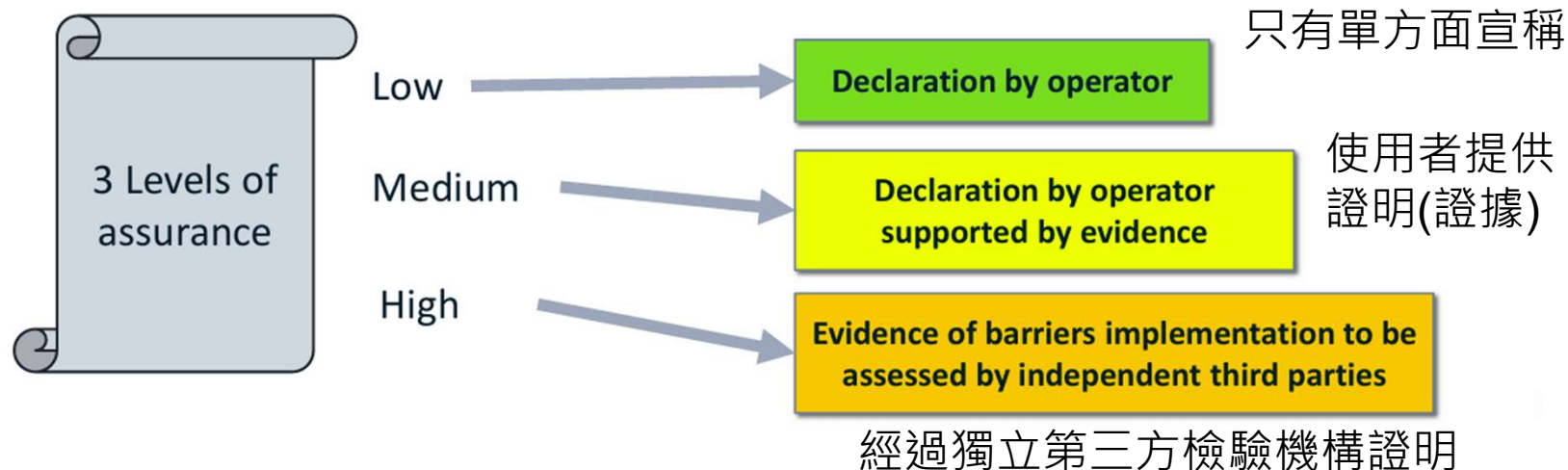
SORA 分析方法



SAIL: Specific Assurance Integrity Level
特定操作的安全保證度及完整級別

Robustness and required evidence

	Low Assurance	Medium Assurance	High Assurance
Low Integrity	Low robustness	Low robustness	Low robustness
Medium Integrity	Low robustness	Medium robustness	Medium robustness
High Integrity	Low robustness	Medium robustness	High robustness

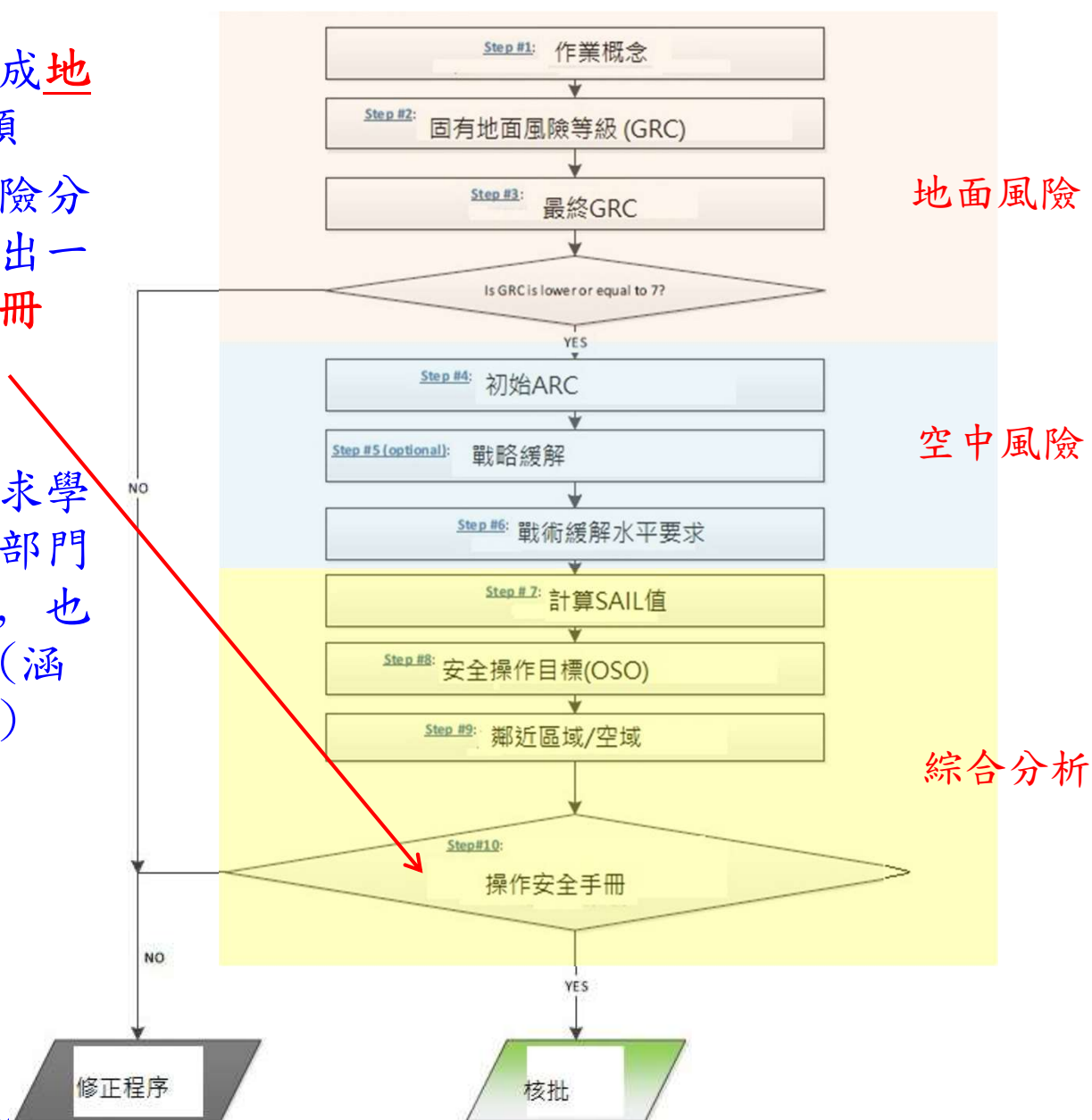




SORA分析方法(V2.0)



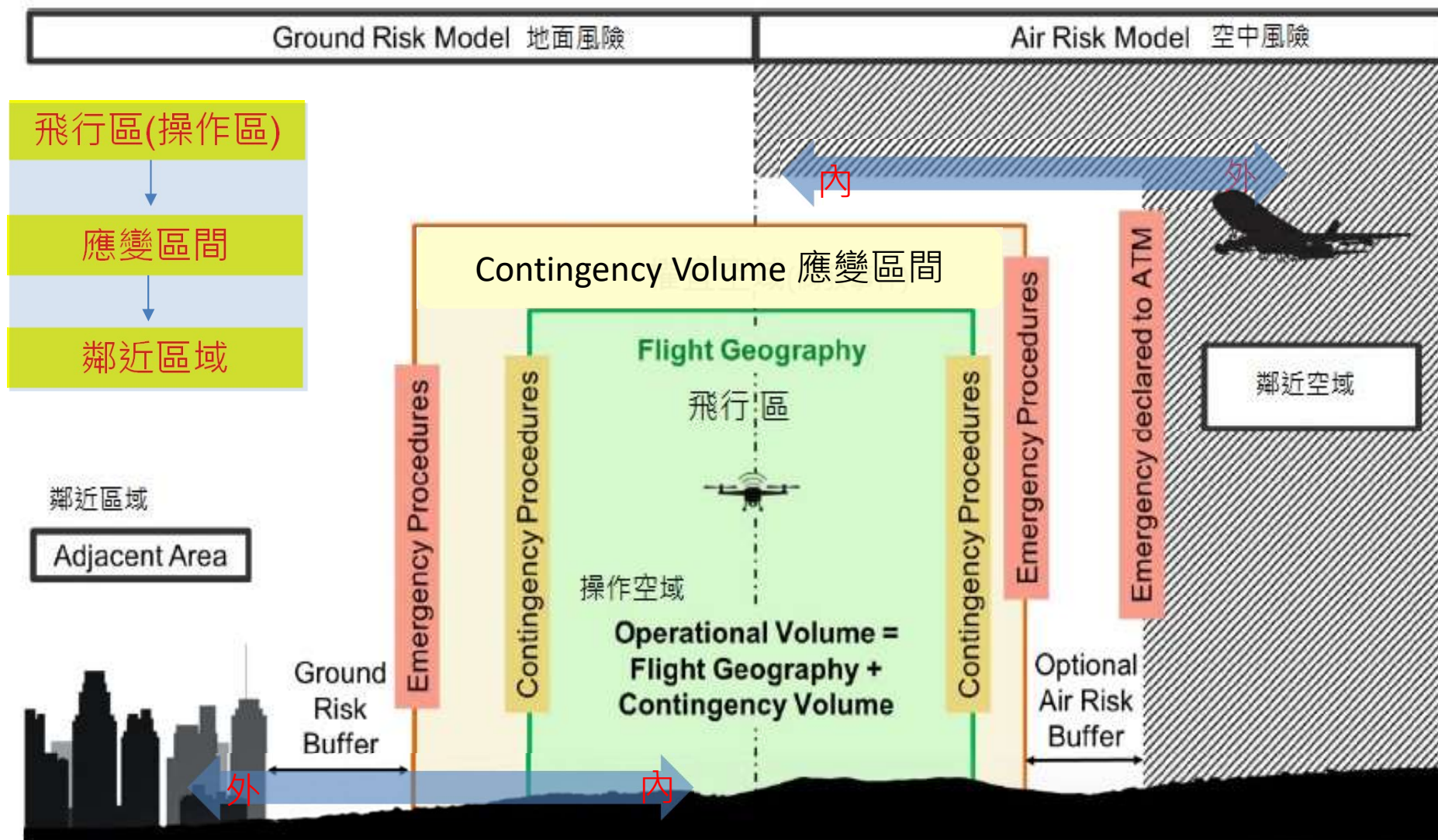
- SORA把風險分成地面/空中兩大類
- 經過相關的風險分析，最終會產出一份操作安全手冊 (Safety Portfolio)
- 目前民航局要求學校/廠商/公務部門撰寫作業手冊，也是類似的概念(涵蓋的內容更廣)





SORA分析方法

SORA的空間概念風險





SORA 分析方法



地面風險評估

(初始)地面風險等級(GRC)				
無人機最大特徵尺寸	1公尺內	3公尺	8公尺	>8公尺
預期動能(單位:焦耳 J)	<700 J	<34 KJ	<1084 KJ	>1084 KJ
作業場景				
1. 視距內/外飛行(VLOS/BLOS)，載具位於 可控制區	1	2	3	4
2. 視距內飛行，位於人口稀疏區	2	3	4	5
3. 視距外飛行，位於人口稀疏區	3	4	5	6
4. 視距內飛行，位於一般人口稠密區	4	5	6	8
5. 視距外飛行，位於一般人口稠密區	5	6	8	10
6. 視距內飛行，位於人群聚集區上空	7			
7. 視距外飛行，位於人群聚集區上空	8			



SORA分析方法



地面風險評估

- 人口稀疏區(Sparsely populated)：農/漁/牧用地、山地保留地、郊區建地/農建地等，附近有少量建築物高度不超過14公尺或四層樓高，視為人口稀疏區。
- 人口稠密區(Populated area)：工業區/商業區/一般住宅用地，附近至少有2棟以上建築超過14公尺或四層樓，視為人口稠密區。
- 人群聚集區(gathering of the people)：市中心鬧區/特定的宗教慶典或音樂會運動比賽，視為人群聚集區，像是進香圍繞境、廟會、戶外演唱會、戶外運動會都視為人群聚集區。
- 小結：(1)人員/重要設施的密集程度，決定地面風險的高低
(2)SORA V2.5引入人口密度概念，未來可以參考



SORA分析方法



空中風險評估

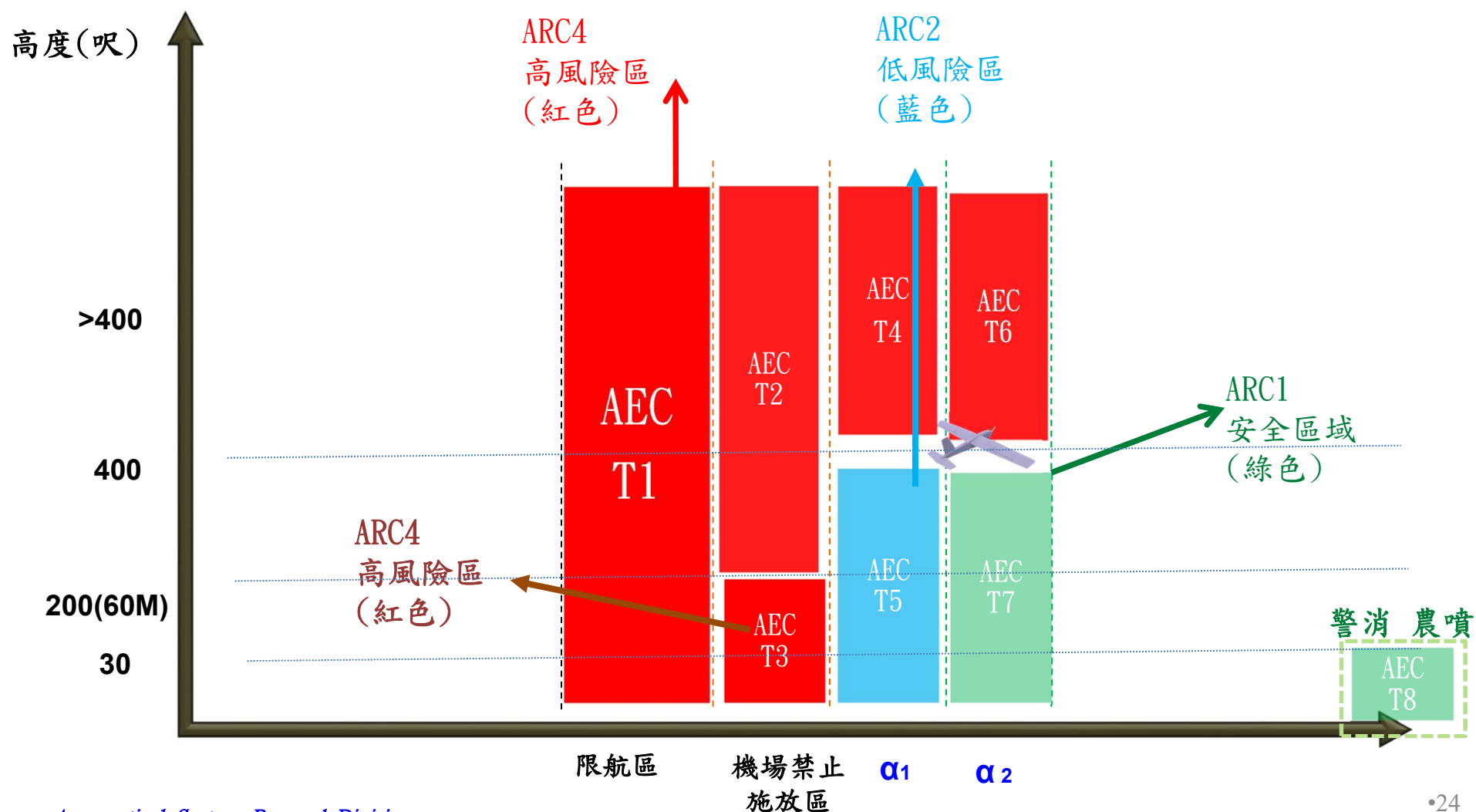
台灣空域分類 Airspace Encounter Categories of Taiwan (AECT)	操作空域(Operational Airspace)	空中風險等級 Air Risk Class (ARC)
1	一般限航區/機場周圍限航區(長方體)/臨時宣告限航區(NOTAM, Notice To Airmen)，高度從AGL(地面高度)0到無限高	4(d)
2	機場附近60公尺以上禁止施放飛行物體的區域，高度為超過機場標高 60公尺(不含60公尺)	4(d)
3	機場附近60公尺以上禁止施放飛行物體的區域，高度從機場標高0~60公尺(含60公尺)，經過有關單位允許得以執行相關作業	4(d)
4	無人機 $\alpha 1$ 空域—非屬於AECT中1/2/3類，也不是縣市政府公告無人機活動區域，高度為超過AGL 400 呎(不含400呎)	4(d)
5	無人機 $\alpha 1$ 空域—非屬於AECT中1/2/3類，也不是縣市政府公告無人機活動區域，高度為AGL 400 呎(含)以下	2(b)
6	無人機 $\alpha 2$ 空域—地方縣市政府公告無人機活動區域，高度超過AGL400 呎(不含400呎)	4(d)
7	無人機 $\alpha 2$ 空域—地方縣市政府公告無人機活動區域，高度為AGL 400 呎(含)以下(亦即無人機的綠區)	1(a)
8	非屬於AECT中1/2/3類，高度為AGL30呎(含)以下，執行農噴、警消、巡檢任務	1(a)



SORA分析方法



台灣空域分類(AECT)



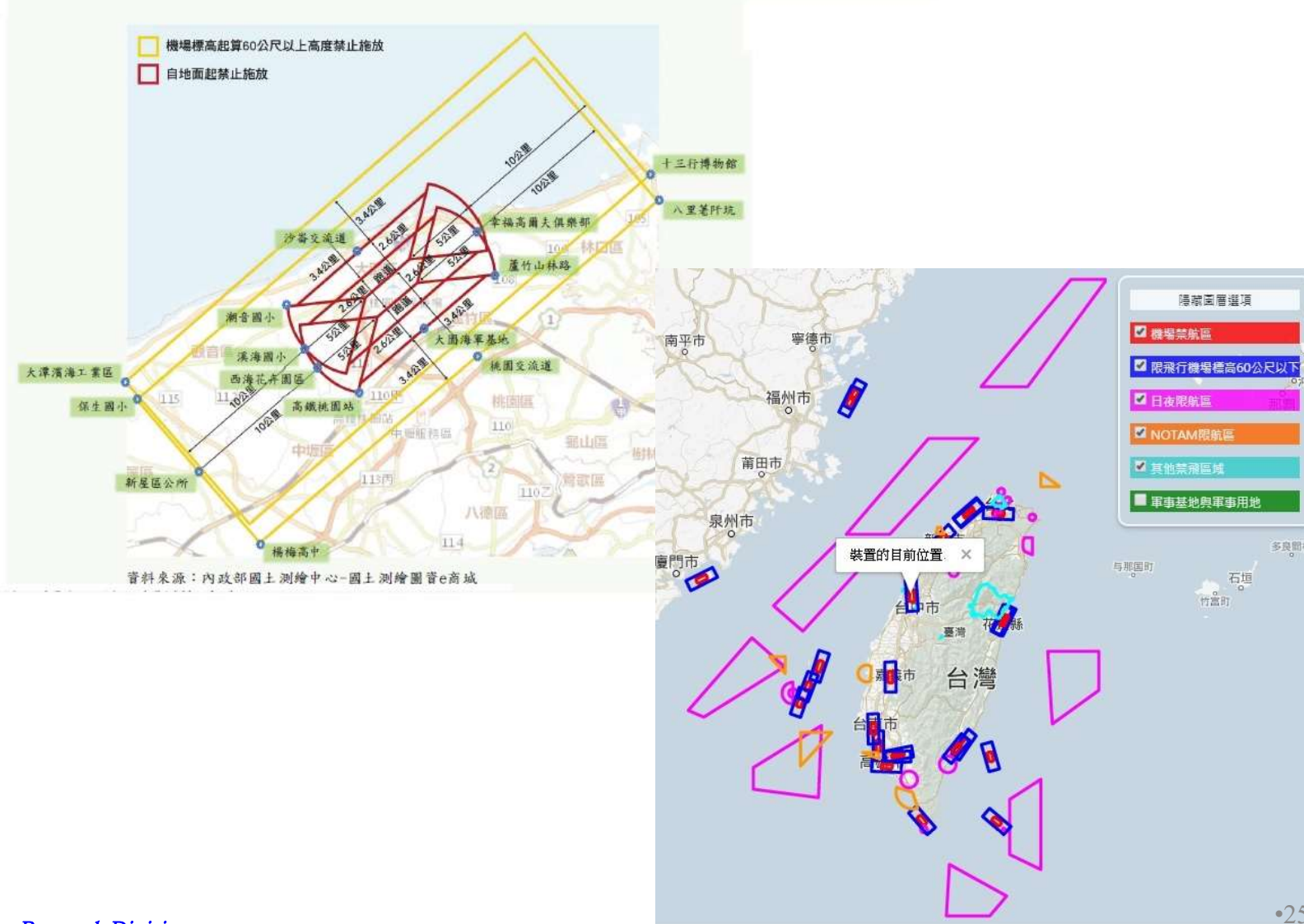


SORA分析方法



空中風險評估

臺灣桃園機場四周禁止施放有礙飛航安全物體範圍示意圖



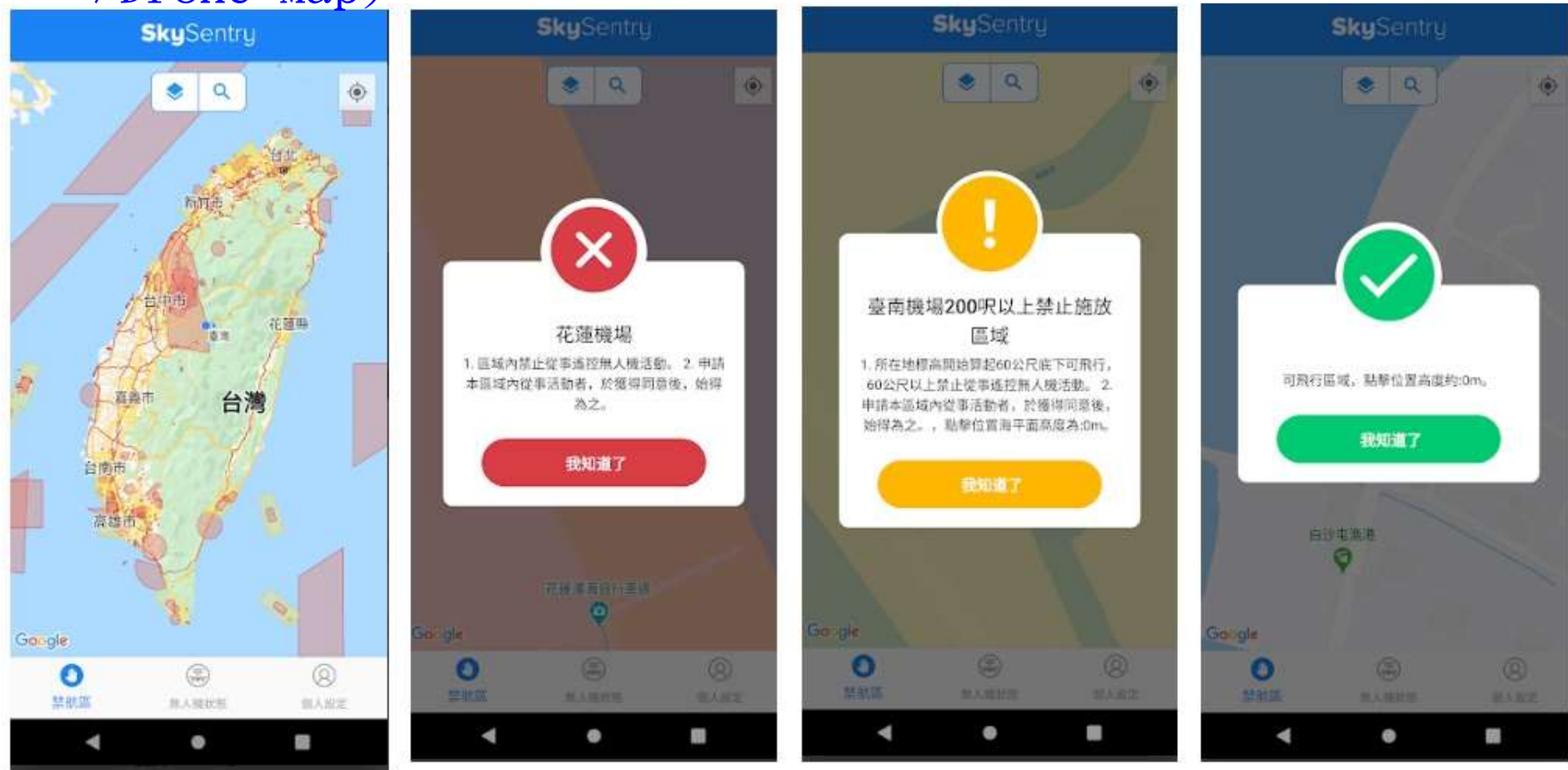


SORA分析方法



空中風險評估

- 可以從手機APP下載相關軟體評估是否為禁飛區 (SkySentry /Drone Map)



- 但是仍要以民航局公告資料為準



SORA分析方法



- 為了降低空中風險, 可以採用以下的設備作為策略型減緩作為(TM, Tactical Mitigation)。

Examples of Tactical Mitigations:

- *Traffic Collision Avoidance System (TCAS),*
- *Air Traffic Control (ATC),*
- *Airborne Collision Avoidance System (ACAS-X),*
- *Mid-Air Collision Avoidance System (MIDCAS),*
- *Detect and Avoid (DAA),*
- *Airborne-Based Sense And Avoid (ABSAA),*
- *Ground-Based Sense And Avoid (GBSAA),*
- *See and Avoid,*
- *Visual Line of Sight (VLOS), etc.*

- Tactical Mitigation Performance Requirement (TMPR): 策略型減緩作為的性能要求

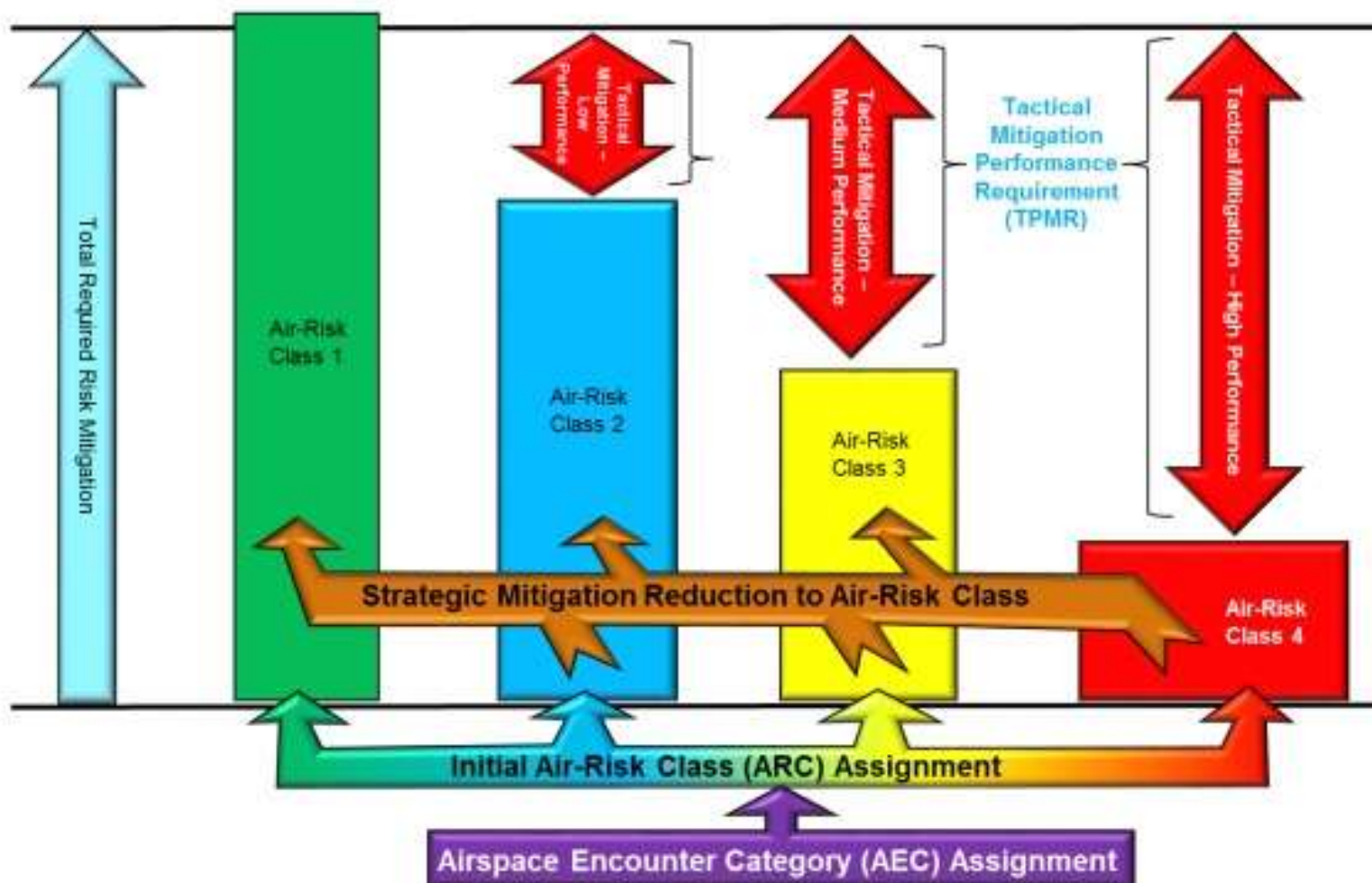
- 目前因為我國採取隔離空域的策略, 目前並不強制要求安裝避讓偵測設備



SORA分析方法



- TMPR的概念：利用特定設備補償初始空中風險，得到最終的剩餘空中風險(Residual ARC)



風險評估範例

Stage1 : 地面風險評估

案例 1: 載貨用的多軸無人機 4kg, 操作於視距外 (BVLOS), 飛行高度小於400ft, 載具最高速度 40m/s, 載具的最大幾何尺寸不超過 1.5m (含貨物), 不載運危險物質, 操作區域小於5km, 但可能飛越郊區住宅, 巡航高度低於 200ft.

Kinetic Energy 載具動能 (KE)	
Mass	4 kg
Maximum dimension	1.5 m
Speed*	40 m/s
KE	3,200 J

說明: NASA網站有詳細說明如何計算終端速度
一般估算案例我們會用最大速度來計算

NASA NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

+ Text Only Site
+ Non-Flash Version
+ Contact Glenn

FIND IT @ NASA : + GO

+ ABOUT NASA + NEWS & EVENTS + MULTIMEDIA + MISSIONS + MY NASA + WORK FOR NASA

Terminal Velocity (gravity and drag)

Glenn Research Center

Forces

Net Force equals Drag minus Weight.
 $F = D - W$

Drag Equation:
 $D = C_d \frac{\rho V^2 A}{2}$

Drag increases with the square of the velocity.
When Drag is equal to Weight there is no net force on the rocket.
 $F = D - W = 0$

Then: $C_d \frac{\rho V^2 A}{2} = W$

Terminal Velocity: $V = \sqrt{\frac{2W}{C_d \rho A}}$

Comparing two objects, the higher velocity occurs for greater weight, lower drag coefficient (more streamlined), lower gas density (higher altitude), or smaller area.

Objects do not fall at the same rate through the atmosphere.

風險評估範例

Stage1：初始地面風險GRC

(初始)地面風險等級(GRC)				
無人機最大特徵尺寸	1公尺內	3公尺	8公尺	>8公尺
預期動能(單位:焦耳 J)	<700 J	<34 KJ	<1084 KJ	>1084 KJ
作業場景				
1. 視距內/外飛行(VLOS/BLOS)，載具位於 可控制區 需要證明	1	2	3	4
2. 視距內飛行，位於人口稀疏區	2	3	4	5
3. 視距外飛行，位於人口稀疏區	3	4	5	6
4. 視距內飛行，位於一般人口稠密區	4	5	6	8
5. 視距外飛行，位於一般人口稠密區	5	6	8	10
6. 視距內飛行，位於人群聚集區上空	7			
7. 視距外飛行，位於人群聚集區上空	8			
查表得到 GRC=4				

風險評估範例

Stage1 : 修正GRC (確認是否有減緩地面風險的措施)

減緩措施	可靠度			
	低/無	中	高	
M1類: 降低地面風險	無:0 低:-1	-2	-4	如:對地雷達
M2類: 降低地面傷害	0	-1	-2	如:發泡保護層
M3類: 緊急應變計畫 (ERP) 最經濟的措施	+1 增加風險	0	-1	如:適合可靠的ERP計畫
無修正, 維持GRC=4				

若修正完的GRC值仍然大於等於7,必須重新回頭修改作業概念

ERP應變計畫

- ERP應變計畫和無人機操作的緊急操作程序 (emergency procedures)是完全不同的概念。
 - 安全原則：保護人員、設備和環境的安全。
 - 繼續運營：ERP目標為減少緊急情況並且儘快恢復營運，並且需維護公眾利益。
 - 法律義務：法律與保險事宜。
 - 風險管理與稽核：隨時識別、評估和管理與緊急情況相關的風險，並隨時更新減輕風險的措施。
 - 溝通：ERP 有助於在緊急情況下協調內/外部的溝通，並幫助傳播準確、即時、一致的訊息。
- ERP的基礎是緊急操作程序，當載具失控啟動緊急操作程序仍然無法控制載具，ERP負責處理後續事宜



風險評估範例



Stage2：空中風險評估(ARC)

台灣空域分類 Airspace Encounter Categories of Taiwan (AECT)	操作空域(Operational Airspace)	空中風險等級 Air Risk Class (ARC)
1	一般限航區/機場周圍限航區(長方體)/臨時宣告限航區(NOTAM, Notice To Airmen)，高度從AGL(地面高度)0到無限高	4(d)
2	機場附近60公尺以上禁止施放飛行物體的區域，高度為超過機場標高 60公尺(不含60公尺)	4(d)
3	機場附近60公尺以上禁止施放飛行物體的區域，高度從機場標高 0~60公尺(含60公尺)，經過有關單位允許得以執行相關作業	3(c)
4	無人機 $\alpha 1$ 空域—非屬於AECT中1/2/3類，也不是縣市政府公告無人機活動區域，高度為超過AGL 400 呎(不含400呎)	4(d)
5	無人機 $\alpha 1$ 空域—非屬於AECT中1/2/3類，也不是縣市政府公告無人機活動區域，高度為AGL 400 呎(含)以下	2(b)
6	無人機 $\alpha 2$ 空域—地方縣市政府公告無人機活動區域，高度超過AGL400 呎(不含400呎)	4(d)
7	無人機 $\alpha 2$ 空域—地方縣市政府公告無人機活動區域，高度為AGL 400 呎(含)以下(亦即無人機的綠區)	1(a)
8	非屬於AECT中1/2/3類，高度為AGL30呎(含)以下，執行農噴、警消、巡檢任務	1(a)

風險評估範例

Stage2 : 空中風險對應策略(→剩餘空中風險Residual ARC)

本案例中假設廠商派出工程師到塔台協調,並無更可靠的航管設備協助
因此ARC值不再修正,維持2

	TMPR(戰略型減緩 作為)性能水平	TMPR(戰略型減緩 作為)可靠度
ARC-d(4)	高性能水平要求	高可靠度
ARC-c(3)	中性能水平要求	中可靠度
ARC-b(2)	低性能水平要求	低可靠度
ARC-a(1)	不需要	不需要

無修正,維持ARC=2(b)

說明: 所謂的**低**可靠度, **低**性能水平中的”**低**”, 並不是指性能的低落(Low quality), 而是指具有一般業界水平,但是相關驗證數據的資料較少..



風險評估範例



Stage3 : 綜合評估(SAIL值)

為了區別,最後得到的風險級別分別稱為Final GRC & Residual ARC,兩者概念相同.

最終地面
風險(GRC)

M1~M3措施

初始地面風險
(initial GRC)

SAIL Determination				
	Residual ARC			
Final GRC	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Category C operation			

剩餘空中風險
(Residual ARC)

TMPR

初始空中風險
(initial ARC)

綜合評估,
SAIL= III

SAIL: Specific Assurance Integrity Level
特定操作的安全保證度及完整級別(I~VI)



風險評估範例



Stage3 : SAIL決定安全操作目標(OSO)

OSO Number (in line with Annex E)		SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
	Technical issue with the UAS						
OSO#01	Ensure the operator is competent and/or proven	O	L	M	H	H	H
OSO#02	UAS manufactured by competent and/or proven entity	O	O	L	M	H	H
OSO#03	UAS maintained by competent and/or proven entity	L	L	M	M	H	H
OSO#04	UAS developed to authority recognized design standards ^h	O	O	O	L	M	H
OSO#05	UAS is designed considering system safety and reliability	O	O	L	M	H	H
OSO#06	C3 link performance is appropriate for the operation	O	L	L	M	H	H
OSO#07	Inspection of the UAS (product inspection) to ensure consistency to the ConOps	L	L	M	M	H	H
OSO#08	Operational procedures are defined, validated and adhered to	L	M	H	H	H	H
OSO#09	Remote crew trained and current and able to control the abnormal situation	L	L	M	M	H	H
OSO#10	Safe recovery from technical issue	L	L	M	M	H	H

人員認證
製造認證
維修認證
設計規範
安全可靠度
通訊效能
產品檢驗
操作程序
遠端組員
安全恢復

OSO Number (in line with Annex E)		SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
	Deterioration of external systems supporting UAS operation						
OSO#11	Procedures are in-place to handle the deterioration of external systems supporting UAS operation	L	M	H	H	H	H
OSO#12	The UAS is designed to manage the deterioration of external systems supporting UAS operation	L	L	M	M	H	H
OSO#13	External services supporting UAS operations are adequate to the operation	L	L	M	H	H	H
	Human Error						
OSO#14	Operational procedures are defined, validated and adhered to	L	M	H	H	H	H
OSO#15	Remote crew trained and current and able to control the abnormal situation	L	L	M	M	H	H
OSO#16	Multi crew coordination	L	L	M	M	H	H
OSO#17	Remote crew is fit to operate	L	L	M	M	H	H
OSO#18	Automatic protection of the flight envelope from Human Error	O	O	L	M	H	H
OSO#19	Safe recovery from Human Error	O	O	L	M	M	H

外部異常程序
外部異常管理
支援裝備
操作程序-人因
遠端組員訓練
多重組員
遠端組員操作
安全保護機制
安全回復-人因

O:Optional(選擇性) L:Low Robustness 低
M:Medium Robustness 中 H:High Robustness 高

作業手冊



作業手冊的應用



- JARUS SORA最後一步驟是完成CSP(Comprehensive Safety Portfolio)風險評估模式，CSP 至少包含重要任務描述

4.10.3 Task description

R

- (a) Finalise and present all the documentation that needs to be included in the CSP. This should include:

- i. The finalized **detailed operational description** from Step #1 that details the proposed operation(s), providing the air and ground risk information necessary to validate the safety claims within the proposed operational context, **操作場景描述**
- ii. All **safety claims** and their robustness made through Steps #2 (iGRC), #3 (M1(A), M1(B), M1(C), M2), #4 (initial ARC), #5 (Strategic Mitigations for Air Risk), updated (if required) from Phase 1 to reflect the finalised operation, **安全宣告**
- iii. All **derived requirements** based on the safety claims; the final GRC, the residual ARC, TMPR, the OSOs associated with the SAIL, and the containment requirements, **需要符合的可靠度水平**
- iv. **Compliance evidence**, which is the data, facts, and information that provide the necessary justification for each of the safety claims and derived requirements made through the SORA process at the robustness level required. The CSP covers operational, technical, personnel, and organisational compliance evidence, **符合度證據**
- v. The necessary linkages and references between documents, that ensures the CSP makes a **justified safety case** that demonstrates the operation has satisfied all required SORA safety claims and derived requirements, **安全性要求, 以主管機關衍生性要求 (ex. Remote ID)**
- vi. It is expected that a finalised **compliance matrix** (based on the initial compliance matrix if developed in Phase 1) will be used to map the safety claims and derived requirements to the compliance evidence, **符合度矩陣**

- (b) Refer to Annex A for more guidance on structuring documentation as part of the CSP.

4.10.4 Guidance C2. 地理圍籬等要求

G

及無人機導航，並且可以添加新的要求。

SORA 附件A有更詳細的資訊



作業手冊的應用



- 目前民航局所推動的作業手冊, 與SORA中的CSP的內容近似

第6章 試辦計畫載貨運輸作業程序

6.5 「無人機飛航管理系統」內容-第2部分

CSP中對於C2的要求

安全保證

• 6.5.4 作業區域三維地理資訊及障礙物

(說明活動前如何調查作業區域地形及障礙物，包含飛行路徑範圍之海拔高度、障礙物之座標與高度等資訊。)

• 6.5.5 避讓或機載避障能力

(說明系統避讓能力如何運作，以及無人機本身機載避障能力與飛航管理系統間的互動運行方式及安全保障作法。)

• 6.5.6 數據及影像傳輸與通訊

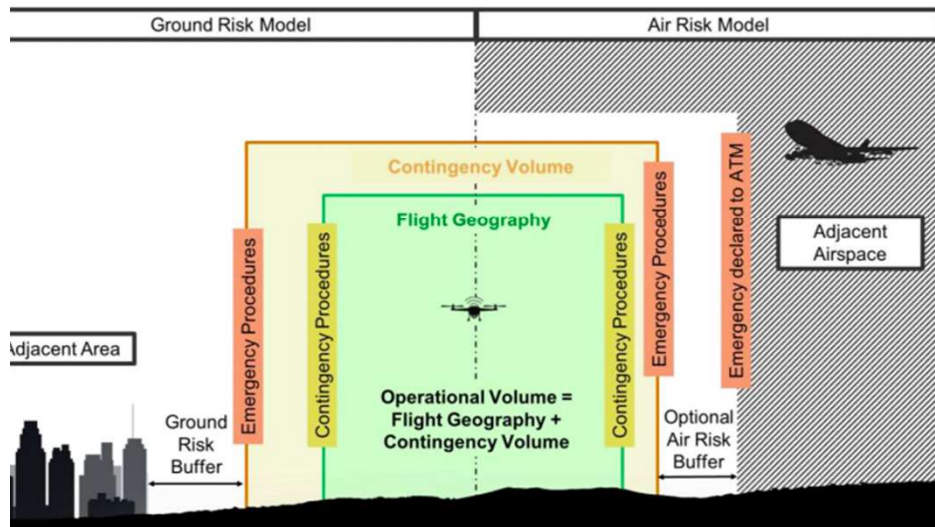
(說明通訊方式的頻譜(可用性、適用性、安全性等)、通訊網路安全、控制輸入執行時的延遲、通訊時的延遲、飛行中位置回報機制(最少每1秒1次，視飛行速度另訂)以及無人機飛航管理系統、航空交通管制與有人機之間的通訊方式。)

SORA 2.5 差異

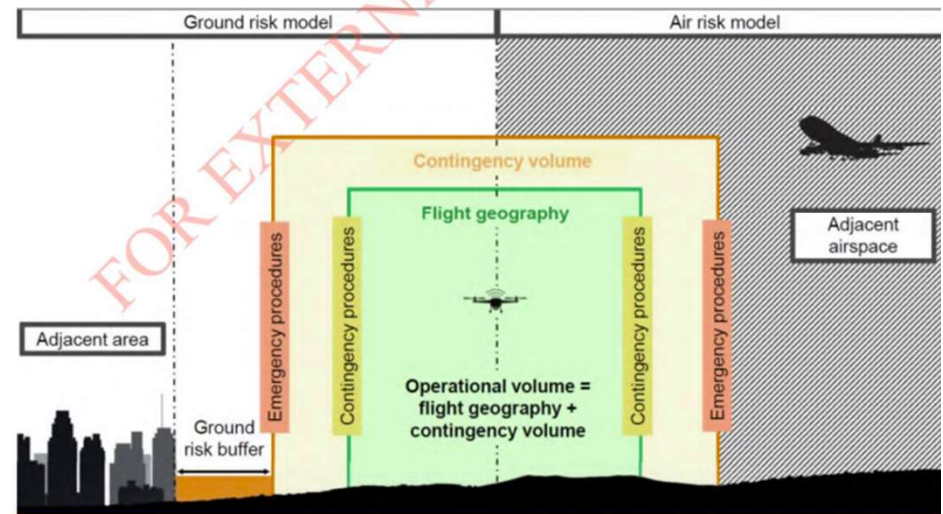
新版SORA 2.5的差異

➤ 取消Air Risk Buffer

v2.0



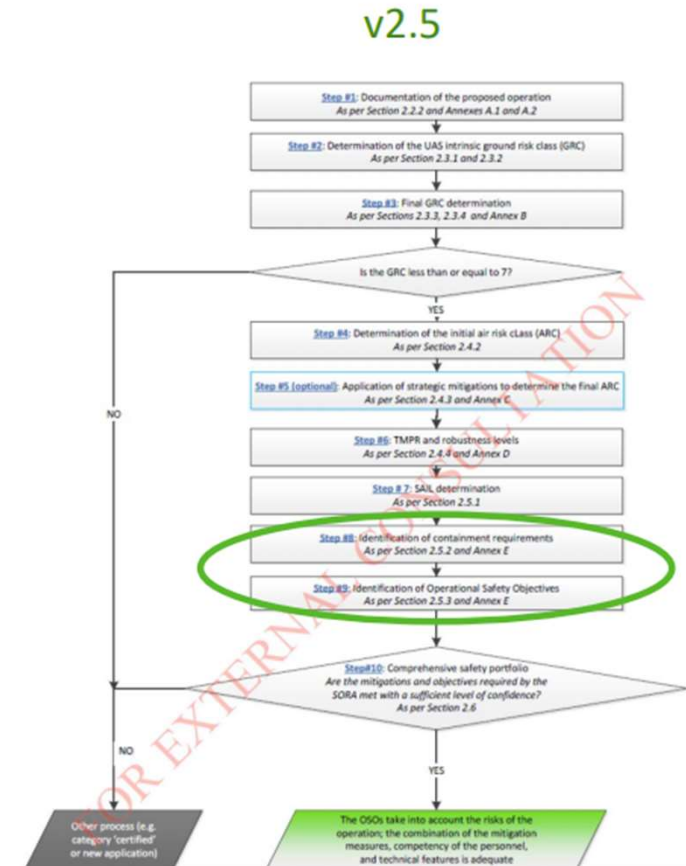
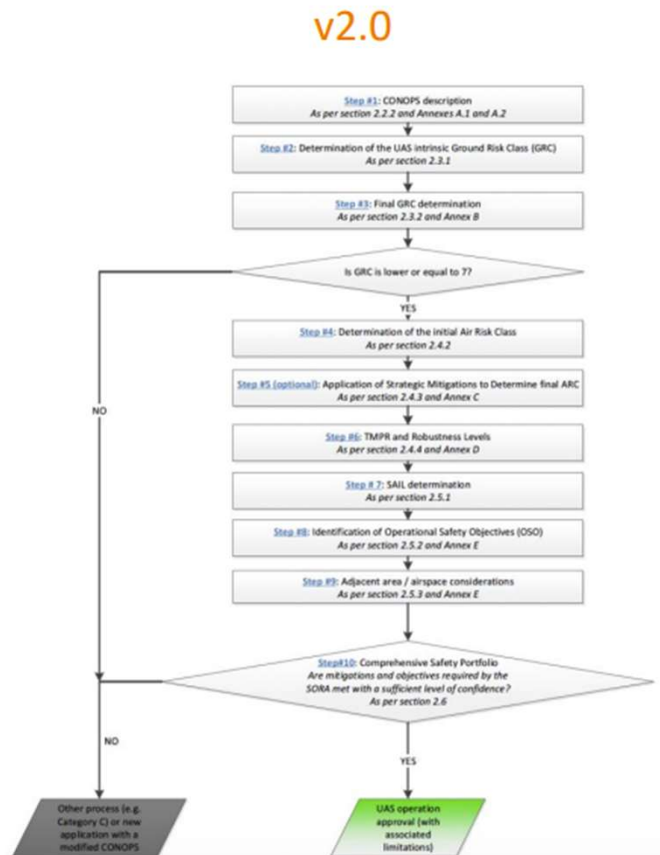
v2.5



新版SORA 2.5的差異

- 從原本的OSO安全目標分成OSO和Containment requirements遏止要求，主要概念就是避免載具侵入

鄰近區
Content change: Process outline



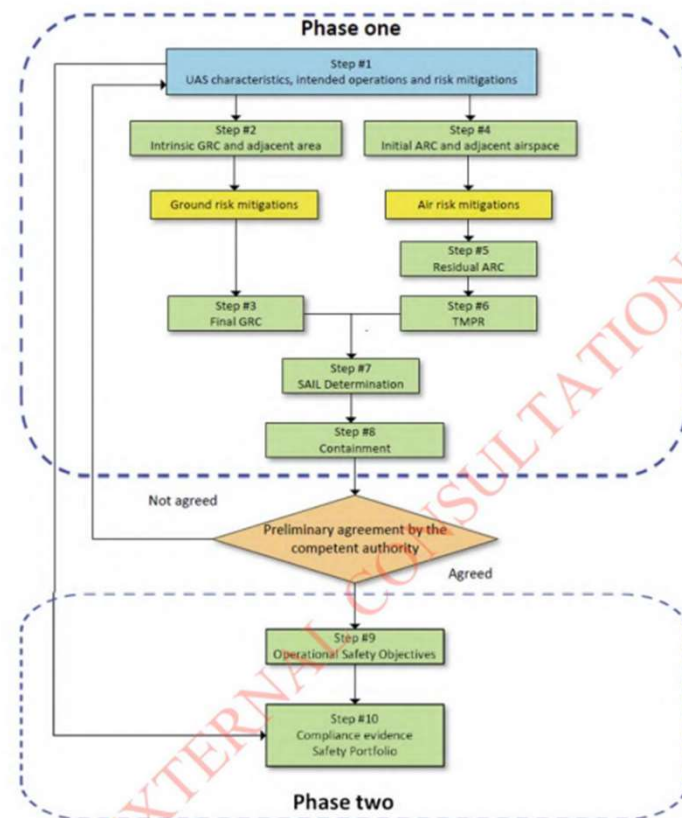
新版SORA 2.5的差異

- 2.5將評估分成兩階段，第一階段審核過程有問題就退件，操作者就不需要提供第二階段的OSO的證據和符合度矩陣，可以簡化流程

Content change: SORA Phases (new)

v2.5

This iterative process may be split into two phases, as described. This approach should minimise the risk of further iterations in the UAS design, in the envisaged operations and the envisaged risk mitigations.



新版SORA 2.5的差異

➤ 地面風險評估從抽象定性評估轉為定量化評估

Document: **Main Body / Annex F**

Content change: **Step #2 - The ground risk process**

v2.0

v2.5

Intrinsic UAS Ground Risk Class				
Max UAS characteristics dimension	1 m / approx. 3ft	3 m / approx. 10ft	8 m / approx. 25ft	>8 m / approx. 25ft
Typical kinetic energy expected	< 700 J (approx. 529 Ft Lb)	< 34 KJ (approx. 25000 Ft Lb)	< 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)	> 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)
Operational scenarios				
VLOS/BVLOS over controlled ground area	1	2	3	4
VLOS in sparsely populated environment	2	3	4	5
BVLOS in sparsely populated environment	3	4	5	6
VLOS in populated environment	4	5	6	8
BVLOS in populated environment	5	6	8	10
VLOS over gathering of people	7			
BVLOS over gathering of people	8			

Table 2 – Intrinsic Ground Risk Classes (GRC) Determination

Intrinsic UAS Ground Risk Class						
Max UA characteristics dimension		1 m	3 m	8 m	20 m	40 m
Max cruise speed		25 m/s	35 m/s	75 m/s	150 m/s	200 m/s
Maximum iGRC population density (ppl/km²)	Controlled ground area	1	2	3	4	5
	< 25	3	4	5	6	7
	< 250	4	5	6	7	8
	< 2,500	5	6	7	8	9
	< 25,000	6	7	8	9	10
				9	10	11

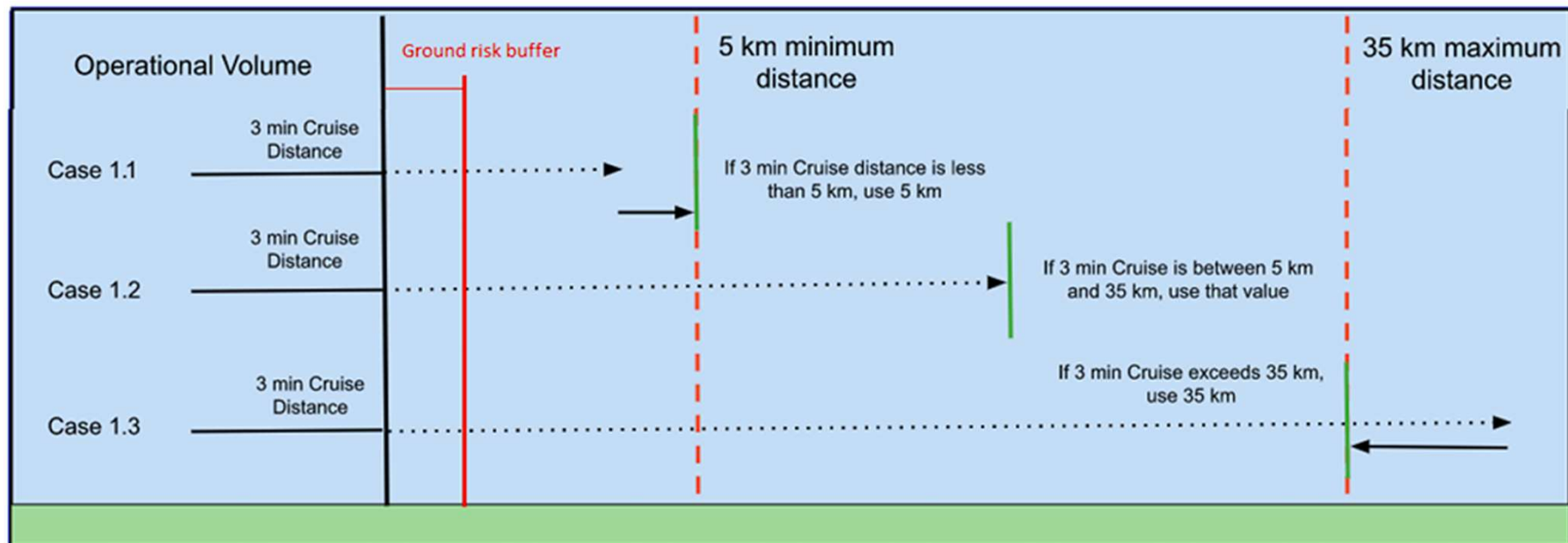
Category C Operations (Not part of SORA)
(GRC) Determination

Quantitative Population Value (ppl/km ²)	< 25	< 250	< 2,500	< 25,000	< 250,000	> 250,000
Qualitative Description	Rural	Sparsely Populated	Suburban	Urban	Dense Urban	Assembly of people 10,000 is the minimum number of people to qualify for assembly of people

新版SORA 2.5的差異

- 2.0提出鄰近區概念，2.5才提供鄰近區size的參考建議值

Size of the adjacent area



結語



結語



- JARUS SORA提供了一套的風險評估模式，可以讓審核單位(地方主管機關)及申請人，在同一套基準中評估風險。
- SORA重視設備的可靠度，在風險高的地方需要高可靠度的設備/操作水準。可以參考VCRI表或MOC(means of compliance)的概念，請申請者提供載具的驗測資料。
- 在SORA的風險評估中，載具失控的緊急應變操作(ERP)、任務的作業概念(ConOps)是評估的核心，分析過程中應隨時回頭檢驗這些內容。
- SORA中的安全履歷(CSP)與作業手冊的概念接近，可以參考JARUS對CSP的更新微調作業手冊內容。



提報完畢
恭請指導