

航空安全管理趨勢與績效管理分析
應用於我國飛安監理之研究
(期中進度報告 / 期末報告)

執行期間：114 年 04 月 01 日至 115 年 03 月 31 日

執行單位：財團法人成大研究發展基金會、國立成功大學民航研究所

委託單位：財團法人中華航空事業發展基金會、交通部民用航空局

計畫主持人：賴盈誌 教授

計畫共同主持人：袁曉峰 教授

學生：侯冠亦、曾昱誠、梁文承

中華民國 115 年 03 月 31 日

摘要

本計畫旨在探討國際航空安全管理趨勢與安全績效管理之發展，並分析應用於我國飛安監理之相關作法。研究內容首先整理國際間先進國家之 SSP (國家安全計畫)、NASP (國家航空安全計畫) 與 SMS (安全管理系統) 之重點項目，並比較 ICAO、歐洲、美國、澳洲及新加坡等國在航空安全監理政策、風險管理架構與安全績效指標運用上的差異，作為我國飛安監理制度持續精進之參考。

本研究進一步探討國際間安全績效指標 (SPI) 與安全提升措施 (SEI) 之訂定、修訂及運用方式，並整理各國年度安全報告、NASP 執行成效及最新飛航安全分析工具之發展趨勢。研究結果顯示，國際飛安管理已逐步朝向以風險為導向、以資料分析為基礎及以績效管理為核心之發展模式，透過安全議題辨識、風險評估、行動規劃及成效追蹤，形成持續修正的管理機制。

另由我國近年飛安事件與風險現況分析可知，異常跑道接觸、跑道偏離、飛行中失控、遭遇亂流及系統/零件故障等議題，為未來監理上持續關注之重點。綜合研究成果，本計畫彙整國際飛安管理制度、安全議題分類方式與風險統計分析架構，提供我國後續辦理安全績效監測、安全行動規劃及飛安監理制度精進之參考，以提升整體航空安全治理之效能與前瞻性。

關鍵字：航空安全管理、國家航空安全計畫 (NASP)、安全管理系統 (SMS)、安全績效指標 (SPI)、安全提升措施 (SEI)

目錄

摘要	2
圖目錄	錯誤! 尚未定義書籤。
表目錄	錯誤! 尚未定義書籤。
中英文縮寫對照表	錯誤! 尚未定義書籤。
第 1 章 前言	5
1.1 前期計畫成果概述與背景說明	5
1.2 本期研究計畫與報告概述	5
第 2 章 探討國際間安全績效指標之訂定及運用，研究我國飛航安全風險現況與未來發展建議	6
2.1 國際間飛航安全最新重點議題與監理機關安全績效指標訂與運用	6
2.1.1 全球飛航安全重點議題	6
2.1.2 歐洲飛航安全管理系統 (SRM) 運作流程	錯誤! 尚未定義書籤。
2.1.3 歐洲重點安全議題與安全績效指標統整	錯誤! 尚未定義書籤。
2.1.4 澳洲、美國、新加坡重點安全議題與安全績效指標統整	錯誤! 尚未定義書籤。
2.2 統整我國近年飛航安全議題與安全風險現況發展	錯誤! 尚未定義書籤。
2.2.1 我國近年安全重點議題統整	錯誤! 尚未定義書籤。
第 3 章 整理各國報告重點項目、執行成效以及最新飛航分析工具發展，提出未來我國飛航安全管理發展之建議	8
3.1 整理各國年度風險重點議題與 SPI、SEI 修訂關聯	8
3.1.1 全球年度報告重點議題	9
3.1.2 歐洲年度報告重點議題	錯誤! 尚未定義書籤。
3.1.3 澳洲年度報告重點與行動	錯誤! 尚未定義書籤。
3.2 國際飛航安全相關工具發展與 SPI/SEI 修訂之應用	錯誤! 尚未定義書籤。
3.2.1 五大風險議題相關工具與應用	錯誤! 尚未定義書籤。
3.2.2 新興風險議題工具與應用	錯誤! 尚未定義書籤。

第 4 章 結合國際飛航安全管理趨勢與績效管理分析應用之未來我國監理政策與方向建議.....	10
4.1 比較國際間重點項目與我國飛航安全管理現況..	錯誤! 尚未定義書籤。
4.2 總結未來我國飛航安全監理發展參考方向.....	錯誤! 尚未定義書籤。
第 5 章 結論.....	12
參考文件.....	錯誤! 尚未定義書籤。
附件.....	錯誤! 尚未定義書籤。
附件一 FDM SPI 架構與分類.....	錯誤! 尚未定義書籤。
附件二 跑道安全成熟度檢查表.....	錯誤! 尚未定義書籤。
附件三 各類高風險 (HRC) 及前兆風險所列事件摘要.	錯誤! 尚未定義書籤。

第 1 章 前言

1.1 前期計畫成果概述與背景說明

前期計畫主要針對國際飛航安全管理制度、實務運作模式及績效管理機制進行系統性整理與比較分析，作為我國飛航安全管理制度精進之研究基礎。研究重點首先在於探討美國、歐盟、英國、德國及中國等航空先進國家之國家安全計畫（State Safety Programme, SSP）與國家飛航安全計畫（National Aviation Safety Plan, NASP）發展現況，並就制度架構、政策理念、執行策略及推動重點進行比較分析，以掌握國際飛航安全管理之發展方向，並據以檢視我國現行制度與國際作法間之差異，作為後續制度精進與政策規劃之依據。

1.2 本期研究計畫與報告概述

本期研究計畫進一步就國際飛航安全管理趨勢、安全績效管理機制及應用於我國飛安監理之可行方向進行深入分析，並整理相關研究成果提出政策與制度建議。研究重點首先在於持續彙整國際航空先進國家之飛航安全管理制度發展現況，聚焦於各國 SSP、NASP 之重點項目、推動方向及修訂情形，透過比較分析掌握國際飛航安全管理之最新趨勢，並檢視我國現行飛安監理制度於國際發展脈絡下之定位與差異，作為後續監理機制精進之依據。

其次，本期研究進一步蒐集國際間飛航安全管理系統、監理政策及風險管理實務之最新發展，並就各國於安全資料蒐集、風險辨識、監測分析、資訊共享及監理應用等面向之制度設計與推動經驗進行整理，瞭解國際監理實務之演進方向及對我國之啟示。另透過彙整近年國際間重要安全議題與飛安風險發展趨勢，分析我國飛安監理重點、潛在風險領域及未來可能精進方向，以強化我國飛航安全管理之完整性與前瞻性。

在研究內容方面，本期計畫著重於安全績效指標之應用分析，透過彙整各國監理機關就安全議題、安全行動及安全績效指標之調整情形，分析指標修訂邏輯、績效管理作法及回饋機制，並與我國現況進行對照分析，以作為我國精進安全績效管理制度之參考。同時，本研究納入各國年度安全報告、NASP 執行成果及飛航安全分析工具發展現況之探討，評估國際制度發展與實務應用成果，提出我國未來飛安監理制度與安全績效管理架構之精進建議。

第2章 探討國際間安全績效指標之訂定及運用，研究我國飛 航安全風險現況與未來發展建議

隨著國際飛航安全管理逐步由傳統符合性監理朝向風險導向與績效導向管理發展，安全績效指標（Safety Performance Indicator, SPI）已成為各國民航主管機關及國際組織推動安全管理制度之重要工具。國際民航組織（ICAO）透過國家安全計畫（SSP）及安全管理系統（SMS）架構，強調各國應依飛安風險特性、監理需求及政策目標，建立適切之安全績效指標與安全績效目標，作為安全監測、風險評估及監理資源配置之重要依據。近年來，美國聯邦航空總署（FAA）、歐盟航空安全總署（EASA）及其他航空先進國家，持續依據重點風險議題調整安全績效指標項目，並結合資料分析、事件通報及風險趨勢判讀，以強化飛安監理決策之有效性與前瞻性。

2.1 國際間飛航安全最新重點議題與監理機關安全績效指標訂與運用

國際飛航安全管理已逐步朝向以風險辨識、績效監測及資料分析為核心之管理模式發展。國際民航組織（ICAO）透過全球飛航安全計畫（GASP）與年度安全報告，持續提出全球飛航安全重點議題，並將可控飛行撞地、飛行中失控、跑道偏離、跑道入侵、空中相撞，以及系統/零件故障、亂流與異常跑道接觸等風險事件，納入各國飛安監理關注重點。

在此趨勢下，各國監理機關持續依據安全議題之變化情形，調整安全績效指標之內容與運用方式。例如歐洲航空安全總署（EASA）已建立以安全風險管理（SRM）為核心之運作流程，透過議題識別、風險評估、規劃執行與績效衡量等步驟，將年度安全報告、國家安全計畫及安全績效指標相互連結，作為監理決策與資源配置之依據；部分國家依據各自作業環境與風險特性，發展具代表性之安全議題分類及指標調整機制，以強化安全管理之系統性與前瞻性。

本節將就國際間飛航安全最新重點議題，以及主要監理機關安全績效指標之修定與運用方式加以整理，說明在飛安風險管理、監測分析及政策推動上之應用情形，並作為後續檢視我國飛航安全議題與安全績效管理發展之參考。

2.1.1 全球飛航安全重點議題

ICAO 2026-2028 GASP

依據國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）2026–2028 年全球飛航安全計畫（Global Aviation Safety Plan, GASP），ICAO 仍以全球高風險事件作為飛航安全管理的重要主軸，並將相關風險項目納入 GOAL 1 之重點監控範圍。相較於過去版本，2026–2028 年版 GASP 大致延續既有風險架構，但同時擴大納入其他具代表性之風險事件，以反映近年全球飛航安全風險型態與關注重點之變化。重點歸納如下：

1. 延續五大高風險事件架構

2026–2028 年版 GASP 仍延續原先五大高風險事件類別，包括可控飛行撞地（Controlled Flight into Terrain, CFIT）、飛行中失控（Loss of Control In-flight, LOC-I）、空中相撞（Mid-Air Collision, MAC）、跑道偏離（Runway Excursion, RE）及跑道入侵（Runway Incursion, RI），作為全球飛安管理持續關注之主要項目。

2. 納入其他全球性風險事件

除前述五大高風險事件外，ICAO 於本版 GASP 中納入其他全球性風險事件，包括異常跑道接地（Abnormal Runway Contact, ARC）、系統/零組件故障或失效（System/Component Failure or Malfunction-Non-Powerplant, SCF-NP），以及遭遇亂流（Turbulence, TURB）等項目，以擴大飛航安全風險監測範圍。

3. 全球飛安關注範圍擴大

雖然上述新增項目不一定都屬於致命事故風險最高之類別，但從近年事故及重大風險事件統計結果觀察，仍具有相當代表性。此一調整顯示，全球飛安管理之關注範圍，已由傳統重大事故類型，逐步擴及與航機運作安全密切相關之重要風險議題。

第3章 整理各國報告重點項目、執行成效以及最新飛航分析 工具發展，提出未來我國飛航安全管理發展之建議

本章主要就各國年度飛航安全報告所揭示之重點風險議題、執行成效及最新飛航分析工具發展情形進行整理與分析，並綜合國際間近年飛航安全管理之推動方向，作為提出我國未來飛航安全管理發展建議之基礎。相較於前章著重於各國飛航安全管理制度、監理趨勢及安全績效指標架構之比較，本章進一步聚焦於各國年度安全報告、風險重點議題之調整情形，以及安全績效指標（Safety Performance Indicator, SPI）與安全強化措施（Safety Enhancement Initiative, SEI）之修訂與連動關係，藉以掌握各國如何將風險辨識結果轉化為具體安全行動與績效管理作為。

近年各國飛航安全管理已逐步由制度建構與目標設定，進一步走向以年度風險議題滾動檢討為核心之推動模式，並透過年度安全報告、風險組合分析及安全行動追蹤，持續修正國家層級之安全管理重點。飛航安全管理不僅在於建立整體制度架構，更在於能否依據實際風險變化、事件趨勢及執行成果，適時調整安全議題排序、修正安全績效指標，並提出相對應之安全強化措施，以提升風險管理之即時性與有效性。

3.1 整理各國年度風險重點議題與 SPI、SEI 修訂關聯

本節主要針對各國年度飛航安全報告所呈現之風險重點議題進行整理，並進一步分析安全績效指標（Safety Performance Indicator, SPI）及安全強化措施（Safety Enhancement Initiative, SEI）修訂間之關聯性。相較於前節著重制度架構、監理趨勢及整體安全管理方向之比較，本節則進一步聚焦於年度安全報告所反映之實際風險變化，藉由觀察各年度重點議題之調整內容、指標修正方向及安全行動配置方式，掌握各國如何依據飛安事件趨勢與風險監測結果，持續修正安全管理重點。

近年飛航安全管理逐步朝向以年度風險議題滾動檢討為核心之推動模式，各國除透過年度報告盤點事故、嚴重事件及前兆事件之變化情形外，逐步將風險議題辨識結果與 SPI 及 SEI 之修訂相互連結，使安全績效管理與風險改善措施

得以更具體反映當前飛安關注重點。換言之，年度報告不僅作為安全現況之彙整文件，已成為檢視安全目標調整、指標修訂及行動優先順序之重要依據。

3.1.1 全球年度報告重點議題

ICAO Global Aviation Safety Plan

1. Goal 1 重點調整

- (1) 2023–2025 年版主要聚焦於降低定期航班之全球失事率，並以單年失事率作為觀察基礎。
- (2) 2026–2028 年版則進一步細分為：
 - 降低全球失事率。
 - 降低五大全球高風險類別（G-HRC）之失事率及重大意外率。
 - 降低其他全球風險類別（ARC、SCF-NP、TURB）之失事率及重大意外率。
- (3) 衡量方式由原以單一年度為基礎，調整為採五年滾動平均值，以利更穩定反映風險變動情形。

2. 安全績效指標（SPI）之調整

- (1) 2023–2025 年版主要指標包括：
 - 失事件數。
 - 每百萬架次失事數。
 - 致命失事件數。
 - 每百萬架次致命失事數。
 - 死亡 S 人數。
 - 依旅客暴露量計算之死亡率。
 - 與高風險事件類別（HRC）相關事件之占比。
- (2) 2026–2028 年版除延續既有指標外，並新增或強化下列項目：
 - 全球高風險事件類別之失事率及占有所有事件之百分比。
 - 全球高風險事件類別之重大意外率及占有所有重大意外之百分比。
 - 其他全球性風險事件之失事率、重大意外率、致死率及死亡率。
 - 每十億旅客之受傷人數及受傷率。

3. 年度報告重點議題之趨勢

- (1) ICAO 年度報告重點已由過去較著重於失事率與致命失事，逐步擴展至高風險但未必致命之重大意外、受傷事件及特定風險類別之監測。
- (2) 安全管理思維由傳統結果導向指標，逐步轉向兼顧風險類別辨識、前兆監控及長期趨勢觀察之績效管理模式。

第4章 結合國際飛航安全管理趨勢與績效管理分析應用之未來我國監理政策與方向建議

本章以前述各章對國際飛航安全管理趨勢、安全績效管理架構、年度風險議題修訂情形及飛安分析工具發展之整理與分析為基礎，進一步結合我國現行飛航安全管理制度與監理作法，提出未來我國飛航安全監理政策與方向建議。相較於前章著重於各國年度安全報告所揭示之重點風險議題、執行成效，以及安全績效指標（Safety Performance Indicator, SPI）、安全強化措施（Safety Enhancement Initiative, SEI）與相關分析工具之應用情形，本章則進一步聚焦於國際重點項目與我國現行飛航安全管理內容之對照分析，藉以掌握我國制度架構與國際發展方向之對應情形，並作為後續提出整體監理發展建議之基礎。

近年國際飛航安全管理已逐步由制度建構、目標設定與風險議題辨識，進一步走向結合資料分析、事件趨勢監測、工具應用及安全行動滾動修正之整合推動模式。此一發展顯示，飛航安全管理除須具備國家層級之制度架構與推動目標外，須持續依據實際風險變化、年度重點議題調整、執行成果及新興風險發展情形，檢視現行監理作法與制度內容之適切性。換言之，飛航安全管理之重點，已不僅在於制度是否建立，更在於制度內容、風險議題排序、監測方式及安全行動，能否與國際發展方向及實際運作需求相互對應。

本章首先將於 4.1 節比較國際間重點項目與我國飛航安全管理現況，並就風險分類方法、國際重點風險議題及事件報告系統等面向進行整理與對照，以掌握我國現行飛航安全管理制度與國際推動方向之連結情形；再於 4.2 節綜合前述比較結果，提出未來我國飛航安全監理政策與方向建議，作為後續制度規劃與管理應用之參考。

4.1 比較國際間重點項目與我國飛航安全管理現況

本節比較內容，主要包括國際間重點風險議題與我國現行管理重點之對照、飛安事件報告系統與分類架構之比較，以及我國未來風險分類方式之可能發展方向。其中國際重點風險議題部分，將整理新加坡、澳洲、美國及歐洲近年較受重視之風險管理重點，並與我國現行於可控飛行撞地、飛行中失控、空中相撞、跑道偏離及跑道入侵等高風險事件之管理作法相互對照；事件報告系統部分，則比較 ICAO ADREP、FAA CICTT、澳洲 ATSB、EASA ECCAIRS 及我國現行 FSMIS 之分類邏輯與應用差異，以說明不同系統在事件統計、風險分析及安全議題細化上之特性。另就我國未來分類架構發展而言，將說明在現行資料

量條件下，如何先以較高層級之風險分類作為基礎，並參考澳洲三層式分類方式逐步建立較完整之風險統計與分析架構。以下即先就國際間重點項目與我國飛航安全管理現況之比較進行說明。

我國現行風險分類方式與未來分層架構方向

我國現行因強制事件通報資料量相對有限，較適合採用較高層級之事故風險分類方式，以利事件統計、趨勢觀察及重點風險議題之初步辨識。現階段我國既有使用之 CICTT 風險分類標準 (ADREP)，就五大高風險議題及其他較常見事件類型，建立較為簡明且具一致性之分類架構，作為安全績效指標統計與風險監測之基礎。相較之下，EASA 安全議題 (Safety Issues, SI) 之分類較細，適合在資料量較充足時分析特定議題及其原因。

因此，若就我國未來制度發展方向而言，較合宜之作法並非直接全面採用 EASA 現行較複雜之 SI 分類方式，而是可先參考澳洲 ATSB 之三層式風險分類架構，建立由主要風險領域、次分類到具體事件型態之分層整理方式。如圖 4-1 所示，此作法一方面較符合我國現階段資料條件與統計需求，另一方面可保留後續向下細分之彈性，使我國未來於資料量逐步累積後，得以再進一步銜接至 EASA 安全議題層級之細部分析。換言之，我國風險分類制度可先採「高層級分類為主、逐步細化為輔」之發展方式，先建立可視化風險統計與監測架構，可視化統計可以供後續在修訂安全績效指標、sei, action 為他們修訂的數據基礎，再依資料成熟度與管理需求，逐步擴充至更細緻之安全議題分析。

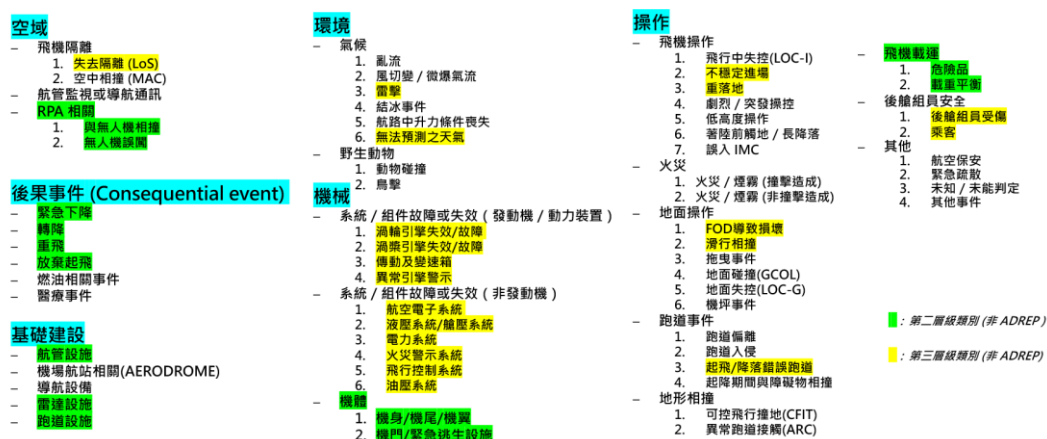


圖 4-1 我國未來三層式風險分類方法架構參考

第 5 章 結論

本研究透過整理國際航空安全管理制度與安全績效管理架構，分析全球航空安全計畫（GASP）、各國國家航空安全計畫（NASP）及安全績效指標、安全行動架構之發展情形，並比較歐洲、美國、澳洲及新加坡等國近年飛安重點議題與安全議題調整方向，作為我國未來飛航安全監理與風險管理制度發展之參考。研究結果顯示，近年國際飛航安全管理已由制度建構與目標設定，逐步發展為結合年度重點議題檢討、資料分析、風險分類及安全行動滾動修正之推動模式，飛安管理之重點已不僅在於制度建立，更在於能否持續依據實際風險變化與執行成果，調整監理重點及安全績效管理內容。

在國際比較方面，本研究已完成 ICAO GASP 全球飛航安全重點議題之整理，並統整歐洲、澳洲、美國及新加坡等國於年度報告中所呈現之重點風險議題、安全績效指標（SPI）、安全強化措施（SEI）及安全行動內容。研究結果顯示，各國雖因監理架構、資料條件及產業環境不同而有差異，共通方向均在於透過年度報告及事件資料持續辨識高風險議題，並將風險辨識結果轉化為具體監理措施與績效追蹤項目。另透過我國近三年強制報告之初步整理，可作為辨識我國共通安全議題及優先關注風險之基礎。

在飛安分析工具方面，本研究進一步整理近年各國針對五大風險議題及新興風險議題所發展之分析工具與應用方式，包括地形與障礙物資料、警告系統、飛航資料分析平台、風險評估工具、合成數據及數位空域管理架構等。研究結果顯示，國際飛安管理已逐步由單純事件統計分析，發展為結合資料整合、風險預測、模擬分析及智慧化應用之整合管理模式，作為建立與監測 SPI、SEI 的依據。

綜合前述分析，本研究提出我國未來可優先參考之方向，包括建立符合我國資料條件之風險分類架構，並逐步建置可視化資料庫，作為後續安全績效指標監測與安全強化措施訂定之基礎；也可依我國優先風險議題，參考國際作法提出相對應之 SPI、SEI 及安全監理架構內容。後續若能持續追蹤我國強制性事件報告、年度報告重點，並依據風險趨勢滾動分析與修正相關 SPI、SEI 及 Action，將有助於提升我國飛航安全管理之系統性、即時性與實務應用性。