

出國報告（出國類別：其他）

參加 2017 年歐盟飛航資料監控會議 出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：副飛安調查全官／官文霖

派赴國家：德國科隆市

出國期間：民國 106 年 6 月 10 日至 6 月 15 日

報告日期：民國 106 年 6 月 28 日

目次

一、目的	2
二、過程	3
三、心得	9
3.1 歐盟飛航資料監控工作小組	9
3.1.1 飛航資料監控協調工作組	9
3.1.2 歐盟民航業者飛航資料監控工作小組	11
3.2 大型民航機飛航資料監控議題	13
3.2.1 全日空 Furikaeri 計畫	13
3.2.2 飛航資料監控的客製化發展	14
3.3 直昇機飛航資料監控議題	16
3.3.1 直昇機飛航資料監控指引	16
3.3.2 直昇機執行離岸任務之飛航資料監控議題	17
3.4 大數據應用	18
3.4.1 美國航空安全資料分析與分享計畫	19
3.4.2 歐盟民航資料安全計畫	22
3.4.3 機器學習	23
四、建議	28

一、目的

為持續提升本會的調查技術並與國際同業經驗交流，職奉派參加第加 2017 年第五屆歐盟飛航資料監控會議，約 100 餘人參加，計 26 篇技術論文。

本次會議主題有三項，包括：大型民航機飛航資料監控（flight data monitoring, FDM）、直昇機飛航資料監控（HFDM）、大數據（big data）應用。技術研習提報論文，22 篇調查技術研討會論文，及 5 篇學生論文。本會於會中發表一篇論文「可控飛行撞地案例探討」，與會人員對於飛航資料的調查應用，事故發生順序等分析有熱烈討論。

本次會議所蒐集資料極為多樣與珍貴，研擬作為未來飛安研究的參考資料與資訊交流的教材，圖 3.1 為歐洲航空安全局的外觀圖，會議地點位於該大樓後方的 Cologne Marriott 旅館。該地區屬科隆市的市中心。



圖 3.1 EASA 總部外觀圖

二、過程

出國地區及行程

日期		起迄地點	詳細任務
06	10-11	台北-法蘭克福-科隆	起程
06	12-13	科隆	會議
06	14-15	科隆-法蘭克福-台北	返程

2017 年歐盟飛航資料監控會議

會議重點：民航業者及安全機構的安全經驗交流、飛航資料監控技術與應用、整合安全管理系統、民航大數據發展趨勢等。

6月12日

TIME	TITLE, SPEAKER	議程註解
8:00 H – 8:30 H	REGISTRATION AND WELCOME COFFEE	會議註冊及報到
8:30 H – 8:45 H	OPENING REMARKS Erick Ferrandez (EASA)	開幕致詞 歐洲航空安全局 國際合作處處長
08:45 H – 10:30 H	Assessment Practices Individualised FDM Reports to Pilots Frank Hitzbleck (CARGOLUX) FDM Individualised Yann Duval (AIGLE AZUR) FURIKAERI – Looking back into one's behaviour Hideo Morioka (ALL NIPPON AIRWAYS)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供飛行員個人的化飛航資料監控報告及評估作法 2. 飛航資料監控的客製化發展 3. 提供飛行員個人化的飛航資料監控報告及飛航動畫之作為

	Monitoring Visual Approaches Leopold Sartorius (ATR) Q&A	4. 目視進場的飛航資料 監控作法 場次提問
10:30 H – 11:00 H	COFFEE BREAK	
11:00 H – 12:50 H	FDM Practical Applications and Studies Hard Landings Monica Falcon (EMBRAER) Runway Overrun Risk Camille Lafargue and Jerome Rodriguez (Air France) Redefining Loss of Control In Flight Mike Bromfield (Coventry University) Crosswind and Tailwind Reconstruction Peter van der Geest (NLR) Q&A	飛航資料監控之實際案例 與研習 1. 重落地分析技術 2. 衝出跑道風險分析 3. 重新定義空中失控事 件之監控指標 4. 重建航機之風場資料 場次提問
12:50 H – 14:20 H	LUNCH	
14:20 H – 16:10 H	Helicopter FDM Stabilised Approach to SAR – Helicopter Perspective Andrew Rognmo-Hodge (Luftransport RW AS) Helicopter Offshore FDM	直昇機飛航資料監控 1. 救援直昇機發展飛航 資料監控之挑戰與進 展 2. 直昇機執行離岸任務 之飛航資料監控議題

	<p>programmes - EASA perspective Guillaume Aigoïn (EASA) CAA UK Helicopter FDM Dave Howson (CAA UK)</p> <p>Q&A</p> <p>Advanced Computation Techniques Air Safety Reports Processing Corinne Bieder and Thierry Klein (ENAC - Ecole Nationale de l'Aviation Civile) Ice Crystals Detection from TAT anomalies Á lvaro Rodríguez-Sanz (Universidad Politécnica de Madrid) An ATR 72 CFIT Accident Analysis (ASC – Michael GUAN)</p> <p>Q&A</p>	<p>3. 英國之直昇機飛航資料監控經驗分享</p> <p>場次提問</p> <p>4. 電腦運算技術於航空安全報告之資料探勘應用</p> <p>5. 航機總溫異常事件與飛行中遭遇冰晶的分析</p> <p>6. 可控飛行撞地案例探討</p> <p>場次提問</p>
16:10 H – 16:40 H	COFFEE BREAK	
16:40 H – 17:30 H	<p>Briefings</p> <p>EAFDM Guillaume Aigoïn (EASA) EOFDM Working Group A</p>	<p>工作小組進度提報</p> <p>W/G A 組</p>

	<p>Lukas Hoehndorf (TUM – Technische Universität München)</p> <p>EOFDM Working Group B</p> <p>Pedro Duarte (Netjets) and David Barry (Cranfield University)</p> <p>EOFDM Working Group C</p> <p>Guillaume Aigoïn (EASA)</p> <p>Q&A</p>	<p>W/G B 組</p> <p>W/G C 組</p> <p>場次提問</p>
17:30 H – 17:40 H	FINAL REMARKS	當日總結會議

6月13日

8:00 H – 8:30 H	WELCOME COFFEE	
08:30 H – 10:30 H	<p>Big Data Programs</p> <p>ASIAS – Data Fusion</p> <p>Michael Quiello (United Airlines), Steve Jangelis (ALPA)</p> <p>EASA D4S (Data for Safety)</p> <p>Erick Ferrandez and Léopold Viroles (EASA), Bert Bonke (European Cockpit Association)</p> <p>Experience with Big Data Programs</p> <p>Terry McVennes (Boeing) and Neil Raaz (American Airlines)</p> <p>Q&A</p>	<p>大數據議題</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 美國 FAA 航空安全資料分析與分享計畫 (ASIAS) 2. 歐盟大數據計畫 (D4S) 3. 波音公司及美國航空公司發展大數據之經驗分享 <p>場次提問</p>

10:30 H – 11:00 H	COFFEE BREAK	
11:00 H – 13:10 H	<p>Big Data and Machine Learning</p> <p>Comparing Fuel Flow using a Cluster Method Phillip Koppitz (TUM – Technische Universität München)</p> <p>Analysis of Flight Data Using Clustering Techniques for Detecting Abnormal Operations Lishuai Li and Florent Charruaud (City University of Hong Kong)</p> <p>Applying Big Data technology to Uncommanded Roll Marko Vasiljevski (Flight Data Services)</p> <p>The Risk Observatory Gerben van Baren (NLR)</p> <p>Q&A</p>	<p>大數據分析及機器學習場次</p> <p>1. 應用叢集分析方法於航機燃油效率</p> <p>2. 應用叢集分析方法偵測航班的異常操作</p> <p>3. 應用大數據分析航機的異常滾轉</p> <p>4. 飛航飛險監控平台</p> <p>場次提問</p>
13:10 H – 14:35H	LUNCH	
14:35 H – 16:20 H	<p>Big Data and Machine Learning</p> <p>Runway decision support tools through machine learning Floris Herrema (TU Delft)</p> <p>Machine learning in FDM Julian Ohelin (Lufthansa)</p>	<p>大數據分析及機器學習場次</p> <p>1. 機器學習於跑道決策工具之發展</p>

	Multi-layered data in Air Traffic Management Carlo Valbonesi (dblue) Q&A	2. 應用機器學習於多維度 飛航管制資料 場次提問
16:20 H – 16:30 H	FINAL REMARKS	閉幕致詞

三、心得

本次會議主題有三項，包括：大型民航機飛航資料監控（flight data monitoring）、直昇機飛航資料監控、大數據（big data）應用。以下分成四個章節探討：3.1 歐盟飛航資料監控工作小組、3.2 大型民航機飛航資料監控議題、3.3 直昇機飛航資料監控議題、3.4 大數據應用。

3.1 歐盟飛航資料監控工作小組

歐盟飛航資料監控工作小組區分為歐洲航空安全局（EASA）主導的飛航資料監控協調工作組（European Authorities Coordination Group on Flight Data Monitoring, EAFDM），及歐盟民航業者飛航資料監控工作小組（European Operators Flight Data Monitoring, EOFDM）。EAFDM 只有歐盟會員國的民航監機關可以參加，EOFDM 除歐盟的民航業者，世界各地的飛安研究機構，事故調查機構都開放參加。

3.1.1 飛航資料監控協調工作組

飛航資料監控協調工作組（EAFDM）屬於自願性及獨立的飛安倡議性質，成立於 2011 年，有 12 個會員國參加，每年召開兩次會議。EAFDM 三大目標：促進民航監理機關以積極態度推動飛航資料監控，並使其更為有效；為歐盟高度統一的飛安指標/飛安目標（Safety Performance Indicator/Safety Performance Target, SPI/SPT）作出具體貢獻；促進 EASA 與民航監理機關之間更深入理解整體的飛安議題。

EASA 根據 ICAO 的航空安全路線及歐盟航空安全計畫，來制訂 EAFDM 的工作方針，此階段的主要方針為 1.各會員國設置飛航資料監控論壇；2. 制訂標準化的飛航資料監控指標（FDM-based indicators）；3. 飛航資料監控的最佳查核作法。

按照 EAFDM 的相關技術文件，EASA 透過五項作為來整合飛航資料監控及安全管理系統：

1. Integration of FDM oversight into operator's Management System 整合飛航資料監控之查核於業者的安全管理系統中

FDM & SMS (preference Indicator, follow up of FDM events, feedback, internal audits)

2. Use of FDM data for training: how to assess it is appropriate? 運用飛航資料執行訓練

Not to “fly the FDM profile”, focus on safety issue, sufficient analysis

3. Preservation of FDM data in the case of a safety investigation 保全飛航資料支持事故調查

IIC free/full access to any relevant information or recorders

4. Level of access to FDM programme data by an inspector 查核員接觸飛航資料之訓練與畫分等級

✓ *NAA inspector be able to see FDM process, FDM indicators, risk control, trend analysis, ...etc.*

✓ *FDM support an ‘evidence-based’ approach in the audit*

5. Coordination with NAA safety promotion functions 飛安機關之間的安全推廣作為

✓ *Link to EU safety plans*

目前，EAFDM 制訂標準化的飛航資料監控指標四類別：

◆ 可控飛行撞地

■ CFIT.1 - (E)GPWS/TAWS Warning Trigger

◆ 空中接近

■ MAC.1 - TCAS/ACAS Resolution Advisory

◆ 衝出跑道

■ RE.1 - High speed rejected take-off

■ RE.2 - Take-off with abnormal configuration

■ RE.3 - Insufficient take-off performance

■ RE.4 - Unstable shortly before landing

■ RE.5 - Abnormal attitude or bounce at landing

■ RE.6 - Hard landing

- RE.7 - Aircraft lateral deviations at high speed on the ground
- RE.8 - Short rolling distance at landing

◆ 空中失控

- LOC-I.1 - Excessive roll attitude or roll rate
- LOC-I.2 - Stall protection trigger
- LOC-I.3 - Excessive speed / vertical speed / accelerations
- LOC-I.4 - Insufficient energy at high altitude
- LOC-I.5 - Low go-around or rejected landing
- LOC-I.6 - Reduced margin to manoeuvrability speed

3.1.2 歐盟民航業者飛航資料監控工作小組

歐盟民航業者飛航資料監控工作小組（EOFDM）屬於自願性及開放的飛安工作小組，成立於 2012 年，目前有三個工作小組，每年召開一次年度會議，期間透過視訊會議研討相關技術議題。EOFDM 兩大目標：促進民航業者實現飛航資料監控；協助民航業者於飛航資料監控工作獲得最大效益。

EOFDM 三個工作小組組長均由 EASA 的官員兼任，另開放遴選一位至兩位的業界專家代表。EAFDM 召開閉門會議時，會邀請 EOFDM 三個工作小組組長，詳圖 3.2。目前，A 組共有 35 位成員，根據 EAFDM 的規範文件及建議，定義共通性風險、安全防範措施、飛航資料監控的相關議題、如何與 SMS 整合等議題。B 組共有 48 位成員，根據 EAFDM 的規範文件及 A 組定義的共通性風險，發展飛航資料監控指標、偵測邏輯及相關飛航參數，並提出飛航紀錄器的相關改裝建議。C 組共有 18 位成員，根據 EAFDM 的規範文件及 A 組、B 組的相關文件彙編最佳實踐指引，制訂飛航資料監控與安全管理系統的整合教材，提供民航業者最佳作法與範例。

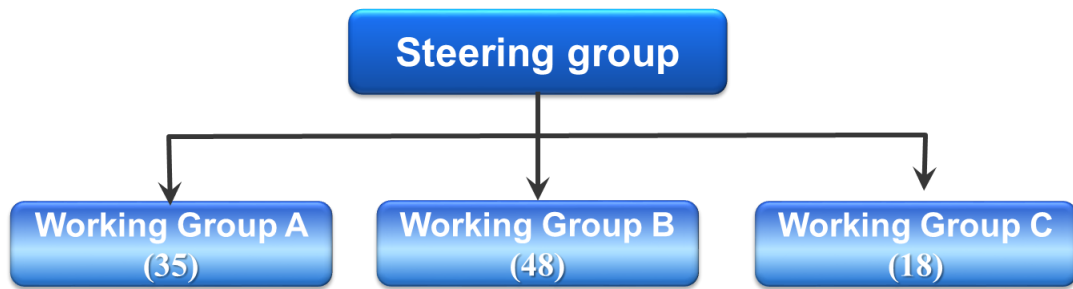


圖 3.2 EAFDM 協調組與 EOFDM 工作小組之關係圖

EOFDM 工作小組根據 EAFDM 的飛航資料監控指標四類別（可控飛行撞地、衝出跑道、空中接近、空中失控）著手發展飛航資料監控指標、偵測邏輯及相關飛航參數。近期的成果如下：

◆ 可控飛行撞地類別

<i>Number</i>	<i>Name</i>	<i>Influence</i>	<i>Complexity</i>
CFIT01	<i>Visibility condition</i>	<i>High</i>	<i>High</i>
CFIT02	<i>Reconstruction of relevant aircraft states</i>	<i>High</i>	<i>Low/Medium/High</i>
CFIT03	<i>Access to terrain database</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>
CFIT04	<i>Wrong altimeter settings</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>
CFIT05	<i>Flight below MSA</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>
CFIT06	<i>Deviation below glideslope</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>
CFIT07	<i>FMS incorrectly set</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
CFIT08	<i>Inadequate vertical mode selections of AFCS</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>
CFIT09	<i>Incorrect descent point</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>
CFIT10	<i>Inadequate TAWS escape maneuver</i>	<i>High</i>	<i>High</i>
CFIT11	<i>Inadequate Missed Approach and Go Around flight path</i>	<i>High</i>	<i>High</i>
CFIT12	<i>Loss of communication</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>
CFIT13	<i>Low energy state during approach / unstable approach</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>

CFIT14	<i>Inadequate response to wind shear warning</i>	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>
CFIT15	<i>Vertical distance to terrain</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>
CFIT16	<i>Horizontal distance to terrain</i>	<i>Medium</i>	<i>Low</i>
CFIT17	<i>Determine Time to Impact</i>	<i>High</i>	<i>Medium</i>
CFIT18	<i>Determine Necessary Modification to significantly decrease Time to Impact</i>	<i>High</i>	<i>High</i>

3.2 大型民航機飛航資料監控議題

於本次會議交流中發現，民航業者透過網路平台提供飛行員其飛行任務的飛航資料與事件偵測列表，鼓勵飛行員去匿名填報是大趨勢，例如：德國漢莎航空、法國藍鷹航空、日本全日空、盧森堡國際貨運航空、中國國際航空、中國東方航空、中國春秋航空、中國廈門航空、中國上海航空等具備這方面的積極作為。

3.2.1 全日空 Furikaeri 計畫

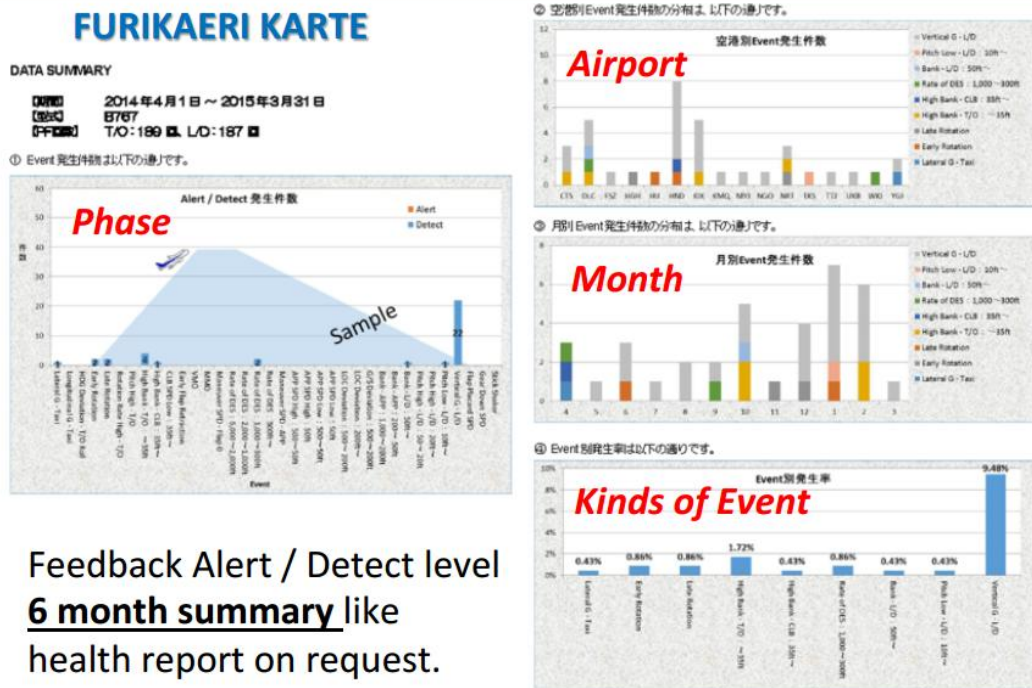
全日空（ANA）成立於 1952 年 12 月，2013 年 3 月 Skytrax 將全日空評為五星級航空公司。目前，全日空機隊擁有 256 架航空器，其中，波音 787 機隊 57 架，波音 777 機隊 53 架。每日航班 1,000 架次，飛行員約 3,000 位。

為持續該公司飛安水準，2016 年安全部門推動預防式飛安管理，提供每位飛行員個人的排班資料、航班起降時間、快速截取紀錄器（Quick Access Recorder, QAR）工程資料、飛安事件探測，及飛航動畫。該計畫稱為「Furikaeri」，它將機載紀錄裝備升級為無線 QAR，將地面的飛航資料解讀工作站更改為全自動解讀，並結合事件探測模組及 CEFA 動畫系統。

整個 Furikaeri 計畫從收到 QAR 原始資料到發布成果給飛行員約耗時 25 至 30 分鐘，詳圖 3.3。每位飛行員可透過智能平板及個人電腦觀看相關資料，該公司鼓勵飛行員去填寫回應單，強化其組織的安全報告文化。目前，Furikaeri 系統獲得飛行員 70% 的肯定，它每個月會產製飛安事故統計報表，每 6 個月製作 FOQA 專刊，包含組員的回應統計與分析、事件分類及趨勢分析等，詳圖 3.4。



圖 3.3 Furikaeri 計畫的飛行動畫



Feedback Alert / Detect level
6 month summary like
 health report on request.

圖 3.4 Furikaeri 計畫的飛安統計畫面

3.2.2 飛航資料監控的客製化發展

藍鷹航空(AIGLE AZUR)位於法國巴黎的航空公司，提供法國國內定期客運航班和國際定期客運航班，航路遍及阿爾及利亞、摩洛哥、突尼西亞以及葡萄牙、義大利和馬里。航空公司也提供包機服務，貨運服務和濕租服務。每年約運送 2 百萬乘客，每周 300 架次定期航班，10 架 A320。

2001 年 5 月，GOFAST 集團收購盧卡斯藍鷹航空公司，改名為藍鷹航空公司。2012 年 10 月 23 號中國海南航空集團收購藍鷹航空 48% 股權，海航成為第二大股東。

2011 年藍鷹航空安全部門推動飛航資料監控與飛行員互動的機制計畫，即發生飛安事件後透過面對面溝通。2013 年 7 月建立個別飛行員的飛航資料監控服務，即透過網路提供所有飛行員其飛行任務的飛航資料與 FDM EVENT LIST，鼓勵飛行員去匿名填報「Crew Feedback」。圖 3.5 某架 A320 型機六個航班的飛航資料監控總表，每位飛行員登入網站後，可以搜尋自己的飛行航班基本資訊，系統自動出 FDM EVENT LIST。

Infos	Date	Flight	From	RWY	To	RWY	Tail	Type	TKO	CR	APP	Details
<input type="radio"/>	2016-05-23	0258	ALG	05	CDG	26L	F-HBIB	A320	1		1	2744813
<input type="radio"/>	2016-05-23	0257	ORY	24	ALG	09	F-HBIB	A320	1		1	2744812
<input type="radio"/>	2016-05-23	0260	ALG	05	ORY	26	F-HBIB	A320	1		1	2744811
<input checked="" type="radio"/>	2016-05-22	0221	ORY	24	ALG	23	F-HBIB	A320	3			2744808
<input type="radio"/>	2016-05-22	0224	ALG	27	ORY	26	F-HBIB	A320	1			2744807
<input type="radio"/>	2016-05-22	0223	ORY	24	ALG	23	F-HBIB	A320	2			2744806

圖 3.5 某架 A320 型機六個航班的飛航資料監控總表

安全部門收到飛航組員回應後區分為三級事故統計，每位飛行員會於往網站中會知道自己的「TOP 5 EVENT」，以及機隊的平均值與趨勢。未來會將個別飛行員的「TOP 5 EVENT」放入年度模擬機訓練科目。圖 3.6 某位 A320 飛行員年度的前五大飛安事件（Pitch rate hi below 50 ft、Landing Gear Down too late、Vert. Acc. Hi during TKO、Heading deviation above 100 kt、Descent rate too small）統計圖。

Each pilot can access to its statistics as a TOP 5 events : Class 1+2+3

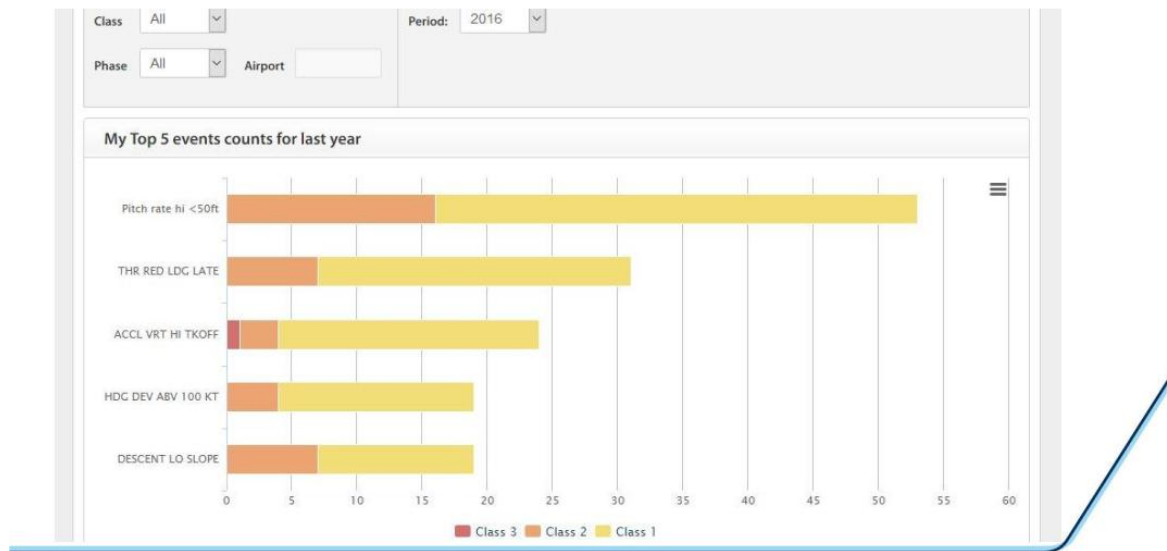


圖 3.6 某位 A320 飛行員年度的前五大飛安事件統計圖

3.3 直昇機飛航資料監控議題

3.3.1 直昇機飛航資料監控指引

有別於固定翼航空器擁有成熟的飛航資料監控技術與產品。受限於航電設備與飛行任務的多樣性，直昇機的飛航資料監控技術仍有很大的改進空間。

目前，直昇機業界最廣泛的飛航資料監控參考文件為「[HELICOPTER FLIGHT DATA MONITORING INDUSTRY BEST PRACTICE](#)」，2012 年編彙。該文件詳述直昇機機載航電設備及軟體需求、直昇機安全部門如何建置資料監控系統、飛安事件從解讀至內部安全調查與統計分析的參考程序、建議的紀錄參數等，詳圖 3.7。

這份文件值得分享給我國民航局、空中勤務總隊及直昇機業者。

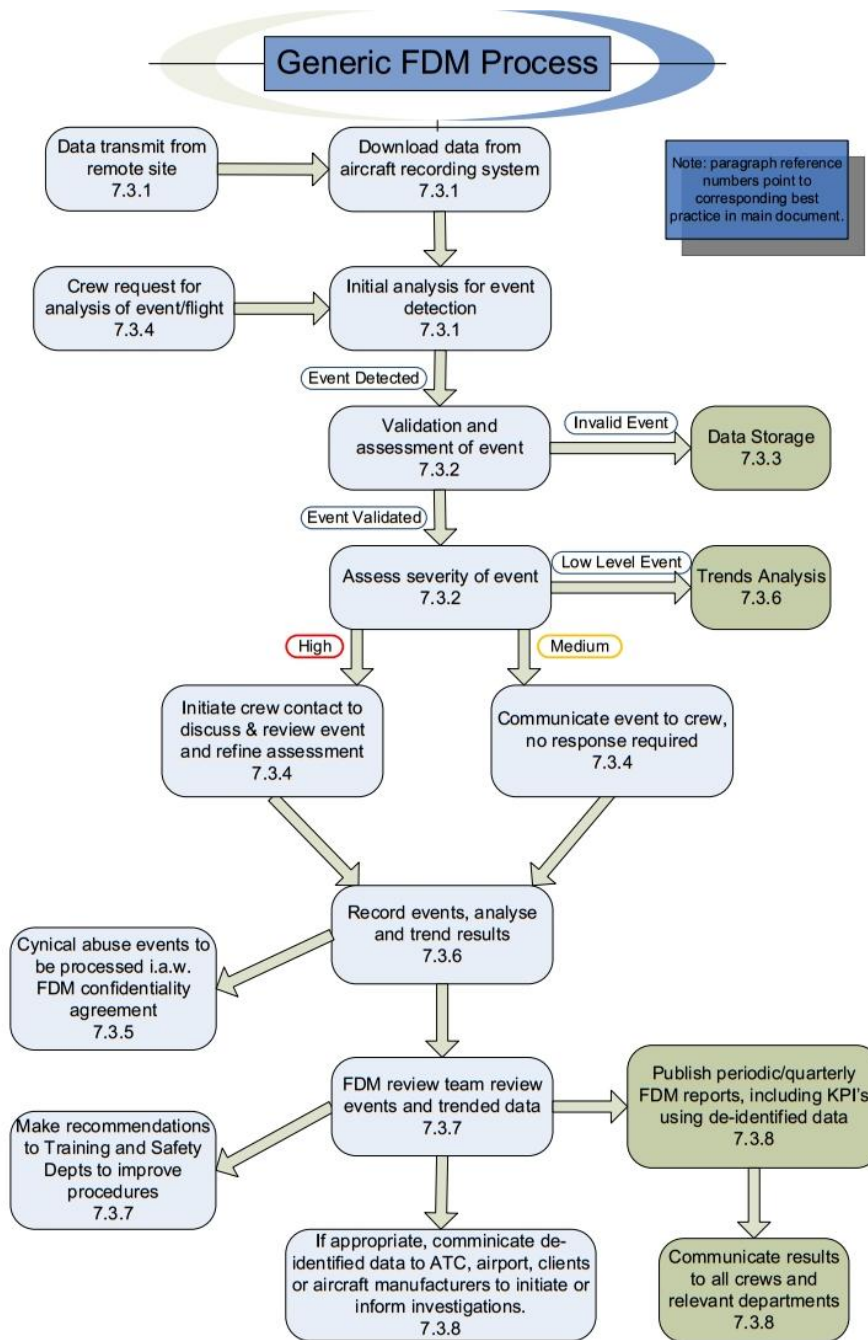


圖 3.7 直昇機的飛航資料監控運程序圖

3.3.2 直昇機執行離岸任務之飛航資料監控議題

針對直昇機執行離岸任務的高風險性，透過研擬直昇機的飛航資料監控之最佳指引文件。英國民航局已頒布「CAP 1145」文件，英國航空失事調查局也發布兩項飛安改善建議（編號 2016-009、2016-010）。「[CAP 1145](#)」文件總結歐盟歷年直昇機執行離岸任務的事故統計資料、運行風險分析、人為表現、適航議題、提升安全

研究及結論。

AAIB 兩項飛安改善建議（編號 2016-009、2016-010）摘錄如下：

Safety Recommendation 2016-009

It is recommended that the European Aviation Safety Agency collaborates with National Aviation Authorities and helicopter operators to develop and publish guidance material on detection logic for Helicopter Flight Data Monitoring programmes.

建議歐洲民航局與歐盟各國民航監理機關及直昇機業者合作，制訂並公布有關直昇機飛航資料監控計畫（HFDM）之偵測邏輯與指引文件。

Safety Recommendation 2016-010

It is recommended that the Civil Aviation Authority, in co-operation with UK offshore helicopter operators, initiates a review of existing Helicopter Flight Data Monitoring programmes to ensure that operating procedures applicable to approaches are compared with those actually achieved during everyday line flights.

建議英國民航局與英國離岸直昇機業者合作，啟動對現有直昇機飛航資料監控計畫的審查作為，針對適用的操作程序及日常性飛行資料進行比較，以確保其監控方法的有效性。

據此，EASA 的 [965/2012 號](#) 法規已完成修訂，要求 2019 年 1 月 1 日起，所有商用離岸直昇機應安裝飛航資料紀錄器，民航業者應建立飛航資料監控系統，並整合於安全管理系統之中。

3.4 大數據應用

迄今，國際上有三個民航大數據的研究計畫，依其整備期依序為中國民航飛行品質監控基站、美國航空安全資料分析與分享計畫、歐盟民航資料安全計畫。

	中國民航飛行品質監控 基站 (CAAC FOQA Station)	美國航空安全資料 分析與分享計畫 (ASIAS)	歐盟民航資料安全 計畫(Data4Safety)
主導機構	中國民航局	美國 FAA	EASA

主要技術支援夥伴	Teledyne SAGEM	MITRE	IATA FDX NLR
整備期	2014-2016	2015-2017 (前身為 GAIN)	2016-2019
全面實施期	2017	2018	2020

3.4.1 美國航空安全資料分析與分享計畫

美國 FAA 為提升飛航安全，2005 年開始籌畫空安全資料分析與分享計畫 (Aviation Safety Information Analysis and Sharing, ASIAS)，ASIAS 的前身為全球航空安全網 (Global Aviation Safety Network, GAIN)。ASIAS 架接 185 種美國聯邦政府及民航業者的民航資料，包括：飛安自願報告 (ASRS)。ASIAS 計畫與商用航空安全小組 (CAST) 及普通航空聯合執導委員會 (GAJSC) 密切合作，共同監控飛行風險，評估降低風險相關措施的有效性及其偵測新的運行風險。

目前，ASIAS 計畫中成員包括：46 家民航運輸業者、21 家普通航空業者、3 家航空器製造商、5 個政府部門、11 個民航業界代表、3 家業界協會等，詳圖 3.8。其中，飛航事故資料庫稱為 Accident/Incident Data System，該資料庫收錄從 1978 年以來的飛航事故資料，相當豐富。以 2011 年為例，該年度 FAA 取得 96,000 份 ASAP 報告，8,100,000 份 FOQA 報告，29,000 份 ATSAP 報告，詳圖 3.9。



圖 3.8 ASIAS 計畫成員

目前，ASIAS 計畫中成員包括 46 家民航運輸業者、21 家普通航空業者、3 家航空器製造商、5 個政府部門、11 個民航業界代表、3 家業界協會等，詳圖 3.9。其中，飛航事故資料庫稱為 Accident/Incident Data System，該資料庫收錄從 1978 年以來的飛航事故資料。以 2011 年為例，該年度 FAA 取得 96,000 份 ASAP 報告，8,100,000 份 FOQA 報告，29,000 份 ATSAP 報告，詳圖 3.10。

2012 年，FAA 決定基於 ASIAS 計畫展開大數據研究，概分三期建置系統：資料整合展示期（2014-2015）、大數據分析雛形期（2015-2017），大數據分析運行期（2018 起）。目前，ASIAS 計畫首要的整合風險指標為空中接近（NMAC）、可控飛行撞地（CFIT），降低進場與落地失事(ALAR)。

其中，衝出跑道的事務類型併於降低進場與落地失事類別之中。FAA 研究人員指出，降低衝出跑道的風險模型，以飛行員的人為表現，長平飄，延遲使用反推力是主要風險的前兆。簡言之，ASIAS 計畫有三大貢獻：彙整及分析國家層級的航空安全數據、蒐集其他可用的資料以改善背景資料、於類似的事務發生前實現風險預測。

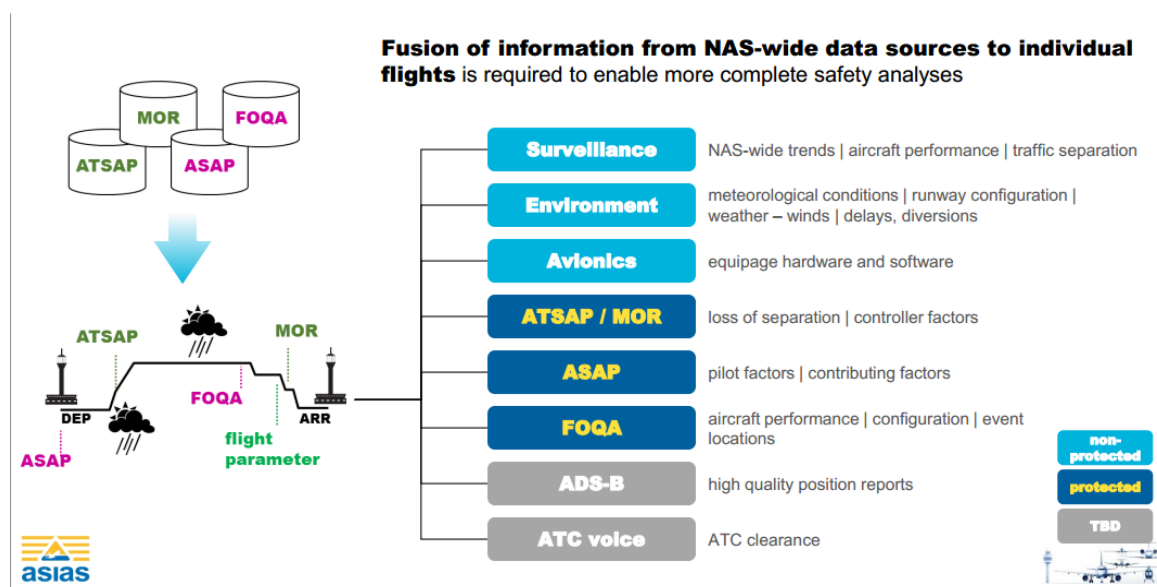


圖 3.9 ASIAS 計畫之各式資料來源與說明

以某 A 航班報告為例，飛航組員認為航機的煞車作用極為有限，詳圖 3.10。他們填寫美國的飛安自願報告系統（Aviation Safety Reporting System, ASRS）陳述該事件的經過。ASIAS 的技術同仁，就會蒐集某 A 航班進場期間的天氣資料及航管雷達資料，以及機載 FOQA 參數比對，簡要分析結果如下：

	某 A 航班調查發現	參考基線資料
對準跑道中心線(距跑到頭)	1.5 海浬	2.7 海浬
平均著陸速度	163 浬/時	143 浬/時
平均著陸距離	53% LDA	23% LDA
反推力器展開時間	主輪觸地後 4 秒	輪觸地後 3 秒
剩餘跑道距離	50 浬/時 剩 251 呎	2400 呎
天氣條件	降雨，順風 6.6 浬/時	

目前，FAA 的 ASIAS 計畫主要是應用決策樹（Decision trees）挖掘出飛航事故的可能前兆及潛在風險，數據分析工具主要為 PolyAnalyst 與 Rosetta。

大數據的資料輸入欄位如下：事故報告的識別號碼、事故發生日期、事故地點、事故發生國家、事故機場、事故類型、事故結果、飛行時間、涉及的製造商、涉及的航空器型號、航空器序號、航空器的操作者、發生事故類型、航空器的官方註冊碼、所有涉及致命傷害的總人數、所有非涉及致命傷害的總人數、發動機製造商、發動機型號、航空器上的發動機數量、飛行員證書、飛行員總飛行時數、飛行員的飛行時數。

Fusion View of a Runway Overrun Event

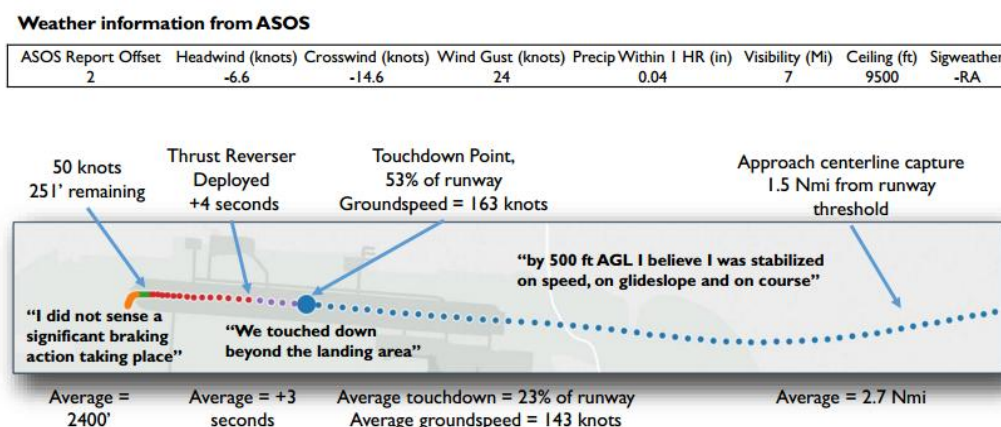


圖 3.10 ASRS 報告案例（飛航組員認為航機的煞車作用極為有限）

3.4.2 歐盟民航資料安全計畫

歐盟民航資料安全計畫（Data4Safety, 代號 D4S）將整合歐洲航空系統中可用的巨量及持續增加的資料來源，並提供關鍵的大數據分析。Data4Safety 是歐盟航空安全戰略中最具創新性的措施之一。EASA 的問卷調查成果指出，92%的歐盟會員國支持此計畫（53%屬全力支持）。EASA 為順利推展 Data4Safety 計畫，其會員已簽署合作協議，內容規範會員國的技术合作、自願性、保密性及公正文化等條款。

Data4Safety 計畫是根據當前民航業界對應潛在運行風險由反應式轉為主動式，亦即從傳統面對事故才展開調查，轉為基於事故及事件報告的安全措施，透過主動分析其可能原因及潛在風險。EASA 試圖整合航空業界的相關部門，透過分享資料

及知識，以提升大眾運輸安全，架構圖詳圖 3.11。

Data4Safety 計畫於整備期的主要研究關注於空中接近 (NMAC)、可控飛行撞地 (CFIT)、空中失控 (LOC-I)、衝出跑道 (RE)。亦即 EAFDM 及 EOFDM 工作小組是建構 Data4Safety 計畫的核心。

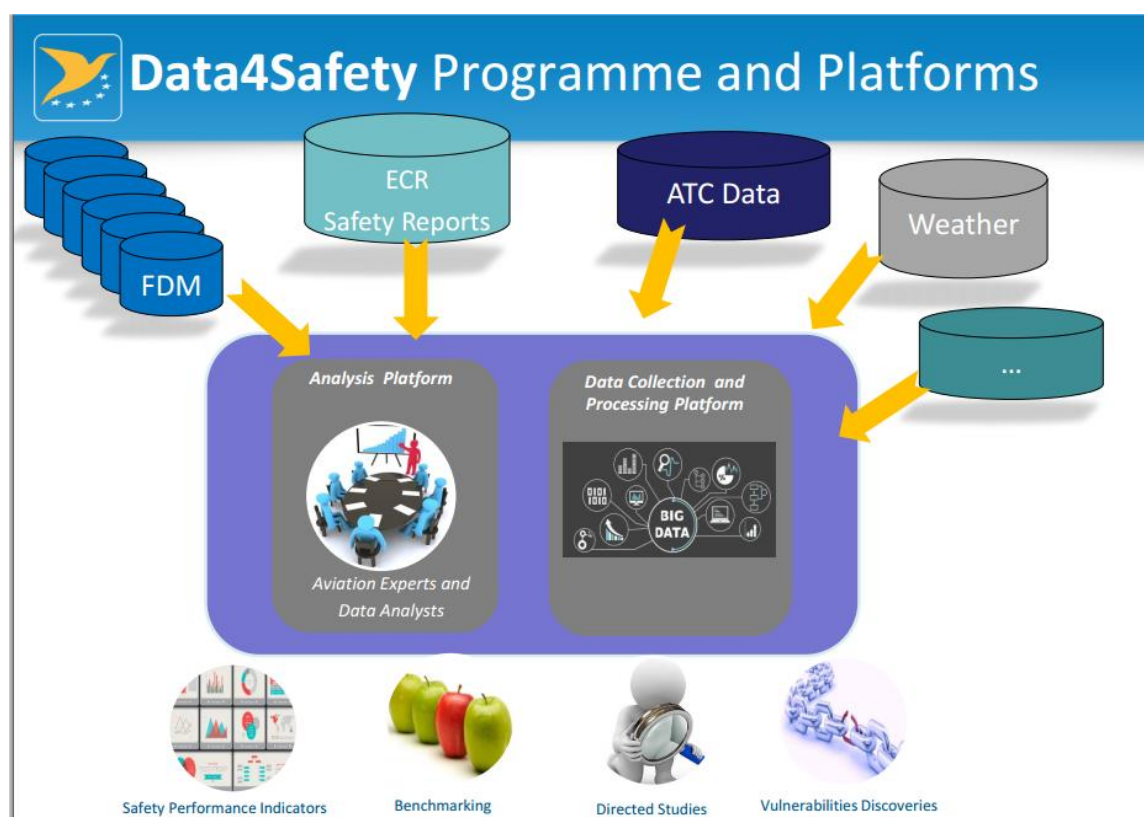


圖 3.11 歐盟民航資料安全計畫之架構圖

3.4.3 機器學習

本次會議第二天幾乎都在探討大數據應用的關鍵課題：機器學習 (Machine Learning, ML)。套用維基百科的解釋：「機器學習是人工智慧的一個分支。人工智慧的研究是從推理到知識的基礎，再以學習為重點....。機器學習是實現人工智慧的一個途徑，即以機器學習為手段解決人工智慧中的問題。機器學習在近 30 多年已發展為一門多領域學科，涉及機率論、統計學、逼近論、凸分析、計算複雜性理論等多門學科。機器學習理論主要是設計和分析一些讓電腦可以自動學習的演算法。機器學習演算法是一類從資料中自動分析獲得規律，並利用規律對未知資料進行預

測的演算法。」

資料探勘 (Data Mining) 是進行機器學習的必經過程，研究人員利用資料分析方法來發掘資料間未知的關聯性與規則。人工智慧屬資料探勘或資料分析其中一種技術。現有的民航界的飛安管理系統中，是採用人工統計資料，例如：事故率、飛安事件率、高斯分布統計重落地等。因此，對於擁有數百架航空器，每個月數千航班的民航公司，必定會導入半自動化甚至自動化的資料探勘方法，及透過機器學習可處理巨量多維度資訊，並能發掘多元變動因素之間的關聯性。

A single report can be in multiple categories.

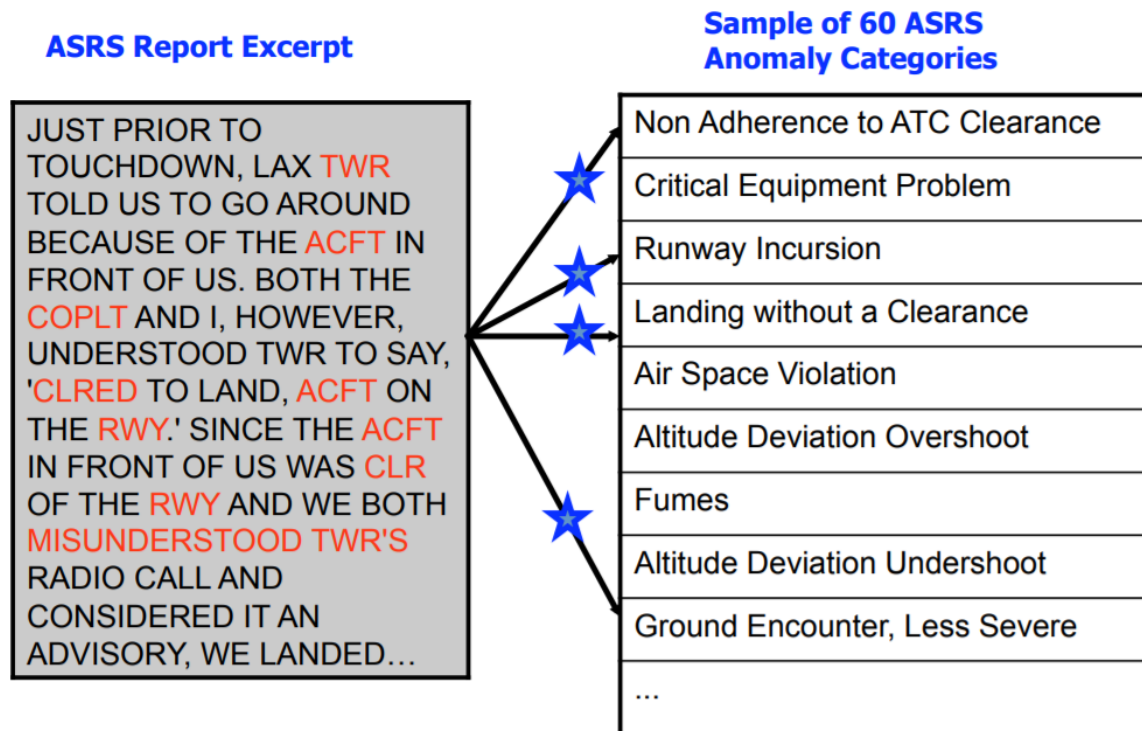


圖 3.12 NASA ASRS 報告與的資料探勘之關鍵字關連圖

例如，民航界常見的 ASRS 報告及 ECCAIRS 報告，可以進行文字形態的資料探勘，也可以根據報告的關鍵數值及關鍵字，進行統計演算。研究人員將資料分析的方法及邏輯，編寫成機器學習演算法，即為機器學習。經查證，NASA 的資料探勘工具為 QUORUM、Perilog、Vivisimo；資料展示工具為 InSPIRE、Starlight，詳圖 3.12。

對於機器學習的資料（如：機場代號、IFR/VFR、可用落地距離、著陸速度）

稱為特徵 (features) 或變數 (variable)。使用 10 個變數，則稱該機器學習的維度為 10，如果系統運算的輸出變數可以稱為預測變數 (predict variable)。如何將既有的資料透過機器學習演算法獲得結果的過程成為建造模型或訓練模型。

既有資料 (如：500,000 架次起降航班的 QAR 資料)，可用飛型階段以決策樹使用二分法 (if-then statements) 作為分界條件，將資料分群的作法稱為分之，分支是決策樹的分界程序，是資料進行統計的重要步驟。為了讓複雜的問題以多層分支來呈現關鍵因素 (如：人為表現、航機特性、外在環境情況、組織的安全訓練機制等)，詳圖 3.13。

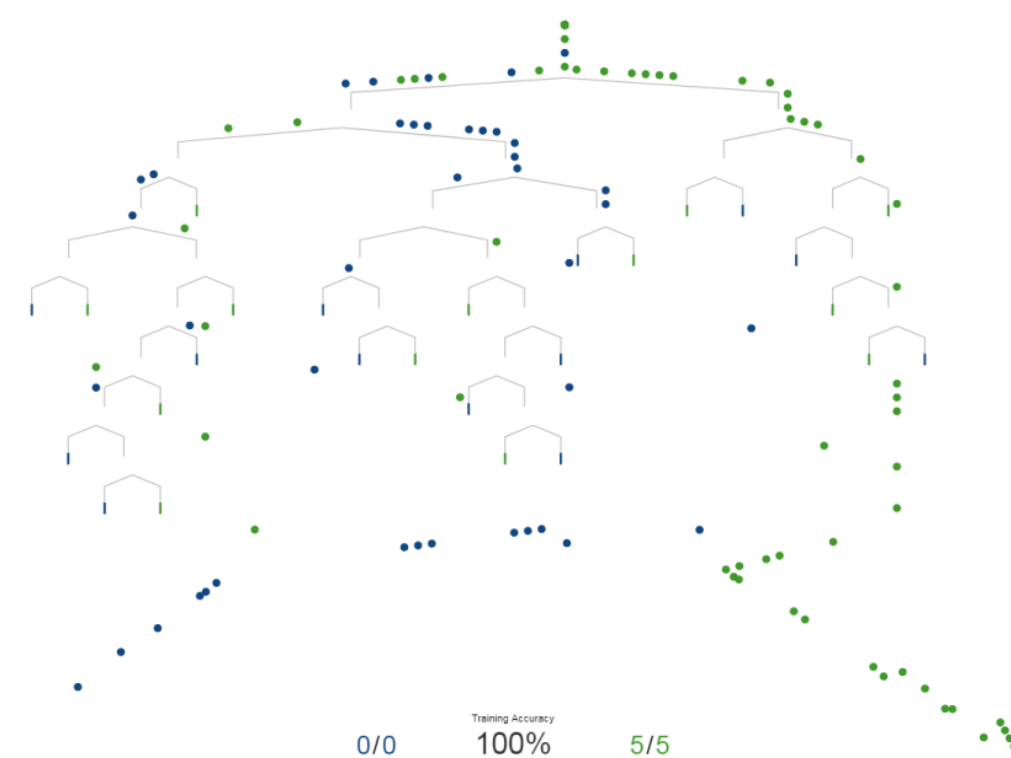


圖 3.13 機器學習與決策樹的關連圖

3.4.4 風險評估模組與飛安事故資料庫

以歐盟民航資料安全計畫 (Data4Safety) 為例，核心的風險評估模組稱為全面性飛行風險評估系統。該系統有三項目標伴隨四項研究主題，三項目標包括：歐盟地區失事率低於 0.1 次/百萬起降、空域完全整合且無縫接軌容納載人航空器及無人航空器安全運行、所有環境的危害經過評估且風險降至可接受水準。四項研究主題包括：尋找新科技來解決現在的飛行失事議題、強化風險的管理能力、建構超級

彈性的安全系統及民航業者、建構超級安全的航空器。

這項計畫也是歐盟的未來天空安全計畫(Future Sky Safety, FSS)的主軸，該計畫網站為 <https://www.futuresky-safety.eu/>。目前，全面性飛行風險評估系統的雛型稱為飛行風險觀察平台(The Risk Observatory)，它是由荷蘭國家航太實驗室(National Aerospace Laboratory, NLR)主導。飛行風險觀察平台的大數據來源包括：飛航監控資料、航管雷達資料、飛航管制流量報告、航管事故報告、各類飛航事故報告、各式天氣氣觀測及預報資料等，所有資料經過結構化分類後匯入系統進行統計與分析。飛行風險觀察平台的網站為 <https://riskobservatory.fss-project.eu/login.php>。值得一提的是，所有事故/事故報告絕大多數是以歐盟飛安資料庫系統(European Coordination Centre for Accident/ Incident Reporting System, ECCAIRS) 格式填報。

飛行風險觀察平台每小時要處理 10,000 架次資料，以航管雷達資料為例每個月資料量約 200 GB。它的統計功能與歐盟國家安全計畫的安全績效指標環環相扣，根據報告可進行事故類型、各式風險及原因統計分析。以鳥擊為例，它可以按航空器機種受損位置統計，按機場及其周邊地理位置統計，飛行階段或導致的結果統計。

飛行風險觀察平台的風險分析具備風險模型，所以它可以預測風險來採取預防性措施。目前，主要的事故類型區分為可控飛行撞地(CFIT)、空中失控(LOC-I)、衝出跑道(RE)、跑道入侵(RI)、空中接近(NMAC)。

以不穩定進場導致衝出跑道事故為例，它的風險模型有三層，第一層所有不穩定進場的前兆(如下降率過大)，第二層飛航組員是否執行誤失進場程序，第三層所有衝出跑道事故的前兆(如觸地速度過快)，以歐盟的資料庫為基礎亦可納入 IATA 及 ASIAS 的資料庫，詳圖 3.14。

根據 EASA 所有蒐集資料，過去 10 年平均資料屬於(前兆 1)不穩定進場的機率為 5.3 次/千次進場、(前兆 2)飛行員沒有執行誤失進場程序的機率為 2.2 次/百次進場。據此，(前兆 3)航機觸地速度過快的機率為 1.7 次/千次進場，具有前三項前兆並導致衝出跑道事故之機率為 2.0 次/千萬次進場；具有前三項前兆且航機最後安全停止之機率為 1.2 次/萬次進場。

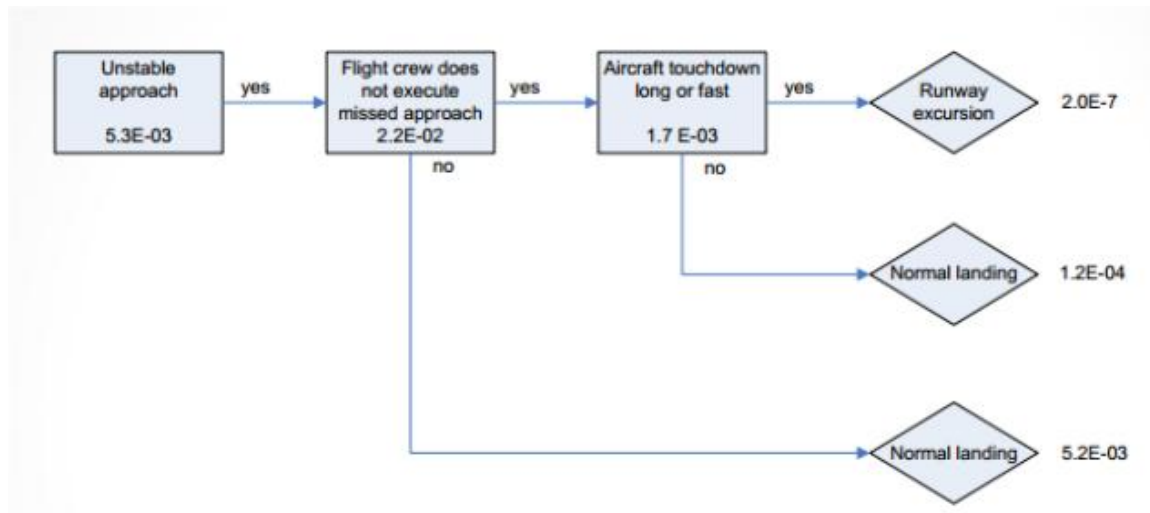


圖 3.14 EASA 之飛行風險觀察平台之衝出跑道風險模組架構圖

四、建議

本次赴德國參加 2017 年歐盟飛航資料監控會議，行程圓滿且收獲豐富。本次會議心得，包括：飛航組員獲得個人的飛航資料及監控參數屬新興作為、簡式飛航紀錄器於小型直昇機及小型固定翼飛機的技術應用更為成熟、應用大數據分析及機器學習是改善飛安的主流趨勢。。據此職提出 3 項建議：

1. 持續關注普通航空業之飛航資料監控技術發展。
2. 持續參與歐盟飛航資料監控工作小組技術活動，研習新方法。
3. 透過研討會分享歐盟飛航資料監控工作小組資訊給民航局及相關業者。