

航空氣象教育訓練策進研析

Research on the Improvement of Aviation Meteorological Education and Training

周德威、陳楊正光、陳泰吉、葉南慶

Dei-Wei CHOU, Yang-Cheng-Kuang CHEN, Tai-Chi CHEN, Nan-Ching YEH

空軍航空技術學院

Air Force Institute of Technology

Abstract

Air Force Institute of Technology is the only one technical and vocational education school in Taiwan that teaches meteorology. This school is dedicated to the education and training of military meteorological personnel. Most of the meteorological students who graduated from this school and completed their training are serving in the meteorological force. Their main job is to provide flight crews with flight weather information, and they are responsible for maintaining flight safety. However, in addition to the importance of forecast accuracy for the weather information provided by meteorologists to pilots, how to reduce the cognitive gap between "provided by meteorologists" and "received by pilots" is another important issue. This article discusses and analyzes this topic through professional discussions, pilot questionnaires and visits the Meteorological Force, and proposes feasible improvements in meteorological education and training.

Key Words: flight weather information, flight safety, cognitive gap

摘要

航空技術學院為全國唯一培養氣象領域人才之技職教育單位，專門為教育、訓練國軍軍事氣象人才，本校畢業、結訓的氣象專業學(員)生，大都至氣象部隊服務，主要工作為提供飛行人員飛航天氣資訊，肩負維護飛安之責任。然而，氣象人員提供飛行員的氣象情資，除了預報的準確度是很重要的之外，如何減少「氣象人員提供」與「飛行員接收」的氣象資訊認知落差，則是另一個重要的議題。本文利用專業討論、飛行員問卷及氣象部隊交流等三步驟，來探討分析此議題，並提出可行的氣象教育訓練策進作為。

關鍵詞：飛航天氣資訊、飛安、認知落差

壹、前言

不論在日常生活、農林漁業、陸海空的交通運輸、經濟、災害防救以及軍事活動等議題，都與氣象息息相關，社會一般民眾以及各級政府機關均需仰賴氣象資訊做適切的判斷 (Sarewitz and Pielke 1999；Daipha 2012)。

我國氣象法第 17 條-「全國氣象、地震與海象等現象之預報與警報，由中央氣象局統一發布。但軍事或交通部民用航空局建置之氣象單位，因軍事或飛航安全需求，對特定對象發布，或依第 18 條第 1 項規定許可發布者，不再此限」。該法條明確規定了僅有中央氣象局可以針對全國的氣象、地震等自然災害做預報及警報，除了軍事和飛航需求之外。故空軍氣象聯隊的任務之一就是針對空軍各基地的各項的戰演訓活動，提供專業的飛航氣象預報給飛行員參考應用。

美國國家運輸安全委員會 (National Transportation Safety Board, NTSB) 對飛航事故原因 (causes/factors)，概分為「與人相關」、「與環境相關」及「與航空器相關」三大類。台灣近 10 年民用航空運輸業飛機重大飛航事故發生原因，其中以「與人相關」46.7%最高，28%次之，「與航空器相關」25.3%最低。其中，NTSB 定義「與人相關」主要為駕駛員及其他與飛航相關人員，包含維修人員、空中管制人員、組織管理人員等；「與環境相關」包括天氣、機場、航管、導航設施、空中交通管制與服務、白天/夜晚及地形等；「與航空器相關」包括系統與裝備、發動機、結構及性能等。

圖 1 為國籍民用航空運輸業在近 10 年 (2010-2019 年) 重大飛航事故，共計 75 件，圖 1 中「與人相關」之事故以藍色橫條表示，「與環境相關」事故以紅色橫條表示，「與航空器相關」事故則以橘色橫條表示。進一步由圖 1

分析三類事故原因，46.7 % (35/75) 的「與人相關」原因中，有 40 % (30/75) 與駕駛員有關，僅 6.7 % (5/75) 與飛航相關人員有關；而 28 % (21/75) 「與環境相關」中，其中的 20 % (15/75) 是與天氣有關，剩下的 8 % (6/75) 與機場、航管、導航等設施有關；25.3 % (19/75) 「與航空器相關」中，其中 16 % (12/75) 與系統與裝備有關，僅 5.3 % (4/75) 與發動機有關，其他因素則佔約 4 % (3/75)。

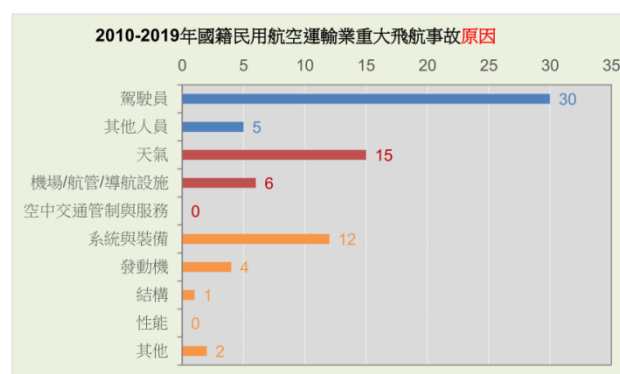


圖 1 民用航空運輸業重大飛航事故原因分類統計 (資料來源:台灣飛安統計報告)

根據國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 調查，影響飛安的天氣因素包括風切、低能見度、雷暴 (冰雹)、亂流、飛行積冰、雪、火山灰、機尾渦流等八項，其中風切與雷暴更是其中最為嚴重的 2 項。飛航安全之危害識別中，天氣因素是一個無法避免以及需要重視的因子 (鄭與羅, 2016)。而且影響飛航安全的因素中，飛行技術、航機維修、飛機導航都可經由訓練、品管及考核等方法予以確保及控制，惟天氣因素之影響，最難在事先予以評估和預防 (王崑洲, 2010)。

由航空安全網 (Aviation Safety Network, ASN) 天氣相關的致命飛航意外中 (圖 2)，以飛機遭遇積冰 (43 %) 及低能見度 (34 %) 最多，雷暴、風切及下爆氣流也是飛機在起降階段的危險天氣。下爆氣流為雷雨胞下方常出現的下衝風，飛機通過這個區域時會因風向及風速迅速改變，而造成飛機的飛行安全問題，尤

其若在降落過程遭遇下爆氣流就更加危險。

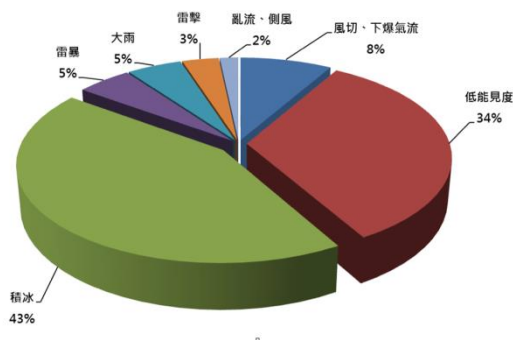


圖 2 2000-2014 年與天氣相關之致命飛航事故中各種天氣所佔之比例。(資料來源: Aviation Safety Network)

陳與袁(2014)指出機組人員在飛行前就確實的掌握「起飛」、「途中」和「降落」的氣象情況，除此之外，在實際的飛行時，也必須提高對周圍環境氣象變化的警覺，隨時取得最新的資訊，作為飛航中的決策基礎。Herzegov et al. (2015)指出相較於其他天氣相關因素造成的事故，低雲幕與低能見度造成的飛安死亡人數更高。美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)曾提「在出現雲幕與能見度(low ceiling and visibility, C&V)危害的環境下，如何加強普通航空活動安全？」而 Herzegov et al.(2015)就指出飛行人員處理低雲幕與能見度(C&V)危害最理想的策略即是「完全避開危害」。飛行員是否能成功避開危害的作為包括「掌握天氣做好飛航前預劃」、「執行明確的繼續或終止決策」，以及「適時更動飛航中路線」等三項措施。

由過去飛安事件的統計可知，飛行任務前、中、後，氣象情資都扮演著極其重要的角色，然而預報人員在提供氣象情資的過程，不論是氣象預報內容夾帶氣象專有名詞，或是預報人員的溝通能力等因素，可能導致預報人員所提供的氣象情資與飛行員得到的氣象資訊有所落差，進而造成飛行員無法全然接受到氣象預報人員給予的氣象情資，本研究就此情形作深

入的分析探討，並提出改善方式。本論文第二章講述該問題的探討分析，第三章為現役飛行員問卷調查結果與分析，第四章為本文提出之氣象教育訓練策進作法，第五章為本論文之結論。

貳、問題探討分析

本論文為了研究的嚴謹性及客觀性，作者群分別使用「焦點團體訪談法」以及「問卷調查法」等方法進行研究。

「焦點團體訪談法」為社會科學及探索性研究最廣泛被使用於研究的工具之一(張，2008)。該方法的作用是將訪談本身作為研究的對象，對研究問題進行集體性的探討，其優點是執行簡單，且可以在短時間內觀察、蒐集很多具參考性的資料(包含語言互動及對話)，同時可統整分析受訪者不同意見和討論(林，2012)。

「問卷調查法」是透過研究者設計之問卷，由一群具代表性的填答者回覆的答案，據以推估該群體對於某特定問題的態度、看法及反應。此方法經常使用在學術研究、民意調查、消費者意見蒐集等各種領域(邱，2002)。「問卷調查法」的優點為成本低、容易實施、答題者不會有心理負擔(無記名情況下)等，另一個更重要的是因題目統一，答案便於統計、分析、比較且具標準化。

現實情況允許的話，對研究對象做全面性的普查是最正確、周延的方法(林，2003)。但若受限於現實因素的考量，或是研究對象人數過多或分布過廣等情況，無法執行全體普查，也可選擇樣本調查的方式進行研究。也就是說僅從全體研究對象中抽取部分進行調查。如果樣本抽樣合適、蒐集資料方法正確，樣本調查過程並無任何偏頗，則樣本調查也有其參考價值(王，1986)。

本研究實踐上述「焦點團體訪談法」及「問

卷調查法」是利用「與氣象專業小組檢討」、「設計飛行員問卷調查」及「氣象部隊走訪交流」等三個方式，來瞭解現行氣象部隊的正常作業流程，第一線預報人員在提供天氣情資給飛行員的方法、步驟，以及現役飛行員對於目前氣象提供的接受程度等。

在部隊走訪交流方面，本論文作者群於 110 年 1 月 20 日前往空軍官校天氣中心拜訪位於空軍官校的第十一天氣中心主任，以及至天氣室、守視室參訪，了解機場天氣提供的流程及方法；同年 4 月 1 日作者群前往空軍氣象聯隊、空軍作戰指揮部以及空軍氣象中心訪問，了解 JAOC 氣象預報人員在空軍作戰指揮部第一線作業情況。另外，作者群也與國防部氣象官進行氣象教育意見溝通，期望藉由各種參訪、訪問及溝通，能使本校氣象教育訓練更貼近部隊所需之氣象專業。

現役飛行教官問卷調查方面，作者群設計氣象教育訓練精進問卷如圖 3 所示，委請現役飛行員協助填寫氣象教育精進問卷，共蒐整 102 份有效問卷，藉由分析探討其 102 份問卷，嘗試以飛行員的角度看氣象教育訓練。本論文問卷調查主要目的為瞭解「如何讓畢業學員(生)具備空軍預報人員所需具備之本職學能及預報準確度」，本次受訪對象主要為現役空軍第一戰術戰鬥機聯隊、第四戰術戰鬥機聯隊及空軍官校飛行人員及後艙同乘人員。問卷設計分為兩個部份：受訪者基本資料及與氣象預報人員互動之經驗，所獲得資料作為修正教學工作及課程設計用，問卷填寫時間為 110 年 3 月 17-30 日，回覆計 102 份有效問卷資料，各受訪者基本資料如下所示：

一、性別比例：

男性計 94.1 %、女性計 5.9 %。

二、階級：

校級軍官計 50.9 % (上校:2.9%、中校:16.7%、少校:31.3%)

尉級軍官計 45.1 % (上尉:40.2%、中尉:4.9%)

同乘人員計 4 % (士官長:2%，上士:2%)。

三、飛行機型：

F16(V): 39.2 %

IDF: 10.8 %

T34: 1 %

旋翼機(UH-60M/EC-225/S-70C): 49 %。

四、每週平均飛行時數：

3 小時(含)以下: 28 %

4-6 小時: 61.1 %

7 小時(含)以上: 10.9 %。

五、教育程度：

碩士學歷(含)以上: 3.9 %

大學學歷: 91.2 %

專科學歷: 4.9 %

由問卷的受訪者基本資料來分析，本次問卷填寫教官以男性校級飛行軍官(上校約 47-52 歲、中校約 37-47 歲、少校約 32-37 歲)超過半數最多，男性尉級軍官(約 22-32 歲)次之，同乘士官再次之；受測飛行教官所飛行的機型則定翼機與旋翼機約各半，定翼機則以 F16(V)約佔 4 成為最多數；每週飛行時數則落於 4-6 小時的飛行教官超過 6 成，其次為 3 小時(含)以下，而每週 7 小時以上僅約 11 % 最少；而大部分飛行教官皆具有大學以上學位。

敬愛的填答者您好：

首先感謝您撥冗填寫這份問卷，這是一份由航空技術學院氣象專長教官(師)，對於氣象專長學員及氣象系學生，關於教學工作及課程設計的調查問卷，本研究的主要目的為了解「如何讓畢業學員(生)具備空軍預報人員所需具備之本職學能及預報準確度」，研究對象為現役空軍飛行人員。問卷分為兩個部份：基本資料及與氣象預報人員互動之經驗，填答約需 10 分鐘，所獲得的資料僅作為修正教學工作及課程設計用，絕不公開，請放心填答。您的參與是成功培養氣象學(員)生的關鍵！衷心謝謝您的支持與協助！

本問卷採不記名方式填寫，任何人均無法直接或間接辨識問卷填答人員，電子資料保存至 110 年 6 月即刪除。本校氣象團隊將盡力維護您的隱私及善盡保密責任，盡量減少可能的風險。

請您自由決定是否填寫，亦可中途不填寫，無需感到壓力，本問卷採無記名，因此不會對您造成工作上的困擾，敬請安心作答。您可以自由決定是否參與本問卷，也可中途或事後退出，問卷內容若已暫存為電子檔的部份則將刪除。

若您希望了解本問卷結果，本問卷統計結果預計於 110 年 4 月後會完成，歡迎您與本校軍事氣象系(978431-2)或戰航管氣象組(978362-3)連絡，我們將研究結果以電子檔方式回寄或口頭告知。

空軍航空技術學院氣象學群
110 年 03 月 05 日

請依據以下敘述圈選出最符合您對航校氣象學群教學精進的想法和真實互動，數字越大表示越同意，例如：1=非常不同意；2=不同意；3=普通；4=同意；5=非常同意。

1. 您認為邀請資深飛行員講授「飛行與天氣」實際經驗，對氣象人員培育有實質助益。.....	1	2	3	4	5
2. 您認為預報人員了解戰、演、訓任務全貌，對於任務執行過程氣象情資掌握有幫助。.....	1	2	3	4	5
3. 您認為預報人員藉由同乘實際了解天氣變化，有助於提高氣象情資預報之準確度。.....	1	2	3	4	5
4. 您認為學校增設「機場氣象兵要」課程及兵要研析修訂，對氣象人員預報經驗建立有幫助	1	2	3	4	5
5. 您飛行任務結束後會跟天氣室做歸詢。.....	1	2	3	4	5
6. 預報人員提供的天氣預報情資，足以讓您清楚知道任務期間之天氣變化。.....	1	2	3	4	5
若您第 6 題的答案小(等)於 2，請勾選下列您認為可能的原因					
☐ 預報人員未掌握氣象變化要素					
☐ 預報人員表達溝通有待加強					
☐ 其他。請敘明原因_____					
7. 您認為預報人員提供的氣象情資準確度可滿足飛訓需求。.....	1	2	3	4	5
若您第 7 題的答案小(等)於 2，請敘明不足之處_____					
8. 您有意願前往氣象部隊及學校分享「飛行與天氣」之相關經驗分享？					
☐ 是 麻煩提供方便聯繫時間及方式：_____					
☐ 否					

1. 性別：1. ☐ 男 2. ☐ 女	2. 階級：	3. 飛行機型：
4. 飛行時數：平均每週_____小時	5. 目前職務：	
6. 教育程度：1. ☐ 高中職(含)以下 2. ☐ 專科 3. ☐ 大學 4. ☐ 碩士(含)以上		

☆本問卷到此結束，感謝您的作答。為求完整性，煩請再耗費一分鐘檢查是否有遺漏。如對本問卷有任何想法或疑問，亦請不吝指教。郵件信箱：
jim912104@gmail.com，空軍航空技術學院氣象學群，再次感謝您的支持！

圖 3 精進氣象教育訓練之問卷

參、問卷調查結果與分析

本論文問卷調查(圖 3)第二部分的題目計有 8 題(如 3.1-3.8 所示)，各題目及 102 位飛行教官(或同乘)的回覆結果統計如下：

3.1 認為邀請資深飛行員講授「飛行與天氣」實際經驗，對氣象人員培育有實質助益？
第 3.1 題回覆結果如圖 4，高達 83.3 % 的飛行員同意/非常同意，邀請資深飛行員針對

飛行與天氣作經驗的分享，對於氣象人員的培育有實質的幫助，且僅 3 % 認為無助益。也就是說，從飛行員的回覆可知，若能邀請資深飛行員分享他們飛行中所遭遇的天氣經驗，勢必對於氣象人員有莫大的幫助。

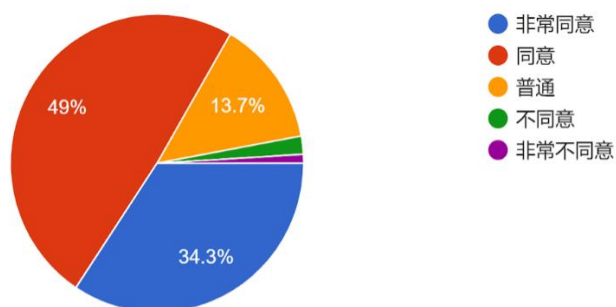


圖 4 飛行員回覆問卷題目 3.1 之圓餅圖

3.2 認為預報人員瞭解戰、演、訓任務全貌，對於任務執行過程氣象情資掌握有幫助？

第 3.2 題回覆結果如圖 5，高達 89.2 % 的飛行員同意/非常同意，預報人員需瞭解戰、演、訓任務全貌，方能針對該次的任務提供任務執行前、中、後的氣象情資。

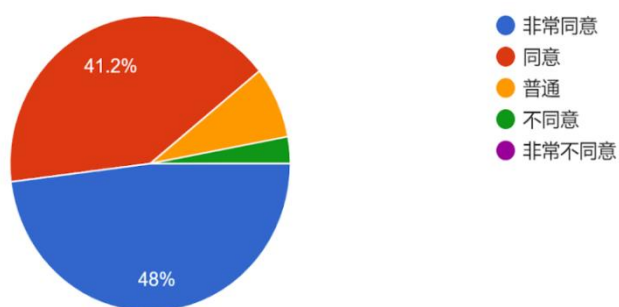


圖 5 飛行員回覆問卷題目 3.2 之圓餅圖

3.3 認為預報人員藉由同乘實際了解天氣變化，有助於提高氣象情資預報之準確度？

第 3.3 題回覆結果如圖 6，有 77.4 % 的飛行教官同意/非常同意，若預報人員在不影響飛行戰演訓本務情況下，藉由同乘來瞭解高空的天氣變化，有助於提高氣象預報的準確度。

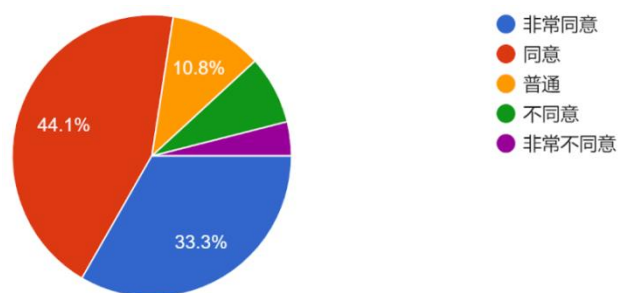


圖 6 飛行員回覆問卷題目 3.3 之圓餅圖

3.4 認為學校增設「機場氣象兵要」課程及兵要研析修訂，對氣象人員預報經驗建立有幫助？

第 3.4 題回覆結果如圖 7，有近 8 成的飛行教官同意/非常同意，學校增設各機場的兵要資料，有助於預報人員更快速累積預報經驗。

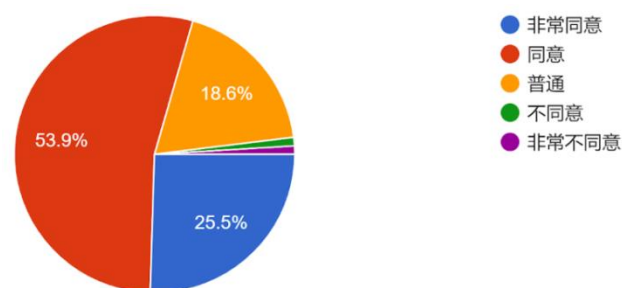


圖 7 飛行員回覆問卷題目 3.4 之圓餅圖

3.5 飛行任務結束後會與天氣室實施航線天氣歸詢？

第 3.5 題回覆結果如圖 8，飛行人員僅有 44.1 % 同意/非常同意會實施航線天氣歸詢，有 12.8 % 則不同意/非常不同意實施航線天氣歸詢，選擇普通的飛行人員則有 43.1 %。進一步詢問部分飛行人員，並不是每次任務結束都會做航線天氣歸詢，而是航線中遭遇特殊天氣現象，才會到天氣室實施航線天氣歸詢。

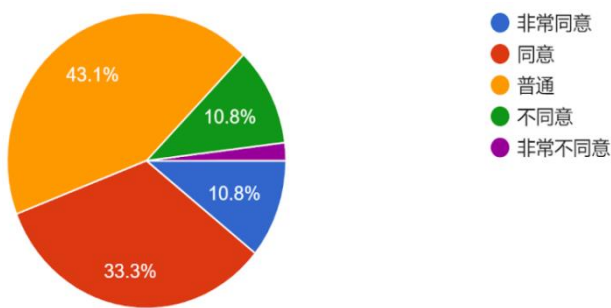


圖 8 飛行員回覆問卷題目 3.5 之圓餅圖

3.6 預報人員提供的天氣預報情資，足以讓您清楚知道任務期間之天氣變化？

第 3.6 題回覆結果如圖 9，飛行人員依據過去的飛行經驗，有 76.4 %認為預報人員提供之天氣預報情資，足以讓飛行人員清楚知道任務期間之天氣變化，但也有 5 %的飛行人員認為預報人員提供的天氣情資不足以讓他們瞭解任務期間的天氣變化，因為飛行任務是具高度危險性的工作，所以我們應該從氣象教育及訓練著手，試圖讓該比例降至最低。問卷中填答不同意者，也填註為何不同意之原因，分別為

- (1) 預報人員未掌握氣象變化要素 (20 員);
- (2) 預報人員表達溝通有待加強 (5 員);
- (3) 氣候萬變，很難 100%準確 (1 員);
- (4) 天氣變化快速 (1 員)。

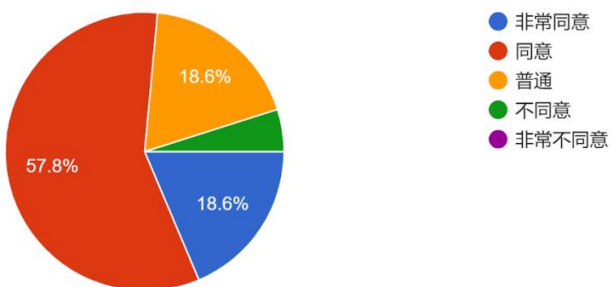


圖 9 飛行員回覆問卷題目 3.6 之圓餅圖

3.7 認為預報人員提供的氣象情資準確度可滿足飛訓需求？

第 3.7 題回覆結果如圖 10，飛行人員有

70.6 %認為預報人員提供之氣象情資準確度可滿足其飛訓需求，但也有 1.9 %的飛行人員認為不同意預報人員提供的天氣情資可滿足飛訓需求，這也是我們問卷的目的，試圖從現役飛行人員與氣象人員的互動經驗，瞭解為什麼氣象人員所提供的氣象情資無法滿足其飛訓需求，進而改善、策進氣象教育訓練，讓經過本校氣象教育訓練的氣象人員，所提供之氣象情資是可以滿足飛行任務。問卷中填答不同意者，其填註為何不同意之原因，分別為

- (1) 天氣變化過快，有時不易掌握 (1 員);
- (2) 能見度的部分，與實際飛行遇到不小的落差 (1 員);
- (3) 無法即時預測降雨 (1 員);
- (4) 偶有預報差異過大情況 (2 員)。

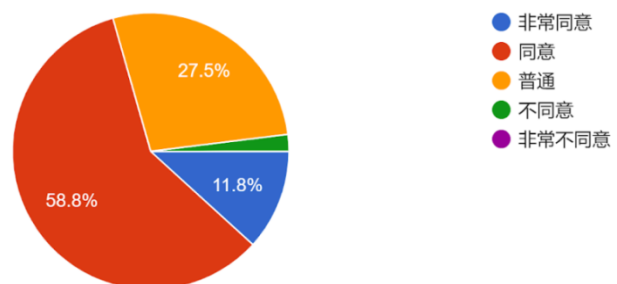


圖 10 飛行員回覆問卷題目 3.7 之圓餅圖

3.8 是否有意願前往氣象部隊及學校分享「飛行與天氣」之相關經驗分享？

第 3.8 題回覆結果如圖 11，有 26.5 %的飛行人員願意撥空至本校與氣象專長學生及學員分享，也有部分飛行員直接留下聯繫方式，日後可規劃軍士官團演講活動或各相關課程，邀請有意願飛行員蒞校實施講座。

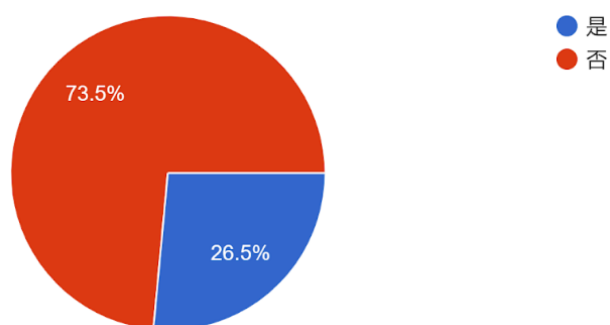


圖 11 飛行員回覆問卷題目 3.8 之圓餅圖

藉由上述題目 3.1-3.8 來了解及分析現役飛行教官對於氣象教育訓練的寶貴意見，進而檢討現行教育訓練進程，作為改善氣象教育的課程設計及氣象訓練的內容編排的依據。期望透過此次氣象教育訓練的精進及改善，能培育出部隊氣象預報需求的專業涵養及更貼近飛行教官認知的溝通能力，進而提升支援戰演訓任務的預報能力。

肆、氣象教育訓練策進作法

航空技術學院肩負空軍地勤人員教育訓練之任務，為了改善、精進氣象教育訓練，本小組除了以問卷方式瞭解飛行員對於氣象的互動經驗外，本小組各成員也前往基地天氣中心、氣象聯隊、空作部氣象中心、以及國防部等，與國軍各級氣象作業人員進行交流及心得分享，期待藉此精進本校氣象教育及訓練，培育出更符合部隊所需的氣象人才。

經小組專案研析 102 份問卷的統計數量以及至各單位交流訪談，歸類氣象情資供需落差肇因概有：

1. 氣象人員本職學能不足：27 員飛行人員

表示預報人員未能掌握氣象變化。

2. 溝通表達能力不足：5 員飛行人員表示預報人員表達能力有待加強。
3. 對戰演訓任務不甚了解：經由與第一線氣象作業人員交流訪談得知。另問卷顯示飛行人員大都認為瞭解任務全貌，有利於氣象情資掌握。

本小組針對上述 3 點肇因提出相對應氣象教育訓練的改善策進作為，分述如下：

4.1 針對「氣象人員本職學能不足」，本研究提出三項策進作為，分別敘述如下(表 1 至表 3)：

氣象聯隊規劃建置各式氣象裝備也將空軍航空技術學院納入考量之一，以加強學校教官(師)以及學員(生)與部隊新建裝備交流，確保在校所學之氣象本職學能與部隊同步。此策進作為之預期效益如表 1。

氣象系的「數值天氣預報應用」選修課程，課程目的為讓學生了解各種數值天氣預報模式產品，在實際天氣預報時之極限，及如何利用其產品做準確的預報。上述能力為氣象聯隊預報人員應具有之能力，故經氣象聯隊各級氣象人員建議，由選修課程更改為必修課程。此策進作為之預期效益如表 2。

規劃虛擬實境(virtual reality, VR)天氣系統模擬之建置，先行針對各季節特殊天氣變化(梅雨鋒面、低能見度、雷雨發展、低雲幕...等天氣系統)掌握及預警處置訓練，其目的為縮短預報經驗積累時程，提高預報能力。此策進作為呼應問卷第 3.4 題-增設「機場氣象兵要」課程及兵要研析，有助於氣象人員累積預報經驗。此策進作為之預期效益如表 3。

表 1 新購裝備及教育訓練之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	氣象聯隊新型裝備建置與教育訓練，並沒有涵蓋航校氣象	聯隊建置新型裝備以及教育訓練，本校教官(師)將共

	學群所有教官及教師。	同參與。
預期效益	藉由參與新型裝備教育訓練，讓本校師資了解聯隊所建置之裝備性能外，也可同步將教材使用於平常的教育訓練，讓學員(生)在校期間即可了解並體驗未來下部隊的氣象裝備，並學習如何使用該裝備於實際預報作業。	
備考	氣象聯隊今年(110 年)將新建置降雨雷達裝備，教育訓練已協調氣象聯隊匡列軍學部教官及一科部相關教師；現岡山機場天氣室裝備建置中，之後實施教育訓練時，本校氣象師資配合岡山地區進訓，以確保學校教(官)師本職學能與部隊同步。	

表 2 新增必修課程之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	氣象系「數值天氣預報應用」為選修課程。	氣象系「數值天氣預報應用」更改為必修課程。
預期效益	藉由將該課程列為必修課程，每位氣象系學生皆需經過「數值天氣預報應用」訓練方能畢業。該課程訓練學生利用數值預報產品的能力以及口條預報實習，訓練學生未來任官後具有精準預報能力以及具較佳口條向飛行教官提報天氣之能力。	
備考	本校課程設計皆須邀請產官學界代表與會討論，本校課程設計會議已於 3 月 26 日召開，此建議已獲產官學界代表同意並修訂完成。此次會議產官學界代表分別為中央氣象局南區氣象中心謝章生副主任、國防部氣象官吳啟雄上校以及高雄科技大學海事資訊科技系陳昭銘教授。	

表 3 建置 VR 天氣模擬系統之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	無。	未來規劃建置 VR 天氣模擬系統，可訓練學員(生)對不同天氣系統的掌握。
預期效益	各機場的天氣中心，具有不同的時空、不同環境、不同任務，當然就需要不同的天氣預報準則及經驗，若進一步至	

	空作部(戰略單位)的氣象中心，天氣情資的提供需要更精準的預報及熟練的經驗。透過 VR 系統讓預報人員可以更快速、更全面的瞭解各地機場的氣象兵要，也快速的累積預報經驗，使第一線預報人員更有效掌握天氣變化並準確提供氣象預報。
備考	回流教育(進修教育)人員階級為中尉至上尉，也就即將接任預報長或現任預報長，該人員已歷練過氣象官，對於天氣的守視判斷有些許經驗，透過進修教育使用 VR 系統，快速累積預報經驗。

建議外，也呼應 89.2 % 飛行教官認同預報人員瞭解戰、演、訓任務，有助於對於任務過程氣象情資之掌握。此策進作為之預期效益如表 4。

4.2 針對「溝通表達能力不足」，本研究提出兩項策進作為，分別敘述如下(表 4-表 5):

氣象系於二年級新增一門選修課程-「飛航訓練天氣預報與實習」，該課目之目的為讓學生於一年級先修氣象基礎課目，具基本的氣象天氣概念後，二年級將針對部隊所需各種戰(演)訓氣象情資，進行氣象預報及口語表達訓練。此策進作為除了是由各級氣象人員給予之

112 年班開始，二年級下學期 18 週課程，安排學校上課 9 週，另外 9 週則規劃至部隊實習，使學生畢業任官下部隊能更快適應部隊生活，也增加學生天氣守視、預報等實務作業經驗。此策進作為之預期效益如表 5。

表 4 新增「飛航訓練天氣預報與實習」課程之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	無與飛航訓練相關之軍事氣象課程。	氣象系 112 年班新增「飛航訓練天氣預報與實習」課程。
預期效益	訓練氣象系學生瞭解氣象聯隊所具有之觀測裝備，並分析整合各種天氣資訊後，具有跟飛行員報告離到場及航路天氣之能力。課程中亦加入口頭預報實習時數，訓練學生向飛行教官及高勤官提報天氣時，應使用共通語言而非以過於艱澀的氣象專業術語。	
備考	同表 2 備考欄說明，已於 3 月 26 日取得產官學界代表同意並修訂完成。	

表 5 增加部對實習時數之預期效益

精進作為時間軸	前	後
---------	---	---

精進項目規劃	氣象系每學期 18 週皆為在校教育。	自 112 年班起，氣象系在第四學期(畢業前最後一學期)，增加 9 週部隊實習課程。
預期效益	學生分配至各地機場(北中南東及外島) 實習 9 週，除了在畢業任官前先行瞭解部隊特性，提前適應部隊生活，以減少初任官的不適應而影響工作效能。在實習結束返校，可與在各地實習的同學彼此交流，亦即初步了解各地區的天氣變化特性，進而瞭解天氣守視重點以及預報技巧。另外，也藉由實習期間學習口語表達，可從預報長向飛行員提報天氣或主任至高勤官室提報天氣，學習氣象人員如何以深入淺出的方式與飛行教官或高勤官溝通。	
備考	第四學期雖僅 9 週在校教育，但也需符合教育部規定二技二專學生畢業最低學分數。為讓學生能有 9 週時間至部隊實習，氣象系已完成 112 年班課程調整，並取得課程設計的產官學界代表的同意。	

4.3 針對「對戰演訓任務不甚了解」，本研究提出兩項策進作為，分別敘述如下(表 6-表 7):

進修教育規劃編列氣象聯隊 109 年新核訂「戰(演)訓氣象情資作業程序」教材及課程，此課程可協助預報人員更能瞭解任務執行時，任務指揮官的決策需求。此策進作為亦呼應問卷第 3.2 題-預報人員瞭解戰、演、訓任務，有助於對於任務過程氣象情資之掌握。此策進作為之預期效益如表 6。

聘請具氣象專長轉任飛行之教官、曾任飛行教官以及現役飛行教官返校實施講座，分享部隊預測報實務經驗以及由飛行教官角度談氣象預報。此策進作為呼應問卷第一題-邀請資深飛行員講授「飛行與天氣」實際經驗，有助於氣象人員之培育。也感謝問卷第 3.8 題填寫-有意願前往氣象部隊及學校分享「飛行與天氣」的飛行教官。此策進作為之預期效益如表 7。

表 6 編列實務教材之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	無。	編列「戰(演)訓氣象情資作業程序」教材及課程。
預期效益	此訓練課程可讓學員了解指揮官核可的各任務執行前、中、後，氣象情資蒐整、分析、追蹤、驗證及檢討流程。讓預報人員比較能瞭解任務執行時，任務指揮官的決策需求，使預報人員與指揮官的頻率更接近，即更能掌握指揮	

	官所需的天氣情資，對預報準確度的主觀看法有立即提升的效果。
備考	不同的飛行任務(例如：投彈、巡弋等、人造雨等)，應有不同的天氣需求，例如雲幕高、能見度、溫濕度、風速等天氣參數的限制，若預報人員不知道任務內容及性質，預報人員將無法提供符合飛行任務的天氣預報。

表 7 飛行員講座之預期效益

精進作為時間軸	前	後
精進項目規劃	無。	將安排軍士官團演講或各相關課程，邀請有意願返校飛行員蒞校實施講座。
預期效益	資深飛行員在某機場待的久，對於該機場的空域天氣非常了解，經驗甚至比氣象人員更豐富，加上飛行員擁有與不同的預報人員互動經驗，瞭解什麼樣的預報更符合任務需要，什麼樣的表達更能讓飛行員理解。所有若能藉由飛行教官蒞校實施講座，預期可讓氣象學員(生)以及教官(師)能有不同的視野及看法，不論對於教官(師)的教學以及學員(生)的經驗增長都會有很大的助益。	
備考	感謝問卷第八題填寫有意願蒞校演講之飛行教官，也有部分飛行教官已留下聯絡方式，日後將與之聯繫，安排飛行教官蒞校演講。	

4.4 本研究亦針對問卷第 3.7 題-飛行人員認為在能見度及降雨在情資運用落差，分析其原因：

1. 能見度預報資料與實際飛行遭遇有落差問題：此為觀測方式不同所肇致，氣象人員運用氣象觀測系統觀測水平能見度；飛行人員於飛行過程為目視斜視能見度，因影響能見度的懸浮微粒的水平範圍遠大於垂直分布範圍，故產生認知的落差。
2. 無法準確預測降雨問題：氣象聯隊於

109-110 年建置為降雨雷達(6 座)，預計於今年底工程竣工後，加上原先清泉崗、馬公及綠島 3 座舊有雷達，降雨觀測涵蓋率將涵蓋全台，可有效提升即時降雨預測精準度。

伍、結論

本校為全國唯一培養氣象領域人才之技職教育單位，所擔負的教育任務乃負責訓練國軍軍事氣象人才，其課程設計基於本軍「為用

而育」、「學用合一」之教育宗旨，培養學生奠定氣象專業學科基礎，並充實專業技能，以符合畢業後任官之需求，肩負起為空軍維護飛安之責任。此小組成立目的為檢討部隊氣象預報人員無法提供符合飛行任務需求之天氣預報肇因，並就氣象教育訓練方面提出改善方法。

因次，本研究分別透過小組檢討、飛行員問卷調查及部隊走訪交流等方式檢討肇因，並就氣象教育訓練方面提出改善方法。本研究分別針對「氣象人員本職學能不足」、「溝通表達能力不足」及「對戰演訓任務不甚了解」等各種肇因提出相對應的改善、策進方針，預畫以基礎教育課程的修編、進修回流教育「戰(演)訓氣象情資作業程序」教材的增(修)編、硬體裝置等面相，規劃出近、中、遠程的目標策進氣象教育訓練，各階段目標摘要如下：

近程目標計五項，分述如下：

1. 加強學校教官(師)及學員(生)與部隊交流現況及新知。今年 5 月本校部分氣象教官(師)即共同參與岡山地區新建置雷達之訓練課程。
2. 氣象系「數值天氣預報應用」課程更改為必修。已於今年 3 月 26 日完成課程修編，今年 7 月即將入學的氣象系學生適用。
3. 氣象系新增「飛航訓練天氣預報與實習」課程。同上，今年入學新生適用。
4. 110 年通參甲班起，調增氣象聯隊 109 年核定「戰(演)訓氣象情資作業程序」教材及基地氣象兵要研討課程
5. 今年 4 月 1 日本文作者群前往部隊交流，爾後規劃每年執行部隊交流參訪乙次，追蹤教育訓練成效。
6. 邀請空軍官校飛行學員(生)赴氣象系交流學習與分享。

中程目標計二項，分述如下：

1. 聘請具氣象專長轉任飛行之教官、曾任飛行人員以及現役飛行人員返校實施講座，分享部隊預測報實務經驗以及由飛行人員角度談氣象預報。
2. 氣象系學生在畢業前一學期，增加 9 週部

隊實習課程。今年入學新生，於 112 年畢業前 9 週開始實施。

遠程目標計一項，即規劃虛擬實境天氣系統模擬之建置。

期望此次氣象教育訓練的改善及策進，能培育出符合部隊氣象預報需求，同時具備氣象專業涵養及可與飛行人員良好溝通的預報人員，進而提升支援戰演訓任務的預報能力。

陸、參考文獻

王文科：《教育研究法》。五南圖書出版公司，1986。

王崑洲：天氣資訊在航路管制作業上之應用。《飛航天氣》，第 14 期，第 1-8 頁，2010。

邱皓政：《量化研究與統計分析》。五南圖書出版公司，2002。

林生傳：《教育研究法：全方位的統計與分析》。心理出版社，2003。

林敬育：什麼是焦點團體法。中大客家學院電子報，第 152 期，2012。

飛航安全調查委員會：2010-2019 臺灣飛安統計報告，2020。

陳介中、袁曉峰：飛行途中的氣象資訊獲取－飛航實例。《飛航天氣》，第 21 期，第 30-48 頁，2014。

張紹勳：《研究方法：理論與統計》。滄海書局，2008。

鄭文通、羅羽君：識別航空氣象危害因子之技術介紹。《飛航天氣》，第 26 期，第 34-38 頁，2016。

Herzogh, Paul, Gerry Wiener, Richard Bateman, James Cowie, and Jennifer Black, 2015: Data fusion enables better recognition of ceiling and visibility hazards in aviation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 96, pp. 526-532. 2015.

Daipha, Phaedra: Weather risk: Uncertainty, weather forecasting, and expertise. *Sociology Compass*, Vol. 6, pp. 15-25. 2012.

Sarewitz, Daniel, and Roger Pielke: Prediction in science and policy. *Technology in Society*, Vol. 21, pp. 121-131. 1999.