

民眾在飛航氣象概念迷思初探

楊憶婷¹

摘要

氣象與日常生活息息相關，民眾對於氣象資訊服務要求提高，航空氣象資訊主要是在有飛航需求時使用，但隨著地球科學教育逐漸受到重視，及新媒體的崛起，民眾透過各種管道學習新知，未來民眾對於航空氣象資訊的要求會逐漸提高。但航空氣象資訊須兼顧科學及閱讀的可親近性，了解民眾在航空氣象概念的迷思，有助於在提供更友善閱讀的方式，避免誤解而造成誤判。本研究利用問卷調查方式，分析 18 歲以上民眾對於與航空氣象相關概念的迷思調查，一共獲得 608 份有效問卷。分析結果發現，對於不易用五感觀察到的概念，民眾回答出正確答案的比例較低，例如：氣壓差產生氣流，氣壓概念較為抽象。另外與日常生活連結性較低的天氣現象，民眾回答出正確答案的比例也較低，例如：民眾不容易在生活環境常見到霧，也不易將霧及飛航安全產生連結。建議氣象作業單位在提供抽象或與生活連結性較低的概念，可多以圖像或實際影像等方式協助使用者了解，另在使用者可獲得氣象資訊的管道中，放入航空氣象知識欄位也可協助民眾認識航空氣象。

一、前言

臺灣因地理位置及高聳的地形，氣象變化萬千，氣象主宰了臺灣人民生活及社會經濟發展，也為臺灣帶來天然災害，臺灣每年因災害性天氣造成的直接財物損失高達新臺幣 150 億元，其中 85% 與颱風有關，11% 是豪雨造成(中央氣象局，2015)。在飛航安全上，飛航安全調查委員會針對 2008 年至 2017 年間，國籍民用航空運輸業飛航事故發生原因分類統計中顯示，國內飛安事故有 16.7% 與天氣有關(飛安調查委員會，2018)。由於日常生活、農林漁業、交通運輸、經濟及災害防救等議題都與氣象息息相關，社會大眾乃至政府

¹國立科學工藝博物館

機關均需仰賴氣象資訊做適切的判斷(Sarewitz and Pielke 1999 ; Daipha 2012)。民眾或決策者是否可以在接收到氣象觀測及預報資訊時，明白氣象資訊的科學知識及意義，並進行適當的決策，便相當重要。

從臺灣的氣象法第 17 條規定來看，「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。」，政府規範除了軍事和飛航需求可以對特定對象發布預報或警報，否則全國氣象、地震及海象的預報及警報都由中央氣象局發布。因此在飛航需求的情況下，臺北航空氣象中心得以發布預報或警報。飛航天氣除了與飛航安全密切相關，也與民眾交通運輸非常相關。從過去九年一貫課程的自然與生活科技領域課程綱要，至現行的自然科學領域十二年國民基本教育課程綱要，可以注意到國小中年級後便開始進行有關天氣概念的學習內容。其中包含的內容有氣溫、風、雨量、氣壓及蒸發凝結等。學習內容雖然很多，但學習過程中無法避免迷思概念的形成，而與航空氣象相關的迷思概念研究更是非常缺乏。

航空氣象影響了民眾的交通及運輸，在民眾抵達機場出國旅遊、出差工作、返鄉省親等需求時，飛航安全及航班時間都會受到天氣的影響。隨著氣象服務越來越受到民眾重視，氣象作業單位開始致力於大氣科學的科普教育及服務滿意度。以 106 年及 107 年交通部統計處針對交通部施政滿意度統計，自 101-107 年間，民眾對於氣象各項服務比較中，發現民眾對於「日常生活氣象預報準確性」及「颱風預報準確性」兩項服務在七年來都是最低，滿意度在 77%-87% 之間，表示民眾非常在意「氣象預報的準確性」，也足以見得社會大

眾在日常生活或面臨颱風影響期間，都十分仰賴氣象資訊，在「預報重要天氣訊息時使用口語化語言」的項目得分上，分數都有達到90%以上，但從103年至107年間，此項得分也隨時間下降，其結果值得進一步了解，可能表示民眾在對氣象服務口語化上有更高的要求，或認為在此項得分上氣象作業單位還有進步空間。但氣象預報有不確定性及可預報度的問題，因此氣象作業單位會利用系集預報，考慮初始狀況的誤差分布、模式不確定性等等的集合進行預報(鄭，2016)，這樣的方式可以呈現一個預報的不確定性範圍，增加預報資料的價值。在飛航服務上，航空氣象是重要且寶貴的資料，提供顧客滿意的服務品質及氣象資訊相當重要。但氣象資訊有科學上的不確定性，而資訊呈現上必須要兼顧科學及閱讀的可親近性，若氣象資訊在使用者解讀時，造成誤解或誤判，便失去提供正確氣象資訊的意義。因此，對於航空氣象作業單位而言，了解使用者對於航空氣象的迷思概念是很重要的。

因目前相關的文獻資料非常缺乏，本文將初步透過問卷方式了解民眾在航空氣象上的迷思概念，希望可以提供給航空氣象作業單位於提供資訊時的參考。

二、迷思概念及大氣科學教育文獻回顧

(一) 迷思概念：迷思概念的涵義有很多不同的詞意或解釋，例如：

前期概念、另有架構、另有概念等等，其中以「迷思概念」一詞最為常用(王及熊，1996)。綜合許多專家學者的說法，迷思概念隱含錯誤的想法，學習者在經過正式的課程教學過後，因同化不當而產生理解不周全的概念，這些概念又稱為迷思概念。

(二) 迷思概念的形成原因：在許多學者的研究中顯示，迷思概念的形成因素複雜，學習過程中避免不了產生迷思概念。例如：(1) 教師對於學生的迷思概念缺乏警覺心或興趣；(2) 對科學用語的不瞭解或不適當文字的聯想；(3) 非正式的教學中，由父母、長輩或朋友處獲得迷思概念，或由媒體或課外讀物中得到不適當的訊息所誤導；(4) 在正式的教學中，因教師學科知識不足、不當的教學方法、過分強調講述等等。但在正規的教學中，如果教師在教學前已經了解學生的迷思概念，便能有效的將正確的知識融入原有的認知架構中。(王和熊，1996；蘇育任，1993；Sutton and West, 1982；Osborne, Bell and Gilbert, 1983；Driver, Squire, Rushworth and Wood-Robinson, 1994；Fisher, 1985；Head, 1986；Hashweh, 1986；Blosser, 1987a, 1987b；陳, 1994) 因此，若氣象作業單位能在提供氣象資訊前，進一步對使用者可能會產生迷思概念有所了解，應能有效將正確的資訊提供給使用者。

(三) 迷思概念的研究方法：科學教育的學術界探討迷思概念的主要方向有二，一是探討迷思概念的內涵，二是探討迷思概念的成因。想要了解迷思概念不容易，因為許多學生在科學測驗的表現良好，但實際在生活中卻使用迷思概念。因此紙筆測驗及晤談是主要的研究方式，但本研究欲先初步了解大部分民眾對於

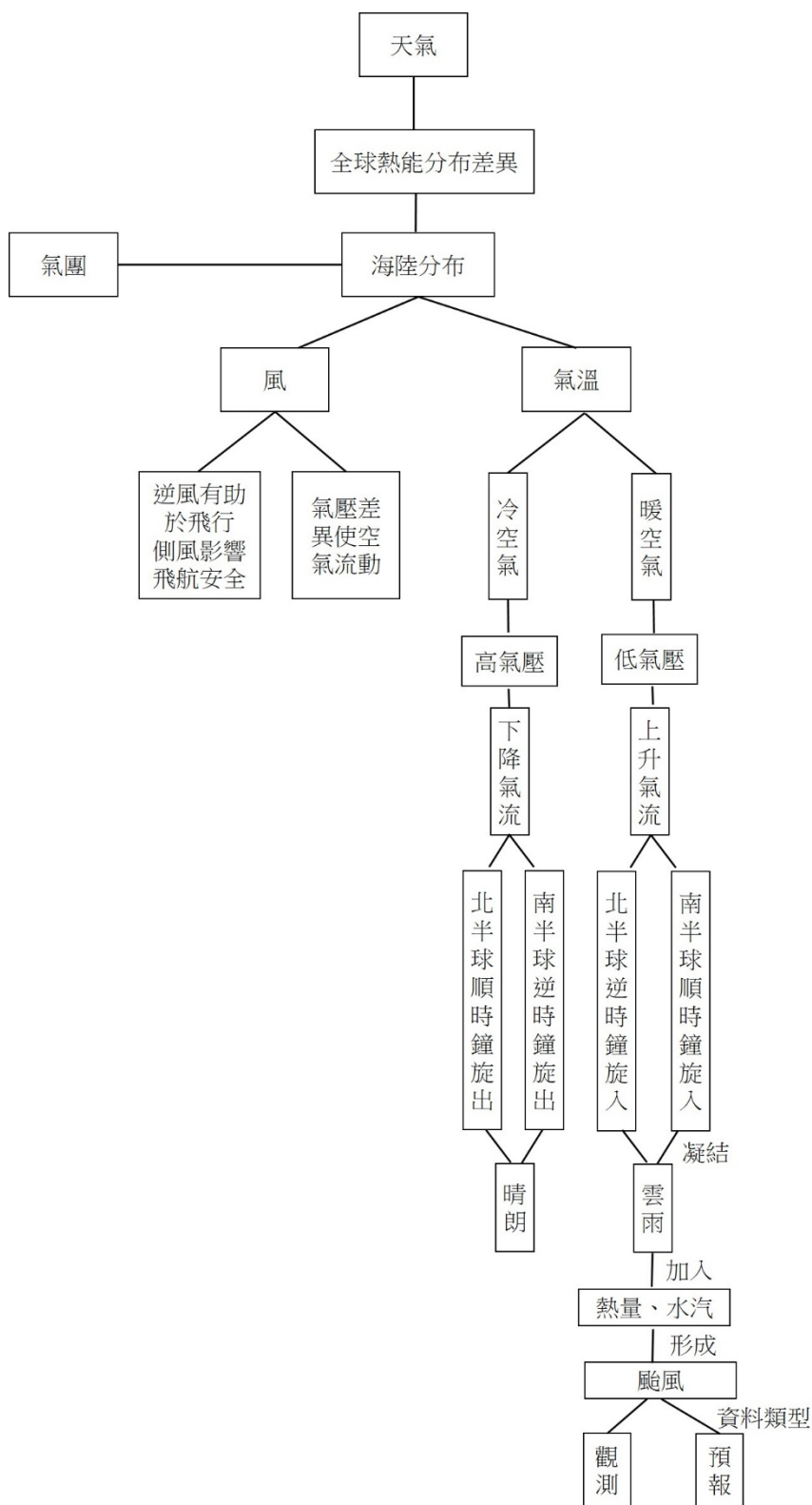
飛航天氣概念的迷思，因此先採用紙筆測驗的方式進行研究，未來可依研究結果深入進行晤談，進行質性的研究。

(四)大氣科學教育：毛與張(1997)提出臺灣長期以來以著重理論結果的教育方式灌輸概念，至國中生在地球科學領域的大氣科學學習中，造就學生缺乏判斷推理的能力及學習成就與意願低落，他們比較探究式教學與講述式教學在氣象單元教學研究中發現，透過探究式教學策略，有助於較高層次概念形成。透過觀測資料再經由分析、規劃及解釋的過程，是許多科學理論建立的歷程。林(2003)針對國小中年級天氣迷思概念研究中提出建議，抽象概念的學習必須運用網路資源學習(如中央氣象局網站)、社會資源(如科學博物館)等輔助教學。許和謝(2004)將概念改變教學策略應用在國中生的颱風常識學習上，藉由讓學生扮演氣象官角色替將軍解決問題，了解學生迷思概念改變情形，並發現學生在颱風消息發布、基本概念及判讀警報單都有明顯的進步。這些研究都顯示，科學教育的專家建議大氣科學學習過程利用探究或情境式學習有助於改善迷思概念或缺乏判斷理解能力。氣象作業單位並非正規教育的一環，但可以提供網站學習資源，例如：提供過去造成危害飛航安全案例進行分析，或將當時的觀測資料提供民眾閱讀等，有助於使用者理解氣象知識。

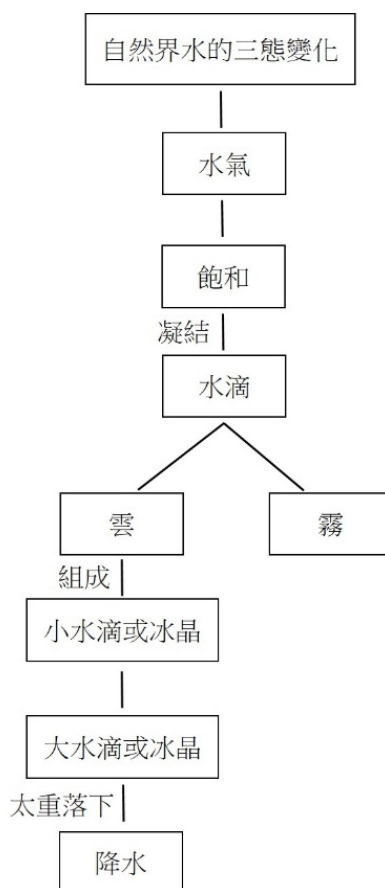
三、研究方法

本研究利用 108 年 7 月至 8 月期間，暑假至國立科學工藝博物館參觀年滿 18 歲的民眾進行隨機問卷發放。一共發放 700 份問卷，有效問卷共 608 份，有效問卷比例為 86.9%。

考量受施測民眾應大多都接受過國民教育階段，因此我們採用盧(2003)針對國三學生地球科學天氣單元迷思概念研究之問卷，並針對與航空氣象相關之題型進行修改，其天氣概念之問卷初稿經過兩次試驗性研究，並經過兩位地科老師及一位氣象專家修正或增刪試題，本次再加入有關航空氣象試題，一共 24 題。而本研究使用之「天氣概念圖」及「天氣概問卷包含之概念及出題架構表」是以盧(2003)研究為主軸進行修改並增加原概念圖中與航空氣象相關概念，在盧(2003)研究中則是參考毛(2002)所編高中基礎地球科學教師手冊中之專家天氣概念圖修改為符合國中程度。其中本研究使用的「天氣概念圖」如圖一及圖二，「天氣概問卷包含之概念及出題架構表」如表一。



圖一：天氣概念圖(一)



圖二：天氣概念圖(二)

表一：「天氣概念問卷」包含之概念及出題架構表

主要概念	次要概念	概念內容
飽和	飽和的意義	固定溫度下，水氣含量達到最大值時，稱為飽和。
	蒸發與凝結	水氣含量的多寡與溫度有關，溫度越高，水氣含量越高，溫度降低時，空氣所能容納的水氣越少。
	雲的成因與觀測	水氣上升，體積膨脹，造成溫度下降，若達到飽和，水氣就有機會凝結成水滴或冰晶。 天空為雲所遮蓋之部分，是為雲量，通常以天空被遮蓋之八分數表示。

		雲高是指雲底的高度。
	霧的成因	地表溫度降低，水汽凝結成水滴即成為霧。
	雨量的測量	在同一地點，用底面積不同的大小量筒測量到的雨量，兩個量筒刻度一樣高。
	雲霧與飛航安全	<p>雲幕是指最低雲層高度，且其所報的雲高是雲量為占全天空 5/8 以上的雲。</p> <p>飛行員要通過雲幕後才能看到跑道，雲幕高度越低，飛行員在飛行高度越低的地方才能目視跑道，因此越危險。</p> <p>霧會影響能見度，進而影響飛航安全。</p>
氣壓與風	高低氣壓的定義	中心氣壓值比附近氣壓值較高者，稱為高氣壓，中心氣壓值比附近氣壓值較低者，稱為低氣壓。
	高低氣壓旋轉方向	高低氣壓旋轉方向主要受到地球自轉影響，故南北半球的方向相反。
	氣壓值隨高度變化	高度越高，氣壓越低。
	籠罩高低氣壓下的天氣現象	通常高壓籠罩的情況下，天氣較晴朗。因為高氣壓中心空氣不斷下降，小水滴受熱蒸發，水氣也不易飽和，天氣較穩定。反之，低氣壓中心空氣不斷上升，溫度降低水氣較易達到飽和，形成雲雨天氣。
	風的成因	空氣會由氣壓高的地方流向氣壓低的地方，氣壓差造成空氣的運動就是風。
	風與飛航安全	<p>機場跑道方向主要是考量該地的盛行風向，因為航機起降逆風。</p> <p>飛機起飛逆風飛行可增加升力。</p> <p>當飛機即將降落在機場跑道時，若遇上側風，有可能會將飛機吹離跑道的中心線，增加降落的危險</p>

		性。所謂側風是指風向不平行於跑道方向。
颱風	颱風形成	<p>颱風生成於熱帶低緯度海洋上，是由熱帶低氣壓增強形成的。</p> <p>颱風需要充足的水氣與熱量供應，並有地球自轉作用形成。</p> <p>颱風遇到陸地後，受到地面磨擦及低層水氣供應減少，颱風慢慢減弱或消失。</p>
	颱風眼	在颱風眼處，為下沉氣流，但接近颱風中心的眼牆，強風暴雨越明顯。
	颱風資料	<p>颱風在接近陸地前，觀測資料少，多以衛星、飛機觀測、浮標觀測為主。</p> <p>颱風路徑些許誤差可能造成完全不同的天氣狀況，路徑預報潛勢隨預報時間越長範圍越大。</p>

四、結果分析

(一) 問卷信效度

本問卷採用盧(2003)研究加以修改，由專家提供概念圖發展出來，並由一位氣象專家及兩位資深地科教師提供意見。而盧(2003)採庫李信度作為信度考驗方法，固已通過信效度考驗。

(二) 施測問卷結果

本研究將施測問卷題目歸納成「飽和」、「氣壓與風」及「颱風」三個主要中心概念，並列舉出受施測民眾在各題各選項答對百分比，分析民眾的理解情形。「飽和」、「氣壓與風」及「颱風」三個主要中心概念題目及選項內容如表二、表三及表四。

表二：「飽和」概念題目及選項

題目及選項	選答百分比
<p>1. 下列有關「飽和」的敘述，何者有誤？</p> <p>(1) 定體積的空氣，在定溫下，可以容納的水氣量是固定的。</p> <p>(2) 氣溫越高，可以容納的水氣量會減少。(正解)</p> <p>(3) 降低溫度可以使空氣更容易達到飽和。</p>	<p>(1)30%</p> <p>(2)42%</p> <p>(3)28%</p>
<p>2. 下列哪一種情況下生成雲的機會較小？</p> <p>(1) 東北季風來臨時的迎風面 (2) 冷鋒的鋒面處</p> <p>(3) 地面高壓處(正解)</p>	<p>(1)30%</p> <p>(2)12%</p> <p>(3)58%</p>
<p>3. 在同一地點，用底面積不同的兩個圓柱體量筒測量的雨量，哪個量筒刻度較高？</p> <p>(1) 大量筒 (2) 小量筒 (3) 一樣高(正解)</p>	<p>(1)39%</p> <p>(2)19%</p> <p>(3)42%</p>
<p>4. 在同一容器內加入水氣，則容器內的水氣含量會如何變化？</p> <p>(1) 可一直增加，但容器內壓力漸增。</p> <p>(2) 可一直增加，但容器內溫度漸增。</p> <p>(3) 達一定量時，不再增加，所加入多的水氣可凝結成水滴。(正解)</p>	<p>(1)25%</p> <p>(2)19%</p> <p>(3)56%</p>
<p>5. 一團不飽和的空氣上升時，經過何種變化而可能使得水氣達到飽和並凝結成雲？</p> <p>(1) 環境壓力變小，體積膨脹，溫度降低。(正解)</p> <p>(2) 環境壓力變大，體積縮小，溫度升高。</p> <p>(3) 環境壓力變大，體積膨脹，溫度降低。</p>	<p>(1)36%</p> <p>(2)29%</p> <p>(3)35%</p>

6. 下列有關雲和霧的敘述何者正確？ (1) 山頂的人隱身在濃霧中時，山下的人認為是雲單住山頂。(正解) (2) 地表氣溫降低時，水滴會蒸發形成霧。 (3) 雲為水滴，霧為水氣。	(1)48% (2)18% (3)34%
7. 雲和霧有幾種是因水氣飽和而形成的？ (1)0 (2) 1 (3)2(正解)	(1)6% (2)27% (3)67%
8. 雲高是指雲的何處高度？ (1)雲頂高 (2) 雲底高 (正解) (3) 一朵雲顏色最濃處的高度	(1)39% (2)41% (3)21%
9. 雲幕是指什麼意思？ (1)將天空分為 8 分量，雲遮蔽達 4/8 的雲高。 (2)將天空分為 8 分量，雲遮蔽達 8/8 的雲高。 (3)將天空分為 8 分量，雲遮蔽達 5/8 以上的雲高。 (正解)	(1)28% (2)34% (3)38%
10. 霧對於飛航安全的敘述何者正確？ (1)無直接影響，需在有劇烈天氣情況下才會影響飛航安全。 (2)有影響，濃霧會使跑道濕滑。 (3)有影響，會使飛行員無法看清楚跑道。(正解)	(1)45% (2)21% (3)34%

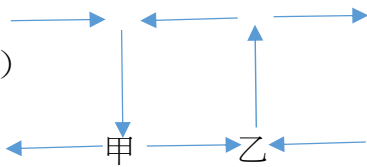
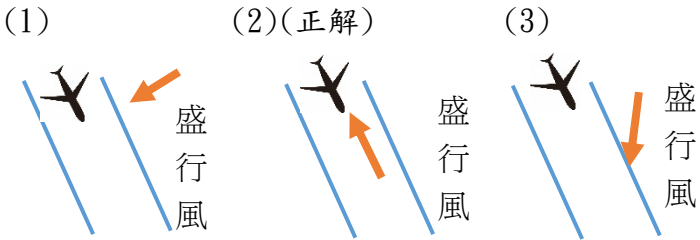
地球具有一個非常獨特的環境，就是同時存在水的三相變化，這樣的環境使水有潛熱變化，便是天氣系統能量來源之一，由於許

多劇烈天氣系統能量來源以及造成不易預報的原因是水的非絕熱作用，因此在正規教育中，「飽和」的相關概念非常重要，也是學習大氣科學的基礎。

在問卷分析中發現，施作問卷的民眾中有比較高的比例(題 1 及題 4，約 42%及 56%)知道固定溫度下，水氣含量有最大值，溫度越高，可容納的水氣越多。但加入了空氣上升產生環境氣壓及空氣塊體積變化後(題 5)，民眾對於如何達到飽和便可能出現迷思，空氣塊上升後環境壓力變化、產生空氣塊體積及溫度變化，選擇出正確答案的比例僅有 36%。在對於雲和霧的成因，以及和天氣狀況的結合中(題 2、6 和 7)，都有較高(分別為 58%、48%和 67%)的比例回答出正確的選項。在雲和雨的觀測上(題 3、8、9)，對於雲高及雲幕的認知，回答出正確答案的比例都約 40%左右，可能原因是一般民眾較少機會以觀測儀器量化雲高及雲幕，僅能以雲很多很少、或是雲顏色很黑等描述詞彙，且雲在未造成降水前，民眾的實際感受比較少，而雲高及雲量的觀測影響飛航安全，民眾對於觀測及量化雲方式能回答出正確的比例較低。不過在霧對於飛航安全的影響中顯示(題 10)，多數民眾不認為霧會影響飛航安全，反而認為一般在生活中遭遇的劇烈天氣才會影響飛航安全，約為 41%，此題回答正確的比例比錯誤要低，推測可能的原因是平常影響日常生活的天氣現象多為劇烈降雨、颱風或鋒面等天氣系統，霧對於一般日常生活影響較小，且在一般住宅區域發生的機會也比較少，所以民眾不會特別注意到能見度會影響飛航安全。

表三：「氣壓與風」概念題目及選項

題目及選項	選答百分比
<p>1. 下列有關氣壓與氣流的敘述，何者正確？</p> <p>(1) 中心氣壓高於 1 大氣壓(1013 百帕)就稱為高氣壓。</p> <p>(2) 高壓中心的氣壓必大於低壓中心的氣壓。</p> <p>(3) 北半球高氣壓地區，氣流由中心循順時鐘向外流出。(正解)</p>	<p>(1)36%</p> <p>(2)27%</p> <p>(3)37%</p>
<p>2. 氣象上，有關風的觀測何者有誤？</p> <p>(1) 風向是指風的來向。</p> <p>(2) 東風表示空氣由東方來，吹向西方。</p> <p>(3) 氣壓越高風速越大。(正解)</p>	<p>(1)27%</p> <p>(2)22%</p> <p>(3)51%</p>
<p>3. 下列有關氣壓的敘述，何者正確？</p> <p>(1) 氣壓高多為陰雨天氣，氣壓低多為晴朗天氣。</p> <p>(2) 氣壓水平差異是由地面溫度造成的。(正解)</p> <p>(3) 氣壓的垂直變化是隨著高度增加而漸增。</p>	<p>(1)24%</p> <p>(2)40%</p> <p>(3)36%</p>
<p>4. 下列有關北半球空氣流動的敘述，何者正確？</p> <p>(1) 空氣水平方向會由低壓區流向高壓區形成風。</p> <p>(2) 高氣壓區空氣呈順時鐘方向從中心流出。(正解)</p> <p>(3) 低氣壓區空氣呈順時鐘方向向中心流入。</p>	<p>(1)27%</p> <p>(2)42%</p> <p>(3)31%</p>

<p>5. 右圖為某地氣流的垂直剖面圖，下列敘述何者正確？</p> <p>(1) 氣壓：甲>乙(正解)</p> <p>(2) 氣溫：甲>乙</p> <p>(3) 這是北半球的環流</p> 	<p>(1)37%</p> <p>(2)31%</p> <p>(3)32%</p>
<p>6. 盛行風為東風的時候，飛機頭朝向哪個方向較安全？</p> <p>(1)西 (正解) (2)南 (3)北</p>	<p>(1)86%</p> <p>(2)5%</p> <p>(3)9%</p>
<p>7. 飛機起降時，何種風向較安全？平行線表示跑道、箭頭表示盛行風。</p> <p>(1) (2)(正解) (3)</p> 	<p>(1)24%</p> <p>(2)67%</p> <p>(3)9%</p>

除了飽和的概念以外，風的基本概念與飛航安全相關性很高，在正規教育中的學習內容中，會提到氣溫差異造成氣壓的差異，進而產生風的概念，並在學習過程中介紹高低氣壓及不同半球的氣流方向等。有關氣壓與氣流的觀念中(題 1、3、4 及 5)，民眾回答正確答案的比例約在 40%左右。但在風的觀測中(題 2 和 6)，民眾回答正確答案比例高於 50%。在飛機起降時，盛行風向與飛航安全回答出正確答案比例有 67%。此項概念題目答對比例比飽和概念高。而氣壓與氣流間是觀念是此項目中民眾回答出正確答案的比例較低的，民眾在日常生活中不易直接觀測到氣壓，且氣壓無法用五感感受到，概念較為抽象，可能是民眾會有迷思的地方。

表四：「颱風」概念題目及選項

題目及選項	選答百分比
1. 颱風是什麼發展成？ (1) 太平洋高壓 (2) 溫帶低壓 (3) 熱帶低壓	(1) 18% (2) 6% (3) 76%
2. 颱風發展需要水汽和熱量不斷供應，因此生成於？ (1) 熱帶大陸 (2) 熱帶海洋 (3) 溫帶大陸	(1) 11% (2) 85% (3) 4%
3. 海面上的颱風，由輕度漸漸增強的主要原因是？ (1) 海水蒸發，增加威力 (2) 地球自轉增強颱風力量 (3) 因海面上生成及行進，不受地形影響	(1) 69% (2) 11% (3) 20%
4. 下列有關北半球颱風的敘述，何者有誤？ (1) 颱風在熱帶洋面生成，因此有大量水氣。 (2) 受地球自轉影響，颱風氣流呈順時鐘方向流入中心。 (3) 颱風中心與外圍氣壓差越大，風速越大。	(1) 19% (2) 58% (3) 23%
5. 在颱風結構中，風速最大，雲牆最厚的區域是？ (1) 颱風中心 (2) 螺旋雨帶 (3) 颱風眼牆附近	(1) 14% (2) 37% (3) 49%
6. 颱風可能對飛航安全影響，有關颱風的敘述何者正確？ (1) 亂流增強影響飛行 (2) 夏天搭飛機才會遇到 (3) 多以雷達進行颱風生成的觀測	(1) 41% (2) 26% (3) 33%

7. 颱風路徑潛式預報中，其範圍隨時間越大表示？	(1)37%
(1)颱風未來可能移入的範圍 (2)颱風的暴風圈 變大 (3)颱風的強度變強	(2)35%
	(3)28%

颱風對於臺灣而言是非常重要的天氣系統，雖然為臺灣帶來豐沛的雨量，但也為臺灣帶來災害，因此認識颱風及與颱風災害共存是非常重要的課題，在正規的教育大氣科學的學習內容中，颱風都佔有重要的一環節，而颱風也是影響飛航安全重要的天氣系統。在颱風的生成、發展及結構的相關題目中(題 1-5)一般民眾回答正確的比例均在 58%以上，表示民眾對於颱風在生成、發展及結構有足夠認識。但在颱風的觀測與預報上(題 6-7)回答正確的比例較低，約在 40%左右。民眾對於颱風有基本認識，但氣象作業單位在提供颱風資訊時，可能要注意民眾對於颱風觀測與預報資料的認知程度。

五、討論

本研究以問卷方式，針對 18 歲以上民眾調查對飛航天氣相關迷思。因相關研究非常缺乏，作為初步研究先以問卷調查方式為主，用以讓氣象作業單位在提供氣象資訊方面參考，協助其提供容易理解的表達方式。但若要進一步探討民眾如何產生飛航天氣迷思概念或得分較低的概念的原因，則需要另外透過晤談等方式的質性深入調查。

在問卷分析中發現，對於不易用五感觀察到的概念，民眾回答出正確答案的比例較低，例如：

(一) 不飽和空氣上升至凝結成雲，期間環境及空氣塊的變化，因不

飽和空氣及環境氣壓變化的概念較抽象，答對比例較低。

(二) 因大氣壓力的差異產生氣流，風是感覺得到的現象，但氣壓卻難以用五感觀察，在氣壓與氣流相關的概念，民眾回答正確答案的比例也較低。但風卻是感受的到的現象，在關於風及風和飛航安全的相關題目，回答正確的比例較高。

對於與日常生活連結性較低的天氣現象，民眾回答出正確答案的比例也較低，例如：

(一) 一般民眾對於劇烈天氣影響日常生活的經驗較多，霧因為影響能見度進而影響飛航安全，不容易在生活周遭常見到霧的現象，不易將霧及飛航安全產生連結。

(二) 民眾少有機會可以進行雲量及雲幕的觀測，在未造成降水前，雲量及雲幕對生活的影響較小。

因為颱風和臺灣關係密切，既為臺灣帶來雨水，也為臺灣帶來災害，影響臺灣民眾的生活，在颱風的生成、發展及結構方面的概念，民眾回答出正確答案的比例高。但氣象作業單位需要提供颱風的觀測與預報資料，在這兩個項目的得分上，相對較差。

飛航氣象資訊主要是在民眾使用飛航的交通工具或運輸業較有機會接觸，一般民眾則以實際影響生活的劇烈天氣感受較深，因此對於雲的觀測和霧對飛航影響，得分的民眾較少，雖然實際在使用飛航天氣資訊多為航空業者，而航空業者多有另外接受過航空氣象科學的課程。但隨著地球科學教育逐漸受到重視、民眾善於使用各種新媒體學習新知，且發生劇烈天氣現象時，新聞媒體報導氣象相關的資訊及知識，民眾對於氣象資訊及服務的要求越來越高，未來

民眾對於航空氣象資訊的要求會逐漸提高，因此提出以下建議。在提供飛航資訊時，不論是觀測或預報資料，難免包含概念抽象或與生活連結性較低的重要氣象資訊，例如：氣壓、雲幕等等，使用圖像描述有助於民眾理解。霧是無聲無息的天氣現象，且一般在住宅區中比較不易發生，因此能見度的影響可以具體化，在提供能見度資料時，以圖、照片甚至監視影像畫面等方式協助民眾了解，更能感同身受其造成的危害。另外，在航空氣象資訊網站或其他相關管道，也可提供航空氣象有關的文章或影片等，有助於協助民眾理解航空氣象知識。

參考文獻

- Blosser, P. E., 1987a, Science misconceptions research and some implications for the teaching of science to elementary school students. *Eric Document* No. ED 282776.
- , 1987b, Secondary school students' comprehension of science concepts: Some findings from misconceptions research. *Eric Document* No. ED 286757.
- Daipha, P., 2012: Weather risk: Uncertainty, weather forecasting, and expertise. *Sociology Compass.*, **6(1)**, 15-25.
- Driver R., A. Squire, P. Rushworth and V. Wood-Robinson, 1994, Making sense of secondary science: Research into children' s ideas. *Routledge*.
- Hashweh M. Z., 1986, Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education.*, **8(3)**, 229-249.
- Head J., 1986, Research into "alternative framework" : Promise and problems. *Research in Science and Technological Education.*, **4(2)**, 203-211.
- Fisher K. M., 1985, A misconception in biology: Aminoacids and translation. *Journal of Research in Science Teaching.*, **22(1)**, 53-62.
- Osborne R. J., B. F. Bell and J. K. Gilbert, 1983, Science teaching and children' s views of the world. *European Journal of Science Education.*, **5(1)**, 1-14.
- Sarewitz, D. and R. Pielke, 1999: Prediction in science and policy. *Technology in Society.*, **21**, 121-131.
- Sutton C. and L. West, 1982, Investigating children' s existing ideas about science. *Eric Document* No. ED 230424.
- 中央氣象局，2015，災害性天氣，
<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/K/Encyclopedia/nous/index.html>。
- 毛松霖與張菊秀，1997，「探究式教學法」與「講述式教學法」對於國中學生地球科學「氣象」單元學習成效之比較，*科學教育學刊*，**5(4)**，461-497。
- 毛松霖，2002，基礎地球科學教師手冊，*康熙圖書網路公司*。
- 王美芬、熊召弟，1996，國民小學自然科教材教法，*心理出版社*。
- 交通部，2018，106年交通部施政措施滿意度調查。
- 交通部，2019，107年交通部施政措施滿意度調查。
- 林寶源，2003，國小中年級學童天氣迷思概念之研究，*國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文*。
- 飛航安全調查委員會，2018，臺灣飛安統計報告 2008-2017，

https://www.asc.gov.tw/main_ch/statisticsList.aspx?uid=224&pid=202。

許瑛珺與謝惠珠，2004，應用概念改變教學策略在颱風常識的學習，*師大學報：科學教育類*，49(1)，15-40。

陳珊珊，1994，我國國三學生酸鹼概念之研究，臺灣師範大學化學教育研究所碩士論文。

盧靖華，2003，國三學生地球科學天氣單元迷思概念之研究，彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。

蘇育任，1993，「兒童的科學」研究之沿革與其對國小自然科學之啟示，*臺中師範學院初等教育研究集刊*，1，91-104。